



A felderítés új innovatív lehetőségei: pilóta nélküli légitjárművek

New innovative opportunities in detection: Unmanned Aerial Vehicles

Horváth Koppány

fejlesztőmérnök
Széchenyi István Egyetem,
Digitális Fejlesztési Központ
koppany.horvath@ddc.sze.hu

Pálffy Gábor

kabinetvezető, nb. ezredes
Nemzeti Információs Központ
gabor.palfy@nik.gov.hu

Szabó Hedvig

nb. altábornagy, ügyvezető elnök
Polgári Nemzetbiztonsági Szolgálatok
Tudományos Innovációs Fórum
Széchenyi István Egyetem,
Deák Ferenc Állam- és Jogtudományi Kar
szabo.hevig@uni-nke.hu



Absztrakt

Cél: A tanulmány vizsgálja, hogyan lehet lépést tartani a technológiai fejlődéssel a felderítésben, valamint hogyan lehet a tudományos közösséget bevonni az innovatív megoldások fejlesztésébe és a mindennapi gyakorlatba való beépítésébe.

Módszertan: A kutatás a Széchenyi István Egyetem és a Polgári Nemzetbiztonsági Szolgálatok Tudományos Innovációs Fóruma közötti együttműködés gyakorlati példáján keresztül mutatja be a pilóta nélküli légitjárművek (UAV) sajátos felhasználási lehetőségét a nemzetbiztonsági szervek tevékenységében.

Megállapítások: Az innovációs stratégia és a tudományos közösséggel való együttműködés kulcsfontosságú a felderítésben. Az UAV technológia alkalmazása előnyökkel jár, beleértve a gyorsaságot, a költséghatékonyságot, a biztonságot és a környezetkímélő működést. A technológia alkalmazása kockázatokkal is járhat, így figyelembe kell venni a korlátozott üzemidőt, időjárásérzékenységet és a kiberbiztonsági kihívásokat.

Érték: A tanulmány gyakorlati példán keresztül mutatja be az innovációs együttműködés eredményeit, továbbá hozzájárul az UAV technológia felderítésben való alkalmazásának jobb megértéséhez.

Kulcsszavak: bűnüldözés, felderítés, UAV technológia, tudományos együttműködés

A szerzők a kéziratot magyar nyelven nyújtották be. Benyújtás: 2024. 08. 12. Átdolgozás: 2025. 01. 27.
Elfogadás: 2025. 01. 28.

Abstract

Aim: The study examines how to keep pace with technological advancements in detection and how to involve the scientific community in the development and integration of innovative solutions into everyday practice.

Methodology: The research showcases the potential of UAV technology in national security operations through the practical example of the innovation collaboration between the Széchenyi István University and the Scientific Innovation Forum of Civil National Security Services.

Findings: The study finds that an innovation strategy and collaboration with the scientific community are crucial in reconnaissance. The application of UAV technology offers advantages, including speed, cost-effectiveness, safety, and environmental friendliness. However, the technology's application may also pose risks, such as limited operational time, weather sensitivity, and cybersecurity challenges.

Value: The study demonstrates the results of innovation collaboration through a practical example. Furthermore, it contributes to a better understanding of the application of drone technology in reconnaissance.

Keywords: law enforcement, detection, drone technology, scientific collaboration

Bevezető

A kölcsönhatásokra épülő, rendkívül gyorsan változó biztonsági környezet szükségessé teszi az államok reagálását a biztonságpolitikai kihívásokra. Mivel ezek az új típusú biztonsági kihívások egyre komplexebbek, a veszélyek felderítéséhez és elhárításához nélkülözhetetlen eszközzrendszer is egyre sokrétűbbé válik. A hazánkat is érintő, dinamikusan változó nemzetközi folyamatokból világosan látszik, hogy egy ország biztonsági helyzete nem egyszerűen egy statikus állapot, hanem dinamikusan változik. A biztonság az erőforrások tervszerű felhasználását, valamint rugalmas alkalmazkodást igénylő célrendszer, amelynek eléréséhez és fenntartásához folyamatos aktivitásra, innovatív cselekvésre van szükség. A kérdés az, hogy Magyarország biztonsági szolgálatai mennyire tudnak lépést tartani az ugrásszerű technikai fejlődéssel, hogyan tudják bevonni a tudományos közösséget az innovatív megoldások kidolgozásába, illetve az így kidolgozott megoldásokat hogyan és mennyire tudják rendszerbe állítani, beépíteni mindennapi gyakorlatukba.

