XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia

(Angol és magyar nyelvű publikációk)

English Papers:

1. **Design and Control of Human-Inspired Dual Arm Robotic System**
   Aleksandar Rodić1, Gyula Mester2 and Xiangrong Xu3

2. **The ease of usage of Python libraries in computer-aided electromagnetic simulations**
   András Eszes

3. **Phyllotactic Solar Tree**
   András Tóth1, Tamás Sándor2

4. **Object Recognition Application Based on Deep Learning**
   Dániel Kulcsár, Adrienn Skrop, Szilárd Jaskó

5. **Experience with mBot –WheeledMobileRobot**
   Jelena Pisarov

6. **Using Node-RED platform in an industrial environment**
   Katalin Ferencz, József Domokos

7. **Reverse polarity and overvoltage protection circuit for 4-wire DC power supply inputs**
   Péter Kovács, Enikő Mezei

8. **Coupled Transient Analysis of Asynchronous Machine Drives**
   Sándor Horváth, Gergely Szabó, Károly Veszprémi, László Számel

9. **Olimpinfo, a convenient event calendar for the 2020 Tokyo Summer Olympics**
   Németh Sándor

Magyar nyelvű publikációk:

10. **Blokk-alapú programozás a mikrokontroller oktatásban**
    Block based programming in microcontroller education
    Borsos Döníz1, Sándor Tamás2

11. **Napjaink ipari vezetéknélküli kommunikációnak lehetőségei**
    Borsos Döníz1, Sándor Tamás2

12. IoT alkalmazásának lehetőségei ipari környezetben
Borsos Döníz1, Sándor Tamás2

13. Bevezetés a személy- és vagyonvédelem területén alkalmazható IoT technológiákba – LoRaWAN technológia
Introduction to IoT technologies for personal and property protection – The LoRaWAN technology
Borsos Döníz

14. Fémek mikroszkópikus viszkozitásának egy lehetséges új elméleti modellje
Farkas Zoltán, Ürmös Antal

15. Fény és világítás katonai aspektusai
Jasztrab Péter János1, Dr. Istók Róbert2

16. A társadalmi kredit rendszerének információbiztonsági kérdései
Kollár Csaba

17. Vezetéstámogató- és önvezető járműrendszerek tesztelése – a jövő kihívásai
Kovács János

18. xElőadóterem
Kovács Kristóf Máté, Szegedi Krisztián Dávid, Sagyebó Bálint László

19. Spektroszkópiai eszközök hatása heterokromatikus mesterséges fények spektrumtartományaira
Dr. Rácz Ervin*, Tolnai Pál Tamás**

20. Egészségvédelmi távfelügyeleti karpánt megvalósítása LoRaWAN technológiával
Szántó Marcell

21. Innovatív fejlesztések az emberiség jövőjének és biztonságának az érdekében I.
Vajdovich Ádám

Design and Control of Human-Inspired Dual Arm Robotic System

Aleksandar Rodić[1], Gyula Mester[2] and Xiangrong Xu[3]
[1] University of Belgrade, Institute Mihajlo Pupin, Serbia
[2] Obuda University Budapest, Hungary
[3] Anhui University of Technology, Ma'anshan, China

aleksandar.rodic@pupin.rs, drmestergyula@gmail.com, 4693741@qq.com

Abstract

The paper briefly outlines a self-configurable, modular, dual robot arm mechanism for collaborative tasks in industry. Robot is a mobile and modular, consists of a mobile platform (motorized carts), robot trunk - torso with variable geometry and two universal robot arms UR-5. The kinematic scheme of the robot is synthesized so that it has a maximum reachability in a multiple enlarged workspace. Comparing the robot with a man, considered manipulative mechanism may take the operating positions corresponding to the position of workers in a crouch, half bent or in the extended position. Given that it is a very specific kinematic structure, with a strong dynamic coupling between the particular robot modules, with the intention that the robot is applied to collaborative industrial tasks, the paper proposes a dual control of robotic arms - impedance and admittance. In a brief report of research and development there are provided corresponding images that illustrate the main ideas of the design of a dual robot arm prototype.

1 Introduction

A popular line of toys the Robot Transformers (Transformers, Web page, 2019) regards to a self-configurable modular robot, basically was the inspiration for our development of a prototype of dual arm, self-configurable, collaborative robot with extremely extended workspace. The paper summarizes the mechanical structure of the system, kinematic scheme, and proposals for dual robot arm control implementing impedance and admittance control supporting the secure physical human-robot or robot-robot interaction. The system is devoted to enhance the technological concept Industry 4.0 (Industry 4.0, Web page, 2019) contributing to the customized industrial production characteristic to Small and Medium Enterprizes (SMEs).

2 Concept Design

Humans perform various manipulative tasks thanks to their ability to adapt body to the workspace. i.e. to its physical environment. This means that an individual can perform tasks in different positions: sitting, standing, bowed, squatting, etc. Conventional robots have limited possibilities of adaptation to the workspace, and we can say that the workspace needs to be accommodated to them (A. Rodić, 2018). In this work, a mobile, self-configurable robot hull that enables bending of the mechanism (Figure 1) and its adjustment in height, from a squat position to an extended position as illustrated in Figure 2. As the manipulative mechanism, have been integrated by two universal robot arms UR-5, which correspond to reachability and payload capacity capabilities of the average person. In a word, our goal was to create a variant of the industrial humanoid service robot that mimicks as much as possible human manipulative skill even though it is generally not an easy task.

Designed robotic system was developed for customized industrial tasks and collaborative work with humans or other robots. This requires an adequate control strategy. In this case, it is necessary to apply a dual control of both robot arms, where, depending on the type of task, active impedance control (by force) and admittance control (by speed), Figure 3. Depending on the type of task assignment it is determined which robot arm is the master arm and which one is slave and consequently applies one or another (impedance or admittance) control algorithm.

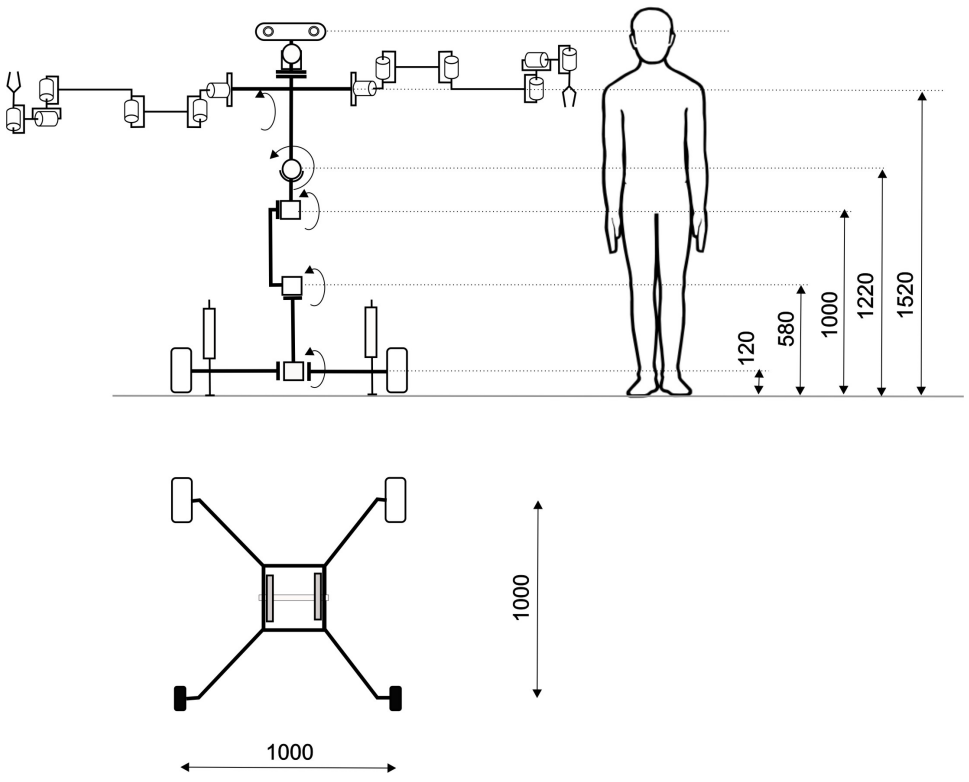


Figure 1: Kinematic scheme of the dual arm robotic system for collaborative human-robot tasks

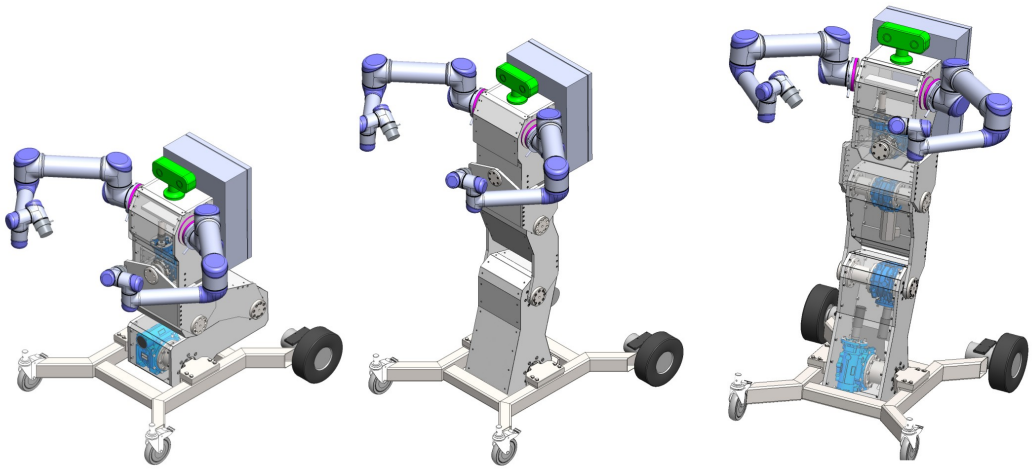


Figure 2: 3D model of the dual arm robotic system for collaborative human-robot tasks

The most important requirements in the design of robotic mechanism were to determine the load in the joints of the mechanism and the corresponding stresses in the critical sections. The robot torso, shown in Figure 1, has 4 degrees of mechanical freedom, three for motion of mechanism in a squat position and one for bending in the waist about the sagittal axis. Simulating a model of the whole robot mechanism the moments and corresponding joint forces are calculated in the torso. The payloads are quite large in the range of 300-800 Nm. They determine the structural parameters of the mechanism and influence the choice of motors and gearheads of the mechanism.

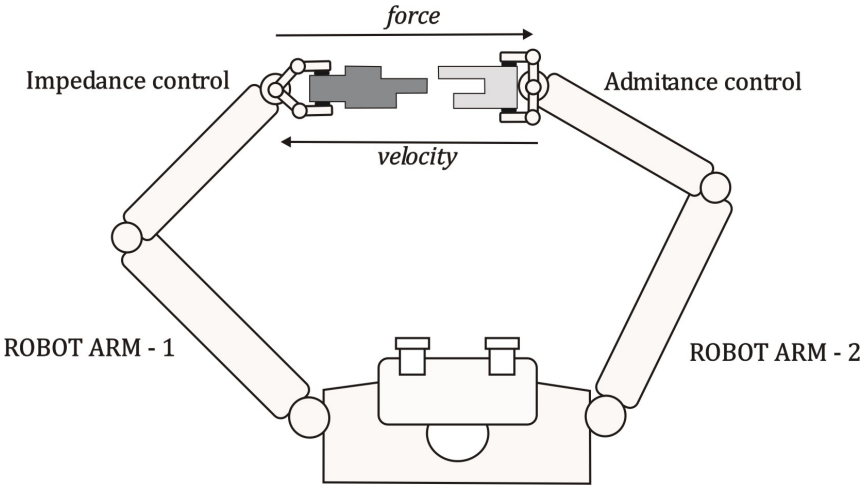


Figure 3: The principle of the dual control of the robotic system presented in Figure 2 that mimics a biological way to handle physical interactions with environment

3 Discussion

Designed robotic system has three essential characteristics. The first relates to the mobility of the system, in the sense that the robot operator can easily move the robot from one location to another without changing the infrastructure of technological lines. Another advantage relates to the ability of self-configuring so that the robot can quickly adapt to a new task or to adequately set itself according to the associate - partner in task performing. The third advantage is related to the functioning of the system under a cloud system that assumes ability of integration into the local computer-sensor networks as it provides an opportunity to get commands and useful information from the highest, application layer by use of the high-speed network, and change the program of work at the physical level.

4 Acknowledgements

Development of the robot prototype is the result of the bilateral research and development project entitled "Development and experimental verification of performance of mobile dual-arm robot for cooperation with human" from the "Science and Technology Development Program - Funding of Joint Research and Development Projects of the R. Serbia and the P.R. China ", 2017-2019.

References

Transformers. https://en.wikipedia.org/wiki/Transformers, Retrieved, Ocober, 18th, 2019

Industry 4.0. https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0, Retrieved, Ocober, 18th, 2019

A. Rodić, I. Stevanović, M. Jovanović, „Smart Cyber-Physical System to Enhance Flexibility of Production and Improve Collaborative Robot Capabilities – Mechanical Design and Control Concept", Proceedings of the 27th International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region (RAAD 2018), In book: Advances in Service and Industrial Robotics, Eds. Nikos A. Aspragathos, Panagiotis N. Koustoumpardis, Vassilis C. Moulianitis, Part of the Mechanisms and Machine Science book series (Mechan. Machine Science, Vol. 67), pp. 627-639, 2018

Rodić, A., Miloradović, B., Popić, S., Urukalo, Dj.: On developing lightweight robot arm of anthropomorphic characteristics. In book: New Trends in Medical and Service Robots. Book 3, Series: Mechanisms and Machine Science, Springer Publishing House, Vol. 38, Eds. Bleuler, H.; Pisla, D.; Rodic, A.; Bouri, M; Mondada, F; (Eds.), ISBN: 978-3-319-23831-9, Book ID: 332595 _1_En, (2015).

P.I. Corke, "Robotics, Vision & Control", Springer 2017, ISBN 978-3-319-54413-7, last accessed 2019/02/06

Gyula Mester, Szilveszter Pletl, Attila Nemes, Tibor Mester, Structure Optimization of Fuzzy Control Systems by Multi-Population Genetic Algorithm, Proceedings of the 6th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing, EUFIT'98, Vol. 1, pp. 450–456, Aachen, Germany, 7.-10. September 1998. Verlag Mainz, Aachen, Germany.

Gyula Mester, Aleksandar Rodic, Simulation of Quad-rotor Flight Dynamics for the Analysis of Control, Spatial Navigation and Obstacle Avoidance, Proceedings of the 3rd International Workshop on Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (IWACIII 2013), pp. 1-4, ISSN: 2185-758X, Shanghai, China, October 18 to 21 in 2013.

Josip Stepanic, Gyula Mester, Josip Kasac, Synthetic Inertial Navigation Systems: Case Study of Determining Direction, Proceedings of 57th ETRAN Conference, pp. RO 2.7.1-3, Zlatibor, Serbia, June 3-6, 2013.

The ease of usage of Python libraries in computer-aided electromagnetic simulations

András Eszes

Óbuda University – Kandó Kálmán Faculty of Electrical Engineering, Budapest, Bécsi út 96b, 1034

e-mail: eszes.andras@kvk.uni-obuda.hu,

home-page: https://www.researchgate.net/profile/Andras_Eszes

Abstract: The antenna modeling is a challenging discipline due to enormous data amount can be produced as the output from these calculations, consequently a framework is required for data management purposes. Python [2] is a dynamically evolving programming language, there are available quite lot open-source libraries, these libraries not requiring any license fee, however, there is no guarantee for the proper operation of these libraries. There are several electrical parameters [1] that have to be managed and displayed. The software development in Python can be significantly reduced the development effort due to its structure. The main advantage is the object-oriented structure, this property is essential for General User Interface (GUI) development, from the other hand in the OOP the objects can be easily transferred as a function argument. For data management the Python [2] can be used in a simple way, then for data representation, the "matplotlib" [6] and "mayavi" [3] can be used. The "matplotlib" essentially identical to the MatLab framework, the radiation pattern can be seen in fig.1., the "mayavi" module can be used for 3D representation. It is advantagous to implement the numerical calculations, which requires more computation effort in C++ [4], then these modules can be called easily from Pyhton modules. The representation framework is based on wx Python [5] this framework provide a simplified platform for the implementation of specified User Interface (UI), the simplified platform allowing the developers to implement charts, GUI objects without additional positioning. By using the [2]-[6] an appropriate framework was developed.

Keywords: Antennas, Python, Object-oriented, C++ wrapping, Interactive plots, Interactive 3D plot

1 CEM requirements

Computation Electromagnetics (CEM) nowadays act an increasing role in the development of telecommunication and defense devices. This increasing trend

from one hand is the consequence of the increasing capacity of the computers because a computer with more resources eventuates more accurate simulation results in less computational time on another hand a huge demand for telecommunication devices is currently present on the market. The CEM provides an efficient tool that allows the engineer to get some knowledge about the electrical parameter of the developed product (e.g. antenna, waveguide, circuit).

It should be mentioned the CEM not substitute prototyping, it is only an efficient tool during product development.

The numerical solvers have to be capable to calculate the required parameters e.g. far-field radiation pattern, S parameters, Z parameters. Beyond these properties, the software should have the capability to select the required parameters arbitrary (e.g. discretization, excitation signal, materials).

The solver should be capable to carry out an evaluation process from the simulated results and it is not a disadvantage to have some post-processing tool function.

1.1. CEM classified by different techniques

The CEM is consisting of many different numerical solutions. These solutions can be used for particular purposes, each one has pros and contras.

The pros and contras are strongly dependent on the application field. For instance, the Method of Moment is good for the cases where only the surface currents exist, however, Method of Moments is not well suit for volume models such as waveguides.

The following numerical techniques are widely used in CEM, these techniques were developed and improved from the 1970s, thanks for the improving computers;

- Method of Moments (MoM)
- Finite Element Method (FEM)
- Finite difference time domain (FDTD)
- Finite difference frequency domain (FDFD)
- Finite integration technique (FIT)
- Hybrid methods

Each of these techniques requires discretization and consequently some matrix representation. The MoM, FDTD, FEM (SOR) techniques are widely mentioned in [2].

Beyond these techniques, there some mathematical tools which also contribute to the final result, for instance in the antenna modeling, the far-field radiation pattern can be obtained from the current distribution or from the EMF with the help of the Fourier transformation.

The FDTD technique can be used in structures where the determination of the EMF field and the wave propagation is on the scope. The leap-frog algorithm was implemented in the FDTD technique then it using Maxwell's equations.

The FIT was formulated by Thomas Weiland, this technique can be used in a versatile range of structures; such as strip-lines, planar-antennas.

1.1.1 Method of Moments

This technique can be used for planar and thin wire antennas, it generally determines the current distribution of an arbitrary surface through mutual impedances or so-called kernels. These kernels can be determined by the usage of its Green's function.

From the current distribution, the port impedances and scattering parameters can be easily determined in the knowledge of the excitation signal.

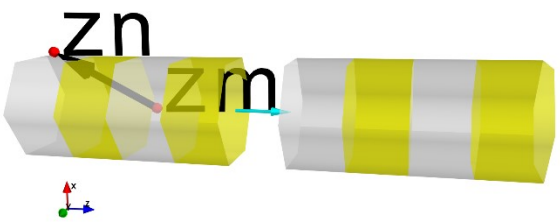


Fig. 1

Discretized dipole in the z-direction

The Pocklington's integral equation is one of the simplest realization for Method of Moments solution;

$$K_{nm} = \int_{z_n - \frac{slot}{2}}^{z_n + \frac{slot}{2}} \left(\frac{e^{-jkr}}{4\pi R^5}\right) \left[(1 + jkR)(2R^2 - 3a^2) + (kaR)^2\right] dz \qquad (1)$$

Here the Kmn corresponds to the nm indexed kernel, the a is the diameter the R is the distance between the source and observation point.

1.1.2 Finite Element Methods

There are several FEM realizations according to the field of usage. These solutions basically solve the simplified differential equations in a successive or in a normal way.

One of the simplest technique is the so-called Successive Over Relaxation (SOR). In CEM this method is quite sufficient in scalar field modeling. First, the interstice scalar field can be obtained through the Taylor-series.

$$\varphi_0 = \frac{1}{4}(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4) - \frac{h^4}{48}\left[\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4}\right] + .. \tag{2}$$

The subscripts are corresponding to the indexes of the discretization points. The higher-order component can be omitted, the φ corresponds to the scalar potential;

$$\varphi_0 = \frac{1}{4}(\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4) \tag{3}$$

It is required to obtain the residual value;

$$R_{i,j}^{n+1} = \frac{1}{4}\left(\varphi_{i+1,j}^{n} + \varphi_{i-1,j}^{n+1} + \varphi_{i,j-1}^{n+1} + \varphi_{i,j+1}^{n}\right) - \varphi_{i,j}^{n} \tag{4}$$

Here the n corresponds to the iteration number. Overall the next scalar field can be obtained;

$$\varphi_{i,j}^{n+1} = \varphi_{i,j}^{n} + \Omega_0 R_{i,j}^{n+1} \tag{5}$$

Where the Ω is the relaxation factor which can be set arbitrary (it should be between 0 and 1)

1.2 Result representation, data structures

Continuing the previous heading in this part the required and the recommended data structures will be mentioned briefly.

1.2.1 Matrix calculations in CEM

In CEM the surfaces usually discretized, there are simpler and more difficult cases however if they ordered into matrixes it drastically increase the transparency of the data structure.

This matrix system represents how a relatively high indexed system can be organized:

$$\begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} & .. & K_{1M} \\ K_{21} & K_{22} & .. & K_{2M} \\ .. & .. & .. & .. \\ K_{N1} & K_{N2} & .. & K_{NM} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ .. \\ I_N \end{bmatrix} = -j\omega\varepsilon \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ .. \\ E_N \end{bmatrix} \tag{6}$$

This matrix system corresponding to the matrix system of an antenna, the I vector corresponds to the current distribution, the kernel elements can be calculated by the usage of (1) eq.

$$\bar{\bar{K}}^r(-j\omega\varepsilon)\,\bar{E} = \bar{I} \tag{7}$$

The matrix problems can be treated in C++ and Python as well.

1.2.2 Result representation in CEM

The data representation is an essential demand in CEM, with the representation layer the user experience and the understanding can be improved. The charts can be classified into two class; 2D and 3D class.

There are several ways of implementing the charts. In C#, C++ it is possible, however Python has many libraries for application-layer interface even for .net.

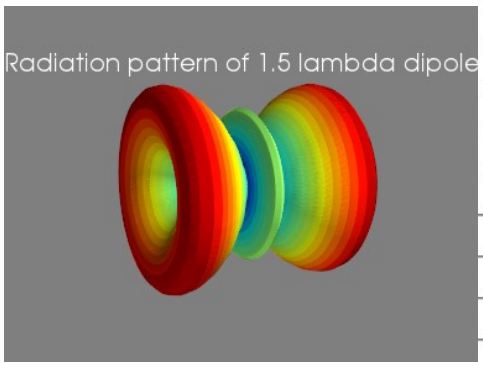


Fig. 2.

3D radiation pattern

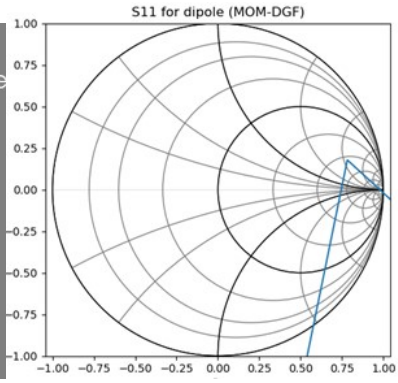


Fig. 3.

Input impedance

The data can be represented visually on 2D, 3D diagrams or in CSV, s1p, s2p, s3p data files.

The 2D diagrams can be displayed directly, however, in many cases the 3D diagrams require some additional coordinate transformation, for instance pattern calculations;

$$x = r * \sin(\theta) * \cos(\varphi) \tag{8}$$

$$y = r * \sin(\theta) * \sin(\varphi) \tag{9}$$

$$z = r * \cos(\theta) \tag{10}$$

With these equations, the intensity vectors can be obtained.

2 Python in CEM

This chapter describes some implementation possibilities for data structures, data management which particularly occur in CEM and it also mentions some libraries which can be used.

2.1. Python Libraries in CEM

Generally, the Python libraries do **not require** any external applications beyond the Python, such as “matplolib”, “numpy”, and “scipy”.

However, there are some exceptions for instance; “mayavi”, “pygmsh” and “wxpython”. These libraries **require an external** application on the computer which should be installed separately and running parallelly. In this case, the Python module has only an application-layer interface role among the Python and the external application.

2.1.1 Numpy and Matplotlib for data management and for chart representation

Numpy is a Python data structurization library, this library is capable of matrix evaluation, quadrature evaluation, etc.

Matplotlib is capable for chart rendering, these charts can be even embedded into “wx” frame by the usage of the “FigureCanvasWxAgg“ backend. The “matplotlib” chart format shows a solid analogy for “Matlab”s chart format, it means the set of “matplotlib”s chart is almost identical to the set of “Matlab”s chart, it is a big advantage.

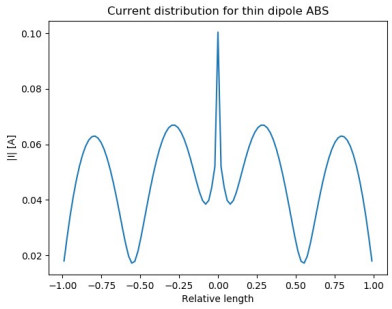


Fig. 4.

Plot function

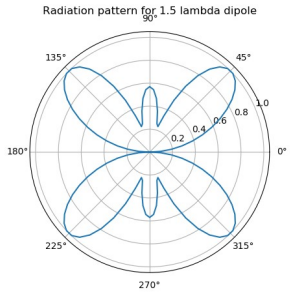


Fig. 5.

Polar plot function

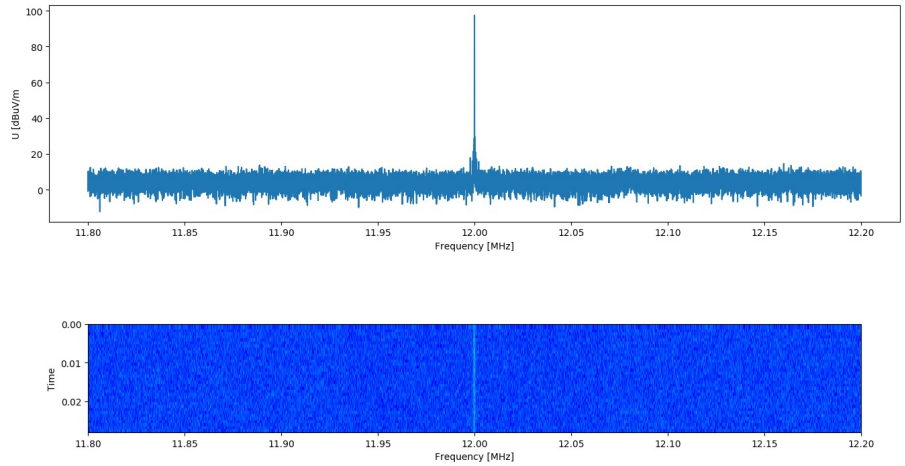


Fig 6.

Plot+Imshow complex plot

2.1.3. WxPython

WxPython is a General User Interface (GUI) creation tool based on "wxWidgets", it is a fully functioned library (e.g. toolbar, frame) which is quite pleasant during GUI development.

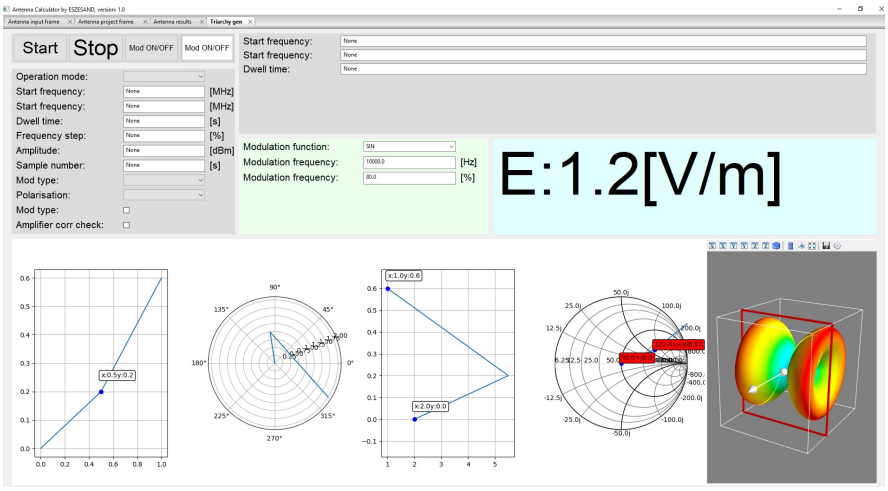


Fig 7

Mainframe based on wxPython

This mainframe was developed by the author. This mainframe is capable of automatic object positioning, and it has an embedded interactive diagram creation engine with the following diagram types; linear, polar, smith and 3D types.

2.1.4 Mayavi application for 3D representation

The 3D representation is an essential demand in CEM, due to the radiation patterns and the modeled objects can be extended in x, y, z directions, except some planar structures. Although, there are many ways to eliminate the x, y, z extension from the representation point, for instance, let consider only the cross-section of the modeled object and represent the radiation pattern in the function of Θ and φ on separate charts, but these simplifications provide less user experience in a practical manner.

The “mayavi” is an application, that is capable of 3D representation in many ways; throuh “mlab” interface and normal “mayavi-vtk”, both ways are capable to represent 3D interactive diagrams. The “mayavi-vtk” provides a convenient way that can be easily embedded into “wx” frame.

From the software development point, the “mayavi-vtk” method is much more important, it provides many representation methods; Triangular, Surface, Points, Lines

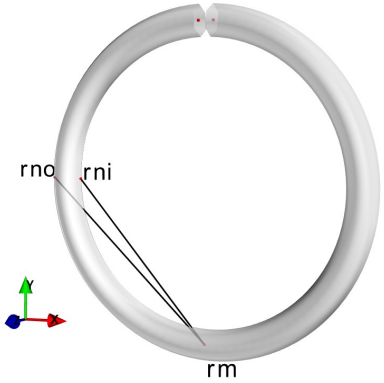


Fig. 8.

Mayavi diagram with objects

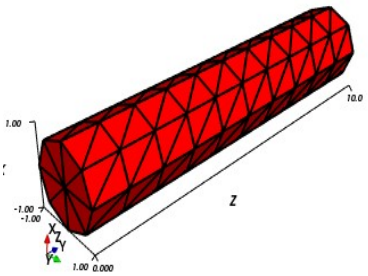


Fig. 9.

Mayavi surface plot

2.1.5 GMSH discretization application

The GMSH is a discretization application which is essential in CEM. In some way, a discretization method can be developed for simple structures (e.g. cylinders).

The “pygmsh” provides an application-layer interface between Python and “gmsh” application. The “gmsh” has several functions which can be used directly for a particular shape however, there are some cases where a specified function required (e.g. extrusion of arbitrary functions).

The discretization results of numerous data structures;

- Triangles
- Tetras
- Lines
- Vertexes
- Points

These objects essential for simulation, however not each should be displayed, in the representation of the internal volume can be omitted.

Basic structures:

Basically, numerous functions can be obtained directly through ”pygmsh”. These structures are included by the “pygmsh” not required to deploy any extrusion, etc. So, in a nutshell, the basic structures are;

- Torus

- Sphere
- Rectangle
- Circle

If the required shape is not present within these structures it is strongly suggested to use the extrusion technique.

Extrusion

The extrusion of a polygon carried out in a direct way or it can be assembled from elements. To obtain the capability to discretize arbitrary functions the key method is to constitute the extrusion from more than one element.

With the following set of arguments the extrusion can be modified;

`lcar` – set meshing density

`translation_axis` – select the translation direction with its maximum limitation

`rotation_axis` – select the rotation axis

`point_on_axis` – define the direction, it affects the extension of the extruded objects (the diameter)

`angle` – define the whole angle circulation

`num_layers` – define the number of discretization layers

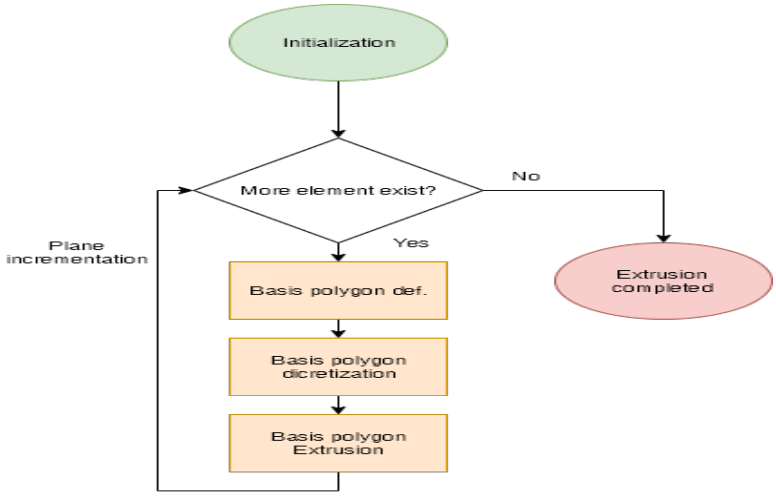


Fig. 10.

Complex extrusion flow chart

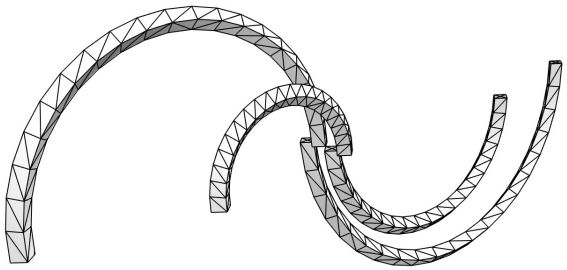


Fig. 11.

Spiral elements separately

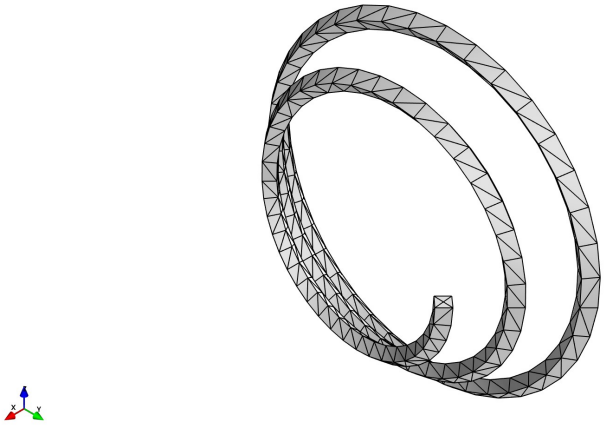


Fig. 12.

Spiral elements assembled

3 Python module development

In CEM the more accurate results mean more computational effort, consequently, the usage of the Python for the implementation of numerical techniques is not a smart idea.

Python is a versatile used language, nowadays it getting increasing attention due to its support and its open-source (e.g. “mayavi”, “pygmsh”) APIs. Then it is not a smart idea to eliminate the Python from the developed system.

It is well known that Python-based on C++ modules, so there is a possibility to mix Python with C++

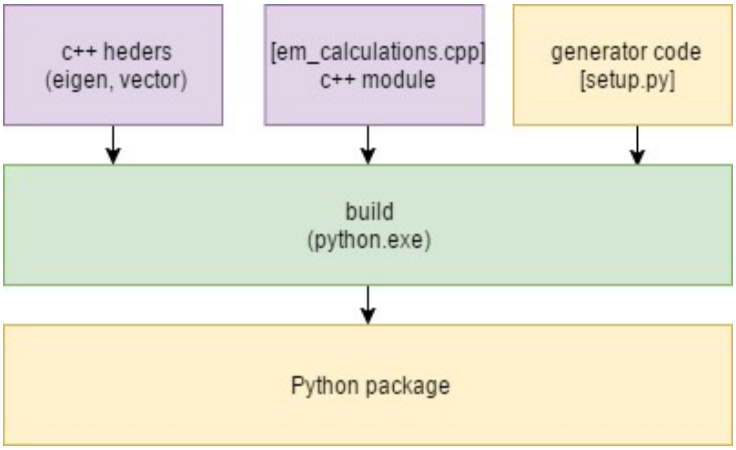


Fig. 13.

Python extension generation

The additional libraries should be matched with the specified compiler. Hence a Python library for specific purposes can be built, the built library can be placed in the „dist-packages” folder of the specified version of Python, then this Python extension and its functions will be reachable from Python.

3.1 Python C++ wrapping

The wrapping essentially describes the required code structure of the C++ module. The Python extension will be built from this C++ module.

For extension building some external C++ libs are required;

- #include <complex>
- #include "Eigen/Core"
- #include "Eigen/Dense"
- #include <vector>

Fig. 14.

C++ Python wrapping architecture

Conclusions

This paper introduced the Python language as an efficient tool for data representation and processing. This paper briefly summarized how simple to develop complex applications in Python.

As the outcome of this work, a framework was developed, which already provides an efficient tool especially in electromagnetics.

It is a convenient way to implement the numerical techniques in Python and in C++ ass well, due to it is essential for validation purposes.

Acknowledgment

This work was supported by the Hungarian Ministry of Innovation and Technology "ÚNKP" program.

References

[1] Constantine A. Balanis "Antenna Theory: Analysis and Design", ISBN: 0-471-66782-X

[2] RAMESH GARG – "Analytical and Computational Methods in Electromagnetics", ISBN-13: 978-1-59693-385-9

[2] Guido van Rossum and the Python development team "The Python Language Reference Release 3.6.5", May 16, 2018

[3] Mayavi (enthought) tips; http://docs.enthought.com/mayavi/mayavi/tips.html, 2019

[4] Python build from c++; https://docs.python.org/3/extending/building.html, 2019

[5] Wx Python usage; https://wiki.wxpython.org/, 2019

[6] Matplotlib tutorial;https://matplotlib.org/tutorials/introductory/pyplot.html#sphx-glr-tutorials-introductory-pyplot-py, 2019

[7] Zhabiz Rahimi - The Finite Integration Technique (FIT) and the Application in Lithography Simulations

Phyllotactic Solar Tree

Tóth, András[1], Sándor, Tamás[1]

[1] Institute of Instrumentation and Automation, Kandó Kálmán Faculty of Electrical Engineering, Óbuda University, 1084 Budapest, Tavaszmező utca 17., Budapest, Magyarország
toth.andras.lev@gmail.com
sandor.tamas@kvk.uni-obuda.hu

Abstract: Using solar cells has a wide range of variety nowadays, and also the tendency of having more experience with them is increasing. There is a good reason for researching this area, not counting the horrible impact of climate change in the near future if nothing is done against. Also, the development of solar cells is producing better and better efficiency every year. In this article the goal is to examine the existing solar tree structures and design a more efficient one based on the patterns in nature. With the presented technique of placing solar cells as leaves on a plant or tree, our goal is to improve usage of space. The goal is also to show that the selected pattern is the most efficient way to create a solar tree.

Keywords: climate change, solar tree, solar, renewable, phyllotaxy, nature, golden mean

1 Introduction

Climate change and the emission of green house gases (GHGs) are the most import global problems that the world is facing today. There is a widespread agreement amongst researchers that this crisis most be resolved as soon as possible. One solution is to lower the GHG emission with using other sources of energy as solar energy. More than 20% of those gases are polluted to the atmosphere from the energy sector. Many energy plants even today are producing their energy with burning fossil fuels. The switching to renewable energy would reduce the amount of carbon dioxide pollution as well.

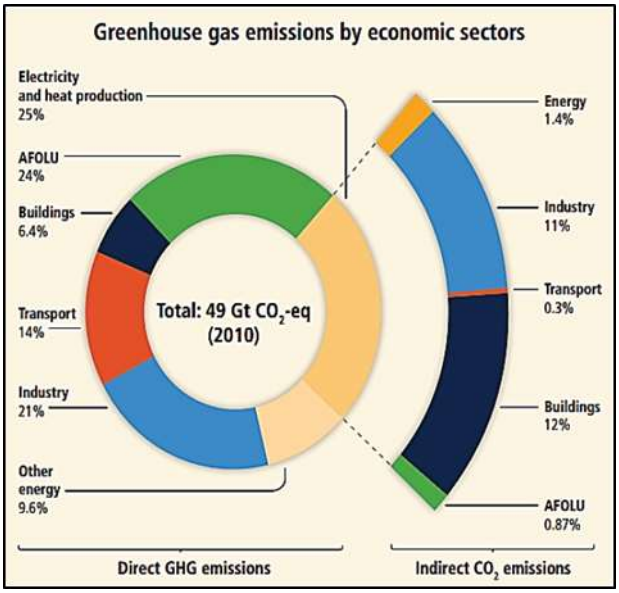


Figure 1

Greenhouse gas emission by economic sectors

Plants has been around for more than 100 million years, there is a good reason for them to grow the way they do. They might have had more time to figure out a way to maximize and optimize the way they collect as much sunlight as possible at any given location on Earth than us. Maybe this is the time we start paying attention to nature and use the design it developed over a time period we cannot even imagine. This way perhaps we could get closer to our sources and find a solution for our global warming crisis. Plants not just have found a way to collect as much sunlight as they can, but they take as minimal space and material as possible also.

Today existing solar trees could be categorized into two types. The first is the flower type. The structure of the solar tree is very similar to it. The structure, which holds the solar cells, is the stem and the flower head with its petals are the solar cells. They are usually placed in a flat way. They may even be able to rotate around an axis and have the best degree of sunlight. The second type is when the solar cells are placed around the stem, usually they put them randomly without any imitation of ordering the individual solar cells into leaf form.

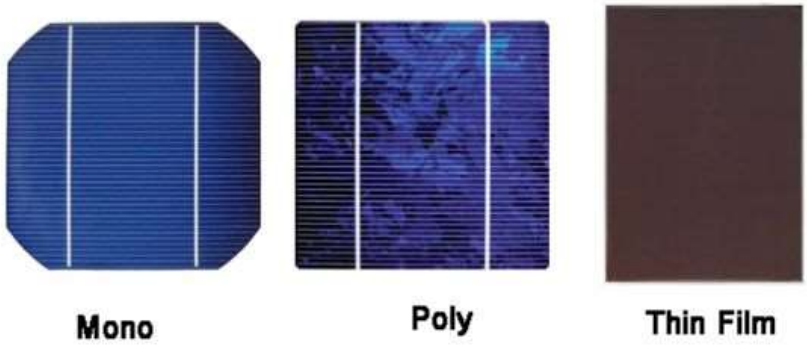


Figure 2.

Solar cell types

The idea of the phyllotactic solar tree came at this point, because optimized placement of those solar cells around the stem could revolutionize and could be industry standard to build solar trees with the best available way.

2 Solar energy

This energy producing form is not just renewable, which means that as long as humanity is around the globe, the sun will be as well, but a sustainable way of harvesting energy without any harm to nature. This production method shall be the fundamental of the society of the future.

Today we have three generations of solar cells, which came a long way since the Bell Laboratories developed the first cell in 1954 with only 6% efficiency. The monocrystalline first generation type solar cell is the most popular nowadays with more than 20% efficiency. Polycrystalline and thin film technology are also

popular based on their special properties, but with less efficiency. Thin film and polycrystalline technology are in the second generation. The most interesting is the third generation, which has many technologies that are existing only in laboratories. Researchers are experimenting with new ways and they can reach even more than 40% of efficiency. They are working on mass producible cheap technologies, some of them even organic just as in nature.

The future holds that someday these technologies will be available and with the phyllotactic design they could make a better future for our children.

3. Phyllotaxy

The word phyllotaxy is originated in Greek. It has two words inside: phyllo means leaf and taxy represents the word arrangement. This word is basically implying that plants grow in certain ways. The specific arrangement is usually a special angle, which is called divergence angle. It describes the degree between two consecutive leaves.

The first known arrangement is the distichous, the divergence angle is 180°. Then the tristichous and the tetrastichous with 120° and 90° angles. The most commonly occurring angle is 137,5°, it can be expressed from the golden mean if we divide a whole circle into two parts, the smaller one will be this special divergence angle. The two below equation describes it.

the golden mean:

$$\phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1.6180339887 \ldots \quad (1)$$

the golden angle:

$$\Psi = \frac{360^\circ}{\phi^2} = 137.508 \quad (2)$$

This way of growing usually manifests in numbers. Since a long time, we know that the Fibonacci sequence is converging to phi (the golden mean), so it is not surprising that the Fibonacci numbers occurs in nature more than expected. The word phyllotaxis or phyllotaxy is also used to describe the number of leaf occurrence around the stem. For instance, 2/5 phyllotaxy means that five consecutive leaves will ensure two turns around the stem.

Usually plants have phyllotaxy with proportion that consist two Fibonacci numbers. These numbers have the distance of two within the Fibonacci sequence. So, for example Platango has 3/8 and Betula has 2/5 phyllotaxy.

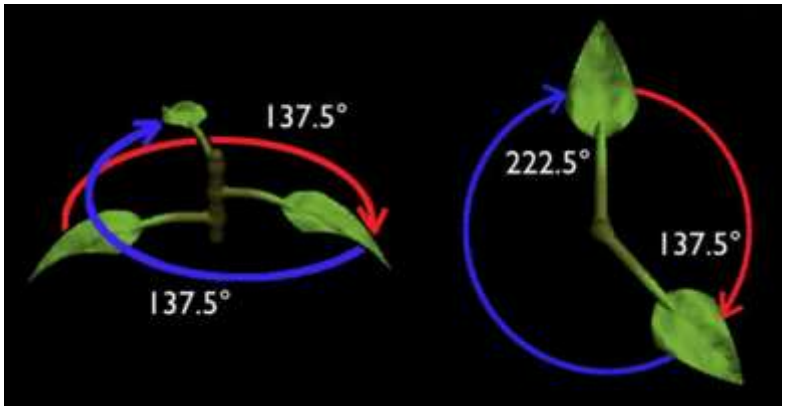


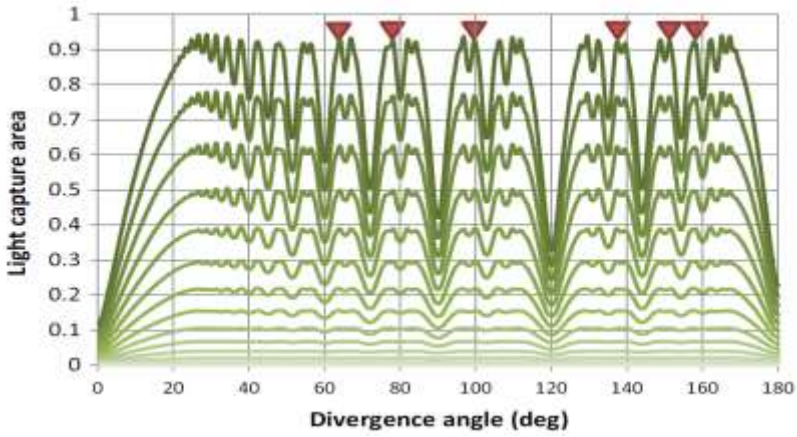
Figure 3.

137,5° divergence angle

Recent Findings

In a recent study called "Phyllotaxis: is the golden angle optimal for light capture?" a group of researchers tried to have a better understanding on phyllotaxis [8]. The aim of the research was to confirm that the golden mean driven phyllotaxis is optimizes the light capturing ability of plants with computer simulations.

The method was to examine plants, generated with different divergence angles and then figure out the area they can use to capture light. This is shown below as figure 4.



1. Figure: Result of the recent research

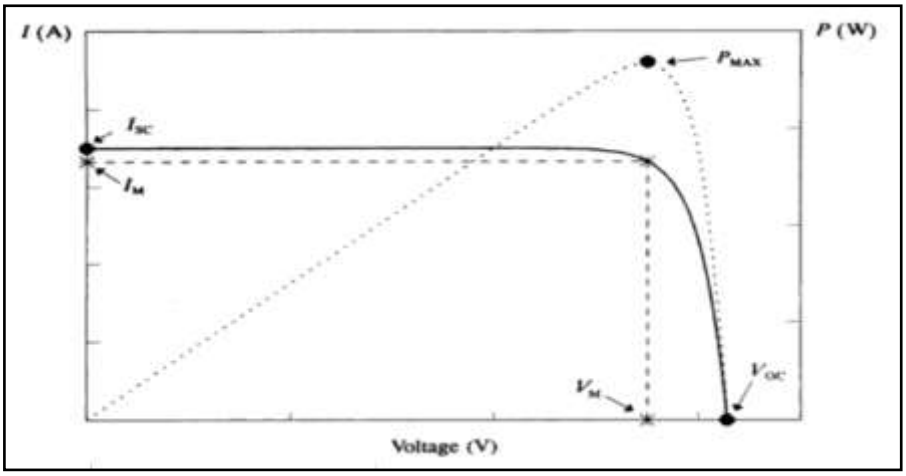
The results were shocking and very surprising. Botanists have thought for a long time that the 137,5° must be unique, but data shows not only that divergence angle gives the maximum area to capture light. From left hand 64.08°, 77.96°, 99.5° (Lucas sequence), 137.5° (Fibonacci sequence), 151.14°, 158.14° were the equally good angles. There were minimum points at 45°, 60°, 90°, 120°.

It was also possible in the research to change some parameters of the simulations. They could manipulate the source of light, angle of incidence, form of leaves. Surprisingly again, the same pattern emerged from those simulations.

Based on this study is was aiming to measure some minimum points and the 137,5° angle phyllotaxis, knowing that only the divergence angle should influence the outcome.

Measurement technique

Based on the characteristic of a solar cell (as shown on figure 5), there are different techniques for measurement. The most important points of the characteristics are the short current (ISC) and maximum power point (PMAX).



2. Figure: Solar cell characteristics

Those two points contain the essential information to describe the amount of energy that could be taken out from the sola panel. The short current and the maximum power point are also proportional to the intensity of sunlight, thus any of them would give a valid data if different divergence angle configurations were compared to each other.

I measured maximum power point with a high-power potentiometer with continuous tracking of voltage and current. Unfortunately, the measurements

needed manual change of the resistance, but with a buck or buck-boost converter automatized measurements could take place in the future.

The other method was to measure current and light intensity over a period of time. Upon that measured data a trend line could be drawn for the measured divergent angle configurations, which after all could be analysed.

The data collecting unit was an STM32 microcontroller, which was connected to the computer with UART and collected and saved data using python programming language.

For voltage measurement I used the ADC pins of the microcontroller and measured them with the use of voltage dividers and also trying to get the best accuracy.

A hall-sensor (ACS712) was used to sense current, for more accuracy I remeasured the supply of the sensor.

I used two other sensors for weather monitoring, BME280-M for temperature, humidity and pressure sensing. For light intensity a GY-30-BH1750FVI sensor. These two sensors were connected via I2C to the microcontroller.

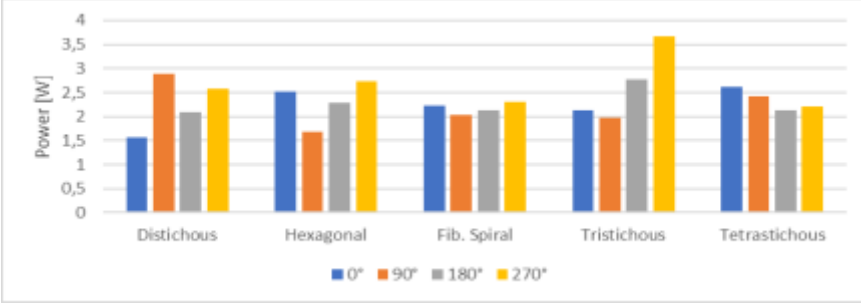
Mechanics

Building a solar tree from scratch is not an easy task, but with creativity nothing is impossible. For my project I used PVC pipes to form the stem. To give more stability to the tree I have put it into a plant pot. Inside the stem there is an aluminium tube that makes the stem less flexible. The solar cells are formed to look like a simple leaf.

3. Figure: Phyllotactic solar tree

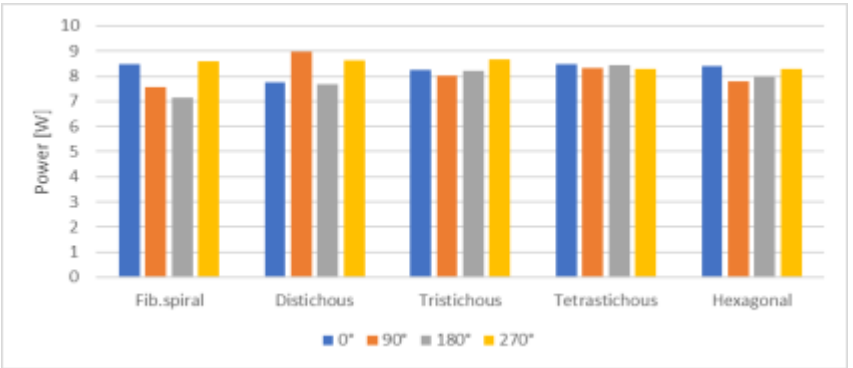
Results

The first measurement was aiming to substitute the sun and be able to examine the solar tree with fixed intensity light. I used four 400W halogen reflectors, but even those high-power light sources could not generate well measurable values. For this set up I have connected the solar leaves parallel, thus the current added up and every divergence angle configurations were measured at four rotation. What we can see on figure 7, that the artificial light was distributed around equally in the close area of the light source when 137,5° was used (Fibonacci spiral). On the Y axis power is shown in figure 7 in watts. The problem of this technique was that reflectors could not produce enough energy for light to reach all the distant leaves, thus it makes a false result.



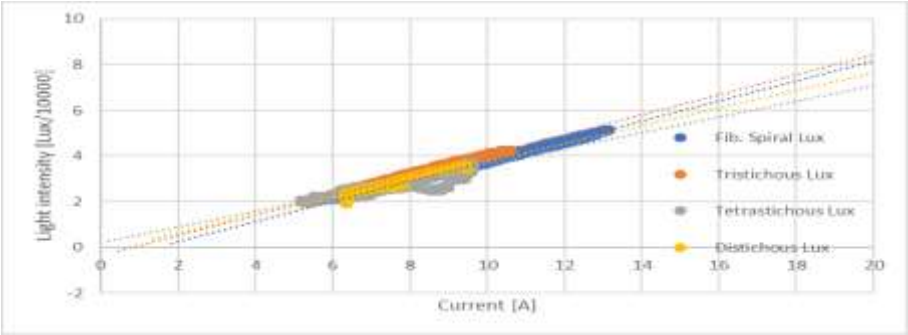
4. Figure: Artifical light experiment

The same experiment in natural light shows interesting data, which can be seen on figure 8. Basically, it shows, that the amount of captured light improved obviously, but it does not show the relation to sunlight intensity. So even the measured data I cannot compare the results to each other. For solving this problem, I tried to create another experiment.



5. Figure: Natural light experiment

In the last experiment I considered the intensity of light during measurements. In this technique I collected data during a short time and based on captured current I made figures against the light intensity. I made trendlines, which could be compared to each other. This can be seen on figure 9.



6. Figure: Experiment with light intensity and current

The data shows that tristichous and fib. spiral phyllotaxy produced the greatest amount of current. Considering that individual solar cells were not bypassed on a solar leaf, the data is not so surprising.

Conclusion

Although I was not able to prove that the Fibonacci spiral phyllotaxy is the most perfect for the purpose of creating a solar tree it must be consider that it was due to lack of knowledge of the best measurement method.

Considering the results, it is worth working on further experiments. For instance. a good idea would be to bypass every solar cell on a solar leaf, thus if one cell is shaded not almost all the producible power will converge to zero on that leaf.

Another idea would be to measure throughout longer time intervals, for example some days. For this setup a very clean environment is needed for the solar tree, because of the sensitivity of light sensor the slightest shadow could make false results.

Instead of current sensing it would be better to measure current and voltage, thus a maximum power point tracking system would give better information about producible energy against the light intensity.

Also, the mechanics of the solar tree, mainly to joints of solar leaves are the weakest point of the structure. It should be strengthened to be able to stand stronger winds and with that the longer measurements would be realized.

Instead of seral port data collection a Wi-Fi based solution (with esp8285), would be more efficient and make a standalone system if it is battery powered.

References

[1] Rebecca M. Henderson, Sophus A. Reinert, Polina Dekhtyar , Amram Migdal; Climate Change in 2018: Implications for Business; Harvard Business School; Boston Harvard Business School; 2018 January; 1-8

[2] Kiran Ranabhat, Leev Patrikeev, Aleksandra Antal'evna Revina, Kirill Andrianov, Valerii Lapshinsky, Elena Sofronova; AN INTRODUCTION TO SOLAR CELL

TECHNOLOGY; Journal of Applied Engineering Science; Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation; 2016 July; 481-483, 485-486

[3] Askari Mohammad Bagher, Mirzaei Mahmoud Abadi Vahid, Mirhabibi Mohsen; Types of Solar Cells and Application; American Journal of Optics and Photonics; Department of Physics, Payame Noor University, Tehran, Iran; 2015. August; 95, 102-103, 107

[4] Sunil Kumar Mahapatro; Maximum Power Point Tracking (MPPT) Of Solar Cell Using Buck-Boost Converter; International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT); Bhubaneswar, Odisha, India; 2013. May; 1811-1812

[5] Mayer Martin János; NAPELEMEK TERMELÉS ELŐREJELZÉSÉNEK PONTOSÍTÁSA - Napelemes rendszerek működésének modellezése; BME VIK – TDK dolgozat; Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar; 2013; 8-9

[6] Eduardo Lorenzo; Solar Electricity Engineering and Photovoltaic Systems; ISBN: 84-86505-55-0; Institute of Solar Energy Polytechnic University of Madrid, Spain; 1994. November, 72-79

[7] Tony Peter van Ravenstein; Number sequences and phyllotaxis; Phd dissertation; Department of Mathematics, University of Wollongong; 1986; 5-13

[8] Sören Strauss, Janne Lempe, Przemyslaw Prusinkiewicz, Miltos Tsiantis, Richard S. Smith; Phyllotaxis: is the golden angle optimal for light capture?; Scientific journal: New Phytologist; Department of Comparative Development and Genetics, Max Planck Institute for Plant Breeding Research, Cologne 50829, Germany, Department of Computer Science, University of Calgary, Calgary, AB T2N 1N4, Canada, Cell and Developmental Biology Department, John Innes Centre, Norwich Research Park, Norwich; 2019 June; 1-12

[9] Przemyslaw Prusinkiewicz, Aristid Lindenmayer; The algorithmic beauty of plants; Published Book; Springer-Verlag, New York; 1990 ; 99-109

[10] ADLER, D. BARABE, R. V. JEAN; A History of the Study of Phyllotaxis; REVIEW ARTICLE; Department of Mathematics, Computer Science and Engineering, University of Quebec at Rimouski, Rimouski, Quebec, Canada; 1996 October; 233-234

[11] Engloner Attila, Tuba Zoltán, Botanika I. - Bevezetés a növénytanba, algológiába, gombatanba és a funkcionális növényökológiába, Sejttan – Szövettan – Alaktan; Felsőoktatási tankönyv; Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt.;2007; 180-184

[12] F. Jacob, E.I. Jäger, E.Ohmann; Botanikai kompendium; Növénytan tankönyv; Dr. Horánszky András, Dr. Horváth Sándor fordításában, Dr. Dános Béla lektor, ISBN: 9632331125; Natura, Budapest, 1985;148-149

[13] Nor Hanisah Baharudin, Tunku Muhammad Nizar Tunku Mansur, Fairuz Abdul Hamid, Rosnazri Ali, Muhammad Irwanto Misrun; Topologies of DC-DC Converter in Solar PV Applications; Scientific Journal; Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science; November 2017; 368 – 374

[14] V.C. Kotak, Preti Tyag; DC To DC Converter in Maximum Power Point Tracker; International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering; Dept. Of Electronics Engineering, Shah &Anchor Kutchhi Engineering College, Mumbai India; 2013 December; 6115-6125

Object Recognition Application Based on Deep Learning

Dániel Kulcsár, Adrienn Skrop, Szilárd Jaskó

Department of Applied Informatics, University of Pannonia, Zrínyi utca 18., 8800, Nagykanizsa, Hungary, kulcsar.daniel@uni-pen.hu, skrop.adrienn@uni-pen.hu, jasko.szilárd@uni-pen.hu

Abstract: The University of Pannonia Nagykanizsa Campus is establishing an Industry 4.0 laboratory. The goal of the laboratory is to cover most areas of factory digitalization. In this paper a deep learning-based object recognition application for ABB's Collaborative Robot, YuMi is presented.

Keywords: industry 4.0; deep learning, object recognition

1 Introduction

Artificial Intelligence (AI) is a growing field in today's computer science. It supports various disciplines, such as industry, by giving machines the ability to make their own decisions without human intervention. Machine learning and its subfield, deep learning, are the basis of many recent achievements in AI research. The main idea of machine learning is to learn from the available data. This means that if a model is built, it can be later used to make predictions on unseen data. This model is created by feeding the data into an artificial neural network, in other words, training the network. The network consists of interconnected layers of neurons, similar to the human brain. Deep learning extends the classic neural network architecture with more hidden layers, which makes possible to solve even more complex problems.

The University of Pannonia Nagykanizsa Campus is establishing an Industry 4.0 laboratory [1]. Industry 4.0 is a new phase in the Industrial Revolution. It makes production more efficient with the help of smart digital technology, machine learning, and big data. The goal of the laboratory is to cover most areas of factory digitalization.

In order to help the production process, our goal is to create a deep learning-based object recognition application for ABB's Collaborative Robot, YuMi. The project's primary goal is to correctly classify an object using a RGB sensor. The plan is to use supervised learning for training a Convolutional Neural Network and predict the object's class. Supervised learning means we feed the network with already labelled examples. The project's secondary goal is to use the object's depth information provided by a depth sensor in order to grab the object with the robot's grasps. It can be achieved by training a Grasp-Quality Convolutional Neural Network, which takes a depth image as input and predicts the probability that the robot's grasps will hold the object [2].

In this paper, the development of the object recognition application is presented. The paper is organized as follows. Section 2 introduces intelligent manufacturing and its relationship with artificial intelligence. In Section 3 problem statement is presented. Section 4 presents the object recognition application. Section 5 concludes the paper and suggests ideas for future work.

2 Intelligent Manufacturing

The next generation of industrial systems, namely Industry 4.0 includes many different research areas and key technologies e.g. big data, artificial intelligence, smart factory, cyber-physical systems, internet of things and interoperability with which the whole supply chain can be digitized. In a smart factory, where intelligent manufacturing is implemented, production processes are automated, connected and closely monitored. A smart factory is not only fully automated but all of its machines are interconnected digitally within one system. Machines, interfaces, components, humans, software systems, and products interact and communicate over the internet. Such a smart factory makes it possible to monitor all the physical processes in real-time and makes effective decentralized decisions. Advanced digitized networks are installed for data collection and transfer. In this way, large amounts of data can be collected. This data can be used to optimize the manufacturing process or to provide adaptive production.

Artificial Intelligence (AI) is one of the basic concepts of the Industry 4.0 philosophy. It is such a key technology that is increasingly researched and applied in factory digitization. AI was created in the 1960s and it comprises a collection of problems and methods related to making computers behave intelligently and solve

complex problems. AI-based systems are able to perform specific tasks better than a human can. Approaches that have evolved to achieve AI include but are not limited to the following techniques: artificial neural networks and deep machine learning.

