

**MISKOLCI EGYETEM  
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR**



**ROBOTIZÁLT RENDSZEREK ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI  
ELEMZÉSE**

PHD ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Készítette:

**Cservenák Ákos Dániel**  
okleveles mechatronikai mérnök (MSc)  
okleveles járműmérnök (MSc)

**SÁLYI ISTVÁN GÉPÉSZETI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA  
GÉPEK ÉS SZERKEZETEK TERVEZÉSE  
MECHATRONIKAI RENDSZEREK TERVEZÉSE TÉMACSOPORT**

Doktori Iskola vezető:

**Vadászné Prof. Dr. Bognár Gabriella**  
a műszaki tudomány doktora, egyetemi tanár

Témacsoport vezető:

**Dr. Szabó Tamás**  
egyetemi docens

Tudományos témavezető:

**Dr. Szabó Tamás**  
egyetemi docens

**Miskolc  
2021**

## **BÍRÁLÓBIZOTTSÁG**

*Elnök:* **Prof. Dr. Jármai Károly**

egyetemi tanár, DSc, Miskolci Egyetem

*Titkár, tag:* **Dr. Szabó J. Ferenc**

egyetemi docens, Ph.D., Miskolci Egyetem

*Tagok:* **Dr. habil. Husi Géza**

dékan, tanszékvezető egyetemi docens, Ph.D., Debreceni Egyetem

**Dr. habil. Bohács Gábor**

tanszékvezető-helyettes egyetemi docens, Ph.D., Budapesti Műszaki és  
Gazdaságtudományi Egyetem

**Dr. Takács György**

egyetemi docens, Ph.D., Miskolci Egyetem

## **HIVATALOS BÍRÁLÓK**

**Dr. Hajdu Sándor**

tanszékvezető-helyettes egyetemi docens, Ph.D., Debreceni Egyetem

**Dr. Dudás László**

egyetemi docens, Ph.D., Miskolci Egyetem

**TARTALOMJEGYZÉK**

BÍRÁLÓBIZOTTSÁG .....	I
HIVATALOS BÍRÁLÓK.....	I
TARTALOMJEGYZÉK .....	II
1. BEVEZETÉS.....	1
1.1. Kutatási téma jelentősége és célkitűzései .....	1
1.2. A PhD értekezés felépítése .....	2
2. FELADAT MEGOLDÁSÁNAK MÓDSZERE.....	4
3. TÉZISEK – ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK .....	8
4. A HASZNOSÍTÁS ÉS A TOVÁBBFEJLESZTÉS LEHETŐSÉGEI .....	9
TÉZISFÜZETBEN FELHASZNÁLT IRODALOMJEGYZÉK .....	10
SAJÁT PUBLIKÁCIÓK DISSZERTÁCIÓ TÉMÁJÁBAN .....	13



## 1. BEVEZETÉS

### 1.1. Kutatási téma jelentősége és célkitűzései

Manapság az Ipar 4.0 meghirdetése révén az automatizálás és mobil eszközök terjedése felgyorsult [1], és ez a gyártástámogatás terén is megjelent [2]. Magyarországon és az Észak-magyarországi régióban is egyre nagyobb számú igény jelentkezik a robotizálásra, automatizálásra. Egy logisztikai folyamat tervezése során mindig a modernizálásra kell törekedni [3]-[6]. A robotika egyre inkább teret hódít mind az automatizálási eszközök [7], mind az ipari robotok [8], mind a mobil robotok terén [9]. Ugyanakkor az ipari robotoknál is szükség van a folyamatos fejlesztésekre, pl. erő-visszacsatolás alapú beszerelési folyamat tervezése [10].

Szintén az Ipar 4.0 hatására az iparban is megjelentek a vezető nélküli járművek, így a szállítótargoncák is, amelyek mobil robotnak [11] vagy AGV-nek (Automated Guided Vehicle) tekinthetők [12]-[13]. Egy szállítójármű automatizálása még manapság is összetett, magas fokú szakértelmet igénylő feladat. Egy ilyen vezető nélküli szállítótargonca vagy AGV a Miskolci Egyetem Logisztikai Intézetének High-Tech Logisztikai Rendszerek Laboratóriumában található [16], [17], a targonca az ottani anyagmozgatási rendszer része [14]. Ez a targonca egy egyedi gyártású prototípus, amelyet a Gamma Digital Kft. készített 2009-ben [14]. Ezen AGV a laboratórium költözése után már nem tudott automatikusan működni, mivel a korábbi helyéhez kötötten alakították ki a mozgásvezérlést [15], amely módszer az AGV áttelepítésével már nem megfelelő.

Általában egy AGV pozíciójának meghatározására különböző technológiák állnak rendelkezésre [18], mint például induktív szenzor [19]-[21], képfeldolgozás [22]-[23] vagy LIDAR szenzor. Meglátásom szerint túlnyomórészt a legutóbbi módszer célravezető annak konfigurálhatósága miatt. A disszertációban vizsgált jármű pozícióját szintén a legutóbbi módszer segítségével érzékeli és virtuális pályát használ, mint a [24]-ben kifejlesztett AGV, viszont a LIDAR érzékelők csak egy transzformációs algoritmussal érzékelik a környezetet.