Mielőtt ezt megvizsgálánk a felderítést hatékonyabbá tevő egyedi pilóta nélküli légijárművek (unmanned aerial vehicle – UAV) kifejlesztésének gyakorlati példáján keresztül, érdemes egy rövid kitérőt tenni az innováció magyarországi területén.

Innováció szükségessége

Napjainkban az egyik leggyakrabban jelentkező elvárás valamennyi szervezet felé az innováció meghonosítása és alkalmazása. Az innováció igénye nem rendkívüli, sokkal inkább normális reakció egy kívülről kikényszerített változásra, a hatások minimalizálásának megkísérlésére.

Magyarország 2021–2030 közötti kutatás-fejlesztés-innovációs (K+F+I) stratégiája három fő átfogó célt fogalmaz meg a hazai innovációpolitika számára:

- 1) az állami kutatóhelyek (kutatóintézetek és felsőoktatási intézmények) kutatási eredményeinek a jelenleginél nagyobb arányú gyakorlati hasznosítása;
- 2) a hazai vállalkozások, elsősorban a kis- és közepes vállalkozások innovációs teljesítményének javítása;
- 3) a kutatás-fejlesztési és innovációs rendszer szereplői közötti együttműködés erősítése.

Magyarország stratégiában megjelenített jövőképe egy az ország minden területén magas hozzáadott értéket teremteni képes, tudásalapú, kiegyensúlyozott, fenntartható gazdaság és társadalom, mely víziónak az elérését a Kormány a K+F+I szakpolitika eszközrendszerével támogatja.

Az innováció a tudomány és a gazdaság világában meglehetősen régi fogalom. Hétköznapi értelmében általában olyan kontextusban használják, hogy valaki, valami – egyén vagy rendszer – egy adott helyzethez képest megújul, megváltozik egy korábbi működési mechanizmus.

Az innováció három, egymástól elválaszthatatlan, egymást támogató pillér – a tudástermelés, a tudástranszfer és a tudáshasznosítás – kölcsönhatásában tud hatékonyan és megbízhatóan gazdasági és társadalmi hasznot hajtani.

Az innováció hármas modellje a tudományos élet (az egyetemek), az ipar és a kormányzat közötti kölcsönhatásokra utal. E kölcsönhatások célja a gazdasági és társadalmi fejlődés előmozdítása, ahogyan azt az olyan fogalmak is leírják, mint a tudásalapú gazdaság és a tudásalapú társadalom.

A három szektor közötti együttműködés hozzájárul az új közvetítő intézmények, például a technológiaátadási irodák és tudományos parkok létrejöttéhez.

A magyar jogrendben az innováció a következőként került meghatározásra: „*A gazdasági tevékenység hatékonyságának, jövedelmezőségének javítása, a kedvező*

társadalmi és környezeti hatások elérése érdekében végzett tudományos, műszaki, szervezési, gazdálkodási, kereskedelmi műveletek összessége, amelyek eredményeként új vagy lényegesen módosított termék, eljárás, szolgáltatás jön létre, új vagy lényegesen módosított eljárás, technológia alkalmazására, piaci bevezetésére kerül sor, ideértve azokat a változásokat, amelyek csak adott ágazatban vagy adott szervezetnél minősülnek újdonságnak.”¹

Ezen fogalmi definíció egyértelművé teszi, hogy az innováció nemcsak mérnökök által végzett iparjogvédelem alá tartozó új termékek, eljárások megalkotása, hanem a mindennapi fejlődést is elősegítő folyamat. Ha a teljes nemzetbiztonsági ágazatban vizsgáljuk az innovációra való készséget és képességet, elsősorban nem a technológiai innovációra kell fókuszálnunk, hanem általában véve azt a képességet kell vizsgálnunk, amely az innovációt mint megújulás kezeli. Egyrészt, mert a gyorsan változó világban kell helytállni a szolgáltatóknak is, másrészt, mert az innovációra való képesség szoros összefüggésben áll a reziliencia képességgel.