Artificial Neural Networks (ANN) are composed of artificial neurons. Artificial neurons are programming constructs that try to mimic the properties of biological neurons and connected via directed graph connections [5]. An ANN is a complex adaptive system, i.e. it has the ability to change its internal structure by adjusting weights of inputs. Neural networks are organized in layers. Patterns are presented to the network via the input layer, which communicates to one or more hidden layers where the actual processing is done via a system of weighted connections. The hidden layers link to an output layer where the answer is output. The typical structure of an ANN is presented in Figure 1.

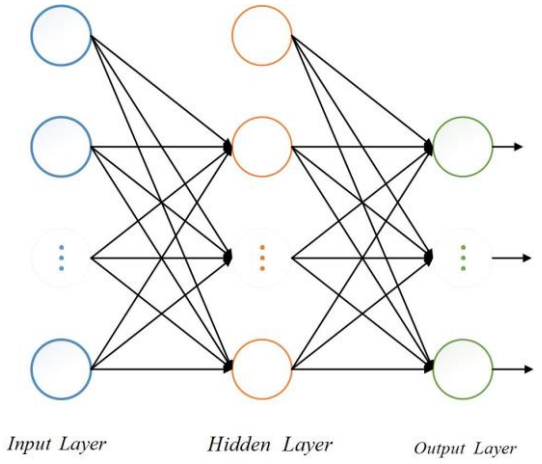


Figure 1
Artificial neural network

Deep learning neural network architectures differ from classical neural networks in the way that they have more hidden layers. Deep learning discovers complex structure in large data sets by using the backpropagation algorithm to indicate how a machine should change its internal parameters that are used to compute the representation in each layer from the representation in the previous layer. The key aspect of deep learning is that these layers of features are not designed by human engineers, but they are learned from data using a general-purpose learning procedure [4].

Intelligent manufacturing is any manufacturing process which involves a degree of the above mentioned computational intelligence. This can be reached via the development and implementation of a cyber-physical system and the necessarily associated technologies [3].

3 Problem Statement

There are many trends in our world that shape our environment. Technological development is perhaps one of the most powerful of these ones. This process is constantly present and is on an accelerating trend. The latest technological breakthrough is ongoing. It has many names around the world as Industry 4.0, IIoT, Digital Factory. The essence is not the name, but the available technologies and their possible interconnections.

Naturally, this process has advantages and disadvantages too and now we can hardly see what will happen exactly in the near future. But what we clearly see is the following. The complexity and the capability of these systems stand on an incredible level. The knowledge that needs to create, update or operate these kinds of solutions is also high. Therefore, we have created a multipurpose industry 4.0 laboratory on the Nagykanizsa campus of the University of Pannonia to support research, development and education flow in this area [1]. This technology utilizes many areas, such as sensor networks, process optimization, industrial automation, big data, artificial intelligence and machine learning. This article focuses on the problem of AI, ANN and deep learning. These are indispensable technologies in this environment.

Potential application areas of these should be the following in our industry 4.0 laboratory:

- shape/product recognition
- position recognition
- industrial robot grabbing strategy planning
- robot activity support
- robot arm path planning
- error prediction
- security risk analysis
- human identification

From this list, in the first step of our research group focuses on the shape/product and position recognition function with the help of deep learning technique. If we know exactly which product is in the workplace of a robot and what is the exact position, we can create an adaptive robot program that can use this information during the production. A direct benefit is the compelling mechanism of the production environment could be simplified with the help of this solution. A further advantage is that the robot cells thus formed are capable of processing new products without physical transformation. Therefore, conversion times can be reduced.

4 Object Recognition Application

When starting the development of object recognition application, there were two main aspects to consider: how many training data to use and what kind of deep neural network structure to train. The main idea in this phase of our project is to study different methods in order to find the most promising ones for further examinations.

We used two different datasets for training three different convolutional neural networks. In this section, we present these datasets, networks and training results. Usually, training deep neural networks requires a minimum number of 1000 examples per classes, in order to achieve significant recognition accuracy.

The first dataset we used contains 460 images belonging to two classes, cubes and spheres, 230 images each (referred to as *Dataset 1*). Each of these images is of the same size, but with a different texture. The second, pre-made dataset contains 480000 images belonging to 4 classes: cube, sphere, cone and torus, 120000 images each (referred to as *Dataset 2*).

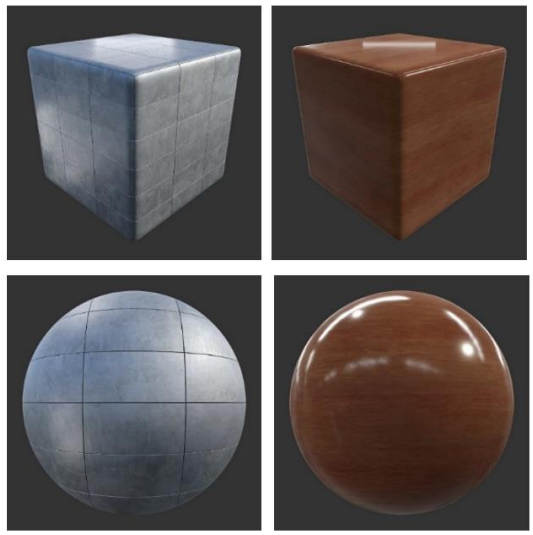


Figure 2
Dataset 1

Figure 2. shows some examples from *Dataset 1* and Figure 3. shows some examples from *Dataset 2*.

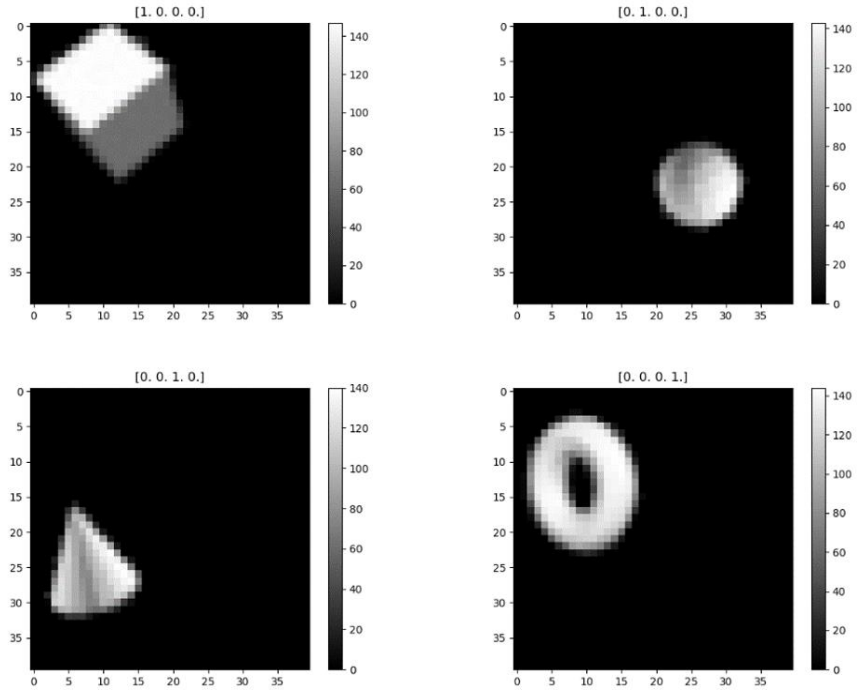


Figure 3
Dataset 2

Convolutional Neural Networks are deep neural networks mainly used for image processing. They have one or more convolutional layers which are responsible for learning features of the training images. For example, the first convolutional layer after the input layer learns the edges. In general, the more convolutional layers a network has, the more features it learns. Every convolutional layer is followed by a pooling layer which makes the model much more manageable by reducing its size. The final layer before the output layer is a densely/fully connected layer that consists of as many nodes/neurons as classes in the dataset.

Now we present the structure of each convolutional neural network (referred to as CNN) that we trained separately on *Dataset 1* and *Dataset 2*. The first CNN we used (referred to as *Network 1*) consists of three convolutional layers, three maximum pooling layers, one flatten layer and two densely connected layers.

We also used the Transfer Learning method on ResNet50 (referred to as *Network 2*) and Xception (referred to as *Network 3)* models. Transfer Learning means that we use a pre-trained model and fine-tune it for our needs, e.g. change its last densely connected (classification) layer and set its number of neurons equal to the number of available classes. The ResNet50 model consists of 50 layers and contains skip-connections in order to learn relevant features only. The Xception model has 126 layers in three parts: entry flow, middle flow and exit flow.

Network 1 is presented in Figure 4, *Network 2* is presented in Figure 5 and *Network 3* is presented in Figure 6.

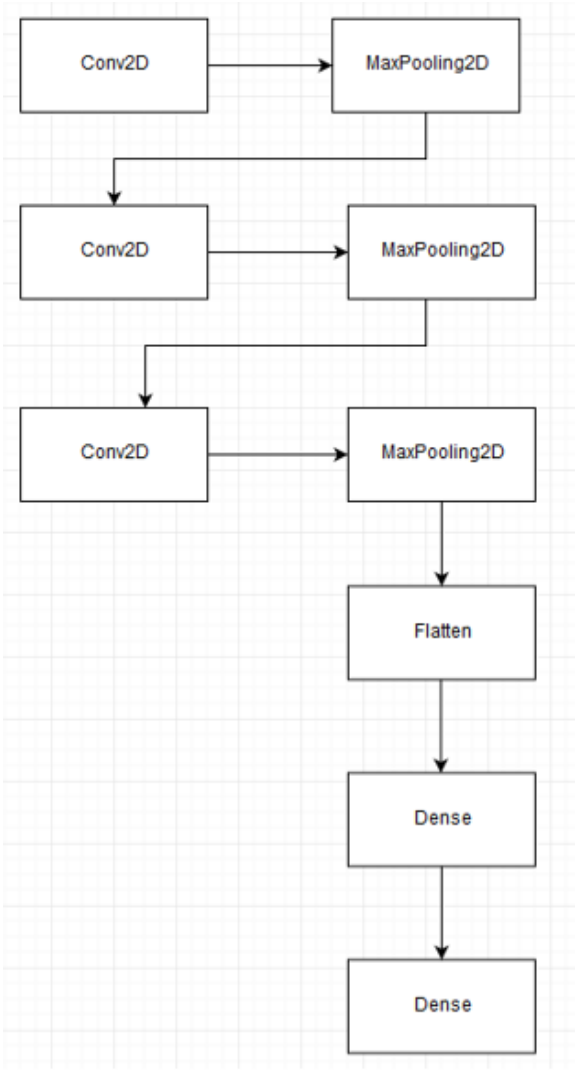


Figure 4
Network 1

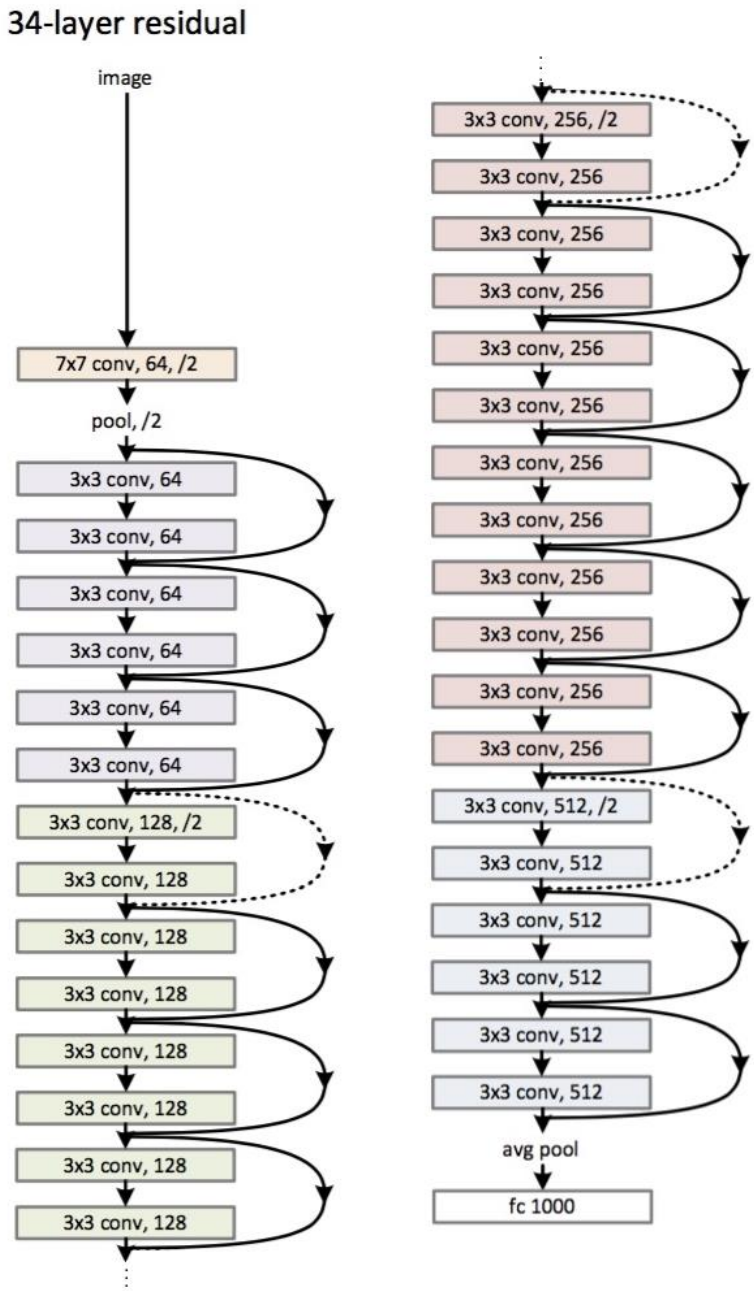


Figure 5
Network 2

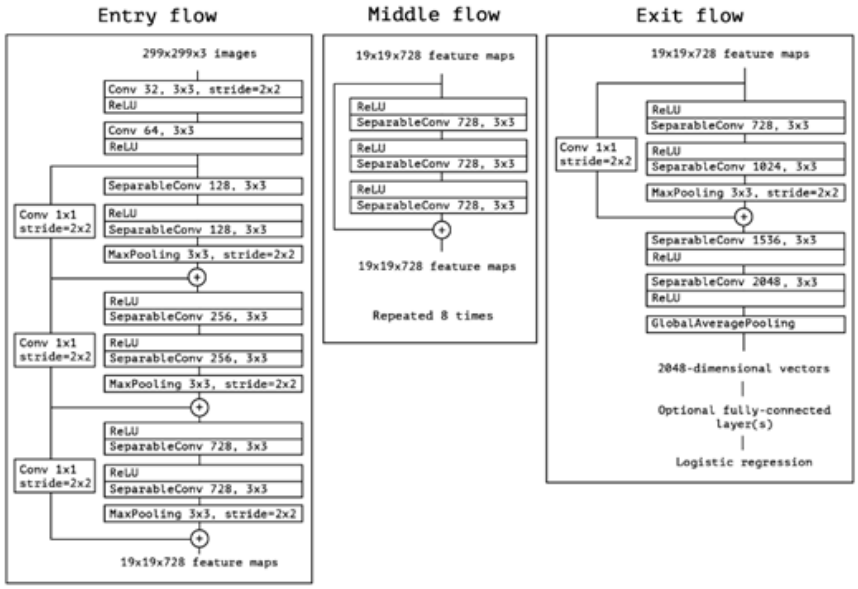


Figure 6
Network 3

We used Python language for coding, Keras library for implementing the networks and TensorFlow GPU for training these networks. We chose Python because it is open source and it has a lot of libraries that make the work easier. For example, we used the NumPy library for pre-processing the datasets. TensorFlow GPU library enables to train neural networks and works with CUDA-enabled graphics cards only. Training on the graphics processing unit takes less time than it would take on the central processing unit. The full specifications of our machine are shown in Table 1.

Now we present the results of training these networks on both datasets. Note, that we used 80 percent of the images for training, then the rest for validation - keeping track of the training processes. This means, 80 percent of the datasets belong to the training set, and 20 percent to the validation set. Also note that each training process was repeated 10 times, in order to find the model with the lowest possible validation loss and make predictions on unseen images.

First, we trained *Network 1* on *Dataset* 1. No matter how many times we repeated the training process, the model classified every unseen image as a sphere with a confidence of 99.9 percent. We admitted that we'll need more training data, so we ran the training cycles again, applying data-augmentation.

Table 1
Deep Learning PC hardware specifications

OS	Debian 9.11 64-bit
CPU	Intel® Xeon® W-2125 CPU @ 4.00 GHz ● 4 cores, 8 threads ● 4.5 GHz Max. Turbo clock frequency ● 8.25 MB cache
RAM	64.0 GB (63.7 GB usable)
GPU	NVIDIA Quadro P6000 ● 3840 CUDA cores ● VRAM: 24 GB GDDR5X
SSD	Intel SSD ● 256 GB ● Read: 1570 MB/s, Write: 540 MB/s
HDD	Western Digital ● 4 TB ● 7200 rpm ● 128 MB cache

Data augmentation is a strategy that increases the diversity of the available data without actually collecting new ones. This way, using random rotations we fed *Network 1* with more than 4000 images, around ten times more examples. After training, the model was able to correctly classify half of the unseen images. Figure 7. shows that the second model classified an unseen cube correctly, yet it classified wrong for the first time.

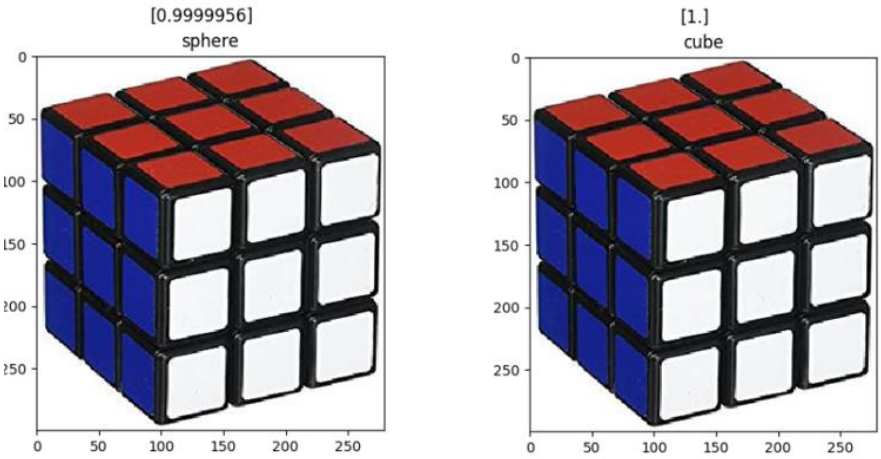


Figure 7
Predictions on unseen cube image

Now we present training *Network 2* and *Network 3* on *Dataset 1*. Note that we keep using data augmentation with the same parameters. After training *Network 2*, the model classifies every unseen image as spheres, this time with around 60

percent confidence. After training *Network 3*, the model correctly classifies every unseen sphere and half of the unseen cubes. Comparing *Network 2* and *Network 3*, we say that the more layers a CNN has, the more features it learns. Figure 8. shows that *Network 3* (on the right side) correctly classified the unseen sphere with higher confidence than *Network 2* (on the left side) since it has more layers.

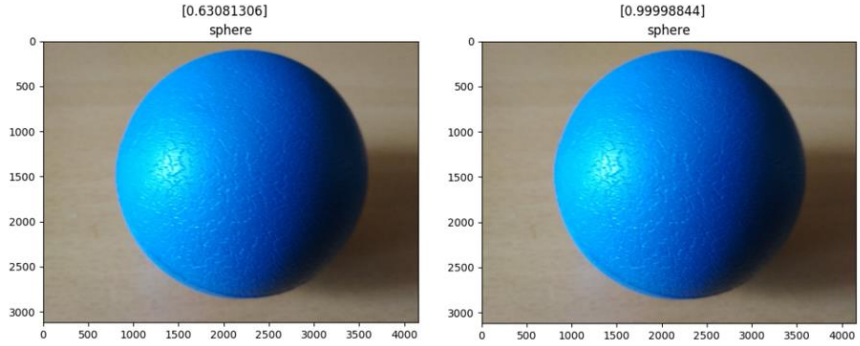


Figure 8
Predictions on unseen sphere image

Now we present training results on *Dataset 2*. We don't use data augmentation this time since the dataset contains more than enough training examples. After training *Network 1*, the model classified every unseen image as a cube with a confidence of 100 percent, while *Network 2* classified all of them as a sphere. *Network 3* though was able to correctly classify every unseen cone, most of the unseen cubes and some of the unseen spheres. Figure 9. shows an example how these networks classified one of the unseen cone images.

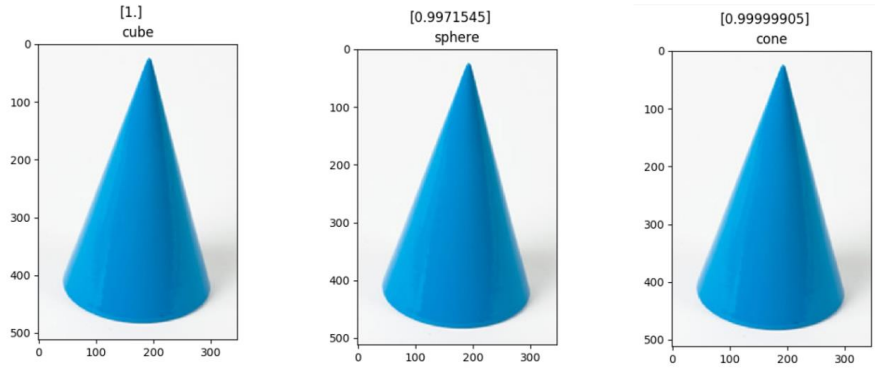


Figure 9
Predictions on unseen cone image

The following tables summarize the lowest validation loss values of each training cycles along with the validation accuracy values. Those models that classified every unseen image to the same class are marked as red, and the promising ones are marked as green.

Table 2
Training results on Dataset 1

	Without data augmentation		With data augmentation	
	Network 1	Network 2	Network 1	Network 2
		Network 3		Network 3
Validation loss	$1{,}2958 \cdot 10^{-8}$	-	$4{,}7684 \cdot 10^{-7}$	$6{,}7983 \cdot 10^{-1}$
		-		$9{,}8089 \cdot 10^{-4}$
Validation accuracy	1,0	-	1,0	0,5
		-		1,0

Table 3
Training results on Dataset 2

	Network 1	Network 2	Network 3
Validation loss	0,0	4,5344	2,7888
Validation accuracy	1,0	0,2480	0,3505

The following graphs below plot the accuracy and loss values against training epochs, both of the training and validation set. Blue curves represent how the networks performed on the training set and the yellow curves represent how the networks performed on the validation set.

Note that during each training we monitored the loss value on the validation set, and we used early stopping with model checkpoints. Early stopping terminates the training process when the monitored value does not improve in a given number of training epochs. We set this threshold to 3. Checkpointing is saving the model only when there is an improvement in the monitored value in order to find the best possible weights.

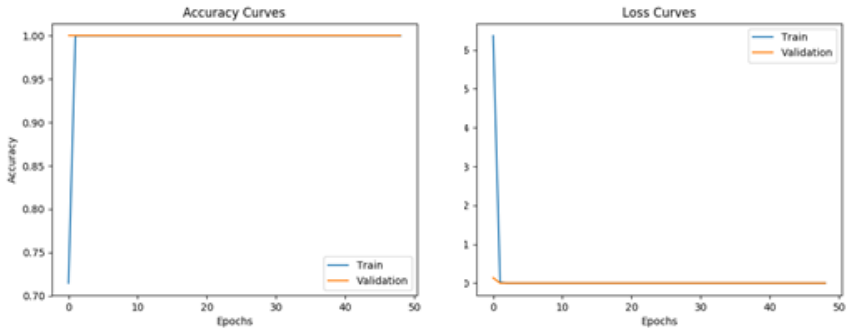


Figure 10

Training Network 1 on Dataset 1 (without data augmentation)

Network 1 learned the features of non-augmented training images very easily as shown in Figure 10. Notice how training loss reaches near 0 right after the first training epoch and keep improving in very small steps over 50 training epochs.

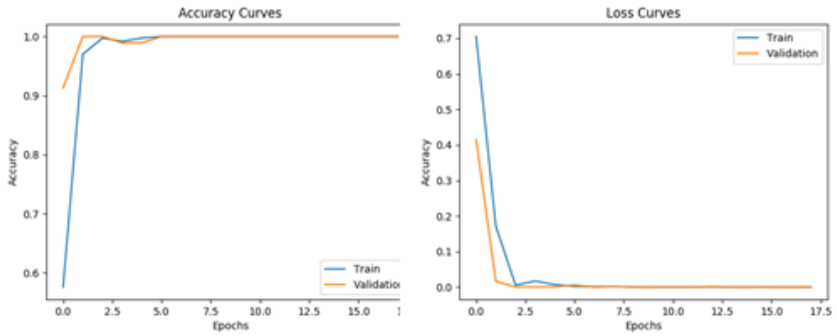


Figure 11

Training Network 1 on Dataset 1 (with data augmentation)

By including data augmentation into training *Network 1* on *Dataset 1* in Figure 11, validation loss reaches near 0 after 2 training epochs and keeps improving until the 18th. Notice how flat the validation loss curve is in Figure 10. and how steep it is now.

While training *Network 2* on *Dataset 1* using data augmentation as shown in Figure 12, validation loss reached the lowest value in the 4th training epoch and did not improve. *Network 2* performed better on the training set than on the validation set.

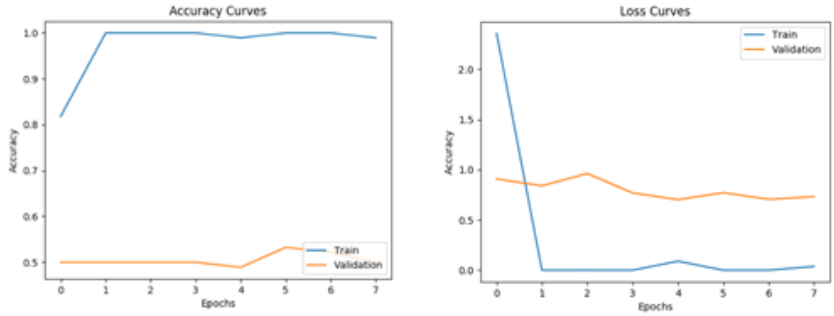


Figure 12

Training Network 2 on Dataset 1 (with data augmentation)

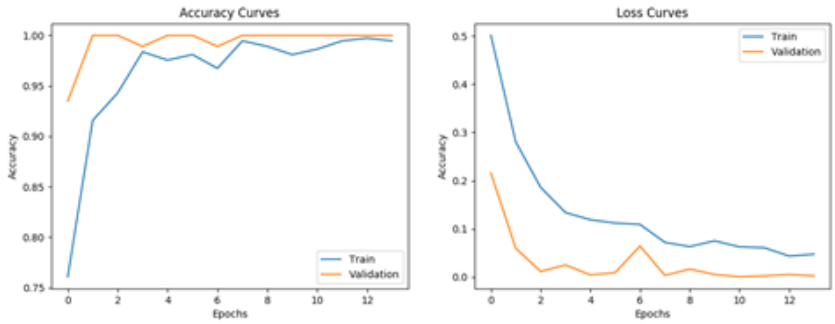


Figure 13

Training Network 3 on Dataset 1 (with data augmentation)

While training *Network 3* on *Dataset 1* using data augmentation as shown in Figure 13, training took 14 epochs and the validation loss curve keep changing it reaches near 0. *Network 3* performed better on the validation set than on the training set.

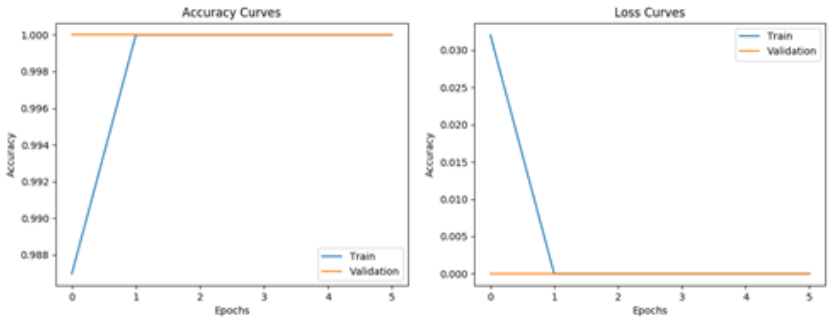


Figure 14

Training Network 1 on Dataset 2

Training *Network 1* on *Dataset 2* shown inFigure 14 produces similar curves as in Figure 10 since the same CNN was trained on a different dataset.

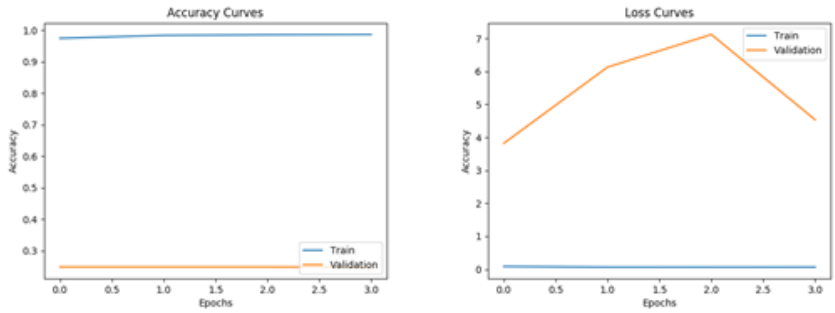


Figure 15

Training Network 2 on Dataset 2

While training *Network 2* on *Dataset 2* in Figure 15, validation loss did not improve in 3 training epochs. *Network 2* performed better on the training set than on the validation set.

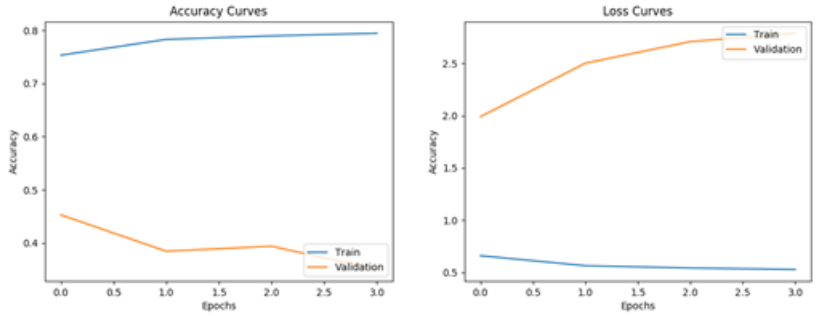


Figure 16

Training Network 3 on Dataset 2

While training *Network 3* on *Dataset 2 in Figure 16*, validation loss did not improve in 3 training epochs. *Network 3* performed better on the training set than on the validation set.

Conclusions

As shown above, most of the networks did not generalize well, since each time they predicted the same class for every unseen image. They learned the training set too well, which means they suffer from overfitting. On the other hand, 2 networks proved to be promising and need to be under further examinations. Using other regularization methods, e.g. dropout should be considered in order to find the optimal model complexity.

Acknowledgement

This research was supported from the Thematic Excellence Program 2019 the grant of the Hungarian Ministry for Innovation and Technology. (Grant Number: NKFIH-843-10/2019). This research was supported from the Higher Educational Institutional Excellence Program2019 the grant of the Hungarian Ministry for Innovation and Technology. (Grant Number: NKFIH-1158-6/2019). This work was supported by the Széchenyi 2020 program under grant number EFOP-3.6.1-16-2016-00015.

References

[1] Sz. Jaskó, T. Holczinger, A. Skrop, Industry 4.0 laboratory of the University of Pannonia Nagykanizsa Campus, In: Temesvári, Zsolt; Schuster, György (eds.) XXXIV. Kandó Conference 2018, Science in Practice 2018 (SIP 2018) Budapest, Magyarország: Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, (2019) pp. 119-128. , 10 p.

[2] J. Mahler et al., Dex-Net 2.0: Deep learning to plan robust grasps with synthetic point clouds and analytic grasp metrics, Mar. 2017, [online] Available: https://arxiv.org/abs/1703.09312

[3] Harley, O. and Oliff, Y. (2017). Towards Industry 4.0 Utilizing Data-Mining Techniques: A Case Study on Quality Improvement, Procedia CIRP, Volume 63, pp. 167-172, ISSN 2212-8271.

[4] LeCun, Y., Bengio, Y. and Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature 521, 436–444, doi:10.1038/nature14539

[5] Nielsen, M. A. (2015). Neural Networks and Deep Learning. Determination Press. http://neuralnetworksanddeeplearning.com/

Experience with mBot – Wheeled Mobile Robot

Jelena Pisarov[1]
[1]School MatkoVukovic, Subotica, Serbia
jelena.pisarov@gmail.com, jelena.pisarov@matkovukovic.edu.rs

Abstract

This paper presents the introduction of primary school students with Informatics and Computer Science, using Scratch and mBlock – graphical software packages. In order to get the programming closer to the students in the most interesting way, we used a methodical tool, the wheeled mobile robot called mBot. At the beginning, the main parts of the robot and their connection, as well as controls were introduced to the students. Through various interesting examples, students have adopted the basic concepts in programming – working with blocks, mathematical formulas, linear programming and branching structures, loop commands and logical operations.

Key words: graphic programming software, Scratch, mBot, wheeled mobile robot, STEAM education

1 Introduction

Informatics and Computer Science[1] was introduced as new curriculum in Serbia, in September 2017, in primary schools from 5th to 8th grade (until that time these classes were optional). The number of classes per week of Informatics and Computer Science classes is 1, while the annual sum is 36. For the lower grades, from 1st to 4th, Informatics has been retained as an optional subject and it is known as From Toy to Computer. (Mester, Rankings Scientists, Journals and Countries Using h-index, Interdisciplinary Description of Complex Systems, 2016)

For the 5th graders, the estimated number of classes of programming (Computing) is 16, divided as follows:

- 2 classes for the introducing the new content
- 5 classes of revision
- 2 classes for exercise
- 6 combined classes (training and practice)
- 1 class for the acquired knowledge assessment

[1] – Information and Communication Technologies (ICT), Digital Literacy, Computing and Project Teaching – involves learning all the above during one school year (36 lessons).

2 Scratch – graphical programming software

Scratch is a block-based visual programming language designed primarily for children. Users can create projects using a block-like interface. The service is developed by the MIT Media Lab and it was launched in January 8, 2007. Scratch has been translated into 70+ languages and is used worldwide. In the past few years, Scratch 2.0 is very popular among teachers and students as graphical programming software. Scratch 2.0 becomes more interesting when it is connected to the open source hardware.

That is the reason why the mBlock software is developed by MakeBlock company, based on Scratch 2.0, program Arduino and robotics. Program mBlock does not only inherit all characteristics of Scratch, but also increases many script modules to interact with hardware.

Arduino is an open-source platform used for building electronics projects. Arduino consists of both a physical programmable circuit board (often referred to as a microcontroller) and a piece of software known as IDE (Integrated Development Environment) that runs on your computer, that is used to write and upload computer code to the physical board.

The Arduino platform has become popular with people who are just starting out with electronics. With Arduino, you can use a USB cable in order to load new code onto the board. The Arduino IDE uses a simplified version of C++, and it is making it easier to learn to program.

However, the wiring of Arduino board and its software is too complicated for the most children, so the Makeblock Team designed a brand-new wiring system based on colors and presented a hardware called mBot. It is a cute, economical robot on wheels – mobile robot, equipped with Bluetooth and various sensors.

Using the Drag and Drop technique, children learn to program quickly, so they can control the robot and try out lots of the features that mBot has. Students can use mBlock to create all kinds of interesting items and applications, upload them to mBot and see the results almost immediately.

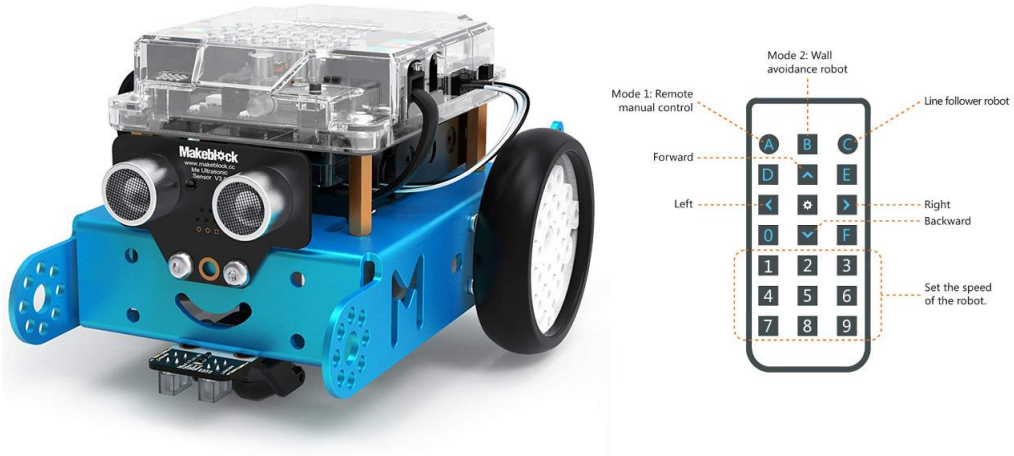


Figure 1: mBot and remote control

3 mBot – wheeled mobile robot

The mBot is an educational robot that gives beginners basic knowledge in programming, electronics and robotics. The mBot robot kit can be controlled by computer or mobile device that can

be connected to the mBot device using the Bluetooth or 2.4 GHz wireless module. (Mester, Massive Open Online Courses in Education of Robotics, 2016)

This easy-to-assemble, wheeled mobile robot provides unlimited opportunities for children to learn the STEAM education (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics).

The basic model of the robot is a compact but complex device consisting of 38 components. There are uniquely colored RJ25 wire connectors among those 38, which simplify the connection and leave more time for programming and creativity. The time needed for students to connect all parts was about 15 minutes. After assembling, the robot is already programmed (to "factory default settings") and ready for action!

Figure 1 shows the assembled mBot and its remote control.

The robot should be mounted on a flat surface (preferably on the floor, in order to avoid the fall off the table). We turned on the robot by switching on its control panel and controlled it by a remote control. By pressing the 1st mode of Remote manual control (button A) users can control the direction with arrow buttons and the speed of mBot with buttons 1 to 9. By pressing button B, Mode 2, called Wall avoidance robot is activated, enabling mBot to avoid walls and obstacles while moving. By pressing the Button C, the 3rd mode is activated – Line following robot – so robot can follow a path. The path must be visible, for example a black line on a white surface (or vice-versa). Every time we push one of the buttons the robot confirms that it has received the command with a beep. If there is no audio signal, the remote control should be directed to the front of the mBot. (Mester, Pletl, Nemes, & Mester, 1998) (Stepanic, Mester, & Kasac, 2013) (Nemes & Mester, 2017)

Product	**mBot**
Product properties	Entry-level educational robot kit
Assembly needed?	Yes
Main Control Board/Chip	ATmega328
Sensors	Light Sensor, Button, IR Receiver, Ultrasonic Sensor, Line Follower Sensor
Other Programmable Modules	Buzzer, RGB LED x2, IR Transmitter, Motor x2
Connectivity	Bluetooth
Compatibility	Compatible with Makeblock DIY Platform and other building bricks
Add-on Pack	Six-legged Robot Add-on Pack, Interactive Light & Sound Add-on Pack, Servo Pack, Perception Gizmos Add-on Pack, Variety Gizmos Add-on Pack
Power Supply	3.7 V Lithium Battery
Dimensions	190 × 130 × 130 mm (L×W×H) assembled
Weight	500 g

Table 1: mBot through its technical details (specification)

4 mBlock programming and mBot control

To program the robot, we have to install the mBlock robot programming software. mBlock is a free modified version of Scratch 2.0. With additional hardware components, based on the original, mBlock makes it easy for users to read the sensors, control the motor as well as the entire robot.

The mBlock program could be downloaded from the official website http://www.mblock.cc/. After downloading, the mBlock program is installed on the computer.

Then drivers need to be added, after that mBot should be connected to the computer, a new firmware is installed and finally the program can be entered into the robot.

IMPORTANT: Do not connect the mBot robot to your computer before installing the drivers!

To program mBot robots graphically using tablets or mobile phones, use the mBlock Blockly application from the App Store at https://apps.apple.com/app/m-bu-luo/id1146685354 or Google Play at https://play.google.com/store/apps/details?id=com.makerworks.medu.

Makeblock APP is a powerful program for direct management and remote control of an mBot robot using tablets or mobile phones, the application could be downloaded from the App Store website https://apps.apple.com/app/makeblock/id918804737 or Google Play https://play.google.com/store/apps/details?id=cc.makeblock.makeblock. (Mester, Pletl, Pajor, & Basic, 1994)

Figure 2 shows an example of mBlock Blockly visual programming software. We were solving the problem with using ultrasonic sensors on an mBot robot to identify the obstacle in front of the robot and stop it before it hits the obstacle, showing appropriate color of lights. (Mester & Rodic, Simulation of Quad-rotor Flight Dynamics for the Analysis of Control, Spatial Navigation and Obstacle Avoidance, 2013)

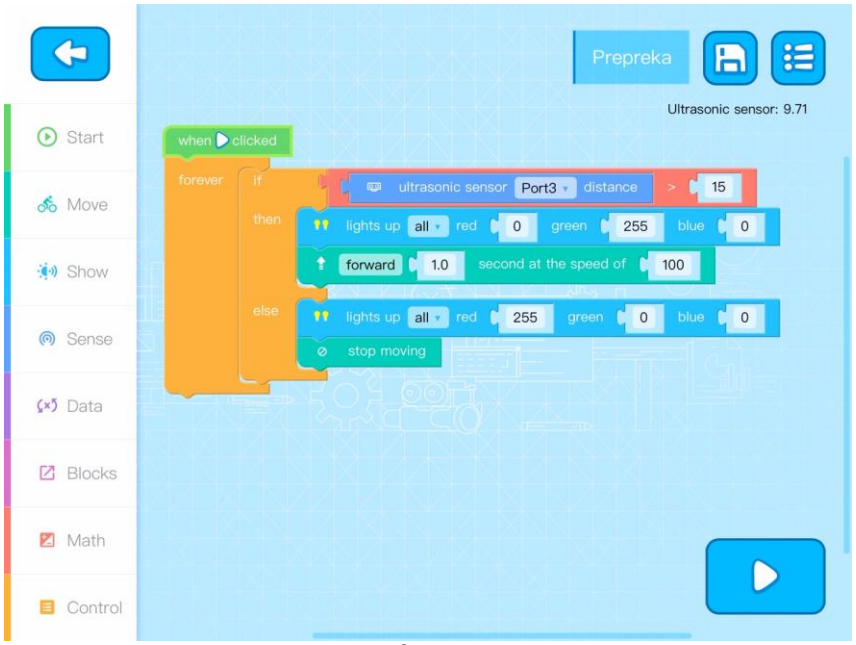


Figure 2: Example "Prepreka[2]" using command for ultrasonic sensor

[2] English obstacle

5 Conclusion

My first experience with block-based visual programming software – Scratch was like playing with a puzzle. I was excited that my students could make basic programs that solves easy tasks, step by step, following "the game instruction" that unlocks level by level. In this way students learn basic commands for activating the robot. I didn't have to teach them syntax of the programming language, compile the program code and debugging if there was an error, all of these had to be taught in the early days of programming. Complete actions students can do on their smart phones!

Next levels of Robot programming should be done on computer of course.

Wheeled Mobile Robot – mBot is easily accepted by students. They immediately downloaded applications to their smartphones and wanted to connect to mBots to drive them around the classroom. The only problem is that there are 25 students in the group and only 5 mBots! This robot stimulates creativity and allows children to turn their fascinating imagination into all kinds of interesting works and play while they are learning.

Working with the mentioned robot develops imagination and creativity, decision making skills, logical thinking, connecting different knowledge, also improves designing skills and empower children in different levels so they can improve their 21st century life skills.

As the first generation has passed the basics of programming, I expect in the coming years they will improve their programming skills and join teams that compete with each other in solving complex tasks discovering what robots can do for humans!

6 References

https://www.makeblock.com/steam-kits/mbot, accessed 14th November 2019

https://www.makeblock.com/steam-kits/mbot-2#Software, accessed 14th November 2019

Gyula Mester, Szilveszter Pletl, Gizella Pajor, Djuro Basic, Adaptive Control of Rigid-Link Flexible-Joint Robots, Proceedings of 3rd International Workshop of Advanced Motion Control, pp. 593-602, Berkeley, USA, March 20-23, 1994.

Gyula Mester, Szilveszter Pletl, Attila Nemes, Tibor Mester, Structure Optimization of Fuzzy Control Systems by Multi-Population Genetic Algorithm, Proceedings of the 6th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing, EUFIT'98, Vol. 1, pp. 450–456, Aachen, Germany, 7.-10. September 1998. Verlag Mainz, Aachen, Germany.

Josip Stepanic, Gyula Mester, Josip Kasac, Synthetic Inertial Navigation Systems: Case Study of Determining Direction, Proceedings of 57th ETRAN Conference, pp. RO 2.7.1-3, Zlatibor, Serbia, June 3-6, 2013.

Gyula Mester, Aleksandar Rodic, Simulation of Quad-rotor Flight Dynamics for the Analysis of Control, Spatial Navigation and Obstacle Avoidance, Proceedings of the 3rd International Workshop on Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (IWACIII 2013), pp. 1-4, ISSN: 2185-758X, Shanghai, China, October 18 to 21 in 2013.

Gyula Mester, Massive Open Online Courses in Education of Robotics, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Croatien Interdisciplinary Society, pp. 182-187, Vol. 14, No. 2, ISSN 1334-4684, e-ISSN 1334-4676, DOI: 10.7906/indecs.14.2.7, 2016.

Gyula Mester, Rankings Scientists, Journals and Countries Using h-index, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Croatien Interdisciplinary Society, Vol. 14, No. 1, ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/indecs.14.1.1, pp. 1-9, 2016.

Attila Nemes, Gyula Mester, Unconstrained Evolutionary and Gradient Descent-Based Tuning of Fuzzy-partitions for UAV Dynamic Modeling, FME Transactions, ISSN: 1451-2092, DOI: 10.5937/fmet1701001N, Vol. 45, No. 1, pp. 1-8, 2017.

Using Node-RED platform in an industrial environment

Katalin Ferencz

Department of Electrical Engineering, Faculty of Technical and Human Sciences, Sapientia Hungarian University of Transylvania, Tîrgu Mureș, Romania, ferenczkatalin@ms.sapientia.ro

József Domokos

Department of Electrical Engineering, Faculty of Technical and Human Sciences, Sapientia Hungarian University of Transylvania, Tîrgu Mureș, Romania, domi@ms.sapientia.ro

Abstract: Due to rapid spread of the IoT (Internet of Things) strategy, a strong wave of digitization has also reached the industrial sector. As a result, in recent years, industrial developments have also been characterized by the integration of the IoT trend, moving from everyday IoT to IIoT (Industrial IoT). In this case, we are not only talking about simple industry but also about the well-known Industry 4.0 strategy (automatization, big data, IoT, Cloud). In this paper, we will demonstrate why IoT integration is important for the industry, and how can the large amount of collected data be used. It is well known that the industry is characterized by rigid norms and rules. Today, with the industry 4.0 trend, factories are starting to introduce industrial versions of our familiar IoT devices, e.g. Raspberry Pi is replaced by RevolutionPi. Through an example of a generic machine, we will show the options of today's advanced technology to store the data we collect, use of various IIoT communication protocols (MQTTs) and to present advantages of the widespread IBM-developed Node-RED. We will try to give an insight into how easy it is to store, analyze, and visualize data from certain industrial systems with innovative IT developments. In addition, the paper presents the created system, the useful data obtained from it, and the valuable information needed for further development.

Keywords: Industry 4.0, IIoT, data storage, Node-RED, MQTT, Node.JS

1 Introduction

Today's central theme is the rapid development of industry, known as the Fourth Industrial Revolution. What does the Fourth Industrial Revolution really mean,

and what has the industry added to the Third Revolution? There are many studies, books and articles on this topic, but if we want to simplify the whole thing, we can say that this is the "smarting up" of the industry, that is, the first stages of the development of the intelligent industry. Today's industry is trying to compete with rapid technological development through cyber-physical production systems, autonomous, self-organized production resources, and real-time communication. These are mostly achieved through cloud-based database systems, big-data analytics, industrial IoT, artificial intelligence (AI), 3D printing, cybersecurity and automation. But to integrate these new, modern systems into existing industrial systems, a great deal of emphasis has to be put on research, experimentation and prototype production. We can define them as the pillars of Industry 4.0, without which we cannot speak of the Fourth Industrial Revolution. If we go one step further and look at these technologies more thoroughly, we can state that the most important element of each is data. Some say the data may be the new 'oil'. Based on this and placing the data in the focus, we research the industry and new technology, highlighting the MQTT (Message Queue Telemetry Transport) [1] communication protocol, advanced No-SQL database systems and the Node-RED [2] visual programming environment.

2 Related works

Realizing the importance of IoT, many people are working on this topic, and everyone is trying to develop the simplest solution to the most pressing issues and problems in the shortest possible time.

Paper [3] presents a simple IoT application that transmits data collected by temperature and humidity sensors connected to a Raspberry Pi via a Node-RED interface to an IBM Bluemix Cloud and then the collected data can be accessed by the user via a simple mobile phone. The purpose of the writer is to show how easy it is to integrate IoT sensors on the Node-RED platform.

Another article presents an IoT based home automation system [4], also known as a smart home system, which uses a Node-RED interface and an MQTT broker to implement a simple and easy-to-connect interface between different devices. The paper focuses on demonstrating how easy it is to connect different devices to the Node-RED interface and to standardize communications with the MQTT broker without increasing system costs.

Importantly, the use of Node-RED as an IoT flow-based programming tool for managing home automation systems is becoming more and more widespread and is increasingly getting ground in the industry. For example, a study was carried out on how it could be used in the field of smart transport and logistics, where real-time data processing and visualization is very important. [5] In addition, IoT

devices from smart factories in the industry are generating large amounts of data that need to be stored, handled and analyzed. This approach also raises the possibility of using dataflow-based programming models, such as Node-RED, and machine learning or data mining for data analysis. The article by Gokalp presented at the CSCI Conference in 2016 attempts to point out this approach [6]. An important benefit of these innovative implementations is that they provide a solution that can be integrated into business processes, creating new value for the company. In addition, several articles have been prepared on how to utilize the opportunities of Node-RED for smart factories using the traditional Modbus industrial communication system and/or OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) protocol, thereby increasing productivity and reducing costs. [7][8]

Based on the studies and articles published so far, the purpose of our research is to investigate the ways in which large amounts of data produced by different factory systems could be handled, stored and thus generated more useful data.

The outline of the paper is as follows: chapter III presents industry standards for communication, data storage and IIoT. Chapter 4 presents Node RED visual programming environment. Section V presents the architecture and functional overview of our solution while section VI draws some useful conclusions related to our work.

3 Industry

3.1 Industry 4.0

The industry has always been known as having strict regulations and standards for designing, communicating, storing and processing all kinds of systems. The industrial sector has undergone major changes in recent years, with the start of the Fourth Industrial Revolution and, by exterminating these rigid standards for external influences, it offers more and more opportunities to integrate smart and new innovative tools/solutions. If you think about it, the process of change is not over yet, but it is still going on, as technologies of the pillars of industry 4.0, is transforming the industry sector at an unprecedented rate. However, if we look at the industry's development and adaptability to date, we can see that speed is something that is uncharacteristic and is now facing a huge challenge. These intelligent devices can capture, analyze and evaluate an incredible amount of data in a short amount of time.

In other words, IIoT with real-time data, can make the industrial environment "tangible" in a very short time. This information, in turn, contributes to optimizing

production, thus making the industry more efficient. Nor can we neglect that this can save a lot of money for companies, but it is important for us to be able to properly use the data we collect, no matter the industry. At this point, the industrial companies are realizing that they will have to invest time, energy and money to make prototypes of these new advanced technologies in the shortest possible time.

3.2 Industrial Internet of Things

IIoT has become an important features of today's smart factories in which devices communicate continuously with controllers, various software and data analytics applications, making IIoT compatible devices an essential part of intelligent processes. It is important to look at the benefits to industrial companies of integrating IIoT devices into their systems. These new, innovative tools have the potential to be primarily in production, most of all in terms of sustainability, quality control and traceability. Using IIoT increases operational security, increases transparency of production processes, increases efficiency, and leverages the ability to generate large amounts of data and analyze systems for optimization.

3.3 Data storage models

The huge amount of data collected by smart devices, also known as big data, has to be stored somewhere. For industrial systems, relational SQL data storage has been the solution so far. However, the advent of big data also means that we can no longer store such a large amount of data in our own small database systems, or only if we make a major infrastructure investment. In order to store this large amount of data in a cost-effective way, it is possible to store data in the Cloud without the need for hardware investment. There are already many Cloud hosting services on the market and each one is designed to be able to rent as much space as we need and for as long as we need it. Another important feature of Cloud system is that they can be easily scaled on demand. As industrial companies are reluctant to see their data outside the factory, the spread of this technology in the industry is still in its infancy. However, the spread of IIoT favors the interest in Cloud services, as these devices are designed to be easily connected to Cloud systems and can already provide powerful analytics and visualization platforms to help utilize stored data.

3.3 Communication protocols

In order to talk about any industrial system, it is essential to mention communication, whether it is machine-to-machine (M2M) communication or

between any level of the communication pyramid (ERP (Enterprise Resource Planning) – MES (Manufacturing Execution Systems) – HMI (Human Machine Interface) – PLC (Programmable Logic Controller) - Factory floor), eg. CoAP (Constrained Application Protocol), CAN (Controller Area Network), ProfiBus (Process Field Bus), ProfiNET (Process Field Network), EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology), HART (Highway Addressable Remote Transducer), MODBUS, REST (Representation State Transfer), MQTT.

Hereinafter referred to as MQTT (Message Queue Telemetry Transport) protocol. MQTT is an M2M or IoT communication protocol designed for simple messaging based on publish/subscribe, developed by IBM in 1999. The designed principle is to minimize network bandwidth and device resource requirements while trying to ensure security. [1] In addition, the important advantage is that the established relationships can be monitored, all kind of data passes through and it is easy to implement. Thanks to these features, it quickly became widespread in the IoT world, although it was initially used only for communication between machines but has now become standard. The operating principle is as follows:

- senders register themselves on a server (broker) to send data – publish;
- inquiring register with the broker what data they are interested in – subscribe;
- senders only send data to the broker;
- the broker ensures that the data is sent to the subscribers;
- all devices can be publisher, subscriber, or both.

Other Pub/Sub technologies used in IoT applications are: Kafka, WebSphere MQ, Rabbit MQ, Google Pub/Sub, IoT Core, Azure IoT Hub.

4 Node-RED

Node-RED is an open source JavaScript-based development environment based on Node.js, developed by IBM engineers and most suitable for developing IoT systems. More specifically, it is a process-based virtual programming environment that creates "data streams" from the sensor to the cloud by connecting hardware and software. [2] It is suitable for writing data processes, thus facilitating data processing. It can be used to easily compile data processing logic and transfer the processed data to higher-level systems (SQL server, enterprise management system, central data collector, cloud-based service) in minutes or display it immediately. Instead of programming a web page displaying different sensor data, Node-RED provides a Dashboard interface that allows you to create a spectacular interface without the need for special HTLM, CSS knowledge.

Node-RED contains nodes that provide various functions (MQTT broker, debug, Raspberry Pi GPIO, TCP, etc.) Created processes are stored using JSON objects. Node-RED consists of 3 basic elements: node panel, flow panel, Info and Debug panel. It is essential for the environment to easily create and configure real-time applications. Thanks to its flexibility and application creation in a short time, it is excellent for prototyping. The Node-RED platform can provide the industry the ability to build and test new prototypes built into or combined with existing technologies before investing significant resources in the innovation.

In the industry so far, this role is provided by TIA Portal [9], Sysmac Studio [10] or similar software, but their downside is that learning how to use them is time consuming and also their licenses are very expensive.

5 Functional overview of our solution

Based on the theoretical background presented above, we have developed an application for monitoring a general factory machine and its environment using Node-RED. Figure 1 shows the architecture of our system. Various sensors record the machine's operating data (speed, rotation, current status, working hours, etc.) and changes in its environment (temperature, humidity, light conditions).

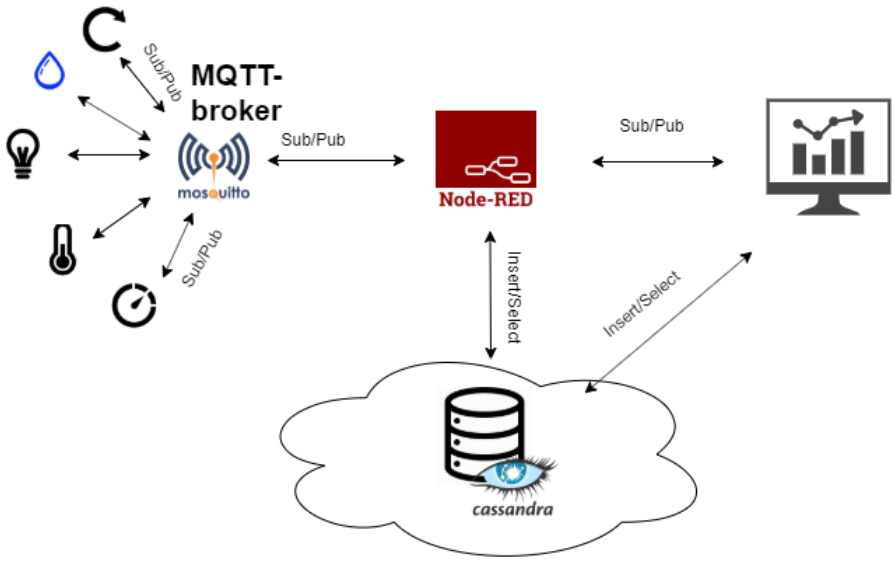


Figure 1

System architecture

This data is displayed in real-time on an interface via an MQTT broker and stored in a Cassandra database cluster. Taking advantage of the features provided by the Node-RED Dashboard, we created a simple and easy-to-use interface (Figure 2) and related logic, using real-time data we consider important, and manipulating some of the selected parameters on the interface. We also implemented read and write operations to the database using the Node-RED platform.

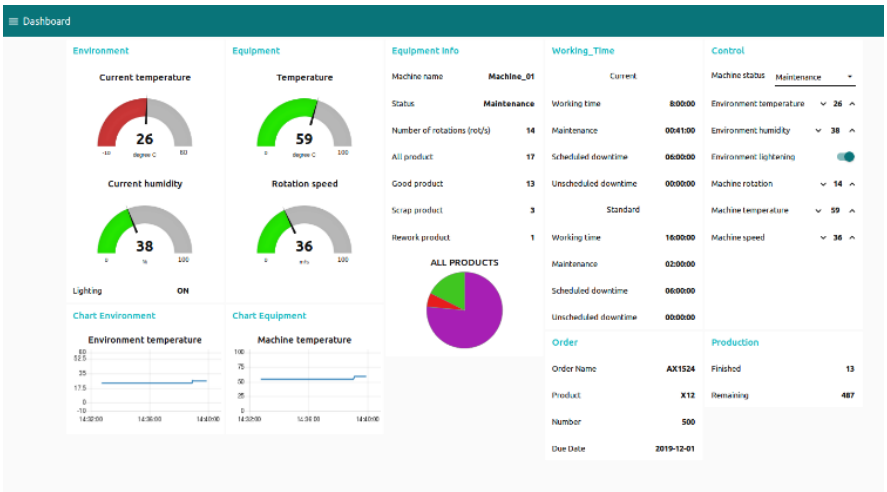


Figure 2

The dashboard

In order to have an adequate amount of IoT sensor data, we use a python code to simulate the operation of a general industrial machine and its environment. Using the code, we can create sensors using JSON (JavaScript Object Notation) objects and give them a start value. By providing MQTT broker data and managing the possibility that this sensor data generating code not only publishes data to the broker but also receives it, we can override the initial values entered. This generated data will be stored and displayed on the interface in real time. (Figure 3) In this case, the simulated sensors are the data senders who register with the MQTT broker to send data. The Apache Cassandra NoSQL database node and various elements of the Node-RED dashboard are in signing up for a broker to subscribe exactly what data they are interested in. In the case that we change a parameter in the interface, that node already behaves as a data sender.

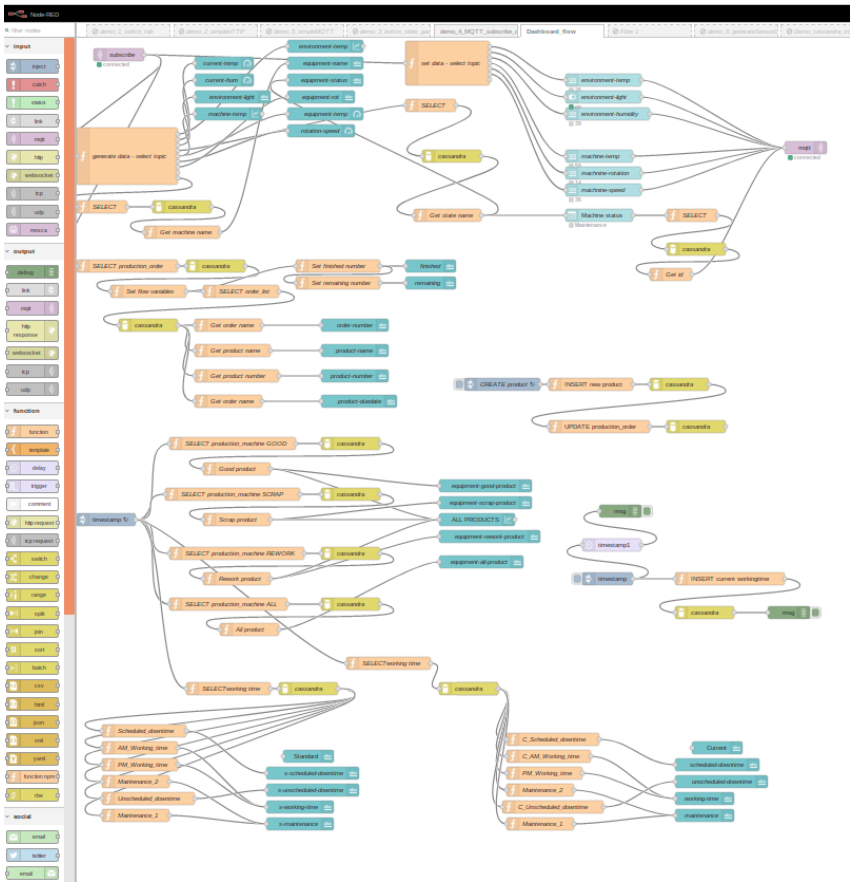


Figure 3

The flow

The following image (Figure 4) shows how to filter the data we need (msg.topic) from an object obtained from the MQTT broker.

