

Mesterséges intelligencia alapú növényfelismerő alkalmazások hatékonyságának összehasonlítása

Comparison of the Effectiveness of Artificial Intelligence-Based Plant Recognition Applications

Kozma-Bognár Kristóf^{1*}, Berke József², Anda Angéla¹ és Kozma-Bognár Veronika²

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Fesztetics Doktori Iskola

² Gábor Dénes Egyetem, Dróntechnológia és Képfeldolgozás Tudományos Műhely

*Levelezőszerző: kristof025@gmail.com

Összefoglalás: A technológia fejlődésével egyre több mesterséges intelligenciát használó növényfelismerő szoftverrel találkozhatunk, amelyek megkönnyíthetik a környezetünkben élő növények meghatározását. Munkánk során különböző növényfelismerő szoftverek hatékonyságának összehasonlítása volt a cél. A vizsgálatok helyszínéül a 2024-es évben Kis-Balaton I. ütem (Hídvégi-tó) területén található Kísérleti-tavat, valamint annak közvetlen környezetét választottuk. A gépi látáshoz kapcsolódóan jelen esetben az eszköz feladata az volt, hogy érzékelje az elé helyezett növényt, azt elkülönítse a háttérrel jelentő növényektől, és az egyes jellemvonásai alapján döntést hozzon arról, hogy pontosan milyen növényről is van szó. A kutatás során hat különböző növényfelismerő alkalmazást vetettünk össze 15, a területre jellemző növényfajról készített kép elemzése által. A növények egyszerű eszközként jelentek meg a kísérletben, melyek segítségével az applikációk összehasonlítása megvalósulhatott. Kiválasztásuk fő szempontja azt volt, hogy a bemeneti adathalmaz tartalmazzon egyszerű, a háttérrel közel azonos színű, valamint egyedi, színes virággal rendelkező növényeket is. Figyelembe vettük a szűkebb és tágabb értelemben vett pontosságot, a kapott eredményeket pedig összevetettük a szoftver fejlesztői által feltüntetett értékekkel. Az eredmények tükrében megállapítottuk, hogy melyik alkalmazás javasolt a növények pontos felismerésére ebben a régióban.

Kulcsszavak: *gépi látás, mesterséges intelligencia, növényfelismerés, mobil alkalmazás*

Abstract: With the development of technology, more and more artificial intelligence-based plant recognition software is being developed, which can make it easier to determine the plants living in our environment. The aim of our work was to compare the effectiveness of different plant recognition software. We chose Kísérleti lake and its immediate surroundings in the area of Stage I (Hídvégi lake) in Kis-Balaton in the year 2024. In connection with machine vision, the task of the device was to detect the plant, separate it from the plants representing the background, and based on its individual characteristics, make a decision about exactly what kind of plant it is. During the research, we compared six different plant recognition applications

by analyzing 15 images of plant species typical of the area. The plants appeared as a simple tool in the experiment, with which the comparison of applications could be realized. The main aspect of their selection was that the input data set should contain simple plants with almost the same color as the background, as well as plants with unique, colorful inflorescences. We checked the accuracy and compared the results with the values indicated by the developers of the software. Based on the results, we determined which application is recommended for the accurate recognition of plants in this region.

Keywords: *machine vision, artificial intelligence, plant recognition, mobile application*

1. Bevezetés

Az 1950-es évekre nyúlik vissza az ötlet, hogy olyan gépeket hozzanak létre, amelyek képesek az emberi intelligenciával kapcsolatos feladatok elvégzésére. Az MI fogalma azonban csak a 21. században kezdett érdemben formálódni a gépi tanulási algoritmusok és a neurális hálózatok kifejlesztésével. Az MI tág értelemben úgy definiálható, mint a gépek azon képessége, hogy olyan feladatokat hajtsanak végre, amelyek jellemzően emberi intelligenciát igényelnek, mint például a minták felismerése és a döntések meghozatala (Minsky, 1961). A mesterséges intelligencia lényege tehát olyan gépek létrehozása, amelyek képesek tanulni az adatokból és alkalmazkodni az új helyzetekhez. Ezt általában a gépi tanulással (machine learning) érik el, amely a mesterséges intelligencia egy részterülete. Olyan algoritmusok fejlesztésére összpontosít, amelyek képesek tanulni az adatokból, és előrejelzéseket vagy döntéseket hozni a meglévő információk alapján (Prasad et al., 2023).

