

37. Országos Tudományos Diákköri Konferencia

Had- és Rendészettudományi Szekció

Budapest, 2025. április 22–24.

Nemzeti Köszolgálati Egyetem

Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar

Pályamunka címe

**A mesterséges intelligencia hatása a drónok fejlődésére és
alkalmazhatóságára**

Jelige: *AIMLDL*

Pályamunka lezárásának időpontja: 2025 év. 1 hónap

2025.

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETŐ GONDOLATOK, A TÉMA AKTUALITÁSA.....	3
1.1	Múlt, jelen és jövő	3
2.	A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA, ÉS A PROGRAMOZÁSÁHOZ SZÜKSÉGES RÉSZALGORITMUSOK	6
3.	A DRÓNOK ÚJ KÉPESSÉGEIK MEGJELENÉSE A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HATÁSÁRA	8
3.1.	Drónrajokban való működés és a peremhálózatok szerepe	10
3.2.	Tárgy- és alakfelismerés	11
3.3.	Prediktív karbantartás	11
3.4.	Gesztus- és beszédfelismerés.....	11
3.5.	Autonóm vezetés	11
4.	A FEJLETT DRÓNOK ÁLTAL ELLÁTOTT FELADATOK	13
4.1.	Katonai alkalmazás.....	14
4.2.	Mezőgazdaság	15
4.3.	Szervizrobotika.....	15
4.4.	Kritikus infrastruktúra megfigyelése és védelme	16
4.5.	Katasztrófaelhárítás	16
4.6.	Szállítási szolgáltatások.....	17
4.7.	Rendvédelem és bűnüldözés.....	18
4.8.	Építőipari alkalmazások	19
5.	FEJLETT DRÓNOK ENERGIAIGÉNYÉNEK MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI.....	20
5.1.	Grafén alapú drónok	20
5.2.	Vezeték nélküli töltési lehetőségek	21
5.3.	Más modern energiatárolási és töltési lehetőségek.....	23
6.	BEFEJEZŐ GONDOLATOK.....	24
7.	IRODALOMJEGYZÉK.....	26
8.	ÁBRAJEGYZÉK	31
9.	RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	32

1. BEVEZETŐ GONDOLATOK, A TÉMA AKTUALITÁSA

A mesterséges intelligencia (AI¹), a gépi tanulás (ML²) és a mélytanulás (DL³) forradalmasította a fejlett robotika területét az elmúlt években, ezáltal a drónok alkalmazásának tárháza is szélesedett, mivel ezen roboteszközök elérhetik akár a teljes autonóm munkavégzést is. Az AI, az ML és a DL átalakítja a fejlődő drón ökoszisztéma területét, intelligensebbé, hatékonyabbá és összetettebb feladatokhoz, környezetekhez alkalmazkodóbbá téve a drónokat [1], [2].

Az AI, ML és DL egyes alkalmazásai a fejlett robotikában magukban foglalják az autonóm navigációt, az objektumfelismerést és -manipulációt, az emberi hang feldolgozást és a prediktív karbantartást. Ezeket a technológiákat felhasználják az emberekkel és más robotokkal együttműködésre képes drónok (robotok) fejlesztésében, amelyek képesek az emberek mellett dolgozni, és alkalmazkodni a változó környezetekhez és feladatokhoz, ezáltal közel emberi értelmi képességet érnek el [1], [2].

Az AI, ML és DL fejlett közlekedési rendszerekben használhatók, hogy az UAV⁴-k biztonsággal, hatékonysággal tudjanak közlekedni az adott feladatok végrehajtásában. Ezen túlmenően számos alkalmazási területük van az ipari szereplők megfigyelése, hibafeltárás és munkavégrehajtás hatékonyságának növelésében, a költségek csökkentésében és az ügyfelek elégedettségének javításában. Az alábbi áttekintés bemutatja a mesterséges intelligencia kapcsolatát a drónozással, és az ebben rejlő óriási potenciált, amellyel megkönnyíthetjük számos feladat autonóm végrehajtását. A mesterséges intelligencia és a drónok alkalmazási területei közötti kutatás-fejlesztés lehetőségeire is ki szeretnék még térni a dolgozatomban [1], [2].

1.1 Múlt, jelen és jövő

A hidegháború alatt (1947-1991) a drónok gyártási és felhasználási elvárásai a katonai alkalmazásokat célozták meg, különösen a felderítés és a hírszerzés terén. Az Egyesült Államok és a Szovjetunió is kifejlesztette saját drónjait. A katonai fejlesztések később a polgári szektorra is hatással voltak, mivel a drónok technológiai alapjai segítették a civil felhasználásra szánt modellek fejlődését [3], [4].

A hidegháború utáni gyors fejlődés magával hozta úgy a drónok megjelenését mint, a következő ipari forradalmat, amelyet a jelen tudósai csak úgy emlegetnek, hogy a 4.0 ipari forradalom, amely napjainkban is zajlik a világban a Dolgok Internete⁵ térnyerésével (1. ábra). A dolgok internetének feladata, hogy okosabbá, kényelmesebbé és hatékonyabbá tegye a

¹ AI – Artificial Intelligence: Mesterséges Intelligencia.

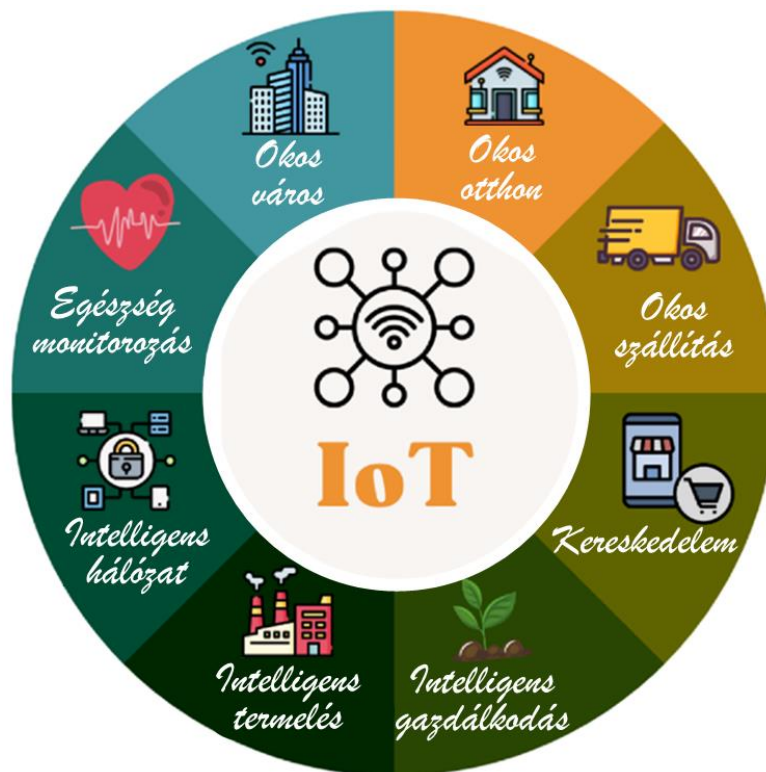
² ML – Machine Learning: Gépi Tanulás.

³ DL – Deep Learning: Mély Tanulás.

⁴ UAV – Unmanned Aerial Vehicle: Pilóta nélküli légi jármű.

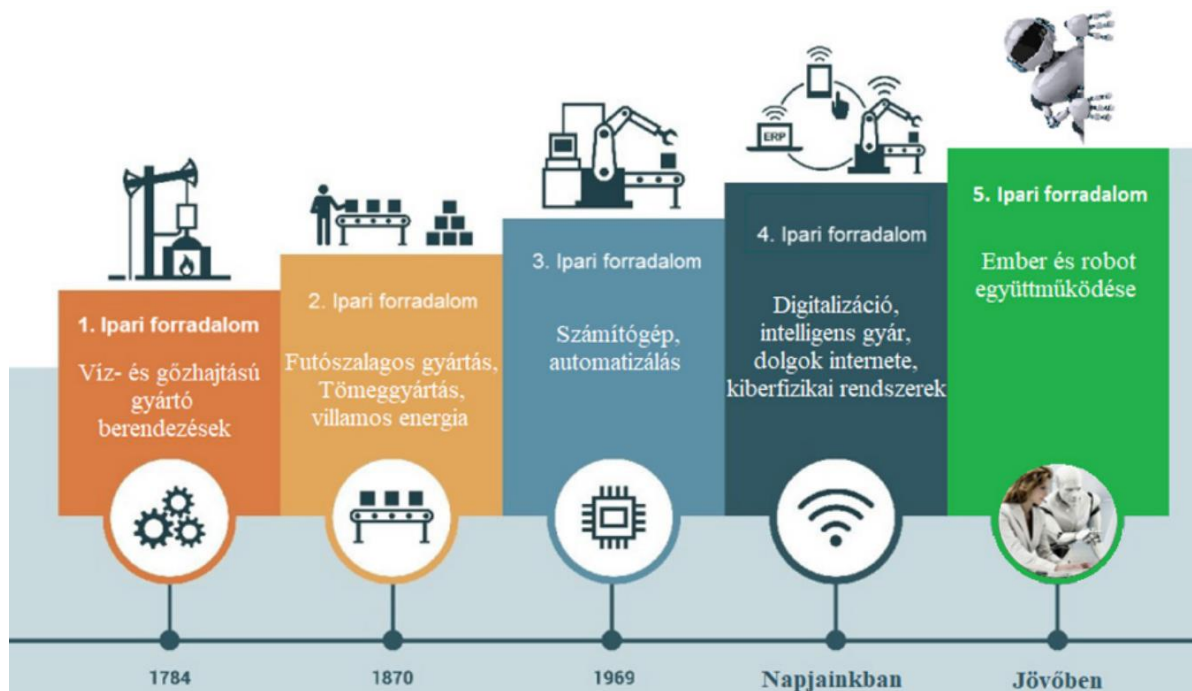
⁵ IoT – Internet of Things: Dolgok Internete.

mindennap használt eszközöket és rendszereket, például okos otthonokat, okos városokat, egészségügyi eszközöket, hadiparnak fejlesztett, önmagát nem továbbfejlesztő autonóm robotokat, ipari folyamatokat és egyéb területeket egyaránt. Az internet infrastruktúrája és a szenzorok által szolgáltatott adatok használata révén az IoT lehetővé teszi a hálózatra kapcsolt eszközök számára, hogy adatokat gyűjtsenek, továbbítsanak és cseréljenek anélkül, hogy emberi beavatkozásra lenne szükség. Emiatt az IoT széles körű alkalmazásokat tesz lehetővé, például a hatékonyság növelését, a kényelem újragondolását, az egészségügy korszerűsítését és az ipari folyamatok optimalizálását [5], [6], [7], [8].