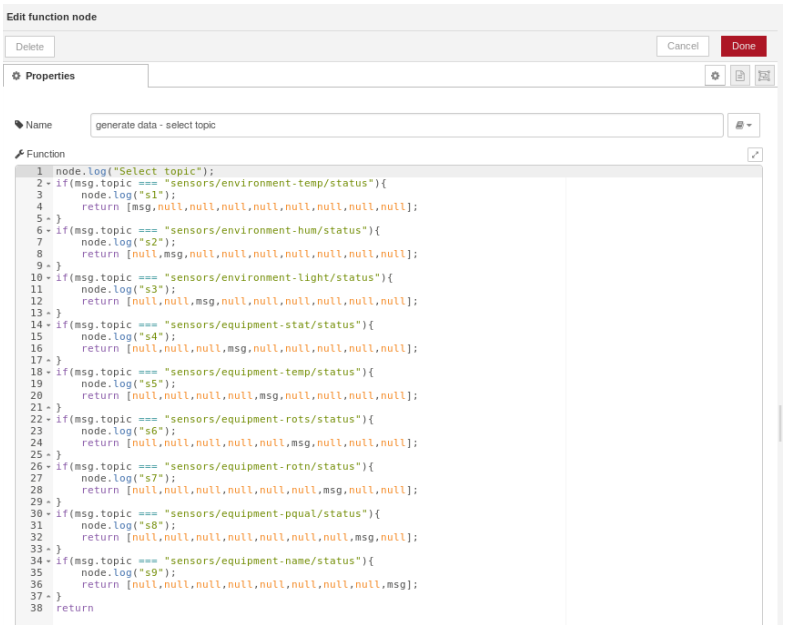


Figure 4

Filter data from the MQTT broker script

As mentioned above, we use the NoSQL Apache Cassandra database to store data. Generally, this is unusual, as there are very few areas where NoSQL databases are used, not typical of the industry. We have discussed in a previous article the advantages of NoSQL databases and the Apache Cassandra database especially. [11] We would like to emphasize that Apache Cassandra was chosen because of the useful feature that IoT storage devices should be scalable, highly available and fault-tolerant. In addition, for Cassandra, setting up storage and access in the Cloud is easy. In this case, the machine/machines ID (s) as well as the sensor ID, various parameters, orders and daily operating time of the machine were stored. From the Node-red flow and the dashboard there are stored the production data selected and continuously changing sensor data. Thus, with the help of stored data, we were able to display statistical information. Utilizing the ability of Cassandra to store data on multiple nodes for security and high availability, we built a 3-node system. This ensures that important data is not lost.

In order to simulate real production, a simple Node-RED flow can generate scrap, rework and good products at regular intervals (i.e. 10 minutes) (Figure 5), thereby modelling a real production process.

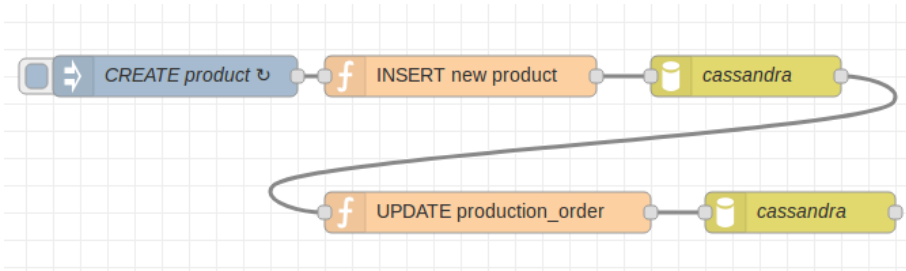


Figure 5

Create a finished product flow

Figure 6 shows that by a simple JavaScript code written in a npm function node can easily insert data into the Apache Cassandra database.

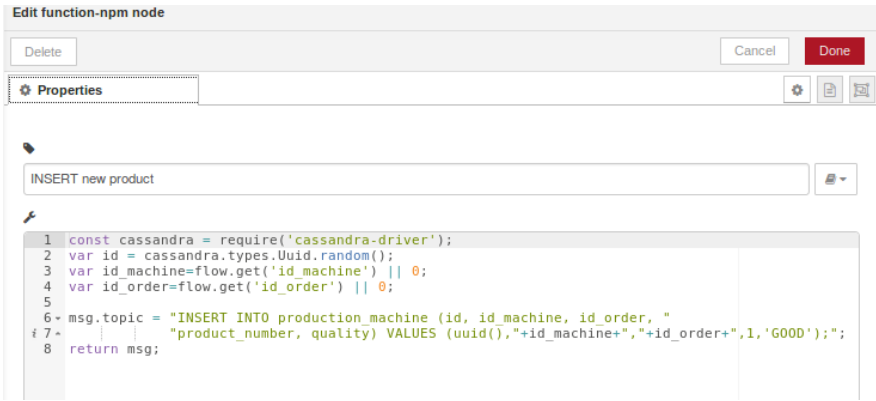


Figure 6

INSERT data to the database script

Conclusion

We have demonstrated that Node-RED can be used to quickly develop prototype IIoT applications. At the same time, we show that Node-RED has significant advantages in the field of data visualization and the MQTT protocol is over traditional industry solutions so far, because it is very easy to create business logic, which is much more cost and time effective task using these technologies. Thanks to this, we can extend the interface very simply, on demand, in order to monitor any sensor data, we find important. The use of these technologies enables rapid prototyping, letting industry to remain competitive despite rapid development.

In this way the combination of the two technologies with minimal development work allows the development and testing of prototypes or proof of concepts.

Even though the cost of deploying IIoT can be much more positive in the long run, IIoT is designed to optimize industrial processes, leading to cost savings. A key element in this is the proper analysis and utilization of data, since such systems provide the type of data that can be used to implement predictive maintenance, thereby maximizing machine availability. This is the area where research and prototype development has already started. So, we want to explore the horizontal and vertical scalability of the system, test multiple database systems for load-bearing and accessibility, and examine system security issues and connect the system with predictive algorithms to see how we can get valuable data.

Acknowledgement

This work was supported by the Collegium Talentum 2019 Programme of Hungary.

References

[1] http://mqtt.org/

[2] https://nodered.org/

[3] Lekić, Milica, and Gordana Gardašević. "IoT sensor integration to Node-RED platform." 2018 17th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH). IEEE, 2018.

[4] Kodali, Ravi Kishore, and Arshiya Anjum. "IoT based home automation using node-red." 2018 Second International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT).

[5] Sicari, Sabrina, Alessandra Rizzardi, and Alberto Coen-Porisini. "Smart transport and logistics: A Node-RED implementation." Internet Technology Letters 2.2 (2019): e88.

[6] Gokalp, Mert Onuralp, et al. "Big data for industry 4.0: A conceptual framework." 2016 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI). IEEE, 2016.

[7] Toc, Silviu-Iulian, and Adrian Korodi. "Modbus-OPC UA Wrapper using Node-RED and IoT-2040 with application in the water industry." 2018 IEEE 16th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY). IEEE, 2018.

[8] Tabaa, Mohamed, et al. "Industrial Communication based on Modbus and Node-RED." Procedia computer science 130 (2018): 583-588.

[9] https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html

[10] https://automation.omron.com/en/mx/products/family/SYSSTDIO

[11] Ferencz, Katalin, and József Domokos. "IoT Sensor Data Acquisition and Storage System Using Raspberry Pi and Apache Cassandra." 2018 International IEEE Conference and Workshop in Óbuda on Electrical and Power Engineering (CANDO-EPE). IEEE, 2018.

Reverse polarity and overvoltage protection circuit for 4-wire DC power supply inputs

Péter Kovács[*,], Enikő Mezei[*]**

*NI Hungary Kft., Határ út 1/A, 4031, Debrecen, Hungary, peter3.kovacs@ni.com, eniko.mezei@ni.com

**Debreceni Egyetem Fizika Intézet Villamosmérnöki Tanszék, Bem tér 18/A, 4026, Debrecen, Hungary, kovacs.peter@science.unideb.hu

Abstract: With many of the electronic devices having inputs for an external power supply, it is expected for the power input of the device to be protected against any harms caused by the connection of an improper supply voltage or one with the wrong polarity. One of the common industry solutions for a combined reverse polarity and overvoltage protection is a circuit consisting of two, back-to-back connected P-channel MOSFETs. This common protection scheme is basically used in systems employing 2-wire DC power supplies. In this paper we describe the design of such a protection circuit, which can be properly used in systems with either 2- or 4-wire power supplies. Some issues found during the testing of the original design – while it was tested with different external power supply units – are also presented and addressed to present a revised protection circuit.

Keywords: Reverse Polarity; Overvoltage; Protection Circuit; 4-Wire; Power Supply

1 Introduction

All electronic circuits require some form of a power supply. In case of a malfunction of the power supply system, or the device operator making improper connections for an external power supply, abnormal voltage levels may be present at the power supply input(s) of the device. Having protection against such events built into our electrical equipment is generally expected by the end user.

As many of the protection solutions rely on the use of some form of a non-ideal pass element – which blocks the current flow to the load in case of an abnormal condition –, they will present a voltage drop across their input and output terminal when current flows through them during normal operation of the circuit. [1]

To compensate for the voltage drop across the protection circuit, 4-wire power supply units with Remote Sensing capability may be used.

A custom, reverse polarity and overvoltage protection circuit is presented which was specifically designed to be suitable for use in systems employing 4-wire DC power supplies. The required specifications for the actual circuit presented were:

- Nominal operating voltage: 3 V to 5.5 V
- Maximum operating current: 3 A
- Overvoltage protection: up to 30 V
- Reverse polarity protection: down to -30 V

The circuit was built from discrete components, as they may provide a better flexibility for the circuit designer, than their counterparts based on dedicated integrated circuits.

2 Related basic protection schemes

There are numerous protection schemes with different complexity, that provide different features and levels of protection. Obviously, all of them have their advantages and drawbacks.

2.1 Series MOSFET based reverse polarity protection

An alternative to the simplest solution of using a series diode in the power path is the use of a MOSFET as the pass element. Figure 1 shows configurations for both N and P-channel MOSFETs being used as the reverse polarity protection element.

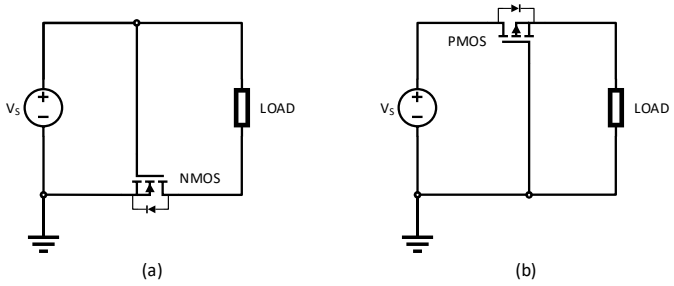


Figure 1
Reverse polarity protection: NMOS in the ground return path (a) and PMOS in the power path(b)

In both setups, during normal operation, the body diode of the MOSFET is forward biased, so the normal operating current can flow through this diode.

During normal operation, the gate-source voltage (V_{GS}) of the NMOS (PMOS) is equal to the voltage drop across the load, which initially is equal to the power supply voltage minus the body diode's voltage drop. In case V_{GS} is higher (lower) than the

threshold voltage V_{TH}, the FET starts to turn on and the drain-source channel shorts out the body diode, carrying the normal operating current of the load onwards.

If the power supply is connected with reverse polarity, the body diode becomes reverse biased, blocking the current flow. This results in both the gate and source of the FET to have roughly the same potential, so the transistor remains in the off state, leaving the drain-source channel open.

When the FET turns on and current flows through the drain, a voltage drop V_{DS} occurs across the drain-source channel due to its resistance $R_{DS(ON)}$. As long as the FET is fully saturated (operated in the resistive region), the resulting voltage drop is proportional to the load current as described by:

$$V_{DS} = R_{DS(ON)} \times I_{LOAD} \quad (1)$$

With today's low on-resistance FETs, the resulting voltage drop can be significantly smaller than with diodes being used for reverse polarity protection. [2]

2.2 Overvoltage protection based on a P-channel MOSFET

Overvoltage protection schemes can be divided into two main categories: in case of an overvoltage at the input, they either limit the voltage at their output to a safe level, or completely disconnect the rest of circuit from the power supply.

A MOSFET can be used as a pass element to connect the power supply to the protected circuit during normal operation, but to disconnect it in case of an overvoltage condition, thereby realizing the latter option. A basic diagram for such circuit employing a P-channel MOSFET as the pass element is shown in Figure 2.

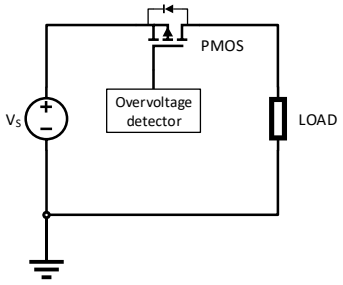


Figure 2
Basic overvoltage protection scheme with a PMOS pass element

The PMOS device in the power path is reverse connected, compared to how it was present in the reverse polarity protection circuit of Figure 1b. The body diode is also reverse biased when the power supply is properly connected, therefore the FET has to be turned on to connect the load to the power supply. An overvoltage detector circuit monitors the voltage at the power supply input and turns on the FET by

pulling its gate low when the voltage is within allowed limits, while disabling it by pulling the gate to the source in case of an overvoltage condition.

Similar to the reverse polarity protection circuit: when the FET turns on, a voltage drop occurs across the drain-source terminals. As long as the FET is fully saturated, the voltage drop is proportional to the load current as described by Equation 1.

The circuit can be easily extended with additional features, like in-rush current limiting or soft-start, undervoltage protection or turn-on delay.

It must be noted though that due to the orientation of the MOSFET's body diode:

- in case of an undervoltage situation, the load can back-drive to the power supply input and
- in case the power supply is connected with a reverse polarity, the body diode becomes forward biased, and the circuit behaves like a short.

3 The original protection circuit

Mostly for the flexibility in terms of features and parameters, a protection circuit built from discrete components was chosen. This also has the benefit of long-term parts availability, as dedicated integrated circuits generally have a few years of availability before they go obsolete. To minimize power dissipation in the components, as well as the voltage drop across the protection circuit, the design was based on two P-channel MOSFETs placed in the power path: one to realize the reverse polarity protection, the other for the overvoltage protection. Figure 3 shows how the protection circuit may be installed in a system employing a 4-wire DC power supply, with the Sense line S+ connected to the output of the protection circuit to compensate for the voltage drop across the power path and provide the desired voltage level right at the output terminals of the protection circuit.

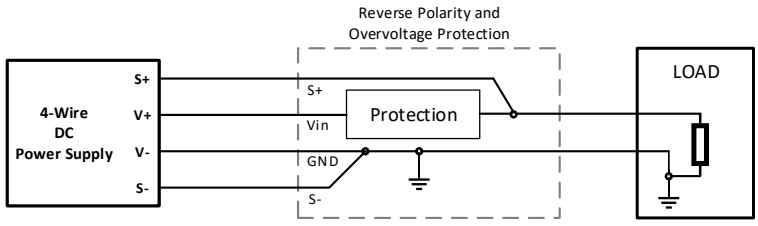


Figure 3
Connection diagram of the system with the protection circuit

3.1 Reverse polarity protection

The basic architecture of Section 2.1 was selected, and the complete circuit is shown in Figure 4. Components external to the dotted box are not subject of this paper, they were just left presented here, as they were part of the complete circuit.

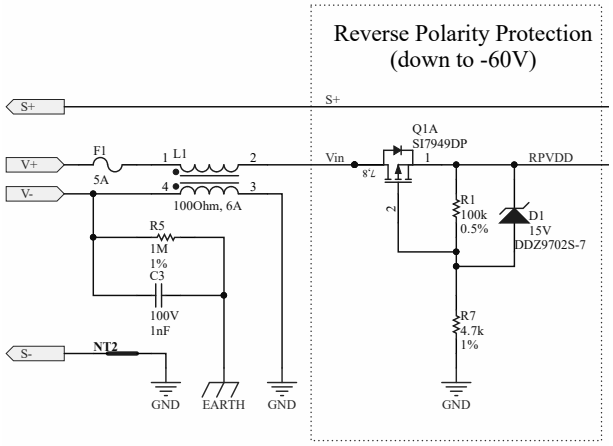


Figure 4
Reverse polarity protection circuit

PMOS device Q1 was selected based on its following properties [3]:

- low on-resistance: to minimize voltage drop across the drain-source channel during normal operation with the expected maximum load current,
- Drain-source breakdown voltage: determines the maximum voltage the circuit tolerates when power is applied with a reverse polarity,
- Gate-source threshold and plateau voltage: ensure the device can be fully turned on with the lowest expected power supply voltage, and
- allowed continuous drain current: exceeds the maximum current of the protected circuit.

Zener diode D1 ensures the gate-source voltage of the FET Q1A does not exceed the allowed maximum value. R1 and R7 form a voltage divider, where *R1 >> R7* to ensure the gate of the FET is pulled low (to ground) during normal operation. There are no significant constraints on the resistors' value, but R7 also sets the current through D1 when the supply voltage is above the Zener voltage (V_Z). This must be considered only for the power supply connected with the proper polarity. Neglecting the voltage drop across Q1A and the current through R1, minimum value of R7 (R_{R7_min}) can be approximated for the maximum power dissipation of D1 (P_{D1_max}) and the maximum supply voltage with normal polarity (V_{in_max}) as:

$$R_{R7_min} = \frac{V_Z \times (V_{in_max} - V_Z)}{P_{D1_max}} \tag{2}$$

As discussed in Section 2.1, the body diode of the MOSFET will carry the load current until the drain-source channel starts conducting and shorts out the diode. It is important to either make sure the maximum load current is less than the current handling capability of the body diode [3] or to limit the load current during the turn-on period within safe limits. For the latter approach, turn-on time is considered as the time it takes to reach the plateau voltage V_{Gp} (where drain current reaches its maximum) and the time for the drain-source voltage V_{DS} to reach to its saturation level (while the gate-drain capacitance C_{gd} charges) [4]. As discussed in [5], turn-on time can be calculated as:

$$t_{ON} = R_G \times C_{iss} \times ln\left(\frac{1}{1-\frac{V_{Gp}}{V_{GS}}}\right) + R_G \times C_{gd} \times \frac{V_{DS}}{V_{GS}-V_{Gp}} \quad (3)$$

where V_{DS} is the drain-source voltage before the FET starts to turn on (equals the supply voltage), R_G and V_{GS} are the Thévenin equivalent resistance and voltage of the gate drive circuit, respectively. C_{iss} is the effective input capacitance of the FET presented to the gate drive circuit.

3.2 Overvoltage protection with Soft-start and Delay

The basic architecture of Section 2.2 was implemented as shown in Figure 5.

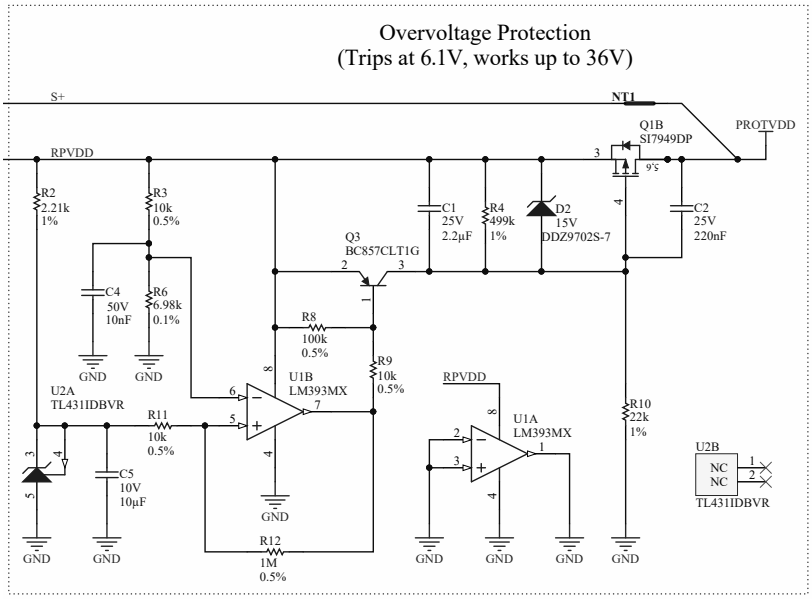


Figure 5
Complete Overvoltage protection circuit with Soft-start and Delay functions

Q1B is the pass element, responsible for blocking the current flow in case of an overvoltage condition. Diode D2 and the voltage divider formed by R4 and R10 serve the same purpose they did in the reverse polarity protection circuit, therefore the same procedure applies to determine their values as described in Section 3.1. The MOSFET's body diode is reverse biased during normal operation, hence no current flows through Q1B until it turns on. This property can be exploited to ensure no power is delivered to the load until Q1A in the reverse polarity protection circuit turns on completely, by delaying the turn-on of Q1B with a time period larger than t_{ON} calculated in Equation 3.

3.2.1 Turn-on delay and Soft-start

C1 serves as the delay capacitor, by expanding the time it takes to decrease the voltage at the gate of Q1B through resistor R10 while turning on the FET. Internal gate capacitance of the FET could be used for this same purpose, but it has many non-linear properties, and also a significantly smaller value, which would require extremely high value resistors for realistic delay periods. Similar to how the turn-on time was calculated in Section 3.1, based on [5] the delay time (t_{delay}) until the FET starts to turn on (and drain current starts to flow) can be calculated as:

$$t_{delay} = R_G \times C_{gs} \times ln\left(\frac{1}{1-\frac{V_{TH}}{V_{GS}}}\right) \tag{4}$$

where, R_G and V_{GS} are the Thévenin equivalent resistance and voltage of the gate drive circuit, respectively. C_{gs} is the gate-source capacitance (C1 in the circuit presented), V_{TH} is the gate-source threshold voltage of the FET.

C1 on its own will add some soft-start or in-rush current limiting (control of *dV/dt* or *dI/dt* at the output of the protection circuit), but due to the nonlinear properties of the MOSFET's internal capacitances, it is hard to calculate the exact rate, and it will also depend on many factors. Following the design procedure of [6], an external capacitor C2 was added, the value of which could be arbitrarily chosen as long as *C2 >> Cgs + Cgd* (the internal gate-source and gate-drain capacitance of the FET, respectively). As C1 and C2 form a capacitive divider, the condition *C1 >> C2* must be also met to ensure the FET does not turn on unexpectedly.

For a maximum inrush current I_{inrush} at an input voltage V_{in}, the required *dt* time for the turn-on period with a load capacitance of C_{load} is calculated as:

$$dt = C_{load} \times \frac{V_{in}}{I_{inrush}} \tag{5}$$

Once the required turn-on time is found, using the external gate-drain capacitor C_{gd}, (C2 in the circuit presented), R_G for a given V_{GS} (Thévenin equivalent resistance and voltage of the gate drive circuit, respectively) can be calculated as:

$$R_G = \frac{V_{GS}-V_{Gp}}{C_{gd}\times\frac{dV_{in}}{dt}} \tag{6}$$

As the values of capacitors C1, C2, and resistors R4 and R10 (they dominate R_G) are interconnected, Equations 4 and 6 can be transformed to calculate the unknown component values depending on which of them were arbitrarily chosen.

3.2.2 Overvoltage protection

The overvoltage protection is built around a stable voltage reference (U2), a voltage divider formed by R3 and R6 fed from the power supply input, and a comparator (U1B). The comparator monitors the power supply voltage through the output of the voltage divider. In case it exceeds the reference voltage provided by U2, the comparator activates its open-collector output and pulls the base of PNP transistor Q3 towards ground. Q3 then shorts the gate and source of the pass element Q1B, cutting its current flow, thereby disconnecting the load (circuit to be protected).

U2 provides a fixed reference voltage V_{ref} of 2.5 V. C5 is added for improved stability and noise filtering, and its value is selected based on long-time experience with this device. The current limiting resistor R_{ref} (R2 in the circuit presented) sets the current I_{ref} through U2, which can be calculated for a supply voltage of V_{in} as:

$$I_{ref} = \frac{V_{in} - V_{ref}}{R_{ref}} \tag{7}$$

R_{ref} must be chosen so that the current through U2 is within its allowed operating range for the entire range of the supply voltage (up to the overvoltage to be tolerated).

The voltage divider is responsible for setting the trip point of the overvoltage protection. The supply voltage that results in a voltage at the output of the divider equal to the reference voltage is the trip point V_{trip}, which can be calculated as:

$$V_{trip} = V_{ref} \times \frac{R3 + R6}{R6} \tag{8}$$

Any of the resistors R3 and R6 can be arbitrarily chosen, while the value of the other one can be calculated by rearranging Equation 8.

In case of an overvoltage condition, the comparator pulls the base of Q3 to ground through R9, so this resistor sets the base current of Q3. As the load should be disconnected as soon as possible in an overvoltage condition, R9 should be sized to saturate Q3, therefore discharge the gate-source capacitance in the shortest time – with the maximum current – possible. R8 is a pull-up resistor, required due to the comparator's open-collector output, which is floating during normal operation of the circuit. It is responsible for keeping the base of Q3 at the voltage of the emitter, making sure Q3 is in cut-off. As R8 and R9 form a voltage divider, the constraint $R8 >> R9$ must be met.

R11 and R12 together add a minimal hysteresis to the comparator to improve noise immunity by pulling the voltage seen by the comparator's non-inverting input either towards ground or the power supply voltage.

4 A revised protection circuit

During the testing of circuit presented in Section 3, some corner cases were identified while the tests were performed with different power supply units:

a) In case the power supply unit's output had too high a rise time (*dV/dt*), the overvoltage protection circuit tripped even if the output voltage was set to a normal operating voltage.
   This was caused because at the exact moment the power supply is turned on or connected to the protection circuit, pass element Q1B of the overvoltage protection circuit is not turned on yet, so the positive sense lead of the 4-wire power supply unit is floating: it has no effect. This caused the power supply to raise the output voltage to the maximum possible, so the activation of the overvoltage protection is completely acceptable.
b) One of the power supply units had a somewhat low input impedance of 2.4 kΩ between its Sense lines.
c) One of the power supply units delivered power to the load behind the protection circuit even if only its Sense lines were connected, and the Voltage lines were left floating.

Based on these results, the following required changes were listed to create a revised design:

- To address test result (a), a high-value resistor (preferably in the 10…100 kΩ range) should be added between the V+ and S+ terminals of the protection circuit to provide an effective path for the Sense input of the power supply, even when the pass element of the overvoltage protection circuit is not turned on yet. In case of the power supply of test result (b), the resistor had to be less than 100 Ω to be effective, as the input impedance forms a voltage divider with the external resistor placed in the protection circuit. Opting for the existence of power supplies which require an even smaller resistor, the resistor's value was selected as 33 Ω.
- As this low-value resistor would create a low-impedance path from the V+ input terminal to the output of the protection circuit – making it basically useless –, the design has to ensure that the Sense path from the S+ terminal to the output of the protection circuit is also disconnected when the pass element of the overvoltage protection is turned off. Test result (c) also requires a functionally equivalent change to be made to the original design.

4.1 Design of the final protection circuit

To realize the required modifications listed above, the original protection circuit was modified, as shown in Figure 6.

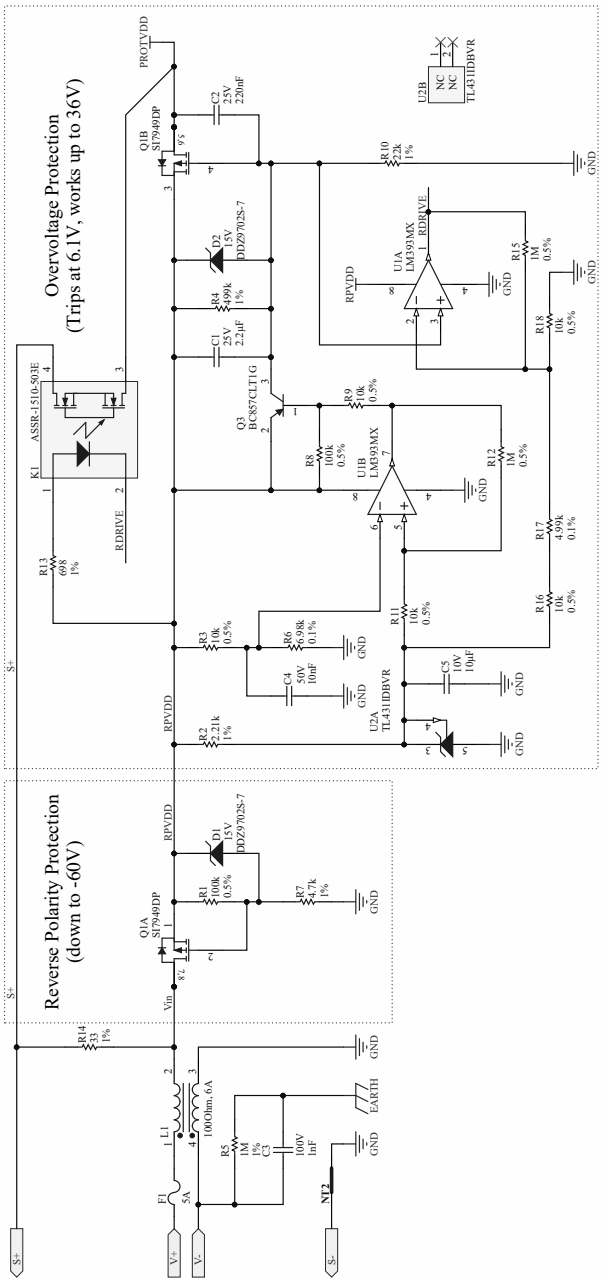


Figure 6
Diagram of the revised protection circuit

Resistor R14 was added to the input of the circuit, between the power supply input (net Vin) of the reverse polarity protection and the positive line of the Sense input. Instead of V+, the resistor was connected to the net Vin to ensure that in case of a malfunction – when fuse F1 blows –, no galvanic connection remains between the V+ and the S+ inputs, thereby protecting the other parts of the circuit.

A solid-state relay K1 was added as the pass element to connect the S+ input to the output of the protection circuit (PROTVDD). R13 sets the current through the diode driving the output FETs of K1, so the value of this resistor must be selected to ensure the current through K1's diode is within the allowed operating range (3 mA to 20 mA) for the full range of the supply voltage (only the normal operating range must be considered – up to the trip point of the overvoltage circuit –, as in case of an overvoltage, the diode is not driven).

K1 must be turned on only during normal operation, when the pass element Q1B is already turned on. An easy and safe way to determine when this condition is met is to monitor the gate voltage of Q1B. When the gate voltage is close enough to ground (gate-source voltage well exceeded the plateau voltage), the FET can be considered completely turned on. The previously unused half of the comparator (U1A) was used for this purpose. It compares the gate voltage with a fixed voltage created by the voltage divider formed by R16, R17 and R18 fed from the already used 2.5 V reference voltage of U2. Whenever the voltage of Q1B's gate is below the output voltage of this voltage divider (trip point), the open-collector output of the comparator is activated, creating a path to ground for K1's diode, thereby turning on the relay. Values of the resistors forming the voltage divider can be calculated in the same way they were calculated for the voltage divider setting the trip point of the overvoltage protection circuit using Equation 8. Similar to resistor R12 – discussed in Section 3.2.2 –, R15 adds a minimal hysteresis to the comparator for noise filtering.

Conclusions

Protecting electronic devices from reverse polarity or overvoltage on their power supply inputs is a common requirement. Many commonly used protection schemes exist, but a quite common property of those circuits is that a voltage drop occurs across their input and output terminals.

A 4-wire power supply unit (with Remote Sensing capability) may be used to compensate for the voltage drop of the protection circuit, but the majority of the existing solutions is designed to be used with 2-wire DC powers supplies.

In this paper, a design based on the commonly used architecture of two, back-to-back connected P-channel MOSFETs was presented. Potential problems of its application with a 4-wire power supply were also discussed. Finally, a revised version of the original design is presented (Figure 6), which not only provides reverse polarity and overvoltage protection, delayed startup and soft-start functionality, but it is applicable in systems with either 2- or 4-wire power supplies.

Acknowledgement

This work was supported by NI Hungary Ltd.

References

[1] Maxim Integrated Products, Appl. Note 760.

[2] Jeff Falin, "Reverse Current/Battery Protection Circuits", Texas Instruments, Dallas, U.S., Appl. Report. SLVA139, June 2003.

[3] Vishay Siliconix, "Dual P-Channel 60-V (D-S) MOSFET", Si7949DP datasheet, Feb. 2009.

[4] Vishay Siliconix, Appl. Note AN850.

[5] Vishay Siliconix, Device Appl. Note AN608A.

[6] C. S. Mitter, "Active Inrush Current Limiting Using MOSFETs", Motorola Inc., Semiconductor Appl. Note AN1542, 1995.

Coupled Transient Analysis of Asynchronous Machine Drives

Sándor HORVÁTH, Gergely SZABÓ, Károly VESZPRÉMI, László SZÁMEL

Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, Department of Electric Power Engineering,
horvath.sandor@vet.bme.hu, szabo.gergely@vet.bme.hu

Abstract: The modern, vector controlled variable frequency drives are usually equipped with permanent magnet synchronous or squirrel cage induction machines. In case of induction machines, the squirrel cage rotor is symmetrical both electrical and magnetic aspects, in which the measured phase quantities are usually transformed into the coordinate system, which is bound to the rotor flux vector. The machine model used for the vector control or dynamic simulations usually has fixed structure equivalent circuit with lumped, fixed motor parameters. The authors will present a new simulation method, which implements two-way data transfer in every sample time between the 2D electromagnetic finite element machine model and the dynamic induction motor drive model. With the coupled transient analysis not only time domain behavior, but also highly geometry and material dependent properties, the time and spatial harmonics effects can be examined and taken into account. The presented modeling method allows calculating the current and torque ripples, additional losses, which helps to achieve the optimal, integrated development of electric powertrain.

Keywords: coupled transient analysis, squirrel-cage induction machine, field oriented control, current vector control, finite element analysis, electromagnetics

1 Introduction

Field oriented control of induction machine drives requires a mathematical representation of the physical machine. Most often, this model is practically a lumped parameter equivalent circuit, where the value of each element is frequency- and current-independent. By integrating electromagnetic Finite Element Analysis (FEA), Authors propose a new drive simulation approach. Solving eddy-current (time harmonic) problems, parameters of machine model are obtained by taking core saturation and skin-effect into account.

The proposed method was implemented in Matlab/Simulink and FEMM environment using two-way data transfer, or so called coupling.

2 Simulation of Induction Machine Drives

2.1 Cascade Control Loop

Figure 1. illustrates the cascade control loop of an induction machine drive, in which the common coordinate system's angle is set to the rotor flux vector.

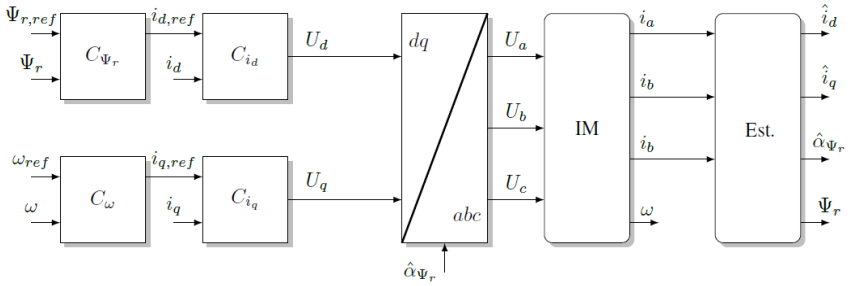


Figure 1
Cascade control loop

On the d-direction path the rotor flux vector's PI type controller provides setpoint for the d-direction current controller, which will result, taking in account the inverter limits, such as the maximum available DC link voltage, the d-direction voltage. On the q-direction path the angular speed controller provides reference for the q-direction current controller, which will result the machine's q-direction voltage. On the most right side the estimator block will provide the common coordinate system's angle, along with the field currents and the magnitude of the rotor flux vector's amplitude. Such estimator algorithm is inevitable, since the common coordinate system's angle cannot be measured directly. The tuning of the cascade control loop can be performed with the knowledge of the induction machine's dynamic model and its parameters.

2.2 Dynamic Model of Induction Machines

Figure 1 also contains the dynamic model of the induction machine, which can be created using its space vector based representation as shown in Eqs (1)-(6) and in Fig. 2. This model assumes lumped parameters, which can be obtained from the no-load and locked machine tests. The implemented model uses the four element equivalent circuit, in which the rotor's leakage inductance is transformed into the stator's leakage inductance, resulting the transient inductance, and into the magnetizing inductance.

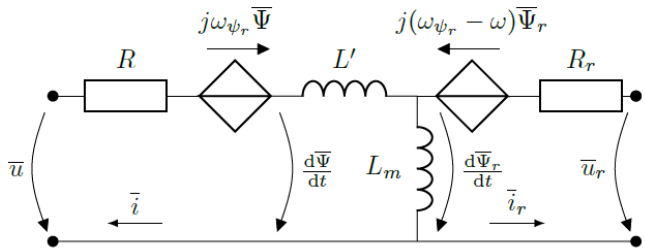


Figure 2

Equivalent circuit of an induction machine

$$u_d = Ri_d + L'\frac{di_d}{dt} + \frac{d\Psi_r}{dt} - \omega_{\Psi_r}L'i_q\ , \tag{1}$$

$$u_q = Ri_q + L'\frac{di_q}{dt} + \omega_{\Psi_r}L'i_d + \omega_{\Psi_r}\Psi_r\ , \tag{2}$$

$$i_d = \frac{\Psi_r}{L_m} + \frac{1}{R_r}\frac{d\Psi_r}{dt} \tag{3}$$

$$i_q = (\omega_{\Psi_r} - \omega_e)\frac{\Psi_r}{R_r} \tag{4}$$

$$m = \frac{3}{2}p\Psi_r i_q\ , \tag{5}$$

$$\Theta\frac{d\omega}{dt} = m - m_l - F\omega\ , \tag{6}$$

where u_d is the d component of the stator voltage, R is the stator resistance, i_d is the d component of stator current, L' is the transient inductance, i_q is the q component of stator current, u_q is the q component of the stator voltage, Ψ_r is the rotor-flux vector's amplitude, , L_m is the magnetizing inductance, m is the machine's electromagnetic torque, m_l is the load torque on the shaft, Θ is the rotor's moment of inertia, F is the friction loss factor, p is the number of pole pairs, ω is the shaft angular speed and ω_{Ψ_r} is the rotor-flux vector's angular speed, $\omega_e$is the shaft's electric speed where $\omega_e = p\omega$.

2.3 New Dynamic Model Based on FEA

To obtain better transient results, the aforementioned dynamic model can be improved. The new dynamic model is based on the two-way data coupling between the dynamic modelling environment, which was MATLAB Simulink, and a finite element method software, which was FEMM during our investigation.

The two-way data coupling was implemented in the following way:

The MATLAB Simulink-based dynamic model passes the amplitude and frequency of the selected harmonics to the FEMM. Here FEA's are carried out which re-

sults can be analyzed to obtain the actual values of the dynamic model's parameters.

The implemented algorithm can be summarized in the following steps.

1. Define the maximum order of harmonics which will be taken into account
   The induction machine's simulation could contain PWM signals which cannot be fed directly into the FEM software. To overcome this issue, the maximum order of harmonics must be defined.

2. Discretize the model
   Having the maximum order of harmonics, the algorithm steps size can be set. Since all of the FEM softwares use discrete time solvers, the induction machine's model also needs to be discretized. For reasonable results, the step size should be the tenth part of the highest harmonic's period.

3. Update machine parameters
   In our algorithm a new machine model is used, which is shown in Fig. 3.

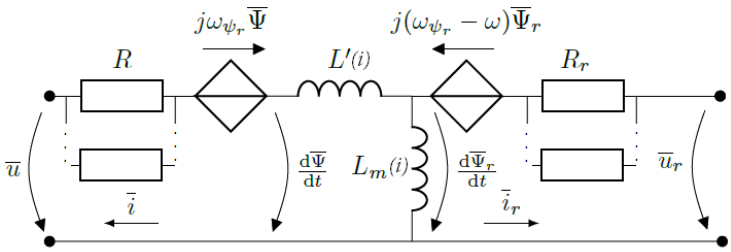


Figure 3
Modified equivalent circuit

The modification affects the both the stator and rotor resistances. In this model they are represented as resistance ladders with the same number of elements as the maximum examined order of harmonics. With this modification of the model the skin effect and the proximity effect can be added to the motor model. The update rate of the resistances are not the same, because they are representing each selected harmonics.

The transient and magnetizing inductances are also adjusted periodically and they will be calculated as the function of the current. All of these parameters are calculated in FEMM and passed to the MATLAB Simulink model. Comparing to the resistance, the update rate of the inductances are same, and can be the same as the highest order harmonic's sampling time.

3 Machine modeling

3.1 Concept and Implementation

The Electromagnetic Topology Analyser (EMTA) is a self-developed software tool for automated characterization of rotating electric machines, like Squirrel Cage Induction Machine, Permanent Magnet Synchronous Machine, Switched Reluctance Machine and Synchronous Reluctance Machine.

Topology refers to the combination of core geometry, material properties and winding scheme, being a simplified numerical representation of the physical machine. Operation of EMTA is based on a connection between a finite element software and a high-level control environment. Block diagram of EMTA, indicating the software components, is shown in Figure 4.

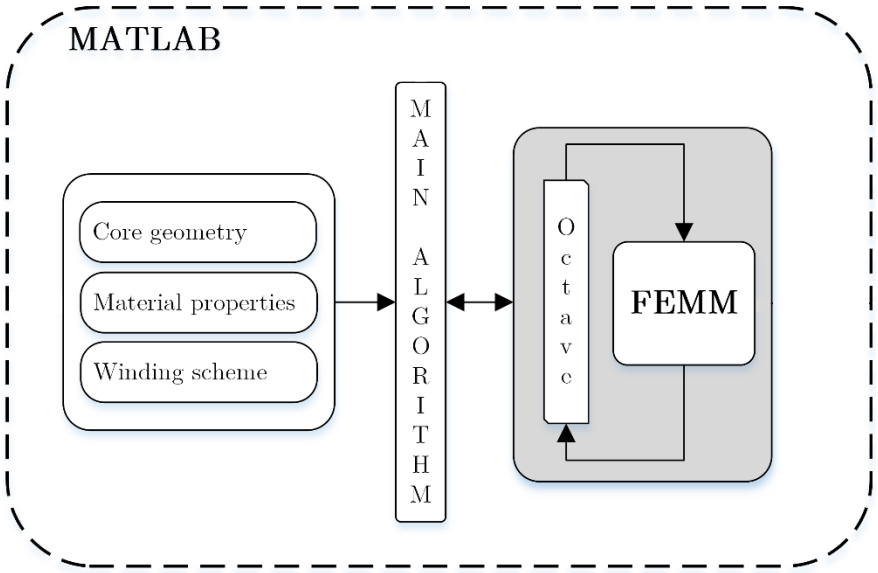


Figure 4
System diagram of Electromagnetic Topology Analyser and the selected components

According to Fig. 3.1., the high-level control was implemented in MATLAB 8.5 environment, while FEMM v4.2 was chosen as the finite element software. FEMM is a suite of programs for solving low frequency electromagnetic problems on two-dimensional planar and axisymmetric domains. The v4.2 solves linear/nonlinear magnetostatic problems, linear/nonlinear time harmonic magnetic problems, linear electrostatic problems, and steady-state heat flow problems [1].

Octave is practically an interface, which enables the automation of FEMM via a predefined set of MATLAB-functions. The syntax of an Octave program is similar to that of FEMM's Lua scripting language, but is more powerful due to the matrix-oriented nature of MATLAB. Octave distribution is installed with FEMM v4.2 [2]. Recent version of EMTA support the automated analysis of rotating machine topologies like SCIM, PMSM, SRM, SynRM, illustrated by Figure 5.

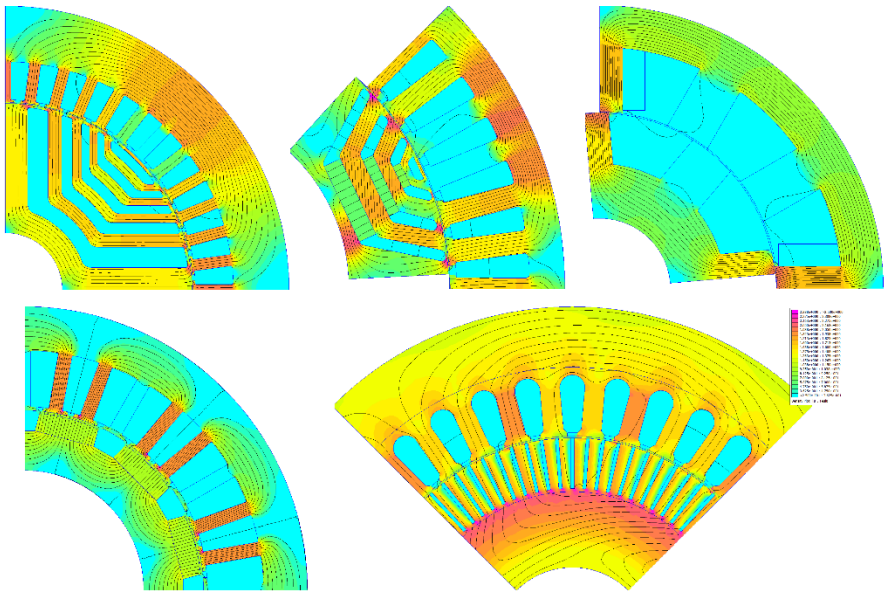


Figure 5
Various topologies that can be analyzed by EMTA

At the beginning of a new topology analysis process, the MATLAB program defines the corresponding input data, based on physical dimensions. Main Algorithm is a complex MATLAB routine, with separate modules for different machine types, which were design to be interchangeable. Topological similarities can be exploited due to this modular structure. To eliminate time-consuming repetitive human work and interaction, numerous automatisms were implemented:

- definition of the EM problem, boundary and symmetry conditions;
- model assembly (geometry + material properties + winding scheme);
- control of spatial discretization and solver algorithms;
- effective utilization of computational resources;
- raw data management and post-processing;
- extracting and storing useful information, visualization, data sharing.

3.2 Process of Topology Analysis

For geometrical modeling of a given topology, point with Cartesian-coordinates are assigned to certain points of the lamination layout. This way, geometry can be easily manipulated. By increasing the number of these reference points, we have the possibility to create complex geometries with various transitions (chamfers, fillets). Time demand of simulation increases due to geometrical complexity.

During a topology analysis, often hundreds of individual electromagnetic problems must be solved. In case of an induction machine, e.g. to obtain plant model parameters, an eddy-current problem is solved for a sequence of slip values, considering the significant components of the pulse-width modulated voltage supply. Main Algorithm organizes these individual problems into a sequence.

For meshing, i.e. discretization of the solution region by thousands of simple shapes, *triangle.exe* is applied by default. Mesh density, i.e. the number of nodes and their size, is crucial in terms of calculation accuracy and time demand. In a region of high gradients, like the airgap of rotating machines, mesh should be set properly dense. Mesh density for the reference design is shown in Figure 6.

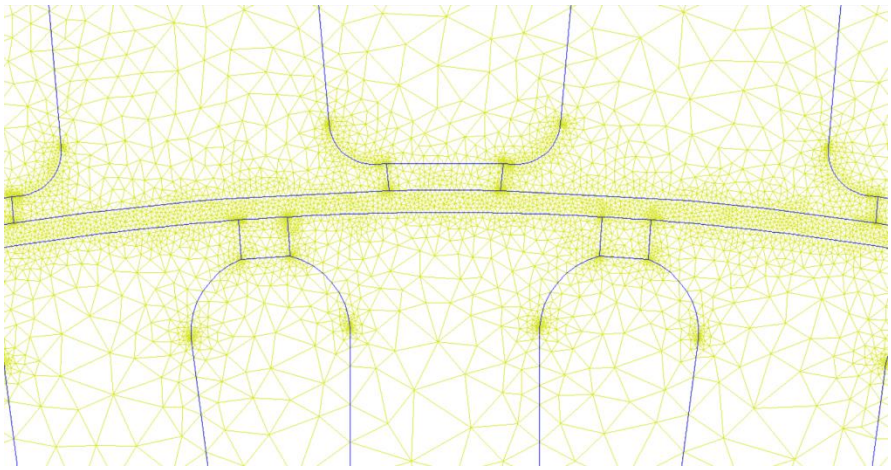


Figure 6
Default mesh density in the vicinity of air gap

Effective utilization of computational resources was carried out by a multithreaded programming technique, via the parallelization of solver instances. By applying this MATLAB feature, the time demand of an analysis sequence can be significantly reduced for eddy-current problems, as linear function of physical cores.

Figure 7 illustrates the flux-density plot of no-load condition for the ¼ machine.

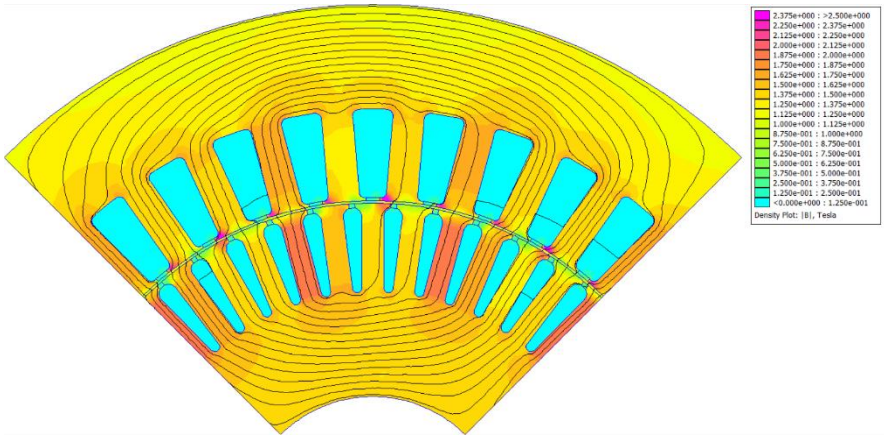


Figure 7
No-load flux-density plot for the modeled fraction of the induction machine

Parameter values for the plant model are calculated from field variables and then transferred to Matlab/Simulink environment for all relevant slip frequencies.

4 Conclusion

The presented simulation approach is capable of performing a rapid and computationally efficient coupled analysis, considering machine and drive domains with two-way data transfer. Further development plans includes not only total validation, but extending capabilites to other machine types as well.

References

[1] Meeker, D.
Finite Element Method Magnetics v4.2 : User's Manual
http://www.femm.info/Archives/doc/manual.pdf, 2015

[2] Meeker, D.
Finite Element Method Magnetics – OctaveFEMM v1.2 : User's Manual
http://www.femm.info/Archives/doc/octavefemm.pdf, 2010

Olimpinfo, a convenient event calendar for the 2020 Tokyo Summer Olympics

Németh Sándor

Appoholics Co., 12. Dobsina Street, Borsodszentgyörgy, Borsod-Abaúj-Zemplén County, 3623, Hungary

Abstract: Olimpinfo will be an Android Application that helps you follow the actual events, scores and results.
There are two reasons why I choose this as my project subject. The first one is that I know it from first hand how annoying are those useless traditional calendar-like printed event schedules and how frustrating is to find anything in them. My second reason for this is to try myself out in a „safe" enironment since I have never made an android app before.

Keywords: Mobile application; Convenience; Simplicity

1 Motivation Behind the Project

Obviously one of the motivations are connected to the fact that I had to do it for a class knowing I will get my grade based off how my project will turn out. I chose this subject because I thought I can handle this in a reasonable amount of time with reasonable quality. Another reason is that I was curious about if I can handle doing something I usually don't do and I have never done before.

2 Used Devices for the project

I think it is important to document the tools used for a project, so if someone finds a problem they can even track it back if it's something related to the equipment I am using.

2.1 Android Devices

Luckily I kept all my previous smartphones throughout the years so I had a variety of Android versions to test on. I will list from oldest to newest.

2.1.1 Sony Xperia T (LT30P)

This was my first smartphone and I am glad that I kept it because I can test applications on older and not as powerful devices as we have today.

The specifications that matters for this test:

- Screen resolution: 1280x720pixels
- Amount of RAM: 1GB
- CPU: Qualcomm Snapdragon S4 (Krait)
- GPU: Adreno 225
- Android version: 4.3

Figure 1

Xperia T (LT30P)

2.1.2 (Huawei) Honor 6 (H60-L04)

This phone is the first one on the list which is till can be used as a daily driver and would still do a decent job in it. It's not as powerful as the modern phones, but for someone who only uses it as a cellphone and as a media consumption device, it still does the job.

The specifications that matters for this test:

- Screen resolution: 1920x1080pixels
- Amount of RAM: 3GB
- CPU: Hisilicon Kirin 920
- GPU: Mali-T628 MP4
- Android Version: 6.0

Figure 2

Honor 6

2.1.3 Honor 8 (FRD-L09)

The Honor 8 is something I would consider as an average phone people are using today.

The specifications that matters for this test:

- Screen resolution: 1920x1080pixels
- Amount of RAM: 4GB
- CPU: Hisilicon Kirin 950
- GPU: Mali-T880 MP4
- Android Version: 7.0

Figure 3

Honor 8

2.1.4 Xiaomi Pocophone F1

Poco F1 is a relatively new phone with all the new features (and bugs).

The specifications that matters for this test:

- Screen resolution: 2246x1080pixels
- Amount of RAM: 6GB
- CPU: Qualcomm Snapdragon 845
- GPU: Adreno 630
- Android Version: 7.0

Figure 4

Xiaomi Pocophone F1

2.2 Laptop

It's an older model but more than suitable for this task.

The specification :

- Model number: X555DG-XO053D
- OS: Windows 10 Home
- CPU: AMD-FX 8800P
- RAM: 8GB

2.3 Android Studio

Android Studio is a free software that is specifically made for developers to make applications for Android. It is made by the same company that made the Android OS itself, so compatibility-wise it's the perfect tool to reach my goal.

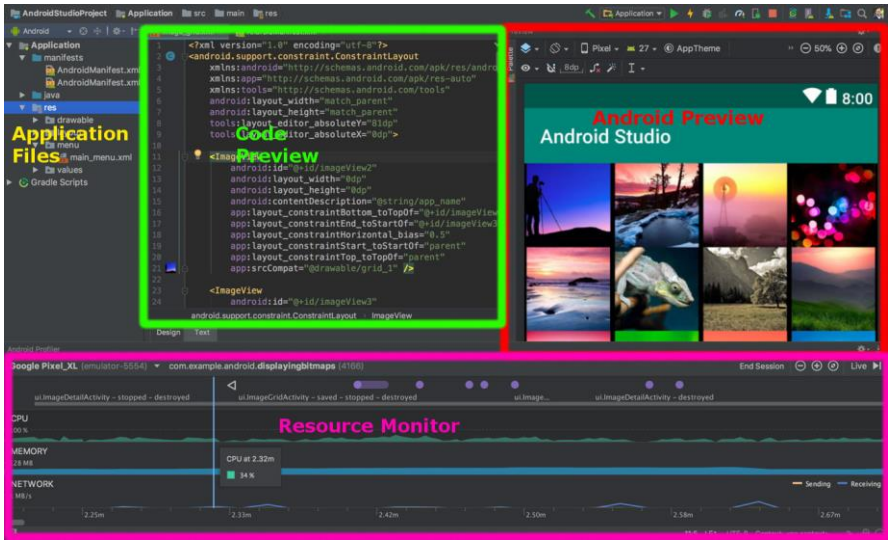


Figure 5

Android Studio's user interface

3 Steps of the Project

3.1 Information Gathering

3.1.1 Previous apps like this

Since event calendars and/or apps that let you follow specific events are everywhere I just name a type that I found while searching. The by far most common is the type of app that connected to a site which lets you bet on games or events. These are the apps I specifically got my ideas, since they are used by millions worldwide and they also made by a company with a huge profit margine. Whats the most outstanding feature about them is the simplicity, even a kid can use and understand those apps and get by while using them. This is certainly telling something about their target demographics but that's also a guideline for me, because these are the average people who are willing to use these kind of apps.

3.1.2 How to make an app

I choose this subject without any knowledge about app-making, so my biggest reason of choosing was to make this process as simple as possible. I already knew some code compliers but I also knew that would be impossible to build up an app from scratch just with hard coding. This is how I found out about Android Studio and also the massive community support behind it. There are literally thousands of videos and forums online even for the slightest problem.

3.2 Programming Languages

Choosing the right tool is always important for a job, so I wanted to choose the best possible programming language. On every forum I read they suggested Kotlin as an easy-to-learn language and the best for beginners. As for Java it's not as bad as they said it, and the way to go if you want to write something web based.

3.2.1 Kotlin

As a not-IT person I have never heard of this language so I was sceptical about using it. I read a lot about it just because it's higly possible that I have to use it in the future. Appearently it's one of the most used programming language, mainly because it's officially supported by Google therefore every phone out now can and should handle this language. It is a cross platform language, so it supposedly can make a good fit for PC programming too. The Syntax system is easy to learn and

quite logical to say so. Overall a promising language, but I choose not to use it in the end due to change in ideas of realization.

3.2.2 Java

Java is a well known and a kind of old programming language, but it's nonetheless one of the most wide spread of all. It's not only supported by Android but by literally everything that runs any code. It's the good old reliable of coding languages, it's not that well liked but always doing the job. I choose this language because a last minute change I made that shifted the whole app towards being a web based software.

3.3 Different ideas of realization

Obviously I had different ideas but all of them would cost too much time, effort or sometimes even money for just a project that I have to do for an university course about learning how to deal with projects.

3.3.1 Kotlin version

This version was the one I worked the most with. I did a lot of different version and all of them was overly ambitious. I wanted to pack it with a ton of features and extras that no one asked for. Most of these version didn't even made it to be an installable apk file but I learnt a lot while making them and messing around with the ideas I had at the time. I consider these as a stepping stone towards my final goal.

3.3.2 Final version based on Java

Suprisingly there is not much to say about this version. It is the final version that's available as an apk and it's working as intended. It's a web based application that show an excel-like table and has links attached to the location names. Simple to use and it was also simple to make.

3.4 Work Phases

3.4.1 Writing the Application

This is a clear step in this project, every software needs a code. Luckily for me this is also one of the easiest step in my project since I choose the less difficult way of making my application. Writing the code was literally just a few lines that conteined which websites to load in and a fine touch of adding functionality to the

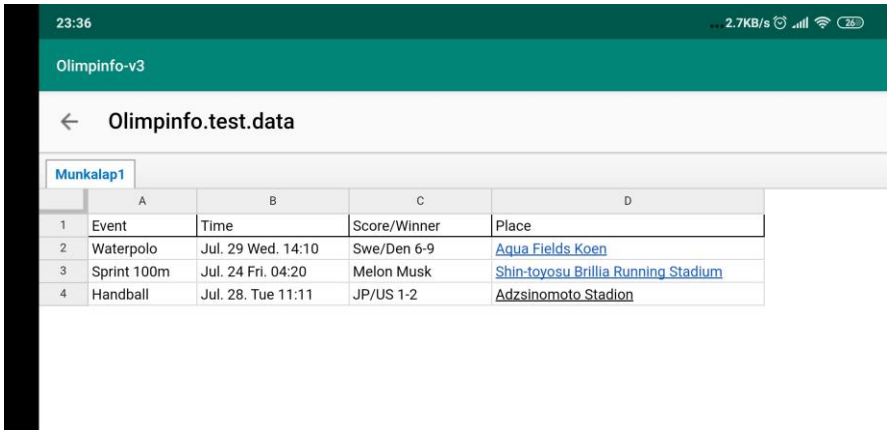
"back" button on android so it won't just exit the app when the user press it. Converting into apk and syntax checking was a built in feature of Android Studio so I just had to press a button to do it.

3.4.2 Testing

This is another easy to explain step. I just had to run it on every possible device I could get my hands on. Since I used java it has amazing backward compatibility and literally runs on every phone I have. Every function is working, the looks is a little bit rough around the edges but it does the job.

4 The Application itself

Opening the app will show the user a symple spreadsheet that contains every information about the event and the location of it. This spreadsheet can be modified witout changing the application and can also be expanded and refindet if that'sneeded.



	A	B	C	D
1	Event	Time	Score/Winner	Place
2	Waterpolo	Jul. 29 Wed. 14:10	Swe/Den 6-9	Aqua Fields Koen
3	Sprint 100m	Jul. 24 Fri. 04:20	Melon Musk	Shin-toyosu Brillia Running Stadium
4	Handball	Jul. 28. Tue 11:11	JP/US 1-2	Adzsinomoto Stadion

Figure 6
Spreadsheet view

In map view the user can see the place of an event and if they provide their location the map will show different ways and methods to get there. These are 100% google implementation into an app in a clever way, so the app is depending on them as well.

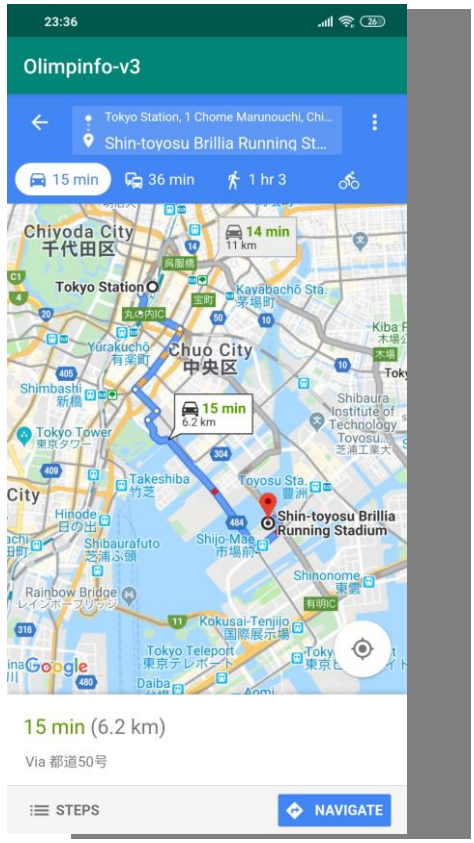


Figure 7
Maps view

Conclusions 10 pt

In conclusion, writing an application is not that hard but you need to have the right idea to realize the things you want to implement. Learning, or to be more precise getting familiar with a new programming language or to programming as a whole is not as hard as most people would think. Getting enough information is the single most important thing to do especially when you want to try something new. Overall I learnt a lot of skills and overcame a few of my bad traits. In my opinion everyone should do a project like this so they can learn better time management and do themselves a push to be more open for new tasks.

Bevezetés a személy- és vagyonvédelem területén alkalmazható IoT technológiákba – LoRaWAN technológia

Introduction to IoT technologies for personal and property protection – The LoRaWAN technology

Borsos Döníz

Biztonságtudományi Doktori Iskola, Óbudai Egyetem, 1034 Budapest, Bécsi út 96/b, Budapest Magyarország

borsos.doniz@phd.uni-obuda.hu

Absztrakt: Az IoT technológiák rohamos fejlődésének és elterjedésének köszönhetően napjainkban szinte nincs olyan terület, ahol ne lenne jelen az IoT . Nem kivétel ez alól a személy- és vagyonvédelem sem. Az IoT magyarázatára különböző megfogalmazásokat olvashatunk, összegezve: olyan beágyazott technológiákat alkalmazó fizikai eszközök alkotta hálózatok, melyek résztvevői egymással való kommunikációra és környezetük, állapotuk monitorozására képesek internethez hasonló struktúrában. Ezen technológiák közé sorolható a LoRaWAN is. A technológia alkalmazási lehetőségeihez fontos megismerni és megérteni a jellemzőit: technológia hátterét, előnyeit, hátrányait, korlátait és biztonsági kérdéseit. A személy- és vagyonvédelem eszközeinek tekintetében kiemelten hangsúlyos a megbízhatóság és az információbiztonság vonatkozása is. Az előadás ezen kérdéskörökkel foglalkozik.