A gépi tanulás egyik kulcsfogalma a neurális hálózat (neural network), egy számítási modell, amelyet az emberi agy szerkezete ihletett. A neurális hálózatok egymáshoz kapcsolódó csomópontokból állnak, melyek feladata az adatok mintáinak felismerése. Ez lehetővé teszi számukra, hogy olyan feladatokat hajtsanak végre, mint a képfelismerés, beszéd felismerés (Dietterich, 1997). Általánosságban elmondható, hogy a neurális hálózatokat úgy képezik ki, hogy minimalizálják a betanítási adatkészlet hibáit, ezzel csökkentve a gyakorlati alkalmazás során fellépő hibalehetőségek kockázatát. A neurális hálózatok lineárisan skálázódnak a betanítási adathalmaz méretével (Zhang et al., 2018).

A kortárs mesterséges intelligencia információ feldolgozó rendszernek tekinthető a gépi tanulás és modellezési technikák megvalósítása révén (Li et al, 2022), mely képes végrehajtani olyan feladatokat, mint például a vizuális észlelés, a beszéd felismerés, a döntéshozatal és a nyelvek közötti fordítás (Chassignol et al., 2018).

A gépi látás lehetővé teszi a gépek számára különféle vizuális információk megértését (Doris & Potter, 2024). Az olyan mesterséges intelligencia alapú technikák, mint például a mélytanulás (deep learning) jelentős előrelépést tettek lehetővé a gépi látás alkalmazásában, például a tárgyfelismerésben, a képszegmentálásban és az arcfelismerésben (Han et al., 2020). A képfeldolgozás és gépi látás alkalmazása az utóbbi években egyre nagyobb teret nyert, népszerűségük óriási növekedését a Python programozási nyelv népszerűségének növekedése és a különféle képfeldolgozó keretrendszerek, például az OpenCV (kezdetben C++-hoz, majd

Pythonhoz) bevezetése, a gépi tanulás és a deep learning fejlesztése jelentette (Zhang et al., 2022).

A gépi látás az élet számos területén alkalmazható (Kakani et al. 2020), többek közt a növényfelismerésében is. A gépi optikai rendszerek képesek automatikusan meghatározni a növények fejlettségét és méretét, azonosítani a sérüléseket és a betegségeket, valamint osztályozni az egyedeket különféle paraméterek szerint. Ez többek közt lehetővé teszi a mezőgazdasági termelékenység növelését, valamint a feldolgozás költségeinek csökkentését (Tian et al., 2020). A napfény intenzitása a nap folyamán eltérő, ami a színek változását idézi elő, ezért a szegmentáló rendszert minden körülményre ki kell képezni, hogy egész napos valós idejű használatra alkalmas legyen. Egyes publikációkban eltérő színteret javasolnak terepi körülmények között a zöld növények elkülönítésére a háttértől. Az algoritmus jól teljesíthet különböző fényintenzitás mellett és különböző növekedési fázisokban. A javasolt gépi látórendszer működése két fő lépést foglal magában: az első lépés a színviszonyok azonosítása, a második lépés pedig a szegmentálás egy hibrid (ANN-HS) osztályozó algoritmus segítségével (Sabzi et al., 2017). Bizonyos esetekben a színen alapuló szegmentálás nem ad jó eredményt. Ez legtöbbször akkor fordul elő, ha a vizsgált növény színe közel azonos a háttér színével, például egy zöld növény egyéb zöld növények közt. A szakirodalom ebben az esetben olyan módszereket javasol, amelyek különböző típusú jellemzőket alkalmaznak, mint például a textúra és az alakzat, valamint amelyek megvizsgálják a pixelek egyes csoportjait és azok egymáshoz való viszonyát (Badeka et al., 2019).