A disszertáció témája egy olyan mozgásvezérlés és szimuláció kialakítása, amely alkalmas az adott AGV mozgását előzetesen megtervezni, majd a szervomotorok vezérlésével a megtervezett pályát a kívánt sebességgel és szögsebességgel bejárni a kisebb áramfelvétellel törekedve, ezen felül szimulációval kimutatni az egyes paramétereket.

A két pont közötti mozgásszabályozáshoz és szimulációhoz a következő modulokra van szükség: **a.** pályatervező modul, **b.** trajektóriatervező modul, **c.** sebesség-feszültség átalakító modul a trajektóriatervezőtől kapott sebességek felhasználásával, **d.** mozgásvezérlés és a motor elektrodinamikai modelljének szimulálása az átalakítóból érkező feszültségek felhasználásával, **e.** az út szimulációja és **f.** kommunikációs modul.

A disszertáció egy olyan új pálya-és trajektória tervező megoldás kialakítását mutatja be, amely nem helyiséghez kötött, hanem áttelepítés után újra használható. Robotvezérléssel például a [25] és [26] irodalmakban foglalkoztak, ahol különböző felépítésű mobil robotokra különböző módszerekkel valósították meg a robot motorjainak vezérlését. Az egyik esetben a kevésbé megbízható képfeldolgozáson alapul a vezérlés, míg a másik esetben csak elméletileg tárgyalták a vezérlést.

A disszertáció első célja, hogy az új pályatervező megoldás egyszerre két módszerrel is meghatározza a pálya pontokat a targonca geometriai felépítését figyelembevéve. A disszertáció második célja egy olyan új trajektóriatervező megoldás kifejlesztése, amely a pályapontok geometriai és idő adatai alapján kiszámolja a targonca hajtott kerekeinek sebességét. Ezen felül az új pálya-és trajektória tervező megoldás további célja, hogy a hajtás áramfelvétele szempontjából kedvezőbb megoldást válassza.

Az áramfelvétel mértékének meghatározása a hajtómotorok áramfelvételén alapul, amelyet modellekkel szimulálni, valamint mérőeszközökkel mérni is lehetséges. Az értekezés harmadik célja egy új moduláris rendszer kialakítása a hajtás áramfelvételének meghatározására és a pálya szimulációjára.

A disszertáció utolsó célja egy olyan új AGV állapotfelügyeleti mérőrendszer kifejlesztése, amely méri a rendszer tápfeszültségét, hajtás áramerősségét és fogadja a targonca navigációs adatait.

## **1.2. A PhD értekezés felépítése**

A disszertáció a célkitűzésekben megfogalmazott feladatok kidolgozását a következő szerkezetben foglalja össze.

A disszertáció 2. fejezete a PhD kutatás témájához kapcsolódó szakirodalmat foglalja össze. A 3. fejezet a vezető nélküli targoncát és a mozgásának vezérléséhez és szimulációjához tervezett hat darab modult ismerteti.

A vezérlés hat modulját a 4. fejezet dolgozza fel Scilab szoftveren alapulva.

A vezető nélküli targonca pályájának tervezését megvalósító program felépítését és működését a 4.1. fejezet írja le. A tervezett pálya alapján a targonca vezérlése elkészíti a sebesség- és szögsebesség-adatokat tartalmazó trajektóriát a 4.2. fejezetben leírtaknak megfelelően. A 4.3. fejezetben részletezett modul a trajektóriatervező modulból kijövő sebesség adatokat konvertálja a DC motor elektrodinamikai modelljéhez szükséges feszültségbemenetűvé. A 4.4. fejezet a targoncában alkalmazott DC motor elektrodinamikai modelljét tárgyalja, kitérve a terhelőnyomaték targoncában működő elemeire. A 4.5. fejezetben ismertetett programrészlet a motor modelljéből adódó szögsebesség adatok alapján elvégzi a pálya szimulációját. A 4.6. fejezet a kommunikációs modult mutatja be. A 4.7. fejezetben bemutatott grafikus elemekkel megadott program a 4.3-4.6. fejezetben bemutatott szimulációs részeket egy moduláncolatba helyezi. A fejezet bemutatja a moduláncolat működését különböző példákon keresztül.

Az 5. fejezet az AGV saját vezérlőrendszerében elvégzett manuális és automatikus mozgathoz szükséges programfejlesztéseket részletezi, amelyek szükségesek a teljesen autonóm mozgásvezérlés sikeres előkészítése és elvégzése érdekében.

A mozgásvezérlés és annak ellenőrzése érdekében szükséges mérési rendszer kialakítását tárgyalja a 6. fejezet, kitérve a navigációs adatok alapján a pozíció- és orientáció mérésre, valamint az ellenőrzés érdekében a meghajtó akkumulátorok feszültségének és hajtó szervomotorok áramerősségének mérésére.

A 7. fejezet feldolgozza a pozíció, orientáció, feszültség és áramerősség mérések eredményeit és levonja a következtetéseket.

A 8. fejezet a disszertáció eredményeit tézisekben összegzi.

A 9. fejezet összefoglaló megállapításokat tesz magyar és angol nyelven.

A további, nem számozott fejezetekben köszönetet mondok a kutatást segítőknél, a felhasznált és saját irodalmakat sorolom fel, valamint ábra- és táblázatjegyzéket helyeztem el.

## 2. FELADAT MEGOLDÁSÁNAK MÓDSZERE

Jelen fejezet a disszertációban ismertetett munkát foglalja össze.

### **Szakirodalmi áttekintés**

A robotok pálya- és trajektória tervezés téma széleskörű irodalmi háttérrel rendelkezik.