Kulcsszavak: személy- és vagyonvédelem, IoT, LoRaWAN, biztonság, megbízhatóság

Abstract: IoT technologies are nowadays used in many fields. IoT can also be found in the field of personal and property protection. There are several explanations for IoT, summarizing: networks of physical devices using embedded technologies that communicate with each other and monitor their environment and state in a structure similar to the Internet. LoRaWAN is also an IoT technology. It is important to know and understand its features: technology background, benefits, drawbacks, limitations and security issues. Reliability and information security are paramount in personal and property protection.

Keywords: personal and property protection, IoT, LoRaWAN, securuty and safety, reliability

1 Bevezetés

Napjainkban az IoT fogalmával számos helyen találkozhatunk, de talán nem minden esetben van helyesen használva a kifejezés. Ezt azért nehéz meghatározni, mert az IoT[1] fogalmára sincs egy egyetemlegesen elfogadott definíció. Az absztraktban olvasható meghatározás több definíció felhasználásából lett megalkotva: olyan beágyazott technológiákat alkalmazó fizikai eszközök alkotta hálózatok, melyek résztvevői egymással való kommunikációra és környezetük, állapotuk monitorozására képesek internethez hasonló struktúrában[1][2 p. 35]. Több forrás szerint az IoT az RFID[2] technológia elterjedésével és az automatikus termékazonosítás megjelenésével azonosítható [2 p. 7-50].

A megfogalmazás több részből tevődik össze. Az első, hogy egy IoT rendszert beágyazott technológiákat alkalmazó fizikai eszközök alkotnak. Ez még nem tartalmaz semmi különlegességet, hiszen ilyen eszközök vesznek minket körül a mindennapjainkban is. A következő pont az eszközök egymással folytatott kommunikációja. Ez már kicsit jobban leszűkíti a kört, hiszen nem minden környezetünkben lévő eszköz kommunikál a többi eszközzel. A harmadik lényegesebb pont, az állapotuk és a környezetük monitorozásár való képesség. Egy hőmérő is képes a környezetének monitorozására, hiszen hőmérsékletet mér, de ettől még nem lesz IoT eszköz. Az IoT nem azt jelenti, hogy minden eszköz az Internetre csatlakozik, ezt gyakran el szokták téveszteni. Csupán annyit kell itt érteni, hogy ahhoz hasonló struktúrában kapcsolódnak egymáshoz az egyes eszközök és alkotnak hálózatot.

Az előadás és a cikk célja, hogy ismertesse a LoRaWAN technológia alapjait és megvizsgálja a személy- és vagyonvédelem területén való alkalmazásának lehetőségeit. A személy- és vagyonvédelem területe nagyon sok mindent foglal magában és elég széleskörű eszközrendszerrel rendelkezik. Ezeket mind figyelembe kell venni, ha egy technológia alkalmazását vizsgáljuk. Elképzelhető, hogy maradéktalanul kijelenthető, hogy egy adott technológia nem alkalmazható ezen a területen. Ennek a másik oldala, ha egy technológia minden területen alkalmazható. Belátható, hogy ennek az esélye igencsak csekély.

[1] IoT: Internet of Things – Dolgok Internete

[2] RFID: Radio Frequency IDentification – Rádiófrekvenciás Automatikus Azonosítás

2 LoRaWAN technológia rövid ismertetése

2.1 Technológia alapjai

A LoRaWAN hálózati technológia a LoRa technológián alapul, melyet a Semtech cég fejlesztett ki [3]. Az első kiadott eszköz 2013-2014-ben jelent meg. A szó két angol jelzőből tevődik össze: Long, Range. Ez a nagy kiterjedésre utal, mely magát a kommunikációt is jellemzi. 2015-ben alapult meg a LoRa Szövetség[3], melynek célja ezen technológia hálózati működésének szabályozása[4]. A technológia lényege, hogy nagy kiterjedésű, vezetéknélküli hálózatokat lehessen kialakítani, akár kedvezőtlen terepi viszonyok mellet is, mindezt a lehető legkisebb energiafelhasználás mellett. Ha figyelembe vesszük, hogy IoT technológoiáról beszélünk, akkor nem szabad megfeledkezni a mobilitásról és arról sem, hogy biztonságos kétirányú kommunikációt lehessen kialakítani. Maga a szabvány, melyet a LoRa Alliance frissít folyamatosan, lehetővé teszi a fejlesztők és felhasználók számára a rugalmas hálózatkialakítást és használatot.

A LoRa technológia a nagy hatótávolságát a speciális moduláció alkalmazásának köszönheti, mely a Chirp Spread Spectrum (CSS), azaz frekvenciasöpréses szórt spektrumú moduláció. A LoRaWAN kommunikációs protokoll az OSI modell alsó három rétegét határozza meg: a fizikai-, az adatkapcsolati réteg MAC alrétegét és a hálózati réteget. A LoRa és LoRaWAN kommunikációról elég széleskörűen lehetne írni, de csak a témakörhöz kapcsolódó legfontosabb ismeretek kerülnek kiemelésre.

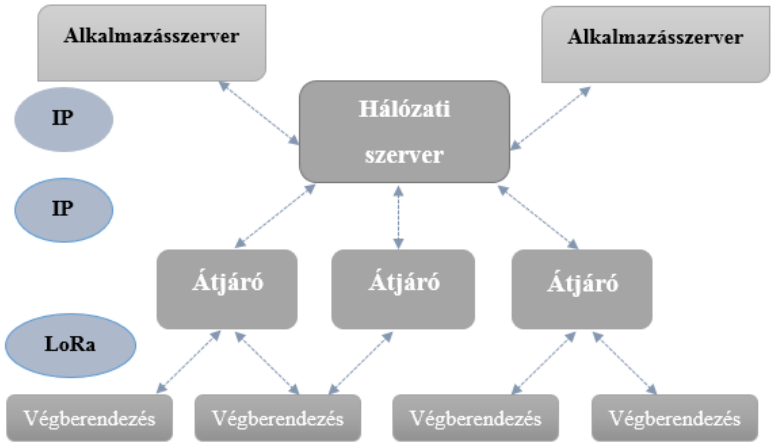
A jellemzők összefoglalva:

- 868MHz, 433MHz frekvenciák
- Vezetéknélküli rádiós kétirányú kommunikáció
- Frekvenciasöpréses szórtspektrumú moduláció
- 1% adási idő
- Csillag topológia
- Alacsony fogyasztás
- 10-15km áthidalható távolság
- 0,3-50kbps adatátviteli sebesség
- AES-128 titkosítás

[3] Hivatalos nevén: LoRa Alliance

2.2 Hálózati topológia

A LoRaWAN hálózati topológia az 1. ábrán látható. A hálózat résztvevői a végberendezések, az átjárók, a hálózati szerver és az alkalmazásszerverek. A végberendezések és az átjárók (gateway-ek) közötti kommunikáció LoRa-n keresztük történik. A felsőbb részekben pedig ez a kommunikáció az IP alapú gateway-en, a hálózati szerveren és az alkalmazásszerveren folyik.



Ábra 1
LoRaWAN hálózat feépítése[4]

A végberendezésekhez különböző érzékelők és beavatkozók kapcsolódnak. A végberendezések az átjárókkal kommunikálnak, akár egyszerre több átjáró is megkaphatja üzeneteiket. A végberendezések egymással is kapcsolatban állhatnak pont-pont kialakításban. Ez azonban nem felel meg a LoRaWAN specifikációnak, így csak a hálózati szerveren keresztül zajlik az adatforgalom.

Egy hálózaton belül több átjáró is helyet kaphat, mely növeli a rendszer megbízhatóságát A gateway-ek fogadják a végberendezések felől érkező üzeneteket, melyeket a hálózati szerver felé továbbítanak. Létezik már olyan kialakítás, ahol az átjáró hálózati szerver szerepet is felvehet.

Az alkalmazásszerver és a hálózatiszerver egymással áll kapcsolatban, melyek fizikailag akár lehetnek egy eszközön is. A hálózati szerver feladata a hálózat forgalmának monitorozása és irányítása. Az alkalmazásszerver végzi az adatok dekódolását és a felhasználó számára érthető módon való megjelenítését. Itt, egy hálózathoz, akár több alkalmazás is kapcsolható felhasználás függvényében.

[4] Korábban publikált ábra alapján szerkesztve.

2.3 Végberendezések

A végberendezéseket három osztályba sorolhatjuk működési módjuk szerint. Mindhárom esetben támogatott a kétirányú kommunikáció. Az A osztályú működés fogyasztásra optimalizált. Üzenetküldést követően két vételi ablak kerül megnyitásra. Ez azt feltételezi, hogy bármikor küldhetünk a végberendezés számára üzenetet a hálózati szerver oldaláról, de azt csak az azt követő küldés után tudja fogadni. A B osztályú végberendezések az előző kiegészítése extra, ütemezett vételi ablakokkal. C osztályú eszközök esetén nem kell számolni a várakozási idővel, folyamatos fogadásra képesek. Ennek a típusnak a legnagyobb a fogyasztása [5 pp. 10-13].

Az adatkommunikáció tekintetében kétirányú üzenetekről beszélhetünk: uplink és downlink. Uplink üzenet a végberendezéstől halad a hálózati szerver felé, a downlink üzenet iránya ennek a fordítottja [5 p. 12]. A felfeleirányuló üzenetek esetében beszélhetünk nyugtázottról és nyugta nélküliről [6 pp. 17-16]. Előbbire akkor lehet szükség, ha olyan üzenetet küld a végberendezés, aminek mindenképpen meg kell érkeznie.
A végberendezések hálózati működéséhez különböző azonosítókra, kulcsokra és aktiválási módra van szükségünk. Az azonosítók és kulcsok a következők :

- Device Address: 32 bit-es, hálózaton belül eszközönként egyedi, minden üzenetben szerepel, eszköz azonosítására használatos.
- Network Session Key[5] és az Application Session Key[6]: 128 bits AES[7] titkosítási kulcs az adatok kódolására és dekódolására.

Ezeket az azonosítókat és kulcsokat a végberendezésnek és a hálózati szervernek is ismernie kell. A hálózati mód megadása kétféle lehet: OTAA[8] és ABP[9]. ABP csatlakozási mód esetén a végberendezés felől egy kérés érkezik a hálózati szerver felé, ha az azonosítók és a kulcsok egyeznek, akkor létrejön a kapcsolat. Ezt csak egyszer kell megtenni a hálózati működés megkezdése előtt. Ez a mód rejt magában némi veszélyt, hiszen a kulcsok állandók, így a fejlesztők ismerhetik. Az OTAA csatlakozási módnál, sikeres kapcsolódás után, kézfogásos kapcsolat jön létre a végberendezés és a hálózati szerver között. A kulcsok folyamatosan cserélődnek, így egy sokkal biztonságosabb kapcsolat biztosított. [5 pp. 47-56]

[5] Hálózati munkamenet kulcs.
[6] Alkalmazás munkamanet kulcs
[7] Advanced Encryption Standard (AES): elektronikus adatok titkosításának egy módszere
[8] Over-the-Air Activation
[9] Activation by Personalization

3 Alkalmzások

A Bevezetésben tárgyaltak alapján, a következőkben kiemelésre kerül néhány fontos kérdéskör a technológia alkalmazásával kapcsolatban. Ez követően kerülnek ismertetésre a technológia alkalmazási lehetőségei a személy- és vagyonvédelem egy részterületén.

3.1 A technlógia biztonsági és megbízhatósági kérdései

Ennél a témakörnél számos tényezőt kell figyelembe venni. Az első a hálózat rendelkezésre állása. Ezen belül 3 területet különböztetnék meg: végberendezés, gateway, szolgáltatások. A végberendezések (ezen belül a LoRa modulok) kifejezetten telepes működésre lettek felkészítve. Itt a nem jól méretezett akkumulátor nem megfelelő működést eredményezhet. Minden esetben szükséges a töltöttségi szint figyelése, hiszen a nem megfelelő töltöttség mellett a kommunikáció nem megvalósítható. Amit a végberendezések tekintetében még ki kell emelni, az az antenna helyes megválasztása és az adatátviteli sebesség figyelembevétele. Az adatátviteli sebesség (0,3kbps-50kbps) tekintetében arra kell figyelmet fordítani, hogy milyen hosszúságú adatot és milyen információtartalommal kívánunk továbbítani vagy fogadni. Minden technológia esetében be kell látni a pozitív tulajdonságokat és a korlátokat is. LoRaWAN hálózaton nem tudunk kép- és hanginformációt átküldeni a megszokott módon. A gateway-ek esetében a lefedettség kérdése egy nagyon fontos szempont. Ezt nagyban befolyásolja, hogy saját eszközökkel dolgozunk-e, vagy valamilyen szolgálató hálózatát vesszük igénybe. Szolgáltató esetén, számolni kell azzal az eshetőséggel, hogy a lefedettség a nekik üzleti szempontból jelentős területekre korlátozódik. Saját gateway esetében, pedig az alkalmazáshoz kell igazítani a választást. A piacon számos típusú átjáró megtalálható, beltéri és kültéri kivitelben is. A gateway-ek szempontjából a túlterhelést is figyelembe kell venni. Ez szintén visszavezethető a típus kiválasztására. A szolgáltatókról már több szó is esett. Itt fontos szempont megvizsgálni azt, hogy milyen feltételeket vállal egy szolgáltató, és a tervezett alkalmazásunkhoz az igazodik-e.

A következő kérdéskör az adattovábbítás gyakoriságának korlátozása. LoRaWAN kommunikációnál az adás kitöltési tényezője 0,1%, valahol 1% lehet. Ez nagyban befolyásolja az alkalmazhatóság körét, itt visszautalva a kép- és a hanginformáció átvitelére. Az alapértelmezett három csatorna mellett további csatornák is használhatók, ezáltal növelhető az adattovábbítás gyakorisága. Az gyakoriságnál nem szabad megfeledkezni a fogyasztásról, hiszen minél több adatküldés történik, annál nagyobb lesz a fogyasztás. A hálózat túlterhelése visszavezethető a szolgáltató vállalásaira, a megfelelő gateway kiválasztására és a csatornahasználatra is. Természetesen itt előfordulhat szabotázs is, de jól méretezett rendszer esetében ennek nincs jelentős következménye. A végberendezéseknél bekapcsolható az úgynevezett adaptive data rate (ADR). Ez

azt jelenti, hogy a kommunikáció során. a környezeti feltételek és a távolságok figyelembevételével, a rádiófrekvenciás jellemzőket a szerver automatikusan egy optimális értékre állítja.

Fontos szempont még a környezeti tényezők területe. Bár a LoRaWAN technológia a speciális modulációjának köszönhetően extrém körülmények között (szélsőséges időjárás, város, pince, vasbeton épületek) is jól alkalmazható, mégis egy fontos tervezési szempont.

Az utolsó dolog, amit kiemelnék, az a hálózati csatlakozási mód kiválasztása. ABP mód használata esetén a fejlesztő a beállított kulcsokat nagy valószínűséggel ismeri. Ezekkel a kulcsokkal fog működni a hálózatban az eszköz azok megváltoztatásáig. Ezért, az ABP mód csak fejlesztési fázisban javasolt. A felhasználóhoz került alkalmazásokban mindenképpen OTAA csatlakozási mód használatos.

A felsorolt szempontokon kívül természetesen még számos körülményt figyelembe lehet venni, de ezek tekinthetők a legfontosabbaknak.

3.2 A technológia alkalmazásai

A személy- és vagyonvédelem része a vagyonvédelem. A vagyonvédelmen belül az egyik legjelentősebb terület az elektronikus vagyonvédelem vagy elektronikus jelzőrendszerek. Ezt további alkategóriákra oszthatjuk. Berek Lajos Biztonságtechnika könyvében megjelenő csoportosítás alapján: kültéri védelem, behatolás-jelző rendszerek, beléptető rendszerek, távfelügyelet, CCTV, elektronikus áruvédelmi [6 pp. 15-36]. Ha ezen csoportosítás mentén haladunk végig, akkor néhány területet már a legelején ki is zárhatunk.

Korábbi részekben említésre került, hogy a LoRaWAN technológia nem arra való, hogy kép- és hanginformációt továbbítsunk vele. Ennek tükrében a CCTV rendszereket ki is zárhatjuk, hiszen videókamerák felvételének továbbítására nem alkalmas a LoRaWAN kommunikáció.

A kültéri védelmet főként valamilyen típusú érzékelők alkotják. Az érzékelők meghatározott időközönként, de esemény detektálásakor mindenképpen továbbítanak információt a központ felé. A mindenképpen alatt üzemszerű működést kell érteni. Az érzékelőket két csoportba oszthatjuk a jelzés típusa alapján: analóg, digitális. A szenzorok működési elve és a mért mennyiség jelen esetben figyelmen kívül hagyhatók. Ha LoRaWAN technológiáról beszélünk, akkor azt kell figyelembe venni, hogy felhasználásával az érzékelő állapota a központ felé eljuttatható-e. A technológia kifejezetten alkalmazható erre, hiszen telepes működés támogatott, azaz nem szükséges kültérre történő vezetékezés és a szükséges méretű adatok továbbítására is megfelel. Ide sorolhatjuk a felületvédelmet is, hiszen szintén érzékelők jeleinek továbbításáról beszélünk. A

behatolásjelző rendszer esetében is hasonló a helyzet, itt is különböző érzékelőkkel találkozhatunk.

Beltér esetében megjelennek esztétikai szempontok is, melyek néha a biztonság rovására mennek. Az utólagosan feltelepített vezetékes eszközök esetén a falszerkezet megbontása szükséges vagy kábelcsatorna felszerelése. A megrendelő ilyenkor gyakran a vezetéknélküli megoldások mellett dönt, ezek elkerülésének érdekében. Jó alternatíva lehet a technológia használata ebben az esetben.

A beléptető rendszerek és az elektronikus áruvádelem csoportok egy kicsit körülményesebbek, hiszen mélyebben kell hozzá ismernünk a működési mechanizmusokat. A technológiának ezeken a területeken is lehet alkalmazási lehetőségeket megadni, de számos szempontot kell figyelembe venni a speciális esetek miatt. Így jelen cikk részét nem képezi.

Az utolsó nagyobb csoport a távfelügyelet. A távfelügyeleti megoldások között a GSM technológia a legelterjedtebb. A technológiának sajnos számos hátránya ismert. Néhányat kiemelve: szolgáltatóhoz kötött alkalmazás, nyitott hálózatok, időleges leterheltség. A legnagyobb problémát viszont a könnyű zavarhatóság okozza. Néhány dollárért vásárolhat bárki olyan készüléket, mellyel egy GSM-et alkalmazó eszköz kommunikációját zavarhatja. A GSM-es rendszereken kívül számos megoldás megjelent már a piacon, ilyen például az IP alapú átjelzés, de sajnos még mindig a GSM a legnépszerűbb. A LoRaWAN technológiával a felsorolt problémák legnagyobb része kiküszöbölhető.

A távfelügyeleti rendszereknél más szempontokat is figyelembe kell venni. A LoRaWAN technológiával kétirányú adatkommunikációt is meg lehet valósítani. Ezen felül, a kétféle felfele irányuló üzenettípusból az egyikkel nyugtázás is kérhető. Ez azt eredményezi, hogy azokban az esetekben, mikor nem egy adott eszköz jelenlétének az ellenőrzése a kérdéses, hanem valamilyen jelzés küldése, akkor van mód figyelni annak a megérkezését is.

Konklúzió

Az előzőekben ismertetekkel alapján, három területet jelölhető ki a LoRaWAN technológia vagyonvédelem területén való alkalmazására. Az egyik ilyen terület az érzékelők adatainak, jelzéseinek gyűjtése, kifejezetten olyan területeken, ahol a vezetékezés problémákba ütközik: kültér, speciális épületkialakítás, műemlék jellegű épület. A második terület a távfelügyeleti rendszerek. A LoRaWAN technológia jó alternatíva lehet akár a GSM-es rendszerek kiváltására. A harmadik terület, melybe valamilyen szinten az előző kettő is beletartozik, az a másodlagos rendszerek kialakítása. Be kell látni, hogy minden technológiának, így a LoRaWAN-nak is megvannak a korlátjai. Ha másodlagos rendszerként kerül beépítésre az elterjedt technológiákat alkalmazó eszközök mellé, akkor azokat jól kiegészíti. Gondoljunk csak egy GSM-es távfelügyeleti rendszerre és emellett

vezetékes összeköttetéseket alkalmazó érzékelőkre és központra. Ilyen esetben jó kiegészítés biztosít a LoRaWAN technológia.

A cikkben foglalt alkalmazások a személy- és vagyonvédelem területének egy kisebb részét érintették, kiemelve a technológia lényeges tulajdonságait és az alkalmazásának korlátait, megbízhatósági kérdéseit. Természetesen a LoRaWAN technológia esetében számos további alkalmazási lehetőségről beszélhetünk az érintett terület vonatkozásában.

Referenciák

[1] Industry 4.0: Dolgok internete
http://industry4.hu/hu/fogalomtar/dolgok-internete-iot
Megtekintés dátuma: 2019. 10. 10.

[2] IEEE: Towards a definition of the Internet of Things (IoT),
Revision 1 - 2015
https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf
Megtekintés dátuma: 2019. 10. 10.

[3] Dr. Holman Tamás: A LoRaWAN technológia hazai bevezetésének a tapasztalatai, Magyar Elektronika, 2018
https://www.magyar-elektronika.hu/10005-tartalom/2232-a-lorawan-technologia-hazai-bevezetesenek-a-tapasztalatai
Letöltés dátuma: 2019. 09. 19.

[4] LoRaAlliance: About LoRa Alliance
https://lora-alliance.org/about-lora-alliance
Megtekintés dátuma: 2019. 08. 05.

[5] LoRaAlliance: LoRaWAN™ 1.0.3 Specification, 2018
https://lora-alliance.org/sites/default/files/2018-07/lorawan1.0.3.pdf
Letöltés dátuma: 2019. 09. 10.

[6] Berek, Lajos: Biztonságtechnika. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2014

Blokk-alapú programozás a mikrokontroller oktatásban

Block based programming in microcontroller education

Borsos Döníz[1], Sándor Tamás[2]

[1]Biztonságtudományi Doktori Iskola, Óbudai Egyetem, 1034 Budapest, Bécsi út 96/b, Budapest Magyarország
borsos.doniz@phd.uni-obuda.hu

[2]Műszertechnikai és Automatizálási Intézet, Óbudai Egyetem, 1084 Budapest, Tavaszmező utca 17., Budapest, Magyarország
sandor.tamas@kvk.uni-obuda.hu

Absztrakt: A Google egy szolgáltatása, a Google Blockly, egyszerű felületet kínál a programozás bevezetésére. Az építőelemek (blokkok) segítségével könnyedén megvalósíthatók algoritmusok, egyszerűbb vagy összetettebb programok is. A grafikus felületnek köszönhetően sokak számára érthetőbbé, könnyebbé és elérhetőbbé tehető a programozás. A Blockly fejlesztőeszközhöz tartozik, hogy különböző nyelveken (például: Java, Python, Dart) követhető a blokkokból elkészített program. Az alapvetően támogatott nyelvek mellé adoptálhatók további nyelvek is. Jelenleg Blockly – AVR C környezet fejlesztésén dolgozunk. A felület segítségével egyszerű mikrokontrolleres programok valósíthatók meg T-Bird (Atmega128, Atmega64) board-ra. A fejlesztőeszköz a BlockBird nevet viseli.

Kulcsszavak: Google Blockly, BlockBird, AVR, mikrokontroller, C programozás, T-Bird

Abstract: One of Google's services, Google Blockly, provides a simple interface for getting started with programming The blocks make it easy to implement algorithms, simpler or complex programs. The graphical interface makes programming easier, more available and understandable. The Blockly development tool includes the ability to generate code from blocks in different languages (Java, Python, Dart). Additional languages can be adapted to the basic supported programming languages. We are currently developing a Blockly - AVR C environment. It is used to implement microcontroller programs for T-Bird (Atmega128, Atmega64) development tool. The development environment is called BlockBird.

Keywords: Google Blockly, BlockBird, AVR, microcontroller, C programming, T-Bird

1 Bevezetés

Napjainkban számos szakma van eltűnőben és kialakulóban, a programozáshoz kapcsolódó feladatkörök száma rohamos ütemben növekszik. Ennek köszönhetően, egyre többen kezdenek el programozni tanulni. Számos iskolában vezetik be és fejlesztik a programozás oktatását már kisebb gyerekek körében is. Ha műszaki felsőoktatásnál maradunk és azon belül a villamosmérnök képzést tekintjük, elengedhetetlen valamilyen programozási nyelvben (nyelvekben) való jártasság.

A programozás tanulására már a kezdeti szakaszában is számos olyan lehetőség áll rendelkezésre, mely megkönnyíti az elindulást. Egy ilyen, Google Blockly-n alapuló környezettel és annak fejlesztésével foglalkozik a cikk. A környezet segítségével blokkokból építkezve AVR C kód generálható Atmega mikrokontrollerekhez, T-Bird fejlesztőeszközökhöz.

A Google Blockly egy olyan nyílt forráskódú szolgáltatás, mely lehetővé teszi a blokk alapú vizuális programozás hozzárendelését különböző alkalmazásokhoz[1]. Tervezésekor a rugalmasság volt a fő szempont, mely támogatja a legkülönfélébb alkalmazások megalkotását. Használták már képernyő animációk programozásához, robotok vezérlésének elkészítéséhez, ezen felül hivatalos dokumentumok generálásához is.

Tekintve, hogy egy vizuális programozási nyelvről (VPL[1]) van szó, ismerni kell ennek jellemzőit és jelentőségét. Az ilyen típusú programozási nyelvek lényege, hogy grafikus elemek felhasználásával és módosításával hozhatók létre programok, nem szöveges leírással. Az ilyen típusú programozási nyelvek esetében általában blokkok mozgathatók a képernyőn, kialakítható ezek kapcsolata, huzalozása, használhatnak állapotgépeket, folyamatábrákat, ikonokat. Némelyik a grafikus elemeken felül szöveges részeket is tartalmaz.[2]

2 A Google Blockly könyvtár

Maga a könyvtár 2012-ben jelent meg először, de 2017 óra fejlesztik aktívabban. Lehetőséget biztosít szöveges nyelven történő kód létrehozására is. Alapértelmezetten ezek a nyelvek a Lua, JavaScript, PHP, Dart, XML és Python [3]. Más nyelvek esetén saját generátor létrehozása szükséges. Ez történt a fejlesztésünk során is, amikor az AVR C generátor került megvalósításra.

A könyvár alapja JavaScript-ben íródott, így könnyedén beágyazható weboldalakba, ezáltal böngészőből futtatható alkalmazásokat hozhatunk létre.

[1] VPL: Visual Programming Language – Vizuális Programozási nyelv

Maga a könyvtár nem tekinthető se nyelvnek, sem alkalmazásnak, csupán nyelvtani és ábrázolási alapot biztosít a fejlesztők számára. Mozgatható blokkokkal dolgozhatunk, melyek csatlakozási pontjukon keresztül illeszthetők egymáshoz. Ezekből az alapokból építkezve kell megalkotnia a fejlesztőknek a teljes nyelvi palettát és a generált, futtatható kódot. A blokkok használhatósága nagyban függ a kontextustól, az absztrakció szintjétől.

Számos Google Blockly-n alapuló környezettel találkozhatunk, mely nagy segítség lehet sokak számára, akik programozni tanulnak. Az ilyen fejlesztőeszközök célközönsége lehet mindenki, aki szeretne megismerkedni a programozással, de még nincsenek kellő ismeretei az elinduláshoz.

A legnépszerűbb Blockly-n alapuló alkalmazások a teljesség igénye nélkül:

- App Inventor for Android
- Kudo
- Pure Data
- Scratch
- Snap!

Tehát a Google Blockly-ra nem úgy kell tekinteni, mint egy hivatalos programozási nyelvre, hanem egy olyan eszközre, mellyel saját blokk nyelv alkotható meg. Amikor a Google Blockly-t használjuk egy alkalmazás létrehozásánál, mindig mérlegelni kell, hogy mely elemekre, milyen felületekre és nyelvre van szüksége a felhasználóknakk.

3 BlockBird

Az általunk fejlesztett Blockly – AVR C alkalmazás a BlockBird nevet viseli, mely a Google**Block**ly és a T-**Bird** elvevezésekre utal. A böngészőből futtatható felületen a C nyelv sajátosságainak és a T-Bird fejlesztőeszköz perifériáinak megfelelő blokkok kerültek megvalósításra. Ezen blokkokból automatikusan AVR C kód generálódik, mely fordítás után feltölthető a T-Bird fejlesztőeszközre. Az 1. ábrán a T-Bird3 fejlesztőeszköz látható a kiegészítő perifériákkal együtt.

Ábra 1

T-Bird3 fejlesztőeszköz kiegészítővel

3.1 A fejlesztés során figyelembe vett szempontok

3.1.1 A felhasználói közönség

A fejlesztés során számos szempontot figyelembe kell venni a megfelelő alkalmazás elkészítéséhez. Az egyik ilyen jelentős szempont a felhasználói csoport és a rá vonatkozó kérdések [4 p. 22].

Itt az egyik legfontosabb tényező a ezen csoport életkora, hogy hány éveseknek készül az alkalmazás. Alapvetően az alkalmazást egyetemi tanulmányaikat megkezdő villamosmérnököknek szánjuk, akik feltehetően betöltötték már a 18. életévüket. Ebben az esetben a felhasználók olvasási és értő olvasási szintje nem kérdés, hiszen érettségivel rendelkeznek. Az olvasásból adódik a következő szempont, a nyelvismeret. Műszaki területen az angol nyelv ismerete elengedhetetlen, így a magyar helyett, az alkalmazás teljes mértékben angol nyelvű.

A következő kérdéscsoport a felhasználók szakami kompetenciái. Ha az elsőéves villamosmérnököket tekintjük célközönségnek, akkor nem feltételezhető, hogy a mikrokontrollerek és a programozás világában jártasak. Ez persze nem zárja ki azt, hogy némelyikük foglalkozott már mikrokontroller programozásával.

Az alkalmazás fejlesztésekor figyelembe kellett még venni azt, hogy a felhasználó találkozott-e már hasonlóval. Mivel ez a környezet főként mikrokontroller bevezető oktatásához készül, feltételezi azt, hogy ezt meg kell előznie valamilyen előkészítő résznek. Ezalatt a logikus és algoritmikus gondolkodás fejlesztését kell érteni. Így feltételezzük, hogy a felhasználónak már van hasonló alkalmazás használatában gyakorlata. A jellemzők összefoglalását az 1. táblázat tartalmazza.

Táblázat 1
A felhasználói közönség jellemzőinek összefoglalása

Felhasználók életkora	18+
Felhasználók olvasási képessége	Értő olvasás
Nyelvismeret	Angol (feltételezett)
Tapasztalat a technológiával kapcsolatban	Nincs vagy minimális
Hasonló alkalmazás ismerete	Van

3.1.2 Alkalmazási terület

Az alkalmazás fejlesztésénél nagyon könnyű túlzásokba esni és rengeteg blokkot bezsúfolni. Ez sajnos nem szerencsés, mivel a felhasználót összezavarja. Ha túl

sok ideig tart megkeresni egy blokkot, vagy nem egyértelmű, hogy mi hol található, az nagyban rontja a felhasználói élményt és a használhatóságot [4 p. 22].

Első lépésben azt kell tisztázni, hogy mit lehet megvalósítani az alkalmazással és mit nem. Alapvetően az egész lényege, hogy a felhasználó élményhez jusson, egyszerűen tudjon mikrokontrolleres programot készíteni, melynek egyből láthatja az eredményét, például LED-et lehessen villogtatni. Az alkalmazásnak nem célja, hogy összetett, bonyolult beágyazott szoftvereket lehessen vele megvalósítani.

Mivel ez egy ismertető, bevezető szoftver, nem arra készül, hogy csak ebben kódoljanak a felhasználók mikrokontrollerekhez szoftvereket, azért tényleg csak a legszükségesebb elemeket kell tartalmaznia az eszköztárnak. Az alkalmazási terület jellemzőinek összefoglalása a 2. táblázatban olvasható.

Táblázat 2
Az alkalmazási terület jellemzőinek összefoglalása

Összetett beágyazott szoftver fejlesztése	Nem
Perifériák kezelése	LED-ek, gombok
Alkalmazás használatának megtanulása	Közepes mértékben szükséges
Blokkok száma	Minimális, csak a legszükségesebb

3.2 Működés ismertetése

3.2.1 Blokkok

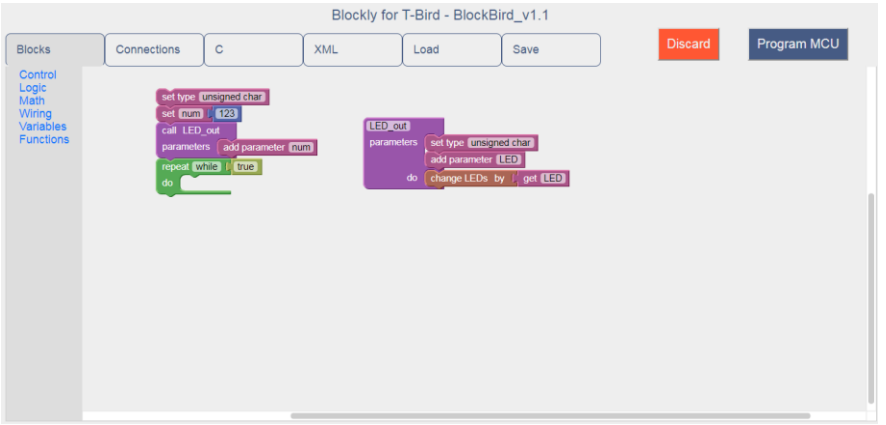
A blokkok 6 kategóriába kerültek csoportosításra:

- Control
    - Ez a csoport futás-idejű utasításokat tartalmaz: if, if-else, while, for, break, continue. Ezen felül itt található a késleltetése szolgáló blokk is.
- Logic
    - A csoportban találhatók: relációs operátorok, logikai and, or és not, true és false.
- Math
    - Ebben a kategóriában a következők találhatók: szám megadása, értékadás, aritmetikai- és bit operátorok.
- Wiring

- Ebben a csoportban a fejlesztői board-hoz kapcsolódó blokkok találhatók.
- A regiszterekre vonatkozó blokkok: PINn, PORTn, DDRn.
- PIN-ekre vonatkozó blokk: set, reset.
- LED-ekre vonatkozó blokkok: toggle és 8 bites érték kitétele a 8 db LED-re.

- Variables
  - Ez a kategória a változókkal kapcsolatos. Az itt lévő blokkok a következők: a változó típusának a megadása, a változó értékének az állítása, a változó értékének olvasása és a változó hozzáadása (függvényeknél használatos).
- Functions
  - A függvényeknél négyféle típusra vonatkozó blokk került kialakításra: függvény bemeneti paraméter és visszatérési érték nélkül, függvény bemeneti paraméter nélkül és visszatérési értékkel, függvény bemeneti paraméterrel és visszatérési érték nélkül, függvény bemeneti paraméterrel és visszatérési értékkel.

Az 2. ábrán az alkalmazás felülete látható egy elkészített példával, mely a 8db LED-eken jeleníti meg a 123-as értéket binárisan függvény használatával.



Ábra 2

BlockBird alkalmazás használat közben

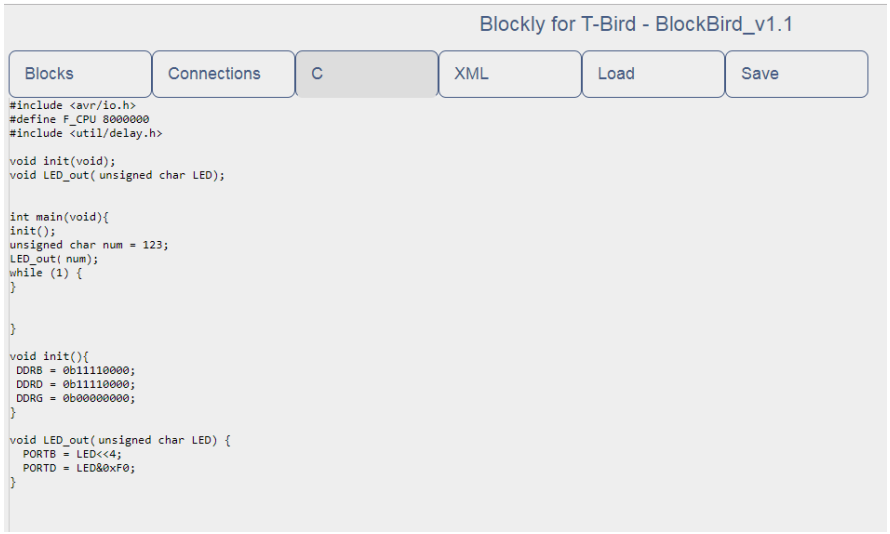
A munkaterületre helyezett blokkok egyesével törölhetők a Delete billentyűvel, az alkalmazásban lévő Discard piros gombbal pedig az összes blokkra végezhető el ez a művelet.

3.2.2 Generált kód

A C fül alatt érhető el a blokkokból generált kód. A jelenlegi verzió korlátjai közé tartozik, hogy csak char, unsigned char és int változó típusok adhatók meg. Ezen felül a függvényeknél csak egy bemeneti paraméter adható meg. A generált kód megfelelő fejlesztői környezettel lefordítható és felprogramozható a mikrokontrollerre.

A 3. ábrán látszik, hogy az avr/io.h és az util/delay.h header-ök kerülnek a fájlhoz hozzászerkesztésre és a mikrokontroller órajelének 8MHz kerül megadásra. Erre azért van szükség, mert a blokkok között megtalálható egy késleltetés, mely által a _delay_ms() függvény kerül meghívásra. Az intit() függvény is automatikusan bele kerül a kódba, melyben a LED-ekhez és a gombokhoz tartozó portok iránybeállításai történnek meg.

Az alkalmazásba több hibakezelés is implementálásra került. Ilyen például a blokkok kialakítása. A megfelelő kialakításoknak köszönhetően csak akkor illeszthetők össze az elemek, ha logikailag is összetartoznak. Egy másik példa a LED-ekre való 8 bites értéke kitétele. Ha a felhasználó nem 0-255 közötti értéket ad meg, akkor erre felugró ablak figyelmeztet és kommentként a kódba is bekerül a tartományra való figyelmeztetés.



Ábra 3

BlockBird alkalmazás kódgenerátor része

3.2.3 Mentés-betöltés, súgó

Az elkészített vázlatok mentésére is van lehetőség. A jelenlegi beállítás szerint a C:\Users_USERNAME_\BlockBird_projects mappáva kerül elmentésre. Menteni a Save fülön van lehetőség. A vázlat innen is betölthető és a Load fülön keresztül is, ahogy a 4. ábra mutatja.

Ábra 4

BlockBird alkalmazás mentés-betöltés

Az alkalmazásban kétféle súgó került megvalósításra. Az egyik úgy hozható elő, ha az egér-kurzort az adott blokkra húzzuk. Ekkor a blokk rövid leírását lehet olvasni. Abban az esetben, ha ez nem enne elég, a blokkra jobb egérgombbal kattintva elérhető egy Help opció. A Help-re kattintva az adott blokkhoz kapcsolódó holnapra tudunk elnavigálni.

4 Tapasztalatok és fejlesztési lehetőségek

4.1 Felhasználói vélemények

Egy fejlesztés során mindig fontos szempont a felhasználók véleménye, hiszen nem a fejlesztők, hanem ők fogják használni az alkalmazást. A felhasználói vélemények tekintetében elsőéves (100fő) és felsőéves (20fő) villamosmérnök hallgatókat kérdeztünk meg. A megkérdezett elsőéves felhasználók 90%-a használná az alkalmazást, ha arra lenne mód és tetszik nekik az elképzelés. A felsőéves hallgatók inkább tesztelési és szakmai célból lettek megkérdezve, hiszen nem ők a fő célközönség.

Minkét csoport hasznos véleményekkel és észrevételekkel segítette a fejlesztést. Különböző javaslatok érkeztek, melyeket a fejlesztés további szakaszában mindenképpen érdemes figyelembe venni. A javaslatok között szerepelt, hogy jó lenne egy olyan menüpont, ahol a gyakran használt blokkok találhatók, esetleg egy kereső opció is lehetne az alkalmazásban. Erre azért van szükség, mert így gyorsabban és egyszerűbben megtalálható a keresett blokk. A másik javaslat, amit kiemelnék, az egy folyamatosan frissülő kódterület a munkalapon. Ha egy ilyen lenne az alkalmazásban, akkor nem kellene fület váltani a generált kód megtekintéshez, és a felhasználó egyből látná, hogy mit állított össze a blokkokból az alkalmazás.

4.2 További fejlesztések

A fejlesztési lehetőségek közé egyértelműen sorolható a felhasználó visszajelzések megvalósítása. Ezen kívül természetesen még rengeteg dolog bekerülhet az alkalmazásba.

Az első ilyen fontos a dolog a mikrokontroller programozása. Jelenleg külső alkalmazásra van hozzá szükség, de későbbiekben ez beépítésre kerül, és egy gombnyomással feltölthetjük a hibátlan kódot a mikrokontrollerre. A másik dolog a kezelhető perifériák csoportjának bővítése. Jelenleg csak LED-ekkel és gombokkal van mód dolgozni. Ez a későbbiekben kiegészülhet a hétszegmenses kijelzőre, mátrixbillentyűzetre, LCD kijelzőre vagy akár az LM35 hőmérséklet mérőre is.

Amit még itt ki lehet emelni, az a kompatibilitás kérdése. Jelenleg T-Bird3 fejlesztőeszközzel kompatibilis az alkalmazás, de tervezetten a későbbiekben az egész családdal használható lesz.

Konklúzió

A BlockBird alkalmazás esetében egy összetett alkalmazásról beszélhetünk, hiszen egyszerre kell html-ben, JavaScript-ben és Python-ban fejleszteni, figyelembe kell venni a Google Blockly, a C programozási nyelv, az AVR-C programozási nyelv, az Atmega és a T-Bird sajátosságait is.

Az alkalmazás jelen állapotában is használható, de a fejlesztési folyamat még közel sem zárult le. Célunk egy jól működő és használható eszköz fejlesztése, melyet könnyen és szívesen vesznek elő a felhasználók, és akár oktatási célokra is megfelelő. A jelenben és a jövőben is erre törekszünk, és a fejlesztés folytatódik tovább.

Referenciák

[1] Google Blockly fejlesztői oldala: https://developers.google.com/blockly Megtekintés dátuma: 2019. 09. 10.

[2] Beate Jost ; Markus Ketterl ; Reinhard Budde ; Thorsten Leimbach: Graphical Programming Environments for Educational Robots: Open Roberta - Yet Another One?, Proceedings of 2014 IEEE International Symposium on Multimedia, pp. 381 – 386, DOI: 10.1109/ISM.2014.24

[3] Google Blockly: Útmutatók https://developers.google.com/blockly/guides/overview Megtekintés dátuma: 2019. 09. 10.

[4] Erik Pasternak ; Rachel Fenichel ; Andrew N. Marshall: Tips for creating a block language with blockly, , Proceedings of 2017 IEEE Blocks and Beyond Workshop (Blocks and Beyond), pp. 21-24, DOI: 10.1109/BLOCKS.2017.8120404

Napjaink ipari vezetéknélküli kommunikációnak lehetőségei

Borsos Döníz[1], Sándor Tamás[2]

[1]Biztonságtudományi Doktori Iskola, Óbudai Egyetem, 1034 Budapest, Bécsi út 96/b, Budapest Magyarország
borsos.doniz@phd.uni-obuda.hu

[2]Műszertechnikai és Automatizálási Intézet, Óbudai Egyetem, 1084 Budapest, Tavaszmező utca 17., Budapest, Magyarország
sandor.tamas@kvk.uni-obuda.hu

Absztrakt: A mai vezetéknélküli adatgyűjtőrendszerek számos lehetőséget biztosítanak annak érdekében, hogy folyamatainkról minél több információt tudjunk gyűjteni, feldolgozni, illetve ezek alapján döntéseket hozni. Ezt a tématerületet szeretnénk körbejárni, illetve olyan összehasonlításokat bemutatni, amelyek segítségével adott feladatra könnyebben tudunk megoldást találni, akár műszaki oldalról, akár gazdasági oldalról. Az egyes példák jól illusztrálják, hogy adott feladat esetében mennyire különbözők lehetnek a bemutatott technológiák.

Kulcsszavak: IoT, Internet of Things, adatgyűjtőrendszerek, Ipar 4.0, LPWAN, LoRaWAN, Narrow Bannd IoT, Sigfox, Zigbee

Abstract:

Keywords: IoT, Internet of Things, data collection systems, Industry 4.0, LPWAN, LoRaWAN, Narrow Bannd IoT, Sigfox, Zigbee

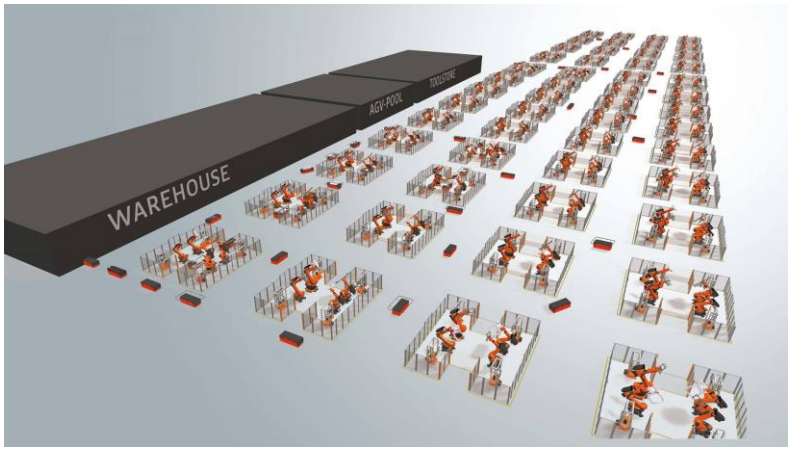
Bevezetés

Az Ipar 4.0 megjelenése és elterjedése az ipari kommunikációs hálózatokban erőteljes változást indukált. A gyártásautomatizálás hatékonyságának növelése az egyes nagy gyártócégekben új termelésirányítási megoldások megvalósítása irányában történő fejlesztéseket ösztönzött. A KUKA hitvallása, hogy "Az Ipar 4.0 digitálisan hálózatba kötött folyamatai lehetővé teszik, hogy a termékeket rugalmasabban, energia-hatékonyabban, az erőforrásokat jobban kímélve és individualizáltabban állítsuk elő kedvezőbb áron." [1]

Az egyik ilyen újszerű megoldással a KUKA Robotics rukkolt elő, amikor is bemutatta a mátrix elrendezésű gyártási megoldását. Ezzel a megoldással a cég példát szeretett volna mutatni arra, hogy a kihasználtsági csúcsok vagy erőforrások szűkösségét hogyan lehet optimalizálni. Az 1. ábrán bemutatott mátrictermelés során a logisztika és a termelés folyamait elkülönítve a SLAM-navigációs algoritmussal irányított AGV-k (Automated Guided Vehicles) segítségével megoldott alkatrész- és szerszámszállítással konfigurálható terméksemleges kategorizált és standardizált termelési cellákat hoztak létre terméksemleges berendezésekkel és termékspecifikus alapfunkciókkal.

Az AGV-k és az újszerű termelési cellák kiegészülnek KMR-sorozatú (KUKA Mobil Robotika) mobil robotrendszerrel is, így biztosítva, hogy az egyes termelési cellák belső szervezése is optimalizálható legyen, illetve speciális (például klimatizált vagy tisztaterekben) területekn is a dolgozóknak a munkavégzése könnyíthető.

Az ilyen jellegű termeléssel kisebb és gyorsabban változó szériák gyártása is gazdaságossá tehető, így alkalmazkodva a változó vevői igényekhez.



Ábra 1

A megoldás másik előnye a gyártósori megoldásokhoz képest, hogy a termelés átszervezése, illetve az esetleges meghibásodások nem okoznak akkora mértékű kieséseket, mint ahogyan az korábban tapasztalható volt. A mátrixtermelés az ipari léptékű termelési hatékonyság megőrzése mellett az individualizált sorozatokat jelentő vevői igények kielégítését képes megvalósítani, így ez a megoldás az Ipar 4.0 jelentős alkotóelemének tekinthető. A megoldáshoz belátható, hogy a logisztikai és termelési folyamatok pontos követéséhez nagymennyiségű szenzorra és a beavatkozóra van szükség, amelyek nyomkövetését és irányítását IIoT (Industrial Internet of Things) alkalmazásával lehet megoldani. A nagymennyiségű érzékelő és beavatkozó jelének a továbbítása nagymennyiségű vezetékezést feltételez, így egyrészének a kiváltása mindenképpen költségcsökkentő hatású, illetve telepítési idő lerövidülését jelentheti. Az AGV-k használata további vezeték nélküli kommunikációk alkalmazását feltételezi. Így összességében elmondható, hogy a mai korszerű ipari termelésben az Ipar 4.0 elveit alkalmazva, a felhő alapú számítástechnika, a big data révén a termelés digitalizációja lényegesen felgyorsul, és a vezeték nélküli kommunikációk egyre nagyobb teret kapnak.

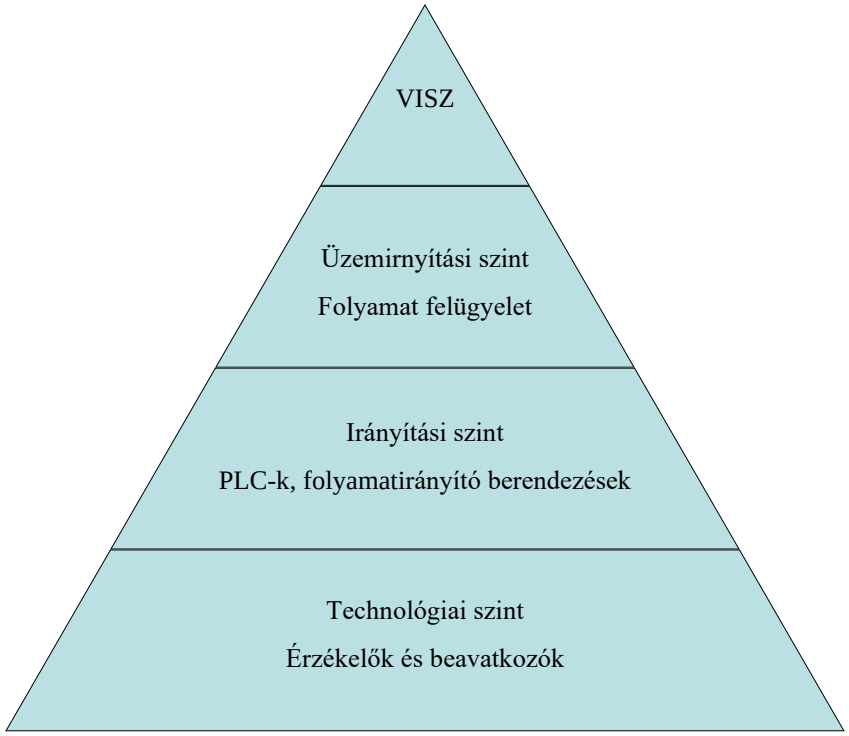
1 Ipari hálózatok

A számítógép hálózatok fogalmát a következőképpen adhatjuk meg: “Önállóan működő számítógépek fizikai összakapcsolása információcsere céljából.” [2]

Ezen definíció alapján már egyszerűen definiálhatjuk az ipari számítógépes hálózatok fogalmát a következőképpen: Az ipari számítógépes hálózatok a technológiai szint érzékelőinek és beavatkozóinak a hálózaton történő jeltovábbításától a vállalatirányítási rendszerek szintjén alkalmazott rendszerek közötti kommunikációt valósítja meg az irányítási szint és az üzemirányítási szint kommunikációján keresztül.

Az ipari hálózatok egyes funkcionális szintjeit a 2. ábra mutatja be, ahol az egyes kommunikációs hálózati megoldások jól követhetők. A technológiai szinten az érzékelők és a bevatakzók gyakran használt vezetékes hálózati összeköttetései az RS485, a CAN vagy az ipari Ethernettel kialakított buszrendszerek. Természetesen nagyon sok gyártó egyéb rendszerét is fel lehetne sorolni, de terjedelmi okokból erre külön nem térünk ki.

A vezetékes összeköttetések mellett természetesen egyre nagyobb teret nyernek a hálózati kommunikációban a vezeték nélküli hálózati kapcsolatok is, így mint a GSM, a Wifi, a Bluetooth, a Zigbee [6], vagy a nagyobb távolságok áthidalására alkalmas LPWAN hálózatok, és ennek jellegzetesebb képviselői a LoRaWAN, a NarrowBand IoT vagy a Sigfox.



Ábra 2

Ipari hálózatok felépítése

Természetesen a vezeték nélküli hálózatok esetében nagyon ellenérvet hozhatunk az ipari alkalmazhatóság területén, így kommunikáció zavarhatóságát vagy lehallgathatóságát. Az egyik gyakori hozzáférési lehetőség az OSI modell fizikai rétegében a lehallgatás, amelynek az eszközök kisugárzása alapján lehetséges, amit a TEMPEST fogalomköre tárgyal. [3] Továbbá további jellemzőket is figyelembe kell venni, így a bizalmasság, az adatok integritásának és a rendelkezésre állást.

2 Vezeték nélküli hálózatok

A vezeték nélküli hálózatok előző fejezetben azonosított problémái ellenére az ipari hálózatokban egyre inkább terjednek a vezeték nélküli kommunikációs alkalmazási lehetőségek, főleg az adatgyűjtő rendszerek esetében, hiszen a technológiából közvetlenül, vagy a technolóiát körülvevő környezetből egyre több információt gyűjtünk, sok esetben vezeték nélküli hálózati kommunikáció segítségével.

A korábbi gyakorlatban a terepi eszközök esetében a vezeték nélküli kommunikáció sok esetben a GSM kommunikációra korlátozódott, így országos méretű fogyasztásmérő rendszerek vagy flottakövető rendszerk esetében is GSM technológia segítségével kerültek gyűjtésre az adatok, ezzel jelentős havi költséget jelentettek a felhasználók számára. Emellett ezek a rendszerek könnyen zavarhatók voltak, néhány dolláros összegért ezekhez az eszközökhöz bárki hozzá is juthat.

Természetesen a Wifi hálózatok esetében is a korábbi titkosítási protokollok könnyebb jogosulatlan hozzáférést tettek lehetővé (WEP, WPA, WPA2), de a Wi-Fi Alliance által bejelentett Dragonfly nevű kulcscsere-mechanizmust alkalmazó WPA3 2018-as megjelenése ezen a helyezeten is jelentősen javíthat. A technológia korláta természetesen az áthidalható távolság, így terepi adatgyűjtésre nem ajánlott a használata.

A nagyobb távolságú terepi adatgyűjtőrendszerek esetében a LPWAN technológia eszközeit javasoltak a felhasználási feltételektől függően választva a LoRaWAN, a NbIoT és a Sigfox között. [9]

LoRaWAN [8]

A LoraWAN technológia ez előző kettőhöz hasonlóan a 868MH-es vagy 433MHz-es frekvencián működik. Az utóbbit jellemzően nem alkalmazzák, mivel azon a frekvencián számos eszköz működik (kapunyitók, játékok). Az elnevezés az angol long és range (nagy hatótávolság) szavakból tevődik össze, a WAN pedig a hálózati működésre utal. Speciális modulációjának köszönhetően, ami a frekvenciasöpréses szórtspektrumú moduláció, nagy hatótávolságú, így akár 15km-es átviteli távolság is megvalósítható. A másik két technológiához hasonlóan szintén alacsony fogyasztás jellemzi. A 0,3-50kbps-os adatátviteli sebességét tekintve, valahol a kettő között helyezkedik el. [5]

Narrowband IoT

A Narrow Band-IoT a Low Power Wide Area (LPWA) és a Narrow Band IoT (NB-IoT) szabványosított mobil technológia, amely a szolgáltatók jelenleg meglevő hálózatain fog futni. Alacsony energiafogyasztás mellett a beltéri környezetben való használatára is kitűnően alkalmas amellett, hogy a jelenlegi mobil hálózat lefedettsége ezzel a szolgáltatással lényegesen megnő. A technológia alacsony adatforgalomra került optimalizálásra, így egy cellán belül akár 50.000 szenzort is képes kezelni a rendszer. [10]

Sigfox

A Sigfox szintén a 868MHz-es frekvenciát használja, de számos tulajdonságában eltér a ZigBee-től. Az alkalmazott moduláció az ultra keskenysávú moduláció (UNB[1]). Szintén az alacsony fogyasztás jellemzi, és az alacsony adatátviteli sebesség, mely maximálisan 100bit/s nagyságú. A hálózati résztvevők csillag topológiát alkotnak egymással, mely középpontjában egy bázisállomás található. A Sigfox esetében a végberendezések által küldhető és fogadható adatok száma és mérete korlátozott. Naponta csak 140 üzenetet küldhetnek és csupán 4 darabot fogadhatnak. Ezek mérete és 12byte és 8 byte lehet. [7]

3 Adatgyűjtőrendszerek

A korábbi fejezetekben elemeztük, hogy az Ipar 4.0 milyen feladatokat fogalmaz meg a termelés jellemzőinek javítása érdekében, így az átláthatóság, a minőség, a rendelkezésre állás, a rugalmasság, a tudás digitalizálása és a folyamatok automatikus optimalizálása.

Ezeket a feladatokat vagy nagymértékű erőforrások gyors bevonásával vagy zöld mezős beruházás során a tervezés fázisától kezdve lehet elérni. Ha erre nincs lehetőség, akkor a másik megoldás, hogy lépésről lépésre kell az új megoldást megvalósítani, a termelést az új feltételekhez igazítani.

Ennek a folyamatnak ez első lépcsőjeként a vállalatoknak a fel kellmérniük, hogy folyamataik optimalizálásához milyen mért adatokra van szükségük (például ciklusidők, gépek folyamatadatai, környezeti adatok, stb.), majd ezen adatok alapján a folyamatelemzéseket követően a megfelelő beavatkozásokat kell elvégezni, immár alkalmazva a számítógép hálózatok adta lehetőségeket.

[1] UNB: Ultra Narrow Band - Ultra keskenysávú moduláció

A gyártási folyamatokból gyűjtött adatok elemzése nemcsak a gyártási folyamat valósidejű követését és szükségszerinti beavatkozását támogatja, hanem a termelési folyamatok optimalizálását jelentheti, és emellett a karbantartási folyamatok hatékonyabb tervezését is, vagy a vállalat energia ellátását, energia elosztását és felhasználását is.

Konkluzió

Napjaink ipari vezeték nélküli kommunikációjának lehetőségei közül bemutatásra került LPWAN technológiák közül a jelenleg hazai ipari és szolgáltatás területén a hagyományos GSM technológia mellett nagyobb hatótávolságban alkalmazható technológiaként az Antenna Hugária által országos szinten kiépített LoRaWAN technológia az ami számításba jöhet, illetve alkalmazásra ajánlott a saját korlátai között.

Referenciák

[1] Ipar 4.0 – Introduction

https://www.kuka.com/hu-hu/future-production/ipar-4-0/ipar-4-0-introduction, Megtekintés dátuma: 2019.10.31.

[2] Sándor Tamás – Dr. Schuster György: Informatika I., OE-KVK 2141, 2017

25p, ISBN szám: 978-963-449-047-0

[3] Frész Ferenc, Kálovics Tamás, Puha Gábor: Hálózatok Biztonsága, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Magyar Program 2014, ÁROP – 2.2.21 Tudásalapú közszolgálati előmenetel, 12p., 32-33p., 37-43p.

[4] New WiFi security features available in 2018,

https://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-introduces-security-enhancements

Megtekintés dátuma: 2019.10.31.

[5] LoRaAlliance: LoRaWAN™ 1.0.3 Specification, 2018
https://lora-alliance.org/sites/default/files/2018-07/lorawan1.0.3.pdf
Letöltés dátuma: 2019. 09. 10.

[6] Kern: Pikkerton szenzor hálózatok
https://www.kern.hu/termekek/szenzorok/pikkerton-zigbee-iot-sensor
Megtekintés dátuma: 2019. 06. 02.

[7] Sigfox: Produts
https://partners.sigfox.com/products
Megtekintés dátuma: 2019. 10. 03.

[8] LoRaAlliance: Cerified Products
https://lora-alliance.org/showcase/search?is_certified=1&categories_single=All&a=
Megtekintés dátuma 2019. 10. 04.

[9] Niemah I. Osman; Esra B. Abbas, Simulation and Modelling of LoRa and Sigfox Low Power Wide Area Network Technologies, 2018 International Conference on Computer, Control, Electrical, and Electronics Engineering (ICCCEEE), DOI: 10.1109/ICCCEEE.2018.8515816

[10] A Narrowband-IoT gyakorlati előnyei,
https://www.vodafone.hu/kozep-nagyvallalatok/iot/narrowband
Megtekintés dátuma 2019. 10. 04.

IoT alkalmazásának lehetőségei ipari környezetben

Borsos Döníz[1], Sándor Tamás[2]

[1]Biztonságtudományi Doktori Iskola, Óbudai Egyetem, 1034 Budapest, Bécsi út 96/b, Budapest Magyarország
borsos.doniz@phd.uni-obuda.hu

[2]Műszertechnikai és Automatizálási Intézet, Óbudai Egyetem, 1084 Budapest, Tavaszmező utca 17., Budapest, Magyarország
sandor.tamas@kvk.uni-obuda.hu

Absztrakt: Az Ipar 4.0 fogalmával lépten nyomon találkozhatunk nemcsak ipari környezetben, hanem a szolgáltatásban is. Az ipari forradalomnak manapság tapasztalt hatásai egyre szélesebb körben érződnek, így nagyban felgyorsítva és egyre hatékonyabbá téve folyamatainkat. A tématerület tárgyalása során kitérünk az általunk tapasztalt felhasználásokra, illetve rá kívánunk mutatni, hogy milyen területeken lenne érdemes ilyen jellegű fejlesztéseket végezni.

Kulcsszavak: LoRa, LoRaWAN, NB-IoT, Sigfox

Abstract: Nowadays, the concept of Industry 4.0 is present both in industry and in services. The effects of the industrial revolution today are becoming more widely felt. This makes processes faster and more efficient. This article gives you some of our experience with technology. We present various applications and development options.

Keywords: LoRa, LoRaWAN, NB-IoT, Sigfox

1 Bevezetés

Az IoT fogalomtárából kiindulva kiterjeszthetjük ezt a kört az iparra is. Az IIoT[1] rövidítés vagy kifejezés az ipariban alkalmazott IoT-ra és IoT technológiákra utal. Legfőbb pontja a gépek közötti kommunikáció, azaz a gép-gép kapcsolatok. Ezen felül a nagymennyiségű adatokon, azok gyűjtésén és feldolgozásán, esetlegesen a gépi tanuláson is jelentős hangsúly van. Az ipari IoT lényege a folyamatok hatékonyságának és megbízhatóságának növelése.