A kutatás-fejlesztés és innováció finanszírozása, regionális erősítése

A kutatás és az innováció finanszírozása nem jelent mást, mint beruházást a jövőbe. Emberek millióinak életét teszi jobbá világszerte, és segít megoldani korunk legerősebb társadalmi kihívásait. Lehetővé teszi, hogy meg tudjuk állni helyünket a globális versenyben, és közben egyedülálló társadalmi modellünket is megőrizzük.

A Kormány Magyarország kutatási, fejlesztési és innovációs stratégiájának elfogadásával célul tűzte ki a K+F+I források hatékonyabb és a társadalmi célok elérését is szolgáló felhasználását, a rendszer szereplői közötti együttműködések erősítésével a hazai kutatások, fejlesztések fókuszálását, és ezáltal Magyarország versenyképességének növelését. Ezen célok mentén az elmúlt években elengedhetlenné vált a nemzeti innovációs rendszer megújítása, egy kiszámítható fejlődési pálya kijelölése.

Az innovációs rendszer átfogó reformja keretében 2003 novemberében született meg a Kutatási és Technológiai Innovációs Alapról szóló törvény.² Az elkülönített állami pénzalap a vállalatok befizetéseiből, valamint ennek megfelelő összegű állami hozzájárulásból tevődik össze, így forrásai nem függenek az éves költségvetési alkuktól.

1 A tudományos kutatásról, fejlesztésről és innovációról szóló 2014. évi LXXXVI. törvény.

2 2003. évi XC. törvény.

Az Országgyűlés 2004 decemberében fogadta el az innovációs törvényt,³ melynek alapvető célja az volt, hogy javítsa a magyar gazdaság versenyképességét, hozzájáruljon a gazdasági, társadalmi és környezeti szempontból egyaránt fenntartható fejlődési pálya kialakításához, s közvetve a magyar lakosság életminőségének javításához.

A magyarországi innovációs ökoszisztémában 2015 óta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal a meghatározó kormányzati intézmény, mivel a tudománypolitika koordinációjáért felelős miniszter irányítása alatt működő központi hivatalként a legjelentősebb állami közfinanszírozást nyújtó szervezet a K+F+I területén. Legfontosabb célja, hogy a kutatás és az innováció ösztönzése révén Magyarország versenyképessége erősödjön. A Hivatal a kutatás-fejlesztési és innovációs versenypályázatok rendszerével támogatja az innovatív vállalkozásokat, az egyetemeket és más kutatóhelyeket K+F+I kapacitásaik bővítésében, a társadalom és a gazdaság számára hasznosítható kutatási eredmények elérésében, valamint a kutatókat és kutatói közösségeket az ország számára fontos, nemzetközi szinten is értékelhető kutatásaikban.

Együttműködés a tudományos közösség és a nemzetbiztonsági szolgálatok között

A demokratikus keretek között működő szolgálatoknak a nemzetbiztonsági szolgálatokról szóló 1995. évi CXXV. törvény (Nbtv.) 9. §-a alapozta meg a szolgálatok önálló kutatás-fejlesztési tevékenységét, mivel kötelezettségként írta elő, hogy „végezzék a feladataik teljesítéséhez szükséges technikai rendszerek, eszközök beszerzését, kutatását, fejlesztését és az eszközök alkalmazásával kapcsolatos szakmai felkészítést, mindezek érdekében együttműködhetnek egymással és más szervekkel”.

Ha ezt a 1995-ös szabályt mai környezetben értelmezzük és az alapkutatás–alkalmazott kutatás–kísérleti fejlesztés hármasába helyezzük, úgy kijelenthető, hogy a jogalkotó az alkalmazott kutatást helyezte előtérbe. Ez a szemléletmód a K+F tevékenységet célorientáltan közelíti meg, hiszen annak érdekében kell végezni kutatást, fejlesztést, hogy az segítse az alaptevékenység végrehajtását. A szolgálatoknál folyó kutatási tevékenységnek egyértelműen a feladatok teljesítéséhez szükségesnek kell lenniük, ebből következően az előre kitűzött célnak kapcsolódnia kell a szolgálatok jogszabályban meghatározott feladataihoz.

