

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**IPAR 4.0 INFORMATIKAI
VONATKOZÁSAI**

Erdei Timotei István

Témavezető: Prof. Dr. habil Husi Géza



DEBRECENI EGYETEM

Informatika Tudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2025

Tartalom/Contents

| | | |
|----|--|-----------|
| 1. | A problémafelvetés és célkitűzések | 3 |
| 2. | Az értekezés új tudományos eredményei és tézisei..... | 4 |
| | 2.1 Virtuális kamerával előállított adatkészlet alkalmazása régebbi robotegységen | 4 |
| | 2.2. Digitális-ikerpár alapú oktatási robotcella modell fejlesztése | 7 |
| | 2.3. Saját adatkészlet létrehozása neurális háló tanítására, 2D pályabejárési textúrák generálásához..... | 9 |
| | 2.4. 3D CAD modellek optimalizációja és virtualizációs környezetben való alkalmazásuk | 11 |
| 3. | Hitelesített publikációs lista (melléklet)..... | 13 |
| 4. | The problem statement and objectives..... | 27 |
| 5. | New scientific results and theses | 28 |
| | 5.1 Application of a virtual camera dataset on an older robot unit | 28 |
| | 5.2. Development of an educational robot cell model based on Digital-Twin | 31 |
| | 5.3. Create your own dataset for neural network training, to generate 2D trajectory textures | 33 |
| | 5.4. Optimization of 3D CAD models and their use in virtualized environments | 34 |
| 6. | Verified publication list (appendix) | 36 |
| | Irodalomjegyzék/References..... | 49 |

1. A problémafelvetés és célkitűzések

A magasabb szintű flexibilitás elérése kulcsfontosságú annak érdekében, hogy az egyes gyártósorok magasabb hatékonysági rátát érhessenek el [1]. A termelésben alkalmazott több tengelyes robotegységek használata és integrálhatóságuknak növelése szintén új technika kidolgozását teszi szükségessé, mivel a régebbi ipari gépek nem támogatják a modern szabványokat.

Az ismertetésre kerülő kutatási anyag a labor digitális-ikerpár tervezésére és a többtengelyes robotegység kezelésére fókuszál oktatási céllal. A digitalizált laborban elvégezhetőek a tesztelési feladatok és vizsgálhatóak az oktatásra gyakorolt hatásai. Szintén kiemelendő, hogy a digitalizált labor hatékony megoldást szolgáltatott a COVID-19 világjárvány idején az online alapú oktatásnál [2]. Az oktatásban részvevő személyek el tudták sajátítani az ember-gép interfész kezelését és megismerhették a gépre jellemző általános gépkezelési jellemzőket.

Továbbá az általunk megtervezett digitális-ikerpár egyes egység modelljei egyben referencia munkadarabok is voltak, amik adatkészletek előállítására is felhasználásra kerültek. Az általunk választott referencia objektumok detektálására saját neurális háló lett tanítva, amely tesztelésre és kiértékelésre került egy régebbi robotegység munkaterében. Így ezen gépek használatának tekintetében szintén új utakat nyithatunk meg a mélytanulás [3] alapú neurális hálók alkalmazására, ami az ipar 4.0 [4] egyik meghatározó fő kritériuma.

2. Az értekezés új tudományos eredményei és tézisei

2.1 Virtuális kamerával előállított adatkészlet alkalmazása régebbi robotegységen

1. Tézis

Igazoltam, hogy régi gépegységek ipar 4.0 kompatibilissé alakíthatók és alkalmasak modern mélytanuláson alapuló képelemzési feladatok elvégzésére hardveres emuláció segítségével. Az eljárás során létrehozásra került egy YOLO architektúrán alapuló konvolúciós neurális hálózat, és az általunk választott horizontális pozícióban elhelyezett, teszt objektumokról virtuális kamerával állítottunk elő referencia adatbázist a neurális háló taníttatására. A módszert igazoltam, fix szállító szalaggal rendelkező többtengelyes ipari SCARA gépegységen és kiértékeljük a neurális háló teljesítményét, aminél számszerűsítve 0,93 precizitást, 0,93 visszahívást, 0,91 F1 pontszámot és 0,9865 pontosságot ért el a kidolgozott architektúra.

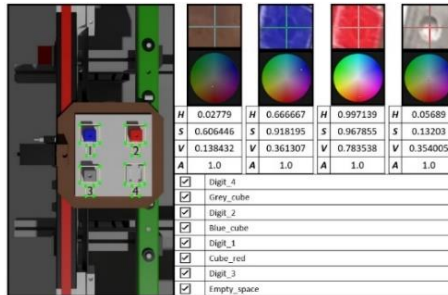
Kapcsolódó publikációk: **[J1]**

Kapcsolódó publikációk

[J1] Kapusi, T.P.; Erdei, T.I.; Husi, G.; Hajdu, A. Application of Deep Learning in the Deployment of an Industrial SCARA Machine for Real-Time Object Detection. *Robotics* 2022, 11, 69. <https://doi.org/10.3390/robotics11040069> Q1

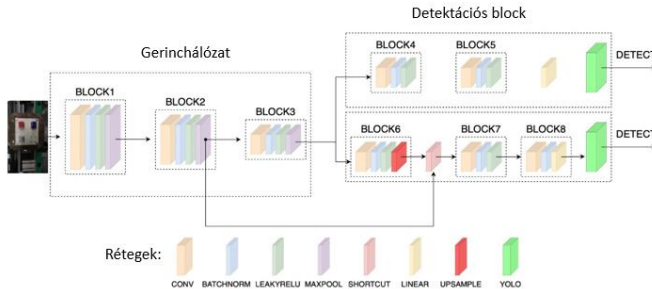
A régebbi gépegységek nem felelnek meg az ipar 4.0 követelményeknek, mivel képelemzési feladatokat sem képesek ellátni a hardveres specifikáció korlátai miatt (SONY SCARA SRX-611) [5]. Azonban, ha rendelkezünk a gépegység 3D CAD modelljével és az általa használt munkadarabokkal, akkor előállítható virtuális kamera segítségével a bementi követelményként szükséges adatkészlet. A robotegység munkaterében lévő objektumok azonosításához és annotációjához [6] nagy felbontású renderelt képeket alkalmaztunk, amelyek a valódi referencia munkadarabok

textúráit tartalmazták. Ezek szolgáltatták az adatkészlet alapját (ábra 1.).



Ábra 1. Alkalmazott referencia munkadarabok és paletta textúrái

Az objektumok detektálásához létrehozásra került egy konvolúciós neurális hálózat, aminek architektúráját az alábbi második ábra szemlélteti. A gerinc szakasz három blokkból állt, és az ezekben található 3x3 konvolúciós rétegek szűrőszáma 32, 128 és 256 volt. A detektorrészben a konvolúciós rétegekben lévő szűrők száma 256 és 512 volt. A 2x2 felskálázó réteg pedig megnövelte az alacsonyabb adathalmazt.



Ábra 2. A Robonet-RT detektor felépítése

A YOLO [7] architektúrán alapuló detektorok veszteségfüggvénye, amit az optimalizáló a betanítási folyamat során minimalizál, négy összetevő alkotja, amely az osztályozási veszteség, lokalizációs veszteség és két megbízhatósági veszteség együttese lesz [8,9]:

$$loss = clsLoss + locLoss + confLoss_d + confLoss_m \quad (1)$$

Az osztályozási veszteség a következő egyenlet segítségével határozható meg [8,9]:

visszahívás, 0,91 F1-érték és 0,9865 átlagos pontosság voltak. Az átlagos észlelési sebesség 12,65 [ms] volt, ami átszámítva 79 képkockát jelent másodpercenként.

2.2. Digitális-ikerpár alapú oktatási robotcella modell fejlesztése

2. Tézis

Kidolgoztam egy olyan módszert, amely lehetőséget biztosít ember-gép interfész kezelésére és robotkar programozására a virtuális kibertérben. A módszer igazolására elkészült a járműgyártás alaplabor digitális ikerpárja, csomópont-alapú szkriptnyelv segítségével. A kiberfizikai térben megszerezhetők azon készségek, amelyek a többtengelyes fizikai robotegységek alapszintű kezeléséhez szükségesek. A kiértékelés során a közvetlen végfelhasználói visszajelzéseket is elemeztük a rendszer használhatósági skála mérőszám alapján, aminek összesített értékelési átlaga 4.48 volt.

Kapcsolódó publikációk: [J2], [J4], [J5]

Kapcsolódó publikációk

[J2] Erdei, T.I.; Krakó, R.; Husi, G. Design of a Digital Twin Training Centre for an Industrial Robot Arm. Appl. Sci. 2022, 12, 8862. <https://doi.org/10.3390/app12178862> Q2

[J4] Erdei, T., Nusser, D., Husi, G.: Cyber-physical recreation of six DOF industrial robot arm. Int. rev. appl. sci. eng. Online first 1-14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2023.00660> Q2

[J5] Erdei, T. I., & Husi, G. (2020). Singularity measurement in the Cyber-physical and intelligent robot systems laboratory, International Review of Applied Sciences and Engineering IRASE, 11(2), 82-87. doi: <https://doi.org/10.1556/1848.2020.20001> Q3

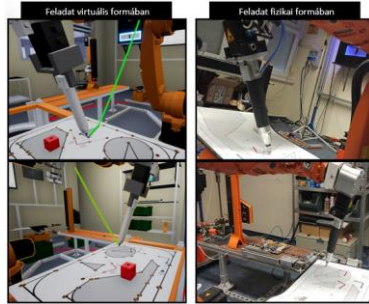
A digitális-ikerpár [10] egy adott rendszer teljeskörű virtuális reprezentációja. A digitális replikáns tartalmazza a rendszer számára elengedhetetlen releváns modelleket, ami lehetővé teszi a szimulációk és az optimalizációk végrehajtását. A digitális-ikerpár a teljes ipari robotlaborra fókuszál és végig

kíséri az évek során végrehajtott fejlesztési ciklusokat. A rendszer alapja a reprezentált kinematikai modell, amely meghatározza a digitális robotcellában a többtengelyes robotkar viselkedését, illetve az egyes elemek egymáshoz való viszonyát. Továbbá végrehajthatók a robotra jellemző általános mozgás típusok (PTP, LIN, CIRC). A digitalizált modell megalkotásakor kritérium volt, hogy a végfelhasználónak lehetősége legyen a program megírására a fent sorolt mozgás típusokhoz ember-gép interfészen keresztül virtuális formában (ábra 4) [11].



Ábra 4. Ember-gép interfész virtuálisan

Ezzel van biztosítva az, hogyha a felhasználó a digitális-ikerpárban végzi a gyakorlatokat, akkor ne jelentkezessen számottevő különbség a fizikai robot vezérléséhez képest. Ezen feladatok segítségével nem csak készség szinten sajátíthatók el a robot kezelés alapjai, de lehetőség van a labor tehermentesítésre is. A laborban az oktatási tevékenység mellett folyamatos fejlesztések is zajlanak, így a logisztikai feladatokat a digitális-ikerpár segítségével hatékonyabban végre tudjuk hajtani [12]. Nem elhanyagolható tény, hogy az virtuálisan végzett tevékenység hatékonyabb az energiafelhasználást is lehetővé tesz, hiszen nem szükséges a fizikai robotcella működtetése sem (ábra 5.).



Ábra 5. Feladat végzés virtuális és fizikai formában

2.3. Saját adatkészlet létrehozása neurális háló tanítására, 2D pályabejárás textúrák generálásához

3. Tézis

Kísérletileg igazoltam, hogy ciklikus renderelési technikával saját 3D CAD digitális adatokból előállítható a szükséges adatkészlet, amely felhasználható mélytanuláshoz, és specifikált pálya bejárás feladatok generálásához ezzel biztosítva az elvégezhető feladatok mennyiségét és limitálva azok ismétlődési valószínűségét a végfelhasználók részére.