A szakirodalmi feldolgozás alapjául lehetne említeni a [27] irodalmat, amelyben a téma szempontjából a „Path Planning and Trajectory Planning Algorithms: a General Overview” fejezet releváns. Az említett fejezet foglalkozik a pálya- és trajektóriatervezés algoritmusával.

A pályatervezés kettő- vagy több referencia pont közé generál pályapontokat és görbét. A trajektória tervezés problémája generálja a referencia bemeneteket a robot vezérlője számára, biztosítva azt, hogy a kívánt mozgás megvalósuljon. Általában a bemenetek a pályatervező által tervezett pálya, és a robot dinamikai és kinematikai kényszerei.

A [27] irodalom a pályatervezés és trajektória tervezés terén két külön csoportba osztja az egyes algoritmusokat. A pályatervezési módszereket az értekezés 2.1. alfejezetében, a trajektóriatervezési módszereket a 2.2. alfejezetében, a disszertációban vizsgált AGV korábbi trajektóriatervezési megoldását a 2.3. alfejezetében, míg a pályatervezéshez szükséges interpolációs- és approximációs megoldásokat a 2.4. alfejezetében részletezem.

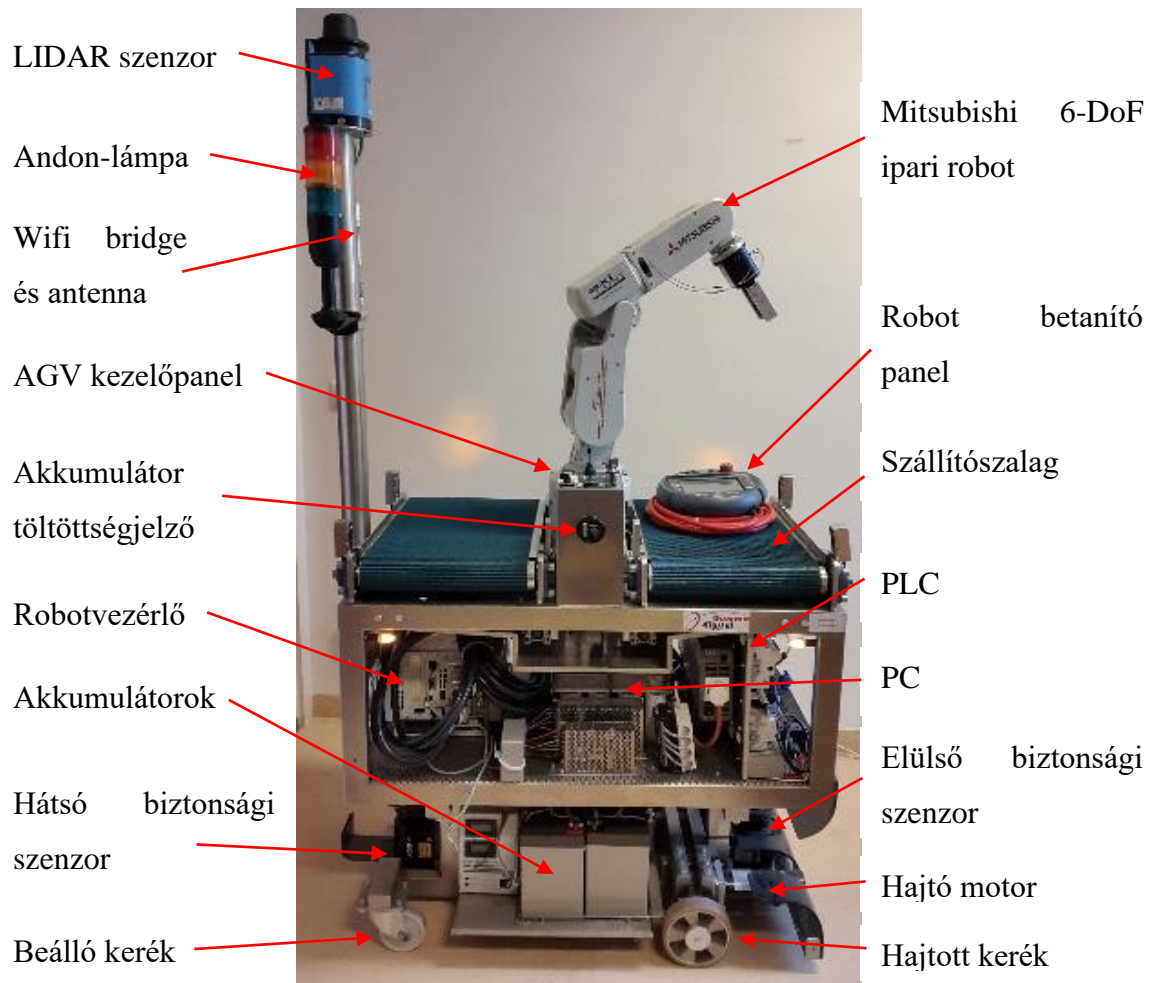
### **A kutatás során vizsgált vezető nélküli targonca**

Az értekezés 3. fejezete a kutatás során használt vezető nélküli targoncát részletezi, valamint kitér a vezérlésének felépítésére. A disszertációban vizsgált targonca a 2.1. ábrán látható. A targoncatípusok közül ezt a targoncát szállítótargoncának szokás nevezni, hiszen található rajta két darab szállítószalag, amelyek tárolófelületként is funkcionálnak.