1. ábra
Az IoT felhasználásának lehetőségei
(Szerkesztette a szerző [6] alapján)

A dolgok internetének fontos szerepe van a mesterséges intelligencia fejlődésében, mivel az IoT szenzorok által begyűjtött adatokat dolgozza fel a mesterséges intelligencia a saját adatbázisának folyamatos bővítéséért. A mesterséges intelligencia elterjedésére és munkarobotokba való integrálását a mai tudományos társaságok gyakran említik úgy, mint az 5.0 ipari forradalom, mivel a társadalom egész struktúráját hivatott megváltoztatni az ipar nagy mértékű robotizációjával, ahol a robotok az emberrel együttműködve fognak feladatokat végrehajtani (2. ábra) [2], [9].



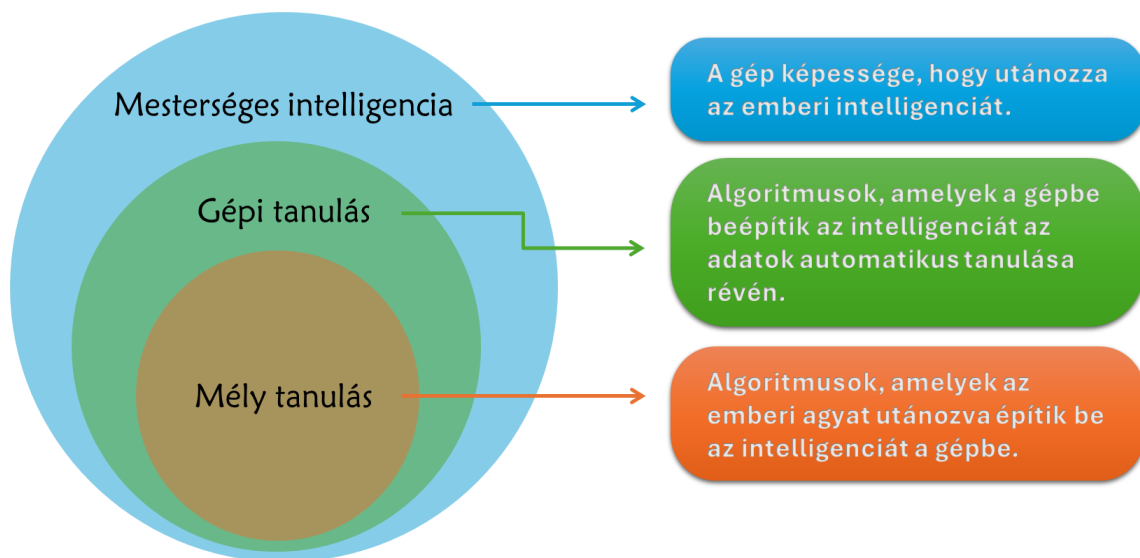
2. ábra
Az ipari forradalmak jelentős újításai [9]

Az ember és robot közötti együttműködés az ipari és szolgáltató ágazatokban egyre elterjedtebbé fog válni, a mesterséges intelligencia fejlődésének köszönhetően. A mesterséges intelligenciát felhasználó rendszerek képesek megvalósítani az úgynevezett kollaboratív robotok vagy „kobotok” számára, hogy biztonságosan és hatékonyan dolgozzanak együtt emberekkel közös munkaterületeken [10], [11].

Az ember-robot együttműködés lehetőségeit nagyban javítja az úgynevezett „adaptív biztonság” technológia, amely érzékelők, kamerák és algoritmusok segítségével képes figyelni az emberi jelenlétet és előre jelezni a mozgásokat. Ennek köszönhetően a robotok alkalmazkodni tudnak a közelükben dolgozó emberek váratlan mozdulataihhoz, biztosítva ezzel a balesetmentes munkavégzést. A mesterséges intelligencia további fejlesztései révén a kobotok nemcsak a gyártásban, hanem az emberközelibb feladatokban is szerepet fognak vállalni, mint az egészségügy, valamint a gondozási és asszisztensi szerepek [10], [11].

2. A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA, ÉS A PROGRAMOZÁSÁHOZ SZÜKSÉGES RÉSZALGORITMUSOK

A mesterséges intelligencia, a gépi tanulás és a mély tanulás mind nélkülözhetetlen technológiák, amelyek nagy sikerrel alkalmazhatóak a robotikai drónok területén (3. ábra). A fejlett drónoknak nevezett pilóta nélküli légi járműveket (UAV) gyakrabban használják számos iparágban, beleértve a mezőgazdaságot, az építőiparban, a bányászatban, a kutatás-mentésben és a katonai tevékenységekben. A mesterséges intelligencia, a gépi tanulás és a mély tanulás alkalmazása a fejlett drónokban kibővítette képességeiket, hatékonyabbá és eredményesebbé tette a különböző drónok különféle feladatainak végrehajtását és az ember-gép kooperációt is nagymértékben javítja [1], [12], [13].



3. ábra

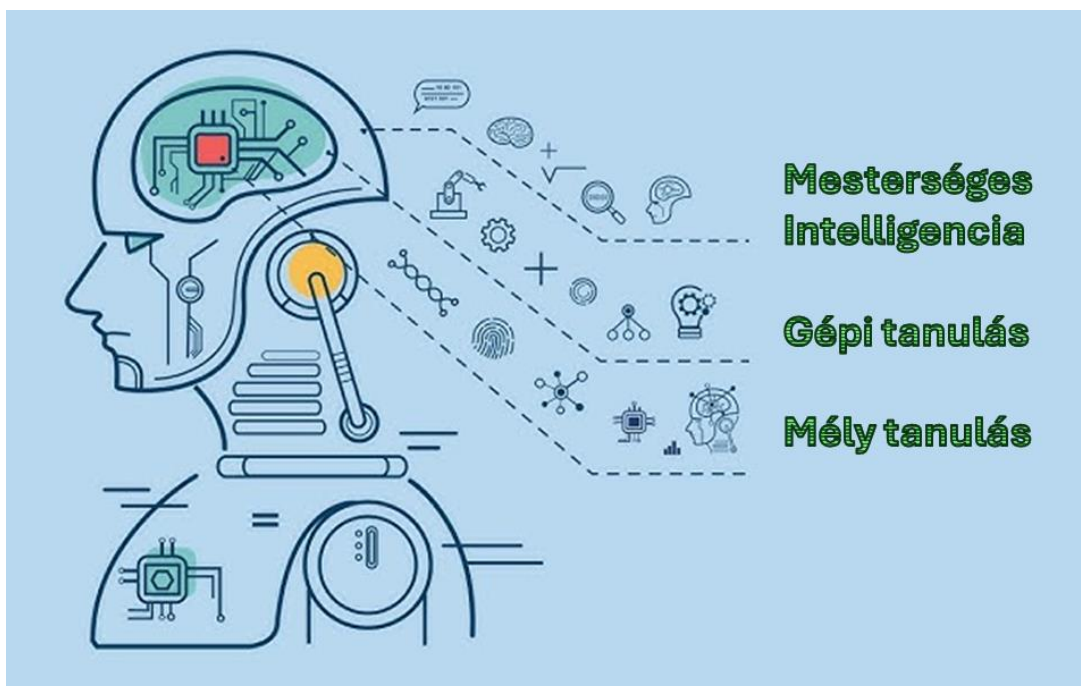
A mesterséges intelligencia kapcsolata a gépi tanulással és a mély tanulással
(Szerkesztette a szerző [14] alapján)

Azokat a drónokat amelyek működésében mesterséges tanulási algoritmusokat használnak, fejlett drónoknak nevezzük. A mesterséges intelligencia segíthet a drónoknak összetett feladatok elvégzésében azáltal, hogy olyan algoritmusokat használhat az adott UAV amelyek az érzékelőkből, kamerákból és más forrásokból származó adatok elemzésére és kiértékelésére alkalmasak. A mesterséges intelligencia segítségével a drónok az általuk gyűjtött adatok alapján önállóan hozhatnak döntéseket. Például az MI-t használható tárgyak azonosítására és követésére, akadályok észlelésére és ütközések elkerülésére, valamint a repülési útvonalak optimalizálására a maximális hatékonyság érdekében [1], [15].

Gépi tanulás (4. ábra) a drónok fejlődésére jelentős előrelépést hozott az ember-gép közös feladatellátása. A gépi tanulás a mesterséges intelligencia egy részhalmaza, amely bonyolult algoritmusokat foglal magában az ismétlődő adatok mintáinak felismerésére. A

robotizált drónok esetében a gépi tanulás segítségével javítható az objektumfelismerés, a tárgykövetés és az akadályérzékelés pontossága és annak leküzdése. Például a drónokat meg lehet tanítani arra, hogy felismerjenek különböző típusú tárgyakat, például járműveket vagy embereket, és ennek megfelelően reagáljanak, hajtsák végre az adott feladatot [16].

Mélytanulás (4. ábra) hatása a robotikára és drónokra a következő lépcsőfok a fejlődésben. A mélytanulás a gépi tanulás egy részhalmaza, amely hatalmas mennyiségű adatot képes feldolgozni. A drónok olyan nehéz feladatokat is végrehajthatnak, mint az autonóm navigáció. A mélytanulás segítségével történő térképezés az adott drón repülése közben közel teljes értékű navigációs térképet nyújt az adott fejlett drónnak. A mély tanulás például arra használható, hogy a drónokat megtanítsa valós időben észlelni és elkerülni az akadályokat [17], [18].



4. ábra

A mesterséges intelligencia, a gépi tanulás és a mély tanulás feladatai
(Szerkesztette a szerző [19] alapján)

3. A DRÓNOK ÚJ KÉPESSÉGEIK MEGJELENÉSE A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HATÁSÁRA

A mesterséges intelligencia programozásával létrejövő két említésre méltó algoritmus a gépi tanulás és a mély tanulás. A mesterséges intelligencia, a gépi tanulás és a mély tanulás mind nélkülözhetetlen technológiák az intelligens drónok létrejöttében. Ezen algoritmusok által lesznek a fejlett drónok olyan képességek birtokában, ami segíti az emberrel való szinergia létrejöttét. A mesterséges intelligencia segíti a drón fejlesztések következő területeit: érzékelés és szenzorfüzió, számítógépes látás és objektumfelismerés, autonóm navigáció és útvonaltervezés, döntéshozatal és irányítás, rajintelligencia, gépi tanulás és modelltréning, peremhálózati számítástechnika és valós idejű feldolgozás (5. ábra) [2], [20].