Kapcsolódó publikációk: [J1] [J4]

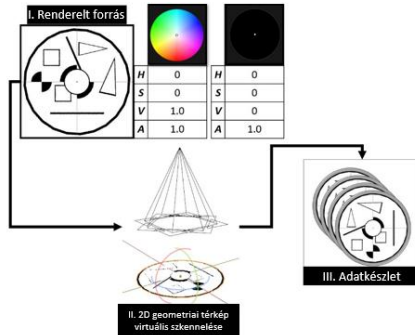
Kapcsolódó publikációk

[J1] Kapusi, T.P.; Erdei, T.I.; Husi, G.; Hajdu, A. Application of Deep Learning in the Deployment of an Industrial SCARA Machine for Real-Time Object Detection. *Robotics* 2022, 11, 69. <https://doi.org/10.3390/robotics11040069> Q1

[J4] Erdei, T., Nusser, D., Husi, G.: Cyber-physical recreation of six DOF industrial robot arm. *Int. rev. appl. sci. eng.* Online first 1-14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2023.00660> Q2

A több tengelyes ipari KUKA KR5 [13] robotkar esetében a pályabejáráshoz használt matricázott alumínium lemez csak véges számú geometriai elemet tartalmaz. Annak érdekében, hogy

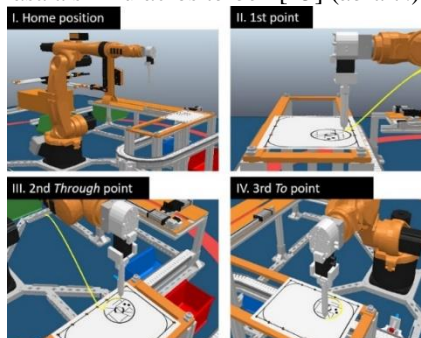
biztosítsuk az elvégezhető feladatok számát és azok változatosságát az oktatásban résztvevők számára, saját adatkészlet alapján tanított neurális háló került alkalmazásra. A bemeneti követelményként fellépő adatigény kiszolgálásához egy 2D referencia modell lett megtervezve, amely tartalmazza az alapvető geometriai formákat (ábra 6.).



Ábra 6. Adatkészlet generálása 2D referencia modellről

Alakzatonként csak fekete-fehér színek lettek alkalmazva. A virtuális kamera – mivel 2D dimenziós objektumról van szó – a renderelés során meghatározott fokokkal lett z tengely körül elforgatva. Az így kapott 512x512 felbontású képek szolgáltatták az adatkészlet alapját [14].

A tanított hálóval ezt követően tetszőleges számban állíthatunk elő 2D textúrát, amelynek importálását követően ráilleszhető más 3D modellekre, továbbá pályabejárési feladatok alapjául is szolgálhatnak. Ezt követően alkalmazhatókká válnak a különféle robot mozgás típusok gyakorlása a szimulációs térben [15] (ábra 7.).



Ábra 7. Pálya bejáráshoz generált 2D geometriai textúra

2.4. 3D CAD modellek optimalizációja és virtualizációs környezetben való alkalmazásuk

4. Tézis

Igazoltam, hogy kiterjesztett valóság alapú vizualizációs technika alkalmazható oktatási céllal alacsony hardveres számítási teljesítmény mellett, amennyiben poligon optimalizáció kerül végrehajtásra az adott modellhalmozat egészén. A módszer segítségével megtarthatóak az adott munkadarabokra jellemző háromszöghálós alakrajzosságok is.

Kapcsolódó publikációk: [J2] [J3] [J4] [J6]

Kapcsolódó publikációk

[J2] Erdei, T.I.; Krakó, R.; Husi, G. Design of a Digital Twin Training Centre for an Industrial Robot Arm. Appl. Sci. 2022, 12, 8862. <https://doi.org/10.3390/app12178862> Q2

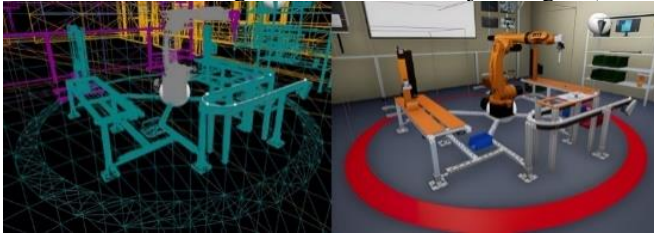
[J3] Erdei, T., Krakó, R., Nusser, D., Husi, G.: 3D CAD design of KUKA robot arm & integration into AR environment to educational purposes. In: 2022 IEEE 20th International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC) /, IEEE, New York, 590-596, 2022. ISBN: 9781665496810

[J4] Erdei, T., Nusser, D., Husi, G.: Cyber-physical recreation of six DOF industrial robot arm. Int. rev. appl. sci. eng. Online first 1-14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2023.00660> Q2

[J6] Erdei, T. I., Zs. Molnár, Obinna Nwachukwu C, Husi, G. (2018). A Novel Design of an Augmented Reality Based Navigation System & its Industrial Applications, ACTA IMEKO (0237-028X 2221-870X): 7 1 pp 57-62. doi: https://doi.org/10.21014/acta_imeko.v7i1.528 Q3

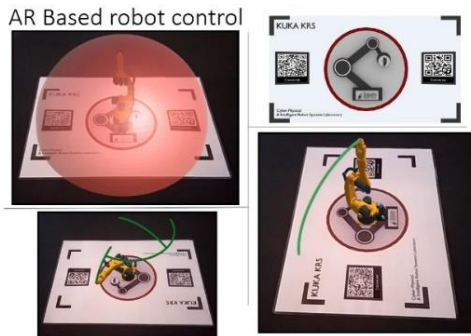
Az alkalmazott modellek a szimulációs környezetben megnövekedett számítási igényt is jelentenek. Annak érdekében, hogy a hardveres korlátokat kezelni lehessen, a modelleken poligon optimalizációt kellett végrehajtani. Ezáltal nagy kiterjedésű és nagy elemszámú modellek is alkalmazhatóak lehetnek kiterjesztett valóság [16]

technológiával. Kiemelt prioritás, hogy a háromszögelt modellek az optimalizáció során is megőrizzék azok alaki sajátosságait (ábra 8.).



Ábra 8. Háromszöghálós és valós idejű renderelt nézet

Az egyes 3D CAD modellező programok különféle fájl kiterjesztéseket alkalmaznak, amelyek az esetek többségében csak komoly megkötésekkel alkalmazhatóak. Ennek áthidalására külön exportálási sorrend is felállításra került. A kapott optimalizált modellek fájl méretükben is kisebbek lesznek, így a hordozható mobil eszközök is alkalmasak azok kezelésére kiterjesztett valóság alapokon. Az általunk generált jelölő [17] nem csak az adott 3D CAD modell illesztésére szolgálnak, hanem tartalmazzák külön kód formájában a modellre jellemző adatokat is. A felhasználó a kód lap segítségével ismerkedhet meg az adott robotegység mozgás típusaival és kérdezheti le annak dokumentációját (ábra 9.).



Ábra 9. Kiterjesztett valóság alapú KUKA robot vezérlés

3. Hitelesített publikációs lista (melléklet)

Tézisekhez szorosan kapcsolódó publikációk

Referált folyóiratcikkek

[J1] Kapusi, T.P.; **Erdei, T.I.**; Husi, G.; Hajdu, A. Application of Deep Learning in the Deployment of an Industrial SCARA Machine for Real-Time Object Detection. *Robotics* 2022, **11**, 69.

<https://doi.org/10.3390/robotics11040069> **Q1**

[J2] **Erdei, T.I.**; Krakó, R.; Husi, G. Design of a Digital Twin Training Centre for an Industrial Robot Arm. *Appl. Sci.* 2022, **12**, 8862.

<https://doi.org/10.3390/app12178862> **Q2**

[J3] **Erdei, T.**, Krakó, R., Nusser, D., Husi, G.: 3D CAD design of KUKA robot arm & integration into AR environment to educational purposes. In: 2022 IEEE 20th International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC) /, IEEE, New York, 590-596, 2022. ISBN: 9781665496810

[J4] **Erdei, T.**, Nusser, D., Husi, G.: Cyber-physical recreation of six DOF industrial robot arm. *Int. rev. appl. sci. eng.* Online first 1-14, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.1556/1848.2023.00660> **Q2**

[J5] **Erdei, T. I.**, & Husi, G. (2020). Singularity measurement in the Cyber-physical and intelligent robot systems laboratory, *International Review of Applied Sciences and Engineering IRASE*, **11**(2), 82-87. doi:

<https://doi.org/10.1556/1848.2020.20001> **Q3**

[J6] **Erdei, T. I.**, Zs. Molnár, Obinna Nwachukwu C, Husi, G. (2018). A Novel Design of an Augmented Reality Based Navigation System & its Industrial Applications, *ACTA IMEKO (0237-028X 2221-870X)*: 7 1 pp 57-62. doi:

https://doi.org/10.21014/acta_imeko.v7i1.528 **Q3**



Nyilvántartási szám: DEENK/33/2025.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Erdei Timotei István
Doktori Iskola: Informatikai Tudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10054405

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Időgen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

1. **Erdei, T. I., Nusser, D. P., Husi, G.:** Cyber-physical recreation of six DOF industrial robot arm.
Int. Rev. Appl. Sci. Eng. 15 (2), 147-160, 2024. ISSN: 2062-0810.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/1848.2023.00660>
2. **Erdei, T. I., Husi, G.:** Singularity measurement in the Cyber-physical and intelligent robot systems laboratory.
Int. Rev. Appl. Sci. Eng. 11 (2), 82-87, 2020. ISSN: 2062-0810.
DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2020.20001>
3. **Erdei, T. I., Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.:** A novel design of an augmented reality based navigation system & its industrial applications.
Acta IMEKO. 7 (1), 57-62, 2018. ISSN: 0237-028X.
DOI: http://dx.doi.org/10.21014/acta_imeko.v7i1.528

Időgen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

4. **Kapusi, T. P., Erdei, T. I., Husi, G., Hajdu, A.:** Application of Deep Learning in the Deployment of an Industrial SCARA Machine for Real-Time Object Detection.
Robotics. 11 (4), 1-20, 2022. ISSN: 2218-6581.
DOI: <https://doi.org/10.3390/robotics11040069>
IF: 3.7
5. **Erdei, T. I., Krakó, R., Husi, G.:** Design of a digital twin training centre for an industrial robot arm.
Appl. Sci.-Basel. 12 (17), 1-25, 2022. ISSN: 2076-3417.
DOI: <https://doi.org/10.3390/app12178862>
IF: 2.7

Időgen nyelvű konferencia közlemények (1)

6. **Erdei, T. I., Krakó, R., Nusser, D. P., Husi, G.:** 3D CAD design of KUKA robot arm & integration into AR environment to educational purposes.
In: 2022 IEEE 20th International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC), IEEE, New York, 590-596, 2022. ISBN: 9781665496810




További közlemények
Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (26)

7. Nagy, E., Erdei, E., **Erdei, T. I.**: Alacsony fogyasztású vezeték nélküli technológián alapuló kihangosító hangszóró tervezése oktatási célra.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/21>.
8. Tallódi, L., **Erdei, T. I.**: Ambilight alternatív megvilágítási technika Arduino által vezérelve & screen capturing alkalmazásfejlesztés DirectX API felhasználásával.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-4, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/7>.
9. Uszkai, S., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Android Linux alapú alkalmazás fejlesztése & RFID beléptető rendszer monitorozása.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-7, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/8>.
10. Balázs, J. B., Darai, G., **Erdei, T. I.**: Arduino alapú mozgásvezérelt kamerás in rendszer tervezése & vezérlése Android eszközzel.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-7, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/9>.
11. Barkaszi, Á., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Arduino fejlesztői platformmal vezérelt pontmátrix nyomtató.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-4, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/22>.
12. Klein, Á., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Árubeszéresi folyamatot segítő vállalatirányítási rendszer Spring keretrendszer használatával.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/30>.
13. Papp, J., Papp, B., **Erdei, T. I.**: ATmega2560 mikrokontroller alapú jármű mechanikai hullámként terjedő rezgés vezérlése Bluetooth szabvány alapján.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/35>.
14. Karalyos, B., Papp, B., **Erdei, T. I.**: ATmega328P mikrokontroller vezérelt felügyeleti oktatási modul.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-4, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/36>.
15. Lakatos, Á., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Atmel mikrokontroller vezérelt kültéri meteorológia állomás tervezése.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/23>.