2. Anyag és módszer

Vizsgálataink helyszínéként a Kis-Balaton I. ütem (Hídvégi-tó) területén található Kísérleti-tavat, valamint annak közvetlen környezetét választottuk. Az általunk vizsgált terület a Kis-Balatonon helyezkedik el, mely Európa fokozottan érzékeny területei közé sorolható, emellett a Balatonnal együtt világviszonylatban is egyedülálló ökoszisztémát alkot. A vizsgált területen a part közelében mocsári növények, nád, gyékény található. A tó körül megfigyelhetők a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) csoportjai, mely növény több, a Kis-Balatonon folyó kutatás alapjául szolgál (Kozma-Bognár et al., 2016, Kozma-Bognár et al., 2021). A parttól távolodva gyomokkal tarkított fűfélék alkotják a meghatározó növényzetet, amelyeket fokozatosan felváltanak a fás szárú állományok.

Célunk az egyes növényfelismerő alkalmazások összehasonlítása volt a területen található különféle növényfajok azonosítása révén. Ezek a szoftverek mesterséges intelligenciát és fejlett gépi tanulási algoritmusokat használnak a képek elemzéséhez és pontos eredmények biztosításához. A növények azonosítása fénykép segítségével történik. A vizsgált szoftverek esetében nyílt forráskódú (ingyenesen hozzáférhető) applikációkkal dolgoztunk. Az elmúlt években ezen a területen végzett kutatások alapján elmondhatók, hogy a nyílt forráskódú szoftverek jelenleg teljesítményben és összetettségben elmaradnak a kereskedelmi szoftverek szintjétől, viszont fejlesztésük azokénál sokkal gyorsabb ütemben halad. Ez annak köszönhető, hogy általában egy-egy munkafolyamatra építenek. (Lehoczky & Siki, 2020).

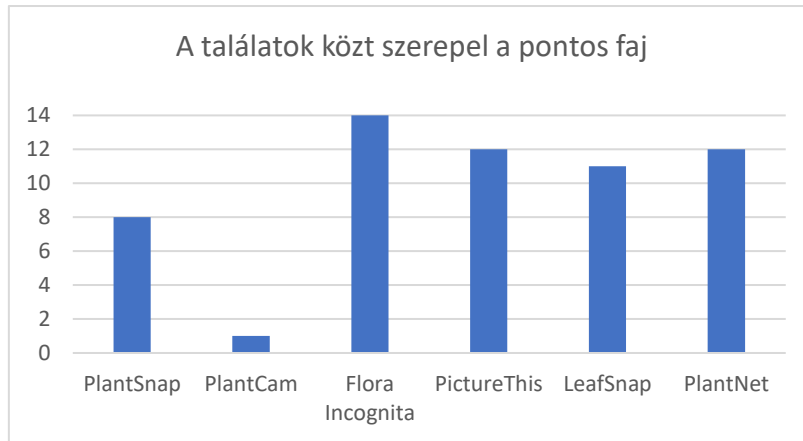
Kutatásunk során hat különböző növényfelismerő szoftvert vizsgáltunk, melynek célja az egyes alkalmazások eredményességének vizsgálata volt. Minden applikáció esetében lehetőség nyílik arra, hogy a szoftver használata közben készítsünk képet a növényről és azt elemezzük. Ebben az esetben a hat applikáció hat különböző képet használ a növény felismeréséhez. Emellett egy olyan lehetőség is adott, hogy egy, a galériában lévő képet töltsünk fel, így mind a hat szoftver esetében ugyan az a fotó szolgál alapul egy adott növény felismeréséhez. Vizsgálatunk során mindkét lehetőséget kipróbáltuk, és a két módszer ugyan azzal az eredménnyel szolgált, tehát ez nem befolyásolta a felismerést. Habár a szoftverek felépítése hasonló, lehetnek eltérések a szükséges operációs rendszer, az adott fejlesztőcsapat székhelye, valamint a felület nyelve között is (1. táblázat). A felhasználók által adott értékelések minden applikáció típus esetén hasznos információval szolgálhatnak, mivel a tapasztalatok és vélemények összességét mutatja.