A mesterséges intelligencia (AI) kifejezés egy gépet azon képességgel jellemez, hogy olyan műveleteket képes végrehajtani, amelyek általában emberi intellektust, emberi gondolkodást követelnek meg, mint például a beszédfelismerés, a természetes, nonverbális nyelv megértése, érzelmek felismerése és a döntéshozatal. A mesterséges intelligencia segítségével a drónok észlelhetik környezetüket és annak változásait, kölcsönhatásba léphetnek a környezetükben lévő élőlényekkel, ítéletet hozhatnak, és komplex feladatokat hajthatnak végre [1].

A mesterséges intelligencia szerepének felfedezése a dróntechnológia fejlesztésében

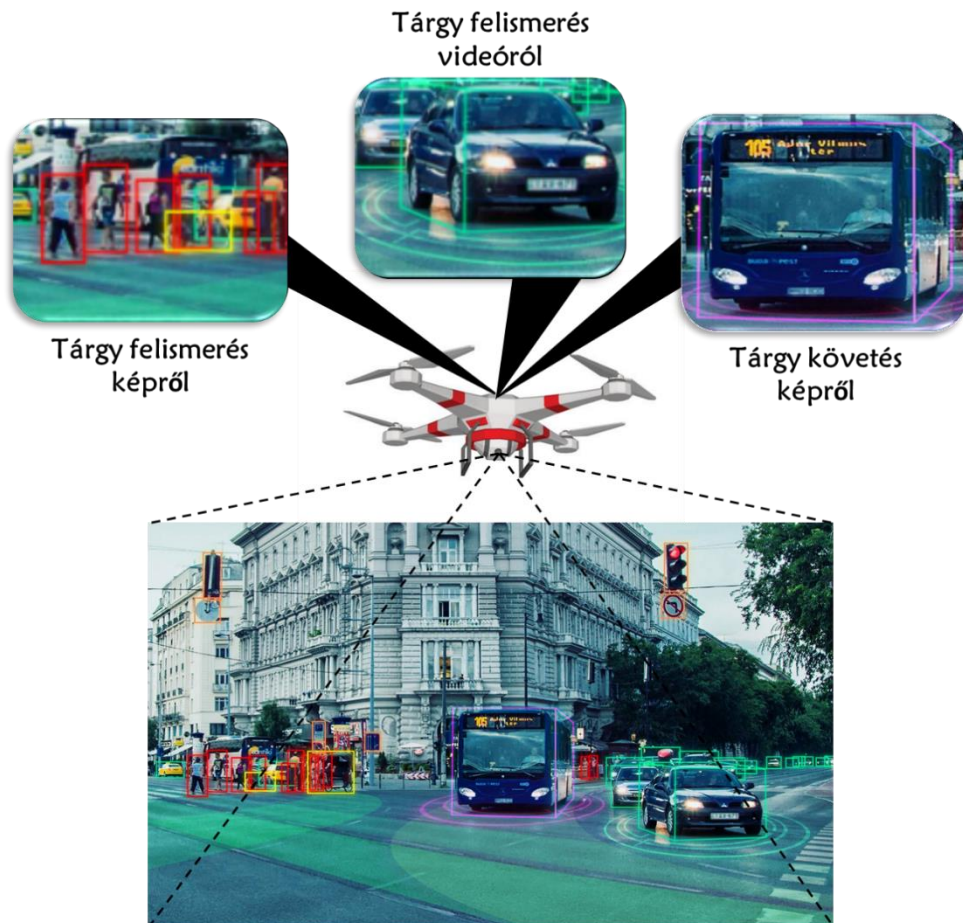


5. ábra

A mesterséges intelligencia szerepének felfedezése a dróntechnológia fejlesztésében
(Szerkesztette a szerző [20] alapján)

A mesterséges intelligencia gépi tanulási algoritmusokat használ annak érdekében, hogy a robotok és drónok tanuljanak az általuk tapasztalt vagy hozzáférhető adatokból, és a

tudásbázisukat jelentősen növelhessék. Ma már lehetséges, hogy drónokat programozzanak bizonyos feladatok elvégzésére a robotikában, mint például anyagok mozgatása, az objektumok azonosítása, keresés-kutatás légtérbeli megvalósítása és az autonóm útvonaltervezés. A mesterséges neurális hálózatokat a mély tanulásban, egyfajta gépi tanulásban használják, hogy segítsenek a számítógépeknek tanulni hatalmas mennyiségű adatból, és az adott tudást idő elteltével is fel tudják használni [1], [21].



6. ábra

Kép és videó szenzorok által szolgáltatott adatok feldolgozása
(Szerkesztette a szerző a [22], [23], [24] alapján)

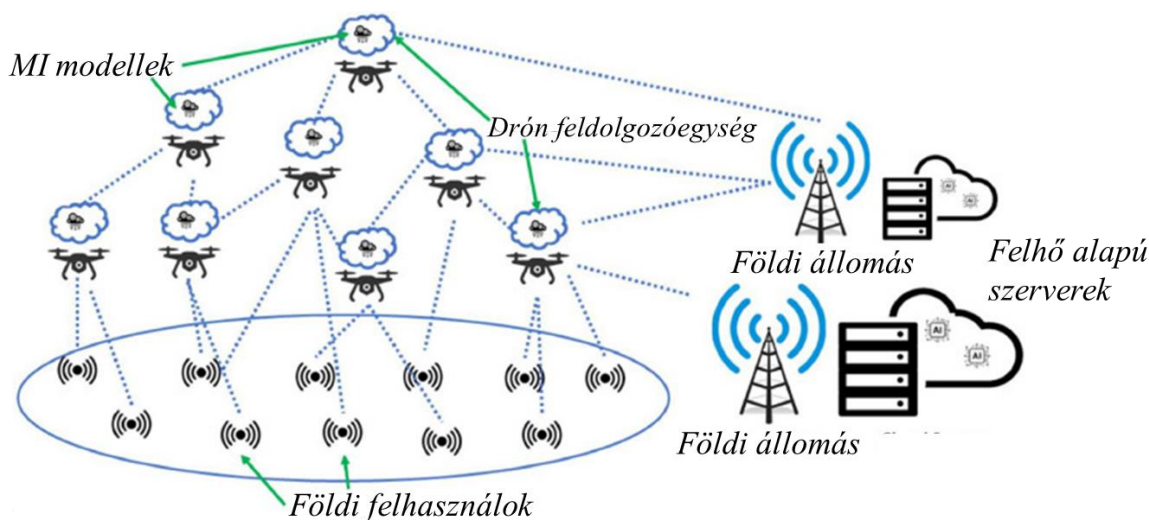
A mély tanulás különösen hasznosnak bizonyult a robotikában olyan feladatoknál, mint a kép- és beszédfelismerés, a nonverbális nyelv feldolgozása és a tárgyfelismerés terén egyaránt (6. ábra).

Ezek a technológiák együttesen lehetővé tették olyan gondolkodó gépek kifejlesztését, amelyek a feladatok széles skáláját képesek ellátni, az egyszerű műveletektől a komplex helyzetfelismerésig és navigációig, állandóan változó környezetben. Ezek a fejlett drónok képesek önálló döntést hozni a feladatuk sikeres elvégzése érdekében, és alkalmazkodni a környezeti változásokhoz [1].

A fejlett drón rajos szemléletben a mesterséges intelligenciát olyan drón kapcsolatok létrehozására használják, amelyek képesek észlelni egymás helyzetét, feldolgozni az ebből származó adatokat és ezen információk felhasználásával önállóan cselekedni összetett környezetben. A gépi tanulás lehetővé teszi az egyes robot számára, hogy tanuljanak tapasztalataikból, megosszák egymással tapasztalataikat, és idővel javítsák teljesítményüket az egymástól szerzett adatbázisok segítségével. A mély tanulás speciális problémák megoldására szolgál, amelyeket nehéz megoldani hagyományos gépi tanulási technikákkal. Ezek olyan problémák, amikor a robotnak nem azonnal kell döntést hoznia, hanem korábbi tapasztalatai által tudja megoldani a felmerülő komplikációt. Ezen technológiák kombinálásának eredményeként, a fejlett robotikai rendszereket olyan összetett feladatok elvégzésére lehet alkalmazni, amelyeket korábban lehetetlennek tartottak [1], [18].

3.1. Drónrajokban való működés és a peremhálózatok szerepe

A dolgok internetének köszönhetően létrehozható a drónok között egy olyan kapcsolat, hogy egy nagy adatbázist használjanak, ahova minden drón betáplálja az általa szerzett adatokat (7. ábra).



7. ábra

A dolgok internete (IoT) által megvalósított hálózat az autonóm drónok között
(Szerkesztette a szerző [1] alapján)

Egy drónraj mozgását a dolgok internete (Internet of Things) általi hálózatban megosztott helyadatok és az innét származó hely koordináta adatbázis feldolgozásával a mesterséges intelligencia vezérli. A pilóta nélküli légijármű (UAV) folyamatos megosztás által fogadja a feladatot egy IoT eszköztől, és a hozzárendelés befejezése után visszaküldi az eredményeket. Továbbá abban az esetben, ha a bonyolult adatfeldolgozási igények meghaladják a beépített adattároló felhők kapacitását, az UAV továbbíthatja az összegyűjtött adatokat a legközelebbi földi szerverekhez. A földi szerverek nagyobb adattárolási és feldolgozási kapacitásnak hála feldolgozóik az információ és ha szükséges a drónraj képes használni a földi adatfeldolgozó

rendszer által kiértékelt információkat is. A IoT rendszer a drónokon felül más adat kommunikációra alkalmas eszközt is tartalmazhat, amely a fizikai környezetében található és be van integrálva a rendszerbe, például okostelefonokat, érzékelőket, autókat és robotokat amelyekről folyamatos információt kap a drón a környezetéről. A mesterséges intelligencia használatával a fedélzeti felhők tárolják a felhasználók által generált adatokat [1], [18], [20].

3.2. Tárgy- és alakfelismerés

Az objektumészlelés és felismerés a mesterséges intelligencia és a gépi tanulásnak köszönhetően a drón szenzorok kritikus képességei közé sorolhatóak és fontos szerepet látnak el a keresés kutatásban valamint az őrzés védelemben egyaránt. A hatalmas mennyiségű feldolgozott adattal rendelkező neurális hálózatok betanításával a drónok nagy pontossággal azonosíthatják és osztályozhatják a környezetükben lévő objektumokat és tárgyakat. Ez segít a környezet tárgyainak észlelésében így az adott drón könnyedén tud manőverezni anélkül, hogy összeütközne más tárgyakkal. Ez különösen hasznos lehet a kutatási és mentési küldetések során, ahol a drónok gyorsan képesek nagy területet átvizsgálni, és azonosítani az érdeklődésre számot tartó objektumokat, például bajbajutott embereket, járműveket vagy épületeket [1], [20], [23], [25].

3.3. Prediktív karbantartás

A megelőző karbantartás az a karbantartási megközelítés, ahol mesterséges intelligencia és gépi tanulás segítségével észleli és detektálja a lehetséges problémákat, mielőtt azok fellépnének. Az érzékelőkből származó adatok elemzésével a prediktív karbantartási algoritmusok megjósolhatják, hogy mikor hibásodik meg az adott drón valamely eleme, ezzel lehetővé téve a proaktív javításokat vagy cseréket [1], [26].

3.4. Gesztus- és beszéd felismerés

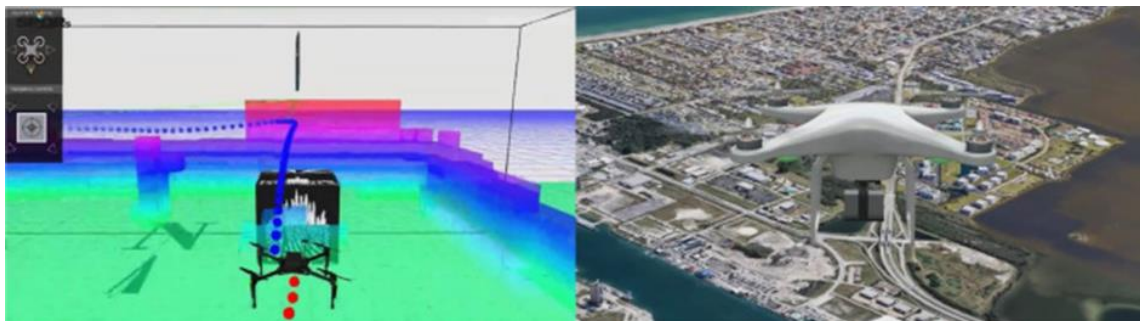
A nonverbális és verbális kommunikáció felismerése a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás a robotikában elősegíti, hogy a drónok hang vezérléssel irányíthatóak legyenek, így együttműködve az emberekkel. Például az olyan robotok, mint a Pepper⁶, már képesek felismerni az emberi gesztusokat és beszédet, és reagálni rájuk, ezáltal hasznossá téve azokat számos kontextusban, például az ügyfélszolgálatban vagy az egészségügyben [1], [27].

3.5. Autonóm vezetés

A mesterséges intelligencia és a gépi tanulás segítségével a drón rajokban mozgó UAV-k az érzékelők segítségével, emberi beavatkozás nélküli navigációval mozognak a légtérben, és önállóan hozhatják meg a vezetési döntéseket. Ezen UAV-k az önálló navigációhoz a távolság érzékelő

⁶ A Pepper robot egy humanoid robot mesterséges intelligencia szoftverekkel ellátva, amelyet a SoftBank Robotics fejlesztett ki. Az első bemutatása 2014-ben történt, és azóta számos területen alkalmazzák, például ügyfélszolgálatban, repülőtereken tájékoztató robotként és egyben kutatási célokra.

szenzorok és kamerák információját felhasználva valamint kiértékelve határozzák meg és módosítják mozgásuk pályáját, ebben fontos gépi tanulási algoritmusok játszanak szerepet, melyek elősegítik a változó környezetre való alkalmazkodást (8. ábra). A mesterséges intelligencia alkalmazása elősegíti több drón ugyanazon kis légtérben való mozgását ütközés nélkül, ebben a drónra szerelt távolságérzékelők, kamerák és GPS-jel adatok információit dolgozza fel és használja az adott repülő eszköz. Ez különösen hasznos lehet ipari alkalmazásokban, ahol a drónoknak akadályokba vagy szerkezetekbe kell repülniük [1], [20], [28].

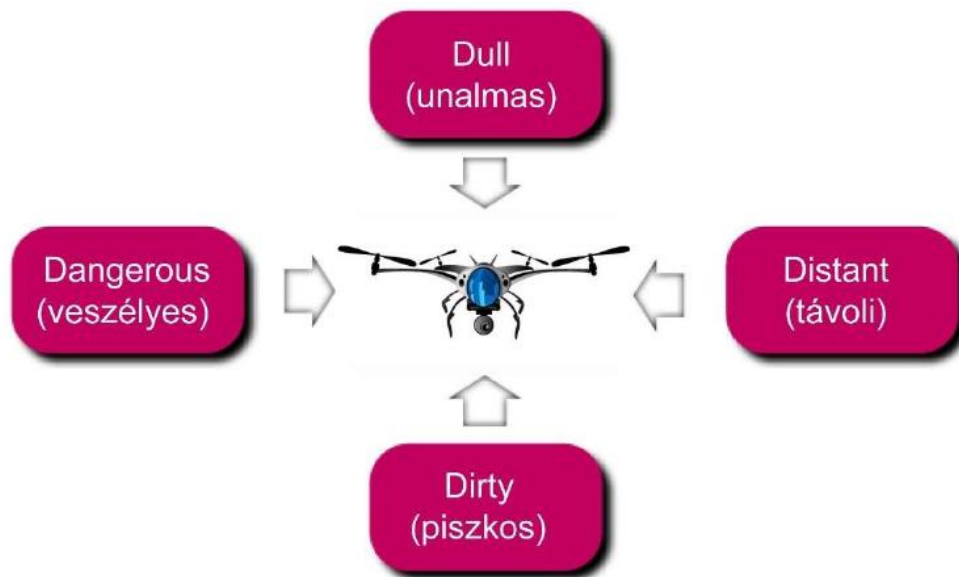


8. ábra

Drónok autonóm irányításának megvalósulása szimulációs és valós környezetben [1]

4. A FEJLETT DRÓNOK ÁLTAL ELLÁTOTT FELADATOK

A drónok fejlődésével együtt az alkalmazásuknak is meglett az alapelve, amely nagy többségben a 4D modellt követi. A drónok 4D alkalmazási modellje négy fő feladatkört foglal magában, amelyeket a pilóta nélküli légi járművek különösen hatékonyan képesek ellátni: unalmas (**Dull**), piszkos (**Dirty**), veszélyes (**Dangerous**) és mély (**Deep**) feladatok (9. ábra). Ez a modell a drónok olyan felhasználási területeire összpontosít, ahol a monoton, kockázatos, vagy nehezen elérhető környezetekben történő munkavégzés szükséges [3], [29].



9. ábra
Drónok felhasználásának 4D modellje [3]

- Unalmas: A drónok ideálisak ismétlődő és hosszadalmas feladatok automatizálására, amelyek emberi végrehajtása nem lenne hatékony vagy kényelmes. Ilyenek például a mezőgazdasági felügyeleti feladatok, az infrastruktúra ellenőrzése, és nagy területek feltérképezése. A drónok folyamatosan, fáradtság nélkül végezhetik ezeket a feladatokat, növelve az adatok pontosságát és az erőforrás-hatékonyt [3], [29].
- Piszkos: A drónok segítségével olyan helyekre is eljuthatunk, amelyek szennyezettek vagy veszélyesek az emberi egészségre, mint például szennyvíztelepek, vegyi szennyeződések helyszínei vagy ipari hulladéklerakók. Itt a drónok képesek szennyezettségi szintet mérni, környezeti kárt felmérni vagy segíteni a takarítási folyamatokban anélkül, hogy embereket veszélyeztetnénk [3], [29].
- Veszélyes: A drónok kiválóak veszélyes helyszínek felügyeletére, például magasfeszültségű vezetékek, nukleáris létesítmények vagy magas építmények

vizsgálatára. Katonai vagy katasztrófa-elhárítási környezetben képesek olyan területekre behatolni, ahol sugárzás, instabil struktúrák vagy konfliktusveszély van [3], [29].

- Mély: A drónok olyan helyekre is bejuthatnak, amelyeket emberi jelenléttel csak nehezen vagy nagy költséggel lehetne elérni, például mélytengeri kutatások, barlangi feltérképezés vagy ipari berendezések szűk részeinek vizsgálata. Az ilyen típusú feladatokban gyakran használnak víz alatti drónokat, amelyek a tengerkutatásban és az olaj- és gáziparban is fontos szerepet játszanak [3], [29].

A fejlett, mesterséges intelligencia által irányított drónok alkalmazása számos területen forradalmasította a munkafolyamatokat és nyújthat autonóm felhasználási lehetőségeket is. Az alábbiakban bemutatok néhány kulcsfontosságú területet, ahol a drónok használata jelentős előnyöket kínál és nélkülözi a kezelői élőerőt [1], [3]. Az általam bemutatott területek sorrendje nem feltétlenül erősségi sorrendet mutat.

4.1. Katonai alkalmazás



10. ábra
Hétköznapi drónra szerelt robbanótest [30]

A drónokat már napjainkban is használják katonai műveletekben olyan feladatokra, mint a felderítés, megfigyelés, bombaelhárítás és őrzés védelem. Nagyobb drón flottával rendelkező országok már több éve használják a drónokat fegyverek célba juttatása érdekében, viszont az Orosz-Ukrán konfliktus előtt ezek csak a speciális nagy testű merevszárnyas eszközök voltak. Napjainkban a tőlünk keletre lévő konfliktusban az figyelhető meg, hogy egyszerű hétköznapi használatban lévő drónokra is robbanó testet helyeznek, és ezáltal is próbálnak károkat okozni

az ellenségnek (10. ábra). Ennek előnye, hogy olcsón legyárthatóak egy légvédelmi rakétához képest, mégis hatékonyan tizedeli az ellenség élő erejét. A mesterséges intelligencia és az általa létrejött gépi tanulás algoritmusokat használ az adatok elemzésére és az összegyűjtött információk alapján döntéshozatalra, ami elősegítheti a jövőben az autonóm pusztító drón rajok létrejöttét, ami újabb etikai és büntetőjogi kérdéseket vet fel [15], [31], [32], [33].

4.2. Mezőgazdaság

Már a jelenben is feltörekvő ágazat a drónpilótás permetezés napjaink mezőgazdaságában. Idővel a mesterséges intelligencia kiszorítja a drónpilótát és önállóan gondozza majd a terményt. A mesterséges intelligenciát és a gépi tanulást olyan munkadrónok kifejlesztésére használják, amelyek képesek lesznek önállóan navigálni és kezelni a terményeket, növelve a termelési hozamot és csökkentve a munkaerőköltségeket. Jelenleg drónokat a mezőgazdasági feladatok precíziós végrehajtására használják, ilyen a kártevők megfigyelése és irtása, illetve a precíziós permetezés (11. ábra). A mesterséges intelligencia és a gépi tanulás algoritmusokat használnak a gazdálkodási műveletek optimalizálására, továbbá az időjárási minták előrejelzésére, a vízhasználat optimalizálására valamint a termés állapotának és a talaj minőségének figyelésére is [34].



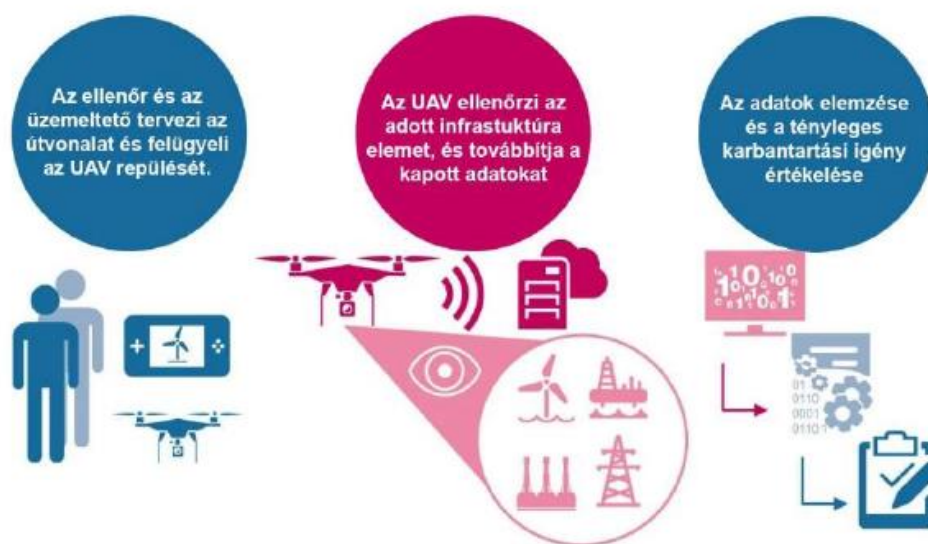
11. ábra
Mezőgazdasági permetező drónok [35]

4.3. Szervizrobotika

A fejlett drónok az emberek kényelmét hivatottak szolgálni, ezért szolgáltatások elvégzésére használják őket, mint például takarítás, ételszállítás, bevásárlás. A mesterséges intelligencia és a mély tanulási algoritmusok segítségével lehetőséget nyújt a drónok számára, hogy interakcióba lépjenek az emberekkel, és megértsék igényeiket és preferenciáikat egyaránt, ezáltal elősegítve az emberek kényelmét [1], [36].

4.4. Kritikus infrastruktúra megfigyelése és védelme

A mesterséges intelligencia és ML algoritmusokkal felszerelt drónok felügyeleti és biztonsági alkalmazásokhoz használhatók, például kritikus infrastruktúrák területének figyelésére, behatolók észlelésére és potenciális fenyegetések azonosítására (12. ábra). Emellett a drónok nagyobb területen elterülő energiahordozók szállításának ellenőrzésére és védelmére is alkalmasak lehetnek, mint a kőolaj, földgáz vagy az elektromos hálózat. A kiterjedt szállító rendszerek meghibásodásának vizsgálatait az intelligens drónok szenzorjaival monitorozhatóvá válnak. Ilyen hibák lehetnek a földgáz és kőolaj szivárgás egy esetlegesen megrepedt vezetéken vagy egy leszakadt elektromos vezeték felderítése, elektromos kisülési problémák észlelése[1], [7], [38].



12. ábra

Drónok által végzett kritikus infrastruktúra védelmének feladatai [3]

4.5. Katasztrófaelhárítás

A mesterséges intelligencia és a gépi tanulás algoritmusával felfegyverzett drónok használhatók a katasztrófaelhárítási erőfeszítések felgyorsításában, a károk gyors felmérésében és a segítségre szoruló területek prioritizálásában. A fejlett drónok segítségével egyszerűbbé válnak a természeti-, és ipari katasztrófák helyzetértékelései és fontos mentési műveletek megtervezésében nyújthatnak fontos információkat. Feladatuk lehet a katasztrófák területein bajbajutott személyek felkutatása és megközelíthetetlen helyekre való túlélési-, egészségügyi csomagok, táplálék és folyadék juttatása. A balesetek megelőzésében is jelentős feladatot láthatnak el a folyamatos monitorozással, ha egy bizonyos területen a körülmények adottak egy természeti- vagy mesterségesen előállított katasztrófára. Szenzorok által ez a monitorozás eléggé pontos adatokat nyújt a terület biztonsági értékéről, mitöbb, ha a katasztrófa elkerülhetetlen, a drónok képesek

riasztani a katasztrófa védelmi erőket és figyelmeztetni a veszélyes területen tartózkodókat. A fenti feladatok mellett a tűzoltásban is fontos feladatokat tud ellátni a megfigyelés és felmérés mellett, egy nagyobb méretű drón a precíziós tűzoltással mentesítheti a kritikus helyeket, ahol a tűzoltónak már túl veszélyes lenne dolgoznia (13. ábra) [39], [40].



13. ábra
Drón alkalmazás katasztrófák mentesítésénél [39]

4.6. Szállítási szolgáltatások

A csomagok távoli vagy nehezen elérhető régiókba is eljuttathatók mesterséges intelligencia és gépi tanulás algoritmusokkal rendelkező drónok segítségével, mivel önálló útvonal tervezéssel és helyzetfelméréssel kiküszöbölik az emberi munkaerőt (14. ábra). Amikor a drónok csomagokat szállítanak, ezek az algoritmusok irányíthatják őket, és segítik elkerülni az újukba kerülő akadályokat, továbbá mivel a levegőben közlekednek ezzel jelentősen fel gyorsítják a termék megérkezését a célba, és az emberi munkaerő is csökkenthető ezzel, viszont ehhez pontos cím adatok megadása szükséges, amit egy szakavatott embernek még mindig ellenőriznie kell. A fejlett drónokkal szállítható eszközöknek a hasznos teher szempontjából tömeg korláttal rendelkeznek, ezért még a szárazföldi szolgáltatások is megmaradnak. További probléma lehet a hatótávolság is, amit töltőállásokkal ki lehet küszöbölni. Drónok segítségével kiváltható a szervátültetési donor szervek szállítása a gyorsaság miatt, de postai leveleket, tárgyakat, élelmet, egészségügyi eszközöket egyaránt lehet szállítani velük [1], [39], [41].



14. ábra
Csomagszállító munka drónok feladat közben [42]

4.7. Rendvédelem és bűnüldözés

A rendőrségi akciók és műveletek során a mesterséges intelligenciával gondolkodó drónok rendkívül sokoldalú eszközök lehetnek (15. ábra). Felhasználhatóak madártávlatból történő megfigyelésre és fedett vagy operatív akciókra egyaránt. A rendvédelmi szervek számára a drónok bevezetése és alkalmazása jelentős gyorsulást és hatékonyságot hozhat a területfeltérképezés és felderítés terén. Nemcsak a rendőrök, hanem a közelben tartózkodó civil lakosok is informálva lesznek, mivel a drónok segítenek figyelmeztetni a civileket a rendőri jelenlétre. A veszélyes helyzetek felismerésében és kezelésében a fejlett drónok kulcsfontosságú szerepet kapnak még azelőtt, hogy a csapatok beavatkoznának. A drónokra szerelhető torkolattűz detektáló rendszerek⁷ lehetővé teszik a lövöldözők gyors azonosítását és elfogását. A torkolattűz detektálás különböző módszerekkel lehetséges, amelyeknek célja, hogy lövések után azonnal azonosítani lehessen a lövés irányát és helyzetét, különösen olyan helyzetekben, ahol váratlanul történik a lövés. A menekülő bűnözőt az autonóm drón könnyen követheti és helyzetjelentést küldhet a lokációjukról. Korábban ehhez helikopterek voltak szükségesek, ami jóval költségesebb és feltűnőbb megoldás volt [31], [32], [39].

⁷ Az akusztikus érzékelők a lövés hangját és szuperszonikus hangját detektálják, de városi környezetben vagy zajos területeken kevésbé megbízhatók. A radar és LIDAR rendszerek a lövedék röppályáját követik, de ezek a rendszerek aktív sugárzást bocsátanak ki. Az elektromos térérzékelés a lövedék elektromos töltését észleli, amely csak kis távolságban használható hatékonyan. Az elektro-optikai detektálás, amely különösen az infravörös tartományra fókuszál, mivel a torkolattűz által kibocsátott hő és fény ezen a spektrumon a legjobban érzékelhető [43].



15. ábra
Rendőrségi drónok akcióban [39]

4.8. Építőipari alkalmazások

A pilóta nélküli légi járművek alkalmazása az építőiparban forradalmasítja a projektmenedzsmentet és a kivitelezési folyamatokat. A drónok segítségével elvégezhetők a helyszíni felmérések, amelyek lehetővé teszik a részletes 3D modellek készítését, így a tervezés során pontosabb adatok állnak rendelkezésre a civil mérnököknek (16. ábra) [44].

A drónok emellett javítják a dokumentáció minőségét is, mivel magas felbontású képeket és videókat készítenek, amelyek segítik a projekt állapotának nyomon követését. Ez különösen fontos lehet jogi szempontból, mivel a részletes nyilvántartás megkönnyíti a későbbi auditokat és ellenőrzéseket. Ezek az eszközök nemcsak időt és költséget takarítanak meg, hanem hozzájárulnak a fenntartható építkezési gyakorlatokhoz is, mivel csökkentik a nehézgépek szükségességét és a helyszíni munkaerőt [44].



16. ábra
Építkezés ellenőrzés drón felhasználásával [44]

5. FEJLETT DRÓNOK ENERGIAIGÉNYÉNEK MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI

Az akkumulátor élettartama és kapacitása jelentős nehézséget hordoz magában a nem állandó energiahordozó rendszerrel rendelkező robotoknál. A mesterséges intelligencia, a gépi tanulás és a mélytanulás algoritmusok számításigénye jelentős, emiatt az energetikai rendszer stabil működéséhez újra kell gondolni a drónok akkumulátor töltését. A jelenlegi akkumulátortechnológiák, mint például a lítium-polimer (LiPo) és lítium-ion (Li+) akkumulátorok, korlátozott repülési időt biztosítanak. A fejlett pilóta nélküli légi járművek fedélzetén nem csak az elektromos meghajtást kell ellátniuk az akkumulátoroknak, hanem a beépített nagy energiaigényű mesterséges intelligenciát és a napjainkban is működő modern szenzorrendszert is. Az érzékelők általi begyűjtött adatokat ezentúl a drón nem csak eltárolja, hanem használnia is kell a navigációhoz és a feladatok ellátására. Az ebből levonható következmények, hogy az energia sűrűsége még nem elegendő ahhoz, hogy hosszabb ideig levegőben maradjanak a drónok, különösen ha autonóm működést várunk el az adott roboteszköztől [45], [46].

Az akkumulátorok töltése hosszadalmas folyamat lehet, és nagyon gyakori a nagy teljesítményigény miatt, ami korlátozza a drónok folyamatos használatát. Gyors töltési megoldásokra van szükség a hatékonyabb működés érdekében, egyik ilyen megoldás a nagyobb energia sűrűségű akkumulátorok kifejlesztése, a másik meg a jelenleg tesztelés alatt álló vezeték nélküli töltés [45], [47].

5.1. Grafén alapú drónok

A grafén technológia képes lesz forradalmasítani a drónok világát. Az első grafén bevonatú drón, a Juno, amit a University of Central Lancashire mutatott be 2018-ban, már most is jelentős előrelépést jelent a repülő eszközök terén (13. ábra) [45], [48].

A Juno 3,5 méteres szárnyakkal rendelkezik, és a grafén bevonatnak köszönhetően merevszárnyú kialakításban 17%-kal könnyebb, mint ha hagyományos szénszálas bevonatot használtak volna a legyártására. Nemcsak a szerkezetben hanem az akkumulátorban is grafént használtak. A teljes grafén szerkezet hosszabb üzemidőt eredményezett. Továbbá a grafén alapú akkumulátornak köszönhetően megnövekedik a drón üzemideje is [45], [48].

A Manchester Egyetem által fejlesztett grafén alapú akkumulátorok jelentős áttörést hoznak az energiatárolás terén. Ezek az akkumulátorok rendkívül gyorsan tölthetők újra és nagyobb kapacitással rendelkeznek, mint a hagyományos lítium-ion vagy lítium-polimer akkumulátorok. Az élettartamuk is hosszabb, és akár testhővel vagy napenergiával is újra tölthetőek [45], [48].



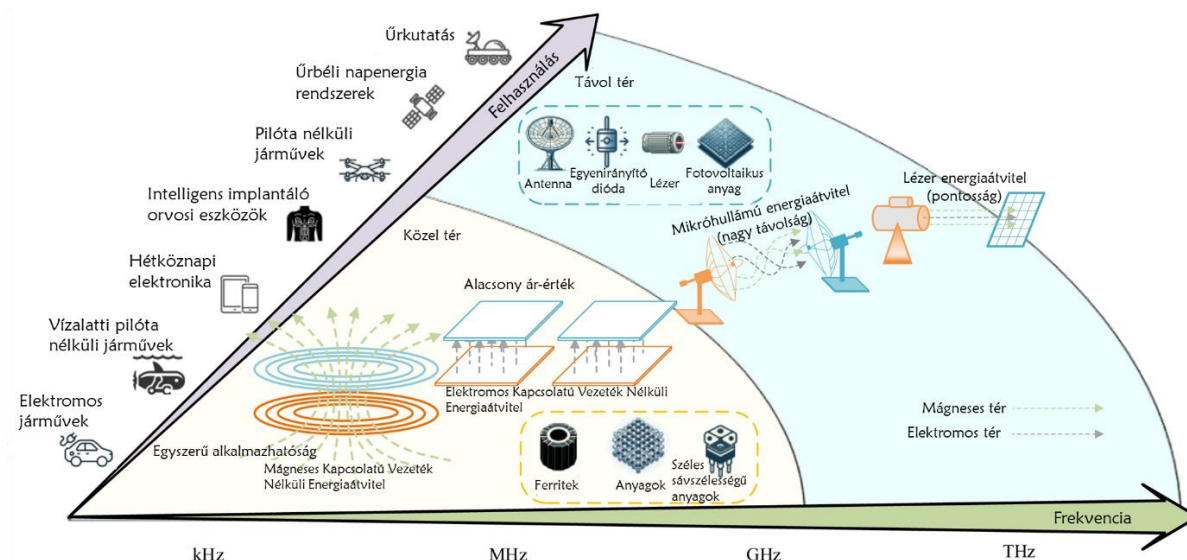
17. ábra
A grafén alapú Juno drón [48]

Az okostelefon néhány másodperc alatt, míg egy elektromos autó néhány perc alatt tölthető fel grafén alapú akkumulátort használva. Emellett a Manchester Egyetem kísérletezik a szél- vagy napenergia grafén akkumulátorokban való tárolásával is, ami további lehetőségeket kínál az alternatív energiaforrások hatékonyabb felhasználására [45], [48].

Összességében a grafén technológia a drónok terén nemcsak könnyebb és hatékonyabb repülőgépeket eredményezhet, hanem az energiatárolás terén is forradalmi változásokat hozhat, ami hosszabb repülési időt és szélesebb alkalmazhatóságot tesz lehetővé az intelligens drónok számára, ez egy olyan előrelépés lenne, amely elősegítené a mesterséges intelligencia algoritmusok stabil használatát a drónok számára [45], [48].

5.2. Vezeték nélküli töltési lehetőségek

Az akkumulátoros drónok energetikai támogatására számos lehetőség kínálkozik a mai tudomány állása szerint, amelyek között szerepelnek a vezeték nélküli töltőállomások akár leszállva akár repülés közben és a repülés közbeni lézersugaras töltés (18. ábra) [45].



18. ábra

Vezeték nélküli töltés lehetőségei, és alkalmazása
(Szerkesztette a szerző [46] alapján).

5.2.1. Repülés közbeni lézeres töltés

Repülés közbeni lézersugaras töltés esetén a drónoknak lehetőségük van leszállás nélküli töltésre a levegőben, mivel ez egy vezeték nélküli módszer. A lézersugaras töltés során a drónt lézerrel célozzák meg, és ezáltal történik az energiatovábbítás. Ez nagyon ígéretes technológia, mivel növelheti a drónok repülési idejét anélkül, hogy vissza kellene térniük a töltőállomásra [45].

5.2.2. Elektromágneses indukción alapuló töltés

Az elektromágneses indukción alapuló drónok töltése az indukcióból kinyert elektromos energián alapszik, akár egy transzformátor energiaátvitelére. Ehhez a módszerhez a drónnak le kell szállnia egy bizonyos töltőállomásra, ahol nagy energia tartalmú mágneses tér van. A leszállást követően a drón töltődni kezd és amikor eléri a maximális töltöttségi szintet, akkor autonóm módon továbbrepül a feladatot végrehajtani. Ezen töltőállomások számától és hatékonyságától függően a fejlett drónok emberi beavatkozás nélkül tudnák végezni munkájukat. Ezen töltőállomások kiépítése igen költséges a megfelelő mennyiségben, de a jövőben biztosan lesz igény az autonóm drónok elterjedésének elősegítése érdekében [46], [47], [49], [50].

A drónok energiaellátása elektromágneses tér kisugárzásával az egyik legkorszerűbb gondolat a vezeték nélküli energiaátvitel megvalósításában, itt ugyanis a drónnak nem kell leszállnia egy bizonyos töltőállomásra. Ez a módszer lenne a legideálisabb a drónok egy bizonyos térrészben való töltésére, anélkül, hogy le kellene szállniuk, esetlegesen még a munkát is folytatni tudnák, ezzel megteremtve a végtelen fedélzeti energiát egy intelligens munkadrón számára, és ezzel már egyszerűbbé válna az óriási energiaigény megoldása amit a mesterséges intelligencia algoritmusai felemésztenek [46].

5.3. Más modern energiatárolási és töltési lehetőségek

A vezetékes drónok optikai kábeleken keresztül kapják az energiát, amelyek nagy intenzitású fényt alkalmazva továbbítják az áramot. Ez lehetővé teszi nagyobb teljesítményű drónok üzemeltetését, amelyek hosszabb ideig képesek repülni, mivel közvetlenül kapcsolódnak az energiaforráshoz [45].

Hibrid drónok esetén az akkumulátor mellett üzemanyagcellák, napelemek vagy szuperkondenzátorok egészítik ki a rendszert, így különböző energiaforrások kombinációjával maximalizálják a drón üzemidejét és hatékonyságát [45].

A drónok energetikai rendszerének folyamatos táplálása kritikus kérdés a mesterséges intelligencia, gépi tanulás és mély tanulás energia igényét tekintve. Az energiaellátás jövőbeli vezetéknélküli technológiái napjainkban kiforrás alatt vannak, jelenleg is fontos kutatási terület a nem helyhez kötött robotikában. Ezen nehézségek működőképes és piacképes megoldása lehetőséget teremt az egyre bonyolultabb algoritmusok futtatására az autonóm drónok területén [1], [46].

6. BEFEJEZŐ GONDOLATOK

A munkám során a mesterséges intelligencia hatását vizsgálva a drónok fejlődésére megfigyeltem, hogy ahová betörtek innovációként a 20. század végén a manuálisan irányítható drónok, napjainkban ezen munkákat autonóm hálózatba szervezett gépekkel és a mesterséges intelligenciával igyekszünk önállóbbá tenni. A külső beavatkozást nem igénylő drónok több területen megkönnyíthetik az emberek életét, és érzékelhető, hogy a jövőben a robotizálás által teljesen át fog venni néhány munkakört, ezáltal belátható időn belül több ember által végzett szakma el fog tűnni. A dolgozatomban említett intelligens pilóta nélküli légi járművek által elvégezhető feladatkörök sokszínűsége is mutatja, hogy a drónok több eltérő feladatot képesek precíziósan ellátni a társadalom életét komfortosabbá téve. A kutatásomban említett 4D alkalmazási modellre támaszkodva, következtethető, hogy idővel a kritériumoknak megfelelő feladatok nagyrészt nem ember fogja végezni.

A mesterséges intelligencia és a dróntechnológia összekapcsolódása alapvető változásokat hozott a pilóta nélküli légi járművek alkalmazhatóságában és működésében. Ezen intelligens rendszerek nem csupán lehetővé teszik a drónok autonóm működését, hanem számos új alkalmazási területet is megnyitnak, amelyek korábban nem voltak elérhetők a hagyományos, manuálisan vezérelt drónok számára. A mesterséges intelligencia és a gépi tanulás használata olyan funkciókat biztosít, mint a tárgy- és alakfelismerés, autonóm navigáció, prediktív karbantartás, és a valós idejű környezetre való reagálás, amelyek a drónokat a modern társadalom nélkülözhetetlen eszközévé teszik.

A drónok autonómiájának fejlődése különösen fontos a mezőgazdaságban, ahol a precíziós növényvédelem és a hozam optimalizálása központi szerepet kap. Az ilyen rendszerek alkalmazása csökkenti a munkaerőköltségeket, minimalizálja a vegyszerhasználatot, és növeli a termelékenységet. Hasonló előnyöket tapasztalhatunk a rendvédelmi és katonai alkalmazásokban is, ahol a drónok képesek a felderítés és megfigyelés hatékonyabb végrehajtására, veszélyes területek feltérképezésére, és akár célzott támadások végrehajtására is. Az infrastruktúra felügyelet és a katasztrófa-elhárítás szintén olyan területek, ahol a mesterséges intelligenciával ellátott drónok segítségével gyorsabban és hatékonyabban lehet monitorozni az állapotokat, és megtervezni a helyreállítási folyamatokat.

Ezek az alkalmazások ugyanakkor újabb kihívásokat és felelősségeket is hordoznak. Az autonóm drónok elterjedése és növekvő szerepe az adatbiztonság, a magánszféra védelme, és az etikai kérdések tekintetében komoly figyelmet igényel. A jogi szabályozásnak lépést kell tartania a technológiai fejlődéssel, hogy biztosíthassuk a drónok felelős és átlátható működését.

Az autonóm döntéshozatal és a katonai alkalmazások különösen érzékeny területek, amelyek szabályozása a jövő egyik legnagyobb kihívása lehet.

Az energiaellátás és a hosszabb működési idő elérése szintén kritikus tényező a drónok fejlődésében. Az olyan újító technológiák, mint a mikrohullámú vagy lézeres töltés, illetve a grafén alapú akkumulátorok, forradalmasíthatják a drónok használatát, mivel lehetővé teszik a folyamatos működést és minimalizálják a töltési idő miatti leállásokat. Ezen energiaellátási megoldások segítségével a drónok egyre nagyobb hatékonysággal és hosszabb ideig képesek üzemelni, amely kiemelten fontos a katonai, ipari és mezőgazdasági alkalmazásoknál.

Összességében a mesterséges intelligencia által támogatott drónok szerepe egyre fontosabbá válik a modern technológiai társadalomban. Ezek az eszközök már most jelentős mértékben hozzájárulnak a gazdaság, a közszolgáltatások és az ipari folyamatok hatékonyságához. A jövőben várható, hogy a drónok és a mesterséges intelligencia még szorosabb integrációja forradalmi változásokat hoz az autonóm rendszerek terén, elindítva az 5. ipari forradalmat, amelyben a robotizált, önállóan működő eszközök együttműködnek az emberrel a közös célok megvalósítása érdekében.

A technológiai fejlődés üteme és az innovációk széleskörű alkalmazása előrevetíti, hogy a drónok képesek lesznek teljesen autonóm módon ellátni bizonyos feladatokat, helyettesítve vagy kiegészítve az emberi munkaerőt. A mesterséges intelligencia vezérelte drónok gyorsabbá, hatékonyabbá és biztonságosabbá teszik a munkafolyamatokat, ugyanakkor továbbra is szükséges, hogy a szabályozás és a technológiai etika lépést tartson ezzel a fejlődéssel. Az előttünk álló évek izgalmas lehetőségeket rejtenek az autonóm rendszerek terén, amelyeket az emberek és drónok közötti együttműködésben rejlő lehetőségek kiaknázása fog fémjelezni.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] M. Soori, B. Arezoo, and R. Dastres, “Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review,” *Cogn. Robot.*, vol. 3, pp. 54–70, 2023, doi: 10.1016/j.cogr.2023.04.001.x
- [2] Woschank M, Rauch E, Zsifkovits H. A Review of Further Directions for Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning in Smart Logistics. *Sustainability*. 2020; 12(9):3760. <https://doi.org/10.3390/su12093760>
- [3] Major G., “A pilóta nélküli légi jármű rendszerek (UAS) nemzetbiztonsági célú felhasználásának lehetőségei, technikai korlátai és alkalmazásának etikai kérdései” Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2023. PhD értekezés, doi: 10.17625/NKE.2023.034.
- [4] V. Prisacariu, “The history and the evolution of uavs from the beginning till the 70s” *Journal of Defense Resources Management* Vol. 8, Issue 1 (14) 2017. Online: http://journal.dresmara.ro/issues/volume8_issue1/15_Vasile_PRISACARIU.pdf
- [5] Whaiduzzaman M, Barros A, Chanda M, Barman S, Sultana T, Rahman MS, Roy S, Fidge C. A Review of Emerging Technologies for IoT-Based Smart Cities. *Sensors*. 2022; 22(23):9271. Online: <https://doi.org/10.3390/s22239271>
- [6] J. Simon, A tárgyak internete – Internet of Things (IoT). In: Szalma, József (szerk.) *A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken 2014: Föld- és ingatlantulajdon, fenntartható mezőgazdasági fejlődés, Újvidék, Szerbia: Vajdasági Magyar Tudományos Társaság* pp. 558-566. 2015. Online: https://www.researchgate.net/profile/Janos-Simon/publication/277414046_A_targyak_internete_-_Internet_of_Things_IoT/links/556aad2908aeab7772212ad8/A-targyak-internete-Internet-of-Things-IoT.pdf
- [7] P. Pătrașcu, “Emerging Technologies and National Security: The Impact of IoT in Critical Infrastructures Protection and Defence Sector,” *Land Forces Acad. Rev.*, vol. 26, no. 4, pp. 423–429, Dec. 2021, doi: 10.2478/raft-2021-0055.
- [8] “The Fourth Industrial Revolution and Unmanned Aerial Vehicles” Nov. 02, 2024. Online: <https://www.linkedin.com/pulse/fourth-industrial-revolution-unmanned-aerial-vehicles-algo-new-ydjgf>
- [9] Dr. habil Oláh Judit, Prof. Dr. Popp József, Erdei Edina: *Az Ipar 5.0 megjelenése: ember és robot együttműködése. Logisztikai Trendek és legjobb gyakorlatok. V. évfolyam 1. szám 2019 július. BI-KA Logisztika Kft. DOI: 10.21405/logtrend.2019.5.1.12* Online: <https://real.mtak.hu/140360/1/2-Olah-Popp-Erdei-1.pdf>

- [10] “Human-robot collaboration: How we’re going to work together with the robot in the future - Fraunhofer IKS,” Fraunhofer Institute for Cognitive Systems IKS. Nov. 03, 2024. Online: <https://www.iks.fraunhofer.de/en/topics/industry-40/human-robot-collaboration.html>
- [11] C. Lin and W. Qi, “Integrating AI in Human-Robot Interaction: Emerging Challenges and Future Directions,” in 2024 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing Workshops (ICASSPW), Apr. 2024, pp. 379–382. doi: 10.1109/ICASSPW62465.2024.10627168.
- [12] Z. Ning et al., “Mobile Edge Computing and Machine Learning in the Internet of Unmanned Aerial Vehicles: A Survey,” ACM Comput. Surv., vol. 56, no. 1, p. 13:1-13:31, 0 2023, doi: 10.1145/3604933.
- [13] A. Heidari, N. Jafari Navimipour, M. Unal, and G. Zhang, “Machine Learning Applications in Internet-of-Drones: Systematic Review, Recent Deployments, and Open Issues,” ACM Comput. Surv., vol. 55, no. 12, p. 247:1-247:45, 0 2023, doi: 10.1145/3571728.
- [14] Saumyab271, “Machine Learning vs Deep Learning vs Artificial Intelligence,” Analytics Vidhya. Jun. 11, 2024. Online: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/06/machine-learning-vs-artificial-intelligence-vs-deep-learning/>
- [15] S. Wasilow and J. B. Thorpe, “Artificial Intelligence, Robotics, Ethics, and the Military: A Canadian Perspective,” AI Mag., vol. 40, no. 1, pp. 37–48, 2019, doi: 10.1609/aimag.v40i1.2848.
- [16] C. Toma, M. Popa, B. Iancu, M. Doinea, A. Pascu, and F. Ioan-Dutescu, “Edge Machine Learning for the Automated Decision and Visual Computing of the Robots, IoT Embedded Devices or UAV-Drones,” Electronics, vol. 11, no. 21, Art. no. 21, Jan. 2022, doi: 10.3390/electronics11213507.
- [17] A. Singh, K. Raj, T. Kumar, S. Verma, and A. M. Roy, “Deep Learning-Based Cost-Effective and Responsive Robot for Autism Treatment,” Drones, vol. 7, no. 2, Art. no. 2, Feb. 2023, doi: 10.3390/drones7020081.
- [18] Y. Yazid, I. Ez-Zazi, A. Guerrero-González, A. El Oualkadi, and M. Arioua, “UAV-Enabled Mobile Edge-Computing for IoT Based on AI: A Comprehensive Review,” Drones, vol. 5, no. 4, Art. no. 4, Dec. 2021, doi: 10.3390/drones5040148.
- [19] sulipy, Mesterséges intelligencia | Gépi tanulás | Mély tanulás | Hazai példák a leírásban, (Sep. 18, 2022). Nov. 03, 2024. [Online Video]: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=T1EwEJw-LwY>

- [20] vanshikasingh, “AI in Drones: Benefits, Use Cases and Challenges for Businesses,” Appinventiv. Nov. 04, 2024. Online: <https://appinventiv.com/blog/ai-in-drones/>
- [21] J. Howard, “Artificial intelligence: Implications for the future of work,” *Am. J. Ind. Med.*, vol. 62, no. 11, pp. 917–926, Nov. 2019, doi: 10.1002/ajim.23037.
- [22] László K., “A válság nem pokol, hanem tisztítóüz.” Oct. 07, 2024. Online: https://totalcar.hu/magazin/2020/06/16/a_valsag_nem_pokol_hanem_tisztitotuz/
- [23] X. Wu, W. Li, D. Hong, R. Tao, and Q. Du, “Deep Learning for Unmanned Aerial Vehicle-Based Object Detection and Tracking: A survey,” *IEEE Geosci. Remote Sens. Mag.*, vol. 10, no. 1, pp. 91–124, Mar. 2022, doi: 10.1109/MGRS.2021.3115137.
- [24] “Drone with camera, UAV. Isolated on white background. 3d Vector...,” iStock. Oct. 07, 2024. Online: <https://www.istockphoto.com/hu/vektor/dr%C3%B3n-kamer%C3%A1val-uav-feh%C3%A9r-h%C3%A1tt%C3%A9rrel-elszigetelve-vektoros-illusztr%C3%A1ci%C3%B3-gm825126098-133733679>
- [25] Q. Bai, S. Li, J. Yang, Q. Song, Z. Li, and X. Zhang, “Object Detection Recognition and Robot Grasping Based on Machine Learning: A Survey,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 181855–181879, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3028740.
- [26] W. J. Lee, H. Wu, H. Yun, H. Kim, M. B. G. Jun, and J. W. Sutherland, “Predictive Maintenance of Machine Tool Systems Using Artificial Intelligence Techniques Applied to Machine Condition Data,” *Procedia CIRP*, vol. 80, pp. 506–511, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.procir.2018.12.019.
- [27] X. Jiang, S. C. Satapathy, L. Yang, S.-H. Wang, and Y.-D. Zhang, “A Survey on Artificial Intelligence in Chinese Sign Language Recognition,” *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 45, no. 12, pp. 9859–9894, Dec. 2020, doi: 10.1007/s13369-020-04758-2.
- [28] B. B. Elallid, N. Benamar, A. S. Hafid, T. Rachidi, and N. Mrani, “A Comprehensive Survey on the Application of Deep and Reinforcement Learning Approaches in Autonomous Driving,” *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 34, no. 9, pp. 7366–7390, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.jksuci.2022.03.013.
- [29] A. Diab, “Drones Perform the Dull, Dirty, or Dangerous Work,” *Tech.co.* : Nov. 04, 2024. Online: <https://tech.co/news/drones-dull-dirty-dangerous-2014-11>
- [30] “Ukrajnának nem elég jók az amerikai drónok - inkább kínait keres helyettük,” *euronews*. Jun. 13, 2024. Online: <https://hu.euronews.com/2024/04/11/ukrajna-hadipari-beszerzesek-dronok>
- [31] Tóth V. Z., “A pilóta nélküli repülő szerkezetek (UAV-k) rendvédelemben betöltött szerepe, biztonságtechnikai kockázata, a rendvédelmi drónok jövőbeli fejlesztési iránya

- és a biztonságtechnikai kockázatok csökkentésének lehetőségei,” *Rendvédelem*, vol. 12, no. 1, pp. 7–42, 2023, doi: 10.53793/RV.2023.1.2.
- [32] Ambrózy D. et al., “Drónok alkalmazása a rendvédelemben, különös tekintettel a mesterséges intelligencia-módszerekre a dróntechnológia területén,” *Rendvédelem*, vol. 11, no. 2, pp. 33–47, 2022, doi: 10.53793/RV.2022.2.3.
- [33] Porkoláb I. and Dávid F., “Innovációs erő: felforgató technológiai megoldások újszerű alkalmazása az orosz–ukrán háborúban,” *Honvédségi Szemle*, vol. 151, no. 6, pp. 68–82, 2023, doi: 10.35926/HSZ.2023.6.6.
- [34] M. T. Linaza et al., “Data-Driven Artificial Intelligence Applications for Sustainable Precision Agriculture,” *Agronomy*, vol. 11, no. 6, p. 1227, Jun. 2021, doi: 10.3390/agronomy11061227.
- [35] “Rólunk - www.agrarkontakt.hu.” Jun. 13, 2024. Online: <https://www.agrarkontakt.hu/>
- [36] R. Belk, “Ethical issues in service robotics and artificial intelligence,” *Serv. Ind. J.*, vol. 41, no. 13–14, pp. 860–876, Oct. 2021, doi: 10.1080/02642069.2020.1727892.
- [37] “DJI drónok,” DRON.HRP.HU - Magyarország legnagyobb DJI disztribútora. Nov. 04, 2024. Online: <https://dron.hrp.hu/>
- [38] F. S. Alrayes et al., “Artificial Intelligence-Based Secure Communication and Classification for Drone-Enabled Emergency Monitoring Systems,” *Drones*, vol. 6, no. 9, Art. no. 9, Sep. 2022, doi: 10.3390/drones6090222.
- [39] “Drónok a személyi-, vagyon-, és rendvédelemben,” DRON.HRP.HU - Magyarország legnagyobb DJI disztribútora. Jun. 13, 2024. Online: <https://dron.hrp.hu/enterprise-dronok/dronok-szemelyi-vagyonvedelemben/>
- [40] S. K. Abid et al., “Toward an Integrated Disaster Management Approach: How Artificial Intelligence Can Boost Disaster Management,” *Sustainability*, vol. 13, no. 22, Art. no. 22, Jan. 2021, doi: 10.3390/su132212560.
- [41] S. Sorooshian, S. Khademi Sharifabad, M. Parsaee, and A. R. Afshari, “Toward a Modern Last-Mile Delivery: Consequences and Obstacles of Intelligent Technology,” *Appl. Syst. Innov.*, vol. 5, no. 4, Art. no. 4, Aug. 2022, doi: 10.3390/asi5040082.
- [42] “Nem csak teherszállító drónok segíthetik a logisztikát a jövőben,” *Okoslogisztika* by JUNGHEINRICH. Jun. 14, 2024. Online: <https://okoslogisztika.hu/automatizalas/dronok-logisztikaban/>
- [43] J. Krieg, C. Eisele, and D. Seiffer, “Electro-optical muzzle flash detection,” presented at the SPIE Security + Defence, D. A. Huckridge, R. Ebert, and S. T. Lee, Eds., Edinburgh, United Kingdom, Oct. 2016, p. 99870A. doi: 10.1117/12.2240777.

- [44] “Drónok az építőiparban és az ingatlankezelésben,” DRON.HRP.HU - Magyarország legnagyobb DJI disztribútora. Nov. 04, 2024. Online: <https://dron.hrp.hu/enterprise-dronok/dronok-az-epitoiparban-es-ingatlankezelesben/>
- [45] Tóth V. Z., “Drónok és más eszközök közötti interakciók, valamint a képi adattovábbítás fejlesztésére vonatkozó kompetenciák,” *Magyar Rendészet*, vol. 21, no. 4, pp. 197–210, 2021, doi: 10.32577/mr.2021.4.11.
- [46] Z. Liu, T. Li, S. Li, and C. C. Mi, “Advancements and challenges in wireless power transfer: A comprehensive review,” *Nexus*, vol. 1, no. 2, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.ynexs.2024.100014.
- [47] “В Петербурге создали метод бесконтактного заряда БПЛА от электромагнитного поля,” ТАСС. Jun. 15, 2024. Online: <https://tass.ru/obschestvo/19788927>
- [48] Ramyarasika, “First Graphene Skinned UAV - JUNO,” Flykit Blog.: Jun. 15, 2024. Online: <https://blog.flykit.app/first-graphene-skinned-uav-juno/>
- [49] A. Raciti, S. A. Rizzo, and G. Susinni, “Drone charging stations over the buildings based on a wireless power transfer system,” in 2018 IEEE/IAS 54th Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference (I&CPS), Niagara Falls, ON: IEEE, May 2018, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICPS.2018.8369967.
- [50] C. H. Choi, H. J. Jang, S. G. Lim, H. C. Lim, S. H. Cho, and I. Gaponov, “Automatic wireless drone charging station creating essential environment for continuous drone operation,” in 2016 International Conference on Control, Automation and Information Sciences (ICCAIS), Ansan, South Korea: IEEE, Oct. 2016, pp. 132–136. doi: 10.1109/ICCAIS.2016.7822448.

8. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra Az IOT felhasználásának lehetőségei	4
2. ábra Az ipari forradalmak jelentős újításai	5
3. ábra A mesterséges intelligencia kapcsolata a gépi tanulással és a mély tanulással.....	6
4. ábra A mesterséges intelligencia, a gépi tanulás és a mély tanulás feladatai.....	7
5. ábra A mesterséges intelligencia szerepének felfedezése a dróntechnológia fejlesztésében .	8
6. ábra Kép és videó szenzorok által szolgáltatott adatok feldolgozása.....	9
7. ábra A dolgok internete (Iot) által megvalósított hálózat az autonóm drónok között	10
8. ábra Drónok autonóm irányításának megvalósulása szimulációs és valós környezetben....	12
9. ábra Drónok felhasználásának 4D modellje	13
10. ábra Hétköznapi drónra szerelt robbanótest	14
11. ábra Mezőgazdasági permetező drónok	15
12. ábra Drónok által végzett kritikus infrastruktúra védelmének feladatai	16
13. ábra Drón alkalmazás katasztrófák mentésénél	17
14. ábra Csomagszállító munka drónok feladat közben.....	18
15. ábra Rendőrségi drónok akcióban	19
16. ábra Építkezés ellenőrzés drón felhasználásával.....	19
17. ábra A grafén alapú junco drón	21
18. ábra Vezeték nélküli töltés lehetőségei, és alkalmazása	22

9. RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

UAV	Unmanned Aerial Vehicle	pilóta nélküli légi jármű
IoT	Internet of Things	dolgok internete
AI	Artificial Intelligence	mesterséges intelligencia
ML	Machine Learning	gépi tanulás
DL	Deep Learning	mélytanulás