16. Szöllösi, G., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Autószimulátor tervezése Arduino Pro Micro fejlesztői platformmal.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/31>.
17. Templom, T., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Delta tripod robot FDM típusú 3D nyomtató tervezése Open-Source Arduino fejlesztőplatform felhasználásával.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/10>.
18. Molnár, Z., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Egyedi tervezésű légpárnás jármű alapanyag kiválasztása és tesztek elvégzése = Custom-Designed Hovercraft Material Selection and Testing.
Villamosmér. tud. 1 (1), 113-118, 2018. ISSN: 2560-2713.
19. Korsoveczki, G., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: FANUC M-11A 0.5A válogató robot karbantartása, üzembe helyezése és IRVision alapú képfelismerés megvalósítása.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-7, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/18>.
20. File, P., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Hálózatba csatolt social network számláló egység.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-4, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/32>.
21. Lós, B., Erdei, E., **Erdei, T. I.**: Hangreaktív mood lamp tervezése & vezérlése Android Linux okostelefonnal.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-7, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/25>.
22. Horváth, M., **Erdei, T. I.**: Időjárás előrejelző mérőállomás Raspberry Pi 3 Raspbian Linux alapon.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/26>.
23. Balázs, V., Szilágyi, L., Erdei, E., **Erdei, T. I.**: Jelzőtáblák mozgóképről történő felismerésére létrehozott szoftver OpenCV alapon.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/11>.
24. Molnár, Á., **Erdei, T. I.**: Kommunikáció Android okostelefon és Raspberry Pi3-on üzemelő saját MySQL adatbázis között.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/16>
25. Varga, V., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: KUKA KR5 ipari hegesztő robotkar megfogó rendszerének újratervezése 3D nyomtató technológia felhasználásával Arduino segítségével.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-7, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/12>.





26. Molnár, Z., Obinna, N. C., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: KUKA KR5 ipari robotkar szingularitásának vizsgálata.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/13>.
27. Zabos, P. R., **Erdei, T. I.**: MFGP audió szoftver 2.0.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/29>.
28. Murvai, D., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Oktatási tesztpanel tervezése FANUC M11A ipari válogató robot számára.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/27>.
29. Juhász, G. P., Nagy, I., **Erdei, T. I.**: Raspberry Pi 3 alapú UGV drone robot tervezés & megvalósítása.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/15>.
30. Nagy, Á. K., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Raspberry Pi 3 Linux SmartMirror megtervezése és megvalósítása.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/28>.
31. Vinnai, B., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Robot cellába illeszthető ATmega2560 mikrokontroller vezérelt tesztpanel tervezése & készítése oktatási céllal.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/34>.
32. **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Husi, G.: Saját fejlesztésű vezérlőrendszer = Open-Source alapokon Self-developed controller system based on Open-Source applications.
Int. J. Eng. Manag. Sci. 1 (2), 97-105, 2016. EISSN: 2498-700X.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.21791/IJEMS.2016.2.13>.
- Magyar nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (5)**
33. Tóth, S., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Kollaboratív robot és ipari számítógép kommunikációs lehetőségeinek vizsgálata.
Műsz. tud. közl. 17, 60-64, 2022. EISSN: 2393-1280.
 DOI: <https://doi.org/10.33895/mtk-2022.17.13>
34. Józsa, R. O., **Erdei, T. I.**, Kapusi, T. P., Tóth, S., Husi, G.: MP-9S ipari manipulator anyagmozgatási és selejtezési feladatok ellátása ipari környezetben.
Műsz. tud. közl. 15, 38-42, 2021. ISSN: 2393-1280.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2021.15.08>





35. Hrámcov, I., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Elektroncsöves és félvezetős feszültségstabilizált erősítő áramkörök kivitelezése.
Műsz. tud. közl. 13, 81-85, 2020. ISSN: 2393-1280.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2020.13.13>
36. Faragó, I., **Erdei, T. I.**, Zolnai, S., Husi, G.: IoT alapú Smart Meteorológiai állomás adatgyűjtő rendszerének tervezése és mérések elvégzése kiber-fizikai robotlaborban = Design of an IoT Smart meteorological station complete with data acquisition and realizing test measurements in cyber-physical robotics lab.
Műsz. tud. közl. 13, 54-58, 2020. ISSN: 2393-1280.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2020.13.07>
37. Debreceni, A., **Erdei, T. I.**, Tóth, S., Husi, G.: Termopolimer darálóegység rekonstrukciója és IoT-irányítástechnikai rendszer tervezése Linux-alapon.
Műsz. tud. közl. 13, 45-49, 2020. ISSN: 2393-1280.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2020.13.05>
- Időgen nyelvvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (5)
38. Chauhan, R. S., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: ROS OS based environment mapping of Cyber Physical System Lab by Depth sensor.
Recent Innov. Mechatron. 7 (1), 1-6, 2020. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2020.1/5>
39. Krucsó, L., **Erdei, T. I.**, Kapusi, T. P., Husi, G.: Designing an ATmega328 microcontroller based gesture-controlled IoT UGV unit and creating a camera system using Linux distribution.
Recent Innov. Mechatron. 6 (1), 1-7, 2019. EISSN: 2064-9622.
40. Füleki, Z., **Erdei, T. I.**, Szántó, A., Sziki, G. Á., Husi, G.: Development of an IoT based Smart meteorological station & horticultural irrigation system's controller using a Raspberry Pi Linux server.
Recent Innov. Mechatron. 6 (1), 1-6, 2019. EISSN: 2064-9622.
41. Vadnai, B., Shaw, E., **Erdei, T. I.**: Creating a Linux based home cloud & media service by using Raspberry Pi 3.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/24>
42. Nemes, A., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Hőérzékelő & páratartalom mérő mood lamp tervezése és vezérlése Android Linux alapú alkalmazással.
Recent Innovat Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/33>




Időgen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (19)

43. **Erdei, T. I.**, Kapusi, T. P., Hajdu, A., Husi, G.: Image-to-Image translation-based deep learning application to object identification in industrial robot systems.
Robotics. 13 (6), 1-21, 2024. ISSN: 2218-6581.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/robotics13060088>
 IF: 2.9 (2023)
44. Tóth, S., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Studying the Communication Possibilities Between a Collaborative Robot and an Industrial Computer.
Műsz. Tud. Köz. 17, 60-64, 2022. EISSN: 2601-5773.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33894/mtk-2022.17.13>
45. Józsa, R. O., **Erdei, T. I.**, Kapusi, T. P., Tóth, S., Husi, G.: MP-9S Industrial Manipulator Handling and Scrapping Tasks in Industrial Environments.
Műsz. tud. közl. 15 (1), 38-42, 2021. ISSN: 2601-5773.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33894/mtk-2021.15.08>
46. Faragó, I., **Erdei, T. I.**, Zolnai, S., Husi, G.: Design of an IoT Smart Meteorological Station Complete with Data Acquisition and Realizing Test Measurements in Cyber-Physical Robotics Lab.
Műsz. tud. közl. 13 (1), 54-58, 2020. ISSN: 2601-5773.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33894/mtk-2020.13.07>
47. Hrámcov, I., **Erdei, T. I.**, Décssei, R., Husi, G.: Design of Electron Tube and Semiconductor-Based and Voltage Stabilised Amplifier Circuits.
Műsz. tud. közl. 13 (1), 81-85, 2020. ISSN: 2601-5773.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33894/mtk-2020.13.13>
48. Debreceni, A., **Erdei, T. I.**, Tóth, S., Husi, G.: Reconstruction of a Grinding Machine Intended for Thermo-Polymers, and Design of a Linux Based Iot Control System.
Műsz. tud. közl. 13 (1), 45-49, 2020. ISSN: 2601-5773.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33894/mtk-2020.13.05>
49. Varga, R., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys based HMI design and sensor upgrades for a PLC and ATmega2560 controlled industrial conveyor. Utánközlés párhuzamos közlés,
Anale. Univ. Oradea. Fasc. Manag. Techn. Engin. 18 (28) (1), 250-255, 2019. ISSN: 1583-0691.
50. Pajkos, T., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys modeling of an industrial cell, and linear drive control with PLC & ATmega2560 microcontrollers for testing and improvement purposes. Utánközlés párhuzamos közlés,
Anale. Univ. Oradea. Fasc. Manag. Techn. Engin. 18 (28) (1), 245-249, 2019. ISSN: 1583-0691.





51. Pajkos, T., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys modelling of an industrial cell, and linear drive control with PLC & ATmega2560 microcontrollers for testing and improvement purposes.
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 2019. ISSN: 1757-899X.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012061>
52. Korsoveczki, G., Husi, G., **Erdei, T. I.**: Development and Testing of the Pneumatic and Output System of the FANUC Spider Robot. Utánközlés nyelvi változat,
Műszaki tud. közl. 11 (1), 121-124, 2019. ISSN: 2393-1280.
 DOI: <https://doi.org/10.33894/mtk-2019.11.26>
53. Vona, G., Apagyi, A., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Reconstruction, Adapter Design and Application of a Nokia Puma 560 Robot's Gripper on a Robot Cell Integrated KUKA KR5 Industrial Robot. Utánközlés nyelvi változat,
Műszaki tud. közl. 11, 183-186, 2019. ISSN: 2393-1280.
 DOI: <https://doi.org/10.33894/mtk-2019.11.41>
54. Horváth, P. P., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a material handling MP-9S industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
Anale. Univ. Oradea. Fasc. Manag. Techn. Engin. 18 (28) (1), 240-244, 2019. ISSN: 1583-0691.
55. Hegyi, G., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a robot cell compatible MP-11 industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
Anale. Univ. Oradea. Fasc. Manag. Techn. Engin. 18 (28) (1), 235-239, 2019. ISSN: 1583-0691.
56. Templom, T., **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Shaw, E., Husi, G.: Designing a Delta Tripod Robot Based Fused Deposition Modelling 3 Dimensional Printer Using an Open-Source Arduino Development Platform.
Anale. Univ. Oradea = Fasc. Manag. Techn. Engin. 17 (27) (2), 89-92, 2018. ISSN: 1583-0691.
57. Varga, V., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Redesigning The Gripping System Of Kuka Kr5 By Utilizing 3 Dimension Printing Technologies and Arduino.
Anale. Univ. Oradea = Fasc. Manag. Techn. Engin. 17 (27) (2), 93-98, 2018. ISSN: 1583-0691.
58. Korsoveczki, G., Husi, G., **Erdei, T. I.**: The Maintenance, Commissioning of FANUC M-11A 0.5a Type Selecting Robot and Implementation of Invision Picture-Recognizing Procedure.
Anale. Univ. Oradea = Fasc. Manag. Techn. Engin. 17 (27) (2), 69-74, 2018. ISSN: 1583-0691.
59. Molnár, Z., **Erdei, T. I.**, Obinna, N. C., Husi, G.: A Novel Design of an Air-Cushion Vehicle and Its Implementation. Utánközlés másodközlés,
Anale. Univ. Oradea = Fasc. Manag. Techn. Engin. 16 (26) (2), 105-108, 2017. ISSN: 1583-0691.





