

# Algoritmusok a kreativitás szolgálatában - a mesterséges intelligencia forradalma a fotóművészetben

**Kovács Attila, Kovács Ördög Tünde**

önálló kutatók

Prvomajska 13, 24000 Szabadka,

Szerbia

kovacsattilaphotography@gmail.com , kovacstundepharm@gmail.com

---

*Absztrakt: A tanulmány a fotográfia és a mesterséges intelligencia (AI) kapcsolatát járja körül. Bemutatjuk, hogy hogyan formálja át a AI a fotográfiai folyamatokat, beleértve a képmanipulációt, kategorizálást és arcfelismerést. Megvizsgáljuk a AI-technológiák előnyeit és kihívásait a fotográfia terén és rámutatunk arra, hogy hogyan használhatják a művészek ezeket, a végtelen megoldást nyújtó eszközöket, kreatív munkájuk gazdagítására. Megvitatjuk az etikai szempontokat is, amelyek felmerülnek az AI alkalmazása során a fotóművészetben és bepillantást nyújtunk a fotográfia jövőjébe, ahol az algoritmusok és a kreativitás együttesen új dimenziókat nyitnak meg a művészetekben.*

*Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, fényképészet, képmanipuláció, arcfelismerés és kreativitás.*

---

## 1. Bevezetés

A mesterséges intelligencia (AI) és a fényképészet kapcsolata egy olyan terület, ahol a technológia és a kreativitás összetalálkozik. Ez a kapcsolat forradalmasítja a mai fényképészetet mind technológiai, mind művészi szempontból. Az AI a fényképészek segítségére lehet a képek elemzésében és javításában. Ugyanakkor etikai és adatvédelmi kérdések is felmerülnek. Sokan aggodalommal vetik fel a kérdést, hogy az AI mennyire befolyásolja és változtatja meg a fényképészetet a gyakorlatban. Hasonló kételyek merültek fel a 19. században, az első fényképek megjelenésekor, a festőművészet jövőjével kapcsolatban. Ennek ellenére, sok akkori festő megismerkedik a fényképészettel és használja azt inspirációnak [1].

A mesterséges intelligencia és a fényképészet közötti kapcsolat a 21. században gyors fejlődésen megy keresztül, amely a korábbinál sokkal hatékonyabban teszi lehetővé a képfeldolgozást.

Az AI beágyazódott a mindennapjainkba, az okostelefonokba, gépjárművekbe és a fényképezőgépekbe is [2-15]. A tanulmányban mélyrehatóbb betekintést kapunk arról, hogy hogyan működik a mai modern fényképészet az AI érájában.

## **2. A mesterséges intelligencia történeti áttekintése**

A mesterséges intelligencia története a 20. század közepére tekint vissza, amikor Alan Turing és John McCarthy megalapozták az AI elméleti alapjait. Turing az 1950-es években kidolgozott egy gondolat kísérletet, ami később Turing-tesztként lett ismert. A teszt lényege az volt, hogy egy gép akkor tekinthető intelligensnek, ha a megfigyelő nem tudja megkülönböztetni a gép válaszait az ember válaszaitól egy párbeszédben. Turing-tesztjével a tudós azt vizsgálta, hogy vajon egy gép képes-e olyan intelligens válaszokat adni, mint az ember. Ez a koncepció az AI fejlődésének korai szakaszában az emberi intelligencia gépi szimulációját hangsúlyozta [16-25].

Az 1960-as években az AI területén megjelentek az első konkrét fejlesztések. Ezek a szakértői rendszerek képesek voltak tudást modellezni és alkalmazni, így jelentős előrelépést jelentettek. Ebben az időszakban kezdték el fejleszteni a gépi tanulás korai formáit is, mint például az adaptív rendszereket.

Az 1980-as évek közepére az AI olyan időszakot élt meg, amit "AI télnek" neveznek. Ebben a korszakban a pénzügyi támogatások csökkentek és a korábbi túlzott elvárások nem teljesültek. Az AI kutatása és fejlesztése stagnált.

A 21. század elejére azonban az AI ismét fellendült. A számítási kapacitás jelentős növekedése, a mély tanulás és a neurális hálózatok fejlődése valamint a nagy adatkészletek hozzájárultak az AI forradalmához. Az AI ma már olyan területeken jár élvonalban, mint a képfelismerés, adatelemzés és feldolgozás, az önvezető járművek, interaktív kommunikáció, az egészségügyi alkalmazások és számos más iparág.