Az ipari IoT esetében nem a hétköznapi, háztartási IoT eszközrendszerre kell gondolni. Az IIoT esetében két terület emelhető ki az információs technológiák[2] és az operációs technológiák[3]. Ezek összessége alkotja az ipari dolgok internetét. Az automatizált gyártás eszköztárának hálózatba szervezése jelenti az IIoT-t, beleértve a szenzorokat és beavatkozókat, az ipari vezérlőket, HMI-ket, PLC-ket, felügyeletirányító rendszereket, adatgyűjtőrendszereket, elosztott vezérlőket. Az információs technológiák és az operációs technológiák összefonódása növeli a rendszerintegrációt, optimalizálja a gyártási folyamatokat, javítja a gyártás felügyelehetőségét, hatékonyabbá teszi a gyártást. [1][2]

Természetesen számos technológia áll rendelkezésre, melyek kiszolgálhatják ezeket a rendszereket. Ilyen vezetéknélküli technológiák a ZigBee, a Sigfox és a LoRaWAN. Természetesen a három kommunikációs technológián kívül számos lehetőséget számításba lehet még venni. Mindegyik esetében különböző tulajdonságok emelhetők ki, melyek alkalmassá teszik alkalmazásukat ipari környezetben. Nem minden feladat esetében jó megoldás valamennyi. Számos iparágat (agráripar, autóipar, közlekedés, élelmiszeripar, egészségipar) lehet említeni, ahol intelligens érzékelőket-beavatkozókat alkalmaznak távoli hozzáféréssel a környezet felügyelete céljából.

Az IIoT eszköztárát megfelelően alkalmazva számos előnyhöz juthat az adott vállalkozás. Előre jelezhetővé válnak a hibák, hatékonyabbá tehetnek egyes folyamatokat. Mindez pénzügyi előnyökkel jár, nem beszélve arról, hogy egyes folyamatok biztonságosabbá is válhatnak. Kiküszöbölhetők az emberi mulasztásból adódó hibák, kiesések és természetesen a balesetek száma is minimalizálható. Mindemellett, közelebb hozható a gyártás színtere és az irodai világ, mely számos további előnyt rejt magában.

[1] IIoT: Industry Internet of Things – Ipari dolgok internete
[2] IT: Information Technology – Információs technológiák
[3] OT: Operational Technology – Operációs technológiák

2 IoT technológiák

2.1 LPWAN

Az LPWAN (Low Power Wide Area Network) hálózatok az alacsony energiafogyasztású, nagykiterjedésű hálózatok. Ahogy a neve is elárulja, jellemzője a lehető legkisebb energiafelhasználás és nagy terület lefedése. Az ilyen hálózatokban a kommunikáció kétirányú és általában csillag elrendezésű a felépítése. Olyan alkalmazások és eszközök jellemzik, melyeknek alacsony az adatátviteli sebessége és nem szükséges túl nagy méretű adatok továbbítása. A hálózat kialakíthatóságánál a rugalmasság és a mobilitás is lényeges szempont. Olyan eszközök alkotják a hálózatokat, melyek hosszú élettartamra lettek tervezve alacsony fenntartási költség mellett. A nagy kiterjedésből adódik a nagy adatátviteli távolság.

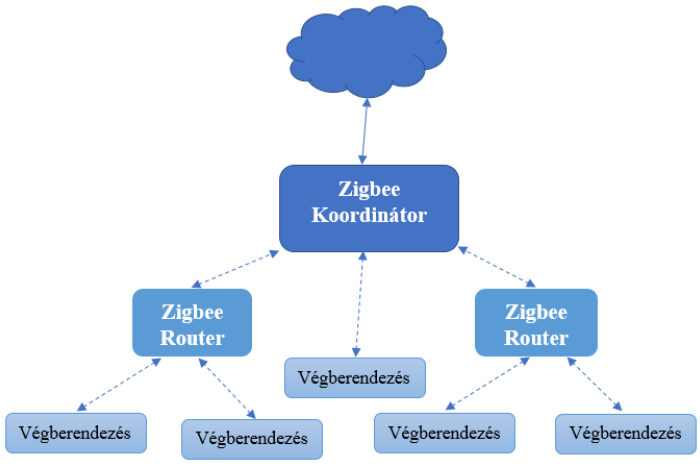
Az LPWAN hálózatok az IoT területén használatosak, melyek a továbbiakban felsorolt területekkel is kapcsolatban állnak. Ilyen terület lehet a gép-gép közötti kommunikáció, az ipari automatizálás. Tipikus alkalmazási példája a mérésadatgyűjtő rendszerek és telepes alkalmazások. ezen kívül megjelenik még az okos város, okos otthon alkalmazásokban és a mezőgazdaság területén is. A következőben három IoT technológia főbb jellemzője kerül ismertetésre, mely az alkalmazási területek meghatározása végett elengedhetetlen.

2.2 ZigBee

A ZigBee egy nagyon alacsony energiafogyasztású, olcsó technológia. A fizikai rétegét az IEEE 802.15.4-es szabvány írja le. A kommunikáció két frekvencián is történhet, az egyik a 868MHz, a másik a 2,4GHz. Az előbbi frekvencián BPSK[4] modulációt, az utóbbin OQPSK[5] modulációt alkalmaz. A szabvány kezelésével és fejlesztésével a ZigBee Szövetség foglalkozik. A technológia széles körben elterjedt, népszerűségét alacsony fogyasztásának és árának köszönheti. A technológia nagy előnye a kompatibilitás, hiszen bármilyen gyártó terméke használható egymással a szigorú szabályozások miatt. [3]

A hálózat kialakítása tekintetében különböző topológiák jelennek meg. Az egyik ilyen a pont-pont kapcsolat két Zigbee eszköz között. Ebben az esetben nem beszélhetünk LPWAN-ról. További kialakítások a csillag és a fa elrendezés. A ZigBee esetében a mesh hálózatoknak van fő jelentősége. Ez esetben nagy kiterjedésű hálózatok alakíthatók ki, akár önszerveződő módon.

[4] BPSK: Binary Phase Shift Keying – Kétállapotú fázis-billentyűzés
[5] OQPSK: Offset quadrature phase-shift keying – Eltolt négyállapotú fázis-billentyűzés



Ábra 1
ZigBee hálózat

Az adatátvitel tekintetében két eszköz között áthidalható távolság 10-100m között alakul, azonban mesh hálózatok esetében ennél sokkal nagyobb területek is lefedhetők. A hálózati résztvevők (1. ábra) a következők: végberendezések, routerek és koordinátorok. A végberendezések a routerekhez csatlakoznak, de csatlakozhatnak a koordinátorokhoz (átjárókhoz) is. A végberendezések feladata az adatgyűjtés/vagy a beavatkozás. A router-ek a hálózatszervezésért és a hatótávolság növeléséért felelősek. A koordinátorok továbbítják a beérkező adatokat a szerverek és azalkalmazások felé. Az adatátviteli sebesség 250kbit/s is lehet 2,4GHz-es frekvencia tartományban.

2.3 Sigfox

A Sigfox szintén a 868MHz-es frekvenciát használja, de számos tulajdonságában eltér a ZigBee-től. Az alkalmazott moduláció az ultra keskenysávú moduláció (UNB[6]). Szintén az alacsony fogyasztás jellemzi, és az alacsony adatátviteli sebesség, mely maximálisan 100bit/s nagyságú. A hálózati résztvevők (2. ábra) csillag topológiát alkotnak egymással, mely középpontjában egy bázisállomás található. A Sigfox esetében a végberendezések által küldhető és fogadható adatok száma és mérete korlátozott. Naponta csak 140 üzenetet küldhetnek és csupán 4 darabot fogadhatnak. Ezek mérete és 12byte és 8 byte lehet. [4]

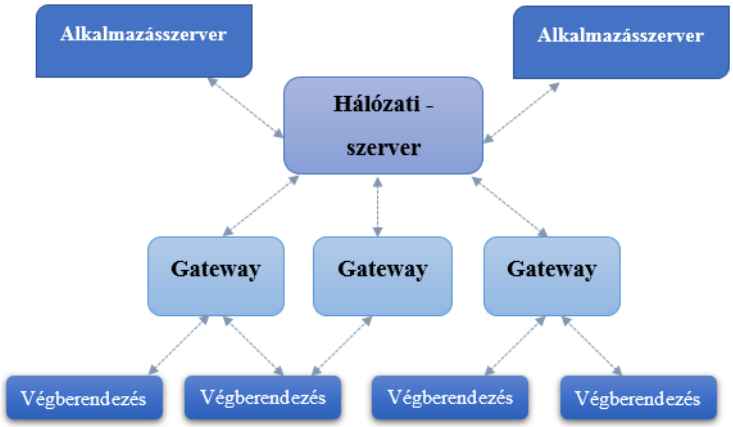
[6] UNB: Ultra Narrow Band - Ultra keskenysávú moduláció

Ábra 2
Sigfox hálózat

A bázisállomásokhoz kapcsolódnak a végberendezések, melyek között a távolság városon kívül 30-50km is lehet, városon belül 1-3km. Jelenleg 60 országban került kialakításra Sigfox hálózat (ebbe Magyarország is beletartozik), melyek között szabad az átjárás. Központi irányítója a Sigfox francia vállalat. Privát hálózatok nem alakíthatók ki, így szolgáltatóhoz kötött a felhasználás, mely szolgáltatáshoz az adatok tárolása is hozzátartozik így a felhasználó a szolgáltatón keresztül juthat hozzá ezekhez.

2.4 LoRaWAN

A LoraWAN technológia ez előző kettőhöz hasonlóan a 868MH-es vagy 433MHz-es frekvencián működik. Az utóbbit jellemzően nem alkalmazzák, mivel azon a frekvencián számos eszköz működik (kapunyitók, játékok). Az elnevezés az angol long és range (nagy hatótávolság) szavakból tevődik össze, a WAN pedig a hálózati működésre utal. Speciális modulációjának köszönhetően, ami a frekvenciasöpréses szórtspektrumú moduláció, nagy hatótávolságú, így akár 15km-es átviteli távolság is megvalósítható. A másik két technológiához hasonlóan szintén alacsony fogyasztás jellemzi. A 0,3-50kbps-os adatátviteli sebességét tekintve, valahol a kettő között helyezkedik el. [5]



Ábra 3
LoRaWAN hálózat

A hálózati topológia csillag, melyben a végberendezések, az átjárók, a hálózati szerver és az alkalmazásszerver vesznek részt (3. ábra). A végberendezések a környezetükből gyűjtött adatokat a gateway felé továbbítják, melyből egy hálózatban akár több is lehet. Az hálózati szerver és az alkalmazásszerver fizikailag egy eszközként is megjelenhet. Privát és szolgáltatóhoz kötött hálózatok is kialakíthatók LoRaWAN technológiával. Az adási idő itt is korlátozott, a kitöltés 1%, de van, ahol csak 0,1% lehet.

3 Alkalmazások

Az előző fejezetben bemutatott technológiák ipari alkalmazási területei a következők lehetnek:

- „Digitális gyár”
- Termelési folyamat figyelése
- Minőségellenőrzés
- Csomagolás optimalizálása
- Készletgazdálkodás, raktározás
- Logisztika optimalizálása
- Termékkövetés
- Ingatlankezelés

Foglaljuk össze az előző fejezetben ismertetett technológiák tulajdonságait az 1. táblázatban.

Táblázat 1

A technológiák összehasonlítása

	Zigbee	**Sigfox**	**LoRaWAN**
Frekvencia	868MHz 2,4GHz	868MHz	433MHz 868MHz
Moduláció	Kvadratúra fázis-billentyűzés vagy Bináris fázis-billentyűzés	Ultra keskenysávú	Frekvenciasöpréses szórtspektrumú moduláció
Adatátviteli sebesség	250kbps	100bps	0,2-50kbps
Adatátviteli távolság	10-100m	30-50km	10-15km
Kötöttségek	Privát hálózat	Szolgáltatóhoz kötött	Privát hálózat Szolgáltatóhoz kötött

ZigBee technológia a mindennapi életben főleg a világítástechnikában és különböző mérőeszközönél jelenik meg, így ipari felhasználását tekintve mérésadatgyűjtőrendszereknél használják. A felhasználási helyek közül néhány területet kiemelve: fogyasztásmérés, hőmérsékletmérés, páratartalommérés, vízszivárgásérzékelő, nyitásérzékelés [6]. Ezen kívül létezik számos konverter eszköz is. Ezek funkciója a ZigBee eszközök összekapcsolása valamilyen vezetékes ipari kommunikációval, mint például a MODBUS, RS-232, RS-485.

Sigfox tekintetében háztartási felhasználásra különböző környezeti paramétereket mérő szenzorokkal, vagyonvédelmi érzékelőkkel találkozhatunk [7]. Ipari területen szintén mérésadatgyűjtő termékek érhetők el, illetve ezen kívül olyan ezközök, melyek más technológiával kiegészítve működnek. Ilyen lehet a beltéri helymeghatározás BLE[7]-vel.

[7] BLE: Bluetooth Low Energy – Bluetooth alapú kommunikációs technológia

LoraWAN technológia esetében is hasonló szenzoros megoldásokkal találkozhatunk az előző kettőhöz. A fő alkalmazási terület a fogyasztásmérés, de ezen kívül számos eszköz készült nyomkövetésre, helymeghatározásra, parkolásfelügyeletre is [8].

Mindhárom technológiáról elmondható, hogy alacsony energiafogyasztású, és a LoRaWAN és a Sigfox esetében a nagy hatótávolság is. ZigBee és LoRWAN esetében kialakítható privát hálózat is, ezzel szemben a Sigfox esetében csak szolgáltatóhoz kötött megoldás lehetséges. Az előzőekben felsorolt kommunikációs technológiák felhasználási területei esetében is megtalálhatók átfedések.

ZigBee technológia használata abban az esetben javasolt, ha egy kisebb épületben vagy csarnokban kell néhány mennyiséget mérni, vagy egyszerűbb beavatkozásokat végezni. Mérésadatgyűjtés tekintetében például: hőmérséklet, páratartalom, fogyasztási adat mérése. Beavatkozás alatt pedig világítás kapcsolását vagy megváltoztatását, ajtó nyitását-zárását lehet érteni. A hatótávolság okozta korlátok mesh hálózatok kialakításával áthidalhatók, így mindenképpen ez a megoldás is javasolt.

A LoRaWAN technológiával valóban nagy kiterjedésű hálózatok valósíthatók meg. A Sigfox-szal szemben nagy előnye, hogy ténylegesen szimmetrikus kétirányú kommunikáció valósítható meg vele [9]. Sigfox esetében korlátozott számú, jóval kevesebb és kisebb méretű adat küldése lehetséges. A napi 140 (óránként 5-6 db üzenet) üzenet nem teszi lehetővé a folyamatos követést, csupán néhány helyzetinformáció küldhető. A LoRaWAN technológia esetében akár percenként vagy gyakrabban is küldhetők helyadatok.

Konklúzió

Az előzőekben tárgyaltak alapján a következő következtetések vonhatók le. Mindhárom technológia alkalmas lehet ipari IoT kommunikációra, kifejezetten mérésadatgyűjtőrendszerekben való alkalmazásuk javasolt. Épületen kívüli folyamatos helymeghatározásra és követésre a LoRaWAN technológia ajánlott. A Sigfox nagy hátránya a szolgáltatói kötöttség, de számos telepítési és karbantartási feladat takarítható meg alkalmazásával. Idő- és biztonságkritikus feladatok elvégzésére egyik technológia sem javaslt.

Referenciák

[1] TREND MICRO: Industrial Internet of Things (IIoT)
https://www.trendmicro.com/vinfo/us/security/definition/industrial-internet-of-things-iiot
Megtekintés dátuma: 2019. 09. 10.

[2] Emiliano Sisinni; Abusayeed Saifullah; Song Han; Ulf Jennehag; Mikael Gidlund, Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions, 2018 IEEE Transactions on Industrial Informatics, pp. 4724 – 4734, DOI: 10.1109/TII.2018.2852491

[3] IEEE 802.15.4-2015 - IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks

[4] Sigfox: Industry
https://partners.sigfox.com/sectors/industry
Megtekintés dátuma: 2019. 10. 03.

[5] LoRaAlliance: LoRaWAN™ 1.0.3 Specification, 2018
https://lora-alliance.org/sites/default/files/2018-07/lorawan1.0.3.pdf
Letöltés dátuma: 2019. 09. 10.

[6] Kern: Pikkerton szenzor hálózatok
https://www.kern.hu/termekek/szenzorok/pikkerton-zigbee-iot-sensor
Megtekintés dátuma: 2019. 06. 02.

[7] Sigfox: Produts
https://partners.sigfox.com/products
Megtekintés dátuma: 2019. 10. 03.

[8] LoRaAlliance: Cerified Products
https://lora-alliance.org/showcase/search?is_certified=1&categories_single=All&a=
Megtekintés dátuma 2019. 10. 04.

[9] Niemah I. Osman; Esra B. Abbas, Simulation and Modelling of LoRa and Sigfox Low Power Wide Area Network Technologies, 2018 International Conference on Computer, Control, Electrical, and Electronics Engineering (ICCCEEE), DOI: 10.1109/ICCCEEE.2018.8515816

Fémek mikroszkópikus viszkozitásának egy lehetséges új elméleti modellje

Farkas Zoltán, Ürmös Antal

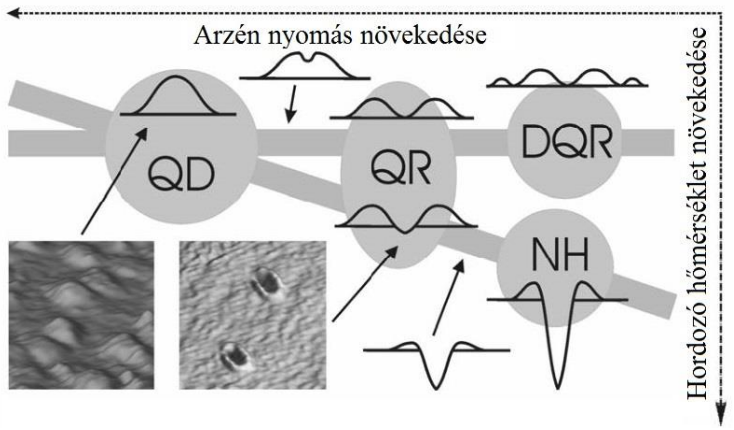
Mikroelektronikai és Technológia Intézet, Óbudai Egyetem, 1084 Tavaszmező utca 15-17, Budapest, Magyarország, e-mail: urmos.antal@kvk.uni-obuda.hu

Abstract: A különböző nanoszerkezetek alkalmazásának előnye az, hogy egyrészt újfajta félvezető eszközöket készíthetünk, másrészt a jelenleg alkalmazott eszközök paramétereit is jelentős mértékben javítani tudjuk. Ide tartozik az úgynevezett invertált kvantum pontok csoportja is. E betemetési folyamatot többféle módszerrel is szimulálhatjuk, például az olvadt fémek mikroszkópikus viszkozitásának a figyelembevételével. Korábbi kutatásunkban a lyuk betemetését egy empirikus modellel írtuk le gallium és indium fémek esetén, valamint felvázoltuk a mikroszkópikus viszkozitás egy lehetséges új értelmezését. Ebben a cikkünkben részletesebben bemutatjuk ezt az új modellt.

Keywords: nanolyuk; invertált kvantum-pont; csepp-epitaxia;

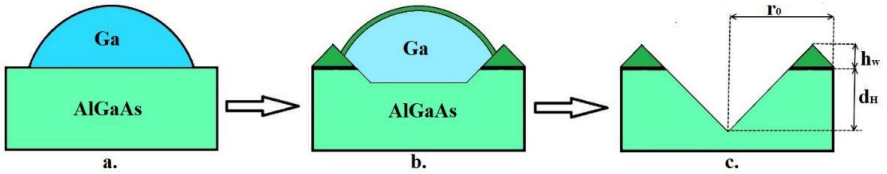
1 Bevezetés

A különböző nanoszerkezetek alkalmazásának az előnye, hogy újfajta félvezető eszközöket készíthetünk (például kvantum-pont sejtautomatákat [1][2]), vagy a jelenleg alkalmazott eszközök paramétereit is jelentős mértékben javítani tudjuk, például a nagyhatásfokú napelemek esetében [3][4]. Ezeket a nanoszerkezeteket többféle módon is elkészíthetjük, például csepp-epitaxiával [5][6][7], ami a molekulasugár-epitaxia (MBE) egyik fajtája [8][9][10][11] . Ezek közé a nanoszerkezetek közé tartozik az úgynevezett invertált kvantum pontok csoportja [12]. Ezeket a korábban említett csepp-epitaxiás eljárással az önszerveződés jelenségét kihasználva készíthetjük el [13]. A csepp-epitaxia elgondolását Koguchi és munkatársai dolgozták ki először az 1990-es évek elején [14]. A technológia lényege, hogy az első lépésben a hordozó (pl. GaAs) felületére egy a III. főcsoportból származó fém cseppet (pl. Ga) választunk le. A második lépésben a minta hőmérsékletének és a háttérben lévő V. főcsoportból származó maradékgáz (pl. As) nyomásának a függvényében különféle nanoszerkezetek alakulnak ki, az arzén nyomás, a gallium részecskeáramának, hordozó hőmérsékletének, a hőkezelés idejének és hőmérsékletének a függvényében (1. ábra)[15].



1. ábra
A különféle nanostruktúrák kialakulása az arzén nyomás és a hordozó hőmérsékletének a függvényében (forrás: [15]).

Ahogy az 1. ábra is mutatja nanolyukak magas hőmérsékleten, minimális As háttérnyomás esetén alakulnak ki [12][16]. A nanolyukak kialakulása a következő: a GaAs hordozóra Ga cseppet választunk le (a.). A hordozóból az arzén atomok a Ga cseppbe diffundálnak koncentrációgradiens miatt, és a csepp felületére kijutva deszorbeálnak, eközben a gallium atomok felületi diffúzió útján eltávoznak a cseppből (b.). Végül nanolyuk alakul ki (c.). Ezt a folyamatot a 2. ábrán láthatjuk.



2. ábra
A különféle nanostruktúrák kialakulása az arzén nyomás és a hordozó hőmérsékletének a függvényében

A 2. ábrán az r_0 a külső sugár (nanolyuk körül lévő gyűrű), h_w a gyűrű magassága, a d_H a nanolyuk mélysége. Ha az így kialakult nanolyukat fém (pl. Ga) atomokkal betemetjük, akkor invertált kvantum pontról beszélünk. Az invertált kvantum pontoknak 4 fajtája van: 1-es típusú QD (fehér fény emitterek), 2-es típusú (egyenletes kvantum pontok), 3-as típusú (ultra-alacsony sűrűségű kvantum pontok), függőlegesen halmozott kvantum pont molekulák [16]. E betemetési folyamatot többféle módszerrel is szimulálhatjuk, például atomi szinten a Kinetic Monte-Carlo algoritmussal [17], vagy az olvadt fémek mikroszkópikus viszkozitásának a figyelembevételével [18][19].

Az utóbbi módszer alkalmazása esetén makroszkopikus megközelítésben a dinamikai viszkozitás egy, a folyadék tulajdonságaitól függő arányossági tényező, ami kapcsolatot teremt a csúsztatófeszültség és a deformációsebesség között:

$$\tau = \mu * \frac{d\gamma}{dt}, \quad (1)$$

ahol a τ csúsztatófeszültség, μ a dinamikai viszkozitás, $d\gamma/dt$ a deformáció sebessége. Ezt a viszkozitást folyékony fémek esetén, többféle módon is meghatározhatjuk. Jelen esetben az Arrhenius-Andrande egyenletet használjuk [20], melynek a képlete a következő:

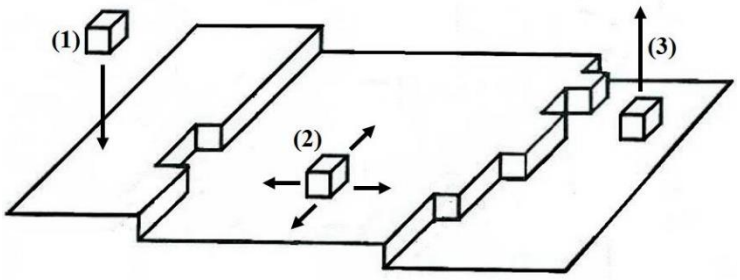
$$\mu(T) = \mu_0 * e^{\frac{E_0}{R*T}}. \quad (2)$$

A képletben $\mu(T)$ a dinamikai viszkozitás a hőmérséklet függvényében, T a hőmérséklet (Kelvinben), a μ_0 egy pre-exponenciális tényező (értéke galliumnál 0,436), E_0 a tömbi kohéziós energia (értéke galliumnál 271 kJ/mol) [21], az R az univerzális gázállandó (értéke 8,3144 $J/K*mol$).

Korábbi kutatásunkban ezt az utóbbi módszert választottuk [18][19][22]. E cikkeinkben a lyuk betemetését egy empirikus modellel írtuk le gallium és indium fémek esetén, valamint röviden felvázoltuk a mikroszkópikus viszkozitás egy lehetséges új elméleti értelmezését. Ebben a cikkünkben részletesebben bemutatjuk ezt lehetséges új modellt.

2 Az új elméleti modell

Az atomforrásból (Knudsen cellából) érkező atomok a felületen kondenzálódnak, ahol többféle fizikai folyamat történhet. Ezeket a fizikai folyamatokat a három csoportba oszthatjuk: (1) adszorpció, (2) felületi diffúzió, (3) deszorpció. Az MBE rendszerben, a kristálynövesztés során e három csoportba tartozó folyamatok párhuzamosan versengenek egymással (3. ábra).



3. ábra
A felületen fellépő fizikai folyamatok. Ezeket a folyamatoknak három csoportja van: (1) adszorpció, (2) felületi diffúzió, (3) deszorpció.

E rétegnövesztési folyamatokat folytonos és diszkrét modellekkel egyaránt modellezhetjük [23]. Egy ilyen diszkrét modell az ún. Kinetic Monte-Carlo algoritmus is. A jelen cikkben ismertetendő mikroszkópikus viszkozitás lehetséges új modelljéhez ebből az algoritmusból indulunk ki. Ugyanis mikroszkopikus megközelítésben a dinamikai viszkozitás meghatározásához írjuk fel először egy esemény bekövetkezésének valószínűséget, atomi szinten [17][24]:

$$P(E_a, T) = e^{-\frac{E_a}{R*T}}, \quad (3)$$

ahol az E_a az adott esemény aktivációs energiája, T a hőmérséklet (Kelvinben), R az univerzális gázállandó (értéke 8,3144 $J/mol*K$). E formula segítségével meghatározhatjuk a k helyváltoztatási frekvenciát:

$$k = k_0 \, e^{-\frac{E_a}{R*T}}, \quad (4)$$

ahol a k_0 az atomi vibrációs frekvencia. Ezt a következő módon határozhatjuk meg:

$$k_0 = \frac{2*T*k_B}{h}, \quad (5)$$

ahol, a k_B a Boltzmann állandó, h a Planck állandó. Vezessük be a $\rho = \rho(E_a, T)$ geometriai tényezőt, a következő módon:

$$\rho(E_a, T) = l * e^{\frac{2*E_a}{R*T}}, \quad (6)$$

ahol, az l egy szabad paraméter, ami lehet skalár érték, illetve (egy vagy többváltozós) függvény is. Ebből az következik, hogy a mikroszkópikus dinamikai viszkozitás képlete a következő:

$$\mu(E_a, T) = k * \rho(E_a, T) = k_0 * e^{-\frac{E_a}{R*T}} * l * e^{\frac{2*E_a}{R*T}} = k_0 * l * e^{\frac{E_a}{R*T}}, \quad (7)$$

ahol a $k_0 * l$ szorzat megfeleltethető a mikroszkópikus pre-eponenciális tényezőnek. Az E_a aktivációs energia legyen egyenlő az atomok kötési energiájával (E_{bond}). Ezekívül feltételezzük, hogy a kiindulási felület atomi szempontból teljesen sima, tehát kezdetben nincsenek a felületen atomokból álló klaszterek. Vezessük be az E_p energiát, ami az adott nanorészecske kohéziós energiája, gömb alakú nanorészecskéket feltételezve [25]. Ebben az esetben a az atomok kötési energiája és a nanorészecske kohéziós energiája között a következő összefüggés van:

$$E_p = \frac{1}{2} * \frac{R^3}{r^3} * \beta * E_{bond} * \left(1 - 3 * \frac{r}{R}\right), \quad (8)$$

ahol az R a nanorészecske sugara, az r az atom sugara, β a kötések száma. A nanorészecske olvadási hőmérséklete a következő:

$$T_p = \frac{0{,}0032}{k_B} * \frac{1}{2} * \frac{R^3}{r^3} * \beta * E_{bond} * \left(1 - 3 * \frac{r}{R}\right), \quad (9)$$

ahol a k_B a Boltzmann állandó. Így a mikroszkópikus viszkozitás egy lehetséges új formája a következő:

$$\mu(E_p, T) = k_0 * l * e^{\frac{E_p}{R*T}}. \quad (10)$$

3 Diszkusszió

Ebben a fejezetben megvizsgáljuk, hogy milyen kapcsolat van az előző fejezetben ismertetett elméleti modell és egy – az egyszerűség kedvéért – egy egytagú exponenciális

függvényből álló empirikus modell között, indium és gallium esetén. Ebből következik, hogy a (10) egyenlet alapján az l szabad paramétert a következő módon definálhatjuk:

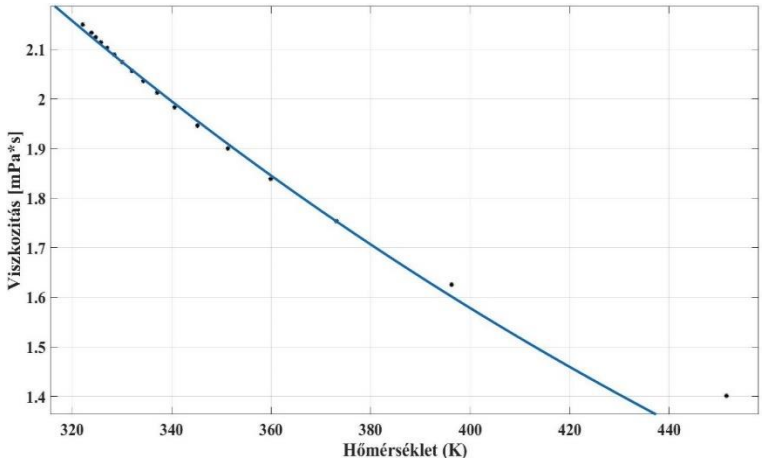
$$l = \frac{a}{k_0} = \frac{a*h}{2*k_B*T}, \tag{11}$$

ahol az a az exponenciális függvény alaptagja.

Gallium estében a kötési energia 6.27507e+15 J, az atomsugár 136 pm. A 4. ábrán egy egytagú exponenciális függvényből álló modell empirikus modell látható, melynek képlete a következő:

$$\mu(E_p, T) = 7{,}533 * e^{-0{,}003907*x}, \tag{12}$$

ahol a hőmérséklet reciprokának a -1-szerese $\left(x = -\frac{1}{T}\right)$.



4. ábra
A gallium mikroszkópikus viszkozitása a hőmérséklet függvényében, egytagú exponenciális függvényből álló empirikus modell esetén.

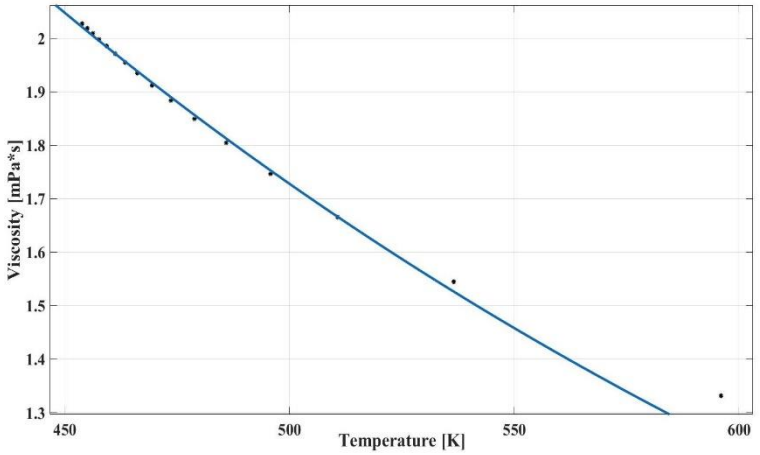
Az (10) egyenletben az exponenciális tag kitevőjében az E_p kohéziós energia értéke 0.0324843608 J. A (8) egyenlet átrendezésével és megoldásával megkapjuk, hogy a nanorészecske 27 db Ga atomot tartalmaz. Az alaptag $k_0 * l = 7{,}533$. Ebből következik, hogy gallium esetén az l tényező értéke a hőmérséklet függvényében a következő:

$$l = \frac{7{,}533*6{,}626*10^{-34}}{2*1{,}3806*10^{-23}*T}. \tag{13}$$

Indium estében a kötési energia 1.033362e+16 J, az atomsugár 155 pm. A 5. ábrán egy egytagú exponenciális függvényből álló modell empirikus modell látható, melynek képlete a következő:

$$\mu(E_p, T) = 9{,}438 * e^{-0{,}003396*x}, \tag{14}$$

ahol a hőmérséklet reciprokának a -1-szerese $\left(x = -\frac{1}{T}\right)$.



5. ábra
Az indium mikroszkópikus viszkozitása a hőmérséklet függvényében, egytagú exponenciális függvényből álló empirikus modell esetén.

Az (10) egyenletben az exponenciális tag kitevőjében az E_p kohéziós energia értéke 0.0282357024 J. A (8) egyenlet átrendezésével és megoldásával megkapjuk, hogy a nanorészecske 27 db In atomot tartalmaz. Az alaptag $k_0 * l = 9{,}438$. Ebből következik, hogy gallium esetén az l tényező értéke a hőmérséklet függvényében a következő:

$$l = \frac{9{,}438 * 6{,}626 * 10^{-34}}{2 * 1{,}3806 * 10^{-23} * T}. \quad (15)$$

Konklúzió

A különféle nanoszerkezetek alkalmazásával újfajta félvezető eszközöket készíthetünk vagy a jelenleg alkalmazott eszközök paramétereit is jelentős mértékben javíthatjuk. Az itt ismertetett nanoszerkezeteket csepp-epitaxiával útján készíthetjük el, ami a molekulasugár-epitaxia (MBE) egyik fajtája. Ide tartozik többek között az úgynevezett invertált kvantum pontok csoportja. Ebbe a csoportba tartozó a nanoszerkezeteket úgy készíthetjük el, hogy először egy nanolyukat készítünk, majd ezt a lyukat betemetjük. E betemetési folyamatot többféle módszerrel is szimulálhatjuk, például az olvadt fémek mikroszkópikus viszkozitásának a figyelembevételével. Ebben a cikkünkben részletesebben bemutatjuk az olvadt fém mikroszkópikus viszkozitásának új modelljét és összevetjük az általunk már korábban megalkotott empirikus modellel. Az eredmények alapján a korábbi empírikus modell és az új modell kölcsönösen megfelelthetők egymásnak.

Irodalomjegyzék

[1] G.L. Snider, A.O. Orlov, I. Amlani, X. Zuo, G.H. Bernstein, C.S. Lent, J.L. Merz and W. Porod, "Quantum Cellular Automata," Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum, Surfaces, and Films, vol. 17, pp. 1394-1398, 1999.
[2] G.L. Snider, A.O. Orlov, I. Amlani, X. Zuo, G.H. Bernstein, C.S. Lent, J.L. Merz and W. Porod, "Quantum-dot cellular automata: Review and recent experiments (invited)," Journal of Applied Physics, vol. 85, pp. 4283-4285, 1999.
[3] A. Luque, A. Martí, C. Stanley, "Understanding intermediate-band solar cells," Nature Photonics, vol. 6, pp. 146–152, February 2012.
[4] K. E. Jasim , "Quantum Dots Solar Cells," in Solar Cells - New Approaches and Reviews.: InTech, 2015, ch. 11, pp. 303-331.
[5] Nemcsics Akos, Urmos Antal, Toth Lajos, "Droplet Epitaxy and its Possibilities in Nano-electronics," in IEEE, vol. International Symposium on Next-Generation Electronics (ISNE 2018), Taipei, Taiwan, 2018, pp. 122-124.
[6] Ákos Nemcsics, "Droplet Epitaxy as a Tool for the QD-Based Circuit Realization," in Nonmagnetic and Magnetic Quantum Dots, Vasilios N. Stavrou, Ed. London, United Kingdom: IntechOpen, 2017, ch. 3, pp. 43-59.
[7] Ákos Nemcsics, "Quantum Dots Prepared by Droplet Epitaxial Method," in Quantum Dots - Theory and Applications, Vasilios N. Stavrou, Ed. London, United Kingdom: IntechOpen, 2015, ch. 5, pp. 120-149.
[8] M. A. Herman, H. Sitter, Molecular Beam Epitaxy, Fundamentals and Current Status 2nd. ed. Berlin: Springer, 1996.
[9] P. Frigeri, L. Seravalli, G. Trevisi G, S. Franchi, "Molecular Beam Epitaxy: An Overview," in Comprehensive Semiconductor Science and Technology, 3, F. Roberto, K. Hiroshi B. Pallab, Ed. Amsterdam, Netherland, 2011, pp. 480–522.
[10] H. Mohamed, Ed., Molecular Beam Epitaxy: From Research to Mass Production.: Elsevier Science, 2012.
[11] Nemcsics Á., Réti I., Tényi V. G., Kucsera P., Tóth L., Harmat P., Mieville A., Csutorás M., Kupás-Deák B., Sándor T., Bozsik J., "Molekulasugár-epitaxiás nanostruktúrák előállításának műszaki feltételei," GÉP LXI., p. 29, 2010.
[12] Á. Nemcsics, B. Pődör, L. Tóth, J. Balázs, L. Dobos, J. Makai, M. Csutorás, A. Ürmös, "Investigation of MBE grown inverted GaAs quantum dots," Microelectronics Reliability, vol. 59, pp. 60-63, 2016.
[13] Á, Nemcsics ; A, Ürmös, "Subject of "Low-dimensional Selfassembling System" in the mechatronical education at the Obuda University," in Subotica Technical College of Applied Sciences, vol. Proceedings of the 3rd international conference and workshop Mechatronics in Practice and Education - MECHEDU 2015, Szabadka, Szerbia, 2015, pp. 92-95.
[14] N. Koguchi, S. Takahashi, T. Chikyow, "New MBE growth method for InSb quantum well boxes," Journal of Crystal Growth, pp. 688-692, 1991.
[15] Á. Nemcsics, "Growth of GaAs and related materials based nano-structures by droplet epitaxial method," Recent Res. Devel. Mat. Sci. Engg., vol. 4, pp. 53-87, 2011.
[16] C. Heyn, D. Sonnenberg, and W. Hansen, "Local Droplet Etching: Self-assembled Nanoholes for Quantum Dots and Nanopillars," in Nanodroplets. New York: Springer Science, 2013, pp. 363-383.

[17] W. Miller, "Simulation of Epitaxial Growth by Means of Density Functional Theory, Kinetic Monte Carlo, and Phase Field Methods," in Handbook of Crystal Growth: Fundamentals (Volume I., Part A: Thermodynamics and Kinetics), 2nd ed. New York: Elsevier B.V, 2015, pp. 521-559.
[18] Antal Ürmös, Zoltán Farkas, Ákos Nemcsics, "Contribution to the understanding of III-V based nanohole filling," American Journal of Condensed Matter Physics, vol. 2, pp. 50-56, 2017.
[19] Antal Ürmös, Zoltán Farkas, Ákos Nemcsics, "Modeling of III-V-based Nanohole Filling," Acta Polytechnica Hungarica, vol. 17, no. 2, pp. 91-111, 2017.
[20] W. F. Gale, T. C. Totemeier, "General physical properties," in Smithells Metals Reference Book (Eighth Edition).: Elsevier Inc., 2004, pp. 1-45.
[21] Charles Kittel, Introduction to Solid State Physics, 8th ed.: John Wiley an Sons, 2005.
[22] Ürmös Antal, Farkas Zoltán, Nemcsics Ákos, "A GaAs-alapú nanolyukak feltöltődésének modellezése," in Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Budapest, Magyarország, 2016, pp. 1-19.
[23] H. E. Stanley A. L. Barabási, "Basic phenomena of MBE," in Fractal Concepts In Surface Growth. Cambridge: Cambridge University Press, 1995, ch. 12, pp. 128-230.
[24] L. Nurminen, A. Kuronen, K. Kaski, "Kinetic Monte Carlo simulation of nucleation on patterned substrates," Phys. Rev. B, vol. 63, no. 3, p. 035407, December 2000.
[25] W.H. Qi, M.P. Wang, "Size and shape dependent melting temperature of metallic nanoparticles," Materials Chemistry and Physics, vol. 88, no. 2-3, pp. 280-284, 2004.
[26] Derek W. Smith, Inorganic Substances: A Prelude to the Study of Descriptive Inorganic Chemistry, 1st ed. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press , 1990, vol. Cambridge Texts in Chemistry and Biochemistry.

Fény és világítás katonai aspektusai

Jasztrab Péter János[1]

Dr. Istók Róbert[2]

1. Óbudai Egyetem, Bécsi út 96b, 1034, Budapest, Pest, jasztrab@ppg.com;

2. Óbudai Egyetem, Bécsi út 96b, 1034, Budapest, Pest, istok.robert@kvk.uni-obuda.hu

A fény manapság szinte természetes a modern civilizált és városiasodott életünkben, de adódnak olyan szituációk vagy helyzetek mikor kritikus tényezővé válik a hiánya, ezért szükséges annak a tudatos biztosítása. Így van ez a katonai feladatok végrehajtásakor, ideértve a rendvédelmi tevékenység krízis kezelését is. A harcászatban a vizuális információszerzés az összes szakág feladata. Folyamatos tevékenység végrehajtása érdekében a láthatóság megteremtése vagy maga a rejtés része a művelettervezésnek. A vizuális érzékelésnek és a látás minimális követelményeknek fontos szerepe van a katonai döntésekben. A nem megfelelő körülmények a „nem tervezett" események bekövetkezését és a véletlen valószínűségét növelik, melyet le kell küzdeni. A látás minimális feltételei jelentős befolyással vannak a katonai feladatokra és a körletek mesterséges világító eszközeire és a telepítési körülményeire egyaránt. Röviden körbejárjuk és bemutatjuk a terület specifikációit, eszközeit, lehetőségeit és modern követelményeit egy rövid történelmi kitekintéssel, melyben a téma nagyságát tekintve az egyik fegyvernemre fókuszálunk.

Kulcsszavak: fénybiztosítás, korlátozott láthatóság, körletvilágítás, vizuális követelmények

Bevezetés

A látás, láthatóság befolyásolása mindig a katonai „fortély"[1] része volt. Már az előző századból ismerünk vakító berendezéseket és különleges felderítő eszközöket. Háborúkban, konfliktusukban számos szerep jutott a minimális látási viszonyok adta lehetőségnek, kihasználva előnyeit vagy éppenséggel annak hátrányait.[2] Jelentőségének köszönhetően és a tudomány fejlődését követve, közel

[1] Taktika és stratégia.

[2] Lásd a Hadmérnök c. folyóirat „A világítás katonai vonatkozásai" cikk II. részében

már 60 éve folynak laboratóriumi kísérletek vizuális feladatok optimalizálására. A teljesítményre gyakorolt hatásának összefüggései a ’80-as években kerültek az érdeklődés középpontjába. A ’90-es évek technológiai újításainak ellenére a katonai szolgálatot teljesítők körében bekövetkező nem háborús körülmények között is növekvő mortalitás arány rávilágított az ágazati specifikációk ismeretének hiányára és a további kísérletek fontosságára. Idehaza az ezredfordulót követő évekre tehető egyes interdiszciplináris területen történő leírások, utalások megjelenése, de a közvetett eredmények ismertetése és széleskörű feldolgozása azonban csak a közelemúltban kezdődött meg, aminek népszerűsítésére és bemutatására az alábbiakban kerül sor, mely leírás tartalmazza a külföldön és idehaza folytatott kutatási terület néhány részletét is. [1][2][3][4][5]

1 Alapvetések, tények és aktualitások

1.1 Általános körkép és tervezés

Mai felfogásunk és modern értelmezések szerint az ember építette környezetnek része a mesterséges világítás, úgy ahogy a honvédségi létesítményeknek, tevékenységeknek, felszereléseknek, melyek szintén nem nélkülözik a megkívánt látásteljesítményhez szükséges vizuális követelmények megteremtését vagy korlátozhatóságát. Ezt a tény tovább bonyolítja, hogy a korunk technológiai fejlődése megváltoztatta és befolyásolja az eddig elismert koncepciókat. Ezért újraértelmezést igényelnek az elfogadott, de mára elavult elvárások. Viszont mindig lényeges szem előtt tartanunk, hogy azok sosem függetlenek a végleges implementálásuktól.

A termék alkalmazásának lényegi elemét képezi a felhasználási módja és körülménye, melynek figyelembevételével valósíthatók meg a kigondolt installációk, de megfelelő információk hiányában a legjobb szándék ellenére is elkerülhetetlen az addig nem számolt tényezőből eredeztethető hiba bekövetkezése, és előfordulhat, hogy a látványtervek vevői magatartásra gyakorolt hatása és megbízó és szállító közötti aktív interakciók egyaránt hatástalanok, így a megalkotott végeredmény és kívánt végállapot merőben különböznek.[3] Szerencsésnek tartjuk és üdvözöljük a mérnök munka, illetve a tervezői felelősség kiszélesítését, a korlátozó tényezők és megkötések feloldását, mely hozzájárul a technikai vívmányok fejlődéséhez és a szakmai nívó emelkedéséhez. Ezzel utat nyitva a biztonsági és társadalmi normák betartásával az újítások felé, miben a példamutatás elkerülhetetlen, ezért lényeges a szakmai testületek, fórumok

[3] Továbbiakban a helyes gyakorlattal és javaslattal a Hadmérnök c. folyóiratban megjelenő „A világítás katonai vonatkozásai” cikk III. részében foglalkozunk.

munkája. Különösen igaz ez a katonai területre, ahol a biztonsági mellett a védelmi feladatoknak is meg kell felelni, ezért a narratívák kidolgozása érdemi előrelépés lehet, mely megteremtheti a tervezői és egyedi koncepciók kialakítását, és a következményeként a hibás tervezés elkerülhető. De ne feledjük, hogy a honvédség az ország legfontosabb munkáltatója, fontos piaci szereplő, figyelembe véve a beszállítóhálózat mértékét és szerepét. A katonai beszállítóknál meghonosodó magas követelmény gazdasági elterjedését is elő segíti. A katonai világítás kialakítása, illetve eszközei és korszerűsítésük harmonizálnak és illeszkednek az Európa Unió szabályozási rendszerébe. A jogi és műszaki követelmények nem akadályozzák a szabad kereskedelmet, azaz az áruk szabad mozgását tagországok között. A téma nagysága miatt nem kívánunk részletes bemutatásba bonyolódni, hanem továbbiakban a teljesség igénye nélkül a védelmi specifikációkat tárgyaljuk és ismertetjük a követelményeket, rámutatva a szakma lehetséges egyedi világítástechnikai kihívásaira.[4]

1.2 Ember és a fény

A fény fontos szerepet tölt be „*az életünkben, befolyásolja a tárgyak formájának és alakjának, színének észlelhetőségét, de meghatározza az időérzékelésünket* [2]" is. A szervezetünkre gyakorolt pozitív, terápiás hatásáról, gyógyászati alkalmazhatóságáról már a '70-es évek elejétől kezdődően folynak kutatások,[5] melyek egyértelműen rávilágítottak a gyakorlati jelentőségére a hétköznapi folyamatainkban. A képességeink és a vizuális teljesítményünk megértéséhez lényeges a fény tulajdonságainak és a hatásának ismerete, valamint az észlelést segítő felszerelések (pl. éjjellátók) és az ember interakciójának, illetve azt befolyásoló tényezőinek pontos megismerése. A "feladat és ember" vizuális kontextusának körülményeire kiterjedő vizsgálatok régóta állnak a kutatók érdeklődésének középpontjában, úgy mint a megvilágítási szint és a környezet, illetve a napszakok és az évszakok jelentősége. A sokszámú tanulmány közül - élve a fototechnikai ismereteket feltételezéssel - kiemelnénk szemműködés és teljesítmény kapcsolatát, mellyel rávilágíthatunk a fény peremfeltételeire és potenciáljaira. [1][5]

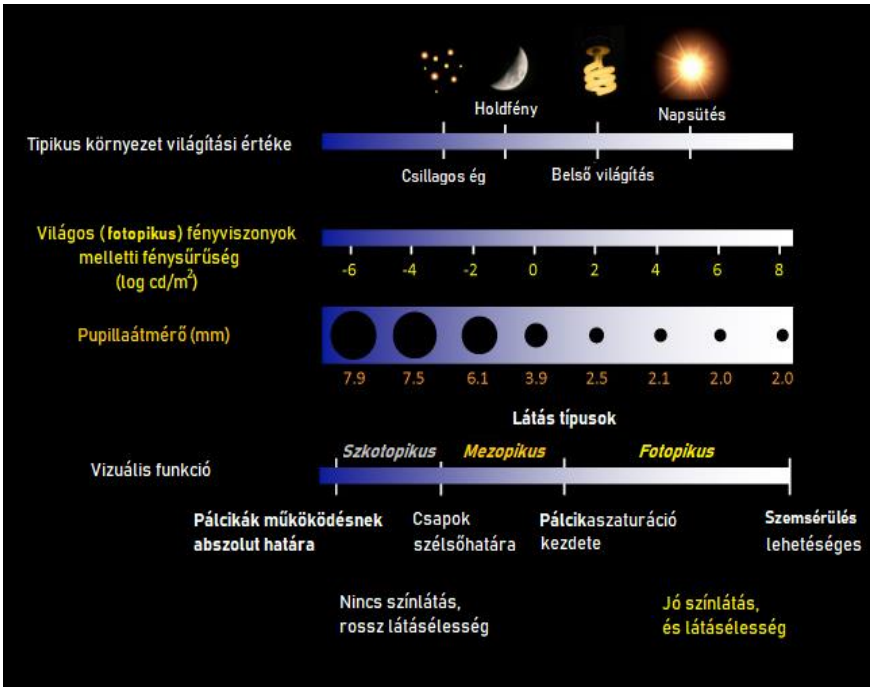
A látás fiziológiáját tekintve három látástípust különböztetünk meg, melyek befolyásolják a színérzékelést és látóélességet, és a folyamatát nézve inger és érzékelés, észlelés kritériumon keresztül adaptációval és akkomodációval valósulnak meg. Tény, hogy „*az ember a vonatkozó látótér közel felét látja, és csak a látótér*[6] *középső részéről képes pontos képet kialakítani*, [3]" illetve

[4] Elsősorban a jogszabályi és minimális követelményeire fókuszálunk.

[5] Itt értsd a biostimulációt és szezonalitás és a szezonális affektív zavar kezelését, de John Johnson a célok észlelésének, orientálásának, felismerésének és azonosításának módszerével 1957-1958 között már foglalkozott. [6]

[6] A látótér nem állandó.

lényeges, hogy a „*fej és szem mozgása során határozható meg a látási irány, ahol a szemtől való távolság, és a szemtengely vonalával bezárt bizonyos szögön belüli rész ad pontos képet a megfigyelés tárgyáról optimális esetben*.[3]” (Lásd az 1. ábrán a tipikus környezeti világítást és szem fiziológiáját).

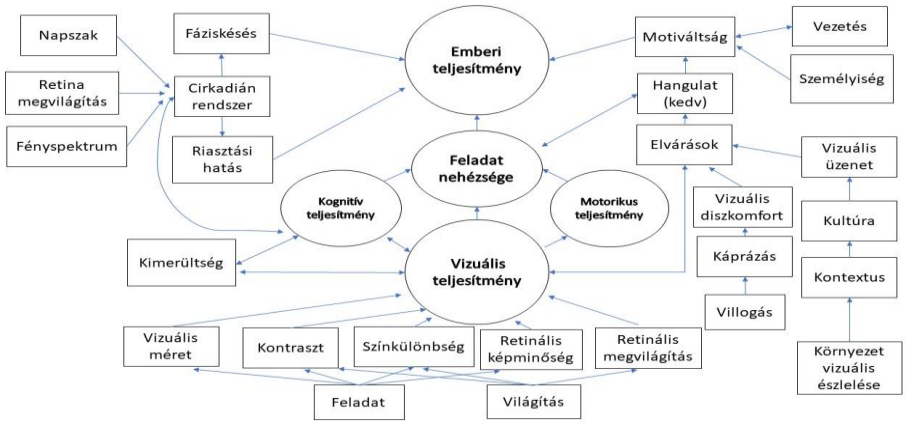


1. ábra Megvilágítási szintek. A látás és a megvilágítás összefüggése, pupillaátmérő és fénysűrűség feltüntetésével [7][8]

Azonban az emberi teljesítményt, mely elsősorban a látásra hagyatkozik, más további tényezők is befolyásolhatják, mint a kontrasztélesség, motiváltság, cirkadián rendszer,[7] kultúra stb. Ezért lényeges megismerni a feladatot és hozzárendelni a követelményeket, főleg ott, ahol ezen szerv kiesése vagy ennek eredményeként hozott rossz ítéletalkotás eredménye komoly negatív következményekkel járhat. Ha számtalan kutatás is folyt a fény és ember viszonyának tekintetében, mint annak az álmosságra, a termelékenységre gyakorolt hatását illetően, csak kevés a katonai irányú összefüggésekről készült elemzés.[8] [9] (Lásd az emberi teljesítmény és vizuális teljesítmény összefüggéseit a 2. ábrán)

[7] Biológiai óra.

[8] Breanne Hawes a kognitív tudományos 2019 kutató csapat tagja.



2. ábra Elvi ábra a világítási körülmények az emberi teljesítmény kapcsolatáról (A világítás emberi tényezői, Boyce, 2003) [10]

1.3 Normák, korlátok, aktualitások, csoportosítások

1.3.1 Normarendszer, szabályozási keretek

A hazai elvárásokat illetően a munkavédelmi és egészséget nem károsító, illetve nem veszélyeztető munkakörülmények szabályok uralják, de találhatóak biztonsági szempontú utalások is, mint a biztonsági világítást[9] és közlekedést illetően. A jogi szabályozások előtérbe helyezik a munkahelyek létesítésének minimális követelményeit, melyek a közepes megvilágítási erősséget és minimális karbantartási értéket hangsúlyozzák. A gyakorlati és funkcionális vizsgálatok rávilágítanak arra, hogy további tényezők számításba vétele szükséges. A jogalkalmazás számos pontatlan meghatározáshoz vezethet és katonai vonatkozásban nem üdvözítő értéket eredményezhet, mivel nem veszi figyelembe a vizuális teljesítményhez szükséges további paramétereket és javaslatokat. Az évek óta kialakult hazai helyzetet érdekessé teszi a szabályozás a munkabiztonságot érintő változása, azaz a 2018. évi XCIV. törvénymódosítás, mely a műszaki-technikai iránymutatások érvényesítését hangsúlyozza. [11][12][13][14][15]

A katonai feladatokat és normarendszerét tekintve mindenféleképpen többletkövetelmények léteznek, részben a korábbi elterjedt gyakorlatok és a szövetségi kötelezettségből adódóan, melyre az Európai Unió ágazati stratégiai jelentős hatást gyakorol. A területen a Magyar Szabványügyi Testület, MSZT/MCS 306. számú bizottsága, mint hazai szabványrendszer a harmonizációs és műszaki egyeztető fórum, a követelmények alkotásában nyújthatna, tölthetne be a piacot érintő koordináló szerepet, illetve az ez irányú szabályozásnak a

[9] Itt értsd az angolszász értelmezést. [16]

minisztérium képezi szakági jogalkotás alappillérét. Az érdekérvényesítésre való törekvés (a véleményünk szerint) csekély, és a hazai hadiipar ezirányú potenciál hiányának is köszönhető, valamint a NATO szövetségi rendszerében meglévő integritási folyamatok részeként szorultak háttérbe. A privatizációt és a hadsereg modernizációs programokat követően, melyek a létszám, felszerelés racionalizálására vonatkoztak, az infrastrukturális és érdekérvényesítési bázisát a szakterület elveszítette. A honvédségnél kiszervezték a szakmai intézményeket, így a HM III. objektumban zajló tervezői szervet megszűnt, és az érdekeltség is lecsökkent. Ehhez meg kell említeni azt is, hogy a megjelent negatív változásokkal ellentétes tendencia napjainkban érzékelhető.[2]

1.3.2 Katonai látás és minimális követelményeinek értelmezése

A magyar szakirodalomban csak elvétve találni utalást a fényről, világításról és annak a harcászatban betöltött szerepéről, elsősorban a felderítés fogalomkörében, mint „*vizuális információszerzés*”[17] feladataként tesznek róla említést. Azonban érdemi előrelépést jelent a funkcionalitás és a követelményszerű kategorizálás vizsgálata, mely választ adhat ezen eszközök korszerű, modernkori kihívásainak tárgyalására. Az utóbbi a katonai szemléletű csoportosítás, és a terület szabályozottságából, illetve az eszközök felhasználhatóságából indul ki. Optimális értelmezéssel szolgál a mérnöki tevékenységhez és fejlesztésekhez. (Lásd a 3. ábrát.)

A funkcionális szemlélet gyakorlatiasabb és átfogóbb képet biztosít. Előnnyel szolgál a felhasználó számára, és tágabb értelemben nyúthat segítséget a vizsgálódáshoz. Előtérbe helyezi a funkcionalitást, mint a látás és látáskorlátozást. Értelmezhetjük a terepbevilágító, éjjellátó, infravörös tartományban működő felszereléseket, pirotechnikai, stb. eszközöket és harctéri körülményeket. A klasszikus fénybiztosítás értelmezés az elmúlt technológia fejlődésének következtében modernizálásra szorul. [18]

A hazai katonai egészséges és biztonságos környezetre vonatkozó ellenőrzéseket és hatósági feladatokat a HM Egészségügyi Központ, Védelem-Egészségügyi Igazgatóság laboratóriuma látta el, jelenleg akkreditációjuk nincsen. A világítást illetően az alaptevékenységük és a vizsgálatuk a körletvilágításra terjednek ki és elsősorban nemzeti szabványok alapján végzik. Speciális hazai katonai előírás, utasítás nincs. [19][20]

3. ábra A fényforrások katonai szabályozás szerinti felosztása [3]

1.3.3 Feltételek és prioritások a katonai világításban

A rendvédelmi szervek vizuális teljesítményének és feladat végrehajtásának fontosságának ellenére, a világítással kapcsolatos szabályozás túlnyomó többsége általános életkörülményekre, tevékenységekre vonatkozik, azonban léteznek speciális igények, melyeket figyelembe kell venni, és a meghatározó peremfeltételeket az alkalmazhatóságuk érdekében definiálni lényeges. A látás és láthatóság viszonyait leíró követelmények számszerűsíthető minőségi jellemzői az alábbiak: [16]

- a megvilágítási szint,
- a világosság (fény-sűrűség) eloszlása,
- a vakítás (közvetlen és visszavert) korlátozása,
- a színek hű visszaadása,
- a fényárnyalat,
- a fény iránya,
- és nem utolsó sorban az árnyékoltság.

A katonai feladatra való használhatóság szerint az alábbi szempontok figyelembe vételével értékelhetők:[21]

- megjelenés/jelzés módja (pl. kép vagy jel),
- felderített tárgyakról szerzett információk (pl. mérete, helyzete, sebessége, mozgása, távolsága),
- használatának biztonsága (felderíthetősége),
- használatának megbízhatósága (zavarhatósága),
- működési körülmények (pl. ködön, esőn, hóesésen való áthatolhatósága, hőmérséklet, stb.),
- egyéb (pl. eszköz mérete, kezelhetősége, stb.).

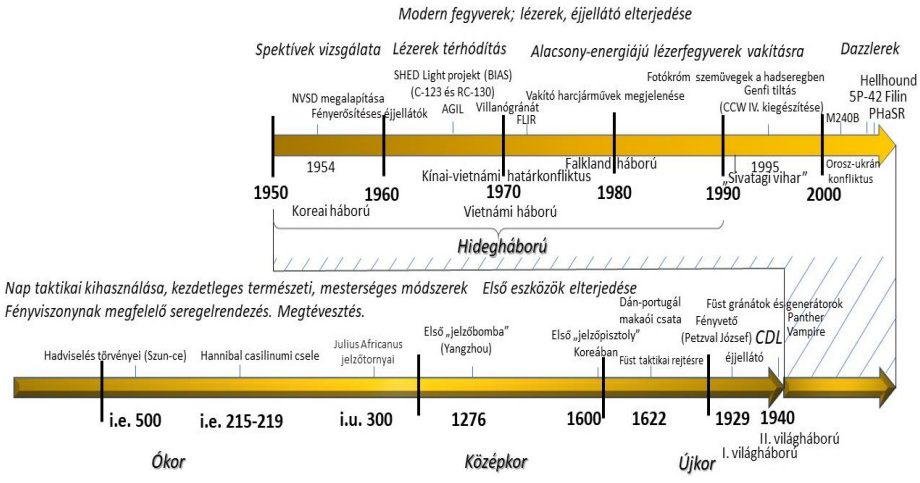
Ha pedig a világítási rendszernek minősítését kívánjuk figyelembe venni és alkalmazhatóságát elemezni, akkor alábbi tényezőt érdemes nevesíteni a vizsgálatokhoz:

- energiahatékonyság,
- alacsony karbantartási költség,
- világításminőség,
- világítási rendszer használhatósága, hatékonysága,
- életciklus költség.

Itt hangsúlyozzuk, hogy a világításminőség nem egyenlő a világítás mennyiségével, hanem a világítás minőségét, direkt, indirekt káprázást, felületi megvilágítást, egyenleteséget, színvisszaadást, árnyékhatást, tájékoztatás- és vizuálishatékonyságot, alak-forma megjelenését kell érteni.