1. táblázat. Az egyes applikációk főbb paraméterei

Applikáció	Operációs rendszer	Székhely	Támogatott nyelv	Értékelés
PlantSnap	Android/iOS	Amerika	Angol	4,6
PlantCam	Android/iOS	-	Angol	3,6
Flora Incognita	Android/iOS	Németország	Magyar	4,5
PictureThis	Android/iOS	Kína	Angol	4,8
LeafSnap	Android/iOS	Amerika	Angol	4,1
PlantNet	Android/iOS/Windows	Amerika	Magyar	4,7

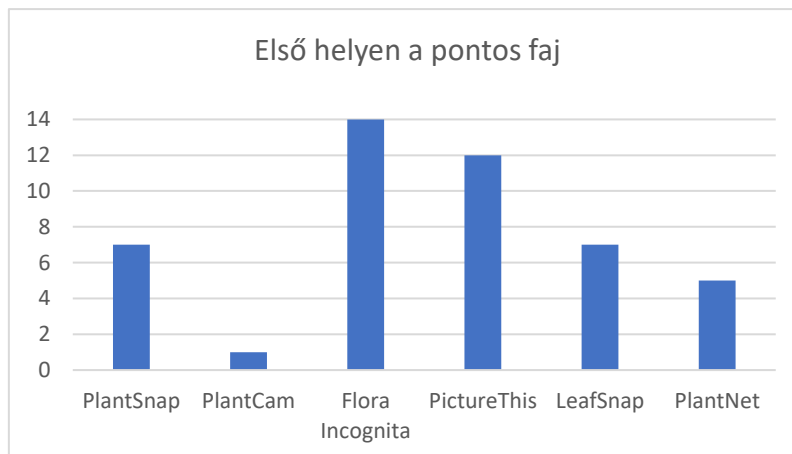
3. Eredmények és értékelésük

Alapvetően két megközelítésből vizsgálhattuk az eredményeinket. Az 1. ábra esetében már azt jó eredménynek vettük, ha a képen látható növény szerepel a találatok közt. A több találatot adó szoftverek esetében a pontosság százalékos értékétől függetlenül az összes találatot figyelembe vettük. Habár jelentős eltérések tapasztalhatók, azonban a szoftverek kétharmada így is 70% feletti pontosságot mutatott. A szoftverek közt negatív értelemben kiemelkedő volt a PlantCam, ami a meghatározni kívánt 15 növényből mindössze egy esetben volt képes pontosan meghatározni a fajt, valamint hat esetben semmilyen eredményt nem tudott felmutatni. Mivel ez a szoftver különösen rosszul teljesített, felmerült az emberi hiba okozta torzítás lehetősége, ezért később több képet is kapott a növényekről. Annak a lehetősége is felmerült, hogy a készülék kamerájával van problémája a szoftvernek, így nem csak saját fotókat, hanem galériába illő, különböző fotósok által készített képeket is a program rendelkezésére bocsátottunk. Az erőfeszítések ellenére a több kép sem tudott változtatni az eredményeken.