## **3. A mesterséges intelligencia alapjai**

A mesterséges intelligencia lehetővé teszi a számítógépek számára az emberi intelligencia utánzását. Ez magába foglalja a gépi tanulást is. A gépi tanulás a mesterséges intelligencia egy részhalmaza, amely olyan technikákat (például mély

tanulást) használ, amely lehetővé teszi az AI-rendszerek számára, hogy saját megoldásokkal és nem előre beprogramozott válaszokkal dolgozzanak.

A mély tanulás olyan gépi tanulási forma, amely mesterséges neurális hálózatokon alapul. A tanulási folyamat azért mély, mert ezek a hálózatok struktúrája több bemeneti, kimeneti és rejtett rétegből állnak. Mindegyik réteg egységekből épül fel, amelyek a bemenetet olyan információvá alakítják át, amelyet a következő réteg egy adott prediktív feladat elvégzéséhez fel tud használni. Ennek a struktúrának köszönhetően a gép saját adatfeldolgozással tanulhat [26-34].

Gépi tanúlással és mélytanulási technikákkal olyan, az emberi intelligenciához hasonló feladatokat hajthatunk végre, mint a képfelismerés, a beszéd felismerés és a nyelvek felismerése és fordítása. A neurális hálózatok csapatként dolgozó információfeldolgozó egységekből állnak, amelyek hasonlóan továbbítják az információkat, mint ahogyan az emberi neuronok az agyban. Ezek a hálózatok közösen, összetettebb és részletesebb módon képesek a bonyolultabb feladatok elvégzésére, amit nem lehetne megvalósítani hagyományos programozással. Bár megpróbálják utánozni az agy struktúráját, a neurális hálózatok nem tudnak úgy „gondolkodni”, mint az emberek. A mesterséges neurális hálózatokat csatlakoztatott csomópontok rétegei alkotják. A képalkotás szempontjából a legfontosabb mesterséges neurális hálózatok a konvolúciós neurális hálózatok (CNN), generatív ellenséges hálózatok (GAN), autoencoder-, transformers- és az U-Net hálózatok.

A konvolúciós neurális hálózatok (CNN) különösen hatékony mesterséges neurális hálózatok, egyedi architektúrával. A rétegek három, szélességi, magassági és mélységi dimenzióba vannak rendezve. Az egyik rétegben lévő neuronok nem a következő rétegben lévő összes neuronhoz kapcsolódnak, hanem csak a réteg neuronjainak egy kis területéhez. A végső kimenet a valószínűségi pontszámok egyetlen vektorára csökken, a mélységi dimenzió mentén rendezve. A konvolúciós neurális hálózatokat olyan területeken használják, mint például a képfelismerés és a videófelismerés.

A generatív ellenséges hálózatok (GAN) a mesterséges intelligencia egy olyan részhalmaza, amely különböző technikákat (például mély tanulás) használ az új tartalmak létrehozásához. Ezek a hálózatok képezik az AI-képalkotás egyik legfontosabb részét. A GAN párban álló AI-rendszerek, amelyeket arra tanítanak, hogy egy egyedül dolgozó rendszernél gyorsabban hozzanak létre tartalmakat és végezzenek el feladatokat. A generatív mesterséges intelligenciával például képeket, szöveget vagy hangot hozhatunk létre. Ezek a modellek nagy mennyiségű, előre betanított tudást használnak fel a tartalom létrehozásához. Képek generálása esetén az egyik AI-rendszer megkísérli utánozni egy

festőművész munkáját, míg a másik értékeli az első próbálkozásait. Az utánzó AI arra használja tudását, hogy ezernyi új képet készítsen a művész stílusában, míg a másik AI-rendszer megítéli, hogy mennyire hasonlítanak az alkotások az eredeti stílushoz, majd értékeli őket. A nem megfelelőket visszaküldi, hogy javítson rajtuk az utánzó AI. Végül, miután milliónyi alkalommal oda-vissza küldik egymásnak az ötleteiket, az utánzó AI egyre jobb képeket készít az adott művész stílusában.