3 A kutatás-fejlesztésről és a technológiai innovációról szóló 2004. évi CXXXIV. törvény.

A Nemzeti Biztonsági Stratégia egyértelműen megfogalmazza a nemzetbiztonsági szolgálatok felé az elvárásokat, a hírszerző és az elhárító képességek összehangolt alkalmazásának és fejlesztésének szükségességét, valamint az Nbtv.-ből is világosan kiolvasható az a kormányzati szándék, hogy a biztonsági kihívások kezelését kollaboratív módon kell megoldani, mert ezek, illetve a válságok megelőzése, menedzselése nem valósulhatnak meg erős kooperáció nélkül.

Mégis a nemzetbiztonsági szolgálatok versengő szektorális rendszermodelljében csak a 2022-ben bekövetkezett irányítási struktúraváltás hozta meg az elmozdulást az együttműködés irányába. A közös irányítás alá került szolgálatoknak lehetősége nyílt nemcsak arra, hogy közösen gondolkodjanak annak érdekében, hogy a nemzetbiztonsági érdekek érvényre jussanak a szakmai munkában, hanem lehetővé tette a tudományos kérdések és a tudományos munka újragondolását is. Ennek az új tudományos működési modellnek ad szervezeti keretet a Tudományos Innovációs Fórum, amely 2023 tavaszán kezdte meg működését. Ez egy olyan szervező, koordináló, véleményező és javaslattevő testület, amelynek alapvető célkitűzése, hogy megteremtse a polgári nemzetbiztonsági szolgálatok számára a tudományos életben való részvétel kereteit, támogassa a tudástranszfert, a tudományos eredmények gyakorlati alkalmazását.

Az információs társadalomban egy állam biztonságát az is meghatározza, hogy a bűnüldözésének milyen technológiai lehetőségei vannak a bűnözőkkel szemben. A gyakorlati megoldások egyrészt önálló kutatási, fejlesztési tevékenység eredményeként, másrészt a tudományos együttműködés eszközrendszerével hozhatók létre. Ez utóbbiban az egyetemek és a nemzetbiztonsági szolgálatok közötti hosszú távú stratégiai partnerség kiépítése segíthet; ennek keretén belül meghatározhatják a közös célokat, a prioritásokat és a terveket. Az együttműködés akkor lehet hatékony, ha sikerül közös kutatási területeket – többek között a kiberbiztonság, a mesterséges intelligencia – azonosítani.

Kiváló példa erre a 2020-ban életre hívott *Nemzeti Laboratóriumok létrehozása, komplex fejlesztése* elnevezésű program, melynek kiemelt célja, hogy az alap-, az alkalmazott kutatás és az innovációs tevékenység támogatása révén Magyarország is felkészülten tudjon választ adni napjaink legnagyobb K+F+I kihívásaira. A nemzeti laboratóriumok közül a Mesterséges Intelligencia és az Infokommunikációs és Információtechnológiai Nemzeti Laboratórium kutatási programja ölel fel nemzetbiztonsági szolgálatokat is érdeklő, érintő területeket, illetve feladataik végrehajtása során jól hasznosítható témákat. Ezek összhangban vannak a K+F+I stratégiával, annak kutatási elemeit valósítja meg a két program több egyetem, illetve kutatóintézet bevonásával, a nemzetbiztonsági szolgálatok közreműködésével.

De a kooperáció fordított irányban is működik: a Miniszterelnöki Kabinetiroda polgári nemzetbiztonsági szolgálatokat felügyelő államtitkársága vállalta, hogy szakmailag támogatja a Széchenyi Egyetem öt kutatási projektjének megvalósítását, melyek egyike a pilóta nélküli légitármű felderítési területen való felhasználását tűzte ki célul.