60. **Erdei, T. I., Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.:** Cyber Physical Systems In Mechatronic Research Centre. Utánközlés másodközlés,
Anale. Univ. Oradea = Fasc. Manag. Techn. Engin. 16 (2) (2), 95-98, 2017. ISSN: 1583-0691.
61. **Erdei, T. I., Molnár, Z.:** Selecting Equipment and Supplies for Self-Replicating 3D-printer.
Acta Tech. Corviniensis : Bull. of Engineering. 9 (1), 59-62, 2016. EISSN: 2067-3809.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (7)

62. Korsoveczki, G., Husi, G., **Erdei, T. I.:** FANUC Spider robot pneumatikus és kimeneti rendszerének kiépítése, valamint tesztelése = development and testing of the pneumatic and output system of the Fanuc spider robot.
Műsz. tud. közl. 11, 121-124, 2019. ISSN: 2393-1280.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2019.11.26>
63. Vona, G., Apagyi, A., **Erdei, T. I., Husi, G.:** Nokia Puma 560 robot megfogójának rekonstrukciója, adapter tervezése és alkalmazása KUKA KR5 ipari robotkar számára tervezett cellában.
Műsz. tud. közl. 11, 183-186, 2019. ISSN: 2393-1280.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2019.11.41>
64. Uszka, S., Papp, B., Nemes, Á., **Erdei, T. I.:** Arudino és Rapsberry Pi alapú hibrid RFID beléptető rendszer mobil platformmal.
 In: A XXIII. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszak előadásai. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME), Kolozsvár, 251-254, 2018. ISBN: 9789634490777
65. Balázs, V., Szilágyi, L., Apagyi, A., **Erdei, T. I.:** OpenCV alapú táblafelismerő videóelemző szoftver létrehozása.
 In: A XXIII. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszak előadásai. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME), Kolozsvár, 39-42, 2018. ISBN: 9789634490777
66. **Erdei, T. I., Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.:** AGV kiber-fizikai navigációs rendszer = Cyber-Physical Navigation System of AGV.
 In: A XXII. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszak előadásai = Proceedings of the XXII-th International Scientific Conference of Young Engineers. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME), Kolozsvár, 135-138, 2017. ISBN: 9789634490180
67. Molnár, Z., **Erdei, T. I., Neamah, H. A., Husi, G.:** Saját CNC prototípus rendszer mint IoT eszköz = Our Own CNC Prototype System as IoT Device.
 In: A XXII. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszak előadásai = Proceedings of the XXII-th International Scientific Conference of Young Engineers. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME), Kolozsvár, 295-298, 2017, (Műszaki Tudományos Közlemények ISSN 2393-1280 ; 7.) ISBN: 9789634490180





68. Szemes, P. T., Dávid, E., **Erdei, T. I.**, Bota, M., Pető, G., Kovács, L. C.: A Debreceni Egyetem Épületmechanikai Kutató Központjának Smart Home kutatása.
 In: VII. Energetikai Konferencia. Szerk.: Szakál A, Obudai Egyetem, Budapest, 85-93, 2012.
 ISBN: 9786155018497

Idégen nyelvű konferencia közlemények (29)

69. Török, M., **Erdei, T. I.**, Tóth, S., Husi, G.: Designing and building a remote-controlled 3D printed prototype robot arm implant.
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 1169 (1), 1-6, 2021. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/1169/1/012038>
70. Dursun, C., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Artificial Intelligence Applications in Autonomous Vehicles: Training Algorithm for Traffic Signs Recognition.
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 898, 1-6, 2020. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/898/1/012035>
71. Varga, R., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys based HMI design and sensor upgrades for a PLC and Atmega2560 controlled industrial conveyor. Utáncózzás párhuzamos közzés,
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 1-7, 2019. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012062>
72. Varga, R., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys based HMI design and sensor upgrades for a PLC and Atmega2560 controlled industrial conveyor. Utáncózzás párhuzamos közzés,
 In: IMT Oradea 2019 : Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers Volume 18 (28). Ed.: Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, University of Oradea Publishing House, Oradea, 334-339, 2019. ISBN: 9786061015375
73. Pajkos, T., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys modeling of an industrial cell, and linear drive control with PLC & ATmega2560 microcontrollers for testing and improvement purposes. Utáncózzás párhuzamos közzés,
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 1-6, 2019. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012061>
74. Pajkos, T., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys modeling of an industrial cell, and linear drive control with PLC & ATmega2560 microcontrollers for testing and improvement purposes. Utáncózzás párhuzamos közzés,
 In: IMT Oradea 2019 : Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers Volume 18 (28). Ed.: Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, University of Oradea Publishing House, Oradea, 329-333, 2019. ISBN: 9786061015375
75. Horváth, P. P., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a material handling MP-9S industrial manipulator platform. Utáncózzás párhuzamos közzés,
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 1-6, 2019. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012060>





76. Horváth, P. P., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a material handling MP-9S industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
 In: IMT Oradea 2019 : Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers Volume 18 (28). Ed.: Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, University of Oradea Publishing House, Oradea, 324-328, 2019. ISBN: 9786061015375
77. Hegyi, G., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a robot cell compatible MP-11 industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 1-6, 2019. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012059>
78. Hegyi, G., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a robot cell compatible MP-11 industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
 In: IMT Oradea 2019 : Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers Volume 18 (28). Ed.: Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, University of Oradea Publishing House, Oradea, 319-323, 2019. ISBN: 9786061015375
79. Hegyi, G., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a robot cell compatible MP-11 industrial manipulator platform.
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 2019. ISSN: 1757-899X.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012059>
80. Templom, T., **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Shaw, E., Husi, G.: Designing a delta tripod robot based fused deposition modelling 3 dimensional printer using an open-source Arduino development platform.
 In: "Imt Oradea" - 2018 : Proceedings of the Annual Seesion of Scientific Papers, University of Oradea Publishing House, Oradea, 179-182, 2018. ISBN: 9786061015375
81. Templom, T., **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Shaw, E., Husi, G.: Designing a delta tripod robot based fused deposition modelling 3 dimensional printer using an open-source Arduino development platform.
MATEC Web Conf. 184, 1-4, 2018. EISSN: 2261-236X.
82. Varga, V., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Redesigning The Gripping System Of Kuka Kr5 By Utilizing 3 Dimension Printing Technologies and Arduino.
 In: "Imt Oradea" - 2018 : Proceedings of the Annual Seesion of Scientific Papers, University of Oradea Publishing House, Oradea, 183-188, 2018. ISBN: 9786061015375
83. Varga, V., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Redesigning the gripping system of KUKA KR5 by utilizing 3 dimension printing technologies and Arduino.
MATEC Web of Conferences. 184, 1-6, 2018. ISSN: 2261-236X.
 DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818402014>
84. Korsoveczki, G., Husi, G., **Erdei, T. I.**: The Maintenance, Commissioning of FANUC M-11A 0.5A Type Selecting Robot and Implementation of Irvision Picture-Recognizing Procedure.
 In: "Imt Oradea" - 2018 : Proceedings of the Annual Seesion of Scientific Papers, University of Oradea Publishing House, Oradea, 159-164, 2018. ISBN: 9786061015375





85. Korsoveczki, G., Husi, G., **Erdei, T. I.**: The maintenance, commissioning of FANUC M-1A 0.5A type selecting robot and implementation of iRVision picture-recognizing procedure.
MATEC Web Conf. 184, 1-6, 2018. EISSN: 2261-236X.
 DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818402022>
86. Molnár, Z., **Erdei, T. I.**, Obinna, N. C., Husi, G.: A novel design of an air-cushion vehicle and its implementation.
MATEC Web Conf. 126 (Paper), [4], 2017. EISSN: 2261-236X.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201712602004>
87. Molnár, Z., **Erdei, T. I.**, Obinna, N. C., Husi, G.: A Novel Design of an Air-Cushion Vehicle and Its Implementation.
 In: "Imt Oradea" - 2017: Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers. Ed.: Calin Baban, Florin Sandu Blaga, Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, Mircea Teodor Pop, Alexandru Rus, Radu Catalin Tarca, University of Oradea Publishing House, Oradea, 187-190, 2017. ISBN: 9786061015375
88. **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.: A Novel Design of an Augmented Reality Based Navigation System & its Industrial Applications. Utánközlés másodközlés,
 In: 15th IMEKO TC10 Workshop on Technical Diagnostics Technical Diagnostics in Cyber-Physical Era, Budapest, Hungary, June 6-7, 2017, [s. n.], Budapest, 44-49, 2017. ISBN: 9789299007556
89. Neamah, H. A., Afghan, S. A., Husi, G., Molnár, Z., **Erdei, T. I.**: A stroke-t kapott egyének rehabilitációs eszközeiben jelentős fejlődést mutató hatékony technikák áttekintése = Reviewing the notable progress of effective techniques in the development of stroke hand rehabilitation devices.
 In: A XXII. Fialat Műszaki Tudományos Ülésszak előadásai = Proceedings of the XXII-th International Scientific Conference of Young Engineers. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület, Kolozsvár, 63-66, 2017, (Műszaki Tudományos Közlemények, ISSN 2393-1280 ; 7.) ISBN: 9789634490180
90. **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.: Cyber physical systems in mechatronic research centre.
MATEC Web Conf. 126 ((2017)), [4], 2017. EISSN: 2261-236X.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201712601006>
91. **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.: Cyber Physical Systems In Mechatronic Research Centrex.
 In: "Imt Oradea" - 2017 : Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers. Ed.: Calin Baban, Florin Sandu Blaga, Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, Mircea Teodor Pop, Alexandru Rus, Radu Catalin Tarca, University of Oradea Publishing House, Oradea, 191-194, 2017. ISBN: 9786061015375





92. Obinna, N. C., **Erdel, T. I.**, Molnár, Z., Szemes, P. T., Husi, G.: LabVIEW alapú mozgás tervezése és nyomon követése ipari robot manipulátor számára (KUKA KR5 arc): tervezés, modellezés és robot vezérlőegység szimulációja = Labview Motion Planning and Tracking of an Industrial Robotic Manipulator (Kuka Kr5 Arc) : Design, Modelling and Simulating the Robot's Controller Unit.
In: A XXII. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszak előadásai = Proceedings of the XXII-th International Scientific Conference of Young Engineers. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME), Kolozsvár, 331-334, 2017. ISBN: 9789634490180
93. **Erdel, T. I.**, Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.: Surveillance and security system in the building mechatronics research center.
In: 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC): Proceedings of the 23rd ICE/IEEE International Conference on Engineering Technology and Innovation (IEEE), IEEE, [s. l.], 509-512, 2017. ISBN: 9781538607749
94. Obinna, N. C., **Erdel, T. I.**, Molnár, Z., Szemes, P. T., Husi, G.: Investigating configuration space singularities of a KUKA KR5.
In: Proceedings of 4th International Mechatronical Student Micro-Conference. Eds.: Adrienn Dineva, István Nagy, Óbudai Egyetem, Budapest, 17-28, 2016. ISBN: 9789634490166
95. **Erdel, T. I.**, Molnár, Z., Husi, G.: Robot visual and virtual control technology in industrial environment.
In: 1st International Symposium on Small-scale Intelligent Manufacturing Systems (SIMS 2016), IEEE, Narvik, 71-75, 2016. ISBN: 9781509030743
96. Husi, G., Szemes, P. T., Dávid, E., **Erdel, T. I.**: Development of simulation and research toolset for domestic energy utilization.
In: International Youth Conference on Energetics 2013 (IYCE '13), [S.n.], Budapest, 1-7, 2013. ISBN: 978146735544
97. Husi, G., Szemes, P. T., Dávid, E., **Erdel, T. I.**, Pető, G.: Reconfigurable Simulation and Research Toolset for Building Mechatronics.
In: Proceedings of CERIS'13 - Workshop on Cognitive and Eto-Robotics in iSpace. Ed.: Korondi, Péter, BME, Budapest, 26-31, 2013. ISBN: 9789633130865

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 9,3

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 6,4

A DEENK a Jelölt által az iDea Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományterületi ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2025.02.03.