Az automatikusan kódoló neurális hálózatok (autoencoder) olyan típusú neurális hálózatok, amelyek szintén több rétegből állnak és az a jellemzőjük, hogy a bemeneti rétegek pontosan annyi információt tartalmaznak, mint a kimeneti réteg. Az automatikus kódoló célja a bemeneti adatok replikálása. Miért akarna egy hálózatot arra tanítani, hogy csak a neki adott adatokat rekonstruálja? Ennek az az oka, hogy a hálózat megtanulja a bemeneti adatok „lényegét”, a legfontosabb jellemzőit. A hálózat betanítása után létre lehet hozni egy olyan modellt, amely hasonló adatokat képes szintetizálni, bizonyos céljellemezők hozzáadásával vagy eltávolításával. Például megtaníthatunk egy autoencodert a szemcsés képekre, majd a betanított modell segítségével eltávolíthatjuk a kép szemcsésségét.

A transformer architektúra, amelyet eredetileg a nyelvi feldolgozáshoz fejlesztettek ki, sikeresen alkalmazzák képfeldolgozási feladatokra is. Például a Vision Transformer (ViT) egy transformer alapú modell, amely kiváló teljesítményt nyújt képfelismerésben.

Az U-Net egy olyan hálózat, amelyet elsősorban a szegmensekben történő képfelismeréshez használnak. Különböző orvosi képfeldolgozási technikákban is alkalmazzák.

## **4. A mesterséges intelligencia és a fotóművészet kapcsolata**

A mesterséges intelligencia és a fényképészet közötti kapcsolat rendkívül sokoldalú terület, amely számos lehetőséget kínál a képminőség javításában és a kreativitás kibontakozásában. Hogyan működhet együtt az AI és az ember a fényképészetben? Az AI segíthet az automatizált feldolgozásban és a munkafolyamatok felgyorsításában, a nagy mennyiségű fotók kezelésében, rendszerezésében és archiválásában, továbbá a képek kulcsszavainak címkézésben és a keresési funkciók javításában. Az AI olyan eszközöket nyújt, amelyek a fotóművészek számára forradalmian új lehetőségeket teremtenek. Algoritmusok segítségével történik a képek minőségének javítása, vagyis a zajszűrés, az élesítés és a retusálás valamint az új képek generálása is.

## 4.1 Zajsűrés

A zajsűrés a képfeldolgozásban az AI-t alkalmazva olyan technika, ahol zajmodellek segítenek azonosítani és megkülönböztetni a valódi képi információt a zajtól, 1. ábra. Az AI algoritmusok statisztikai elemzést végeznek a képeken, hogy azonosítsák a zajokat és meghatározzák azok jellemzőit. A mélytanulási algoritmusok (autoencoder neurális hálózatok és CNN) alkalmazhatók zajscsökkentésre. Ezek a hálózatok megtanulják a zajokat és a zavaró tényezőket a képeken, majd próbálják azokat csökkenteni vagy eltávolítani.



1. ábra Zajsűrés a képfeldolgozásban

## 4.2 Élességjavítás

Az élességjavításában különösen hatékonyak a a konvolúciós neurális hálózatok (CNN), amelyek éles képek és a hozzájuk tartozó életlen képek párosításával tanulnak. Ezek az adatok lehetnek páros képek, ahol minden éles képhez tartozik egy homályos pár, vagy különböző mértékű homályossággal rendelkező képek. Az ilyen típusú műveletekhez többféle CNN architektúra is tartozhat, mint például a generatív modellek (Generative Adversarial Network-GAN) vagy speciális CNN hálózatok (Convolutional Variational Autoencoder-CVAE). Az alkalmazott architektúra a konkrét feladattól és az adatok jellegétől függ. Az AI először felbecsüli a kép élességét. Ehhez az algoritmusok elemzik a kép különböző részeit és meghatározzák, hogy mely területek életlenek. Az AI megváltoztatja a kép mintavételezését, vagyis a kép alapjául szolgáló adatpontok elrendezését. Ez által egy élesebb képet kapunk, 2. ábra.