A Széchenyi Egyetem innovációja UAV területen

A dróntechnológia egyre fontosabb szerepet kap különböző mindennapi feladatok végrehajtásában, különösen a mezőgazdaság és az ipar területén. Ez utóbbit jól példázza a debreceni repülőtér, ahol nagyon fontos, hogy a kifutópálya teljesen biztonságos legyen, a kifutópályán ne legyenek olyan idegen tárgyak, amelyek kárt tehetnek a repülőgépben. A megfigyelésre az egyik legismertebb kereskedelmi UAV gyártó, a DJI legújabb fejlesztését (Dock2) használják. A dokkolóban található DJI Matrice 3TD típusú UAV előre beprogramozott útvonalakat felügyel, de távvezérelhető is: útvonala a DJI szoftverén keresztül módosítható; amikor az UAV befejezte repülését, a DJI a dokkolóhoz repül, leszáll, és a dokkolót használja az akkumulátorok feltöltésére ([URL1](#)).

Hasonló célokra – humánerőforrás-munka racionalizálására – a Széchenyi Egyetem is fejleszt UAV-okat saját, egyedi Python programokat használva az eszközök automata vezérlésére. A legnagyobb eredményeket a területfelügyelet vonatkozásában érték el: képesek vagyunk nagy területeket lefedni, felügyelni, továbbá a hőkamera alkalmazása lehetővé teszi az éjszakai repülések, feladatok végrehajtását ([URL2](#)). Ehhez a fejlesztéshez az ABZ Innovation Kft. M12 kvadkopterét használtuk, mivel egyrészt magyar gyártású, és sem a gyártó, sem más harmadik fél nem fér hozzá az UAV adataihoz (GPS, fotók), míg ez nem jelenthető ki teljes bizonyossággal a kínai vagy egyéb gyártók esetén, másrészt az UAV egy permetező drón vázára épült, ami lehetővé teszi, hogy a saját tömegén (Take Off Mass) túl 10 kg hasznos terhet szállítson ([Sciancalepore et al., 2024](#)). Ez lehetőséget biztosított, hogy az M12 UAV-t kettős akkumulátorral szereljük fel, ezzel javítva a repülési idejét. Továbbá olyan payloadok (hasznos teher) implementálása is lehetséges a nagy teherbírásnak köszönhetően, mint egy hőkamera vagy egy széles látószögű kamera, mely a kamera képének minőségét javítja. A fejlesztés során egy 4G és 5G kommunikációs modulokkal ellátott mikroszámítógépet építettünk be az UAV-ba, melyen virtuális magánhálózatot, VPN-t (Virtual Private Network) konfiguráltunk, amely biztosította a titkosított kapcsolatot az eszköz és a szerver között az interneten. A fejlesztés több alkalmazási lehetőséget is biztosít.

A mozgásérzékelők elhelyezésével az átalakított M12 pilóta nélküli légijárművel, és a vezérlését végző számítógéppel képesek vagyunk egy adott terület biztosítását ellátni. Ezen projekt keretében Ascoel IR868LR beltéri mozgásérzékelőt használtunk, amely passzív infravörös (PIR) érzékelővel van felszerelve, amely az egyik legelterjedtebb technológia a mozgásérzékelőkben, és az emberi test által kibocsátott infravörös sugárzást érzékeli (Najak, 2018).

A PIR-érzékelő két fő részből áll:

- 1) Piroelektromos érzékelő elem: két piroelektromos érzékelő elemből áll, amelyek képesek az infravörös sugárzást elektromos jellé alakítani.
- 2) Fresnel-lencse: az infravörös fényt az érzékelőelemekre fókuszálja, növelve az érzékelő érzékenységet és látómezejét.

Abban az esetben, amikor az érzékelő látómezejében nincs mozgás, a két piroelektromos érzékelő ugyanannyi infravörös sugárzást érzékel, így az elektromos jel változatlan marad. Mozcásérzékeléskor, amikor egy személy vagy más hő kibocsátó tárgy belép az érzékelő látómezejébe, először az egyik, majd a másik piroelektromos érzékelő érzékel több sugárzást, ami az elektromos jel változását eredményezi, amit az érzékelő elektronikája mozgásként értelmez (Surantha & Wicaksono, 2018).

Az érzékelő elektronikája feldolgozza a piroelektromos érzékelő által generált jelet, ami magában foglalja a jel erősítését és szűrését a mozgás megbízható érzékelése, a téves riasztások csökkentése érdekében. Amikor az érzékelő mozgást észlel, az adatokat a LoRaWAN hálózaton (Long Range Wide Area Network) keresztül továbbítja a Széchenyi Egyetem egyik szerverére.