2 A világítás és rejtés, vizualizáció katonai szerepe

A minimális látás és láthatósági kritériumok fontos szerepet töltöttek be a háborúk összecsapásai során, mint ahogy napjaink taktikai műveleteinél egyaránt. A pusztítás és a tűzerő növekedésével arányosan növekedett az álcázás, rejtés szerepe, mely elsősorban megóvásra irányult, de néhol taktikai előnyként is felhasználták. A terep és a napszakok váltakozásait, a nap elhelyezkedését már a kezdetek óta számításba vették. Szun-ce, a híres kínai hadvezér a művében már megemlíti a gyenge látási viszonyok helyett a „*világos helyek*"[22] előnyét. Az ókorban fáklyákat használták az ellenség megtévesztésére és a Makaóért vívott dán-portugál háborúban füsttel álcázták a csapatokat. A 16. századtól maradtak meg harcokban felhasznált eszközök, és az I. világháború óta alkalmaznak fényvetőket, melynek magyar vonatkozása is van. A második világháború egy sor változást hozott. Ezt követően a sötétben az infravörös tartomány használata, azaz az éjjellátás (termikus, infravörös típusai), és a lézertechnológia megjelenése forradalmasította a katonai felszerelést. A föld-levegő fényforrások xenon-lámpákkal, fénydiódákkal és modern pirotechnikai eszközökkel (, mint a BIAS, AGIL, M127A1 ejtőernyős jelzőfény) a kijelölt zóna bevilágítása maximalizálható. Jelenleg a tömegcsökkentésen és az élettartalmon van a hangsúly a fejlesztésekben. Várhatóan a drónok és a lézerfegyverek fejlődésével új hadviselés elé nézünk. Napjainkban a dazzlerek terjedése és fejlesztése figyelhető meg. Azt, hogy a "taktikai látás" milyen stratégiai előnyt jelent, nem is mutatja jobban, mint hogy Michael Grove, az amerikai hadsereg Éjjellátó és Elektronikus Érzékelőinek Igazgatóságának (NEVSD) vezetője úgy nyilatkozott, hogy vissza kell venni a mostanra elvesztett előnyt, és integrált rendszerek fejlesztésében látja a jövőt. Az elkövetkezőkben a harctérrel és a körletekkel kapcsolatos néhány egyediség kerül példaként bemutatásra a teljesség igénye nélkül. [23][24][25]

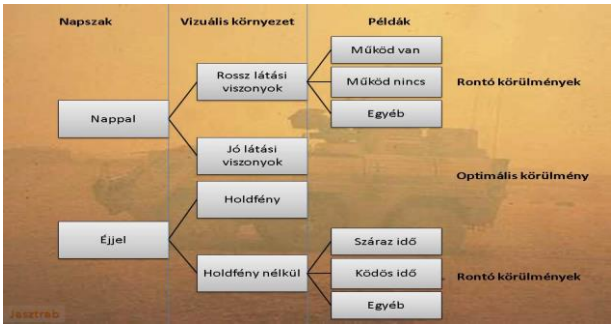


4. ábra Látás és láthatáskorlátozás katonai vonatkozásai időrendi sorrendben

2.1 Harctéri körülmények

Ha a látással kapcsolatos katonai feladatokat vizsgáljuk, tudatában kell lennünk, hogy „*a kötelékek a látási viszonyok korlátozása mellett is harci tevékenységet hajtanak végre, amihez a természetes, a nappali viszonyok megteremtése lenne az ideális*.[3]” De ahogy már szó esett a korábbi részekben, „*egyúttal felhasználhatjuk és bevethetjük az ellenség harctevékenységének akadályozására, eszközeit, berendezéseit, műszereit, azok zavarhatóságuk ismeretében vakíthatjuk vagy blokkolhatjuk*[3],” hogy saját csapatainkat előnybe hozzuk. Ezzel együtt számos tényezővel és annak hatásaival kell számolni fennálló körülményektől függően, mint a tűzfegyverek torkolattüzei, tükröződések, füst, por, stressz, csőlátás, mely a vizuális teljesítményt jelentősen befolyásolja.

A szakági sajátosságok bemutatására kiemelnénk azt a menet közben végrehajtott vizsgálat eredményeit, ahol megállapításra került, hogy a használt kijelző világításának jelenléte kismértékű, de jelentős élességcsökkenést okoz a vezető számára, és arra utal, hogy hasonló hatás fordulhat elő éjszakai vezetési helyzetben. Egy másik tanulmányban a szűrőlencsék (például a lézeres szemvédő szemüvegek) kopását helyezték a górcső alá, és rámutattak, hogy azok csökkentik az élességet, és az észlelést korlátozzák, különösen akkor, ha a fényáram 40%-ra csökken. A Speciális Műveletek Orvosi Szövetsége (SOMA) a taktikai körülmények között végzett egészségügyi, elsősegélyellátást befolyásoló körülményeket igyekezett felmérni. Az amerikai hadsereg fényforrásainak optikai értékeléshez tartozik a kibocsátott fény hullámhossza és az intenzitása. Szintén nem elhanyagolható az éjjellátókkal való kompatibilitása sem. A fiziológiai problémák magukban foglalják a világításnak a látásélességre és a feladat teljesítésére gyakorolt hatásait. „*Egy ideális világítási rendszerhez szükség lehet kevert, megvilágítási hullámhosszra (színre), és beállíthatónak kell lennie, hogy megfeleljen a feladatoknak*.” [29] A súlynak minimálisnak kell lennie, az akkumulátor élettartamának pedig kivételesnek. Néhány tanulmány taktikai körülményekhez való illeszthető módokat, módszereket vizsgálja. Egy másik az éjjellátók levételének, részeinek cseréjének problémáira tér ki. Lényegében a cél a látáscsökkenés ellenére a képesség fokozása. Az egyik új kihívást jelentő terület az integrált rendszerek és képfelismerők fejlesztése. [4] [26][27]



5. ábra Katonai műveletek során előforduló lehetséges vizuális környezetek felosztása [3]

2.2 Körletvilágítás

„*A legnagyobb halmazt képező csoport a körletvilágítás, és elmondható, hogy egyben a legrészletesebben szabályozott terület. Beletartozik a közlekedők, kantin, konyha, egészségügyi és sportlétesítmények, közösségi helyiségek, irodák, hálók, de még a vészvilágítás is, de értelemszerűen három alcsoportra osztható, mint a munkahelyi világításra, szabadidős, kulturális és szórakoztató létesítmények világítására, és tartalékvilágításra*."[30]

Az USA hadseregének Fejlesztési és Mérnöki Központjának (NSRDEC) a vizsgálata rámutat a fény fontosságára a műveletben résztvevők körletben eltöltött ideje alatt. Kiemeli, hogy a különböző szín hőmérsékletű megvilágítások a közösségi éltre, térképolvasásra, és egyéb tevékenységeikre befolyással vannak, és a világítás alatt a sátrakban ülő katonákra az egyik világítási fajta pozitív hangulatot, fokozott éberséget és gyorsabb teljesítményt eredményez a vizuális észlelési és kognitív feladatok során. [28]

Hasonlóan fontolóra kell venni a telepítésnél a dimmelhetőségét és napszak szerinti változtathatóságat, energiacsökkentést, ugyanúgy, mint a rejtés érdekében sötétítést és fényszennyezés mérséklését. A kor kihívását követve a készültség érdekében a technológiai újdonságok adoptálásában és implementálásában élen kell járnia, beépítve speciális szempontjait és igényeit.

Egyedi követelmények szükségesek az ellenőrzési pontokra, és megközelítési helyekre, őrtornyokra, gyalogos átkelőkre, gépi és személyi vizsgáló helyekre, attól függően milyen védelmi szintet kell biztosítani.

Összefoglalás

A fénynek és világításnak mindig szerepe volt a katonai gondolkodásban, ahogy hétköznapi, taktikai és stratégiai döntések során egyaránt. Igyekeztünk a külföldön és idehaza folytatott kutatási terület néhány részletét, specifikációit, eszközeit, és modern követelményeit példákon és néhány kutatási eredményen keresztül bemutatni, hogy ismertessük a napjainkban folyó vizsgálatokat, illetve felkeltsük a hazai közönség érdeklődését. Ennek érdekében szó volt a világítás és rejtés, látás és láthatóság katonai szerepéről, harctéri körülményekről, körletvilágításról. Ismertettük röviden a hazai, ágazati szabályozási rendszert. Értelmeztük a katonai látás minimális követelményeit, illetve foglalkoztunk a katonai műveletek során előforduló lehetséges vizuális környezetek felosztásával és időrendi fejlődésével. A témában folytatott kutatásoknak köszönhetően, a jelenlegi vonatkozó előírások, tendenciák, peremfeltételek ismertek. Azonban további vizsgálatra van szükség a körletvilágítás követelményeinek pontosításában, illetve a légi-, vízi- vasúti jármű és közlekedés sajátosságainak felmérésében. A cikk feltételek és prioritások része felhasználható a tervező rendszerek értékelésére is, mely elősegítheti és támogathatja a helyes mérnöki munkát.

Irodalomjegyzék

[1] Sanders, Mark S., McCormick, Ernest J. (January 1, 1993): „Human Factors in Engineering and Design" (7th ed.). New York: McGraw-Hill Inc.. ISBN 0-07-112826-3. pp. 524-525.

[2] Jasztrab, P. J. és Istók, R.: „A világítás katonai vonatkozásai I. rész, Navigálás a látási és láthatósági követelmények, világítási előírások katonai aspektusai között" Hadmérnök, XIV. évf. 3. szám, 2019. (ISSN 1788-1919)

[3] Jasztrab, P. J. és Gúth, G.: „A minimális látási követelmények és eszközeiknek katonai szemlélete I. rész" Hadmérnök, X. évf., 1. szám, 2015 (ISSN 1788-1919) pp. 256-259.

[4] C. Johnson: „The Role of Night Vision Equipment in Military," Dept. of Computing Science, University of Glasgow, G12 9QQ, 2007. p. 7.

[5] Hess, P.: „Army identifies soldiers killed in crash," UPI Pentagon, 13 12 2002. [Online]. Available: http://www.upi.com/view.cfm?StoryID =20021213-124412-7962r. [Hozzáférés dátuma: 17 07 2019]

[6] US Army CCDEVCOM C5ISR Center: "History Of Army Night Vision" US Army, 2019 [Online]. Aviable: 26 02 2019 https://c5isr.ccdc.army.mil/inside_c5isr_center/nvesd/history/ [Hozzáférés dátuma: 17 10 2019].

[7] Stockman A. & Sharpe L.T.: "Into the twilight zone: the complexities of mesopic vision and luminous efficiency." Ophthalmic & Physiological Optics, Wiley 26-3, 2006 [Online]. Aviable: 08 05 2018, https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2006.00325.x [Hozzáférés dátuma: 17 10 2019] ISSN:1475-1313 pp. 225-239.

[8] Hood, D.C., & Finkelstein, M.A. (1986). "Sensitivity to light" In: K. Boff, L. Kaufman, & J. Thomas (Eds.), Handbook of Perception and Human Performance, 1). New York: Wiley, 1986. pp. 1-5-66.

[9] Jane, B.: "Natick investigates shelter lighting effects on Soldier thinking, mood", US. Army, 2019 [Online]. Aviable: 26 02 2019 [Hozzáférés dátuma: 17 10 2019].

[10] Boyce, Peter R.: „Human Factors in Lighting" (3th ed.)New York: Taylor&Francis Group, 2014. ISBN 978-1-4398-7489-9

[11] *2018. évi XCIV. törvény* az egyes foglalkoztatási tárgyú törvények módosításáról

[12] *61/2007. (III. 31.) Korm. rendelet,* a katonai szabványosítás sajátos szabályairól

[13] *3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet*, a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről.

[14] *4/2002. (II. 20.) SzCsM –EüM együttes rendelet*, az építési munkahelyeken és az építési folyamatok során megvalósítandó minimális munkavédelmi követelményekről.

[15] *6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet*, A közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről

[16] Jasztrab, P: „Minimális látási követelmények vészhelyzetekben, avagy a biztonsági világítás" Hadmérnök, X. Évfolyam 2. szám p. 2015. június (ISSN 1788-1919) pp. 8-9.

[17] Szabó, J. (főszerk): Hadtudományi lexikon, Magyar Hadtudományi Társaság, Budapest, 1995., pp. 314-318.
[18] Tüzérségi fénybiztosítás megszervezése éjjel, Moszkva Katonai Kiadó 1986., pp. 7-8.
[19] MH Egészségügyi Központ honlapja: "Közegészség-, Járványügy, Egészségfejlesztés" 2013. [Online]. Available: http://www.honvedkorhaz.hu/vedelem_egeszsegugy/egeszsegvedelem [Hozzáférés dátuma: 17 10 2019].
[20] Nemzeti Akkreditáló Hatóság honlapja: "*Akkreditált szervezetek és természetes személyek adatbázisa*" [Online]. Available: https://www.nah.gov.hu/kereses [Hozzáférés dátuma: 11 11 2019].
[21] Braun, E.: „Aufklärung, Beobachtung und Gefechtsfeldbeleuchtung um Zeichen der Technisierung der Kampfführung" Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift, Band 134, Heft 4, 1968., p. 179., p.182.
[22] SZUN-CE: A hadviselés törvényei (Szun-ce ping-fa) (fordította: Tőkei Ferenc) Magyar Elektronikus Könyvtár [Online]. Available: http://mek.oszk.hu/01300/01345/01345.htm [Hozzáférés dátuma: 11 11 2019].
[23] Adam K. Raymond: 'We Own the Night': The Rise And Fall Of The US Military's Night-Vision Dominance, Task&purpose, July 11, 2017 [Online]. Available: https://taskandpurpose.com/night-rise-fall-us-militarys-night-vision-dominance [Hozzáférés dátuma: 11 11 2019].
[24] Plutarchus „Parhuzamos életrajzok Plutarchból" (fordította: D. Székács József) 3. kötet/Hellen Classicusok Magyar Tudós Társaság, Pest, 1847. pp. 294-295.
[25] Hogg, Ian V: German Secret Weapons of World War II: The Missiles, Rockets, Weapons, and New Technology of the Third Reich 2016. ISBN 978-1-5107-0359-9
[26] Morris R. Lattimore; James Q. Truong: "Facilitating the transition from bright to dim environments" Spie Digital Library 2 01 2019 [Online]. Available: https://www.spiedigitallibrary.org/journals/optical-engineering/volume-58/issue-5/051803/Facilitating-the-transition-from-bright-to-dim-environments/10.1117/1.OE.58.5.051803.full?SSO=1
[27] Van Buren JP, Wake J, McLaughlin J, LaPorta AJ, Enzenauer RW, Calvano CJ „Optimizing Tactical Medical Performance: The Effect of Light Hue on Vision Testing." J Spec Oper Med. Summer 2018;18(2):pp. 75-78.
[28] Christian Cajochen: „Alerting effects of light" Sleep Medicine Reviews, 2007 11, pp. 453–464.
[29] Christopher J. Calvano, Robert W. Enzenauer, Derek L. Eisnor, Anthony J. LaPorta „Tactical Lighting in Special Operations Medicine: Survey of Current Preferences" Journal of Special Operations Medicine Volume 13, Edition 4/Winter 2013. p. 20.
[33] Jasztrab, P. J. és Gúth, G. „A minimális látási követelmények és eszközeiknek katonai szemlélete II. rész" Hadmérnök X. évf. 4. szám, 2015. (ISSN 1788-1919) 13 p.

A társadalmi kredit rendszerének információbiztonsági kérdései

Kollár Csaba

Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, Népszínház u. 8, 1081, kollar.csaba@phd.uni-obuda.hu

Abstract: A publikus források szerint 2020-ban vezetik be Kínában a társadalmi kredit rendszerét, amelyik többek között az állampolgárokat a rendszer birtokában lévő adatok, valamint aktuális viselkedésük és magatartásuk alapján pontozza. Tanulmányomban a témát a mesterséges intelligencia aspektusát érintve, az előzmények bemutatása, az adatbázisokban az átlagpolgárról rendelkezésre álló adatok alapján alapozom meg. Írásomban a kutatásomba bevont online forrásokat dokumentum- és tartalomelemzés módszerével elemzem, megnevezve a rendszer tizenkét fontosabb adat- és információbiztonsági kihívását. Ezek közül részletesebben a rendszert üzemeltető és fejlesztő hivatalnokok érintettségével foglalkozom. A téma aktualitását a kínai bevezetés mellett az is indokolttá teszi, hogy hasonló rendszerek Kína mellett más országokban is megjelentek, vagy megjelenésük a közeljövőben valószínűsíthető.

Kulcsszavak: társadalmi kredit rendszere, információbiztonság, Kína

1 Négy alapozó gondolat

1.1 A téma aktualitása a mesterséges intelligencia szemszögéből

Miközben közelmúltunk tudományos-szakmai gondolkodásának fókuszában Kurzweil [1] és Pokol [2] alapján három technológiai jellegű forradalom van (géntechnológia, nanotechnológia, robotika – ez utóbbi tágabban értelmezve és kiterjesztve: mesterséges intelligencia), a mesterséges intelligencia előzményei már több évtizeddel ezelőttre, többek között a kibernetikára, a játékelméletre, illetve a rendszertechnikára vezethetők vissza. Az ezeken a területeken megfogalmazott – akkor még elsősorban teoretikus – elképzelések az elmúlt években lettek alkalmasak arra, hogy praxissá váljanak, s pont praxissá válásuk jelentheti az adott ország technológiai színvonalának mércéjét is nem csak Kínában (bár tanulmányom fókuszában a kínai társadalmi kredit rendszere van),

hanem bármely másik országban is. Az elméleti modellek gyakorlatba ültetését – meglátásom szerint – négy terület dinamikus fejlődése tette lehetővé, melyek a következők:

1. A rendelkezésre álló adatok mennyisége. Az közhelyszerű tény, hogy adatok már minden olyan ókori társadalomban megjelentek, amelyeknél szükség volt például a termény, vagy a jószág megszámlálására, a lakosság összeírására és mérésére (férfiak és nők aránya, gyerekek száma családonként, (becsült) életkor), a városok építéséhez felhasznált erőforrások és nyersanyagok számbavételére, de a digitális kor (majd az azzal szinte párhuzamosan futó, s azt leváltó adatok kora, s legújabban a mesterséges intelligencia kora) minden korábbi korhoz képest lényegesen több adatot szolgáltat, állít elő, s az adatok mennyisége folyamatosan növekszik.

2. A számítási kapacitások (közel) exponenciális növekedése. Bár manapság már nem minden kibernetikus-jövőkutató fogadja el fenntartások nélkül a Moore törvényt [3], abban gyakorlatilag mindenki egyet ért, hogy a számítási kapacitások nem lineáris növekedése szükséges ahhoz, hogy a rendelkezésre álló adatokat belátható időn belül elemezni tudjuk, s ezekből következtetéseket/döntéseket tudjunk megfogalmazni, illetve realizálni. Bizonyos esetekben (pl. önvezető autók) a számítási gyorsaság akkor tekinthető elfogadhatónak, ha a mesterséges intelligenciával ellátott eszköz az emberrel azonos, vagy annál kisebb reakcióidőn belül hoz elfogadható döntést (pl.: haladó jármű kormányának jobbra/balra fordítása).

3. Algoritmusok. A matematikai-statisztikai módszerek, többek között a valószínűségszámítás, a teljes, illetve a nem teljes információs játékelmélet [4], a regressziós modellek, a klasszifikáció, a klaszterizáció, a lágyszámítási módszerek ugyan már legalább több évtizede jelen vannak a téma diszciplináris területén, de a számítógépeken a rendelkezésre álló robosztus adatmennyiséggel történő kipróbálása rámutatott a modellek (esetleges) hibáira, s így lehetővé vált ezek javítása, újragondolása, illetve új algoritmusok fejlesztése egyebek mellett a mesterséges intelligenciát támogató tanulóalgoritmusok vonatkozásában.

4. Technológiák szinergiája. A tanulmányom későbbi részében vázlatszerűen ismertetésre kerülő, a mesterséges intelligenciához kapcsolódó technológiák önálló fejlődése is dinamikusnak tekinthető, az igazi fejlődést azonban ezeknek a technológiáknak a mind varratmentesebb egymáshoz kapcsolódása, s a kapcsolódások révén a mind komplexebb rendszerek létrehozása, működtetése és fejlesztési (bizonyos (rész)területeken önfejlesztési) lehetősége jelenti.

1.2 Néhány előzmény

Tanulmányom abstract részében már utaltam arra, hogy a társadalmi kredit rendszere az egyéneket és a szervezeteket beazonosítja, majd a megfigyelésük, s a

róluk rendelkezésre álló adatok, viselkedésük, kapcsolatrendszerük alapján pontozza, s ez alapján egyfajta rangsort állít fel, ami például a korlátozottan rendelkezésre álló erőforrásokhoz biztosít – elvben – igazságos(abb) hozzáférést. Az emberek és vállalkozások értékelése, pontozása, minősítése azonban már a mesterséges intelligenciára épített megoldások, s így a társadalmi kredit fejlesztése előtt is megjelent, ahogy arra az alábbi hét terület vonatkozásában kitérek.

1. Marketing és kereskedelem. A marketingben a klasszikusnak számító kotleri [5] megközelítés mellett egyre gyakrabban jelentek meg olyan új modellek, amelyek tudatosan építettek arra, hogy (1) a fogyasztók/vásárlók adatai rendelkezésre állnak (pl.: adatbázismarketing, direktmarketing), illetve, hogy (2) a fogyasztók/vásárlók fogyasztási/vásárlási aktivitása nyomon követhető (ki, mikor, hol, mit, mivel együtt vásárolt). Ezeket az elképzeléseket szolgálták és szolgálják többek között a pontgyűjtő kártyák, a törzsvásárlói kártyák, a nyereményjátékok, az online vásárlás lehetősége, a közösségi médiaaktivitás és a kapcsolati háló vizsgálata [6].

2. Emberi erőforrás gazdálkodás (munkaügy). A munkaügyi területen [7], [8], többek között a kiválasztás során a bekért dokumentumok (szakmai önéletrajz, nyelvvizsga- illetve diploma- és bizonyítványmásolatok) értékelésekor a szakmai tapasztalat és a végzettségek alapján a jelölteket a HR-es rangsorolja, majd felvételüket követően a vállalati HR-kultúrától és gyakorlattól függő gyakorisággal értékeli/értékelteti teljesítményüket objektív, szubjektív módszerekkel.

3. Pénzügy. A bankkártyás fizetés és alapvetően a bankszámlán megjelenő és felhasználásra kerülő pénzek mennyisége, a felhasználás gyakorisága, szezonalitása az ügyfeleket különböző klaszterekbe sorolja [9]. Ennek és az egyénről rendelkezésre álló adatoknak (melyeket vagy önként ad meg, vagy hozzájárul ahhoz, hogy a bank ellenőrizze) az ismeretében a bank objektív értékelő rendszer alapján tudja megállapítani a hitelt felvenni akaró személy pénzügyi kockázatát [10].

4. Közigazgatás. Az állami egészségügyi ellátás igénybevételéhez, illetve az adóügyek intézéséhez szükséges azonosítószámok (TAJ-szám, adószám) révén az egészségügyi intézmények, illetve a hivatalok nem csak beazonosítani tudják az egyént, de megfelelő jogosultság birtokában azt is látni lehet, hogy milyen egészségügyi ellátást vett igénybe, milyen gyógyszereket szedett, illetve szed, milyen az adófizetési morálja [11].

5. Oktatás. A diákok iskolai teljesítményének számszerű értékelése, majd ennek a számadatnak a rögzítése a Neptunban, a naplóban, az e-naplóban megszokott dolog. A számadatok idősoros elemzése segítséget nyújt a pedagógusnak, szülőknek a diák fejlődésének számszerű nyomonkövetésére is [12].

6. Közösségi média. A közösségi média tudatosan épít arra, hogy a felhasználó magáról, vagy az általa érdekelt témákról tartalmakat ír, illetve oszt meg, mások

tartalmait kedveli, értékeli [13]. Ez a társadalmi kredit előzményeként két fontos dolgot jelent: (1) a közösségi média arra ösztönzi az egyént, hogy regisztráljon, (2) véleményt nyilvánítson (értékeljen). A közösségi média működésében az is fontos szerepet kap, hogy a regisztráció révén beazonosított egyénnek a közösségi médiában tanúsított teljes aktivitása – beleérve a kapcsolati hálóját is – nagyon komoly elemzést tesz lehetővé, ami révén személyre szabott tartalmak (hirdetések, PR-cikkek) jelennek meg a számára, s így nagyobb valószínűséggel tanúsít aktivitást (pl. vásárlás), mint ha csak például egy utcai plakátot látna.

7. Mobiltelefonok és okostelefonok. A mobiltelefonok technológiai háttere lehetővé tette, hogy viszonylag elfogadható pontosság mellett legyen meghatározható az azt használó egyén aktuális tartózkodási helye, az okostelefon pedig még ennél is pontosabb helymeghatározást tesz lehetővé. Mivel az okostelefonok rendszerint az egész nap során az egyén közelében vannak, ezért viszonylag teljes képet lehet kapni arról, hogy merre jár, kikkel találkozik, milyen alkalmazásokat használ, milyen médiatartalmakat fogyaszt, milyen eseményekről/helyszínekről készít fotót, videót, posztot, stb [14]. A folyamatos bekapcsoltság állapota „természetesen” lehetővé teszi az illetéktelen megfigyelést is.

1.3 Ahol, s amit tudhatnak rólunk

A teljesség igénye nélkül egy átlagpolgár adatai rendszerint megtalálhatók a következő adatbázisok többségében: bank (bankszámla), csomagküldő szolgáltatások, egészségügyi intézmények (korház, rendelő) gépjárművünkkel kapcsolatos nyilvántartások, ismerőseink címlistái (Google címtár), ismerőseink telefonja, kereskedelmi és e-kereskedelmi vállalkozások, kézbesítő szolgáltatók (posta, gyorsposta), könyvtár (kölcsönzés), közösségi média (Facebook, Linkedin, Youtube, Slideshare), közüzemi szolgáltatók, lakcímnyilvántartás, munkahely/iskola (HR, bérszámfejtés, beléptetés, Neptun), NAV (adószám), Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő (TAJ), szakmai regiszterek, szakmai szervezetek, szövetségek tagnyilvántartásai, ugyfelkapu.gov.hu, újságok, kiadók, posta (előfizetés). Az adatok között megtalálható többek között: név, lakcím, telefonszám, email cím, fizikai cím (lakcím, tartózkodási hely), végzettségek, munkahely(ek), családi állapot, rokonok, ismerősök, közösségi oldalakon ismerősök, aktivitások, posztolások, lájkolások, megosztások, fizetési/pénzhasználati szokások, vásárlási szokások, antropometriai jellemzők, arc, arcvonások, alvási szokások, viselkedés, kulturális fogyasztás, hanghordozás, beszédstílus, nyelvismeret és egyéb ismeretek, szociális készségek és helyzet, egészségügyi helyzet, kórelőzmények, utazási szokások. Az egyén statikus és dinamikus jellemzőinek teljes feltérképezése – ahogy arra egyébként a társadalmi kredit rendszere is komoly hangsúlyt helyez – úgy oldható meg, ha törvényekkel, vagy az adatbázis-tulajdonosok közötti adatmegosztással az egyébként sok esetben csak kevés adatot tartalmazó felhasználói rekordok összekapcsolódnak,

mivel már néhány ilyen sekélyes rekord összekapcsolása is hatványozottan teszi lehetővé az egyén mélyelemzését (rejtett tulajdonságok feltárása, viselkedés-előrejelzés, stb.). Az adatok összekapcsolása lehetővé teszi további az egyén dinamikus szegmentációját [15] is a többi hasonló profilú/viselkedésű felhasználó alapján.

1.4 A téma vizsgálati fókusza

A modern városok biztonsága ma már elképzelhetetlen a szenzorok, az aktuátorok, az info-kommunikációs eszközök, berendezések, valamint az ezeket működtető rendszerek, az ezek által kínált adatok elemzése (a big data analitika), illetve a mesterséges intelligencia segítsége és használata nélkül [16], [17]. A Kínában – az általam vizsgált angol és kínairól angolra fordított és elemzett források alapján valószínűsíthetően – 2020-ban bevezetésre kerülő társadalmi kredit rendszere műszaki-informatikai aspektusból összefoglalja és integráltan használja a fentebb nevezett megoldásokat. A társadalmi kredit fogalmát ugyan elsősorban Kínához kötik, ugyanakkor ahogy arra már fentebb utaltam, számos olyan fejlesztés valósult meg, amelyikben az embereket (pl.: állampolgárok, munkavállalók, szülők, diákok, gépkocsivezetők), illetve a vállalkozásokat meghatározott szempontok szerint értékelik, s az értékelés hatással van lehetőségeikre. Az értékelések jelentős részénél az adatokat és az információkat elektronikus/digitális rendszerekben (adatbázis) tárolják, az ezekhez történő (illetéktelen) hozzáférés az adatok manipulálása/törlése, a téves adatok továbbítása/rögzítése, illetve az adatokat feldolgozó (mesterséges intelligencia) algoritmusaiban jelentkező hibák komoly hatással lehetnek az egyén jövőjére, fejlődésére. Emiatt kulcskérdés, hogy a társadalmi kommunikáció rendszerénél, illetve egyéb értékelő rendszereknél az adat- és információfolyam, a feldolgozás, az értékelés, stb. folyamataiban minimálisra csökkenjen az információbiztonsági kockázat.

2 A kínai társadalmi kredit rendszere

2.1 Kutatásmódszertani alapvetés

A téma feldolgozásánál többféle módszert használtam/használok fel, jelen tanulmányomat a dokumentum- és tartalomelemzésre építem. A módszertan tekintetében Cseh-Szombathy és Ferge [18], Horváth és Mitev [19], Krippendorff [20], illetve Langer [21] munkáira hagyatkozom. Kína vonatkozásában Hirn [22], Jinping [23], Burg [24], a kínai üzleti kultúrával kapcsolatban pedig Hinkelman [25], Seligman [26] Trosclair [27] valamint Ostrowski, Christensen és Penner [28]

műveit vettem alapul. A minta kiválasztásakor a publikusan elérhető forrásokra fókuszáltam, azon belül pedig első lépésben a magyar, az angol, illetve a kínai nyelven elérhető forrásokra. Mivel a magyar nyelvű források többségének megtaláltam az angol nyelven írt változatát, így második lépésben már csak az angol és a kínai, online elérhető dokumentumokkal foglalkoztam. A kínai nyelven írt tartalmakat a google szolgáltatása segítségével fordítottam angolra, mivel a fordítási pontosság tekintetében ezt biztosabbnak vettem, mint a kínai-magyar fordítást. A ténylegesen elemzett online dokumentumokat az alábbi kategóriákba soroltam:

- kínai nyelven elérhető hivatalos dokumentumok (pl.: a kínai kormány sajtóközleményei, pártkongresszusának jelentései, az állami újságokban megjelent cikkek, tanulmányok)
- a kínai ellenzék hangsúlyosabban angol, kisebb részben kínai nyelven elérhető dokumentumai (pl.: szubjektív beszámolók, esetleírások, kritikai vélemények, állásfoglalások)
- angol nyelven elérhető – (közvetlenül) nem a kínai ellenzékhez köthető – dokumentumok (pl.: USA kormányzatához kapcsolódó intézmények kutatási beszámolói, demokráciajelentések, független(nek gondolt) szakmai értékelések)

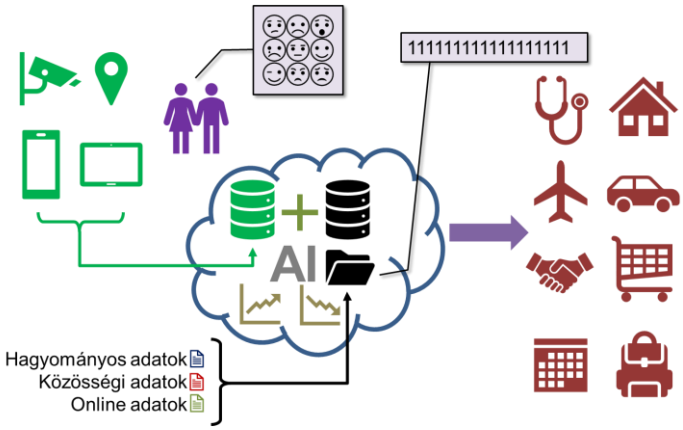
A dokumentumok elemzésénél – jelen tanulmányomban – nem foglalkozom részletesen az USA-Kína között érezhető (nem csak) politikai feszültségekkel, ugyanakkor fontosnak tartottam a társadalmi kredit rendszerének objektív vizsgálatát, valamint azoknak – ha nem is erős kritikai nézőpontból megfogalmazott kínai hivatalos – véleményeknek a bemutatását, amelyek a rendszer adat- és információbiztonsági problémáira hívják fel a figyelmet. Terjedelmi okokból a forrásokat részletesen nem sorolom fel jelen írásomban, de azt megjegyzem, hogy a források szakmai aspektusból is inkongruensek még az adott kategórián belül is. Ennek legfőbb okát abban látom, hogy a rendszert különböző, társadalmilag, gazdaságilag eltérő kínai városokban tesztelték, s a tesztek során más-más elvárások és súlyok mentén alakították ki az értékelő algoritmusokat. Ez a módszer meglátásom szerint a mesterséges intelligencia tanítása szempontjából jó ötlet, mivel különböző, felügyelt tanulási környezetet és tanulóadatbázist alakítanak ki a társadalmi kredit rendszerét működtető mesterséges intelligenciának, amelyik így többféle tapasztalatra tesz szert, s amikor a rendszer elindul éles üzemben, akkor (elvben) jobban tud fejlődni, illetve reagálni a nem várt (korábban nem tapasztalt) változásokra.

2.2 A rendszer objektív bemutatása

A rendszert (pontosabban annak alapgondolatát) elsőként Jiang Zemin főtitkár említette 2002-ben a 16. pártkongresszuson egy olyan kontextusban, amelyiknél a

modern piaci rendszer javításán, a makrogazdasági szabályozás és ellenőrzés erősítésén és javításán, a pénzügyi hitelképesség ellenőrzésén, illetve a piaci bizalom és becsületes magatartás elősegítésén volt a hangsúly. A rendszer hivatalos bejelentésére 2014-ben került sor, bevezetése pedig – ahogy arra már többször utaltam – 2020-ban lesz. A rendszernek éles üzemben alkalmasnak kell lennie az összes kínai állampolgár (~1,3 milliárd fő), az állampolgárok tulajdonában levő vállalkozások, valamint a kormányzati és állami intézmények folyamatos megfigyelésére, ellenőrzésére, értékelésére, pontozására négy területen (politika, üzleti élet, társadalom, igazságszolgáltatás) és négy fókuszterületen (őszinteség a kormányzati ügyekben, üzleti becsületesség, társadalmi becsületesség, igazságügyi hitelesség). Az egyéneknél az azonosítás a személyi szám alapján történik, ez az a szám, amelyikhez a később bemutatott statikus és dinamikus adatok, információk kapcsolódnak, illetve ez segíti a különböző adatbázisok összekapcsolását, s biztosít lehetőséget a bennük levő adatok együttes elemzésére. Az elemzés során az egyén viselkedése alapján pontokat kap, melyek számára és bizonyos esetekben családtagjai számára is előnyöket/hátrányokat jelentenek. A társadalmi normák ellen súlyosan vétő személyek amellett, hogy megkapják érte a törvényben meghatározott mértékű büntetést (pl.: börtön, pénzbírság), pontszámaikból veszítenek (leértékelődnek), így a büntetés letöltése után – amennyiben nem tanúsítanak igazi törekvést arra, hogy a társadalom hasznos tagjai legyenek – akár egy életre is marginalizálódhatnak, tehát saját magukat rekesztik ki a társadalomból. Ez – meglátásom szerint – erősíti a tudatosabb és meggondoltabb életvitelt.

2.3 Rendszerábra



1. ábra

A társadalmi kredit rendszerének rendszerábrája (saját szerkesztés)

Az első ábrán a társadalmi kredit rendszerének rendszerábráját mutatom be, rövid leírását alább ismertetem. Az egyént a közterületen elhelyezett kamerák, illetve geolokációja alapján – többek között – a közel valós idejű arcfelismerő algoritmusok segítségével azonosítják. Ezek az adatok (pl.: hol, milyen szituációban/helyzetben (pl.: átment az úttesten a piros jelzés ellenére), kivel van) bekerülnek a társadalmi kredit működését biztosító felhőbe, s hozzáadódnak az egyénről már rendelkezésre álló adatokkal (hagyományos adatok, közösségi adatok, online adatok). A felhőben kerül sor az összekapcsolt adatbázisok elemzése mellett az egyén értékelésére és pontozására, illetve fekete listára kerülésére is. A pontok jelentik az egyén számára a közjavakhoz, illetve a korlátosan rendelkezésre álló javakhoz való hozzáférést. Tanulmányomban nyolc ilyen területet nevezek meg néhány következmény felsorolásával:

1. egészségügyi ellátás: várólistákon előrébb/hátrébb sorolás, kiemelt ellátás igénybevételének lehetősége
2. utazás: utazás lehetősége/korlátozása külföldre, gyors becsekkolás, vagy hosszú várakozás, VIP ellátás
3. üzleti élet: vállalkozás indításának támogatása, kedvezményes üzleti hitel felvételének lehetősége, hitelképesség-minősítés
4. ügyintézés: ügyintézési idő rövidülése, hosszas várakozási idő, hátrébb sorolás
5. lakhatás: lakásbérlés megbízhatóság alapján, kedvezményes hitelfelvétel lakásvásárláshoz
6. autóvásárlás: kedvezményes hitel, nem lehet hitelt felvenni
7. vásárlás: hozzáférés a legújabb, szűkösen rendelkezésre álló javakhoz, kedvezményes hitelek, hosszú várakozási/sorbanállási idők
8. oktatás: a szülők pontjai alapján minősítik a gyereket az elitiskolákba való bejutáskor, illetve a szülők pontja is beleszámít a gyerek továbbtanulásába

3 Adat- és információbiztonsági kihívások

Ahogy arra már tanulmányom kutatásmódszertani részénél is utaltam, a vélemények objektív, szakmai alapú szintetizálására törekszem jelen írásomban. Miközben a rendszert már rövid időn belül bevezetik, a kínai hivatalos, a kínai ellenzéki, s az ezektől független források egyaránt – bár eltérő kritikai komolysággal, de – aggodalmakat, vagy legalábbis fenntartásokat fogalmaznak meg az adat- és információbiztonság területén. Ezek közül jelen írásomban az

elemzés alapján tizenkettőt nevezek meg az alábbiakban, terjedelmi okok miatt azonban csak az utolsóval foglalkozom részletesebben:

1. Hibák az arcfelismerés során
2. Visszaélés az egyén adataival, eszközeivel
3. Az egyén illetéktelen követése
4. Hibásan működő szenzorok
5. Rendszerelemek közötti kommunikációs hiba
6. Adatbázisok struktúrahibája
7. Adatbázisok összekapcsolási hibája
8. Rossz, hibás adatelemzés és algoritmusok
9. Gépi tanulási hibák
10. A mesterséges intelligencia (komplex) hibái
11. Hackertámadások (belföldről, külföldről)
12. Állami alkalmazottak (szándékos) károkozása

3.1 Állami alkalmazottak érintettsége

A hivatalnokok és az informatikusok (szándékos) károkozása annyiban tér el a hackertámadásoktól, hogy az előbbiek a kínai kormány alkalmazottai, akiknek az a feladata, hogy a társadalmi kredit rendszerét felügyeljék, működtessék, fejlesszék, javítsanak a mesterséges intelligencia tanulóalgoritmusain, illetve különböző jogosultsági szinteken hozzá tudjanak férni a rendszerhez, annak adatbázisaihoz, s az adatbázisokban az egyénről szóló adatokat akár módosítani is van lehetőségük. Mivel a társadalmi kredit rendszerére úgy is tekinthetünk, mint az állami/kormányzati szintű társadalmi felügyeleti és működtetési rendszerre, ezért kiemelten fontos, hogy a rendszerhez, s az adatokhoz hozzáférő, illetve azokat módosító kormányhivatalnokok mennyire megbízhatóak. A hivatalnokokok (ide tartoznak a kormányinformatikusok is) megbízhatóságát a kormány többféle módszerrel kívánta/kívánja biztosítani:

- jelentkezés képzésre: már a hivatalnoki képzési rendszerbe történő felvételüknél is egyfajta átvilágításon esnek keresztül (előélet vizsgálata)
- hivatalnokok képzése: a képzés során nem csak a tanulmányi eredményeiket követik, hanem írásaikat (dolgozatok, posztok), közösségi aktivitásaikat (megosztás, poszt, tetszés- és vélemény-nyilvánítás), társadalmi kapcsolataikat is elemzik

- jelentkezés pozícióra: a rendelkezésre álló előzmények (első két pont) és egy újabb átvilágítás (hasonlít a hazai nemzetbiztonsági ellenőrzéshez) az alapja a társadalmi kredit rendszeréhez kapcsolódó pozíciók betöltésének
- a mintegy 200-250 ezer fős kiberbiztonsággal foglalkozó belügyi igazgatóságokon belül külön igazgatóság foglalkozik a társadalmi kredit rendszerét üzemeltető hivatalnokok folyamatos megfigyelésével
- büntetés, elrettentés: már a társadalmi kredit rendszere előtt jelentek meg olyan hivatalos kínai közlemények, amelyek arról számoltak be, hogy a korrupt hivatalnokokat kivégezték
- egyes források egy „mini" kredit rendszerről is írnak, amelyik a nagy rendszerhez hasonlóan, de annál lényegesen részletesebben értékeli a rendszert üzemeltető hivatalnokokat
- motiváció: a rendszert üzemeltető megbízható hivatalnokok és gyermekeik (a magas pontszámuknak köszönhetően) a 2.3 alfejezetben leírt erőforrásokhoz/lehetőségekhez sokkal könnyebben jutnak hozzá

Összefoglalás

Tanulmányomban a Kínában 2020-ban bevezetésre kerülő társadalmi kredit rendszerével foglalkoztam. Tartalom- illetve dokumentumelemzés módszerével megneveztem a fontosabb adat- és információbiztonsági kockázatokat, s ezek közül részletesebben a rendszert fejlesztő és üzemeltető állami alkalmazottak érintettségét mutattam be. A megbízható hivatalnokok – a megfelelő jogosultsági szinteken – gyakorlatilag szabad kezet kapnak akár a felső párt- illetve vállalatvezetők adatainak változtatásához is, ami egy felülről vezérelt, a kormány szándékainak maximálisan megfelelő, s ennek következtében a rendszer minden előnyét élvező felsővezetői réteg kialakításához és megszilárdulásához vezethet. Az átlagemberek szintjén a hivatalnokoknak nem éri meg, hogy a mesterséges intelligencia algoritmusai alapján értékelt állampolgárok pontjait – hacsak nem kapnak erre utasítást – megváltoztassák, vagyis a társadalomnak a rendszer inkább előnyöket kínál azáltal, hogy betartatja tagjaival a társas együttélés szabályait (tisztességes üzleti magatartás, törvények tisztelete, bűnözés visszaszorítása, objektívebb értékelés, stb.) ami egy biztonságosabb társadalom eszményképének a realizálását is lehetővé teszi.

Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-3-I-OE-38 kódszámú Új Nemzeti Kiválósági Programjának szakmai támogatásával készült.

Források

[1] Pokol, B.: A mesterséges intelligencia társadalma, Budapest: Kairosz Kiadó, 2018, p. 200.

[2] Kurzweil, R.: How to Create a Mind - The Secret of Human Thought Revealed, New York: Penguin Books, 2013, p. 352.

[3] Mody, C. C. M.: The Long Arm of Moore's Law: Microelectronics and American Science (Inside Technology), Cambridge: MIT Press, p. 304.

[4] Kollár, Cs.: A játékelmélet kapcsolata az információbiztonsággal és annak humán aspektusával, in Egy csodálatos magyar elme: Harsányi János élete és munkássága. I. kötet, Budapest, CEPoliti Kiadó, 2019, pp. 331-381.

[5] Kotler, P.: Marketing mendzsment, Budapest: KJK-Kerszöv, 2002, p. 875.

[6] Kollár, Cs.: A digitális marketing lehetőségei a kereskedelmi egységek gyakorlatában, és ennek pszichológiai aspektusai In A bevásárlóközpontok jelene és jövője, Komárom : Selye János Egyetem Kutatóintézete, 2007, pp. 104-127.

[7] Matiscsákné, L. M. (szerk.): Emberi erőforrás gazdálkodás, Budapest: Wolters Kluwer Kft., 2012.

[8] Poór, J; Karoliny, M. és Illés, B. Cs.: A HR gyakorlata, Budapest: Wolters Kluwer Kft., 2019.

[9] Kovács L. és Marsi E.: Bankmenedzsment – Banküzemtan, Budapest: Alapítvány a Pénzügyi Kultúra Fejlesztéséért, 2019, p. epub.

[10] Sóvágó, L.: Hitelbírálat, Budapest: UNIÓ Lap- és Könyvkiadó Kereskedelmi Kft., 2001, p. 293.

[11] Budai, B. B.: Az e-közigazgatás elmélete, Budapest: Akadémiai Kiadó, 2014, p. 518.

[12] Mezősi, K.; Kiss M. és Pavlik, O.: Értékelés a pedagógiában, Budapest: Országos Közoktatási Intézet, 1997, p. 161.

[13] Klausz, M. : A közösségi média nagykönyve, Budapest: Athenaeum Kiadó, 2016, p. 320.

[14] Twenge, J. M.: iGeneráció – Akik közösségi médián és okostelefonon nevelkedtek, Budapest: Édesvíz Kiadó, 2018, p. 414.

[15] Kollár, Cs.: A budapesti ifjúság fogyasztói csoportkultúrája az info-kommunikációs társadalomban, és ennek marketingkommunikációs aspektusai, Budapest: PREMA Consulting, 2011, p. 218.

[16] Kollár, Cs.: „Az intelligens városok biztonsága a mesterséges intelligencia fókuszában," in Rendészet-Tudomány-Aktualitások: A rendészettudomány a fiatal kutatók szemével, Budapest, Doktoranduszok Országos Szövetsége Rendészettudományi Osztálya, 2019, pp. 156-162.

[17] Kollár, Cs.: „Az intelligens városok információbiztonsági kockázatainak beazonosítása," in Berek Hetven: Egy élet a hadtudomány és a művészet

szolgálatában, a hetvenéves Berek Lajos professzor és szobrászművész köszöntése, Budapest, Óbudai Egyetem, 2019, pp. 109-126.

[18] Cseh-Szombathy, L. és Ferge, Zs.: A szociológiai felvétel módszerei, Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1971, p. 430.

[19] Horváth, D. és Mitev, A.: Alternatív kvalitatív kutatási kézikönyv, Budapest: Alinea Kiadó, 2015, p. 393.

[20] Krippendorff, K.: A tartalomelemzés módszertanának alapja, Budapest: Balassi Kiadó, 1995, p. 208.

[21] Langer, K.: Kvalitatív kutatási technikák, Gödöllő: Szent István Egyetem, 2009, p. 158.

[22] Hirn, W.: Kína, a nagy falat – Miként változtatja meg életünket Kína felemelkedése, Budapest: HVG Könyvek Kiadó, 2006, p. 198.

[23] Jinping, X.: Kína kormányzásáról, Budapest: A. J. Tudásközpont, 2017, p. 527.

[24] Burgh, H. D.: Kína - Barát vagy ellenség?, Budapest: HVG Könyvek kiadó, 2007, p. 344.

[25] Hinkelman, E. G.: World Encyclopedia of Business Culture, San Rafael: World Trade Press, 1998, p. 427.

[26] Seligman, S. D.: Chinese Business Etiquette: A Guide to Protocol, Manners, and Culture in thePeople's Republic of China, New York: Warner Books, 1999, p. 304.

[27] Trosclair, J.: Chinese Business Dinner Culture: Mistakes to Avoid and Critical Must Do’s to Gain Face, Impress Decision Makers and Close More Deals, independently published, 2019, p. 69.

[28] Ostrowski, P.; Christensen, M. B. és Penner G.: It's All Chinese To Me: An Overview of Chinese Culture, Travel & Etiquette, North Clarendon: Tuttle Publishing, 2018, p. 181.

Vezetéstámogató- és önvezető járműrendszerek tesztelése – a jövő kihívásai

Kovács János

thyssenkrupp Component Technology Hungary Kft. Budapest, Daróczi út 1-3/a, janos.kovacs2@thyssenkrupp.com

A vezetéstámogató- és önvezető járműrendszerek nagyban változtatják meg az autóipart, új kihívásokat adva a mérnökök számára. E megoldások legnagyobb várható hozadéka az utak, a közlekedés biztonságosabbá tétele lehet, azonban ehhez elengedhetetlen az üzembiztonság szavatolása, amit a tesztelési folyamatok újraszervezésével és szükség szerinti kibővítésével lehet elérni. Ez a tanulmány az automatizáció lehetőségeinek bemutatását követően sorra veszi a tesztelést érintő várható változásokat, röviden ismertetve is azokat.

Vezetéstámogató- és önvezető járműrendszerek

Az autóipar fejlődésében számos mérföldkő jegyzi a mérnöki találékonyság ékes példáit. A lovak hajtotta konflisoktól tulajdonképpen csak a meghajtásban különböző első automobiloktól az évtizedek során a motorok hatásfokának növekedésével és az eletronikus vezérlők használatának általánossá válásával eljutottunk a korunk útjain futó, korszerű autókig. Napjainkban a közlekedés puszta igényének kielégítésén túl a gépjárművek számos egyéb funkcióval is szolgálják használóik igényeit, a kényelem, a szórakoztatás és a biztonság szempontjából egyaránt.

E tanulmány fókuszában a vezetéstámogató- és önvezető (AAD – Assisted and Automated Driving) rendszerek állnak, amik célja elsősorban az utazás kényelmesebbé és biztonságosabbá tétele.

Ezekkel a megoldásokkal olyan dolgokat tesznek lehetővé, amik néhány évtizeddel ezelőtt még a science fiction műfajának sajátjai voltak.

Az automata-, vagy félautomata parkolás szükségtelenné teszi a kormánykerék vezető általi forgatását, amikor a gépjármű beáll egy üres helyre. Az autó külső szenzorai segítségével felméri a környezetében található (statikus, vagy dinamikus) tereptárgyakat, és a térben magát elhelyezve manőverez a kiszemelt parkolóhelyre úgy, hogy a vezetőnek csak a gázpedált kell vezérelni, vagy egyes esetekben azt sem, a gépkocsit akár hátrahagyva siethet dolgára, míg teljesen autonóm módon végzi el a feladatot.

A sávtartó asszisztens elejét veszi a sávelhagyás miatt történő balesetek jó részének azzal, hogy az autó kamerái képét és mozgását elemezve a jármű figyelmeztet, ha fennáll az esélye, hogy a vezető szándéka ellenére elhagyja a sávját, és szükség esetén ellenkormányzással meg is akadályozza azt.

A torlódás-pilóta (traffic jam pilot) a forgalmi dugókban araszolást könnyíti meg azzal, hogy részben, vagy egészben átveszi a vezetés feladatát ilyen esetekben, a sáv és az elől haladó jármű távolságának tartásával és a sebesség szabályozásával.

Utóbbi funkció már a nem is olyan távoli jövőbe vetíti a részleges, vagy teljes önvezetés lehetőségét, hiszen a sofőr elsődleges feladatai a gépkocsi pályájának és sebességének szabályozása, amit ez esetben az automatika nagyrészt átvesz.

Az automatizáció szintjei

A járművek automatizációjának menetét jól ábrázoják a SAE International J3016 *Levels of Driving Automation* szabványában megfogalmazott autonómia-szintek.[1]

0. szint (Level 0 – L0) – Nincs automatizáció

A jármű üzemidejének egészében a sofőr végzi el a vezetés összes feladatát, akkor is, ha ebben figyelmeztető, vagy közbeavatkozó rendszerek segítik. A környezet megfigyelése az ember feladata. (Az olyan megoldások, mint az ESP és az ABS is ide tartoznak.)

1. szint (Level 1 – L1) - Vezetéstámogatás

A vezetéstámogató rendszer az aktív rendszer-üzemmód függvényében gyorsító/fékező, vagy pályamódosító feladatokat hajt végre a környező tárgyak figyelembevételével, feltételezve, hogy a sofőr elvégzi az adott vezetési feladat fennmaradó részét. (pl. sávtartó asszisztens, félautomata parkolás)

2. szint (Level2 – L2) – Részleges automatizáció

A vezetéstámogató rendszerek az aktív rendszer-üzemmód függvényében a gyorsító/fékező és a pályamódosító feladatokat is végrehajtják a környező tárgyak figyelembevételével, feltételezve, hogy a sofőr elvégzi az adott vezetési feladat fennmaradó részét. (pl. torlódás-pilóta)

3. szint (Level3 – L3) – Feltételes automatizáció

Az automatizált rendszerek az aktív rendszer-üzemmód függvényében a szükséges mértékben végrehajtják a vezetési feladatok egészét, feltételezve, hogy a sofőr szükség esetén kész átvenni a jármű irányítását.

4. szint (Level 4 – L4) – Magasfokú automatizáció

Az automatizált rendszerek az aktív rendszer-üzemmód függvényében a szükséges mértékben végrehajták a vezetési feladatok egészét, akkor is, ha a sofőr nem kész megfelelően átvenni a jármű irányítását.

5. szint (Level 5 – L5) – Teljes automatizáció

Az automatizált rendszerek az aktív rendszer-üzemmód függvényében végrehajtják a vezetési feladatok egészét minden útviszony közepette, amit egy emberi sofőr is kezelni tudna.

Érdekesség, hogy Raj Nair, a Ford észak-amerikai igazgatója 2016-ban úgy nyilatkozott, hogy cége, miközben tovább folytatja az L2-es rendszerek fejlesztését, visszalép az L3-as automatizáció megvalósításától, hogy helyette az L4-es megvalósításokra koncentráljon, mert az L3 kapcsán túl sok üzembiztonsági kérdés vetődött fel: annak garantálása, hogy az emberi vezető szükség esetén át tudja venni a jármű irányítását, nehezen megvalósítható. [2]

Az automatizációval kapcsolatos aggodalmak

Érthető, hogy a technika ilyen irányú és léptékű fejlődésével párhuzamosan megjelentek a sajtóban és a közbeszédben olyan hangok, amik a biztonságkritikus közúti közlekedés automatizálásának veszélyeitől tartanak.

Ezen aggodalmak fő tárgyát a jelen jogi környezet automatizált vezetésre való alkalmazhatatlansága mellett elsősorban az automatizált járműrendszereknek történő túlzott kiszolgáltatottság, valamint a hagyományos értelemben vett vezetési élmény csökkenése[3] képzi. Utóbbiról elmondható, hogy óhatatlanul csökkenni fog a jövőben, hiszen még az olyan megoldások is, ahol ennek megőrzését a lehetőségekhez mérten szem előtt tartják, egy balesetveszélyes szituációban aktiválják a vezetéstámogató funkciókat (pl. gyalogosfigyelő rendszerek). Ettől függetlenül azonban elmondható, hogy a kockázat figyelembevételével ez a kívánatos viselkedés.

A túlzott kiszolgáltatottság kiküszöbölésére ugyanakkor számos megoldás került alkalmazásra már jelenleg is, többek közt a vezető autóipari résztvevők egy részének együttműködésével létrejött *Safety First for Automated Driving* [4] című tanulmány, ami sorra veszi az új technológia kihívásait, azok kivédésére univerzális módszertant ajánlva.

Összességében kijelenthető, hogy a vezetéstámogató rendszerek nem csak, hogy kívánatosak, de alapkövetelményei is az utak biztonságosabbá tételéhez. Az amerikai National Highway Traffic Safety Administration 2015-ös kutatása szerint a közúti balesetek 2%-a környezeti tényezőkkel, 2%-a a járművel kapcsolatos, 2%-a „ismeretlen eredetű" és 94%-a emberi hibából származik. [5] Az AAD megoldások ezek közül épp utóbbit, valamint (részben) a környezeti tényezők káros hatását igyekeznek kivédeni.

A vezetéstámogatás és az automatizáció hatásáról jelenleg is számos tanulmány elérhető. Ezek egy része az eddigi tapasztalatokat, mások a jövőre vetített prognosztizációkat tartalmazzák.

Alena Erke *Effects of electronic stability control (ESC) on accidents: a review of empirical evidence* című tanulmányában a menetstabilizáló balesetekre gyakorolt hatását vizsgálta: az ESC (másnéven ESP) készülékekkel szerelt gépjárművek esetén az olyan balesetek esélye, amiben csak egy autó érintett a felével, a frontális ütközések valószínűsége tizedével, az autók közötti ütközéseké pedig harmadával csökkent. [6] Ezek az információk ugyan még csak egy L0-s rásegítő funkcióra vonatkoznak, azonban jelenleg még csak ebben a szegmensben elérhetőek használható mennyiségben olyan datatok, amik segítségével hatástanulmány készíthető.

A TRAFICOM (Finnish Transport and Communications Agency) *The impact of automated transport on the role, operations and costs of road operators and authorities in Finland* című, 2019-es tanulmánya szerint az alacsonyabb szintű (L1-es, L2-es) automatizált közlekedési megoldások együttes alkalmazása felével csökkentheti a halálos balesetek számát, ehhez ugyanakkor szükséges a technológiák elterjedése az utakon futó járművekben, az L5-ös autonómiával rendelkező eszközök pedig 90%-al mérsékelhetik a forgalmi balesetek valószínűségét. [7]

Bár utóbbi egy, a jövőre vonatkozó, igen optimista becslés, azonban további motivációt ad az autóipari résztvevőknek, hogy termékeik automatizációjára kellő hangsúlyt fektessenek.

A tesztelés helye a vezetéstámogató- és automatizált járműrendszer-fejlesztésben

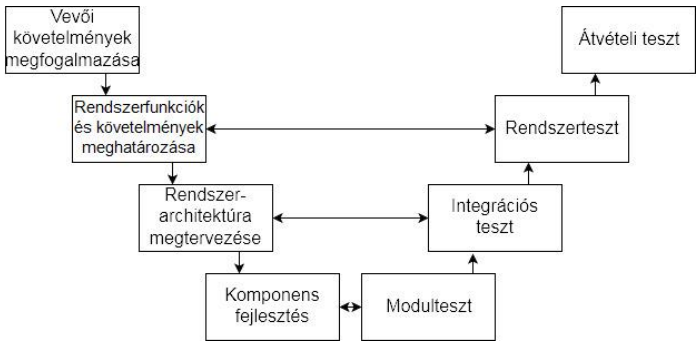
Az olyan összetett, számos alegység alkotta rendszerek (System of Systems), mint a gépjárművek fejlesztése jól definiált folyamatokat igényel: nem elég a résztvevők egyéni mérnöki kompetenciája, fontos, hogy mindenki tudja, mi a dolga a termék életciklusa folyamán.

A V-modell

Az ISO 26262 *Road Vehicles – Functional Safety* szabvány az autóipari fejlesztésekhez a V-modellt javasolja. Ez egy szekvenciális fejlesztési módszer: a megrendeléstől a termék átadásáig a technológiai lépések egymás után követik egymást, szükség esetén némiképp átlapolódva egymásra. A szekvenciális módszertanok legnagyobb előnye átláthatóságuk, hátrányuk azonban általánosan, hogy a korábbi lépések során bekövetkezett félreértések és hibák a későbbi

munkafázisok során nem javíthatók, csak akkor, ha visszatérünk a korábbi fázisokhoz, a hiba bekövetkeztétől tulajdonképpen újrakezdve a munkát.

A V-modell következetesen alkalmazva ezt úgy védi ki, hogy minden fejlesztési lépéshez hozzárendel egy verifikációs/validációs (V&V) feladatot, aminek az adott fázis során előforduló hibák megtalálása és időben történő kijavítása a célja. Így a refaktorálási feladatok minimalizálhatók oly módon, hogy a járműfejlesztés egy minden résztvevő számára jól átlátható folyamat marad.



A V-modell

A legmagasabb szintű (vevői) követelmények változása természetesen magával vonja a V-modell ciklus (iteráció) újraindítását, ilyenkor a specifikációk frissülése által érintett alrendszereket módosítva tulajdonképpen a folyamat akár elölről is kezdődhet. Ez meglehetősen költséges, az iterációk számának minimalizálása tehát a vevő és a fejlesztők közös érdeke.

A V-modell első V&V feladata így a vevői követelmények ellenőrzése, a benne szereplő esetleges ellentmondások megtalálása. Ehhez főként az adott szakmai részterület (domain) ismerete és a statikus tesztelés eszköztára (a szakmai alapvetések és múltbeli tapasztalatok alapján összeállított checklisták által támogatott követelmény-review-k) állnak a résztvevők rendelkezésére.

Ezt a vevői követelmények belső használatra történő átalakítása követi, amik felülvizsgálatában helye van fejlesztőknek és tesztelőknek egyaránt. Előbbiek a megvalósítás, utóbbiak a tesztelhetőség szempontjából nézik át checklistáik segítségével a követelményeket ellentmondásokat és hiányzó, de szükséges adatokat keresve.

A specifikációt így az egyes alrendszerek definiálása során többször is pontosítják, valamint a magasabb szintű követelmények alapján szükség esetén újakat is alkotnak (pl. egy mikrokontroller A/D konverterének részletes leírása nem feltétlenül jelenik meg a renszer szintű dokumentációban, de szükségesek a hardver – valamint az ezzel kapcsolatos szoftvermodulok – megvalósítása szempontjából). Természetesen ez sem történhet meg a megfelelő review-k nélkül.

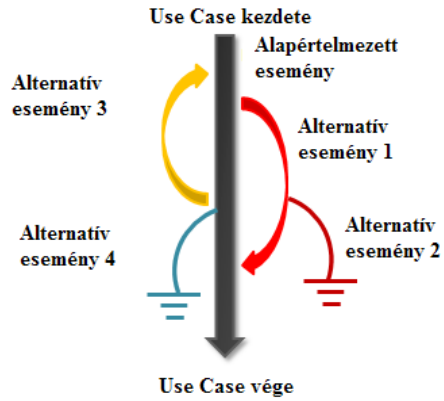
A követelmények felülvizsgálatának fontossága belátható, hiszen így ténylegesen a lehető legkorábban fedezhetők fel azok a dokumentációs hiányosságok, amik továbbgyűrűzve a fejlesztés későbbi szakaszában drágán

és/vagy nehezen javítható hibákká alakulhatnak. Ahogy a jáműrendszerek egyre komplexebb feladatokat hajtanak végre, úgy az ezekhez tartozó követelmények összetettsége is arányosan növekszik. Emiatt az eddig is komoly hasznot hozó review-k megfelelő végrehajtása kulcsfontosságúvá válik az automatizáció arányának növekedése során.

Az AAD megoldások a jármű alrendszereinek szoros együttműködését teszik elengedhetetlenné (egy „egyszerű" félautomata parkolás végrehajtásához is az autó környezetét vizsgáló – vizuális, rádióhullámú vagy szonikus – jeleket feldolgozó szenzorcsoport, a központi vezérlő és a kormányrendszer összedolgozása szükséges). Ez megnöveli az egyes alegységek közti interfészek számát és az azokon történő adatforgalmat, így az ehhez tartozó validációs és verifikációs feladatok (rendszerarchitektúra review-k, integrációs tesztek) súlya is magasabb az automatizált járműveknél, mint bármikor korábban. Ezekhez a tevékenységekhez tartozik az automatizált funkcióban részt vevő szoftver modulok interfészeinek tesztelése, de ide tartozik a vezérlők kommunikációjának megfeleltetése is az általuk használt protokollok (CAN, FlexRay, Automotive Ethernet, UDS) függvényében is.

Egy másik változás a korábbi, nem automatizált járművek fejlesztéséhez képest szintén a működés komplexitására vezethető vissza. Mivel a forgalmi szituációk nagyon sokfélék lehetnek, így a robosztusság, a performansz, és a kimenetek diszkrét értékeinek vizsgálata a bemenetek függvényében nem feltétlenül elegendő a termék minőségéről alkotott kép megalkotásához: a döntéshozó algoritmusok leginkább ún. use case alapú teszteléssel ellenőrizhetők.

Ennek lényege a bemeneti változók kvázi-véletlenszerű előállítása a majdani használat figyelembevételével (pl. automata pilóta vizsgálata szimulált forgalomban). Ily módon a működési tartomány széles terjedelmében értékelhető ki a működés: változatos közlekedési helyzeteket előidézve megfelelő minőségű szimulációval akár a tesztlaboratórium biztonságában is megfigyelhető az automatizált járműrendszer viselkedése valószerű szituációkban.