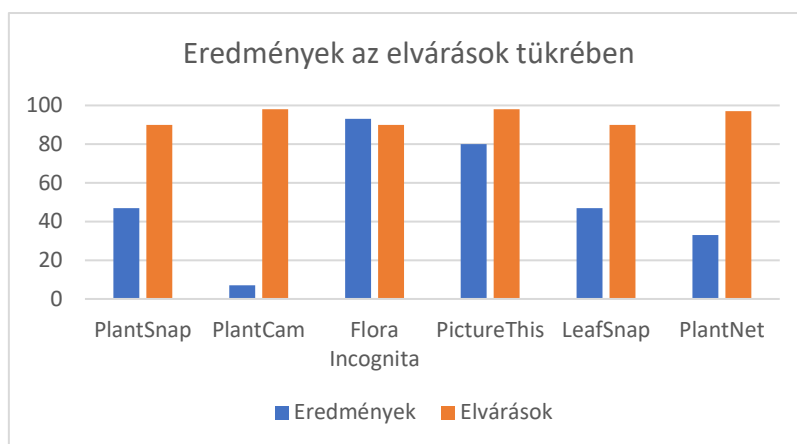
1. ábra. A találatok közt szerepel a pontos faj

A 2. ábra esetében csak azt fogadtuk el pontos eredménynek, ha az adott szoftver amellet, hogy megadja a pontos fajt a találatok közt, azt első helyen tünteti fel, mint a legvalószínűbb opciót. Ebben az esetben a Flora Incognita kiemelkedő, 93%-os pontosságot ért el. Ezt követte a PictureThis a maga 80%-os értékével, ami még mindig használhatónak bizonyult. A többi szoftver a pontos meghatározás esetén mind 50% alatti eredményességgel rendelkezett.



2. ábra. Első helyen szerepel a pontos faj

Végül a saját eredményeinket összevetettük azokkal a találati pontosság értékekkel, amelyeket a szoftver fejlesztői közöltek le az egyes reklámfelületeiken (3. ábra). Mivel az első helyen szereplő jó eredmény sokkal megbízhatóbb az átlag felhasználóknak, ezért ezeket az eredményeket használtuk. Az egyes szoftverek fejlesztői 90-98% közötti találati pontosság értékekkel hirdették magukat, melyek ezek után elvárásként jelentek meg részünkről. Eredményeink alapján csupán egy applikáció, a Flora Incognita volt képes elérni azt a pontosságot, amelyet a fejlesztők véleménye alapján elvártunk tőle.



3. ábra. Eredmények az elvárások tükrében

4. Következtetések

A hat vizsgált szoftver közül nem mind bizonyult eredményesnek, a szűkebb értelemben vett megbízhatóság 7% és 93% között mozgott. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a Flora Incognita a növényfajok felismerésében a legjobb eredményt adta. Ha a célunk a növény eredményes beazonosítása, akkor ez az applikáció lehet megoldás, hisz esetünkben 93%-os pontosságot mutatott. Az eredmények fényében kijelenthetjük azt is, hogy esetünkben csupán ez a szoftver érte el azt a pontosságot, amit a fejlesztői a szoftver leírásában feltüntettek. Fontos megjegyezni, hogy az egyes szoftverek fejlesztői más-más florisztikai jellemzőkkel rendelkező régiókban tevékenykedtek, így az adatbázisuk valószínűleg jelentős különbségeket mutat. A Flora Incognita-t az Ilmenai Műszaki Egyetem és a jénai Max Planck Biogeokémiai Intézet tudósai alkották meg. Fejlesztését több minisztérium, természetvédelmi ügynökség és alapítvány finanszírozta. Az applikáció fejlesztői és a velük együttműködésben dolgozó botanikusok valószínűleg nagyobb figyelmet fordítottak Európa flórájára, ez is hozzájárulhatott ahhoz, hogy ilyen jó eredményt produkált. Összességében elmondható, hogy az, hogy egy applikáció teljes mértékben ingyenes nem jelenti azt, hogy a szoftver rosszabb lenne, mint a versenytársai.

Köszönetnyilvánítás

A TKP2021-NVA-05 számú projekt, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból, a TKP 2021 támogatási program keretében finanszírozott, az Innovációs és Technológiai Minisztérium által nyújtott támogatással valósult meg.