A LoRaWAN egy alacsony fogyasztású, nagy hatótávolságú, vezeték nélküli hálózati protokoll, amelyet kifejezetten IoT (Internet of Things) alkalmazásokhoz terveztek (Haxhibeqiri et al., 2018). Főbb jellemzői közé tartozik az alacsony energiafogyasztás és a nagy hatótávolság, amely akár több évre meghosszabbíthatja az érzékelő működését (Almuhaya et al., 2022).

Az egyetemi szerveren a LoRaWAN jelzés MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) adatként továbbításra kerül. Az MQTT egy könnyített publish/subscribe üzenetküldő protokoll, amelyet kifejezetten erőforrás-korlátozott eszközökhöz és megbízhatatlan hálózatokhoz terveztek (Soni & Makwana, 2017).

Főbb jellemzői:

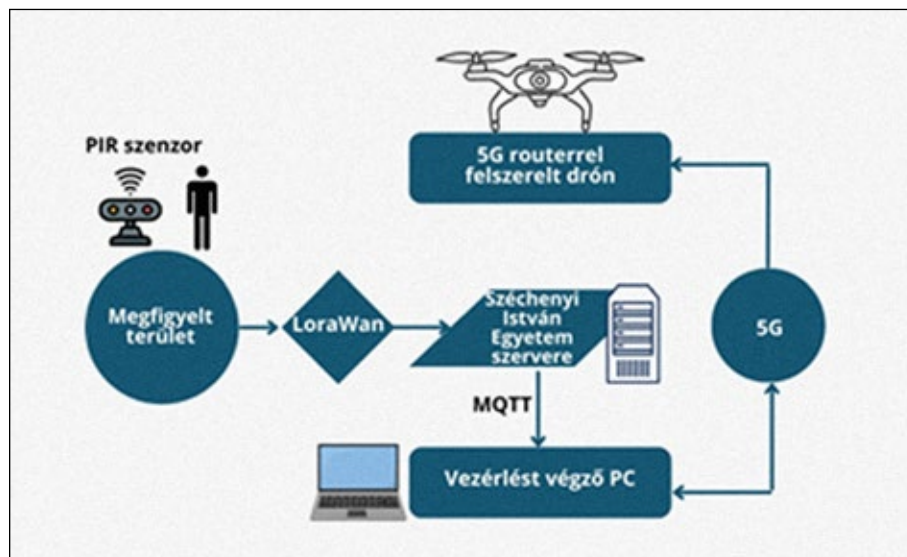
- Egyszerűség: könnyen megvalósítható és minimális hálózati forgalmat igényel.
- Alacsony sávszélesség-igény: ideális IoT és gép-gép (M2M) kommunikációhoz, ahol alacsony sávszélességre és alacsony energiafogyasztásra van szükség.

- Közzétételi/feliratkozási modell: az eszközök üzeneteket tehetnek közzé egy központi kiszolgálónak (bróker), és feliratkozhatnak bizonyos témákra, hogy a kapcsolódó üzeneteket megkapják (Dinculeană & Cheng, 2019).

Egy adott MQTT-téma megfigyelésével a vezérlő számítógép elküldheti az adatokat az M12 UAV-nak. Programunk beindítja az UAV motorjait, elindítja a felszállást, a szenzor által kapott mozgásérzékelő koordinátákhoz repül, és megfigyeli a területet. A felszállás után az UAV 360°-os fordulatot tesz és érzékeli, hogy a területre behatoló személy milyen irányba tart. Ha több jelet kap a rendszer, az UAV a jelek sorrendjében repül át a területen, majd további jelek hiányában visszatér a felszállási pontra. Könnyen belátható, hogy az UAV-ok ezt gyorsabban el tudják végezni, mint az emberek. A repülés bármikor leállítható, és egy pilóta átveheti az UAV irányítását, manuálisan repülhet vele.

1. számú ábra

A rendszer elvi működése



Forrás. A szerzők saját szerkesztése.

Személyek nyomon követése

A rendszer elemei:

- 1) átalakított M12 UAV,
- 2) saját fejlesztésű GPS nyomkövető.