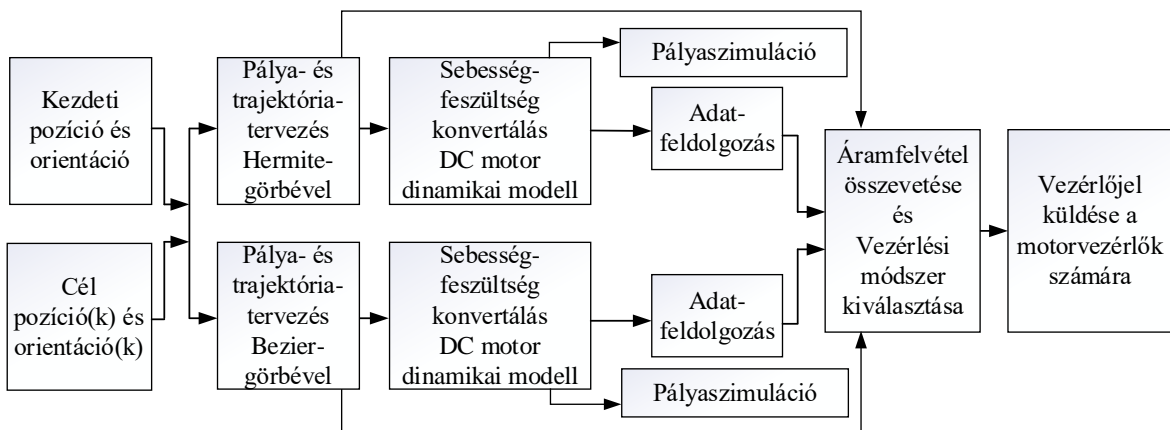
### **Targonca mozgásvezérlésének működése**

A targonca általam megvalósított vezérlésének felépítését és főprogramjának működését a 2.2. ábra részletezi. Első lépésben a rendszer fogadja a navigációs adatokat, így a pozíciót és orientációt. Ehhez kapcsolódnak hozzá az előre bevitt célpozíciók és orientációk, amelyeken áthalad a targonca, vagy célba érkezik. Ezen adatok alapján a főprogramban a kétféle pálya- és trajektóriatervező módszerrel előállnak a kerekek sebességei. A kerekek sebességadatait továbbítja a konvertáló modulba és a DC motor elektrodinamikai modell moduljába. Ez utóbbi modul egyik ágon továbbítja a szögsebesség értékeket, míg a másik ágra az áramerősség-értékeit továbbítja az adattovábbítás és áramfelvétel meghatározása érdekében. Az áramfelvételek összevetésével a főprogram kiválasztja a vezérlési módszert és előállítja a vezérlőjelet a motorvezérlők számára.





2.1. ábra: A vizsgált vezető nélküli szállítótargonca



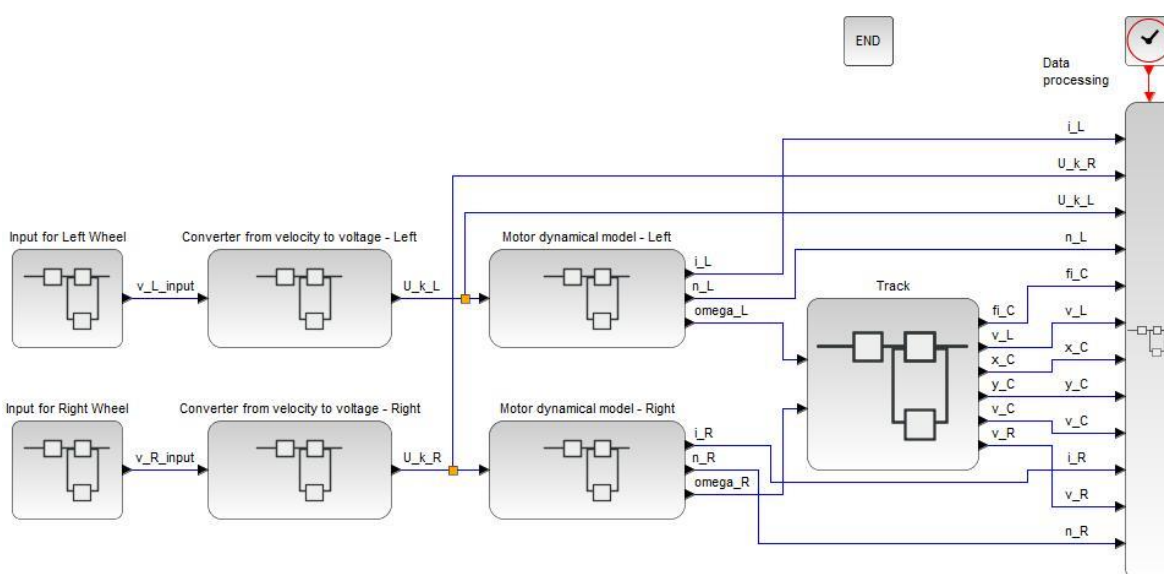
2.2. ábra: A targoncához kifejlesztett tervezési- és vezérlési rendszer felépítése