**Short thesis for the degree of doctor of
philosophy (PhD)**

IT ASPECTS OF INDUSTRY 4.0

Timotei István Erdei

Supervisor: Prof. Dr. habil Géza Husi



UNIVERSITY OF DEBRECEN
Doctoral School of Informatics

Debrecen, 2025

4. The problem statement and objectives

For individual production lines, achieving higher levels of flexibility is essential to increasing efficiency rates [1]. Older industrial machinery does not meet modern requirements, thus new technology is also needed to increase integrability of multi-axis robotic units in production. This research presented here focuses on the design of a digital twin pair and the management of a multi-axis robot unit for educational purposes. In the digital lab, testing exercises can be performed and the impact on education can be investigated. Also, it is worth highlighting that the digitalized lab provided an effective solution for online-based education during the COVID-19 pandemic [2]. The participants in the education were able to learn how to handle the human-machine interface and to become familiar with the general machine handling characteristics.

Furthermore, the individual unit models of the digital twin pair designed for this study were also reference workpieces that were used to produce data sets. To detect the reference objects, we chose and trained our own neural network, which was tested and evaluated in the workspace of an older robot unit. Thus, we can also open new avenues for the use of these machines to apply neural networks based on deep learning [3], one of the main criteria for Industry 4.0 [4].

5. New scientific results and theses

5.1 Application of a virtual camera dataset on an older robot unit

Thesis 1.

I have demonstrated that legacy machine units can be made industry 4.0 compliant and capable of performing modern deep learning-based image analysis tasks using hardware emulation. In this procedure, a convolutional neural network based on YOLO architecture was created and a virtual camera was used to generate a reference database of test objects placed in the horizontal position of our choice to train the neural network. We validated the method on a multi-axis industrial SCARA machine unit with a fixed conveyor belt and evaluated the performance of the neural network, where we quantified that the developed architecture achieved 0.93 precision, 0.93 recall, 0.91 F1 score and 0.9865 accuracy.

Related publications: [J1]

Related publications

[J1] Kapusi, T.P.; Erdei, T.I.; Husi, G.; Hajdu, A. Application of Deep Learning in the Deployment of an Industrial SCARA Machine for Real-Time Object Detection. *Robotics* 2022, 11, 69. <https://doi.org/10.3390/robotics11040069> Q1

Older machine units do not meet industry 4.0 requirements, as they cannot perform image analysis tasks due to limitations in the hardware specification (SONY SCARA SRX-611) [5]. However, if we have a 3D CAD model of the machine unit and the workpieces it uses, we can produce the data set required as an input requirement using a virtual camera. For the identification and annotation [6] of objects in the robot unit workspace, we used high-resolution rendered images containing the textures of the real reference workpieces, which provided basis for dataset (Fig. 1).

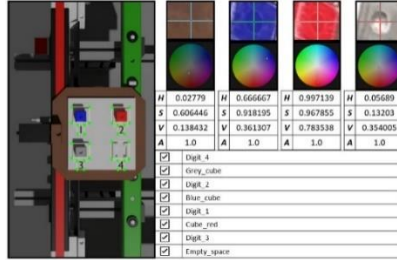


Figure 1. Applied reference workpieces and palette textures

For object detection, a convolutional neural network was created, the architecture of which is presented in Figure 2 below. The backbone section consists of three blocks, and the 3x3 convolutional layers in these blocks have filter numbers of 32, 128 and 256. In the detector section, the number of filters in the convolutional layers is 256 and 512. The upsample 2x2 layer scales up the lower data set.

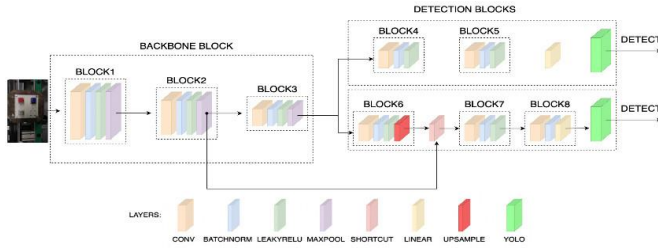


Figure 2. The Robonet-RT detector architecture

The loss function of detectors based on the YOLO [7] architecture, which is minimized by the optimizer during the training process, consists of four components: classification loss, localization loss and two reliability losses [8,9]:

$$loss = clsLoss + locLoss + confLoss_d + confLoss_m \quad (1)$$

The classification loss can be determined using the following equation [8,9]:

$$clsLoss = \sum_{i=0}^{S^2} l_i^{obj} \sum_{c \in classes} (p_i(c) - \hat{p}_i(c))^2 \quad (2)$$

Where S^2 is the number of cells and l_i^{obj} is the object to be detected in the given cell I , which takes the value 1 if the object has been detected, otherwise it takes the value zero. In equation 2, $p_i(c)$ denotes the conditional class probability. The localization loss, which is the difference between the position

5.2. Development of an educational robot cell model based on Digital-Twin

Thesis 2.

I have developed a method for managing human-machine interfaces and programming robotic arms in virtual cyberspace. To verify the method, a digital twin of the vehicle manufacturing core lab was created using a node-based scripting language. In cyber-physical space, the skills required for basic management of multi-axis physical robot units can be acquired. The evaluation also analyzed direct end-user feedback based on the system usability scale metric, which had an overall mean score of 4.48.

Related publications: [J2], [J4], [J5]

Related publications

[J2] Erdei, T.I.; Krakó, R.; Husi, G. Design of a Digital Twin Training Centre for an Industrial Robot Arm. *Appl. Sci.* 2022, 12, 8862. <https://doi.org/10.3390/app12178862> Q2

[J4] Erdei, T., Nusser, D., Husi, G.: Cyber-physical recreation of six DOF industrial robot arm. *Int. rev. appl. sci. eng.* Online first 1-14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2023.00660> Q2

[J5] Erdei, T. I., & Husi, G. (2020). Singularity measurement in the Cyber-physical and intelligent robot systems laboratory, *International Review of Applied Sciences and Engineering IRASE*, 11(2), 82-87. doi: <https://doi.org/10.1556/1848.2020.20001> Q3

A digital twin pair [10] is a complete virtual representation of a given system. The digital replicant contains the relevant models that are essential for the system, allowing simulations and optimizations to be performed. The digital twin focuses on the entire industrial robot lab and follows the development cycles over the years. The system is based on a represented kinematic model, which determines the behavior of the multi-axis robot arm in the digital robot cell and the relationship between the individual elements. In addition, the general types of motion (PTP, LIN, CIRC) specific to the robot can be executed. A criterion for the creation of the digital model was the possibility for the end user to write the program for the above motion types in virtual form via a human-machine interface (Figure 4) [11].



Figure 4. Human-machine interface in virtual form

This ensures that if the user performs the exercises in the digital-twin pair, there should be no significant difference compared to the control of the physical robot. The offline tasks not only help to learn the basics of robot handling at a skill level, but also provide the opportunity to lighten the lab load. In addition to educational activities, the lab is also undergoing continuous improvement, so that logistical tasks can be performed more efficiently with the help of the digital twin [12]. Not negligibly, offline activity also allows for more efficient use of energy, as it does not require the operation of a physical robotic cell (Figure 5).

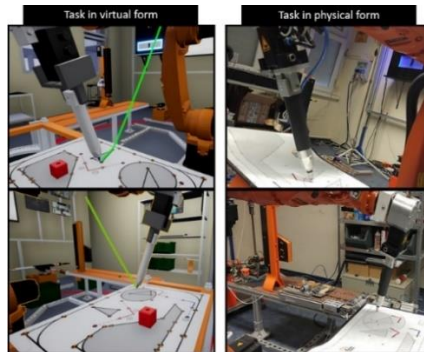


Figure 5. Performing tasks in virtual and physical form

5.3. Create your own dataset for neural network training, to generate 2D trajectory textures

Thesis 3.

I have experimentally demonstrated that a cyclic rendering technique can be used to generate the required dataset from proprietary 3D CAD digital data, which can be used for deep learning and generating specified trajectory access tasks, thus ensuring the amount of tasks that can be performed and limiting the probability of repetition for end users.

Related publications: [J1] [J4]

Related publications

[J1] Kapusi, T.P.; Erdei, T.I.; Husi, G.; Hajdu, A. Application of Deep Learning in the Deployment of an Industrial SCARA Machine for Real-Time Object Detection. *Robotics* 2022, 11, 69. <https://doi.org/10.3390/robotics11040069> Q1

[J4] Erdei, T., Nusser, D., Husi, G.: Cyber-physical recreation of six DOF industrial robot arm. *Int. rev. appl. sci. eng.* Online first 1-14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2023.00660> Q2

In the case of the multi-axis industrial KUKA KR5 [13] robotic arm, the matrixed aluminium plate used for the path entry contains only a finite number of geometric elements. In order to ensure the number of tasks that can be performed and their variety for the trainees, a neural network taught from a proprietary dataset was used. To serve the data demand as an input requirement, a 2D reference model was designed that contains the basic geometric shapes (Figure 6). For each shape, only black and white colours have been used. The virtual camera, being a 2D dimensional object, was rotated around the z-axis by a fixed number of degrees during rendering. The resulting 512x512 resolution images provided the basis for the dataset [14].

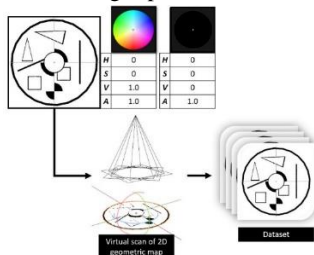


Figure 6. Generate dataset from 2D reference model

The taught mesh can then be used to generate any number of 2D textures, which can be imported and pasted onto other 3D models and used as the basis for trajectory analysis tasks. These can be used to train different robot motion types in the simulation space [15] (Figure 7).

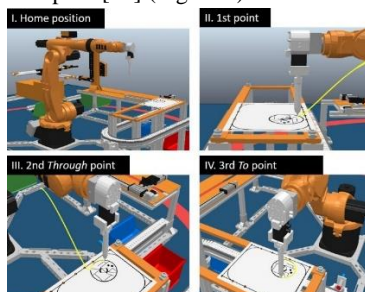


Figure 7. The generated 2D geometric texture for robot trajectory

5.4. Optimization of 3D CAD models and their use in virtualized environments

Thesis 4.

I proved that an augmented reality-based visualization technique can be used for educational purposes with low hardware computational power, provided that polygon optimization is performed on the whole model set. The method can also be used to preserve the triangular mesh shape properties specific to a given workpiece.

Related publications: [J2] [J3] [J4] [J6]

Related publications

[J2] Erdei, T.I.; Krakó, R.; Husi, G. Design of a Digital Twin Training Centre for an Industrial Robot Arm. *Appl. Sci.* 2022, 12, 8862. <https://doi.org/10.3390/app12178862> Q2

[J3] Erdei, T., Krakó, R., Nusser, D., Husi, G.: 3D CAD design of KUKA robot arm & integration into AR environment to educational purposes. In: 2022 IEEE 20th International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC) /, IEEE, New York, 590-596, 2022. ISBN: 9781665496810

[J4] Erdei, T., Nusser, D., Husi, G.: Cyber-physical recreation of six DOF industrial robot arm. *Int. rev. appl. sci. eng.* Online first 1-14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2023.00660> Q2

[J6] Erdei, T. I., Zs. Molnár, Obinna Nwachukwu C, Husi, G. (2018). A Novel Design of an Augmented Reality Based Navigation System & its Industrial Applications, ACTA IMEKO (0237-028X 2221-870X): 7 1 pp 57-62. doi: https://doi.org/10.21014/acta_imeko.v7i1.528 Q3

The models used also imply increased computational demands in the simulation environment. To address the hardware constraints, polygon optimization had to be performed on the models. In this way, models with large extents and large numbers of elements can be applied using augmented reality [16] technology. A top priority is to ensure that the triangular models preserve their shape properties during optimization (Figure 8).