Irodalom

- Badeka, E., Kalabokas, T., Tziridis, K., Nicolaou, A., Vrochidou, E., Mavridou, E., Papakostas, G.A., Pachidis, T. 2019. Grapes Visual Segmentation for Harvesting Robots Using Local Texture Descriptors. *International Conference on Computer Vision Systems*. Springer: Thessaloniki, Greece, 98–109. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34995-0_9
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., Bilyatdinova, A. 2018. Artificial Intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Computer Science*, **136**, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>
- Dietterich, T.G. 1997. Machine-Learning Research. *AI Magazine*, **18** (4), 97. <https://doi.org/10.1609/AIMAG.V18I4.1324>
- Doris, L., Potter, K. (2024): The Role of Deep Learning in Computer Vision. *Machine Learning*.
- Han, B.-G., Lee, J. T., Lim, K.-T., Choi, D.-H. 2020. License Plate Image Generation using Generative Adversarial Networks for End-To-End License Plate Character Recognition from a Small Set of Real Images. *Applied Sciences* **10**, 2780. <https://doi.org/10.3390/app10082780>
- Kakani, V., Nguyen, V. H., Kumar, B. P., Kim, H., Pasupuleti, V. R. 2020. A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry. *Journal of Agriculture and Food Research*, **2**, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100033>
- Kozma-Bognár, K., Szeglet, P., Berke, J., Kozma-Bognár, V. 2021. Térinformatikai adatbázis fejlesztésének lehetőségei a Kis-Balaton mintaterületén. XXVII. Multimédia az oktatásban online nemzetközi konferencia kiadvány. 181–185.
- Kozma-Bognár, V., Magyary, V., Berke, J. 2016. Ultranagy felbontású légifelvétel multitemporális elemzése. *Debreceni Egyetem Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás*. **7**, 271–277. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3711.7044>
- Lehoczky, M., Siki, Z. 2020. Fotogrammetriai feldolgozószoftverek. *Geodézia és Kartográfia*. **72** (2), 23–27. <http://doi.org/10.30921/GK.72.2020.2.4>
- Li K., Hopkins A. K., Bau D., Viégas F., Pfister H., Wattenberg M. 2022. Emergent world representations: exploring a sequence model trained on asynthetic task. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.13382>
- Tian, H., Wang, T., Liu, Y., Qiao, X., Li, Y. 2020. Computer vision technology in agricultural automation—A review. *Information Processing in Agriculture* **7**, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.09.006>
- Minsky, M. 1961. Steps Toward Artificial Intelligence. *Proceedings of the IRE*, **49** (1), 8–30. <https://doi.org/10.1109/JRPROC.1961.287775>
- Prasad G.A., Kumar, A. V. S., Sharma, P., Irawati, I. D., Chandrashekar D. V., Musirin, I. B., Abdullah, H. M. A., Rao, L. M. 2023. Artificial Intelligence in Computer Science: An Overview of Current Trends and Future Directions. In S. Rajest, B. Singh, A. Obaid, R. Regin, & K. Chinnusamy (Eds.), *Advances in Artificial and Human Intelligence in the Modern Era*, IGI Global, 43–60. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1301-5.ch002>
- Sabzi, S., Abbaspour-Gilandeh, Y., Javadikia, H. 2017. Machine vision system for the automatic segmentation of plants under different lighting conditions. *Biosystems Engineering* **161**, 157–173. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.06.021>

- Zhang, H., Cisse, M., Dauphin, Y. N., Lopez-Paz, D. 2018. mixup: Beyond Empirical Risk Minimization. International Conference on Learning Representations, Vancouver, BC, Canada, 1–13. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1710.09412>
- Zhang, W., Liu, D., Wang, C., Liu, R., Wang, D., Yu, L., Wen, S. 2022. An Improved Python-Based Image Processing Algorithm for Flotation Foam Analysis. *Minerals* **12**, 1126. <https://doi.org/10.3390/min12091126>

*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*