### AGV vezérléshez alkalmazott modulrendszer

A disszertáció 4. fejezete részletezi az AGV vezérléshez kifejlesztett modulrendszer hat modulját sorrendben: **a.** pályatervező modul előállítja a mozgáshoz szükséges pályapontokat (értekezés 4.1. fejezete); **b.** trajektóriatervező modul a pályapontok geometriai és idő adataiból generálja a hajtott kerekek sebességét (értekezés 4.2. fejezete), **c.** sebesség-

feszültség átalakító modul a trajektóriatervezőtől kapott sebességek felhasználásával generálja a DC motor meghajtásához szükséges feszültséget (értekezés 4.3. fejezete), **d.** DC motor elektrodinamikai modelljének szimulálása az átalakítóból érkező feszültségek felhasználásával (értekezés 4.4. fejezet), **e.** pálya szimulációs modul, a motorok szögsebességein alapul (értekezés 4.5. fejezete) és **f.** kommunikációs modul adattovábbításhoz (értekezés 4.6. fejezete).

Az értekezés 4.7. fejezete modulrendszer grafikus úton programozott, a 2.3. ábrán látható **c-f.** modulokból álló láncolatának tesztelését ismerteti különböző példákon keresztül.



2.3. ábra: Szimulációs program a vezérlés grafikusan programozott részéből

### AGV vezérlésének programfejlesztése

A disszertáció 5. fejezete a vezető nélküli targonca vezérlésének programozásával foglalkozik. A targonca hardveres komponenseit és hálózati eszközeit az értekezés 5.1. fejezete tartalmazza. Az értekezés 5.2. fejezete a targonca manuális mozgatását ismerteti, itt felhasználva a kezelőpaneljén található joystick-ot. Az értekezés 5.3. fejezete a targonca automatikus mozgása programozásának lehetőségeit részletezi. Ez a biztonsági funkciókat is tartalmazza, például vészhelyzetnél a motorokra jutó áram azonnali megszakítását. Az automatikus mozgatás akadályok között egyenes vonalban alternáló módon történik az elülső-hátsó biztonsági érzékelők segítségével. Később továbbfejlesztésként az automatikus mozgatás már a navigáció adatait is felhasználja egyszerű mozgások megvalósítására.

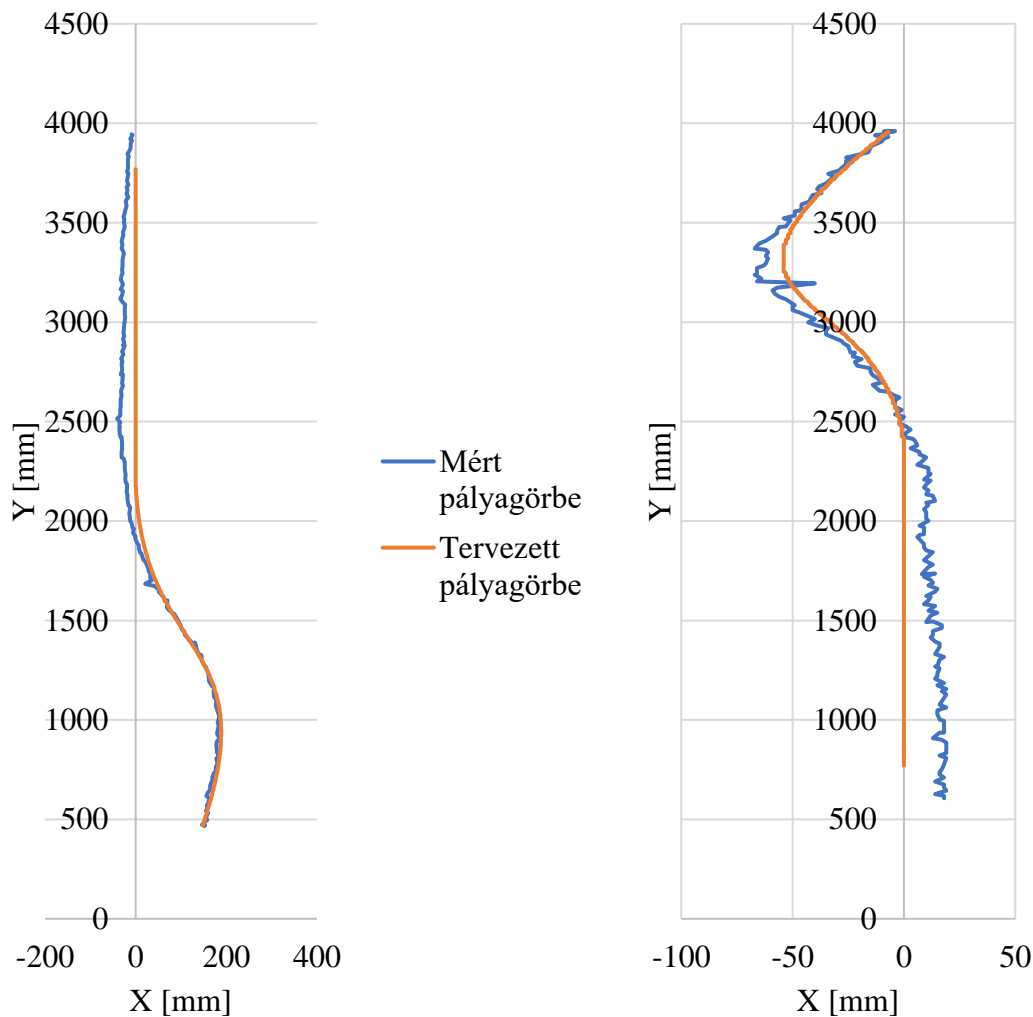
### Mérőrendszer kifejlesztése az AGV állapotfelügyeletére