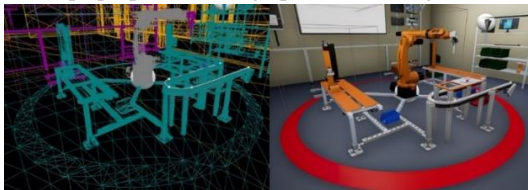


Figure 8. Triangular mesh and real-time rendered view

Each 3D CAD modelling program uses different file extensions, which in most cases can only be used with severe restrictions. To overcome this, a specific export order has been set up. The resulting optimized models will also be smaller in file size, so that portable mobile devices can handle them on an augmented reality basis. The markers we generated [17] are not only used to fit the 3D CAD model, but also contain model-specific data in the form of separate code. The user can use the code sheet to learn about the movement types of a given robot unit and retrieve its documentation (Fig. 9).

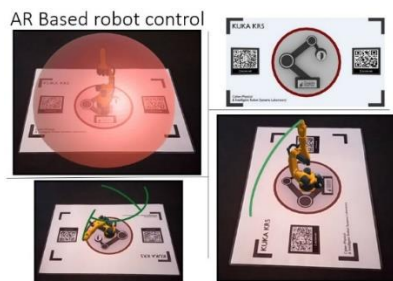


Figure 9. Augmented reality-based KUKA robot control

6. Verified publication list (appendix)

Publications closely related to the theses

Referred journal papers

[J1] Kapusi, T.P.; **Erdei, T.I.**; Husi, G.; Hajdu, A. Application of Deep Learning in the Deployment of an Industrial SCARA Machine for Real-Time Object Detection. *Robotics* 2022, 11, 69. <https://doi.org/10.3390/robotics11040069> **Q1**

[J2] **Erdei, T.I.**; Krakó, R.; Husi, G. Design of a Digital Twin Training Centre for an Industrial Robot Arm. *Appl. Sci.* 2022, 12, 8862. <https://doi.org/10.3390/app12178862> **Q2**

[J3] **Erdei, T.**, Krakó, R., Nusser, D., Husi, G.: 3D CAD design of KUKA robot arm & integration into AR environment to educational purposes. In: 2022 IEEE 20th International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC) / , IEEE, New York, 590-596, 2022. ISBN: 9781665496810

[J4] **Erdei, T.**, Nusser, D., Husi, G.: Cyber-physical recreation of six DOF industrial robot arm. *Int. rev. appl. sci. eng.* Online first 1-14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2023.00660> **Q2**

[J5] **Erdei, T. I.**, & Husi, G. (2020). Singularity measurement in the Cyber-physical and intelligent robot systems laboratory, *International Review of Applied Sciences and Engineering IRASE*, 11(2), 82-87. doi: <https://doi.org/10.1556/1848.2020.20001> **Q3**

[J6] **Erdei, T. I.**, Zs. Molnár, Obinna Nwachukwu C, Husi, G. (2018). A Novel Design of an Augmented Reality Based Navigation System & its Industrial Applications, *ACTA IMEKO (0237-028X 2221-870X)*: 7 1 pp 57-62. doi: https://doi.org/10.21014/acta_imeko.v7i1.528 **Q3**



Registry number: DEENK/33/2025.PL
Subject: PhD Publication List

Candidate: Timotei István Erdei
Doctoral School: Doctoral School of Informatics
MTMT ID: 10054405

List of publications related to the dissertation

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (3)

1. **Erdei, T. I., Nusser, D. P., Husi, G.:** Cyber-physical recreation of six DOF industrial robot arm.
Int. Rev. Appl. Sci. Eng. 15 (2), 147-160, 2024. ISSN: 2062-0810.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/1848.2023.00660>
2. **Erdei, T. I., Husi, G.:** Singularity measurement in the Cyber-physical and intelligent robot systems laboratory.
Int. Rev. Appl. Sci. Eng. 11 (2), 82-87, 2020. ISSN: 2062-0810.
DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2020.20001>
3. **Erdei, T. I., Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.:** A novel design of an augmented reality based navigation system & its industrial applications.
Acta IMEKO. 7 (1), 57-62, 2018. ISSN: 0237-028X.
DOI: http://dx.doi.org/10.21014/acta_imeko.v7i1.528

Foreign language scientific articles in international journals (2)

4. **Kapusi, T. P., Erdei, T. I., Husi, G., Hajdu, A.:** Application of Deep Learning in the Deployment of an Industrial SCARA Machine for Real-Time Object Detection.
Robotics. 11 (4), 1-20, 2022. ISSN: 2218-6581.
DOI: <https://doi.org/10.3390/robotics11040069>
IF: 3.7
5. **Erdei, T. I., Krakó, R., Husi, G.:** Design of a digital twin training centre for an industrial robot arm.
Appl. Sci.-Basel. 12 (17), 1-25, 2022. ISSN: 2076-3417.
DOI: <https://doi.org/10.3390/app12178862>
IF: 2.7

Foreign language conference proceedings (1)

6. **Erdei, T. I., Krakó, R., Nusser, D. P., Husi, G.:** 3D CAD design of KUKA robot arm & integration into AR environment to educational purposes.
In: 2022 IEEE 20th International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC), IEEE, New York, 590-596, 2022. ISBN: 9781665496810




List of other publications
Hungarian scientific articles in Hungarian journals (26)

7. Nagy, E., Erdei, E., **Erdei, T. I.**: Alacsony fogyasztású vezeték nélküli technológián alapuló kihangosító hangszóró tervezése oktatási cétra.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/21>.
8. Tallódi, L., **Erdei, T. I.**: Ambilight alternatív megvilágítási technika Arduino által vezérelve & screen capturing alkalmazásfejlesztés DirectX API felhasználásával.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-4, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/7>.
9. Uszkai, S., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Android Linux alapú alkalmazás fejlesztése & RFID beléptető rendszer monitorozása.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-7, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/8>.
10. Balázs, J. B., Darai, G., **Erdei, T. I.**: Arduino alapú mozgásvezérelt kamerás rendszer tervezése & vezérlése Android eszközzel.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-7, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/9>.
11. Barkaszi, Á., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Arduino fejlesztői platformmal vezérelt pontmátrix nyomtató.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-4, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/22>.
12. Klein, Á., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Árubeszerzési folyamatot segítő vállalatirányítási rendszer Spring keretrendszer használatával.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/30>.
13. Papp, J., Papp, B., **Erdei, T. I.**: ATmega2560 mikrokontroller alapú jármű mechanikai hullámként terjedő rezgés vezérlése Bluetooth szabvány alapján.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/35>.
14. Karalyos, B., Papp, B., **Erdei, T. I.**: ATmega328P mikrokontroller vezérelt felügyeleti oktatási modul.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-4, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/36>.
15. Lakatos, Á., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Atmel mikrokontroller vezérelt kültéri meteorológia állomás tervezése.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/23>.





16. Szöllösi, G., Papp, B., **Erdői, T. I.**: Autószimulátor tervezése Arduino Pro Micro fejlesztői platformmal.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/31>.
17. Templom, T., **Erdői, T. I.**, Husi, G.: Delta tripod robot FDM típusú 3D nyomtató tervezése Open-Source Arduino fejlesztőplatform felhasználásával.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/10>.
18. Molnár, Z., **Erdői, T. I.**, Husi, G.: Egyedi tervezésű légpárnás jármű alapanyag kiválasztása és tesztek elvégzése = Custom-Designed Hovercraft Material Selection and Testing.
Villamosmér. tud. 1 (1), 113-118, 2018. ISSN: 2560-2713.
19. Korsoveczki, G., **Erdői, T. I.**, Husi, G.: FANUC M-1iA 0.5A válogató robot karbantartása, üzembe helyezése és iRVision alapú képfelismerés megvalósítása.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-7, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/18>.
20. File, P., Papp, B., **Erdői, T. I.**: Hálózatba csatolt social network számláló egység.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-4, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/32>.
21. Lós, B., Erdői, E., **Erdői, T. I.**: Hangreaktív mood lamp tervezése & vezérlése Android Linux okostelefonnal.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-7, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/25>.
22. Horváth, M., **Erdői, T. I.**: Időjárás előrejelző mérőállomás Raspberry Pi 3 Raspbian Linux alapon.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/26>.
23. Balázs, V., Szilágyi, L., Erdői, E., **Erdői, T. I.**: Jelzőtáblák mozgóképről történő felismerésére létrehozott szoftver OpenCV alapon.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/11>.
24. Molnár, Á., **Erdői, T. I.**: Kommunikáció Android okostelefon és Raspberry Pi3-on üzemelő saját MySQL adatbázis között.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/16>
25. Varga, V., **Erdői, T. I.**, Husi, G.: KUKA KR5 ipari hegesztő robotkar megfogó rendszerének újratervezése 3D nyomtató technológia felhasználásával Arduino segítségével.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-7, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/12>.





26. Molnár, Z., Obinna, N. C., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: KUKA KR5 ipari robotkar szingularitásának vizsgálata.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/13>.
27. Zabos, P. R., **Erdei, T. I.**: MFGP audió szoftver 2.0.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/29>.
28. Murvai, D., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Oktatási tesztpanel tervezése FANUC M11A ipari válogató robot számára.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/27>.
29. Juhász, G. P., Nagy, I., **Erdei, T. I.**: Raspberry Pi 3 alapú UGV drone robot tervezés & megvalósítása.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/15>.
30. Nagy, Á. K., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Raspberry Pi 3 Linux SmartMirror megtervezése és megvalósítása.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-5, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/28>.
31. Vinnai, B., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Robot cellába illeszthető ATmega2560 mikrokontroller vezérelt tesztpanel tervezése & készítése oktatási céllal.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Kisz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/34>.
32. **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Husi, G.: Saját fejlesztésű vezérlőrendszer = Open-Source alapokon Self-developed controller system based on Open-Source applications.
Int. J. Eng. Manag. Sci. 1 (2), 97-105, 2016. EISSN: 2498-700X.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.21791/IJEMS.2016.2.13>.
- Hungarian scientific articles in international journals (5)
33. Tóth, S., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Kollaboratív robot és ipari számítógép kommunikációs lehetőségeinek vizsgálata.
Műsz. tud. közl. 17, 60-64, 2022. EISSN: 2393-1280.
 DOI: <https://doi.org/10.33895/mtk-2022.17.13>
34. Józsa, R. O., **Erdei, T. I.**, Kapusi, T. P., Tóth, S., Husi, G.: MP-9S ipari manipulátor anyagmozgatási és selejtezési feladatok ellátása ipari környezetben.
Műsz. tud. közl. 15, 38-42, 2021. ISSN: 2393-1280.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2021.15.08>





35. Hrámcov, I., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Elektroncsöves és félvezetőes feszültségstabilizált erősítő áramkörök kivitelezése.
Műsz. tud. közl. 13, 81-85, 2020. ISSN: 2393-1280.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2020.13.13>
36. Faragó, I., **Erdei, T. I.**, Zolnai, S., Husi, G.: IoT alapú Smart Meteorológiai állomás adatgyűjtő rendszerének tervezése és mérések elvégzése kiber-fizikai robotlaborban = Design of an IoT Smart meteorological station complete with data acquisition and realizing test measurements in cyber-physical robotics lab.
Műsz. tud. közl. 13, 54-58, 2020. ISSN: 2393-1280.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2020.13.07>
37. Debreceni, A., **Erdei, T. I.**, Tóth, S., Husi, G.: Termopolimer darálóegység rekonstrukciója és IOT-irányítástechnikai rendszer tervezése Linux-alapon.
Műsz. tud. közl. 13, 45-49, 2020. ISSN: 2393-1280.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2020.13.05>