A use case alapú tesztelés menete

Az Automotive SPICE – biztosíték a minőségre

Ahogy az automatizáció teret hódít magának az autóiparban, a járműrendszerek összetettsége egyre csak emelkedik. Egy mai, felsőkategóriás autóban több 100 vezérlő (Electronic Control Unit – ECU) található, összesen százmilliós nagyságrendű forráskód-sorral [8]. Ez az automatizáció magasabb szintjeivel várhatóan tovább növekszik majd. Míg az egyszerűbb felhasználású ECU-knál (pl. start-stop rendszer vezérlő, ABS-„kocka") a technológia alig jelentett többet javaslatok gyűjteményénél a fejlesztő-irodák számára, addig korunk összetett járműrendszereinek minősége már nem szavatolható a megfelelő mértékű technológiai fegyelem nélkül.

Ehhez szolgál irányadóul az Automotive SPICE (ASPICE) folyamat-érettség és –minőség modell. A vezető autóipari résztvevők tapasztalatai alapján a fejlesztési fázisok résztevékenységeihez összeállításra kerültek azok a technológiai leírások, amik következetes gyakorlásával a hibázás esélye minimalizálható és amik alkalmazása mellett a projektek eredményesen tudnak működni bármilyen „sötét tudomány" (a rögzített folyamatokban nem meghatározott tevékenység) alkalmazása nélkül.

Az Automotive SPICE a technológiai lépések mellett rögzíti az adott résztevékenységek szükséges bemeneteit és kimeneteit, biztos alapokat és közös nyelvet adva egy összetett és módszertanilag is sokféle, ugyanakkor egyazon cél felé tartó ágazatnak.

A modell szakértői auditokon értékelik az egyes fejlesztőcégek folyamatainak érettségét, ezzel irányt mutatva a fejlődésüknek. Az, hogy az ASPICE jelentősége a jelenlegi autóiparban mekkora, jól példázza, hogy egyes megrendelők elvárják beszállítóiktól egy meghatározott ASPICE minősítés elérését, ösztönözve az egységes és minőségközpontú technológia alkalmazását alkatrészeik és alrendszereik fejlesztése során.

A kiberbiztonság problémája

Ahogy a vezetés feladataiból egyre nagyobb és nagyobb szeletet vállalnak át az automatizált járműrendszerek, ezzel egyidejűleg pedig az autó egyre több ponton kapcsolódik külső hálózatokhoz, az autóipar új területtel bővül: a kiberbiztonsággal.

2013-ban az amerikai Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA – a Pentagon kutató szervezete) finanszírozott egy kutatást, ahol szakemberek feltörték két, 2010 után gyártott autó kormány- és fékrendszereit, és elérték, hogy azok az ő utasításaiknak megfelelően működjenek. [9] E kísérlet eredményeit olvasva Ed Markey szenátor nyílt levelet írt az autóipar 20 résztvevőjének válaszokat követelve a kiberbiztonság kérdéseire. Egyrészt ennek, másrészt a technika fejlődésének eredménye, hogy az autógyártók és beszállítóik ezt a

problémakört kiemelt területként kezdik kezelni, és komoly erőforrásokat fordítanak rá, hogy az aggódalmakra megnyugtató válaszokat adhassanak.

Így az autóiparban eddig jelen nem lévő, a kiberbiztonsággal kapcsolatos tesztek. mint a fuzz testing , a vulnerability testing és a penetration testing is megjelenőben vannak, ténylegesen új ágazatot teremtve a szektorban.

Ezen területek szükségessé teszik új, erre szakosodott szakemberek bevonását az autóiparba, akik más területeken szerzett tapasztalataikat adaptálva, tudásukat a szektor szakembereivel ötvözve alakítják ki az AAD rendszerek védelmét.

Az automatizált járműrendszerek üzembiztonsága

Az autonóm gépkocsik hallatán talán az első kérdés, ami az emberek eszébe jut, az, hogy ezek az autók vajon mennyire lehetnek biztonságosak a tesztpályákon kívül, valódi utakon, valódi körülmények között?

Az L3-as, vagy annál alacsonyabb szintű automatizáció esetében ez a kérdés viszonylag könnyen megválaszolható. A működés szempontjából kritikus bemeneteknek és kimeneteknek ugyanis meghatározható egy olyan minimális rendelkezésre állása, ami felett az adott járműrendszer megfelelően el tudja látni feladatát, és ami alatt az önvezetés nem megvalósítható. Ez lehet n szenzorból m szenzor stabil működése, a bemeneten található zaj erőssége, stb. A tesztelőnek az ilyen helyzetekben két dologra kell koncentrálnia: annak ellenőrzésére, hogy a járműrendszer érzékeli a határtérték átlépését bármilyen irányban, valamint annak biztosítására, hogy az éppen csak határ érték feletti rendelkezésre állású be-/és kimenetek esetében a funkció működése kielégítő. Ha ezek teljesülnek, úgy elmondhatjuk, hogy az automatizált járműrendszer biztonságos, és a szükséges esetben át tudja adni az irányítást az emberi vezetőnek.

Az L4-es és afeletti szintű automatizációnál a technikai megvalósítások még váratnak magukra. A válasz megtalálása a (jóformán) teljesen autonóm járművek biztonságára nem csupán a tesztelők feladata, az autóipari résztvevők különböző kompetenciájú szakemberei együtt dolgoznak ezen. A Safety First for Automated Driving részletesen ismerteti a problémakör főbb kihívásait és javaslatot tesz azok megoldásaira. A kulcsfontosságú gondolatok itt a szimuláció kifinomultsága, valamint a funkciók tesztelése a lehető legváltozatosabb forgalmi helyzetekben. [4]

Digitális modellek – nélkülözhetetlen eszközök az automatizált járműrendszerek tesztelésében [10]

Egyes, összetett funkciók megvalósításához több alegység teljes együttműködése szükséges. Így van ez már egy ABS-vezérő esetében is, amikor a szoftver, az elektronika és a mechanika együtt képzi a feladatát ellátó eszköz egészét, de az autonómia megjelenésével ez fokozottan igaz, mikor a szenzorok, az aktuátorok és a vezérlők közösen hajtják végre az automatizált vezetési feladatot.

A legfőbb probléma az alrendszerek egymásra utaltságával az, hogy az ipari gyakorlat alapján jó eséllyel előfordul, hogy a részegységek nem egyszerre készülnek el, és az is általános, hogy ezeket szervezetileg és földrajzilag elkülönült csapatok fejlesztik. Mivel a funkció nem próbálható ki az összes alkotóelem megléte nélkül, így a gyorsabban dolgozó csapatok meglehet, nem tudja tesztelni termékét, amíg a hiányzó rendszerek meg nem érkeznek.

Ezt a helyzetet tovább nehezíti az információbiztonság kérdése, ugyanis ha egy járműrendszer különböző részeit olyan cégek gyártják, akik egymás konkurenciái, nem, vagy nem szívesen adják át a még fejlesztés alatt álló prototípusokat a másiknak annak érdekében, hogy az kipróbálhassa az általa fejlesztett alrendszert.

Ehhez a problémához kínálnak megoldást a digitális modellek. Minden olyan alrendszer, ami különböző bemenetek függvényében állít elő a követelményekben meghatározott módon valamilyen kimenetet vagy kimeneteket, megalkotható a digitális térben.

Egy teljesítményelektronikai elem feszültsége és árama könnyedén szimulálható a szoftver számára a mikrokontroller A/D konverterére kapcsolt feszültséggenerátorral. Egy szelep aktuális pozíciója megjeleníthető a szoftver számára látható módon a szelep állapotát vizsgáló szenzor jelének szimulációjával. A mechanikát fejlesztők számára elégséges lehet egy vezérlőszoftver alapfunkcióit tartalmazó proto-verziója, ami kalibrált bemenetekre válaszul irányítja a rendszer aktuátorait, az alkalmazás- és diagnosztikai csomagok nélkül. Egy egész gépjárműre terjedő vizsgálat során pedig egy komplett ECU kiváltható egy programozott kimenetet szolgáltató készülékkel.

Ezek a modellek az aktuálisan fejlesztett valós alrendszerrel összeintegrálhatók, és így jóval korábban vizsgálható a termék, mintha meg kellene várni az összes egység elkészültét, a beszállítóknak pedig elég pusztán a többiek számára érdekes információkat megosztani a termékükkel kapcsolatban, és nem szükséges átadni az esetlegesen üzleti titkokat is tartalmazó teljes prototípust.

Az automatizált járművek világában a digitális modelleknek még fontosabb szerepe lesz, ugyanis magát a forgalmat is szimulálhatóvá teszik. Ilyen alkalmazások jelenleg is használatban vannak, ugyanakkor az járművek autonómiájának növekedésével egyre kockázatosabbá válik a funkciók közúton történő kipróbálása. A forgalom modellezése így kedvező lehetőségből elengedhetetlen szükséggé válik az autóipari tesztelésben. A kifinomult

szimuláció megalkotása immár túlmutat egy néhány emberes részfeladat bonyolultságán, dinamikusan növekvő, önálló ágazattá vált az autóipari fejlesztések világában.

Összegzés

Bár a vezetéstámogató- és automata járműrendszerek drámaian változtatják meg az autóipar és az egész világ képét, az új kihívások leküzdéséhez segítséget nyújtanak a meglévő módszertanok, megfelelően átalakítva az aktuális helyzethez.

Elmondható azonban, hogy a mérnökök számára ezek az új kihívások rövid távon a tudományterület bővülését hozzák majd, hiszen az eddigi gyakorlatok mellett olyan új feladatok is megjelennek majd, amik eddig nem voltak az autóipar jellemzői.

Ilyenek az összetettebb architektúrák megalkotása és tesztelése, a kiberbiztonsági megoldások implementációja és kipróbálása, a digitális modellek fejlesztése és fejlesztésbe integrálása, és a listának még koránt sem értünk a végére.

Felhasznált irodalom

[1] „Levels of Driving Automation," SAE J3061, 2019.

[2] M. Martinez, „Ford rethinks Level 3 autonomy", Automotive News Europe, 2019.
Elérhető:
https://web.archive.org/web/20190603120841/https://europe.autonews.com/automakers/ford-rethinks-level-3-autonomy [letöltve: 2019. szeptember 13.]

[3] G. Perlas, „Will Autonomous Cars Kill The Joy Of Driving?", *benzinsider.com*, 2017.
Elérthető:
https://web.archive.org/web/20181030031835/https://www.benzinsider.com/2017/05/will-mercedes-benz-autonomous-cars-kill-the-joy-of-driving/ [letöltve: 2019. szeptember 13.]

[4] „Safety First for Automated Driving", APTIV, Audi, Baidu, BMW, Continental, Daimler, FCA, here, infineon, intel, Volkswagen. 2019.

[5]"Traffic Safety Facts – Critical Reasons for Crashes Investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey", DOT HS 812 115, 2015.

[6] A. Erke, „ Effects of electronic stability control (ESC) on accidents: a review of empirical evidence*”,* Accident Analysis & Prevention, 2011.

[7] R. Kulmala, J. Jääskeläinen, S. Pakarinen, „*The impact of automated transport on the role, operations and costs of road operators and authorities in Finland”,* EU-EUP Activity 4.2 Facilitating automated driving, 2019.

[8] J. Desjardins, „*How Many Millions of Lines of Code Does It Take?”,* Visual Capitalist. 2017.
Elérhető:
https://web.archive.org/web/20190815023217/https://www.visualcapitalist.com/millions-lines-of-code/ [letöltve: 2019. szeptember 13.]

[9] A. Greenberg, „DARPA-Funded Researchers Help You Learn To Hack A Car For A Tenth The Price” Forbes, 2014
Elérhető:
https://www.forbes.com/sites/andygreenberg/2014/04/08/darpa-funded-researchers-help-you-learn-to-hack-a-car-for-a-tenth-the-price/ [letöltve: 2019. szeptember 13.]

[10] Anderl, Nattermann, Rollmann, „The »W-Modell« – A Systems Engineering based Approach to Active Systems Development”, Department of Computer Integrated Design, Technische Universität Darmstadt,
Elérhető:
https://web.archive.org/web/20170801134334/http://www.plmportal.org/en/research-detail/the-w-modell-a-systems-engineering-based-approach-to-active-systems-development.html [letöltve: 2019. szeptember 13.]

xElőadóterem

Kovács Kristóf Máté, Szegedi Krisztián Dávid, Sagyebó Bálint László

Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Budapest Bécsi út 94-96

sagyebo.balint@gmail.com

Ebben a cikkben megoldásokat keresünk egy korszerű előadóterem tervezéséhez, amely alkalmas elektronikus és hagyományos oktatásra is. Főbb szempontjaink a kényelmes oktatás és információ befogadás, emellett az automatizálás megvalósítása, folyamatosan szem előtt tartva a nagy előadótermek „lecture theatre”[1] igényeit. Míg a kis előadók „lecture room” kihasználhatósága bizonyos korlátok közé esik, addig a nagy előadók több teret engednek ahhoz, hogy különféle módon használják azokat. Tanulmányaink során, mi is találkoztunk olyan automatizálási megvalósításokkal, információ befogadási hátrányokkal, amin szerintünk változtatni lehetne az empirikus megfigyeléseinkre támaszkodva.

Az előadások során, azt tapasztaltuk, hogy a padsorok legszélén ülve, nem látjuk megfelelően a táblát. A klíma vezérlése nehézkes, hiszen többnyire ez a vezérlés a portán található, továbbá azok nyílásai közvetlen a hallgatót érik. Bizonyos napszakokban, a táblára eső fény megnehezíti az azon lévő szöveg olvasását, mind az első sor, mind az utolsó sorban ülőknek. Az előadóban található hangtechnikai megoldások fejlesztése, azok elhelyezkedése és automatikus hangosítása (szabályozása), hogy a leghátsó sorban ülök is megfelelőn hallhassák.

1. Ábra: Stanford CALTECH [2]

A problémákat korszerű, ergonomikus kivitelezéssel kívánjuk megoldani, hogy azok a hallgatók és az előadók igényeit is kielégítsék. Az occam borotvaelvét követve, a legegyszerűbbre és a leglogikusabbra koncentrálva. Az előadók számára elérhetőbb, átláthatóbb terem automatika. A hallgató számára nagyobb kényelem megteremtése, amely által könnyebb a tananyag befogadása.

Keywords: Előadóterem ; Automatizálás ; Oktatás ; Egyetem

1.1 Klimatizálás

Empirikus tapasztalataink alapján a légkondicionáló renszerben két nagyobb problémát véltünk felfedezni.

Az első az előadó által körülményesen elérhető működés (1.1.1). A második a légbeömlők elhelyezkedése (1.1.2).

1.1.1 Szabályozás

Jelen pillanatban a klíma szabályzó berendezés vezérlő egysége a portán található, ez problémát jelent a teremben előadó személy és a hallgatók számára is, mert az előadó klímáját nem állíthatják be a saját igényeik szerint.

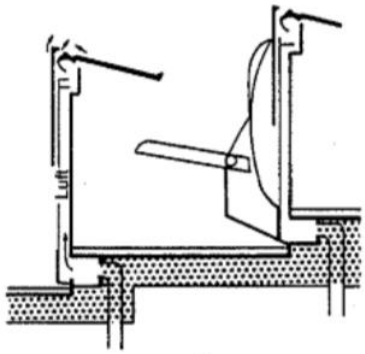
Ennek a problémának a megoldására javasoljuk, egy vezérlőegység beszerelését az Audmax-ba. Ennek az egységnek az elhelyezkedése a tábla mellett vagy a tanári asztalon/asztalban lenne a leghatékonyabb, hiszen így könnyen elérhető lenne.

Az előadóban található vezérlőegység nagyban megkönnyítené és leegyszerűsítené az előadó klímájának szabályzását, ezáltal értékes perceket lehetne megtakarítani az előadók és a hallgatók idejéből, azzal hogy nem kell a portára kommunikálni a légkondicionálás igényét.

1.1.2 A kivezetések elhelyezkedése

A második probléma, amit a légkondicionáló rendszerrel kapcsolatban véltünk felfedezni, hogy a kivezetések közvetlen a hallgatókat érik ezáltal csökentik a kényelmet, nehezítik a jegyzetelést, az előadáson történő hatékony részvételt.

A megoldást erre a problémára szellőzőnyílásokkal és légterelőkkel gyárilag ellátott padok beszerelésében látjuk.



2. Ábra
Szellőzőnyílással és légerelővel elátott pad metszete

Ez a fajta szellőztető rendszer megfelelőbb lenne, mivel a friss levegőt hatékonyabban tudná elosztaná az előadóban, emellett a helyben történő vezérlésnek köszönhetően megkönnyítené a mindenki számára megfelelő beállítás kiválasztását.

1.2 Ablakok

Az ablakok tökéletes megoldást nyújtanak természetes fény beengedésére, ami által csökkenteni lehet a mesterséges fény használatát. Ám ezeknek az ablakoknak hátrányaik is vannak az előnyös tulajdonságaik mellett.

1.2.1 Okos ablak, okos fólia

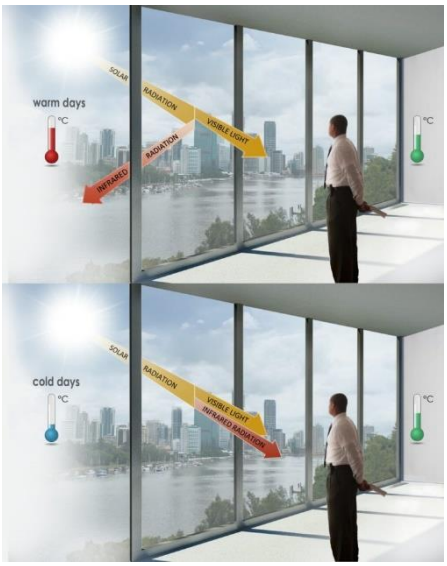
A hátrányos tulajdonságok közt az egyik a táblára vetölő közveten napfény bizonyos napszakokban. Ez megnehezíti a tábla olvasását, emellett a projektor által kivetített képek láthatósága is jelentősen romlik.

Ennek megoldása képpen úgynevezett okos fóliát lehetne felszerelni az ablakok felületére. Ezek a fóliák kikapcsolt állapotban teljesen úgy funkcionálnának mint egy átlagos ablak, ezáltal bizosítaná a terembe jutó természetes fényt és kilátást. Azonban amikor bekapcsolják a fóliában lévő kristályok szabálytalan elrendezést vesznek fel ami által szórják a fényt. Ez a szórt fény a terembe jutva már nem okozna problémát.

3. Ábra

A tábla és a projektor képének láthatóságának növelése melett az okos üveg,okos fólia segíthet csökkenteni az előadó klimatizálásának költségét.

4. Ábra



Érzékelőkkel és egy központi egységel megoldható hogy az üveg vagy fólia télen átengetje az infra vörös hullámhosszú fényt ami által több hőenergia az előadóba a napfény által ami csökkentené a fűtés költségét, ugyanez nyáron megfordítható, az infra vörös hullámok kizárásával kevesebb hőt közölne a nap a terem belselyében ezáltal a légkondicionáló berendezést elegedő lenne alacsonyabb fokozaton üzemeltetni ami szintén csökkentené az erre szánt költségeket, emellett sokkal környezetbarátabb lenne.

1.3 Teremakusztika

1.3.1 Hangszigetelés, hanghatások

Az akusztika, adott esetben teremakusztika egy komoly és sokrétű tudomány. Egy helyiség hangosításánál rettentő sok dolgot figyelembe kell venni. Nagyobb térfogatú, összetettebb formájú előadóterem esetében – még a beszéd célú termekre is igaz ez – a teremakusztikai megfontolásokat sokkal hamarabb meg kell tenni, hiszen az előadóterem alakját is a jó hangzási igényei szerint kell meghatározni. Szerencsére a jó hangzás és a jó látás igényei azonos megoldások irányába mutatnak [6]. A problémák elkerülése és minimalizálása érdekében már a terem kialakításánál oda kell figyelnünk bizonyos dolgokra, például az anyaghasználatra vagy a terem berendezéseinek elhelyezkedésére. A mi esetünkben egy oválisan kialakított teremről van szó, az Audmax-ról, mely az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán található egyik legnagyobb előadóterem. A visszaverődéseket már az antik színházépítők is ismerték és ki is használták. Vegyük példának az athéni Dionysos Eleuthereus színházat, melynek sorait félkör alakban építették ki és a nézőtér folyamatosan emelkedik [7], pontosan úgy, mint az Audamax esetében.

5. Ábra: Dionysos Eleuthereus színház [8]

A visszaverődések miatt utózengés, vagyis visszhang jöhet létre. Különböző termeket, helyiségeket teremakusztikai szempontból akkor tartjuk megfelelőnek, ha

a teremállandója (ezáltal a helyiségben mérhető utózengési ideje) a helyiség rendeltetésének megfelelő. Az utózengési idő az az időtartam, amely valamely teremben (zárt hangtérben) a hangforrás megszűnése pillanatától eltelik, amíg a hangintenzitás egymilliomod részére, a hangnyomásszint 60 dB-el csökken. Az utózengési időt megszabó lecsengési folyamat a teremakusztika egyik fontos jellemzője. Helységtől függően a jó hangzás, érthetőség érdekében bizonyos utózengésre szükség van. A teremakusztikai tervezés során a helyiség akusztikai viszonyainak megváltoztatására, az utózengési idő befolyásolására alkalmazott lehetőségek lehetnek például a falak és a mennyezet hangelnyelő anyaggal történő borítása, megfelelő álmennyezet kialakítása, vagy akár térbeli hangelnyelő szerkezetek alkalmazása [9]. Az előadóterem falai lyukacsos, fa hangelnyelő borítást kaptak. Ennek és az álmennyezet kialakításának köszönhetően a terem akusztikai szempontból jó. E megoldás helyett lehetne alkalmazni különféle szivacsból vagy úgynevezett fagyapjúból kialakított szigetelést, de ezek adott esetben költségesebbek lennének és esztétikai szempontból sem a legszebbek.

1.3.2 Az előadás érthetőségét segítő alternatívák

Olykor megesik az emberrel, hogy egy pillanatra nem figyel az előadóra, mással van elfoglalva vagy éppen nem hallotta az adott szót, mondatot. Ezekre a problémákra kínálna megoldást egy beszédfelismerő rendszer, mely a mesterséges intelligencia (AI) és egy beszédfelismerő szakszótár segítségével feliratozni tudná a szónokló szavait, melyeket a hallgató el tudna olvasni. Ez a program képes lenne a feliratozáson felül azonnali fordításra is, ezáltal a külföldi hallgatók megértenék a magyar nyelvű előadásokat is, persze ez nem váltaná ki az angol nyelven történő oktatást.

1.4 Előadó felosztás

1.4.1 A probléma bemutatása

Az audmax (BA. 1. 32.) egy kör alakú, úgynevezett nagy előadóterem „lecture theatre" [10], amelyben a padsorok elrendezése parabolikusan történik és a tábla az előadó elején található.

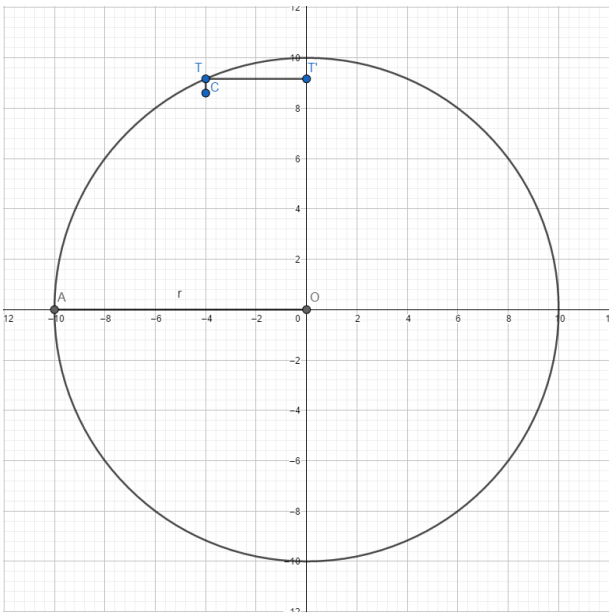
6 Ábra: Az előadó [11]

Azzal a problémával találkozunk, hogy bizonyos padsorba foglalva helyet, a tábla egy megfelelő hányadát nem látjuk, amely a hallgatót, az előadás tempójának felvételében akadályozhatja.

Itt ezt a problémát mutatnánk be a matematika eszközeivel és ötleteket adnánk arra, hogy mindezt miképp kerülhetnénk el. A továbbiakban azt a háromszöget, amelyet a tábla és a hallgató betekintése által nyerünk, ideálisnak és nem ideálisnak fogjuk hívni, konkrét paraméterek függvényében, majd szélsőséges esetet mutatunk be, ahol az ívhossz a leghosszabb.

1.4.2 A probléma megfogalmazása

Az elmondottak alapján vegyünk fel egy Descartes-féle koordinátarendszert és ábrázoljuk benne egy $O(0;0)$ középpontú $r = 10$ sugarú kört, ekkor ennek a körnek az egyenlete: $x^2 + y^2 = 100$, majd ebben a koordinátarendszerben vegyünk fel egy szakaszt, amelyek húrjai a körnek és legyen ez az előadó táblája, ezenkívül vegyünk fel még két szakaszt úgy, hogy azok egyik pontja éppen a tábla végpontja és azok 90 fokot képezzenek a táblával. Ez a faburkolatot reprezentálja, ami a betekintési szöget vágja. Jelöljük ezeket rendre *TT' TC*-vel.



7. Ábra

Ebben a koordinátarendszerben úgy kell a padsorokat rendeznünk, hogy a parabola megadásakor a tiszta másodfokú egyenletet nyújtjuk, hiszen a tengelypont mindig az y tengelyen található, ezt a nyújtott parabolát mindannyiszor ismét képezzük, ahány padsor az előadóban található és köztük megfelelő távolságot teszünk, mivel ezt szabvány követi.Tehát azt az a konstansszorost keressük, amely az adott parabolát megfelelően nyújtottá teszi, hogy az a padsorokra hasonlítson.

A rögzített körben, a parabola metszete az *O* középpontú *r* sugarú kör függvényében kapjuk. A leghosszabb ívhossz elérésére vegyük fel a kiindulási függvényt,

$\frac{x^2}{r} - r$; ahol *r* a kör sugara (1)

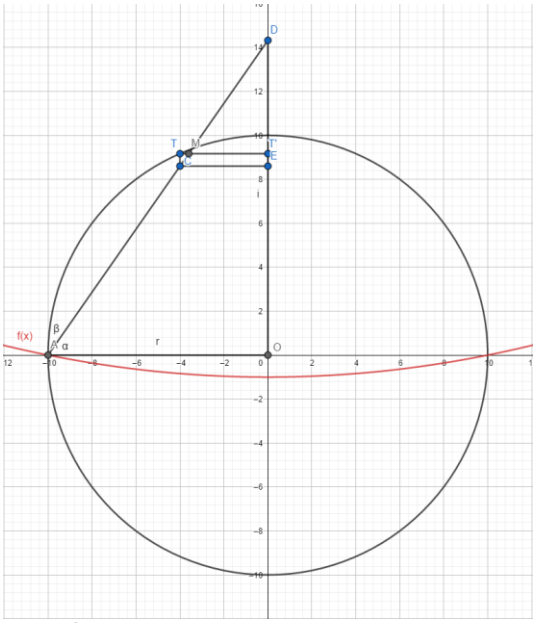
válasszuk az *a*-t tetszőleges számként, a maximális értéket a következő képlet adja

$\frac{x^2}{r*a} - \frac{r}{a}$ (2)

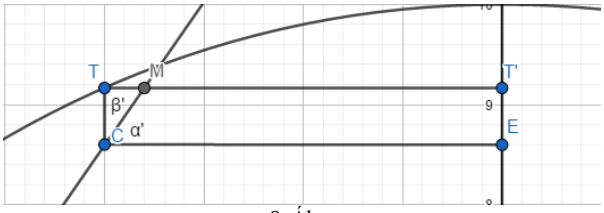
Ennek a függvénynek a tengelypontja az origó alatt van, (2) képlet végett éppen a kör x tengely metszetének, $\pm$ abszcissza pontját veszi fel. A kör metszeteiből húzzunk két szakaszt úgy, hogy az egyik a *C* ponton haladjon át, a másik pedig az y tengelyre merőleges és közös pontjuk *D*. Ehhez használjuk fel a két adott ponton átmenő egyenes egyenletét:

$Ax + By = A_{x0} + B_{y0}$ (3)

Derékszögű háromszöget kaptunk. Ha most a C pontból is egy merőleges szakaszt húzunk az y tengelyre, akkor hasonló háromszögeket kapunk.



8. Ábra: Az AOD és a CED háromszögek hasonlóak



9. Ábra

Jelöljük az A csúcsnál lévő szöget α-val, az α-túli szöget pedig β-val, és így rendre a $CED\Delta$ $\alpha'; \beta'$ ezekre fennáll, hogy $\alpha + \beta = \alpha' + \beta' = 90°$

Mivel $\beta \neq 0$, továbbá azt a pontot jelöltük ki a (2) egyenlet véget, amely a szélsőértéke az $f(x)$ függvénynek, ezért nem ideális betekintést kapunk, amelyre a hallgató területet veszt a táblából.

Ennek a területnek a meghatározására felhasználjuk, hogy a $TCM\Delta$; $90° - \alpha = \beta'$ és ennek a TCM háromszögnek a területe:

$$T = \frac{ab}{2} = \frac{TM*TC}{2} \qquad (4)$$

Ha a tiszta másodfokú egyenletéből adott parabolán olyan pontot jelölünk ki, amelyre az előző összefüggés nem áll fenn, akkor ideális betekintést kapunk. Az első ilyen pont az, amelynek pontjából merőleges szakaszt húzhatunk a *CE* szakaszra.

1.4.3 Megoldási javaslatok

A probléma megoldására több lehetőség is szóba jöhet, ha a faburkolat a táblát vezérlő villamosmotor miatt szükséges, akkor a padsorok ívhosszának kialakítása éppen akkora legyen, hogy az előző derékszögű háromszögnek a területe zérus, vagy elhanyagolhatóan kevés.

Az előadóban több kivetítőt is elhelyezhetnénk, és a kérdéses padsorok elé két nagyobb vásznat engedhetnénk le, amelyek görbülete a padsorokkal egyező, így nem ütköznénk a levágott szögek problémájával. A hátul lévő hallgatók ugyanúgy látnák a táblát, hiszen a vászonra kivetített kép ezt lehetővé tenné.

Konklúzió

A projekt írása során, azt vettük észre, hogy sokszor a legegyszerűbbnek tűnő problémák azok, amelyek nagyban befolyásolhatják az előadó használhatóságát. Úgy gondoljuk, hogy az előadó megépítéséhez nagyon fontos, hogy mind a hallgatók, mind az előadók igényeit összevessük. Igyekeztünk olyan megoldásokkal javaslatot adni, amelyek egyszerűen megvalósíthatóak, de mégis korszerűbb, használhatóbb előadót teremtenek. Ilyen a dokumentumban tárgyalt tejfólia, a feliratozó rendszer, a padsorok hosszának kialakítása.

A problémák orvosolását mindvégig fontosnak tartottuk, mert a hallgatók és az előadók munkáját is könnyebbé tehetik. Ugyanakkor nélkülözhetetlennek tartjuk, hogy rendszeresen felmérjék az előadó kórszerűségét.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet nyílvánítani, témavezetőnknek Pálfi Judith Tanárnőnek, aki nélkül a projekt nem születhetett volna meg.

Hívatkozás

[1] Mosoni József, (1987) Tanintézetek komplex pedagógiai tervezése

[2] Stanford CALTECH Sturdivant Lecture Theater, Silicon Valley, Megtekintés ideje: 2019.10.08. http://siliconvalleyism.com/locations/Silicon-Valley-Location-Stanford-Caltech-Sturdivant-Noyes-153.php

[3] Ernst Neufert, 2002, Építés- és tervezéstan, Budapest-Pécs,ISBN 9639123315

[4] Glass App Aource, megtekintés dátuma: 2019.11.10. https://www.glassappsource.com/smartglass/benefits-smart-glass-windows.html

[5] Advanced Science News, https://www.advancedsciencenews.com/infrared-regulating-smart-windows-based-organic-materials/ , megtekintés dátuma: 2019.11.10.

[6] Reis Frigyes, 2003, AZ ÉPÜLETAKUSZTIKA ALAPJAI ÉPÜLETEK AKUSZTIKAI TERVEZÉSÉNEK GYAKORLATA, Budapest, ISBN 963 86303 6 1, oldalszám: 269

[7] Augusztinovicz Fülöp, 2019. június 1., A tér- és teremakusztika alapjai - Segédlet a Kommunikáció-akusztika tanulásához (VIHIAV 035), Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

[8] Hetedhétország, megtekintés dátuma: 2019. november 7., https://www.hetedhetorszag.hu/gorogorszag/dionuszosz-szinhaz

[9] TechFoam Hungary Kft., megtekintés dátuma: 2019. november 7., https://techfoam.hu/szolgaltatasok/kivitelezes/teremakusztika/

[10] Mosoni József, 1987, Tanintézetek komplex pedagógiai tervezése, Szeged, oldalszám: 24

[11] Az audmax felülről, megtekintés dátuma: 2019. november 12. http://uni-obuda.hu/en/academics/bsc-degree

Spektroszkópiai eszközök hatása heterokromatikus mesterséges fények spektrumtartományaira

Dr. Rácz Ervin*, Tolnai Pál Tamás**

*Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, 1084. Budapest, Tavaszmező utca 17., A-épület, TA.I.108., racz.ervin@kvk.uni-obuda.hu

**Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, MSc hallgató, tolnpal@gmail.com

Absztrakt:

Kutatásunk során 19 spektrumszűrő fóliának egy általunk vizsgált napszimulátor hullámhossz-spektrumára gyakorolt hatását elemeztük és vizsgáltuk meg. Különböző kísérleti elrendezésekkel és a különbségképzésen alapuló modellezési eljárás alkalmazásával olyan érdekes eredményeket kaptunk, amelyek lehetőséget biztosítanak a napszimulátor spektrumának jelentős mértékű továbbfejlesztésére és előkészítik a kutatások folytatásának lehetőségét. A szubtrakciós modellezés nem csak a napszimulátor fényforrásait vizsgálva adhat jelentős eredményeket, hanem bármilyen más fényspektrumok összehasonlítására, elemzésére is alkalmas eljárás lehet.

Kulcsszavak: napszimulátor, mesterséges fényforrás spektruma, spektrum javítás, szűrők

1 Bevezetés

A huszonegyedik század legjelentősebb kihívásai közé tartozik a fosszilis energiahordozók felhasználásával légkörbe jutó károsanyagok csökkentése és a véges nyersanyagkészletekből adódó energiaproblémák kiküszöbölése (figyelembevéve a globálisan növekvő energiaigényt is). A Nap az egyik legjelentősebb megújuló energiaforrásunk. Ezért a napelemek tudományos vizsgálatát biztosító berendezések vizsgálata kiemelt fontosságú [1].

A napelemekkel kapcsolatos kutatások elvégzése olyan mesterséges fényforrások alkalmazásával ad pontos és megbízható eredményeket, amelyeknek a spektroszkópiai tulajdonságai állandók (így biztosítva lehetőséget a mérések reprodukálhatóságára). Az állandó tulajdonságok mellett a napelemes kutatások során a mesterséges fénynek a természetes napfényhez kell hasonlítania, mert a napelemekkel történő energiatermelés is természetes napfénnyel történik. A napfény egyik fontos tulajdonsága a spektrális összetétele [2], [3].

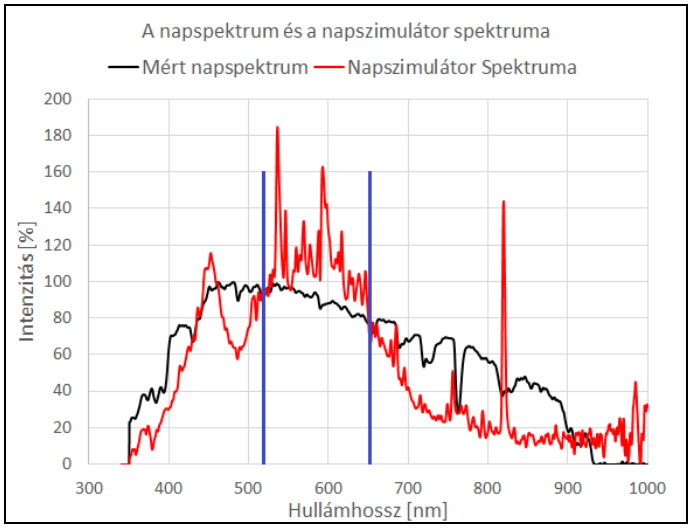
Egy adott fényforrás (jelen esetben a Napunk) spektrumképének mesterséges úton történő előállítása az azt kibocsátó fényforrás(ok) megfelelő kiválasztásával lehetséges. Előfordulhat azonban, hogy az előállított „műfény" tartalmaz olyan összetevőket is a hasznos spektrumtartományokon kívül, amelyek a modellezni kívánt spektrumtól nagymértékben eltérnek. A kiugró spektrumtartományok (spektrális csúcsok vagy abszorpciós élek) intenzitásának csökkentése olyan spektroszkópiai eszközök alkalmazásával lehetséges, amelyek bizonyos spektrumtartományokat nagyobb mértékben csillapítanak, mint másokat [4].

Korábbi, napspektrummal kapcsolatos kutatásaink szerint nagy szükség lenne olyan eszközökre, amelyekkel bizonyos spektrumtartományok csillapítása, szűrése megvalósítható [5].

Kutatásunk során célunkul tűztük ki egy általunk vizsgált és épített napszimulátor spektrális tulajdonságainak továbbfejlesztését a spektrális szűrés módszerének és egy (korábbi kutatásunk alkalmával tesztelt és alkalmazott) modellezési módszernek a felhasználásával. A modellezési módszer szerint, hogyha külön-külön vizsgáljuk különböző fényforrások spektrumait, majd azokat mesterségesen összeadjuk, ugyan azt a spektrumképet kapjuk, mint hogyha az adott fényforrásokat egyszerre működtetnénk. A modellezési módszernek az ASM *(Additive Spectral Mixing)* nevet adtuk [5].

A vizsgálatok során rendelkezésünkre állt 19 különböző spektrumszűrő fólia (A-S jelűig). A spektrumszűrő fóliák különböző spektrumú fényforrásokra gyakorolt hatásának vizsgálata után megfigyeltük több szűrő közös használatának eredményét a napszimulátor spektrumára. Az eredményeket elemeztük, majd kiválasztottuk a fóliák közül azt hármat, amelyek használata javított a napszimulátor spektrumképén. A napszimulátor spektrumképére gyakorolt hatása alapján kiválasztottuk az optimális spektrumszűrő fóliát.

A mért napspektrum és a napszimulátor spektruma látható az 1. ábrán. A kék színű függőleges vonalak határolják azt az 131 nm széles, 523-654 nm közötti tartományt, ahol a napszimulátor spektruma arányaiban nagyobb intenzitású a napspektrumnál. Ennek a tartománynak a megfelelő arányú csökkentése javítaná a napszimulátor spektrumalakját és optikai szűrőkkel valósítható meg. *(100%-os intezitású pontnak a napspektrum legnagyobb intenzitású pontját választottuk.)*

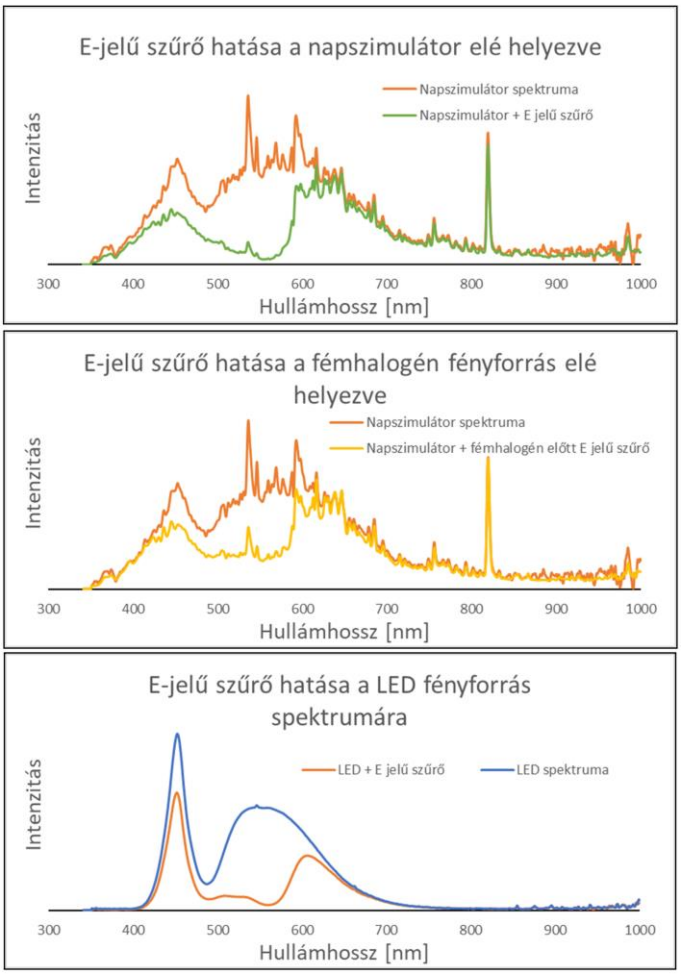


1. ábra

A napspektrum és a napszimulátor spektruma

2 Azonos szűrő hatásának vizsgálata különböző spektrumú fényforrásokra vonatkoztatva

A szűrők közül az E-jelű szűrő hatását vizsgáltuk meg a LED fényforrásra (a fényforrást önmagában működtetve), majd a LED és fémhalogán fényforrást tartalmazó napszimulátorra egészére használva, végezetül a napszimulátort működtetve olyan módon, hogy kizárólag a fémhalogén fényforrás elé helyeztünk szűrőt. A fényforrásokra gyakorolt hatás a 2. ábrán látható.



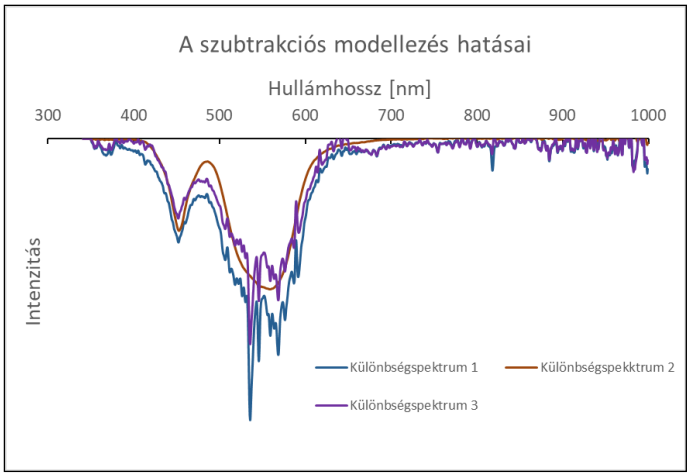
2. ábra
Az E-jelű szűrő hatása különböző spektrumalakokra

2.1 A szűrő hatásának elemzése szubtrakciós modellezéssel

A szűrő hatását elemezve a 2. ábra alapján is látható, hogy az 550 nm hullámhosszúságú fénysugárzást szinte teljesen elnyeli. Érdekes megfigyelni az "E-jelű szűrő hatása fémhalogén fényforrás elé helyezve" című diagramot. Itt az 550 nm hullámhosszúságú fénysugárzás többszörösét láthatjuk mint a maradék két diagram esetében. Ez azért lehetséges, mert a LED fényforrást itt nem szűrtük, így az abból érkező 550 nm-es sugárzást sem. Látható, tehát hogy érdemes lehet szűrőt helyezni egyenként is adott fényforrások elé is, hogyha nem szeretnénk adott esetben kiszűrni teljesen egy bizonyos hullámhosszúságú sugárzást.

Egzaktabb vizsgálati eredményt kapunk, hogyha a szűrők hatását ábrázoljuk. Ezt úgy tehetjük meg legegyszerűbben, hogy a szűrt spektrumból kivonjuk a szűretlen spektrumot. A szubtrakciós modellezés hatása látszik a 3. ábrán. A "Különbségspektrum 1" görbén a napszimulátorra gyakorolt hatás hátható, a "Különbségspektrum 2" görbén a szűrő LED fényforrásra gyakorolt hatása látható, a "Különbségspektrum 3" görbén a napszimulátor működtetése során csak a fémhalogén fényforrás elé helyezett fólia hatása tanulmányozható.

Megfigyelhetjük mind a három különböző fényforrások esetében azt, hogy a szűrő a 650 nm feletti tartományt szinte egyáltalán nem szűrte, az 500-650 nm-es tartományt erőteljesen szűrte és az 500 nm alatti tartományon is szűrt. A 19 különböző szűrő közül célszerű azt kiválasztani, amelyik a Bevezető fejezetben említett, 523-654 nm közötti tartományban vagy közelében szűr erőteljesen.



3. ábra
A szubtrakciós modellezés hatásai

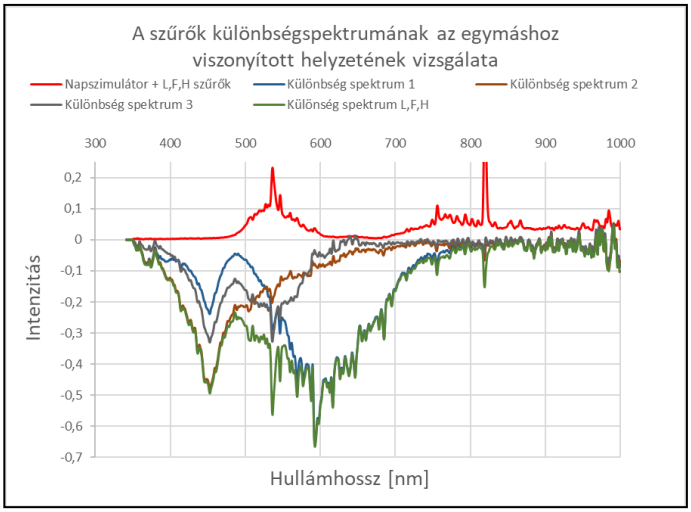
2.2 Több szűrő együttes hatásának vizsgálata a napszimulátor spektrumára

Több különböző szűrőfóliát egymás elé helyezve a napszimulátor spektrumából egy többszörösen szűrt spektrumot állítottunk elő. A 4. ábrán az L jelű, a H jelű és az F jelű szűrő hatása látható a napszimulátor elé helyezve azokat. A vörös vonallal jelölt szűrt spektrumot a három szűrőfóliát egymás, illetve a napszimulátor elé helyezve kaptuk. Látható, hogy a 490-610 nm-es tartományban és az infratartományon engedett át a három fólia magán egy többszörösen csillapított spektrumot. A napszimulátor spektrumából kivonva a 4. ábrán látható szűrt spektrumokat, az 5. ábrán látható modellezési eredményeket kaptuk.

A 480 és 570 nm között látható (függőleges fekete merőleges vonalak közötti) tartományon a "Különbség spektrum L,F,H" értékének abszolútértéke legnagyobb a négy különbségspektrum között. *Érdekes megfigyelés, hogy a fóliák éppen ezen a tartományon eresztenek át bizonyos mennyiségű fénysugárzást. Messzemenő következtetések levonása előtt azonban érdemes elemezni a jobb oldali merőleges fekete és a merőleges narancssárga vonalak közötti tartományt, ahol szintén átereszt a három fólia együttese, azonban a "Különbség spektrum L,F,H" és a "Különbség spektrum 1" görbék abszolútértéke közel azonos.*

4. ábra

Három különböző szűrő együttes hatásának vizsgálata



5. ábra

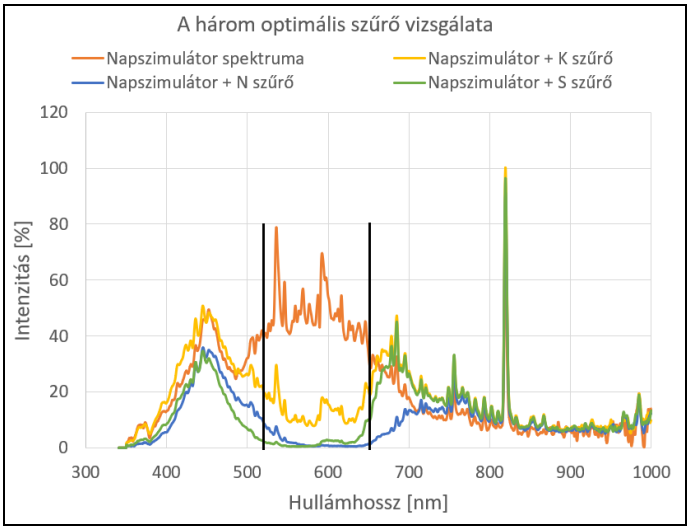
Három különböző szűrő együttes hatásának vizsgálata

3 A három optimális szűrő vizsgálata

A 19 spektrumszűrő fólia mindegyikét megvizsgáltuk és közülük három olyan fóliát találtunk, amely megfelelhet a napszimulátor spektrumának a napspektrumhoz hassonlóbbá tételéhez. A modellezés során alkalmazható lenne több fólia egyszerre történő működtetésének vizsgálata is. Ezen felül lehetne olyan méréseket végezni, amelyek során a spektrumszűrő fóliákat nem a teljes napszimulátor spektrumára, hanem csak egyes fényforrásokra vonatkoztatva használjuk. Jelen kutatómunka során a teljes napszimulátorra vonatkoztatott szűrési modellezést alkalmaztunk. Ezzel a modellezési eljárással is megfelelően elő lehet állítani egy olyan spektrumalakot, amely a napszimulátor 523-654 nm közötti spektrumának intenzitását nagyban csökkenti.

3.1 A három optimális szűrő vizsgálata

A 6. ábrán a három optimális szűrő spektruma látható. A két függőleges fekete vonallal jelölt terület a csökkentendő 523-654 nm közötti spektrumtartományt jelöli. Mind a három szűrő esetében látható, hogy ezt a tartományt erőteljesen szűri. A legerősebben az S és N jelű szűrők, gyakorlatilag teljesen kiszűrik a tartományt. A K jelű szűrő is, az intenzitást majdnem az egész tartományon, több mint a felére csökkenti.



6. ábra

A három legoptimálisabb szűrő hatása a napszimulátor spektrumára

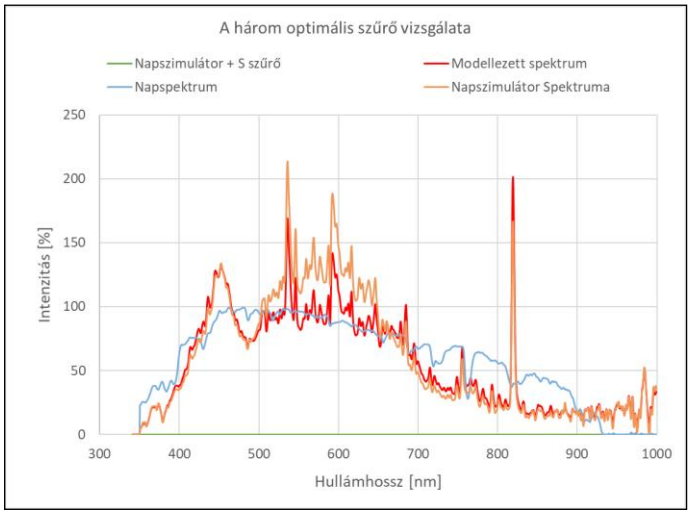
3.2 Az optimális spektrum előállítása

Mind a három szűrőn látszik, hogy önmagában nem megfelelő a spektrumuk, a szűrendő tartományt túl nagy mértékben kiszűrik a napszimulátor spektrumából. A problémára azt a megoldást találtuk, hogy a szűrt spektrumokhoz hozzáadtuk a szűretlen napszimulátor spektrumot is. Így a Bevezető fejezetben említett ASM módszerrel állítottuk elő a kívánt spektrumot.

A modellezés során próbáltuk optimálisan beállítani az arányokat, mind a három spektrumszűrő fóliát részletesen megvizsgáltuk és arra az eredményre jutottunk, hogy az K-jelű fóliával mért sepktrum felének és a napszimulátor spektrumának összege adja a legjobb spektrumalakot. A valóságban ez a spektrumalak úgy érhető el, hogy a napszimulátor mellé, (amely tartalmaz két darab 30W-os LED fényforrást és egy 150W-os fémhalogén fényforrást) egy fele ekkora, a K-jelű fóliával szűrt spektrumú napszimulátort építünk be. Ez úgy lehetséges legegyszerűbben, hogy egy darab 30 W-os LED fényforrás spektrumát szűrjük a K-jelű fóliával, és egy 70W-os *(ugyanis 75W-os fémhalogén fényforrást nem találtunk kerekedelmi forgalomban)* fémhalogén fényforrás spektrumát szűrjük egy másik K jelű fóliával. A kapott spektrumkép a 7. ábrán látható.

A modellezett spektrum és a napszimulátor spektruma között a 350-500 nm-es tartományon nincs szemmel látható különbség. Az 500-650 nm-es tartományon a napszimulátor spektruma a napspektrumnál végig nagyobb, nagyjából 30%-os intenzitásértékkel. Ugyanitt a modellezett spektrum alig tér el a napspektrumtól. A 650-700 nm-es tarományon a modellezett spektrum és a

napszimulátor spektruma is alig tér el a napspektrumtól. A 700 nm feletti tartományon a modellezett spektrum valamivel a napszimulátor spektruma felett helyezkedik el.



7. ábra
A modellezett spektrum

4 Összefoglalás

A 3.2 alfejezetben leírtak alapján elmondható az, hogy a modellezés sikeres volt. Sikerült jelentősen csökkenteni a napszimulátor spektrumát az 523-654 nm-es hullámhossztartományon. Az infratartományban elért növekedés is számunkra pozitív, hiszen ezen a tartományon a napszimulátor spektrumának intenzitása a napspektrum alatt helyezkedik el így annak növelése optimális, a napspektrumhoz hasonlóbbá teszi a napszimulátor spektrumképét. A modellezésen kívül a kutatómunka során megvizsgáltuk azonos szűrő hatását különböző spektrumú fényforrásokra vonatkoztatva és több szűrő együttes hatásának vizsgálatát is elvégeztük, a napszimulátor spektrumára vonatkoztatva.

A spektrumszűrő fóliák beépítésének előnye a spektrumkép jelentős javulásán túl az, hogy a mérési elrendezések lehetséges számát nagy mértékben növeli, így teret adva a szélesebb-körben végezhető kutatómunkák folytatásához. További előnye a fényforrások számának növelése, amely magában hordozza a teljesítmény növelését is. Ennek okán nagyobb méretű céltárgyak vizsgálatára is lehetőség nyílik.

Jelen kutatómunka az innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-2 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.

References

[1] S.H. Mohr, J. Wang, G. Ellem, J. Ward, D. Giurco (2015), Fuel, pp 120-135 [Online]. Available: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236114010254

[2] Hantos Gusztáv, Berényi Csaba, Tinódi Péter and Plesz Balázs (2013), LED-ek alkalmazása napszimulátorokban, pp 1-3 [Online]. Available: http://www.vilagitas.org/stuff/ledkonf/4_led_konf/eloadasok/plesz.pdf

[3] Pelin Denis, Sljivac Damir, Topic Danijel, Varjú Viktor (2014), Különböző Fotovillamos Rendszerek Regionális Hatásai, pp 201-210 [Online]. Available: https://bib.irb.hr/datoteka/714432.photovoltaic_book.pdf

[4] Abhay Mohan M.V, Jishnu Pavithran, K Lijo Osten, Jinumon A.,Prof. C. P. Mrinalini (2014), LED Based Solar Simulator, pp 1-4 [Online]. Available: http://www.standardsuniversity.org/wp-content/uploads/led_based_solar_simulator_mohan_final_paper.pdf

[5] Ervin Rácz, Pál Tamás Tolnai (2019), Preliminary spectral design of a LED- and light bulb-based sun spectrum simulator, pp 1-6 [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/document/8782735

Egészségvédelmi távfelügyeleti karpánt megvalósítása LoRaWAN technológiával

Szántó Marcell

Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar Műszertechnikai és Automatizálási Intézet, Tavaszmező utca 15, 1084, Budapest, Magyarország

marci199803@gmail.com

Konzulensek: Borsos Döníz, Sándor Tamás

Az emberi élet védelme a legfontosabb és vannak olyanok, akik esetében különös figyelmet kell erre fordítanunk. Csupán Magyarországon több 560 ezer mentális zavarokkal küzdő embert tartanak számon, ezen kívül még az idősek, az Alzheimer-kórban illetve demenciában szenvedők a is érinti az a veszély, hogy nem tudnak saját magukra megfelelően vigyázni. Projektem célja egy olyan eszköz készítése, amely monitorozza a viselője életjeleit és szükség esetén vészriasztási jelzést ad, valamint ezen felül a beépített helymeghatározási funkcióval segít megtalálni a bajba jutott személyt. További szolgáltatása még az elesés érzékelése, amely főleg az előrehaladott korúak körében jelent veszélyt. Az karpánt adatait LoRa hálózaton keresztül továbbítja majd az eszköz, ami hosszú működési időt illetve felhő alapú elérést jelent a kórházak, intézetek illetve hozzátartozók számára.

Kulcsszavak: demecia, Alzheimer-kór, időskor, LoRaWAN, elesés, helymeghatározás, egészségügyi, karpánt

1 A jelenkor eltűnési problémája és időskori betegségei [1] [2] [3] [4] [5]

Manapság egyre gyakrabban találkozhatunk a közösségi platformokon olyan cikkekkel, posztokkal, amelyben kétségbeesett emberek keresik a hozzátartozóikat, ismerőseiket. Ezek az emberek leggyakrabban nem szándékosan tűnnek el. A keresésükre irányuló felhívásokban általában megtalálhatóak a demencia, Alzheimer-kór, esetleg mentális zavarra vagy idős korra utaló kifejezések. Az ő eltűnésük és az őket ért esetleges balesetek elkerülhetők lennének egy olyan eszközzel, ami a pillanatnyi egészségi állapotuk mellett a tartózkodási helyüket is meg tudja határozni.

1.1 Az eltűnések mögött álló betegségek és az elsődleges érintettek

A demencia és az Alzheimer-kór elsősorban az idősebb korosztályt érint. A demencia legjelentősebb kockázati tényezője az életkor. 65 évnél idősebb lakosság körében 15 százalékban enyhe kognitív hanyatlás - a korfüggő feledékenység és a demencia közötti állapot - figyelhető meg. Demencia ebben az életkorban 1 százalékban jelentkezik, ez az arány ötévente körülbelül a kétszeresére nő, így 90 éves korra 30-35 százalék a demensek aránya.

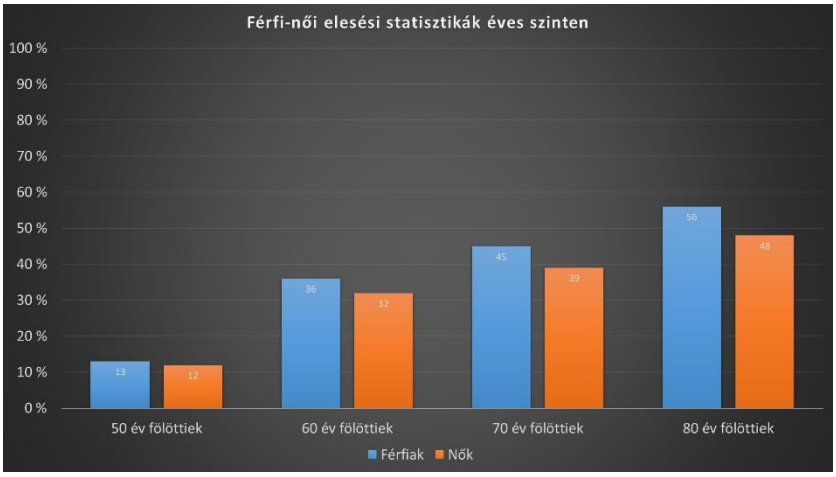
Az Alzheimer-kór végett romlik az érintettek érzékszervei által közvetített információk összesített feldolgozása, ezért a látás, a hallás, a testhelyzet és a tárgyak érzékelésével kapcsolatos érzetek nem megfelelően tudatosulnak, így a beteg elkóborolhat, térbeli tájékozódása romlik.

Szintén náluk fordulnak elő sűrűbben a szívproblémák, illetve az egyensúlyvesztésből eredeztethető elesések.

1.2 Az időseket érintő további veszélyfaktorok

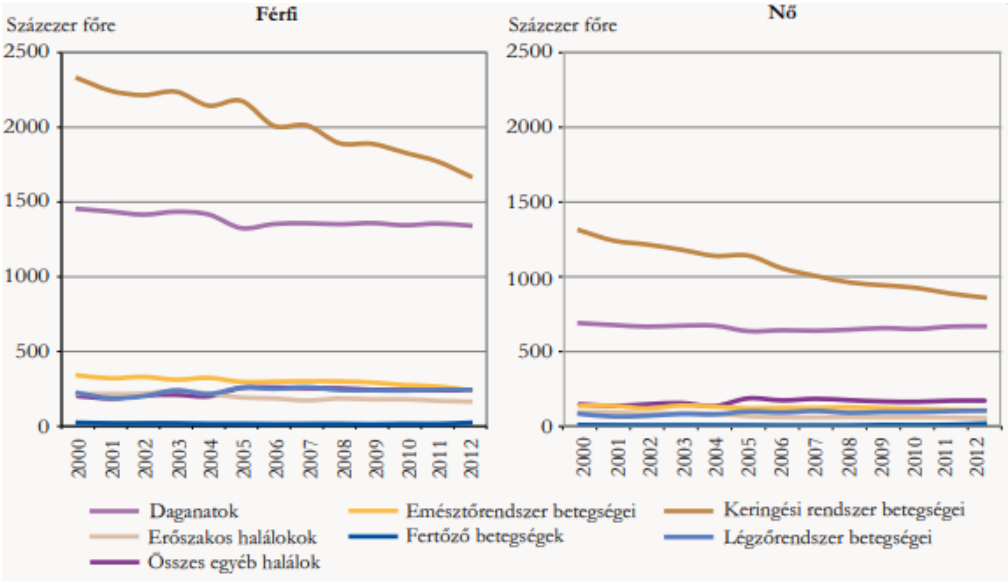
A WHO 2018-as felmérése alapján második helyen áll a baleseti halálokok között és évente több mint 37 millió ember szorul orvosi ellátásra elesés miatt. Az emiatt kórházi ellátásban részesülők több mint 50%-a 65 év feletti. Ez rávilágít arra, hogy elsősorban az előrehaladott korúakat veszélyezteti, akik jelenleg az európai lakosság 18%-át teszik ki. Magyarországon az időseket érintő halálos kimenetelű esési balesetek száma az uniós átlagot tekintve igen magas, míg a kórházban töltött napok körülbelül 34%-a köthető elesésből származó sérülések ellátásához, gyógyításához.

Az elesés és annak következménye súlyos népegészségügyi probléma, ugyanis a hosszútávú ellátás a teljes egészségügyi ellátás költségének 9.4-41%-át teszi ki. A hosszan tartó ápolást biztosító családtagok keresetkiesése szintén jelentős járulékos költség, ami például Angliában évi 40 ezer dollárt (12.1 millió Forintot) tesz ki.