A mozgásvezérlés részeként és annak ellenőrzése céljából egy mérőrendszer került kialakításra. A mérési adatok Microsoft Office Excel táblázatkezelőben való

feldolgozhatósága érdekében egy fájlmentési rész is beépítésre került a vezérlőprogramba, amelyet az értekezés 6.1. fejezete tárgyal. Az értekezés 6.2. fejezete a mérőrendszer áramerősség- és feszültség mérésre vonatkozó részét ismerteti. Az értekezés 6.3. fejezete a feszültség-, áramerősség- és navigációs adatok PC-n történő fogadását és felhasználását foglalja össze.

### Targoncán elvégzett kísérletek és mérések

Az értekezés 7.1. fejezete a különböző technikai feltételek figyelembevételével elvégzett mérési sorozatot ismerteti, amely során vizsgálatra kerül a motor fordulatszámának a hatásoktól való függése. Az értekezés 7.2. alfejezete a LIDAR szenzorról mért különböző példákat és azok eredményeit mutatja be. Az értekezés 7.3. fejezete az értekezés 6. fejezetében részletezett mérőrendszer felhasználásával a 2.4. ábrán illusztrált targonca előre- és hátrameneti automata mozgása során mért eredményeket dolgozza fel.



(a) Előremeneti mozgás

(b) Hátrameneti mozgás

2.4. ábra: Mért pozíció X és Y koordinátái – targonca automatikus pályavezérlésénél

### 3. TÉZISEK – ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az alábbiakban kerülnek megfogalmazásra azok a tézis értékű új tudományos eredmények, amelyek kidolgozása a doktori kutatómunka része volt:

T1. Kidolgoztam egy olyan új pályatervező megoldást, amely egyszerre két módszerrel, Hermite-görbével és Bezier-görbével, határozza meg egy két szállítószalagos vezető nélküli szállítótargonca mozgásának vezérléséhez szükséges pályapontokat. A pálya geometriája a LIDAR szenzor által rögzített kezdeti pontból és orientációból egyszegmenses pályánál a célpont pozíciójával és orientációjával, vagy többszegmenses esetben az áthaladási és a célpontok pozícióinak és orientációinak megadásával írható elő.

Vonatkozó publikáció: [S1]

T2. Kidolgoztam egy olyan új trajektóriatervező módszert, amely meghatározza egy két szállítószalaggal rendelkező vezető nélküli szállítótargonca hajtott kerekeinek sebességeit a tervezett pályapontokhoz tartozó orientációk és koordináták, valamint az idő függvényében.

Vonatkozó publikáció: [S1]

T3. A trajektóriatervező kimeneteként adódó kerék-sebességadatok felhasználásával kialakítottam egy olyan új, moduláris rendszert, amely előállítja a pálya szimulációját és a hajtáshoz szükséges áramerősséget, valamint az adatokat (sebességek, fordulatszámok, feszültségek, áramerősségek, pozíciók és szögelfordulás) továbbítja a főprogram felé. A DC motor elektrodinamikai modelljében a terhelőnyomaték értékét a targonca adottságaihoz illesztettem.

Vonatkozó publikációk: [S3], [S5], [S9]

T4. A targonca vezérléséhez szükséges paraméterek meghatározásához egy olyan új mérőrendszert fejlesztettem ki, amely fogadja a targonca navigációs adatait, méri a motorok áramerősségeit és a sorba kötött akkumulátorok feszültségét, amelyeket megfelelő formába transzformálja a vezérlőrendszer számára.

Vonatkozó publikációk: [S2], [S4], [S6]

#### **4. A HASZNOSÍTÁS ÉS A TOVÁBBFEJLESZTÉS LEHETŐSÉGEI**

A doktori kutatás egyik célkitűzése volt egy új pálya- és trajektóriatervező módszer megvalósítása, amely meghatározza a pályapontokat és előállítja a keréksebességeket. Ezen módszerek egy egyedi gyártású ipari AGV esetén még manapság is megoldandó feladat.

Az áramfelvétel meghatározásához a DC motor elektrodinamikai modelljét alkalmaztam. A modellben szereplő terhelőnyomatékot két részre osztottam fel és részleteztem ezek meghatározását. A gördülési ellenállásból adódó ellennyomaték meghatározásához méréseket végeztem, amely kiértékelésével meghatároztam a gördülési tényezőt. Az áramfelvétel figyelembevétele az iparban az akkumulátorról üzemelő vezető nélküli targoncák üzem idejének meghosszabbítását célozza meg.

Az elektrodinamikai modell kimeneteként adódó szögsebesség adatokat pályaszimulációra használtam fel és ismertettem az adatok továbbítására szolgáló kommunikációs modult.

A disszertációm következő része a targonca vezérléséhez szükséges programfejlesztéseket tárgyalta, amely a manuális és automatikus mozgást valósítja meg. Ezen programfejlesztések az iparban az AGV programozásakor használhatók fel.