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (5)

38. Chauhan, R. S., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: ROS OS based environment mapping of Cyber Physical System Lab by Depth sensor.
Recent Innov. Mechatron. 7 (1), 1-6, 2020. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2020.1/5>.
39. Krucsó, L., **Erdei, T. I.**, Kapusi, T. P., Husi, G.: Designing an ATmega328 microcontroller based gesture-controlled IoT UGV unit and creating a camera system using Linux distribution.
Recent Innov. Mechatron. 6 (1), 1-7, 2019. EISSN: 2064-9622.
40. Füleki, Z., **Erdei, T. I.**, Szántó, A., Sziki, G. Á., Husi, G.: Development of an IoT based Smart meteorological station & horticultural irrigation system's controller using a Raspberry Pi Linux server.
Recent Innov. Mechatron. 6 (1), 1-6, 2019. EISSN: 2064-9622.
41. Vadnai, B., Shaw, E., **Erdei, T. I.**: Creating a Linux based home cloud & media service by using Raspberry Pi 3.
Recent Innov. Mechatron. 5 (Klsz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/24>.
42. Nemes, A., Papp, B., **Erdei, T. I.**: Hőérzékelő & páratartalom mérő mood lamp tervezése és vezérlése Android Linux alapú alkalmazással.
Recent Innovat Mechatron. 5 (Klsz.), 1-6, 2018. EISSN: 2064-9622.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17667/riim.2018.si/33>




Foreign language scientific articles in international journals (19)

43. **Erdei, T. I.**, Kapusi, T. P., Hajdu, A., Husi, G.: Image-to-Image translation-based deep learning application to object identification in industrial robot systems.
Robotics. 13 (6), 1-21, 2024. ISSN: 2218-6581.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/robotics13060088>
IF: 2.9 (2023)
44. Tóth, S., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Studying the Communication Possibilities Between a Collaborative Robot and an Industrial Computer.
Műsz. Tud. Köz. 17, 60-64, 2022. E-ISSN: 2601-5773.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33894/mtk-2022.17.13>
45. Józsa, R. O., **Erdei, T. I.**, Kapusi, T. P., Tóth, S., Husi, G.: MP-9S Industrial Manipulator Handling and Scrapping Tasks in Industrial Environments.
Műsz. tud. közl. 15 (1), 38-42, 2021. ISSN: 2601-5773.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33894/mtk-2021.15.08>
46. Faragó, I., **Erdei, T. I.**, Zolnai, S., Husi, G.: Design of an IoT Smart Meteorological Station Complete with Data Acquisition and Realizing Test Measurements in Cyber-Physical Robotics Lab.
Műsz. tud. közl. 13 (1), 54-58, 2020. ISSN: 2601-5773.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33894/mtk-2020.13.07>
47. Hrámcov, I., **Erdei, T. I.**, Décsi, R., Husi, G.: Design of Electron Tube and Semiconductor-Based and Voltage Stabilised Amplifier Circuits.
Műsz. tud. közl. 13 (1), 81-85, 2020. ISSN: 2601-5773.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33894/mtk-2020.13.13>
48. Debreceni, A., **Erdei, T. I.**, Tóth, S., Husi, G.: Reconstruction of a Grinding Machine Intended for Thermo-Polymers, and Design of a Linux Based IoT Control System.
Műsz. tud. közl. 13 (1), 45-49, 2020. ISSN: 2601-5773.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33894/mtk-2020.13.05>
49. Varga, R., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys based HMI design and sensor upgrades for a PLC and Atmega2560 controlled industrial conveyor. Utánközlés párhuzamos közlés,
Anale. Univ. Oradea. Fasc. Manag. Techn. Engin. 18 (28) (1), 250-255, 2019. ISSN: 1583-0691.
50. Pajkos, T., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys modeling of an industrial cell, and linear drive control with PLC & ATmega2560 microcontrollers for testing and improvement purposes. Utánközlés párhuzamos közlés,
Anale. Univ. Oradea. Fasc. Manag. Techn. Engin. 18 (28) (1), 245-249, 2019. ISSN: 1583-0691.





51. Pajkos, T., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys modelling of an industrial cell, and linear drive control with PLC & ATmega2560 microcontrollers for testing and improvement purposes.
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 2019. ISSN: 1757-899X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012061>
52. Korsoveczki, G., Husi, G., **Erdei, T. I.**: Development and Testing of the Pneumatic and Output System of the FANUC Spider Robot. Utánközlés nyelvi változat,
Műszaki tud. közl. 11 (1), 121-124, 2019. ISSN: 2393-1280.
DOI: <https://doi.org/10.33894/mtk-2019.11.26>
53. Vona, G., Apagyi, A., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Reconstruction, Adapter Design and Application of a Nokia Puma 560 Robot's Gripper on a Robot Cell Integrated KUKA KR5 Industrial Robot. Utánközlés nyelvi változat,
Műszaki tud. közl. 11, 183-186, 2019. ISSN: 2393-1280.
DOI: <https://doi.org/10.33894/mtk-2019.11.41>
54. Horváth, P. P., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a material handling MP-9S industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
Anale. Univ. Oradea. Fasc. Manag. Techn. Engin. 18 (28) (1), 240-244, 2019. ISSN: 1583-0691.
55. Hegyi, G., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a robot cell compatible MP-11 industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
Anale. Univ. Oradea. Fasc. Manag. Techn. Engin. 18 (28) (1), 235-239, 2019. ISSN: 1583-0691.
56. Templom, T., **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Shaw, E., Husi, G.: Designing a Delta Tripod Robot Based Fused Deposition Modelling 3 Dimensional Printer Using an Open-Source Arduino Development Platform.
Anale. Univ. Oradea = Fasc. Manag. Techn. Engin. 17 (27) (2), 89-92, 2018. ISSN: 1583-0691.
57. Varga, V., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Redesigning The Gripping System Of Kuka Kr5 By Utilizing 3 Dimension Printing Technologies and Arduino.
Anale. Univ. Oradea = Fasc. Manag. Techn. Engin. 17 (27) (2), 93-98, 2018. ISSN: 1583-0691.
58. Korsoveczki, G., Husi, G., **Erdei, T. I.**: The Maintenance, Commissioning of FANUC M-11A 0.5a Type Selecting Robot and Implementation of Irvision Picture-Recognizing Procedure.
Anale. Univ. Oradea = Fasc. Manag. Techn. Engin. 17 (27) (2), 69-74, 2018. ISSN: 1583-0691.
59. Molnár, Z., **Erdei, T. I.**, Obinna, N. C., Husi, G.: A Novel Design of an Air-Cushion Vehicle and Its Implementation. Utánközlés másodközlés,
Anale. Univ. Oradea = Fasc. Manag. Techn. Engin. 16 (26) (2), 105-108, 2017. ISSN: 1583-0691.





60. **Erdei, T. I., Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.:** Cyber Physical Systems In Mechatronic Research Centre. Utánközlés másodközlés,
Anale. Univ. Oradea = Fasc. Manag. Techn. Engin. 16 (2) (26), 95-98, 2017. ISSN: 1583-0691.
61. **Erdei, T. I., Molnár, Z.:** Selecting Equipment and Supplies for Self-Replicating 3D-printer.
Acta Tech. Corviniensis - Bull. of Engineering. 9 (1), 59-62, 2016. EISSN: 2067-3809.
- Hungarian conference proceedings (7)
62. Korsoveczki, G., Husi, G., **Erdei, T. I.:** FANUC Spider robot pneumatikus és kimeneti rendszerének kiépítése, valamint tesztelése = development and testing of the pneumatic and output system of the Fanuc spider robot.
Műsz. tud. közl. 11, 121-124, 2019. ISSN: 2393-1280.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2019.11.26>
63. Vona, G., Apagyi, A., **Erdei, T. I., Husi, G.:** Nokia Puma 560 robot megfogójának rekonstrukciója, adapter tervezése és alkalmazása KUKA KR5 ipari robotkar számára tervezett cellában.
Műsz. tud. közl. 11, 183-186, 2019. ISSN: 2393-1280.
DOI: <http://dx.doi.org/10.33895/mtk-2019.11.41>
64. Uszcai, S., Papp, B., Nemes, Á., **Erdei, T. I.:** Arudino és Rapsberry Pi alapú hibrid RFID beléptető rendszer mobil platformmal.
In: A XXIII. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszak előadásai. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME), Kolozsvár, 251-254, 2018. ISBN: 9789634490777
65. Balázs, V., Szilágyi, L., Apagyi, A., **Erdei, T. I.:** OpenCV alapú táblafelismerő videóelemző szoftver létrehozása.
In: A XXIII. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszak előadásai. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME), Kolozsvár, 39-42, 2018. ISBN: 9789634490777
66. **Erdei, T. I., Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.:** AGV kiber-fizikai navigációs rendszer = Cyber-Physical Navigation System of AGV.
In: A XXII. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszak előadásai = Proceedings of the XXII-th International Scientific Conference of Young Engineers. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME), Kolozsvár, 135-138, 2017. ISBN: 9789634490180
67. Molnár, Z., **Erdei, T. I., Neamah, H. A., Husi, G.:** Saját CNC prototípus rendszer mint IoT eszköz = Our Own CNC Prototype System as IoT Device.
In: A XXII. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszak előadásai = Proceedings of the XXII-th International Scientific Conference of Young Engineers. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME), Kolozsvár, 295-298, 2017, (Műszaki Tudományos Közlemények, ISSN 2393-1280 ; 7.) ISBN: 9789634490180





68. Szemes, P. T., Dávid, E., **Erdei, T. I.**, Bota, M., Pető, G., Kovács, L. C.: A Debreceni Egyetem Épületmechanikai Kutató Központjának Smart Home kutatása.
 In: VII. Energetikai Konferencia. Szerk.: Szakál A, Obudai Egyetem, Budapest, 85-93, 2012.
 ISBN: 9786155018497

Foreign language conference proceedings (29)

69. Török, M., **Erdei, T. I.**, Tóth, S., Husi, G.: Designing and building a remote-controlled 3D printed prototype robot arm implant.
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 1169 (1), 1-6, 2021. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/1169/1/012038>
70. Dursun, C., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Artificial Intelligence Applications in Autonomous Vehicles: Training Algorithm for Traffic Signs Recognition.
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 898, 1-6, 2020. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/898/1/012035>
71. Varga, R., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys based HMI design and sensor upgrades for a PLC and Atmega2560 controlled industrial conveyor. Utánközlés párhuzamos közlés,
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 1-7, 2019. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012062>
72. Varga, R., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys based HMI design and sensor upgrades for a PLC and Atmega2560 controlled industrial conveyor. Utánközlés párhuzamos közlés,
 In: IMT Oradea 2019 : Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers Volume 18 (28). Ed.: Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, University of Oradea Publishing House, Oradea, 334-339, 2019. ISBN: 9786061015375
73. Pajkos, T., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys modeling of an industrial cell, and linear drive control with PLC & ATmega2560 microcontrollers for testing and improvement purposes. Utánközlés párhuzamos közlés,
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 1-6, 2019. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012061>
74. Pajkos, T., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: CodeSys modeling of an industrial cell, and linear drive control with PLC & ATmega2560 microcontrollers for testing and improvement purposes. Utánközlés párhuzamos közlés,
 In: IMT Oradea 2019 : Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers Volume 18 (28). Ed.: Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, University of Oradea Publishing House, Oradea, 329-333, 2019. ISBN: 9786061015375
75. Horváth, P. P., **Erdei, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a material handling MP-9S industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 1-6, 2019. ISSN: 1757-8981.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012060>