1.ábra Elesés változása az életkor előrehaladtával[1]

Az időskorúak egészségi állapotát elsősorban a szív- és az érbetegségek határozzák meg, 65 éves kor után az emberek többségét érintik ezek a betegségek. Az időskori halálozások 60,3%-át a keringési rendszer betegségei teszik ki.



[1] Kép forrása: Saját készítésű kép

2.ábra Százezer 60–79 éves lakosra jutó standardizált halandósági arányszám nem és halálokok szerint[2]

1.3 Mit hoz a jövő?

A társadalom elöregedésének következtében a veszélyeztetettek száma 2030-ra várhatóan eléri az uniós népesség 24%-át. Ez a probléma hazánkban is jellemző csakúgy, mint az Európai Unió többi tagállamában. Becslések szerint 2050-re a fokozottan érintett korcsoport aránya az összlakosság 26%-át teszi majd ki. Előrejelzések alapján a 65 év felettiek esési balesetből származó kórházi ellátásának átlagos költsége 2040-re eléri a 240 milliárd dollárt.

1.4 Mik az elesés következményei és mi jelenthet segítséget?

Az elesések hosszú távú következménye a járás biztonságának elvesztése, félelemérzet és depresszió, ami időskori inaktivitáshoz és az életminőség jelentős romlásához vezet. Az esés következménye leggyakrabban csípőtörés, combnyaktörés, koponyatörés, a felső végtagok sérülése. A csípőtörést szenvedő idősek jelentős része nem hagyja el többet a kórházat: a balesetek 20 százaléka halállal végződik.

A munkám célja egy olyan eszköz készítése, amely monitorozza a viselője életjeleit és szükség esetén vészriasztási jelzést ad, valamint ezen felül a beépített helymeghatározási funkcióval segít megtalálni a bajba jutott személyt. Az egyre jobban kiépülő kommunikációs hálózat folyamatos növekedést jelent az eszköz által lefedett területeket illetően.

Egy általam végzett szóbeli felmérésből kiderült, hogy a megkérdezett időskorúak több mint 80%-a biztonságosabbnak érezné az egyedüli mindennapi közlekedést egy ilyen készülék viselésével.

2 Prevenció és gyorsabb segítségnyújtás [6] [7] [8] [9] [10] [11]

Munkám célja egy olyan testen viselhető eszköz készítése volt, amivel az érintett személyek eltűnését meg tudjuk akadályozni és ezzel az őket fenyegető veszélyeket is képesek legyünk elhárítani. Ezen kívül az őket ért baleseteket minél hamarabb detektálva meg tudjuk kezdeni a segítségnyújtási folyamatot, hogy növeljük az életben maradás esélyét és csökkentsük a maradandó egészségkárosodás valószínűségét.

2.1 Mérések alkalmazása balesetek detektálásában

A fent említettek alapján a legfontosabb az elesés és kardiovaszkuláris krízishelyzetek felismerése. Az általam épített karpántban elhelyezésre került egy MPU6050-es gyorsulásmérő, illetve egy MAX30100-as fotopletizmográfiai szenzor.

2.1.1 Elesés detektálás

Az MPU6050-es gyorsulásmérő az elesés jelenségének felismerését végzi, az arra jellemző pararaméterek megváltozásának monitorozásával. Az elesés folyamatának 3 fő szakasza van, ami alapján viszonylag jól megkülönböztethető az ugrástól és egyéb gyors testmozgásoktól.

Az elesés első fázisában mindig szabadeséshez hasonló folyamatról beszélünk. A szabadeséskor a gyorsulás vektorösszege a 0 G-hez fog tartani. A gyorsulás vektorösszegének nullához konvergálási ideje leginkább attól függ, hogy milyen magasról kezdődik a folyamat.

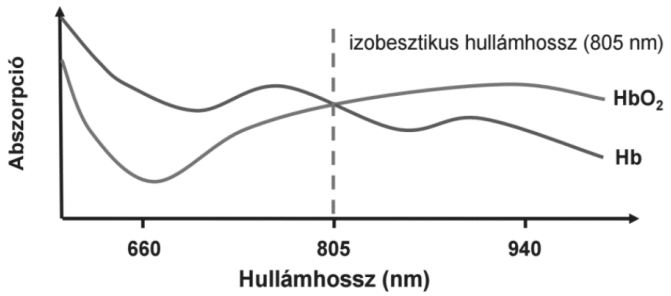
[2] Kép forrása: https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/halalokistruk.pdf
Letöltés dátuma: 2019.11.13

A súlytalansághoz közeli állapot végén nagy valószínűséggel egy hirtelen ütés fogja érni a zuhanó személyt, amit a talajjal vagy valamilyen más tárggyal való kontaktus fog okozni. Ezt a jelentős sokkot detektálva meg tudjuk határozni az esés második szakaszát.

Az emberi test esés, majd ütődés után többnyire nem képes azonnal felállni és ezt leginkább egy rövid ideig tartó mozdulatlansági állapot jellemzi. A gyorsulási görbén ezt egy viszonylag lapos szakasz mutatja. Ezt érzékelve tudjuk felismerni az elesés harmadik szakaszát. Az elesés után az egyén testének iránya az korábbiakhoz képest eltérő lesz. Ez az irány gyakran már esés közben is megváltozik.

2.1.2 A szív működésének megfigyelése

Ennek az elvnek az alapja a vér fényelnyelésének mérése. Mint az alábbi ábrán látható, a hemoglobin fényelnyelési spektruma függ az oxigenizáltságtól.



3. ábra Az oxigénnel dúsított és az elhasznált vér abszorpciós diagrammja.[3]

A vért adott hullámhosszúságú fénnyel megvilágítva a visszavert, vagy áthaladó fény intenzitásából következtetni lehet az oxigénszintre. A kapillárisokban levő vér oxigéntartalma, vagyis az oxigenizált és a dezoxigenizált hemoglobin aránya a szívritmus ütemében változik.

Egy vékony testrészt megvilágítva, és az átszűrődő fényt detektálva tehát a szívritmus szerint változó jelet kapunk. A visszaverődés után csak a fény egy része éri el a detektort, és ennek is csak kis része (a pulzáló rész) hordozza az információt. A gyakorlatban vörös, és infravörös hullámhossztartományon szoktak mérni, ezeken az oxigenizált, és a dezoxigenizált vér elnyelése jól elkülöníthető. Infravörös tartományon (~900nm) a dús vér nyel el jobban, míg vörös tartományon (~700nm) a kevesebb oxigént tartalmazó.

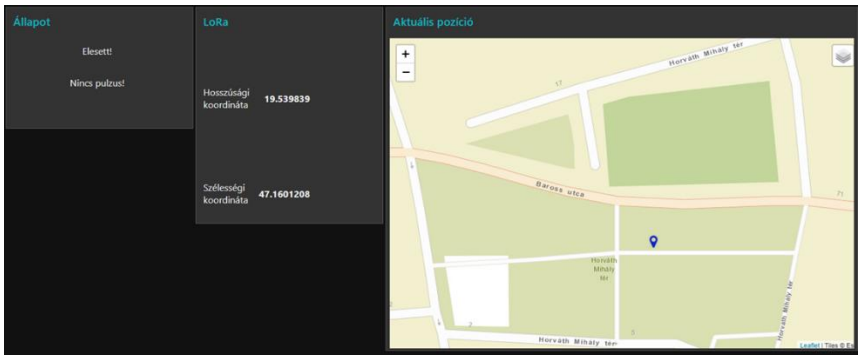
2.2 A tartózkodási hely meghatározása LoRa-val

Balesetek esetén a legfontosabb időben megkezdeni a segítségnyújtást és ehhez elengedhetetlen, hogy minél hamarabb a rászoruló koordinátáinak birtokába kerüljünk. Ebben nyújt nekünk segítséget a GPS alapú helymeghatározás, amely az általam használt LoRa S76G modulban is beépítésre került.

A LoRa egy LPWAN technológia (Low-Power Wide-Area Network), melyet leginkább vezeték nélküli szenzorok és más IoT-eszközök energiahatékony és nagy hatótávolságú kommunikációjára dolgozták ki. A LoRa szórt spektrumú rádiós technológia, mely egy szabadalmaztatott modulációs megoldásra épül. Az adatátvitel 125 kHz szélességű csatornán történik, Európában a 868 MHz-es, az Egyesült Államokban pedig a 910 MHz-es ISM-sávban. A kommunikáció mindkét irányban, azaz az eszközöktől a LoRa-átjátszó irányába, illetve az átjátszótól az eszközök felé is biztosított.

[3] Kép forrása: http://web.szote.u-szeged.hu/expsur/rop/aktualis_tananyag/konyvek/Orvostechnika%20es%20monitorozas.pdf
Letöltés dátuma:2019.11.10

A LoRa S76G modulban egy beépített SONY GNSS chip teszi lehetővé a tartózkodási hely meghatározását. A modul a megfelelő beállítások után képes ciklikusan helyadatokat küldeni illetve a GPS mellett a Glonass műholdas helymeghatározó rendszerrel is tud kommunikálni. Az általam végzett tesztelés alapján a legelső pozícionálási idő átlagosan 2,5-3 perc közé tehető, míg az ezt követő adatlekérések már maximum 7-11 másodperc alatt végrehajtódnak. Így megközelítőleg 2 méteres pontossággal adják meg az általam készített eszköz viselőjének tartózkodási helyét. Munkám során készítettem egy Node RED platformot, ahol mind az alkalmazott szenzorok, mint a LoRa által gyűjtött helyadatok megjelenítésre kerülnek.



4.ábra Saját készítésű Node-RED felület[4]

A megjelenített koordináták bármely térkép alkalmazással jól működnek, így azokat másolva akár a Google Maps, akár pedig egy GPS készülék használatával a lehető leghamarabb meg tudjuk indítani a bajba jutott személy felkeresését.

3 Életvédelmi távfelügyeleti karpánt [13]

A célom egy olyan eszköz tervezése volt, ami akár 24 órás felügyeletet is tud biztosítani a viselőjének Ez csak akkor kivitelezhető. ha a kialakítása nem kényelmetlen, illetve sem súlyra, sem méretre nem esik a zavaró kategóriába. A felkaron való elhelyezés biztosítja azt, hogy a hétköznapi teendőkben ne zavarjon és ezt egy vérnyomásmérő mandzsetta segítségével oldottam meg. Ebben kerültek elhelyezésre a mérő szenzorok, a LoRa modul 2 db antennával, illetve a mikrokontrollereket, amik az adatok feldolgozása mellett a perifériákkal való kapcsolattartásért felelősek.

3.1 Felhasználhatóság

5. ábra Az Antenna Hungária hálózati infrastruktúrája és a LoRa technológia rádiótechnikai jellemzői alapján becsült lefedettség.[5]

[4] Kép forrása: Saját készítésű kép
[5] Kép forrása: https://www.ahrt.hu/hu/fejlesztoknek

A LoRaWAN hálózat stabil használatához szükséges gateway lefedettség folyamatosan növekszik, ezzel elérhetővé téve a karpánt alkalmazását egyre több területen. Bizonyos esetekben privát hálózat kialakítása megoldja a lefedettségi kérdést. Ez egy saját átjáró telepítését jelenti a hálózati végeszközök hatósugarán belül. A LoRa szabvány szerint akár 15 km-es távolság áthidalására is lehetőségünk nyílik, ám ez jelentősen függ a használni kívánt gateway-től és a környezeti tényezőktől, ideértve az időjárási viszonyokat, a területen lévő épületek szerkezeti felépítését, illetve a talajreflexiót. Városi környezetben a megbízható kommunikációhoz szükséges maximális távolság jelentősen csökken, körülbelül 300-500 méterre. A karpánt jelenleg még viszonylag nagy energiaigénnyel rendelkezik, ami a készenléti időt 2 napra csökkenti, de a jövő tervei közt szerepel a fogyasztás optimalizálása –ezzel is növelve a működési időt- és a méret csökkentése.

3.2 Felhasználói rétegek

Ahogyan a statisztikák is mutatták az elsődlegesen veszélyeztetett embercsoport az idős korosztály. Főként az ő életük és egészségük megóvása érdekében készül ez az eszköz, de rajtuk kívül még a mentális zavarokkal küzdőknek is szükségük lehet rá, hogy elkerüljék a szándék nélküli, illetve a szándékos szökést, eltűnést. A pszichiátriákon nagyon gyakoriak a szökési kísérletek, amik így kivédhetővé válnak. Alkalmas még életkortól függetlenül gyerekek számára is, akik így szoros szülői felügyelet nélkül elhagyhatják a lakhelyüket miközben a gondviselőknek folyamatosan ismeretük van a gyerekük tartózkodásáról és pillanatbeli állapotáról.

Források

[1] https://www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf
Megtekintés dátuma: 2019.09.27.

[2] https://weborvos.hu/adat/magyarorvos/2008nov/26-28.pdf
Megtekintés dátuma: 2019.10.11.

[3] http://fate.ateknea.com/idoskori-eleses-veszelye-szamokban/
Megtekintés dátuma: 2019.10.17.

[4] http://www.alzheimer-kor.hu/hirek/mit-tud-es-mit-nem-a-beteg-a-kueloenboezo-stadiumokban_1469706306
Megtekintés dátuma: 2019.09.28.

[5] http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/idos/idos01.pdf
Megtekintés dátuma: 2019.11.01.

[6] https://hu.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiogr%C3%A1fia
Megtekintés dátuma: 2019.11.06.

[7] https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf
Megtekintés dátuma: 2019.10.01.

[8] https://www.mschoeffler.de/2017/10/05/tutorial-how-to-use-the-gy-521-module-mpu-6050-breakout-board-with-the-arduino-uno/
Megtekintés dátuma: 2019.10.07.

[9] https://create.arduino.cc/projecthub/Nicholas_N/how-to-use-the-accelerometer-gyroscope-gy-521-6dfc19
Megtekintés dátuma: 2019.10.16.

[10] https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf
Megtekintés dátuma: 2019.10.28.

Letöltés dátuma: 2019.11.08.

[11] https://docplayer.hu/1125742-Vezetek-nelkuli-megoldasok-a-tavkozlesben.html
Megtekintés dátuma: 2019.11.12.

[12] https://www.chipcad.hu/hu/product/rf-products-lorawan-vgberendezsek-s-fejleszti-acsip-advanced-communication-system-in-package/s76g-sip-loragps--ACS003
Megtekintés dátuma: 2019.10.30.

[13] https://www.ahrt.hu/hu/fejlesztoknek
Megtekintés dátuma: 2019.11.08.

Innovatív fejlesztések az emberiség jövőjének és biztonságának az érdekében I.

Vajdovich Ádám

Műszertechnikai és Automatizálási Intézet, Óbudai Egyetem, 1084 Budapest, Tavaszmező utca 17., Budapest, Magyarország

vajdovichadam@gmail.com

Abstract: Ez a tanulmány bemutatja egy IoT termékcsalád hardverfejlesztését, melyet a Tudományos Diákköri tevékenységem során született eredményeim és ismereteim együttes hasznosítása ihletett. Napjainkban egyre fokozódó problémát jelent a klímaváltozás és annak hatásai, mint például az aszály, ivóvíz készletek csökkenése és a mezőgazdasági termények minőségi és mennyiségi romlása. Azonban nem lehet figyelmen kívül hagyni az olyan problémákat sem, mint a légszennyezettség emberekre gyakorolt hatása, a nagy számú lakástüzek és az egyre növekvő szén-monoxid mérgezések száma. Emellett egyre jelentősebb igény merül fel a hétköznapokat megkönnyítő IoT megoldások alkalmazására úgy, mint a vagyonvédelmi rendszerek, elektronikus kényelmi rendszerek vagy automatizált épületgépészeti rendszerek. Ezek a megoldások könnyebbé és biztonságosabbá teszik az életünket, illetve fontos adatokat szolgáltatnak, amelyek tudatában javíthatjuk életminőségünket. Kutatásom egyik célja egy okos öntözés támogató rendszer megtervezése, a megfelelő kommunikációs módszer kiválasztása és a szükséges mérendő paraméterek meghatározása, figyelembe véve az energia hatékonyságot. Az eszköz célja, hogy az összegyűjtött adatokat tárolva és elemezve, az időjárási adatok összevetése mellett, lehetséges legyen a növényspecifikus öntözés meghatározása. Kutatásom második célja egy tűz és füst, illetve egy CO mérőeszköz megtervezése, amelyeknél fontos szempont a megbízható, hosszú időtartamú akkumulátoros működés. Kutatásom további célja egy külső és egy belső környezeti paramétereket mérő eszköz megtervezése, amely hőmérséklet, páratartalom és környezeti fény mérés mellett alkalmas légszennyezettség mérésére, mindezt vezeték nélküli kommunikációval, alacsony fogyasztás mellett. Kutatásom negyedik célja egy új típusú mozgás érzékelő megtervezése, amely a mozgás érzékelés mellett a jelenlétet és a hangot is képes érzékelni. Munkám során mind a 6 eszköz prototípusát a lehetőségeimhez képest elérhető legjobb technológiát alkalmazva terveztem meg, szem előtt tartva az alacsony fogyasztást és a vezeték nélküli működésből adódóan a biztonsági szempontokat. Továbbá a termékcsaládhoz készítettem weboldalt, brosúrát és mindegyik eszköz egyedi elnevezést kapott. *Tanulmányom tárgyát képző kutató - fejlesztő tevékenységemet az Innovációs és Technológiai Minisztérium és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal ÚNKP-19-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával végeztem.*

Kulcsszavak: mezőgazdaság, légszennyezés, víz, szén-monoxid, tűz, füst, mozgás, mozgásérzékelés, CO, hőmérséklet, páratartalom, légnyomás, hang érzékelés, IoT, öntözés, biztonság, mérés, érzékelés, szenzor

1. Bevezetés

Napjainkban egyre fokozódó problémát jelent a globális felmelegedés és annak hatásai, mint például az aszály, ivóvíz készletek csökkenése és a mezőgazdasági termények minőségi és mennyiségi romlása. Azonban nem lehet figyelmen kívül hagyni az olyan problémákat sem, mint a légszennyezettség emberekre gyakorolt hatása, a nagy számú lakástüzek és az egyre növekő szén-monoxid mérgezések száma. Emellett egyre jelentősebb igény merül fel a hétköznapokat megkönnyítő IoT megoldások alkalmazására úgy, mint a vagyonvédelmi rendszerek, elektronikus kényelmi rendszerek vagy automatizált épületgépészeti rendszerek. Ezek a megoldások könnyebbé és biztonságosabbá teszik az életünket, illetve fontos adatokat szolgáltatnak melyek tudatában javíthatjuk életminőségünket.

Témámat, melynek címe, *Innovatív fejlesztések az emberiség jövőjének és biztonságának az érdekében I.*, a fentebb említett problémákra való megoldás keresése, illetve Tudományos Diákköri tevékenységem során született eredményeim és ismereteim együttes hasznosítása ihlette.

Dolgozatomban részletesen bemutatom az általam megtervezett, 6 készüléket tartalmazó termékcsalád hardverfejlesztésének eredményét és ismertetem a jelenleg elérhető készülékekkel szembeni előnyeiket.

Dolgozatom tárgyát képző kutató - fejlesztő tevékenységemet az Innovációs és Technológiai Minisztérium és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal ÚNKP-19-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával végeztem.

2. Motiváció

Kutató – fejlesztő tevékenységem motivációja elsősorban Tudományos Diákköri tevékenységemen alapszik. Először 2018-ban kezdtem el foglalkozni okosház rendszer fejlesztéssel. *Komplex okosház rendszer megvalósítása kényelmi és biztonságtechnikai igényekhez igazodva AVR alapon* című TDK dolgozatom és az ehhez kapcsolódó rendszer megalkotása során számos tapasztalattal, tudással és tanulsággal gazdagodtam. A legfontosabb tanulságok között kell, hogy megemlítsem Nagy Gyula, a Magyar Mérnöki Kamara elnökének észrevételét, miszerint egy fejlesztésnek nem öncélúnak kell lennie, hanem közérdeket kell szolgálnia. Későbbi és jelenlegi fejlesztésemnél is ezt a szempontot a leglényegesebbek között tartom számon. Ezt követően vízhatékonysági kutatást végeztem, melynek során a lakóegységek és közintézmények tisztított víz felhasználásának csökkentésére vonatkozó lehetőségeket és problémákat tanulmányoztam, majd az eredményeket a *Lakóegységek és közintézmények tisztított víz felhasználást csökkentő többciklusú vízhasznosítási rendszer kifejlesztését megcélzó kutatás* című TDK dolgozatomban foglaltam össze. Ez a kutatás is számos tanulsággal és eredménnyel szolgált, amelyeket jelen kutató fejlesztő tevékenységem során is tudtam hasznosítani. Néhány konferenciát követően fény derült arra is, hogy egy víz újrahasznosító rendszer önmagában kevésbé kelti fel az emberek figyelmét, különösen a kiépítés magasabb költségei miatt, de ennek ellenére a klímaváltozás és az ehhez kapcsolódó kihívások és problémák egyre nagyobb érdeklődésre tesznek szert.

Ezen tapasztalatokból és a korábbi eredményeim iránti szakmai érdeklődésből arra a következtetésre jutottam, hogy strukturáltan kell folytatni a kutatást és fejlesztést. Először olyan termékek fejlesztésére koncentrálva, amelyek kevésbé költségesek, de fontos problémákra, veszélyekre nyújthatnak megoldást, ezáltal felkeltve az érdeklődést a fejlesztési ötleteimre és a megoldandó problémákra. Mindemellett az is motivált, hogy új technológiák mellett, saját fejlesztésű eszközök tervezésén keresztül ismerjem meg a hardverfejlesztés folyamatát, szempontjait és kihívásait.

3. Megoldandó problémák

Munkámmal számos problémára keresem a megoldást, amelyek ugyan egymással nem állnak szoros összefüggésben, de megoldásukkal mindenképpen javítható lehetne az emberek biztonsága vagy jövőbeni életminősége.

A megoldandó problémák egyik legfontosabbja a globális felmelegedés és annak hatásai, mint például az aszály, ivóvíz készletek csökkenése és a mezőgazdasági termények minőségi és mennyiségi romlása. Lakóegységek és közintézmények tisztított víz felhasználást csökkentő többciklusú vízhasznosítási rendszer kifejlesztését megcélzó kutatás című dolgozatomban vizsgáltam már az öntözés hatékonyabbá tételének lehetőségeit, hiszen a mezőgazdaság a világ ivóvíz fogyasztásának 70% -ért felelős [1] és 2050-re a népességnövekedés hatásából fakadóan 60%-kal több élelmiszerre lesz szükség. [2] Továbbá Magyarországon 2019-ben az őszi kalászosok termés hozama legalább egymillió tonnával kisebb lesz a 2018-as hozamhoz képest. [3] Azonban nem csak hazánkban várható az őszi gabonatermés mennyiségi és minőségi romlása, hanem Romániában, Spanyolországban és Franciaországban is. [3]

További fontos eleme a megoldandó problémáknak a légszennyezettség emberekre és természetre gyakorolt hatása. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség 2019 októberében megjelent jelentése rendkívül riasztó adatokat közölt. Az Európai Unió tagállamaiban 2016-ban a $PM_{2.5}$ szállópor 412.000, az NO_2 szennyezés 71.000 és az O_3 szennyezés 15.100 ember korai halálát okozta. [4] Mindemellett már számos kutatás foglalkozott a légszennyezettség emberekre gyakorolt negatív hatásaival. Ezekből a kutatásokból többek között kiderült, hogy a légszennyezettség növekedésével csökken a dolgozók produktivitása [5], a tanulók teljesítménye [6] és bizonyos bűncselekmények száma is megemelkedik az érintett területeken [7]. Ezeket részben a szennyezett levegő az emberi agy prefrontális lebenyére gyakorolt károsító hatása eredményezheti, mivel az agy ezen része felelős többek között az agressziószabályozásért, figyelem-összpontosításért és a megfontolt morális cselekvésekért. Azonban a légszennyezés negatív hatással van a környezetre és a mezőgazdasági termelésre is. A magas O_3 szint károsítja a növényi sejteket, rontja a növények növekedését és ezzel csökkenti a mezőgazdasági termények hozamát. [4] Továbbá a nitrogén-oxidok, kén-dioxid, és szén-dioxid magas szintje is káros hatással van a környezetre.

Ezen környezeti problémák mellett azonban felmerülnek a nem környezeti hatásokkal kapcsolatban álló problémák is úgy, mint a nagy számú lakástüzek. A katasztrófavédelem adatai szerint 2019 januárjában óránként keletkezett lakástűz Magyarországon és 24 halálos áldozatot követeltek ezek az esetek. [8] Fontos megemlíteni, hogy 30 évvel ezelőtt körülbelül 17 perce volt az embereknek kimenekülni egy pusztító lakástűzből, ma azonban ez az idő lecsökkent 3-4 percre. A Tűzoltóságok és Mentést Végző Szervezetek Nemzetközi Egyesülete által közzétett 2018-as jelentés szerint a vizsgálat tárgyát képző 20 országban 2016-ban 777.794 épülettűz történt. [9] Az épülettüzek, lakástüzek több szempontból is jelentős problémát képeznek. Elsősorban halálos kimenetelűek lehetnek,

másodsorban füstmérgezést, égési sérüléseket és életre szóló traumát is okozhatnak, harmadsorban pedig hatalmas anyagi kárral sújtja ezen események elszenvedőit.

A lakástüzek mellett azonban van egy másik súlyos és veszélyes probléma is: a szén-monoxid mérgezés. A szén-monoxid ugyanis színtelen, szagtalan, íztelen gáz és ebből következik, hogy érzékszerveinkkel nem érzékelhető. Forrása lehet bármilyen nyílt lánggal égő berendezés. Veszélye abban rejlik, hogy a szén-monoxid az oxigénhez képest 240-szer jobban kötődik a hemoglobinhoz carboxyhemoglobin-t alkotva, így jelenléte megakadályozza az oxigén megkötését. Ez a gáz annyira mérgező, hogy ha egy lakás levegőjének 1,28 térfogatszázalékát eléri akkor 3 percen belül halált okoz. [10] A Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság adatai alapján, 2014-ben 430 esetben riasztották a tűzoltókat, 355-en szenvedtek mérgezést és tizenketten vesztették életüket. Továbbá fontos megemlíteni, hogy az esetszámok emelkedése töretlen, 2012-ben 191 esetről érkezett bejelentés, azonban 2018-ban már 609-ről. [10]

Mindezen megoldandó problémák mellett fontos megemlítenem, hogy a későbbiekben ismertetésre kerülő fejlesztéseim egy részét okos otthon koncepcióban tervezem megvalósítani. Ennek egyik első lépése a saját fejlesztésű eszközök tervezése. Az utóbbi években egyre jelentősebb igény merül fel az életünket megkönnyítő IoT megoldásokra, mely technológiát a gyártó cégek is nagymértékben integrálnak a saját termékeikbe egészen a televízióktól a sütőn és a légkondicionálókon át a világításig. Ezt erősíti az IHS Markit előrejelzése is, miszerint az okos és IoT képes főbb háztartási eszközök globális értékesítése a 2014-es kevesebb mint 1 milliós darabszámról 2021-re 330 milliós darabszámra nőhet. [11] Emellett az okos vagy IoT képes eszközök nem csak a kényelmet szolgálhatják, hanem a biztonságot is, ami rendkívül fontos az emberek életében, hiszen a Maslow-i szükséglet piramisban a biztonság közvetlenül a fiziológia szükségleteket követi.

4. Célkizűzések

A következő fejezetben bemutatom kutató – fejlesztő tevékenységem legfőbb céljait. Mivel kutató – fejlesztő tevékenységemre 10 hónapos ÚNKP ösztöndíjat nyertem el 2x5 hónapos bontásban, így jelen fejezet bemutatja a teljes ösztöndíjas időszakra vonatkozó célkitűzéseket, kiemelve ezen dolgozat tárgyát képező célokat.

Az ismertetett problémák tükrében számos célt tűztem ki, amelyet szeretnék megvalósítani annak érdekében, hogy ezen problémák megoldására egy általam kidolgozott lehetséges megoldást kínáljak.

Kutatásom egyik célja, a *Lakóegységek és közintézmények tisztított víz felhasználást csökkentő többciklusú vízhasznosítási rendszer kifejlesztését megcélzó kutatás* című munkám eredményeinek a felhasználásával, egy okos öntözés támogató rendszer megtervezése, a megfelelő kommunikációs módszer kiválasztása és a szükséges mérendő paraméterek meghatározása, figyelembe véve az energiahatékonyságot. Az eszköz célja, hogy az összegyűjtött adatokat tárolva és elemezve, az időjárási adatok összevetése mellett, lehetséges legyen a növényspecifikus öntözés meghatározása. Ezen szakaszhoz kapcsolódik az a cél, hogy a későbbiekben felmérjem - a saját eredményeimet is bemutatva -, milyen szinten alkalmaznak és alkalmaznának ilyen megoldásokat a magyar gazdálkodók.

Kutatásom másik célja, a már említett kutatási munkám eredményeinek a felhasználása és a terület további vizsgálata. Tehát a víz tisztító - újrahasznosító berendezés kifejlesztése és laboratóriumi vízvizsgálati mérések végzése.

Kutatásom harmadik célja, egy mérőeszköz termékcsalád megtervezése szén-monoxid, füst/tűz és földgáz érzékelésére. A három célterületre külön – külön mérőeszközt tervezek kifejleszteni. A mérőeszközökhöz kiválasztom a megfelelő kommunikációs megoldást, szenzorokat és tanulmányozom a vonatkozó szabványokat, előírásokat, amelyekre a későbbi esetleges termékké válás során szükség lesz. Fontos szempont a megbízható, hosszú időtartamú akkumulátoros működés.

Kutatásom negyedik célja, egy olyan környezeti paramétereket mérő eszköz megtervezése, amely hőmérséklet, páratartalom és környezeti fény mérése mellett alkalmas légszennyezettség mérésére is. Ebből az eszközből két típus megtervezése a cél, egy kültéri és egy beltéri felhasználásra. További fontos szempont a vezeték nélküli kommunikáció és az alacsony fogyasztás.

Kutatásom további célja, a biztonsági és kényelmi igények növekedésével és az IoT technológiák térhódításával összhangban, egy új típusú mozgásérzékelő megtervezése, amely a mozgás érzékelés mellett a jelenlétet és a hangot is képes érzékelni.

A kutatás legfőbb célja tehát, az okos rendszerek kényelmének és biztonságának az egyesítése az említett problémákra kidolgozott megoldási lehetőségekkel, szem előtt tartva az energiahatékonyságot és az elérhető legjobb technológiák alkalmazását. Emellett szeretném úgy megtervezni az eszközöket, hogy azok képesek legyenek önállóan és rendszerbe kapcsolva is működni, illetve fontos szempont, hogy később akár piacképesek legyenek.

5. Jelenleg elérhető eszközök elemzésének eredménye

Az elemzés során számos eszköz tulajdonságát megvizsgáltam. Tűz- és füstérzékelő illetve szén-monoxid érzékelő kapcsán a Honywell, Google és Fibaro termékeit. Mozgásérzékelő kapcsán a Google és Fibaro termékeit. Öntözés támogató rendszer kapcsán a CorpX, Manna-Irrigation és Phytech termékeit. Beltéri környezeti paramétereket mérő eszköz kapcsán az Atmotube PRO és Awair Glow C termékeket. Kültéri környezeti paramétereket mérő eszközök kapcsán pedig az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózatot (OLM) és az AQMesh-t.

Az eszközök vizsgálatából világosan kirajzolódott, hogy minden gyártó igyekszik valamivel többet nyújtani, mint maga az alapvető funkció és sok esetben ezek hasznos és innovatív elképzelések. Azonban több hátrányt is felfedeztem a vizsgált eszközöket illetően. Egyrészt a vezeték nélküli funkciók sokszor Wi-Fi használatához, vagy valamilyen kiegészitő, külön megvásárolható eszközhöz köttetek. Másrészt több eszköz nem használható univerzálisan a saját területén. Ez különösen igaz a Phytech növény szár összehúzódás mérőjére, amely csak néhány termény esetén használható és az Awair Glow C levegő szennyezettség mérőjére, ami nem mér PM_1, $PM_{2.5}$, és PM_{10} légszennyezést és nincs belőle európai változat, mivel maximálisan 120V AC hálózati feszültségről üzemeltethető.

Összeségében fontos lépése volt a fejlesztésnek a jelenleg elérhető eszközök elemzése, hiszen tisztában kell lennem azzal, hogy milyen megoldásokat alkalmaztak eddig és mindenképpen olyan eszközöket kell fejlesztenem, ami ezeknél a megoldásoknál többet nyújt és a végső termékeknél figyelembe kell vennem a vonatkozó szabványokat is.

6. Hardverfejlesztés és eredményei

A következő fejezetekben az általam megtervezett és fejlesztés alatt álló eszközöket ismertetem. Továbbá ismertetem minden eszköz elsődleges specifikációját és a velük szemben támasztott elvárásokat, figyelembe véve az

eddig elérhető eszközök elemzése során szerzett ismereteimet. Emellett meghatározom, hogy az egyes eszközöknek milyen szabványoknak kell megfelelniük.

6.1. Tűz- és füstérzékelő

Kutató – fejlesztő tevékenységem első tárgya egy tűz- és füstérzékelő eszköz tervezése volt. A következő fejezetekben bemutatom az eszközzel szemben támasztott elvárásokat és ismertetem az előzetes specifikációt, kiemelve, hogy mivel kívánok többet nyújtani a jelenleg elérhető megoldásokkal szemben. Emellett ismertetem a megtervezett eszköz háromdimenziós modelljét.

6.1.1. Specifikáció

A tűz- és füstérzékelő prototípusával szemben a következő elvárásokat fogalmaztam meg. A dőlt betűvel szedett funkciók a jelenleg elérhető valamely eszközhöz képest többlet funkciót jelölnek.

Tápfeszültség ellátás:

- *1 db nagy teljesítményű cserélhető áramforrás, amely legalább 1 év működést biztosít.*
- Töltöttségi szint mérés és jelzés.
- *Töltöttségi szint mérés és visszajelzés mesterséges világítás megszűnése esetén.*

Energiafogyasztás:

- Ultra alacsony fogyasztás.
- Feszültség átalakításokból eredő veszteségek minimalizálása.

Adattovábbítás:

- *Mérési adatok, jelzések, teszt eredmények továbbítás Thread és Bluetooth 5 protokollal.*

Riasztási értesítések:

- Hang- és piros fényjelzés tűz, füst, hőmegfutás, hőmaximum érzékelés esetén a vonatkozó szabványban meghatározott módon.
- Hang- és fényjelzés hiba esetén.
- Hangjelzés 85dB a riasztástól számított 1. percben, majd legalább 82dB a riasztástól számított 4. perctől.
- *Eltérő hang és fényjelzés továbbított riasztás esetén.*

Hálózatba kapcsolt működés:

- Az eszköz legyen képes továbbítani a riasztásokat másik eszköz számára.
- Az eszköz legyen képes riasztást fogadni másik eszköztől.

- Az eszköz legyen képes más, nem általam tervezett eszközzel is kommunikálni (pl.: Google Nest rendszer).
- *Az eszköz legyen képes beavatkozó rendszereket információval ellátni. (villamos hálózat lekapcsolása, gáz főelzáró elzárása)*.

Rendelkezésre állás:

- *Az eszköz legyen képes önállóan is teljes értékűen működni, függetlenül attól, hogy Thread vagy Bluetooth 5 hálózatra kapcsolódik, vagy sem*.

Érzékelés, mérés:

- Az eszköz legyen képes füst, láng, hőmegfutás és hőmaximum érzékelésére.
- Az eszköz legyen képes a burkolat megbontásának érzékelésére.
- *Az eszköz legyen képes környezeti fény érzékelésére*.

Tesztelés üzembe helyezés után:

- Tesztelés manuális teszt gomb segítségével.
- Tesztelés vezeték nélküli hálózaton keresztül.
- *Sziréna automatikus hang tesztje havonta egy alkalommal*.
- *Vezeték nélküli hálózaton végzett teszthez ne legyen szükséges az eszközzel fizikai interakció (pl.: fizikai gomb megnyomása az eszközön teszt indításhoz)*.

Vonatkozó szabványok:

- MSZ EN 14604:2005/AC:2008 (Füstriasztóeszközök)
- MSZ EN 54-25:2008 (Tűzjelző berendezések. 25. rész: Rádiós kapcsolatot használó részegységek)
- MSZ EN 54 sorozat vonatkozó részei (Tűzjelző berendezések)
- UL 217
- NFPA-72

Applikáció (későbbi megvalósítás):

- Mérési és teszt eredmények megjelenítése.
- Riasztások megjelenítése.
- Riasztás helyének jelzése.
- Teszt kezdeményezése.
- Akkumulátor/elem töltöttségi szint megjelenítés.

6.1.2. Megvalósítás

A megfelelő alkatrészek kiválasztását és adatlapjaik tanulmányozását követően, a támasztott elvárások figyelembevételével elkészítettem a tűz- és füstérzékelő

kapcsolási rajzát. Ezt követően a nyomtatott áramkör Altium Designerrel való tervezése következett, melynek eredménye az alábbi ábrán látható.

1. Ábra: A tűz- és füstérzékelő 3D modellje

6.2. Szén-monoxid érzékelő

Kutató – fejlesztő tevékenységem második tárgya egy szén-monoxid érzékelő eszköz tervezése volt. Az alábbi fejezetekben bemutatom az eszközzel szemben támasztott elvárásokat és ismertetem az előzetes specifikációt, kiemelve, hogy mivel kívánok többet nyújtani a jelenleg elérhető megoldásokkal szemben. Emellett ismertetem a megtervezett eszköz háromdimenziós modelljét.

6.2.1. Specifikáció

A szén-monoxid érzékelő prototípusával szemben a következő elvárásokat fogalmaztam meg. A dőlt betűvel szedett funkciók a jelenleg elérhető valamely eszközhöz képest többlet funkciót jelölnek.

Tápfeszültség ellátás:

- *1 db nagy teljesítményű cserélhető áramforrás, amely legalább 1 év működést biztosít.*
- Töltöttségi szint mérés és jelzés.
- *Töltöttségi szint mérés és visszajelzés mesterséges világítás megszűnése esetén.*

Energiafogyasztás:

- Ultra alacsony fogyasztás.
- Feszültség átalakításokból eredő veszteségek minimalizálása.

Adattovábbítás:

- *Mérési adatok, jelzések, teszt eredmények továbbítás Thread és Bluetooth 5 protokollal.*

Riasztási értesítések:

- Hang és fényjelzés (piros színű) szén-monoxid érzékelés esetén a vonatkozó szabványban meghatározott módon és ppm értékeknél.
- Hang és fényjelzés hiba esetén (sárga színű).
- Áramforrás élettartam fényjelzés (zöld színű).
- Hangjelzés 85dB a riasztástól számított 1percben majd legalább 82dB a riasztástól számított 4. perctől.
- *Eltérő hang és fényjelzés továbbított riasztás esetén.*

Hálózatba kapcsolt működés:

- Az eszköz legyen képes továbbítani a riasztásokat másik eszköz számára.
- Az eszköz legyen képes riasztást fogadni másik eszköztől.
- Az eszköz legyen képes más, nem általam tervezett eszközzel is kommunikálni (pl.: Google Nest rendszer).
- *Az eszköz legyen képes beavatkozó rendszereket információval ellátni. (gáz elzárása, szellőztető indítása, ablak nyitás).*

Rendelkezésre állás:

- *Az eszköz legyen képes önállóan is teljes értékűen működni, függetlenül attól, hogy Thread vagy Bluetooth 5 hálózatra kapcsolódik, vagy sem.*

Érzékelés, mérés:

- Az eszköz legyen képes szén-monoxid mérésére (ppm).
- Az eszköz legyen képes hőmérséklet mérésére.
- Az eszköz legyen képes a burkolat megbontásának érzékelésére.
- *Az eszköz legyen képes környezeti fény érzékelésére.*

Tesztelés üzembe helyezés után:

- Tesztelés manuális teszt gomb segítségével.
- Tesztelés vezeték nélküli hálózaton keresztül.
- *Sziréna automatikus hang tesztje.*
- *Vezeték nélküli hálózaton végzett teszthez ne legyen szükséges az eszközzel fizikai interakció (pl.: Ne legyen szükséges fizikai gomb megnyomása az eszközön teszt indításhoz).*

Vonatkozó szabványok:

- MSZ EN 50291-1:2010
- MSZ EN 50291-1:2018
- MSZ EN 50291-1:2010/A1:2012
- UL 2034

Applikáció (későbbi megvalósítás):

- Mérési és teszt eredmények megjelenítése.
- Riasztások és riasztás helyének megjelenítése.
- Teszt kezdeményezése.
- Akkumulátor/elem töltöttségi szint megjelenítés.

6.2.2. Megvalósítás

A megfelelő alkatrészek kiválasztását és adatlapjaik tanulmányozását követően, a támasztott elvárások figyelembevételével elkészítettem a szén-monoxid érzékelő kapcsolási rajzát. Ezt követően a nyomtatott áramkör Altium Designerrel való tervezése következett, melynek eredménye az alábbi ábrán látható.

2. Ábra: A szén-monoxid érzékelő 3D modellje

6.3. Mozgásérzékelő

Kutató – fejlesztő tevékenységem következő témája egy mozgásérzékelő eszköz tervezése volt. Mivel mozgásérzékelőkből többet szokás elhelyezni a biztosítani

kívánt objektumban, így ezekbe az eszközökbe sziréna nem kerül elhelyezésre. Az eszköz a riasztást egy központi egységnek továbbítja, amit a jövőben fogok megtervezni. Az alábbi fejezetekben bemutatom az eszközzel szemben támasztott elvárásokat és ismertetem az előzetes specifikációt, kiemelve, hogy mivel kívánok többet nyújtani a jelenleg elérhető megoldásokkal szemben. Emellett ismertetem a megtervezett eszköz háromdimenziós modelljét.

6.3.1. Specifikáció

A mozgásérzékelő prototípusával szemben a következő elvárásokat fogalmaztam meg. A dőlt betűvel szedett funkciók a jelenleg elérhető valamely eszközhöz képest többlet funkciót jelölnek.

Tápfeszültség ellátás:

- *1 db nagy teljesítményű cserélhető áramforrás.*
- Töltöttségi szint mérés és jelzés.
- *Töltöttségi szint mérés és visszajelzés mesterséges világítás megszűnése esetén.*

Energiafogyasztás:

- Ultra alacsony fogyasztás.
- Feszültség átalakításokból eredő veszteségek minimalizálása.

Adattovábbítás:

- *Érzékelési adatok, jelzések, teszt eredmények továbbítás Thread és Bluetooth 5 protokollal.*

Riasztási értesítések:

- Az eszköz mozgás, jelenlét vagy hang érzékelés esetén legyen képes vizuális jelzésre.

Hálózatba kapcsolt működés:

- Az eszköz legyen képes továbbítani a riasztásokat másik eszköz számára (okosház központi egysége, okostelefon).
- Az eszköz legyen képes más, nem általam tervezett eszközzel is kommunikálni (pl.: Google Nest rendszer).

Rendelkezésre állás:

- *Az eszköz legyen képes önállóan is teljes értékűen működni, függetlenül attól, hogy Thread vagy Bluetooth 5 hálózatra kapcsolódik, vagy sem.*

Érzékelés, mérés:

- *Az eszköz legyen képes mozgás, környezeti fény, jelenlét és hang együttes érzékelésére.*
- Az eszköz legyen képes a burkolat megbontásának érzékelésére.

Tesztelés üzembe helyezés után:

- Az eszköz folyamatosan jelezze, hogy rendelkezésre áll, működőképes (meghatározott időközönként rövid időre felvillanó fényjelzés).
- *Vezeték nélküli hálózaton végzett teszthez ne legyen szükséges az eszközzel fizikai interakció (pl.: Ne legyen szükséges fizikai gomb megnyomása az eszközön teszt indításhoz).*

Vonatkozó szabványok:

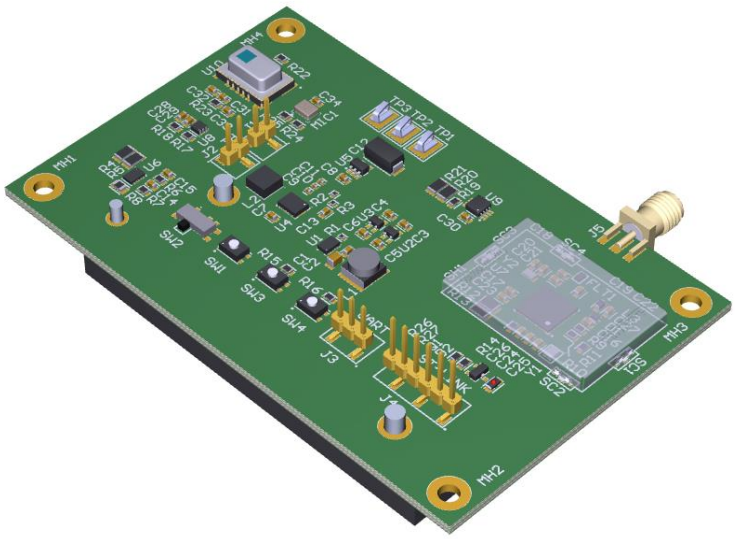
- UL 639
- MSZ EN 50131 sorozat vonatkozó részei

Applikáció (későbbi megvalósítás):

- Riasztások és riasztás helyének megjelenítése.
- Teszt kezdeményezése.
- Akkumulátor/elem töltöttségi szint megjelenítés.

6.3.2. Megvalósítás

A megfelelő alkatrészek kiválasztását és adatlapjaik tanulmányozását követően, a támasztott elvárások figyelembevételével elkészítettem a mozgásérzékelő kapcsolási rajzát. Ezt követően a nyomtatott áramkör Altium Designerrel való tervezése következett, melynek eredménye az alábbi ábrán látható.



3. Ábra: A mozgásérzékelő 3D modellje

6.4. Öntözés támogató rendszer

Kutató – fejlesztő tevékenységem soron következő témája egy öntözés támogató rendszer tervezése volt. Az alábbi fejezetekben bemutatom az eszközzel szemben támasztott elvárásokat és ismertetem az előzetes specifikációt. Emellett ismertetem a megtervezett eszköz háromdimenziós modelljét.

6.4.1. Specifikáció

Az öntözés támogató rendszer prototípusával szemben a következő elvárásokat fogalmaztam meg.

Tápfeszültség ellátás:

- 1 db nagy teljesítményű cserélhető áramforrás.
- Töltöttségi szint mérés és jelzés.

Energiafogyasztás:

- Ultra alacsony fogyasztás.
- Feszültség átalakításokból eredő veszteségek minimalizálása.

Adattovábbítás:

- Mérési adatok, eredmények továbbítás LoRaWAN hálózaton.

Hálózatba kapcsolt működés:

- Az eszköz legyen képes jelezni LoRaWAN hálózaton keresztül adatgyűjtő központnak, webes alkalmazásnak, öntöző rendszernek.

Rendelkezésre állás:

- Az eszköz legyen képes rendelkezésre állni akkumulátor csere nélkül legalább egy mezőgazdasági szezon időtartamáig és ne igényeljen ezalatt egyéb karbantartást.

Érzékelés, mérés:

- Az eszköz legyen képes hőmérséklet, páratartalom, légnyomás, mérésére.
- Az eszköz legyen képes UVA sugárzás mérésére.
- Az eszköz legyen képes környezeti fény mérésére.
- Az eszköz legyen képes villám és vihar érzékelésére.
- Az eszköz legyen képes szélirány, szélsebesség, talajnedvesség, csapadék mérésére (ezek a funkciók a továbbfejlesztett változatban kerülnek csak megvalósításra).

Tesztelés üzembe helyezés után:

- Az eszköz folyamatosan jelezze, hogy rendelkezésre áll, működőképes.

Applikáció (későbbi megvalósítás):

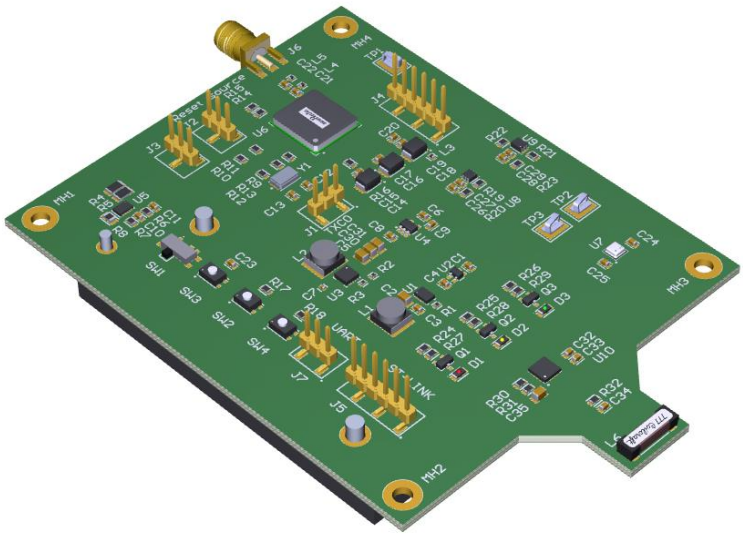
- Mérési eredmények folyamatos megjelenítése és naplózása.

- Meteorológia szolgálat időjárási adatainak és az eszköz mérési eredményeinek felhasználásával növényspecifikus öntözési ajánlás készítése.

Ennél az eszköznél nem jelöltem meg más eszközökkel kapcsolatos plusz funkciót vagy eltérést mivel nem találtam olyan jelenlegi megoldást, amely teljes egészében összehasonlítható lehetne az általam fejlesztés alatt álló öntözés támogató rendszerrel.

6.4.2. Megvalósítás

A megfelelő alkatrészek kiválasztását és adatlapjaik tanulmányozását követően, a támasztott elvárások figyelembevételével elkészítettem az öntözés támogató rendszer kapcsolási rajzát. Ezt követően a nyomtatott áramkör Altium Designerrel való tervezése következett, melynek eredménye az alábbi ábrán látható.



4. Ábra: Az öntözés támogató rendszer 3D modellje

6.5. Beltéri környezeti paramétereket mérő eszköz

Kutató – fejlesztő tevékenységem következő témája egy beltéri környezeti paramétereket mérő eszköz tervezése volt. Az alábbi fejezetekben bemutatom az eszközzel szemben támasztott elvárásokat és ismertetem az előzetes specifikációt. Emellett ismertetem a megtervezett eszköz háromdimenziós modelljét.

6.5.1. Specifikáció

A beltéri környezeti paramétereket mérő eszköz prototípusával szemben a következő elvárásokat fogalmaztam meg.

Tápfeszültség ellátás:

- 1 db nagy teljesítményű cserélhető áramforrás.
- Töltöttségi szint mérés és jelzés.
- Töltöttségi szint mérés és visszajelzés mesterséges világítás megszűnése esetén.

Energiafogyasztás:

- Ultra alacsony fogyasztás.
- Feszültség átalakításokból eredő veszteségek minimalizálása.

Adattovábbítás:

- Érzékelési adatok, jelzések, teszt eredmények továbbítása Thread és Bluetooth 5 protokollal.

Riasztási értesítések:

- Az eszköz legyen képes vizuális módon jelezni, ha valamely mért paraméter egészségügyi határértéket halad meg.
- Az eszköz legyen képes továbbított jelzéssel, okostelefonon, okosotthon központon keresztül jelezni, ha valamely mért paraméter egészségügyi határértéket halad meg.

Hálózatba kapcsolt működés:

- Az eszköz legyen képes továbbítani a riasztásokat másik eszköz számára (okosház központi egysége, okostelefon).
- Az eszköz legyen képes más, nem általam tervezett eszközzel is kommunikálni (pl.: Google Nest rendszer).

Rendelkezésre állás:

- Az eszköz legyen képes önállóan is jelezni, ha valamely mért érték meghaladja az egészségügyi határértéket, függetlenül attól, hogy Thread vagy Bluetooth 5 hálózatra kapcsolódik, vagy sem.

Érzékelés, mérés:

- Az eszköz legyen képes hőmérséklet, páratartalom, légnyomás, VOC mérésére.
- Az eszköz legyen képes környezeti fény mérésére (lux).
- Az eszköz legyen képes PM_1, $PM_{2.5}$, PM_{10} porszennyezettség mérésére (μg/m3).

Tesztelés üzembe helyezés után:

- Az eszköz folyamatosan jelezze, hogy rendelkezésre áll, működőképes (meghatározott időközönként rövid időre felvillanó fényjelzés).

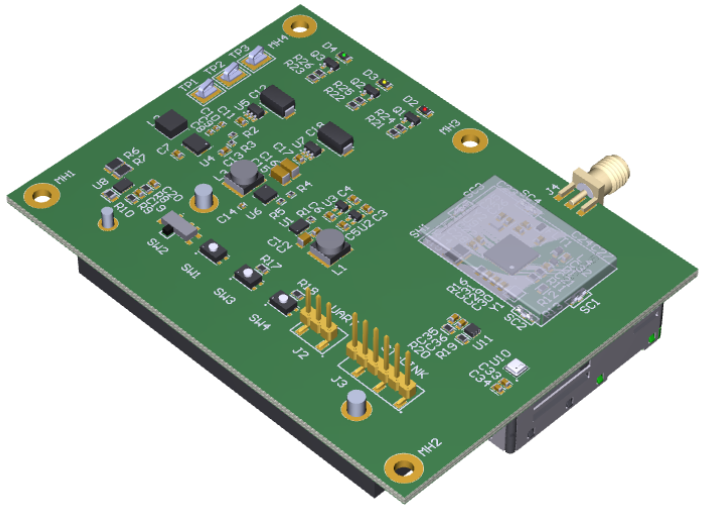
Applikáció (későbbi megvalósítás):

- Mérési eredmények megjelenítése.
- Beltéri levegőminőség javítási ajánlások a mért értékek alapján.
- Akkumulátor/elem töltöttségi szint megjelenítés.

Ennél az eszköznél nem jelöltem meg más eszközökkel kapcsolatos plusz funkciót vagy eltérést, mivel nem találtam olyan jelenlegi megoldást, amely teljes egészében összehasonlítható lehetne az általam fejlesztés alatt álló, beltéri környezeti paramétereket mérő eszközzel.

6.5.2. Megvalósítás

A megfelelő alkatrészek kiválasztását és adatlapjaik tanulmányozását követően, a támasztott elvárások figyelembevételével elkészítettem a beltéri környezeti paramétereket mérő eszköz kapcsolási rajzát. Ezt követően a nyomtatott áramkör Altium Designerrel való tervezése következett, melynek eredménye az alábbi ábrán látható.



5. Ábra: A beltéri környezeti paramétereket mérő eszköz 3D modellje

6.6. Kültéri környezeti paramétereket mérő eszköz

Kutató – fejlesztő tevékenységem utolsó témája egy kültéri környezeti paramétereket mérő eszköz tervezése volt. Az alábbi fejezetekben bemutatom az eszközzel szemben támasztott elvárásokat, amellyel többet kívánok nyújtani a

jelenleg elérhető megoldásoknál és ismertetem az előzetes specifikációt. Emellett ismertetem a megtervezett eszköz háromdimenziós modelljét.

6.6.1. Specifikáció

A kültéri környezeti paramétereket mérő eszköz prototípusával szemben a következő elvárásokat fogalmaztam meg.

Tápfeszültség ellátás:

- 1 db nagy teljesítményű cserélhető áramforrás.
- Töltöttségi szint mérés és jelzés.

Energiafogyasztás:

- Ultra alacsony fogyasztás.
- Feszültség átalakításokból eredő veszteségek minimalizálása.

Adattovábbítás:

- Mérési adatok, eredmények továbbítás LoRaWAN hálózaton.

Riasztási értesítések:

- Az eszköz legyen képes jelezni LoRaWAN hálózaton keresztül adatgyűjtő központnak, webes alkalmazásnak, ha valamely mért paraméter egészségügyi határértéket halad meg.

Rendelkezésre állás:

- Az eszköz legyen képes rendelkezésre állni akkumulátor csere nélkül legalább 1 évig és ne igényeljen ezalatt egyéb karbantartást.

Érzékelés, mérés:

- Az eszköz legyen képes hőmérséklet, páratartalom, légnyomás, VOC mérésére.
- Az eszköz legyen képes környezeti fény mérésére (lux).
- Az eszköz legyen képes PM_1, $PM_{2.5,}$ PM_{10} porszennyezettség mérésére (μg/m3).
- Az eszköz legyen képes CO, NO_2, SO_2, O_3, CO_2, mérésére (ppm értékben).
- Az eszköz legyen képes UVA sugárzás mérésére.

Vonatkozó szabványok:

- Az OLM vizsgálata során számos szabványt tanulmányoztam de továbbiak vizsgálata is szükséges.

Tesztelés üzembe helyezés után:

- Az eszköz folyamatosan jelezze, hogy rendelkezésre áll, működőképes.

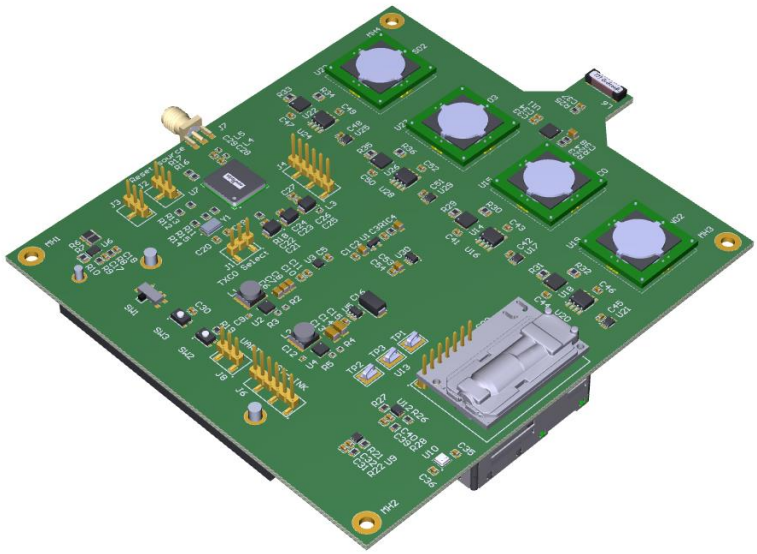
Applikáció (későbbi megvalósítás):

- Mérési eredmények és mérés helyének megjelenítése.

- Kültéri levegőminőség javítási ajánlások a mért értékek alapján.
- Akkumulátor/elem töltöttségi szint megjelenítés.

6.6.2. Megvalósítás

A megfelelő alkatrészek kiválasztását és adatlapjaik tanulmányozását követően, a támasztott elvárások figyelembevételével elkészítettem a kültéri környezeti paramétereket mérő eszköz kapcsolási rajzát. Ezt követően a nyomtatott áramkör Altium Designerrel való tervezése következett, melynek eredménye az alábbi ábrán látható.



6. Ábra: A kültéri környezeti paramétereket mérő eszköz 3D modellje

7. Összegzés

Kutató – fejlesztő tevékenységem során a motivációim és az ismertetett megoldandó problémák mentén kijelöltem a fejlesztési célokat. Ezután tanulmányoztam a megjelölt problémákkal kapcsolatosan jelenleg elérhető megoldásokat és összegeztem a főbb előnyöket, hátrányokat. A jelenlegi kutatás és korábbi tevékenységeim során szerzett ismereteim alapján specifikációkat határoztam meg a dolgozat tárgyát képző eszközökhöz és mindezen ismeret, illetve elvárás alapján részletesen megterveztem azokat. Az eszközök tervezése során nagy figyelmet fordítottam az alkatrészek gondos kiválasztására, a

specifikációk követésére és a nyomtatott áramkörök szabályszerű kivitelezésére. Igyekeztem a vonatkozó szabványokat figyelembe venni, de az ezeknek való megfelelőség a legtöbb esetben tesztelés útján fog kiderülni.

Mindemellett a dolgozat tárgyát képző hat eszköz az egyedileg támasztott specifikációk hardveres szempontból teljesíthető elvárásainak megfelel. Az akkumulátor üzemidők pontos meghatározása azonban a tesztelés során a tényleges, vezeték nélküli kommunikációt figyelembe vevő energiafogyasztási minták alapján lesz lehetséges.

Összeségében sok eddigi ismeretemet hasznosíthattam a fejlesztések során és számos újra is szert tettem. 2019/2020 őszi szemeszterre vonatkozó kutatási tervem célkitűzéseinek jelentős részét megvalósítottam. Új szenzortechnológiákat ismertem meg és a már ismertekben jobban elmélyültem. A hardvertervezés kihívásait, szempontjait és folyamatait is mélyrehatóbban ismertem meg, illetve a saját tervezésű eszközök kapcsán egy jól meghatározott rendszerben végeztem a fejlesztését.

Véleményem szerint kutató – fejlesztő tevékenységem eredményei hasznosak lesznek a dolgozat elején ismertetett megoldandó problémák és kihívások enyhítésében, megoldásában.

8. Irodalomjegyzék

[1] „The UNSGAB Journey,” [Online]. Available: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/8701unsgab-journey-web.pdf. [Hozzáférés dátuma: 5. 10. 2019.].

[2] „WATER USE EFFICIENCY FOR RESILIENT ECONOMIES AND SOCIETIES,” [Online]. Available: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/16057HLPW_Water_Efficiency_Roadmap_final.pdf. [Hozzáférés dátuma: 8. 10. 2019.].

[3] „Megtizedelte a gabonatermést az aszály Dél-Európában,” [Online]. Available: https://agrarkozosseg.hu/megtizedelte-a-gabonatermest-az-aszaly-del-europaban/. [Hozzáférés dátuma: 6. 10. 2019.].

[4] „Air quality in Europe — 2019 report,” [Online]. Available: https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019#tab-

figures-used. [Hozzáférés dátuma: 7. 10. 2019.].

[5] „Air pollution and worker productivity," [Online]. Available: https://wol.iza.org/articles/air-pollution-and-worker-productivity/long. [Hozzáférés dátuma: 8. 10. 2019.].

[6] „Air pollution, educational achievements, and human capital formation," [Online]. Available: https://wol.iza.org/articles/air-pollution-educational-achievements-and-human-capital-formation/long. [Hozzáférés dátuma: 9. 10. 2019.].

[7] „Crime is in the Air: The Contemporaneous Relationship between Air Pollution and Crime," [Online]. Available: http://ftp.iza.org/dp11492.pdf. [Hozzáférés dátuma: 10. 10. 2019.].

[8] „MABISZ," [Online]. Available: https://mabisz.hu/szemle/?p=8757. [Hozzáférés dátuma: 11. 10. 2019.].

[9] „ A világ tűzkár-statisztikái," [Online]. Available: https://www.ctif.org/sites/default/files/2019-06/CTIF_Report23-Hungarian_191102%20%281%29.pdf. [Hozzáférés dátuma: 12. 11. 2019.].

[10] „Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság," [Online]. Available: http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=lakossag_kattipus_reszletek&ready_id=16. [Hozzáférés dátuma: 20. 10. 2019.].

[11] „Smart buildings and smart homes convergence," [Online]. Available: https://www.iotworldtoday.com/files/2019/10/smart-home_convergence-paper.pdf. [Hozzáférés dátuma: 18. 10. 2019.].