Az értekezésem további részében az AGV állapotfelügyeletére mérési rendszert fejlesztettem ki. A mérési rendszer tartalmazza a navigációs adatok fogadását, a feszültség- és áramerősség mérését, majd ezen adatok transzformálását a PC-n futó vezérlési program számára. A mérések során kitértem a motor fordulatszámát és az AGV pozícióját érintő megállapításokra, valamint a pályavezérlést is használó automata mozgás eredményeire. Egy állapotfelügyeleti rendszer alkalmazása egyre inkább szükségessé válik egy ipari anyagmozgató rendszer monitorozása érdekében.

A továbbfejlesztési terveim között szerepel a targonca vezérlésének ipari igényeket is kielégítő feladatainak szimulációja és megvalósítása. A további fejlesztéseknél fontosnak tartom az Ipar 4.0 technológia elvárásainak való megfelelést, így például az AGV digitális ikerpárjának létrehozását.

## TÉZISFÜZETBEN FELHASZNÁLT IRODALOMJEGYZÉK

- [1] *Matyi, H., Veres, P., Banyai, T., Demin, V.; Tamas, P.:* **Digitalization in Industry 4.0: The Role of Mobile Devices**, Journal of Production Engineering, Vol. 23, No. 1, pp. 75-78. (2020)
- [2] *He, W.:* **Production allocation technologies for industrial product assembly lines based on the Internet of Things**, Academic Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 18, No. 4, pp. 158-163. (2020)
- [3] *Liu, W.:* **Production scheduling and equipment matching of flexible workshops based on multi-objective and multi-process hybrid optimization algorithm**, Academic Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 18, No. 4, pp. 151-157. (2020)
- [4] *Sujová, E., Vysloužilová, D., Čierna, H., Bambura, R.:* **Simulation Models of Production Plants as a Tool for Implementation of the Digital Twin Concept into Production**, Manufacturing Technology, Vol. 20, No. 4, pp. 527-533. (2020)
- [5] *Sujová, E., Strihavková, E., Čierna, H.:* **An Analysis of the Assembly Line Modernization by Using Simulation Software**, Manufacturing Technology, Vol. 18, No. 5, pp. 839-845. (2018)
- [6] *Tamás, P.:* **Examining the Possibilities for Efficiency Improvement of SMED Method Using Simulation Modelling**, Manufacturing Technology, Vol. 17, No. 4, pp. 592-597. (2017)
- [7] *Ulewicz, R., Mazur, M.:* **Economic Aspects of Robotization of Production Processes by Example of a Car Semi-trailers Manufacturer**, Manufacturing Technology, Vol. 19, No. 6, pp. 1054-1059. (2019)
- [8] *Benotsmane, R., Dudás, L., Kovács, Gy.:* **Simulation and trajectory optimization of collaborating robots by application of Solidworks and Matlab software in Industry 4.0**, Academic Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 18, No. 4, pp. 191-197. (2020)
- [9] *Wang, X., Gao, J.:* **An AGV scheduling algorithm for smart workshops with limited logistics capacity**, Academic Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 18, No. 4, pp. 23-27. (2020)
- [10] *Rónai, L., Szabó, T.:* **Snap-fit Assembly Process with Industrial Robot Including Force Feedback**, Robotica, Vol. 38, No. 2, pp. 317-336. (2020)
- [11] *Edwards, M.:* **The Difference Between AGVs and Mobile Robots**, Cross Company (2016), <https://www.crossco.com/blog/difference-between-agvs-and-mobile-robots>

- 
- [12] *Müller, T.*: **Automated Guided Vehicles**, IFS (Publications) Ltd, UK, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, ISBN 3-540-12629-5 (1983)
- [13] *Hammond, G.*: **AGVs at work, Automated Guided Vehicle Systems**, IFS (Publications) Ltd, UK, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, ISBN 3-540-16677-7 (1986)
- [14] *Gamma Digital Kft.*: **Vezető nélküli targonca** (Driverless Carrier), Budapest (2011)
- [15] *Papp, Á., Szilassy, L., & Sárosi, J.*: **Navigation of differential drive mobile robot on predefined, software designed path**. Recent Innovations in Mechatronics (RIiM), Vol. 3, No. 1-2, pp. 1–5. (2016)
- [16] *Skapinyecz, R., Illés, B.*: **Introduction of the High-Tech Logistics Laboratory installed at the Institute of Logistics of the University of Miskolc**, COMEC, Kuba (2019)
- [17] *Péter Tamás; Tamás Bányai; Béla Illés; Sándor Tollár; Péter; Ákos Cservenák; Ibolya Hardai; Róbert Skapinyecz*: **Development Possibilities of the High-tech Logistics Laboratory Established at the Institute of Logistics of the University of Miskolc**, JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH AND REPORTS, Vol. 13, No. 3, pp. 60-68. (2020)
- [18] *Vale, A., Ventura, R., Lopes, P., Ribeiro, I.*: **Assessment of navigation technologies for automated guided vehicle in nuclear fusion facilities**, Robotics and Autonomous Systems (2017)
- [19] *Petriu, E.M., Basran, J.S., Groen, F.C.A.*: **Automated guided vehicle position recovery**, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 39, No. 1, pp. 254–258. (1990)
- [20] *Petriu, E.M.*: **Automated guided vehicle with absolute encoded guide-path**, IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. 7, No. 4, pp. 562 – 565. (1991)
- [21] *Cox, I.J.*: **Blanche-an experiment in guidance and navigation of an autonomous robot vehicle**, IEEE Transactions on Robotics and Automation Vol. 7, No. 2, pp. 193-204. (1991)
- [22] *Francis, S. L. X., Anavatti, S. G., Garratt, M., Shim, H.*: **A ToF-camera as a 3D Vision Sensor for Autonomous Mobile Robotics**, International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol. 12, No. 11, pp. 1-15. (2015)
- [23] *Kelly, A., Nagy, B., Stager, D., Unnikrishnan, R.*: **An Infrastructure-Free Automated Guided Vehicle Based on Computer Vision**, IEEE Robotics & Automation Magazine, pp. 24-34. (2007)

- [24] *Bačík, J., Ďurovský, F., Biroš, M., Kyslan, K., Perduková, D., Sanjeevikumar, P.:* **Pathfinder – Development of Automated Guided Vehicle for Hospital Logistics**, IEEE Access, Vol. 5, pp. 26892-26900. (2017)
- [25] *Jia, S.:* **Implementation of intelligent robot control algorithm based on visual servo control**, Academic Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 18, No. 3, pp. 131-140. (2020)
- [26] *Mou, H.:* **Research on the formation method of omnidirectional mobile robot based on dynamic sliding control**, Academic Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 18, No. 2, pp. 148-154. (2020)
- [27] *Gasparetto, A., Boscariol, P., Lanzutti, A., & Vidoni, R.:* **Motion and Operation Planning of Robotic Systems**. Springer (2015)



## SAJÁT PUBLIKÁCIÓK DISSZERTÁCIÓ TÉMÁJÁBAN

- [S1] *Ákos Cservenák: Path and Trajectory Planning for an Automated Carrier Vehicle Equipped with two Conveyor Belts used in Manufacturing Supply*, Manufacturing Technology, Engineering Science and Research Journal, Institute of Technology and Production Management University of J.E. Purkyne, Vol. 21, No. 2, pp. 163-182., 20 p. (2021), **Q2 minősítés, Scopus által indexált**
- [S2] *Ákos Cservenák: Creating voltage, current and navigation measurement system on an AGV for motion controlling*, ACADEMIC JOURNAL OF MANUFACTURING ENGINEERING, Editura Politehnica (2021 június), **Q3 minősítés, elfogadva, megjelenés alatt**
- [S3] *Ákos Cservenák: Simulation of a mobile robot's motion*, ACADEMIC JOURNAL OF MANUFACTURING ENGINEERING, Editura Politehnica, Vol. 19, No. 1, pp 80-88., 9 p. (2021), **Q3 minősítés** Hivatkozások száma: 2 | Független hivatkozás: 0 | Független hivatkozás: 2
- [S4] *Cservenák Ákos: Mérőrendszer, kommunikáció és adatfeldolgozás kialakítása vezető nélküli targoncán*, MULTIDISZCIPLINÁRIS TUDOMÁNYOK: A MISKOLCI EGYETEM KÖZLEMÉNYE, Vol. 11, No. 4, pp. 53-59. (2021)
- [S5] *Ákos Cservenák: Simulation and modeling of a DC motor used in a mobile robot*, ACADEMIC JOURNAL OF MANUFACTURING ENGINEERING, Editura Politehnica, Vol. 18, No. 4, pp. 183-190. (2020 december), **Q3 minősítés**, Hivatkozások száma: 3 | Független hivatkozás: 1 | Független hivatkozás: 2
- [S6] *Cservenák Ákos: Vezető nélküli targonca mérési rendszerének fejlesztése*, Doktoranduszok Fóruma: Gépészmérnöki és Informatikai Kar Szekciókiadványa, Miskolc, Hungary, 2019.11.21
- [S7] *Cservenák Ákos: Mobil robot mozgásának vezérlése*, MULTIDISZCIPLINÁRIS TUDOMÁNYOK: A MISKOLCI EGYETEM KÖZLEMÉNYE, Vol. 9, No. 4, pp. 438-443. (2019) Hivatkozások száma: 2 | Független hivatkozás: 1 | Független hivatkozás: 1
- [S8] *Cservenák Ákos: Vezető nélküli targonca gördülési ellenállásának vizsgálata*, Doktoranduszok fóruma 2018: Gépészmérnöki és Informatikai Kar szekciókiadványa, Miskolc, Hungary 2018.11.22, pp. 14-19. (2019)
- [S9] *Cservenák Ákos; Szabó Tamás: Jármű gördülési ellenállásának meghatározása méréssel*, XXVII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia OGÉT 2019 Oradea, Romania 2019.04.25. - 2019.04.28, pp. 79-82. (2019)

- [S10] *Ákos Cservenák*: **Motion planning for Automated Guided Vehicle**, ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – BULLETIN OF ENGINEERING, Vol. XI, No. 4, pp. 33-38. (2018), Hivatkozások száma: 1 | Független hivatkozás: 1 | Független hivatkozás: 0
- [S11] *Cservenák Ákos*: **Vezető nélküli targonca programozása**, Doktoranduszok Fóruma 2017: Gépészmérnöki és Informatikai Kar szekciókiadványa, Miskolc, Hungary 2017.11.16, pp. 13-17. (2018)
- [S12] *Ákos Cservenák*: **Further development of an AGV control system**, LECTURE NOTES IN MECHANICAL ENGINEERING, pp. 376-384. (2018), **Q4 minősítés, Scopus által indexált**, Hivatkozások száma: 5 | Független hivatkozás: 4 | Független hivatkozás: 1

Publikációkra való hivatkozások utoljára ellenőrizve: 2021. 04. 20.