76. Horváth, P. P., **Erdel, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a material handling MP-9S industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
In: IMT Oradea 2019 : Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers Volume 18 (28). Ed.: Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, University of Oradea Publishing House, Oradea, 324-328, 2019. ISBN: 9786061015375
77. Hegyi, G., **Erdel, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a robot cell compatible MP-11 industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 1-6, 2019. ISSN: 1757-8981.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012059>
78. Hegyi, G., **Erdel, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a robot cell compatible MP-11 industrial manipulator platform. Utánközlés párhuzamos közlés,
In: IMT Oradea 2019 : Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers Volume 18 (28). Ed.: Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, University of Oradea Publishing House, Oradea, 319-323, 2019. ISBN: 9786061015375
79. Hegyi, G., **Erdel, T. I.**, Husi, G.: Restoration and PLC control of a robot cell compatible MP-11 industrial manipulator platform.
IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 568, 2019. ISSN: 1757-899X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012059>
80. Templom, T., **Erdel, T. I.**, Molnár, Z., Shaw, E., Husi, G.: Designing a delta tripod robot based fused deposition modelling 3 dimensional printer using an open-source Arduino development platform.
In: "Imt Oradea" - 2018 : Proceedings of the Annual Seesion of Scientific Papers, University of Oradea Publishing House, Oradea, 179-182, 2018. ISBN: 9786061015375
81. Templom, T., **Erdel, T. I.**, Molnár, Z., Shaw, E., Husi, G.: Designing a delta tripod robot based fused deposition modelling 3 dimensional printer using an open-source Arduino development platform.
MATEC Web Conf. 184, 1-4, 2018. EISSN: 2261-236X.
82. Varga, V., **Erdel, T. I.**, Husi, G.: Redesigning The Gripping System Of Kuka Kr5 By Utilizing 3 Dimension Printing Technologies and Arduino.
In: "Imt Oradea" - 2018 : Proceedings of the Annual Seesion of Scientific Papers, University of Oradea Publishing House, Oradea, 183-188, 2018. ISBN: 9786061015375
83. Varga, V., **Erdel, T. I.**, Husi, G.: Redesigning the gripping system of KUKA KR5 by utilizing 3 dimension printing technologies and Arduino.
MATEC Web of Conferences. 184, 1-6, 2018. ISSN: 2261-236X.
DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818402014>
84. Korsoveczki, G., Husi, G., **Erdel, T. I.**: The Maintenance, Commissioning of FANUC M-11A 0.5A Type Selecting Robot and Implementation of Irvision Picture-Recognizing Procedure.
In: "Imt Oradea" - 2018 : Proceedings of the Annual Seesion of Scientific Papers, University of Oradea Publishing House, Oradea, 159-164, 2018. ISBN: 9786061015375





85. Korsoveczki, G., Husi, G., **Erdei, T. I.**: The maintenance, commissioning of FANUC M-11A 0.5A type selecting robot and implementation of iRVision picture-recognizing procedure.
MATEC Web Conf. 184, 1-6, 2018. EISSN: 2261-236X.
 DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818402022>
86. Molnár, Z., **Erdei, T. I.**, Obinna, N. C., Husi, G.: A novel design of an air-cushion vehicle and its implementation.
MATEC Web Conf. 126 (Paper), [4], 2017. EISSN: 2261-236X.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201712602004>
87. Molnár, Z., **Erdei, T. I.**, Obinna, N. C., Husi, G.: A Novel Design of an Air-Cushion Vehicle and Its Implementation.
 In: "Imt Oradea" - 2017: Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers. Ed.: Calin Baban, Florin Sandu Blaga, Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, Mircea Teodor Pop, Alexandru Rus, Radu Catalin Tarca, University of Oradea Publishing House, Oradea, 187-190, 2017. ISBN: 9786061015375
88. **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.: A Novel Design of an Augmented Reality Based Navigation System & its Industrial Applications. Utánközlés másodközlés,
 In: 15th IMEKO TC10 Workshop on Technical Diagnostics Technical Diagnostics in Cyber-Physical Era, Budapest, Hungary, June 6-7, 2017, [s. n.], Budapest, 44-49, 2017. ISBN: 9789299007556
89. Neamah, H. A., Afghan, S. A., Husi, G., Molnár, Z., **Erdei, T. I.**: A stroke-t kapott egyének rehabilitációs eszközeiben jelentős fejlődést mutató hatékony technikák áttekintése = Reviewing the notable progress of effective techniques in the development of stroke hand rehabilitation devices.
 In: A XXII. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszak előadásai = Proceedings of the XXII-th International Scientific Conference of Young Engineers. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület, Kolozsvár, 63-66, 2017, (Műszaki Tudományos Közlemények, ISSN 2393-1280 ; 7.) ISBN: 9789634490180
90. **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.: Cyber physical systems in mechatronic research centre.
MATEC Web Conf. 126 ((2017)), [4], 2017. EISSN: 2261-236X.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201712601006>
91. **Erdei, T. I.**, Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.: Cyber Physical Systems In Mechatronic Research Centrex.
 In: "Imt Oradea" - 2017 : Proceedings of the Annual Session of Scientific Papers. Ed.: Calin Baban, Florin Sandu Blaga, Gavril Grebenisan, Alexandru-Viorel Pele, Mircea Teodor Pop, Alexandru Rus, Radu Catalin Tarca, University of Oradea Publishing House, Oradea, 191-194, 2017. ISBN: 9786061015375





92. Obinna, N. C., **Erdel, T. I.**, Molnár, Z., Szemes, P. T., Husi, G.: LabVIEW alapú mozgás tervezése és nyomon követése ipari robot manipulátor számára (KUKA KR5 arc): tervezés, modellezés és robot vezérlőegység szimulációja = Labview Motion Planning and Tracking of an Industrial Robotic Manipulator (Kuka Kr5 Arc) : Design, Modelling and Simulating the Robot's Controller Unit.
In: A XXII. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszak előadásai = Proceedings of the XXII-th International Scientific Conference of Young Engineers. Szerk.: Bitay Enikő, Erdélyi Múzeum Egyesület (EME), Kolozsvár, 331-334, 2017. ISBN: 9789634490180
93. **Erdel, T. I.**, Molnár, Z., Obinna, N. C., Husi, G.: Surveillance and security system in the building mechatronics research center.
In: 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC): Proceedings of the 23rd ICE/IEEE International Conference on Engineering Technology and Innovation (IEEE), IEEE, [s. l.], 509-512, 2017. ISBN: 9781538607749
94. Obinna, N. C., **Erdel, T. I.**, Molnár, Z., Szemes, P. T., Husi, G.: Investigating configuration space singularities of a KUKA KR5.
In: Proceedings of 4th International Mechatronical Student Micro-Conference. Eds.: Adrienn Dineva, István Nagy, Óbudai Egyetem, Budapest, 17-28, 2016. ISBN: 9789634490166
95. **Erdel, T. I.**, Molnár, Z., Husi, G.: Robot visual and virtual control technology in industrial environment.
In: 1st International Symposium on Small-scale Intelligent Manufacturing Systems (SIMS 2016), IEEE, Narvik, 71-75, 2016. ISBN: 9781509030743
96. Husi, G., Szemes, P. T., Dávid, E., **Erdel, T. I.**: Development of simulation and research toolset for domestic energy utilization.
In: International Youth Conference on Energetics 2013 (IYCE '13), [S.n.], Budapest, 1-7, 2013. ISBN: 978146735544
97. Husi, G., Szemes, P. T., Dávid, E., **Erdel, T. I.**, Pető, G.: Reconfigurable Simulation and Research Toolset for Building Mechatronics.
In: Proceedings of CERIS'13 - Workshop on Cognitive and Eto-Robotics in iSpace. Ed.: Korondi, Péter, BME, Budapest, 26-31, 2013. ISBN: 9789633130865

Total IF of journals (all publications): 9,3

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 6,4

The Candidate's publication data submitted to the IDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.



03 February, 2025

Irodalomjegyzék/References

- [1] Trauer, J.; Pfingstl, S.; Finsterer, M.; Zimmermann, M. Improving Production Efficiency with a Digital Twin Based on Anomaly Detection. *Sustainability* 2021, **13**, 10155.
- [2] Spunei, E.; Frumus, anu, N.-M.; Muntean, R.; Mărginean, G. Impact of COVID-19 Pandemic on the Educational-Instructional Process of the Students from Technical Faculties. *Sustainability* 2022, **14**, 8586.
- [3] Casuat, C.D.; Merencilla, N.E.; Reyes, R.C.; Sevilla, R.V.; Pascion, C.G. Deep-Hart: An Inference Deep Learning Approach of Hard Hat Detection for Work Safety and Surveillanc. In *Proceedings of the 2020 IEEE 7th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)*, Kuala Lumpur, Malaysia, 18–20 December 2020.
- [4] Rolle, R.P.; Martucci, V.D.O.; Godoy, E.P. Digitalization of Manufacturing Processes: Proposal and Experimental Results. In *Proceedings of the 2019 II Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT (MetroInd4.0&IoT)*, Naples, Italy, 4–6 June 2019; pp. 426–431.
- [5] SONY SCARA SRX—11. High-Speed Assembly Robot, Operation Manual; SONY Corporation: Tokyo, Japan, 1996.
- [6] LabelImg annotation. Available online: <https://github.com/tzutalin/labelImg> (accessed on 6 May 2024).
- [7] Ren, X.; Zhang, W.; Wu, M.; Li, C.; Wang, X. Meta-YOLO: Meta-Learning for Few-Shot Traffic Sign Detection via Decoupling Dependencies. *Appl. Sci.* 2022, **12**, 5543.
- [8] J. Redmon; S. Divvala; R. Girshick; A. Farhadi. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2016; pp. 779-788.
- [9] J. Redmon; A. Farhadi. YOLO9000: Better, Faster, Stronger. 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2017; pp. 6517-6525.
- [10] Autiosalo, J.; Ala-Laurinaho, R.; Mattila, J.; Valtonen, M.; Peltoranta, V.; Tammi, K. Towards Integrated Digital Twins for Industrial Products: Case Study on an Overhead Crane. *Appl. Sci.* 2021, **11**, 683.
- [11] Gorecky, D.; Schmitt, M.; Loskyll, M.; Zühlke, D. Human-machine-interaction in the industry 4.0 era. In *Proceedings of the 2014 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, Porto Alegre, Brazil, 27–30 July 2014; pp. 289–294.
- [12] Huo, Y.; Yang, A.; Jia, Q.; Chen, Y.; He, B.; Li, J. Efficient Visualization of Large-Scale Oblique Photogrammetry Models in Unreal Engine. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2021, **10**, 643.
- [13] J. -D. Lee, W. -C. Li, J. -H. Shen and C. -W. Chuang, "Multi-robotic arms automated production line," 2018 4th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR), 2018, pp. 26-30, doi: 10.1109/ICCAR.2018.8384639.
- [14] Dehouche, Nassim & Dehouche, Kullathida. (2023). What's in a text-to-image prompt? The potential of stable diffusion in visual arts education. *Heliyon*. 9. e16757. 10.1016/j.heliyon.2023.e16757.
- [15] L. Pitonakova, M. Giuliani, A. Pipe, Alan F T Winfield „ Feature and Performance Comparison of the V-REP, Gazebo and ARGoS Robot Simulators”, Conference: Proceedings of the 19th Towards Autonomous Robotic Systems Conference (TAROS 2018)At: Bristol, United Kingdom.
- [16] Thomas P. Caudell, David Mizell, "Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes", System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on Volume: II.
- [17] P. Kumar, A. Mantri, S. Anireddy "Innovations in Tourism Industry & Development Using Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR)", Conference: Innovations in Tourism Industry & Development Using Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR).