

Békési Bertold¹ – Seres József²

Drónok alkalmazásának lehetőségei

A cikkben a szerzők bemutatják a drónok alkalmazásának lehetőségeit. Rövid bevezetést követően, a pilóta nélküli légi járművekkel és légijármű-rendszerekkel foglalkozunk, majd ezt követően a drónok fejlődését, alkalmazási területeit, felhasználásukat és a jövőbeni lehetőségeiket taglaljuk.

Kulcsszavak: UAV, UAS, szenzorok, Follow Me technológia, felismeréstechnológia

Possibilities of Applying Drones

In this article the authors introduce the possibilities of applying drones. After a short introduction, we will deal with unmanned aerial vehicles and aircraft systems, and then we will discuss the development of drones, their areas of application, their uses and future possibilities.

Keywords: UAV, UAS, sensors, Follow Me technology, Recognition technology

1. Bevezetés

„A pilóta nélküli légi járművek, olyan fejlettségi szintet értek el, hogy bizonyos feladatokat hatékonyabban képesek végrehajtani, mint a hagyományos repülőgépek. Napi rendszerességgel találkozhatunk ezekről az eszközökről szóló tudósításokkal, ezek azonban nem korlátozódnak csak a katonai területre, egyéb területeken is kulcsszerepet játszanak. A feladatok jellegét tekintve ez lehet akár egy szennyezett területről származó információszerzés vagy katasztrófák felderítése, ahol a terület megközelíthetősége korlátozott, amely nagy idővesztéssel jár. A fejlődésüket és felhasználási lehetőségeiket figyelembe véve felmerül a kérdés, hogy ez a fejlődés hová vezethet. Az ember vezette repülőeszközöktől nem sokban térnek el. Repülésüket végrehajthatják ön- vagy távirányítással, de leggyakrabban a kettő kombinációját alkalmazzák. Nemzetközi és hazai szervezetek úgynevezett tudományos klasztereket hoznak létre, amelyekbe oktatási intézmények, tudományos kutató műhelyek is bekapcsolódnak, ezáltal elősegítve a fejlődést.”³

¹ Egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék, e-mail: bekesi.bertold@uni-nke.hu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5709-789X>

² BSc-hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék, e-mail: huserri95@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2549-3270>

³ Seres József: *Mikrokontrollerek alkalmazásának lehetőségei pilóta nélküli légijárműveken*. Szakdolgozat, 2020.

2. Drónok napjainkban

A pilóta nélküli légi járművek (UAV), légi robotok, drónok – bármilyen névvel is illetjük ezeket az eszközöket, kétségtelen, hogy az elmúlt évek során elképesztő ütemben nőtt a népszerűségük.⁴

A kereskedelmi felhasználás széles körű elterjedését eddig akadályozták a magas árak és a technikai fejletlenség.⁵ Mára nemcsak a fogyasztói piacot hódították meg, hanem számos ipari szektort is forradalmasítottak, ami kevés technológiára igaz.⁶ Azonban egyre több cég fektet és fektetett pénzt a technológia fejlesztésébe, így a kereskedelmi célú drónok egyre több ember és szolgáltató számára válik elérhetővé.⁷ Egyre több helyen alkalmazzák őket, olyan egyszerű hétköznapi feladatok ellátására is, mint gyors csomagkézbesítés, légi kárfelmérés, eltűnt személyek keresése vagy akár tudományos projektek.⁸ Tehát a biztonságtechnikai cégektől, a mezőgazdaságon át az ételszállítókig egyre több cég alkalmazza ezeket az eszközöket.⁹

A drónok nemcsak hatékonyak, hanem olcsóbban, gyorsabban és – ami a legfontosabb – biztonságosabban is képesek olyan feladatok elvégzésére, amelyekhez egyébként szakképzett munkaerőre lenne szükség, vagy amelyek veszélyt jelentenének a munkásokra.¹⁰

A Goldman Sachs által 2017-ben publikált tanulmány szerint, amelynek címe Drones: Reporting for Work, a 2017-es évben közel 170 ezer kereskedelmi célú drónt vásároltak. Ez 58%-os növekedést jelentett a 2016-os évhez képest. Ezenkívül, előrejelzéseik szerint a vállalkozások és a civil kormányok körülbelül 13 milliárd dollárt fognak fordítani kereskedelmi célú drónok beszerzésére 2016 és 2020 között.¹¹ A BI Intelligence, a Business Insider prémium kutatói részlege szerint a dróneladások értéke 2021-re akár a 12 milliárd dollárt is elérheti, amelyeknek jelentős részét képezik majd videózásra, fényképezésre és szabadidős tevékenységekre szánt fogyasztói drónok. Ugyanakkor a becslések szerint a fogyasztók az elkövetkezendő években közel 17 milliárd dollárnyi összeget költenek majd drónokra.¹²

2.1. Az UAV- és az UAS-rendszer

A pilóta nélküli légi járművek (UAV),¹³ és légijármű-rendszerek (UAS)¹⁴ tervezésének, földi- és légi üzemeltetésének kulcskérdése a repülésbiztonság és a biztonság általában. A fegyverkezési verseny egyik robbanásszerűen fejlődő haditechnikai eszköze a pilóta nélküli légi jármű, amelyek működésüket tekintve összetettek, a katonai műszaki tudományok vívmányait egyesítik magukban. Ahogy a technológia fejlődik, a drónok gyorsan veszik át azokat a feladatokat, amelyek megoldása ez idáig közvetlen emberi beavatkozással működtetett gépeké voltak. A drón egy olyan távirányítható légi járművet (repülni képes eszközt) jelent, amelynek

⁴ A dróntechnológia múltja és jelene, jövője. Dronexpert. é. n.

⁵ Trencsányi Attila: *Életmentő drónok; a pilóta nélküli repülő robotok felhasználási lehetőségei az egészségügyben, különös tekintettel a sürgősségi vérszállításra*. Szakdolgozat, Szeged, 2019.

⁶ A dróntechnológia múltja és jelene, jövője. (é. n.) i. m.

⁷ Trencsányi (2019) i. m.

⁸ A dróntechnológia múltja és jelene, jövője. (é. n.) i. m.

⁹ Trencsányi (2019) i. m.

¹⁰ A dróntechnológia múltja és jelene, jövője. (é. n.) i. m.

¹¹ Goldman Sachs Research: *Drones – Reporting for Work*.

¹² A dróntechnológia múltja és jelene, jövője. (é. n.) i. m.

¹³ Unmanned Aerial Vehicle.

¹⁴ Unmanned Aircraft System.

a fedélzetén nincs irányító ember, azaz „pilóta”.¹⁵ A Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság szerint az UAV egy „olyan légitánc, mely légtérben való közlekedését fedélzetén tartózkodó gépszemélyzet nélkül, földi irányítás mellett vagy autonóm módon végzi”.¹⁶

A repülőeszközök (a légitánc-vezetők feladatait), így a pilóta nélküli légitáncok irányítását automatikus szabályozó MIMO¹⁷-berendezések segítik, vagy veszik át teljes mértékben. A repülőszabályozó rendszerek működéséhez alapvető követelmény a repülőgépek térbeli mozgását leíró jellemzők/paraméterek időbeli változásának folyamatos rendelkezésre állása. Fejlesztésük eredményeként az alkalmazásuk terjedése folyamatos és napjainkban egyre inkább kézzelfogható a megjelenésükkel okozott hatás.¹⁸

A pilóta nélküli légitáncok felépítésükben, működésükben csaknem azonosak az ember által vezetett repülőgépekkel, helikopterekkel.¹⁹ Az 1. ábra egy „drón” szerkezeti felépítését szemlélteti. Felépítésük szerint megkülönböztetünk merevszárnyú, illetve forgószárnyas típusokat. A merevszárnyú modell kialakítása megfelel a repülőgépekének, ahol a felhajtóerő a levegőbe emelkedve az előre haladó szárnyakon keletkezik. Ami a forgószárnyas csoportba tartozókat illeti, működési elvük megegyezik a helikopterekével, tehát az alkalmazott forgószárnylapátok – mint szárnyak – forgás következtében termelnek szükséges felhajtóerőt.²⁰

Ezen UAV-k repüléselméleti alapjaival, ezen belül az áramlástan alaptörvényeivel, az aerodinamikai erőkkel és jellemzőkkel, valamint a véges szárnyak elméletével Békési László *A pilóta nélküli légitáncokkal kapcsolatos alapismeretek*²¹ című műve foglalkozik részletesebben.

A pilóta nélküli légitáncok csoportosítása lehetséges még a szárnyak, vezérsíkok elhelyezkedése és száma szerint, a repülőszerkezet törzse vagy futóművének kialakítása szerint. A fel- és leszállás módja alapján megkülönböztetünk vízszintesen (HTOL),²² függőlegesen felszállót (VTOL)²³ és ezek kombinációját.²⁴

Természetesen a kiegészítők színes tárháza áll rendelkezésünkre. Jelen munkánkban a drónok csoportosításával nem kívánunk foglalkozni, ezekről részletesebben a Drónok csoportosítása²⁵ és Békési László²⁶ értekeznek, valamint a pilóta nélküli légitáncokkal kapcsolatos

¹⁵ *Mi az a Drón.* Drónpilóták Országos Egyesülete, é. n.; Békési László: A pilóta nélküli légitáncokkal kapcsolatos alapismeretek. *Repüléstudományi Közlemények*, (2016), 3. 159–176.; Békési Bertold – Szegedi Péter: A nanotechnológia lehetséges katonai alkalmazásai. In Bodzás Sándor (szerk.): *Műszaki tudomány az Észak-Kelet Magyarországi régióban*. Debrecen, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, 2016. 592–601.; Heimer György: *Magyarok is próbálkoztak: új, halálos fegyver, a drón*. HVG, 2011.

¹⁶ Tóth László: *Tájékoztató a pilóta nélküli légitánc-rendszerek (UAS) frekvenciahasználatáról és engedélyezési kérdéseiről*. Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság, 2018.

¹⁷ Multiple Input, Multiple Output.

¹⁸ Békési L. (2016) i. m.

¹⁹ Békési L. (2016) i. m.

²⁰ Seres (2020) i. m.; Békési Bertold: Pilóta nélküli légitánc típusok sárkányszerkezeti megoldásai. In Pokorádi László (szerk.): *Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban*. Debrecen, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, 2013. 122–132.; Békési László – Békési Bertold: Merevszárnyú pilóta nélküli légitáncok (UAV-k). *Szolgálati Tudományos Közlemények*, 17. (2013), 7–34.; Békési Bertold: UAV-k sárkányszerkezeti megoldásai. *Szolgálati Tudományos Közlemények*, 15. (2011), 1–11.; Békési Bertold: Pilóta nélküli légitáncok jellemzése, osztályozásuk. In Palik Máttyás (szerk.): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013. 65–109.

²¹ Békési L. (2016) i. m.

²² Horizontal Take Off and Landing.

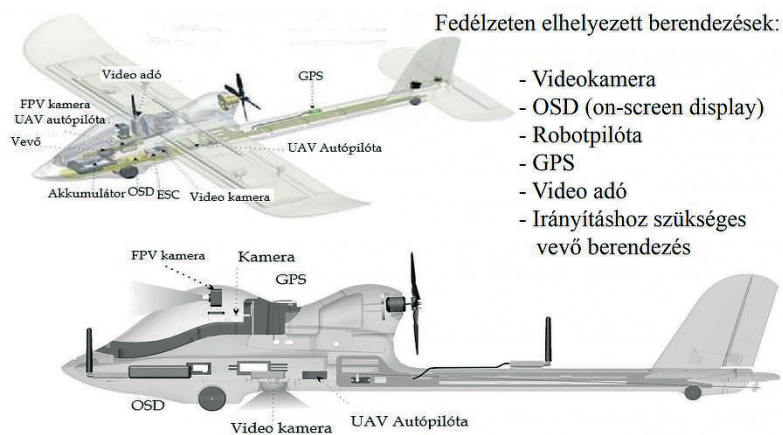
²³ Vertical Take Off and Landing.

²⁴ Békési B. (2013) i. m.

²⁵ *Drone-ok csoportosítása*. Advanced Network Technologies, é. n.

²⁶ Békési L. (2016) i. m.

alapfogalmakkal Palik és szerzőtársai *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*²⁷ című könyvében olvashatunk.



1. ábra

Drón szerkezeti felépítése. Forrás: Vona Dániel: *Pilóta nélküli légi jármű-rendszerek frekvenciahasználata és engedélyezése.* Előadás. Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság, 2014.

Az UAS egy komplettebb rendszert jelent. A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium Közlekedési Hatósága a következő meghatározást adja az UAS-re: „A pilóta nélküli légi járművet, a légi jármű vezetéséhez szükséges távvezérlő munkaállomást és az ezek közötti folyamatos adatkapcsolatot nyújtó berendezést, valamint a légi járművel végrehajtott repüléshez szükséges egyéb berendezéseket magában foglaló rendszer.”²⁸

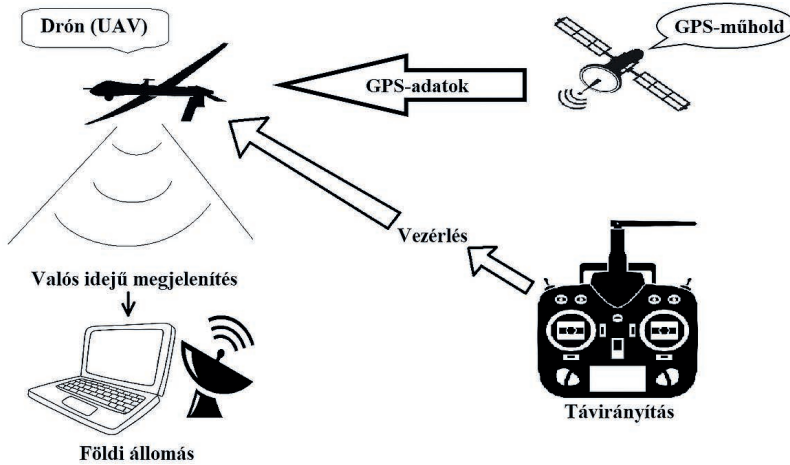
Az adatkapcsolathoz tartozik az irányítás, távvezérlés, felügyelet, hasznos teher (payload). „A hasznos teher a repülési cél megvalósításának eszköze. Ide tartoznak például a különböző fedélzeti távérzékelők, radarok, kamerák, továbbá – a légiforgalmi irányítás, a távvezérlés és felügyelet valamint az akadály érzékelés és elkerülés (S&A) funkciókat ellátó összeköttetések (CNPC) kivételével – az adatátviteli rendszerek is.”²⁹

Úgy is mondhatnánk, hogy az UAS két fő rendszert tartalmaz: fedélzeti egységet és egy földi egységet. A 2. ábra az UAS-rendszer felépítését szemlélteti.

²⁷ Palik Máttyás: *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek.* Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013.

²⁸ UAS – Unmanned Aircraft System – Pilóta nélküli légi jármű-rendszer. 38/2021. (II. 2.) Korm. rendelet a pilóta nélküli állami légi járművek repüléséről.

²⁹ Tóth (2018) i. m.



2. ábra

UAS-rendszer szerkezeti felépítése. Forrás: Vona (2014) i. m. alapján Seres József szerkesztése

A pilóta nélküli légi járművek típus- és légi alkalmassági tanúsításának módszertani folyamatai és eljárásrendje az egyes gyártó országokban messzemenően eltérő. Természetesen a szabályozásban is nagyon nagy különbségek mutatkoznak az egyes országok között. Az UAV-/UAS-rendszerek sokszínűek, azok tervezése és gyártása során a legújabb technológiák is használatosak, mint például a 3D-s nyomtatás.³⁰

Az UAV és UAS tervezésének, földi és légi üzemeltetésének kulcskérdése a repülésbiztonság és a biztonság általában. Az UAV fedélzeti rendszerei redundanciájának kérdéseit Békési és Wühl³¹ munkái vizsgálják, és adnak válaszokat a felmerülő biztonsági kihívásokra. Békési Bertold munkáiban az UAV megbízhatóságának vizsgálatát,³² a sárkányszerkezeti kialakításokat³³ és a jövőbeni lehetséges megoldásokat³⁴ foglalja össze.

³⁰ Szabolcsi Róbert: *Pilóta nélküli légijárművek automatikus repülésszabályozó rendszerei. Rendszertervezés és rendszervizsgálat*. Budapest, Óbudai Egyetem – Ludovika Egyetemi Kiadó, 2020.

³¹ Békési Bertold: Redundancy on Board of UAVs – Energy Systems. *Proceedings of the 16th International Conference Transport Means 2012*. Kaunas, Lithuania, 2012. 158–161.; Békési Bertold – Wühl Tibor: Redundancy for micro UAVs – control and energy system redundancy. In *Proceedings of the International Conference Deterioration, Dependability, Diagnostics 2012*. Brno, Czech Republic, University of Defence, 2012. 123–130.

³² Békési Bertold et al.: Investigation of the Reliability of UAVs. *Proceedings of the 16th International Conference Transport Means 2012*. Kaunas, Lithuania, 2012. 101–103.; Békési Bertold – Papp István: UAV Future Development. In *Proceedings of the International Conference Deterioration, Dependability, Diagnostics 2013*. Brno, Czech Republic, 2013. 63–76.; Békési Bertold et al.: Egyszerűsített UAV irányító rendszer megbízhatósági vizsgálata. *Repüléstudományi Közlemények*, 25. (2013), 2. 224–231.; Békési Bertold – Papp István: Pilóta nélküli légijárművek megbízhatósága. In Pokorádi László (szerk.): *Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban*. Debrecen, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, 2014. 223–230.

³³ Békési B. – Békési L. (2013) i. m.; Békési B. (2011) i. m.

³⁴ Békési B. – Békési L. (2013) i. m.; Békési Bertold: Az UAV-k jövőbeni fejlesztési irányai. In Mesterházy Beáta (szerk.): *XII. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Előadások*. Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem, 2013. 101–113.; Békési–Papp (2013) i. m.

3. A drónok fejlődésének alappillérei

A pilóta nélküli repülőeszközök az élet számos területén felhasználhatók. A szerkezetekbe integrált érzékszerveknek – fedélzetén alkalmazott szenzoroknak – kell biztosítaniuk a pilóta nélküli repülőeszköz háromdimenziós mozgásának koordinálásához szükséges információt, a külső környezetből nyert adatok, mért vagy érzékelt mennyiségek alapján. A repülési paraméterek meghatározására más-más fizikai elven működő mérőrendszereket (szenzorokat) használnak, úgymint gyorsulásmérőket, nyomásmérőket; giroszkópokat, radarokat; GPS-eszközöket.³⁵

A drónok fejlődésének egyértelmű alppillérei, amelyek megkövetelik napjainkban is az eszközök továbbfejlődését a tudomány és technika előrehaladása. Egyértelműen kijelenthetjük, hogy a kor és tudomány haladtával eszközeink kisebbek, kompaktabbak, intelligensebbek, akár kompatibilisek más eszközökkel (például mobiltelefonon, alkalmazás segítségével már fedélzeti kameraképet nézhetünk, hangolásokat végezhetünk stb.).

Ilyen fontos szakterület például a mechatronika, szenzortechnika stb. A legfőképpen befolyásolták a fejlődéseket a mikro-elektromechanikai rendszerek (MEMS³⁶-ek). Ezek olyan eszközrendszerek, amelyek elektronikai, mechanikai elemek integrálásával épülnek fel. Méretük 20 és 1000 mikrométer között mozog, valamint az alkatrészek, 1–100 mikrométer közé sorolhatók. A fejlődéseket befolyásolta a MEMS-ek megjelenése a szenzortechnika területén, amely elengedhetetlen ma már a multirotorok stabil működéséhez. Ezek rendkívül fontos alkotórészei egy szerkezet irányításához.³⁷

A szenzorok az UAV-k létfontosságú elemei, amelyek meghibásodása vagy akár átmeneti üzemzavara (például lefagyás, párásodás miatt) az eszköz üzembiztonságát veszélyezteti, esetleg elvesztését is okozhatja. A létfontosságú szenzorok többszörözése javíthatja a működésbiztonságot, de az azonos elven mérő eszközök a külső behatások miatt egyszerre válhatnak üzemképtelenné.³⁸

Az UAV-szenzorok a repülési jellemzők adatait mérő eszközök, amelyek segítségével visszacsatolt szabályozókörök alakíthatók ki. Érzékelők segítségével mérhető a pilóta nélküli repülőeszköz sebessége, repülési helyzete, pozíciója, a repülés magassága, valamint ezek pillanatnyi változása is. Kis méretű UAV-k esetében a következő szenzorok feltétlenül szükségesek ahhoz, hogy az eszköz autonóm repülésre legyen képes:³⁹

- magasságmérő;
- sebességmérő;
- gyorsulásmérő;
- pozíciómérő egy referenciához – giroszkóp;
- helyzetmeghatározó eszköz (például műholdas navigációs vevő; mágneses iránytű).

³⁵ Seres (2020) i. m.; Szegedi Péter – Békési Bertold: Az UAV-on alkalmazható szenzorok. In Mesterházy Beáta (szerk.): *XIV. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia*. Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem, 2015. 175–182.

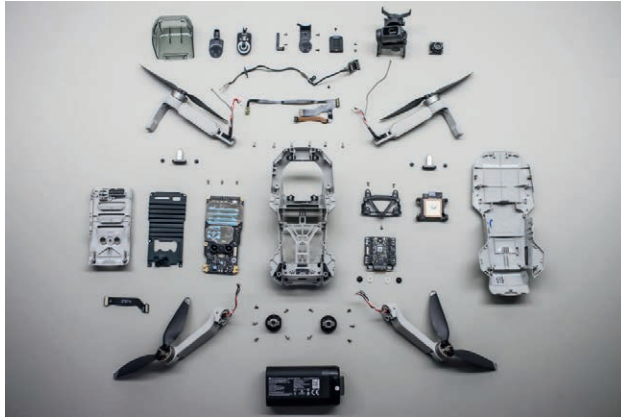
³⁶ Micro Electro Mechanical Systems.

³⁷ Seres (2020) i. m.

³⁸ Palik (2013) i. m.

³⁹ Szegedi Péter – Békési Bertold: Sensors on Board of the Unmanned Aerial Vehicles. In *Proceedings of 19th International Scientific Conference Transport Means*. Kaunas, 2015. 219–222.; Palik (2013) i. m.

A 3. ábra egy Mavic Mini drónt ábrázol, pontosabban annak elemeit, amelyet alkatrészeire szereltek szét. Ezen alkatrészekből látjuk, hogy a mikro-elektrotechnika, -mechanika, szinte minden alkatrészében jelen van.



3. ábra

DJI Mavic Mini alkatrészei. Forrás: Bognár András: Szétszedtük és alaposan megvizsgáltuk a Mavic Mini-t. 2019.

Napjainkban már teljesen elfogadottak ezek a készülékek. Katonai múlttal rendelkeznek, hisz a hadviselésben alkalmazták őket legelőször. Manapság számtalan drónt látunk különböző cikkek főcímdalán, áruházakban, közösségi médiában. Nem csoda, mivel e készülékek fejlesztése a mindennapjainkban számos problémára megoldást nyújthatnak.



4. ábra

Csomagot szállító drón. Forrás: The Local.de: Deutsche Post completes first drone flight. 2013.

A drónok számtalan szituációban helyt álltak az utcákon, hétköznapi szituációktól kezdve – például Németországban csomagkézbesítési feladatokra (4. ábra) – az életmentésig (Mentőszolgálat, kereső-kutató drónok alkalmazása).⁴⁰

⁴⁰ Seres (2020) i. m.

4. Drónok alkalmazása, felhasználása

A „Follow Me” dróntechnológiával az UAV úgy van programozva, hogy automatikusan kövesse a kijelölt személyt. Ez rengeteg lehetőséget kínál egyedi légi felvételek készítésére. Jelenleg kétféle „Follow Me” technológiát alkalmaznak. Azok a drónok, amelyek képesek az ilyen szintű követésre, 2016-ban jelentek meg, és a „Follow Me” innováció azóta is folytatódik. Általánosságban elmondható, hogy azok, amelyek GPS-módon követnek, más intelligens repülési rendszerekkel is rendelkeznek (körözés, útvonalkövetés, visszatérés, automatikus landolás, terepkövetés stb.), amelyek még egyedibb, extrémebb kép- vagy filmrögzítési lehetőségeket kínálnak.⁴¹

4.1. Követési funkció megjelenése

A „Follow Me” egy intelligens repülési mód, amelynek segítségével az eszközünk emberi beavatkozás nélkül, önálló repülést hajthat végre. Mint korábban említettem, két típusnak terjedt el az alkalmazása, amelyek az alábbiak:⁴² GSC⁴³ a Follow Me GPS adó technológiával; „Felismerő” érzékelővel ellátott technológiával ellátott (például DJI).

4.2. Drónok, amelyek GPS-adó vagy GSC segítségével képesek a követésre

Számos követő üzemmódban működő drón GPS-kompatibilis eszközt, például mobiltelefont, táblagépet vagy földi állomásvezérlőt (GSC) használ egy adóval (hordható adó vagy mobiltelefon) együtt. A drónt ebben az esetben úgy programozzák, hogy kövesse az adót. Működésének alapja, a „Follow Me” technológia virtuális kapcsolatot hoz létre a drón és a GPS-szel felszerelt mobil eszköz között, amely lehetővé teszi a drón számára, hogy nyomon kövesse Önt vagy egy adott mozgásban lévő tárgyat.⁴⁴

3 drón, amelyek a fenti metódus alapján alkalmazzák a követés funkciót: Skydio 2 Follow Drone; Holy Stone HS700 Ophelia; Holy Stone HS270.

4.3. Drón, amely a „felismerés” technológia segítségével valósítja meg a követést

Az érzékelők és a felismerési „Recognition” technológia, valamint a szoftveres algoritmusok lehetővé teszik az UAV-k számára a követést. Ez a dróntechnológia lehetővé teszi a szerkezet

⁴¹ Fintan Corrigan: *Drones, Drone Technology, Knowledge, News and Reviews: 12 Best Follow Me Drones And Follow You Technology Reviewed*. DroneZon, 2020.

⁴² Corrigan (2020) i. m.

⁴³ Ground Station Controller – földi állomásvezérlő.

⁴⁴ Corrigan (2020) i. m.

számára, hogy külön mozgó GPS-nyomkövető nélkül kövesse az adott személyt vagy tárgyat. Ilyen eszközök, amelyek ezt használják a következők:⁴⁵

- Skydio 2;
- DJI Mavic Air / Air 2;
- DJI Mavic Pro;
- DJI Mavic 2 Pro;
- DJI Mavic 2 Zoom;
- DJI Phantom 4;
- Yuneec Typhoon H;
- Yuneec Breeze;
- Hover Follow You drone;
- Walkera Scout X4;
- Walkera Vitus;
- Autel Evo.

A fenti listából láthatjuk, hogy a DJI a drone-ok vezető gyártója, a követési technológiával. A szoftver neve ActiveTrack, és beépül a DJI Pilot Go 4 alkalmazásba és az „Assistant” szoftverbe a Phantom 4 és Mavic quadkopterekhez. A Mavic 2 quadkopter legújabb ActiveTrack 2.0 akár 16 különálló objektumot képes felismerni a képernyőn. Ezután már csak ki kell választani a követni kívánt objektumot vagy személyt a DJI Go 4 alkalmazás képernyőjén.

A Follow Me programozására szolgáló szoftvert általában a teljes drónalkalmazásba beépítik. Vannak gyártók, amelyek a Follow Me szoftvert beépítik a GSC-be, ilyen például a Walkera.

A szoftver nagyon kifinomult algoritmusok és számítások segítségével követi és folyamatosan szem előtt tartja az objektumot. A legtöbb Follow Me alkalmazás lehetővé teszi, hogy a gimballt és a kamerát előre beállított repülési távolságokkal, magassággal és szögekkel programozzuk, így a videó nagyon egyedi filmes perspektívákat tesz lehetővé.

Minden UAV-gyártó különböző tartományokat használ a követés technológiájára. Ha a GSC és az adó között túl nagy távolság van megengedve, akkor az kapcsolatvesztéssel is járhat.

Repülésbiztonság szempontjából figyelembe kell venni, hogy a Follow Me módú drónok túlnyomó többségében nincs objektumkerülés. Éppen ezért csak a nyitott tereken, vagy ahol elég hely van, ott érdemes alkalmazni, így nem szakad meg a GPS-jel. A legjobb gyakorlat az, ha előre megtervezzük a repülés útvonalát, és figyelünk minden olyan akadályra, amellyel a drónunk ütközhet, így arra is, hogy akadályok felett repüljön. Ma szinte minden drón lehetővé teszi, hogy beállítsuk azt az „otthoni pontot”, ahova mindig visszatérhet.

A fenti fejlődések várhatóak voltak, hisz már hamarabb használtuk ezeket a kiegészítőket, például mobiltelefonok kijelzőinek arcfelismeréssel, ujjlenyomattal való lezárására, feloldására. A működési elv megegyezik. A következő ábrán látható egy arcfelismerő érzékelő működési elve, mi szerint térképezi fel az emberi arcot.

⁴⁵ Corrigan (2020) i. m.



5. ábra

Az arcfelismerő technológiával feltérképezett emberi arc. Forrás: Joe Dyton: *Is Facial Recognition Technology a No go?* Connected: Real Estate Magazine, 2019.

4.4. Drónok a szórakoztatóiparban

Különböző optikákkal felszerelve ezek az eszközök használhatók a megfelelő autonóm repülés lehetővé tételével filmek forgatásánál. Különböző fesztiválok, koncertek alkalmával remek felvételőrgyítő szerkezetek lehetnek. Különböző sportesemények közvetítésénél, például labdajátékoknál (tenisz, labdarúgás) az események nyomon követésénél is helyt álltak ezek a készülékek.

4.5. Drónok alkalmazása saját magunk fejlesztésére

Ezek a szerkezetek elég fejletté váltak ahhoz, hogy önmagunkat is fejlesszük. Nem régen megjelentek a mezőgazdaságban is (például öntözés, permetezés, növényvédelem 6. ábra). Meteorológiai feladatokat (különböző mérő kiegészítőkkal felszerelt drónok) látnak el. 3D látványtervek elősegítése, nehezen megközelíthető földrészek, szakadékok, barlangok felderítése, valamint különböző őrzés-védelmi, természetvédelmi feladatok segítésére.



6. ábra

Mezőgazdaságban alkalmazott permetező drón. Forrás: *Top 10 Companies in agriculture drone market*. Meticulous Blog, é. n.

5. Mit tartogat a jövő?

A DroneDeploy jelentés szerint az automatizálás a dróntechnika fejlődésének következő lépése. Hamarosan teljesen önműködő drónokat programoznak majd be, amelyeknek már nagyobb bonyolultságú, egyenetlen környezetben is képesnek kell lenniük a feladatok végrehajtására. A jövőben számos önműködő, önállóan repülő szerkezeteket, kialakításokat láthatunk, amelyeket a statisztikák szerint elsősorban építő-, olaj- és gáziparterületeken fognak alkalmazni. A technika és technológia továbbfinomítása segítségével egy kattintással képesek lehetünk ilyen szerkezeteket kiküldeni a „nagyvilágba”, hogy feltérképezzék azt, és információt gyűjtsenek önállóan a meghatározottakról.⁴⁶

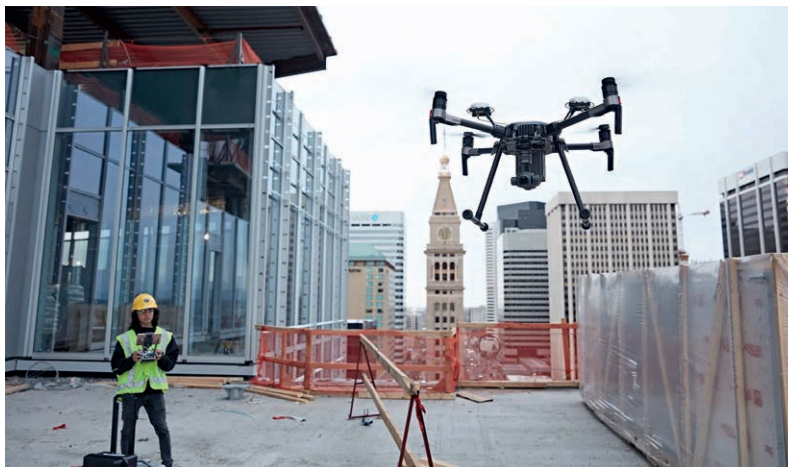
A drónok adatgyűjtő eszközként váltak ismertté, de a jövőben tapasztalni fogjuk, hogy egy teljes folyamat végrehajtásában is közreműködhetnek: adatokat gyűjtenek, elemzik ezeket az információkat, majd reagálnak is ezekre. Például a mezőgazdasági drónok hatalmas területeket lesznek képesek berepülni, ellenőrizni, képesek lesznek felmérni, kiszűrni a gyomnövényeket, kártevőket és egyéb felmerülő problémákat, majd a megadott parancs szerint végrehajtanak.⁴⁷

A dróntechnika fejlesztése, azaz a mesterséges intelligencia fejlődése és a továbbfejlesztett algoritmusok révén a drónok nem csupán hasznosabbá válnak, hanem kritikus jelentőségűek lesznek az ellátási láncok számára, az elsődleges és másodlagos gazdaság szinte minden iparágában.⁴⁸

⁴⁶ Evan Millberg: *The future of drones and where the market currently stands*. SmartBrief, 2020; Parazero. *Drone Safety Systems: The Construction Industry is in Love with Drones*. 2017.

⁴⁷ Millberg (2020) i. m.

⁴⁸ Uo.



7. ábra

Drón alkalmazása az építőiparban. Forrás: www.unmannedsystemstechnology.com/wp-content/uploads/2017/11/Construction-site-drone.jpg

Meg kell említenünk egy teljesen újfajta területet is, mint az egészségügyet. Trencsányi *A drónok sürgősségi vérszállításban való alkalmazhatóságának vizsgálata* című szakdolgozatában arra a következtetésre jutott, hogy a vérkészítmények és laborminták szállítása lehetséges drónok segítségével, tehát a technológia már jelenlegi fejlettségével is alkalmazható lenne a hazai egészségügyben, azonban arra még nem alkalmas, hogy a jelenlegi rendszert teljes egészében helyettesítse a még meg nem oldott technológiai korlátok miatt. Ilyen például a megfelelő hűtőrendszerek és a hőmérséklet ellenőrzésére hivatott rendszerek kialakítása, amelyek további kutatásokat és technológiai fejlesztéseket igényelnek. Továbbá a kereskedelmi célú drónok hazai alkalmazásának egyik legfőbb akadálya a megfelelő jogi keretek hiánya.⁴⁹



8. ábra

M2 Drone alkalmazása laborminták szállításában. Forrás: https://img.directindustry.com/images_di/photo-g/182355-10502449.webp

⁴⁹ Trencsányi (2019) i. m.

6. Összegzés

A mai kor fejlettsége lehetővé tette azon technikai és technológia áttöréseket, amelyekkel létrehozzuk ezeket a már majdnem önállóan működő szerkezeteket. Az élet minden területén bizonyították feladatmegoldó képességüket, hisz adódnak olyan feladatok, szituációk, amelyek emberi élet, egészség, energia megkímélésével megoldhatók. A mesterséges intelligencia továbbfejlesztésével, bonyolult algoritmusok tovább írásával képesek leszünk autonóm szerkezeteket megépíteni. A módszerek ismertek, az eljárás adott, a kérdés már csak az, milyen célból fogjuk őket alkalmazni.

Felhasznált irodalom

- Békési Bertold – Novák Mátyás – Kárpáti Attila – Zsigmond Gyula: Investigation of the Reliability of UAVs. In *Proceedings of the 16th International Conference Transport Means 2012*. Kaunas, Lithuania, 2012. 101–103.
- Békési Bertold – Novák Mátyás – Kárpáti Attila – Zsigmond Gyula: Egyszerűsített UAV irányító rendszer megbízhatósági vizsgálata. *Repüléstudományi Közlemények*, 25. (2013), 2. 224–231.
- Békési Bertold – Papp István: UAV Future Development. *Proceedings of the International Conference Deterioration, Dependability, Diagnostics 2013*. Brno, Czech Republic, 2013. 63–76.
- Békési Bertold – Papp István: Pilóta nélküli légitűeszközök megbízhatósága. In Pokorádi László (szerk.): *Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban*. Debrecen, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, 2014. 223–230.
- Békési Bertold – Szegedi Péter: A nanotechnológia lehetséges katonai alkalmazásai. In Bodzás Sándor (szerk.): *Műszaki tudomány az Észak-Kelet Magyarországi régióban*. Debrecen, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, 2016. 592–601.
- Békési Bertold – Wühl Tíbor: Redundancy for micro UAVs – control and energy system redundancy. *Proceedings of the International Conference Deterioration, Dependability, Diagnostics 2012*. Brno, Czech Republic, University of Defence, 2012. 123–130.
- Békési Bertold: UAV-k sárkányszerkezeti megoldásai. *Szolnoki Tudományos Közlemények*, 15. (2011), 1–11.
- Békési Bertold: Redundancy on Board of UAVs – Energy Systems. In Donatas Markšaitis – Rolandas Makaras – Ovidijus Putnynas (szerk.): *Proceedings of the 16th International Conference: Transport Means*. Kaunas, Technologija, 2012. 158–161.
- Békési Bertold: Pilóta nélküli légitűeszköz típusok sárkányszerkezeti megoldásai. In Pokorádi László (szerk.): *Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban*. Debrecen, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, 2013. 122–132.
- Békési Bertold: Pilóta nélküli légitűeszközök jellemzése, osztályozásuk. In Palik Mátyás (szerk.): *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013. 65–109.
- Békési Bertold: Az UAV-k jövőbeni fejlesztési irányai. In Mesterházy Beáta (szerk.): *XII. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Előadások*. Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem, 2013. 101–113.

- Békési László: A pilóta nélküli légitárművekkel kapcsolatos alapismeretek. *Repüléstudományi Közlemények*, 28. (2016), 3 159–176. Online: www.repulestudomany.hu/folyoirat/2016_3/2016-3-11-0354_Bekesi_Laszlo.pdf
- Békési László – Békési Bertold: Merevszárnyú pilóta nélküli légitárművek (UAV-k). *Szolnoki Tudományos Közlemények*, 17. (2013), 7–34.
- Bognár András: *Szétszedtük és alaposan megvizsgáltuk a Mavic Mini-t*. 2019. Online: https://appsolute.hu/wp-content/uploads/2019/12/IMG_4423-1000x666.jpg
- Corrigan, Fintan: *Drones, Drone Technology, Knowledge, News and Reviews: 12 Best Follow Me Drones And Follow You Technology Reviewed*. DroneZon, 2020. Online: www.dronezon.com/drone-reviews/best-follow-me-gps-mode-drone-technology-reviewed/
- Drone-ok csoportosítása*. Advanced Network Technologies, é. n. Online: www.ant.hu/hu/blog/drone-ok-csoportositasa
- A dróntechnológia múltja és jelene, jövője*. Dronexpert. Online: www.dronexpert.hu/drontechnologia-2020.html
- Dyton, Joe: *Is Facial Recognition Technology a No go?* Connected, Real Estate Magazine, 2019. Online: <https://connectedremag.com/newsletter/is-facial-recognition-technology-a-no-go/>
- Goldman Sachs Research: *Drones – Reporting for Work*. é. n. Online: www.goldmansachs.com/insights/technology-driving-innovation/drones/
- Heimer György: Magyarok is próbálkoztak: új, halálos fegyver, a drón. *HVG*, 2011. Online: http://hvg.hu/vilag/20111202_dron_repulo
- Mi az a Drón*. Drónpilóták Országos Egyesülete, é. n. Online: <https://doe.hu/mi-az-a-dron?fbclid=IwAR1YCPfBp5Q7kv8wyEz1WgcpQa-rHtGafb7ZaQKEoRL7DMvTI86TbiYwAsk>
- Millberg, Evan: *The future of drones and where the market currently stands*. SmartBrief, 2020. Online: www.smartbrief.com/original/2020/03/future-drones-and-where-market-currently-stands
- Palik Máttyás: *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Online: www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/UAV_handbook_Secon_edition.pdf
- Parazero Drone Safety Systems: *The Construction Industry is in Love with Drones*. 2017. Online: <https://parazero.com/2017/07/14/elementor-315/>
- Seres József: *Mikrokontrollerek alkalmazásának lehetőségei pilóta nélküli légitárműveken*. Szakdolgozat, 2020.
- Szabolcsi Róbert: *Pilóta nélküli légitárművek automatikus repülésszabályozó rendszerei. Rendszertervezés és rendszervizsgálat*. Budapest, Óbudai Egyetem – Ludovika Egyetemi Kiadó, 2020.
- Szegedi Péter – Békési Bertold: Sensors on Board of the Unmanned Aerial Vehicles. In *Proceedings of 19th International Scientific Conference Transport Means*. Kaunas, 2015. 219–222.
- Szegedi Péter – Békési Bertold: Az UAV-on alkalmazható szenzorok. In Mesterházy Beáta (szerk.): *XIV. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia*. Szombathely, Nyugat-magyarországi Egyetem, 2015. 175–182. Online: http://publicatio.nyme.hu/613/1/TTK_14_Nemzetkozi_Konf_Eloadasok_201500516.pdf
- The Local.de: *Deutsche Post completes first drone flight*. 2013. Online: www.thelocal.de/20131209/deutsche-post-completes-drone-delivery-flight
- Top 10 Companies in agriculture drone market*. Meticulous Blog, é. n. Online: <https://meticulousblog.org/top-10-companies-in-agriculture-drone-market>
- Tóth László: *Tájékoztató a pilóta nélküli légitármű-rendszerek (UAS) frekvenciahasználatáról és engedélyezési kérdéseiről*. Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság, 2018. Online:

http://nmhh.hu/dokumentum/193162/UAV_tajekoztato.pdf?fbclid=IwAR1xfqynZ417tHRL5LlziXcelEoLoIAhdna5oljg5Fqq9XZxcXi7JYglXTE

Trencsányi Attila: *Életmentő drónok; a pilóta nélküli repülő robotok felhasználási lehetőségei az egészségügyben, különös tekintettel a sürgősségi vérszállításra*. Szakdolgozat, Szeged, 2019. Online: http://web.med.u-szeged.hu/healthecon/images/szakdolgozat/Trencsanyi_Attila.pdf

UAS – Unmanned Aircraft System – Pilóta nélküli légi jármű rendszer. 38/2021. (II. 2.) Korm. rendelet a pilóta nélküli állami légi járművek repüléséről. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A2100038.KOR>

Vona Dániel: *Pilóta nélküli légi jármű-rendszerek frekvenciahasználata és engedélyezése*. Előadás. Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság, 2014. Online: www.hte.hu/documents/329421/542195/sze_2_Vona_Daniel.pdf?fbclid=IwAR1ETSdVBPOQYbNl5yHh1TPSi5mS2-cGAeC-gmS__Fi1WfujCwFTdOm3l7c
https://img.directindustry.com/images_di/photo-g/182355-10502449.webp