2. ábra Élességjavítás a képfeldolgozásban

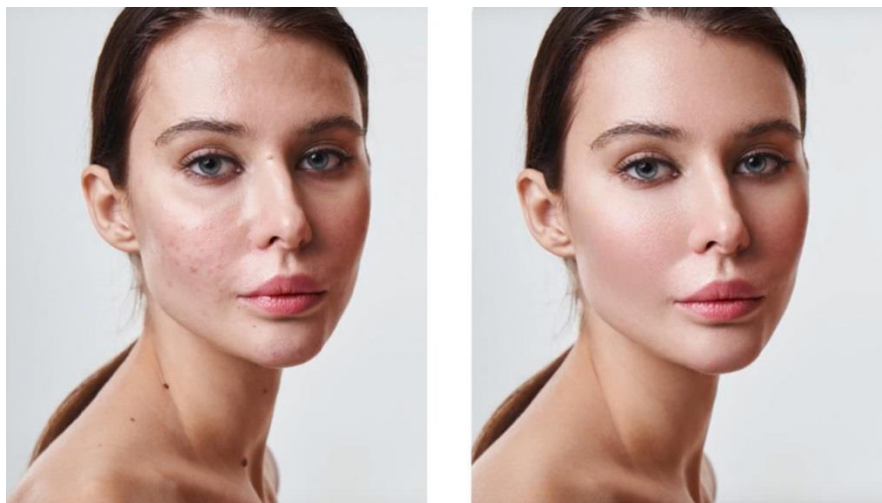
### 4.3 Retusálás

A retusálás az AI segítségével szintén többnyire konvolúciós neurális hálózatok (CNN) alkalmazásával valósul meg a mélytanulás keretein belül 3. ábra. Ezek a CNN-ek olyan neurális hálózatok, amelyek képesek a képekből hierarchikus jellemzők kinyerésére.

A bőrretusálásnál a CNN-ek a bőrtextúra és színinformációk mintázásával, valamint a bőrhibák észlelésével képesek a bőr simábbá tételére. Az ilyen hálózatok tanulnak a bőr jellegzetességeiből és finomhangolják a képet, minimalizálva a túlzott módosításokat, hogy megőrizzék az arcok természetes vonásait. A szemek és a fogak kihangsúlyozására használt algoritmusok is a CNN-ek képességeire támaszkodnak. Ezek a hálózatok kiemelik az arc részleteit, tanulják a módosításokat és ezáltal javul a részletek megjelenítése. Ilyen módosítások lehetnek például a szemfehérje kiemelése, a vörös szem eltávolítása vagy a fogak fehéritése. A rendszer megtanulja a különböző arctípusokat és mimikákat, adaptálva magát az egyedi karakterisztikákhoz. Ennek eredményeként az AI képes valóság-hű, esztétikus retusálási eredményeket produkálni, minimalizálva a torzításokat és a természetellenes hatásokat.

Ezek az algoritmusok általában olyan hatalmas adatkészletekből tanulnak,

amelyek tartalmazzák a jó és rossz példákat és képesek alkalmazkodni különböző képstílusokhoz.



**3. ábra** Retusálás

#### **4.4 Képek generálása kulcsszavakkal**

Az AI egy izgalmas része a kulcsszó alapú képek generálása. Ezen a területen is komoly előrelépések történtek. A számítógépek már képesek olyan új képek generálására, amelyek az emberi alkotásokhoz hasonlítanak. Az ember az AI segítségével létrehozhat képeket és grafikai műveket.

Először a modellt tanítják egy adathalmazon, amely kulcsszavakkal címkézett képeket tartalmaz. A modell megtanulja a kapcsolatot a kulcsszavak és a hozzájuk kapcsolódó vizuális tartalmak között. Amikor új képet szeretnénk generálni, megadjuk a modellnek a kívánt kulcsszavakat, vagyis, hogy milyen jellegű képet szeretnénk alkotni. A modell a tanult kapcsolatok és mintázatok alapján létrehozza a képet, amely megfelel a megadott kulcsszavaknak. Ez a generált kép új, mivel a modell még soha nem látta azt a tanítási adatokban. Ez a folyamat lehetővé teszi, hogy a számítógép kreatívan hozzon létre új vizuális tartalmakat a kapott kulcsszavak alapján. A tanulás során a modell megragadja a kapcsolatokat és a stílusokat, majd ezeket alkalmazza az új képek generálására 4. ábra.



4. ábra kulcsszó alapú képek generálása

## 5 Etikai szempontok

Az etika és a fényképészet kapcsolata rendkívül fontos, különösen a mesterséges intelligencia térhódításával, mert az AI könnyen lehetővé teszi a fotomanipulációt is. Fontos etikai kérdések merülnek fel, amikor a képek módosítása hamis vagy félrevezető információt közvetít. Az AI által generált fényképek sokszor emberek hasonmásai és ebben az esetben is fontos az etikai irányelvek meghatározása és betartása a fényképészeti alkotásban és technológiai fejlesztések során egyaránt. Az AI által generált képek gyakran túlságosan tökéletesek lehetnek, hiányozhatnak belőlük az emberi hibák és az apró részletek. A képeken olyan személyek és helyszínek is megjelenhetnek, amelyek nem léteznek a valóságban. A képeken ismétlődő minták vagy szokatlan geometriai formák jelentkezhetnek. Időnként homályos vagy elmosott részletek jelenhetnek meg, amelyek kizárólag az emberi kéz által készített fotók esetén rendszerint nem fordulnak elő. A hamis fotók terjesztése súlyosan veszélyeztetheti az emberek adatvédelmét és magánéletét. Az olyan túlzottan tökéletes képek, amelyeket az AI segítségével készítenek, irreális szépségideálokat teremthetnek és az embereket nyomás alatt tarthatják, hogy hasonlóan tökéletesek legyenek; ez negatívan befolyásolhatja az önértékelést és a mentális egészséget. Tudatosítani kell a hamisított képek és fotomanipulációk hatásait és megtenni a szükséges lépéseket az adatvédelem és az önértékelés megőrzése érdekében a digitális korban. Fontos megjegyezni, hogy ezek a jelek nem minden esetben ismerhetőek fel, mert az AI technológiák folyamatosan fejlődnek, tehát a kulcsszavakból generált képek is egyre élethűbbé



válnak. Az algoritmikus felismerés és az ellenőrző mechanizmusok azonban egyre jobban segítenek azonosítani az AI által generált képeket. Az oktatás és az eszközök fejlesztése a hamis tartalmak szűrésére kulcsfontosságúak.

Először a modellt tanítják egy adathalmazon, amely kulcsszavakkal címkézett képeket tartalmaz. A modell megtanulja a kapcsolatot a kulcsszavak és a hozzájuk kapcsolódó vizuális tartalmak között. Amikor új képet szeretnénk generálni, megadjuk a modellnek a kívánt kulcsszavakat, vagyis, hogy milyen jellegű képet szeretnénk alkotni. A modell a tanult kapcsolatok és mintázatok alapján létrehozza a képet, amely megfelel a megadott kulcsszavaknak. Ez a generált kép új, mivel a modell még soha nem látta azt a tanítási adatokban. Ez a folyamat lehetővé teszi, hogy a számítógép kreatívan hozzon létre új vizuális tartalmakat a kapott kulcsszavak alapján.

A tanulás során a modell megragadja a kapcsolatokat és a stílusokat, majd ezeket alkalmazza az új képek generálására.

## 6. Összefoglalás

A fényképészet és az AI közös jövője ígéretes és további fejlesztések várhatóak az adatfeldolgozásban, a képfelismerésben és a kreatív alkotásban.

Az AI napjainkban forradalmasítja a fényképészetet, mert olyan technikai előrelépéseket hoz, amelyek a korábbinál sokkal hatékonyabbá teszik a gépi tanulást és a képfeldolgozást.

Az előttünk álló korszakban az algoritmusok és a gépi tanulás nem csak eszközként, hanem kreatív partnerként is szolgálhatnak a fényképészeknek.

Ahogy az AI fokozatosan beépül a fotográfiai folyamatokba, fel kell ismernünk az etikai és társadalmi kihívásokat is.

Fontos, hogy tisztában legyünk az AI által kínált lehetőségekkel, ugyanakkor óvatosak is legyünk annak használatával.

Az AI megjelenésével a fényképészetben az ember művészi kifejezése és kreativitása nem veszíti el jelentőségét, mint ahogyan a festői értékek sem vesztek el az első fényképek megjelenésekor.

Mindkét művészeti ágban az egyéni látásmód és az érzelmek átadása teremti meg az alkotások egyediségét.

A gépi tanulásnak az emberi művészet és fényképészet fejlődésében betöltött szerepe egy érdekes, kihívásokkal teli, ugyanakkor inspiráló utazás része.

Az AI segítségével a fotóművészet határait feszegethetjük és új módon élhetjük ki a kreativitásunkat.

## Irodalomjegyzék

- [1] Russell, S., Norvig, P.: *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3<sup>rd</sup> Edition, Pearson, Upper Saddle River, 2010, p. 1132.
- [2] Mester, G.: Merenje rezultata naučnog rada, *Tehnika-Mašinstvo*, 64(3), 2015, 445-453.
- [3] Rodic, A., Mester, G.: Ambientally Aware Bi-Functional Ground-Aerial Robot-Sensor Networked System for Remote Environmental Surveillance and Monitoring Tasks, *Proceedings of the 55<sup>th</sup> ETRAN Conference, Section Robotics*, 2012, RO2 5, 1-4.
- [4] Rodic, A., Jovanovic, M., Popic, S., Mester, G.: Scalable Experimental Platform for Research, Development, and Testing of Networked Robotic Systems in Informationally Structured Environments, *Proceedings of the IEEE SSCI 2011, Symposium Series on Computational Intelligence, Workshop on Robotic Intelligence in Informationally Structured Space*, DOI:10.1109/RIISS.2011.5945779, Paris, France, 2011, 136-143.
- [5] Mester, G., Pletl S., Pajor, G., Basic, D.: Adaptive Control of Rigid-Link Flexible-Joint Robots, *Proceedings of 3<sup>rd</sup> International Workshop of Advanced Motion Control*, Berkeley, USA, March 20-23, 1994, pp. 593-602.
- [6] Nemes, A., Mester, G.: Unconstrained Evolutionary and Gradient Descent-Based Tuning of Fuzzy-partitions for UAV Dynamic Modeling, *FME Transactions*, ISSN: 1451-2092, DOI: 10.5937/fmet1701001N, Vol. 45, No. 1, pp. 1-8, 2017.
- [7] Albin, A., Mester, G., Iantovics, B, L.: Unified Aspect Search Algorithm, *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, INDECS, 2019, 17(1-A): 20-25.
- [8] Mester, G.: Cloud Robotics Model, *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, Zagreb, 13(1), ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/indecs.13.1.1, 2015, pp. 1-8.
- [9] Mester, G.: Distance Learning in Robotics, *Proceedings of the Third International Conference on Informatics, Educational Technology and New Media in Education*, ISBN 86-83097-51-X, Sombor, Serbia and Montenegro, 01-02.04.2006, 239-245.
- [10] Kasac, J., Milic, V., Josip Stepanic, J. and Mester, G. : A Computational Approach to Parameter Identification of Spatially Distributed Nonlinear Systems with Unknown Initial Conditions. 2014 IEEE Symposium on Robotic Intelligence in Informationally Structured Space (RiiSS), Publisher IEEE, DOI:10.1109/RIISS.2014.7009170, Orlando, USA, 09-12.12.2014, 1-7.
- [11] Mester, G.: Univerziteti regiona na Šangajskoj rang listi univerziteta u svetu 2012, *Zbornik radova XIX Skupa Trendovi razvoja, Kopaonik, Serbia*, 2013, 1-5.
- [12] Mester, G.: Metode Naučne Metrike i Rangiranja Naučnih rezultata, *Proceedings of the 57<sup>th</sup> ETRAN Conference*, 2013, RO3.5.1-3.
- [13] Mester, G.: The Evaluation of the Impact Factor of the Journal *Acta Polytechnica Hungarica*, *Proceedings of the TREND Conference*, 2011, pp. 70-73.
- [14] Mester, G.: Felsőoktatási Világranglisták 2011, *Proceedings of the Conference Informatika a felsőoktatásban, Debrecen, Hungary*, 2011, pp. 269-277.
- [15] Pisarov, J., Mester, G.: Programming the mBot Robot in School, *Proceedings of the MechEdu International Conference & Workshop 2019*, pp. 45-48, ISBN 978-86-918815-5-9, Subotica Tech Subotica, Serbia, 12.12.2019.
- [16] Mester, G.: Academic Ranking of World Universities 2009/2010, *The Ipsi BgD, Transactions on Internet Research*, 7(1), 2011, pp. 44-47.
- [17] Mester, G.: New Trends in Scientometrics, *Proceedings of the 33<sup>rd</sup> International Scientific Conference Science in Practice*, 2015, pp. 22-27.
- [18] Mester, G.: Ranking of Croatian Researchers from Several Disciplines using Google Scholar Database, *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, Indecs, 15(2), 2017, 168-173.
- [19] Mester, G.: Ranking Baltic States Researchers, *Interdisciplinary Description of*

- Complex Systems, *Indecs*, 15(3), 2017, 174-179.
- [20] Mester, G.: Tudományos teljesítmény mérése, idézetek, h-index, *Proceedings of 8<sup>th</sup> International Engineering Symposium at Bánki*, ISBN:978-615-5460-95-1, Budapest, Hungary, 2016, paper 57, 1-10.
- [21] Mester, G.: Massive Open Online Courses in Education of Robotics, *Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs*, 14(2), ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/indecs.14.2.7, 2016, 182-187.
- [22] Mester, G.: Rankings Scientists, Journals and Countries Using h-index, *Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs*, 14(1), ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/indecs.14.1.1, 2016, 1-9.
- [23] Pisarov, J., Mester, G.: The future of autonomous vehicles, *FME Transactions*, ISSN: 451-2092, DOI: 10.5937/fme2101029P, 2021, 49(1), 29-35.
- [24] Mester, G.: Motion Control of wheeled mobile robots, *4<sup>th</sup> Serbian-Hungarian Joint Symposium on Intelligent Systems, SISY*, ISBN 9637154507, Subotica, Serbia, 29-30.09.2006, 119-130.
- [25] Pisarov, L., J., Mester, G.: The use of autonomous vehicles in transportation, *Tehnika*, ISSN 0040-2176, DOI: 10.5937/tehnika2102171P, 2021, 76(2), 171-177.
- [26] Mester, G., Rodic, A.: Modeling and Navigation of an Autonomous Quad-Rotor Helicopter, *e-Society Journal Research and Applications*, ISSN 2217-3269, University of Novi Sad, Technical Faculty Mihajlo Pupin, Zrenjanin, Serbia, July 2012, 3(1), 45-53.
- [27] Mester, G., Jelena Pisarov, J., Zilahy, D.: Magyarországi robotikai kutatók ranglistája, *XXXV Jubileumi Kandó Konferencia JKK2019*, ISBN 978-963-449-163-7, Óbuda University, Budapest, Hungary, 2019.11.14-15, 224 – 233.
- [28] Mester, G., Pisarov, J., Németh, E.: Óbudai Egyetem rangsorolása a Webometrics 2019-es ranglistákon, *XXXV Jubileumi Kandó Konferencia, JKK 2019*, ISBN 978-963-449-163-7, Óbuda University, Budapest, Hungary, 2019.11.14-15, 234-240.
- [29] Simon, J., Mester, G.: Critical Overview of the Cloud-Based Internet of Things Pilot Platforms for Smart Cities, *Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs*, ISBN: 1334-4676, DOI: 10.7906/indecs.16.3.12, 16(3-A), 2018.09.30, 397-407.
- [30] Pisarov, J., Mester, G.: Implementing New Mobility Concepts with Autonomous Self-Driving Robotic Cars, *IPSI Transactions on Advanced Research, TAR*, ISSN 1820 – 4511, Belgrade, Serbia, July 2021, Vol. 17(2), 41-49.
- [31] Gyula Mester, Jelena Pisarov, *Digitalization in Modern Transport of Passengers and Freight, Review of the National Center for Digitization*, publisher: Faculty of Mathematics, University of Belgrade, ISSN: 1820-0109, 2021, 39, 83-89.
- [32] Sostaric, D., Mester, G.: Drone localization using ultrasonic TDOA and RSS signal: Integration of the inverse method of a particle filter, *FME Transactions*, ISSN 1451-2092, 2020, 48(1), 21-30.
- [33] Pisarov, L., J., Mester, G.: Self-Driving Robotic Cars: Cyber Security Developments Research Anthology on Cross-Disciplinary Designs and Applications of Automation, *IGI Global*, DOI: 10.4018/978-1-6684-3694-3. 2022, chapt. 48, 969-1001.
- [34] Pisarov, J., Mester, G.: Rang lista fizičara Srbije, *Proceedings of the XXVI Skup Trendovi Razvoja: "Inovacije u modernom obrazovanju..."*, ISBN 978-86-7892-680-8, DOI: 10.13140/RG.2.1.1754.2486, Zlatibor, Serbia, 2020.02.16, paper No. UP 1-3, 559-562.