A projekt során a Digitális Fejlesztési Központ két GPS-nyomkövető típust fejlesztett ki: egy $15\text{cm} \times 8\text{cm} \times 1,5\text{cm}$ méretűt, személy nyomon követése céljából, és egy nagyobb ($15\text{cm} \times 15\text{cm} \times 5\text{cm}$), mágnessel felszerelt, jármű nyomkövetésre alkalmas eszközt. Mindkét nyomkövető 3–5 másodpercenként továbbítja MQTT üzeneteken keresztül az aktuális helyzetét, amint a beépített elektronika mozgást érzékel. Abban az esetben, ha a GPS-nyomkövető helyzete nem változik 1–2 percre, akkor alvó állapotba kerül az eszköz. Ennek és az alacsony energiaigénynek köszönhetően a tracker képes nyolcórás üzemidőre.

Az általunk elkészített Python program indításakor a vezérlést végző számítógép 5G kommunikáción keresztül csatlakozik az UAV-hoz. Ha a program indítását követően a GPS tracker jelzést küld a Széchenyi Egyetem győri szerverére, melyet a vezérlő PC folyamatosan figyel, akkor az továbbítja az UAV számára a jelzés célkoordinátáit. Első jelzés esetén a pilóta nélküli légitánc motorjai elindulnak, felszáll a programban definiált magasságra és a célkoordináta fölé repül, miközben kameraképen követhető a repülés. Ha az UAV elért a célkoordináta egyméteres környezetébe, és közben újabb jelzés érkezett a szerverre, tehát a megfigyelt személy vagy jármű mozgásban van, akkor a UAV módosítja a célkoordinátát és elkezd követni a jelzést. Ha nem érkezett több koordináta akkor az UAV megkezd egy visszarepülést a kiindulási ponthoz. Ez a módszer alkalmas személyek észrevétlen követésére, különösen olyan esetekben, mikor a UAV-on egy olyan kamera van, amely 30-szoros zoomra képes, vagy ha a későbbiekben kisebb GPS tracker kerül kifejlesztésre.

Személyek nyomon követése gépi látás segítségével

Az UAV egy manuálisan indított vagy egy automatizált repülést követően a gépi látás utasításai szerint folytatja az útját. Itt a cél, hogy folyamatos felügyelet alatt maradjon a kiválasztott személy. Úgy terveztük meg a folyamatot, hogy az UAV magasságát ne változtassa meg, a többi két tengelyen pedig négy parancs segítségével manőverezzen. Ha a kijelölt célpont távolodna a pilóta nélküli légitáncához viszonyítva, akkor a gépi látás algoritmus becslést ad az elmozdulás nagyságára, melynek hatására az UAV x,y koordináta rendszerben megteszi a program által számított távolságot. Ha tovább távolodna a személy az UAV-hoz képest, akkor a UAV tovább követi a személyt. Ellenkező esetben, ha a célszemély közelít az UAV-hoz, akkor a gépi látás által kalkulált távolságot hátrafele teszi meg az UAV, hogy megtartsa az eredeti távolságot a célszemélyhez viszonyítva. Abban az esetben, ha a célszemély oldalirányba mozogna, akkor az algoritmus a célszemély korábbi helyzete és jelenlegi helyzete közötti szögeltérést is kiszámolja, melyet továbbít az UAV-nak, és ennek megfelelően elfordul a levegőben.

Innovációs partnerség: UAV a felderítésben

A pilóta nélküli légijárművek kutatás-fejlesztésének mozgatórugói sok esetben a háborúk és fegyveres konfliktusok voltak. A hidegháború alatti technikai előrelépés eredményeként az országok felderítő- és megfigyelő eszközként kezdték alkalmazni az UAV-okat. A dróntechnológia az 1980-as és 1990-es években indult rohamos fejlődésnek. Ma már ritka, hogy egy ország fegyveres erejében ne lenne rendszeresítve valamelyik típusú pilóta nélküli légijármű. Az UAV-ok mára olyan fejlettségi szintet értek el, hogy bizonyos feladatok végrehajtásában hatékonyabbak, mint a hagyományos repülőgépek (Vincze, 2021). A fejlődés nemcsak a katonai alkalmazásokra hatott, hanem kutatási, kereskedelmi és közszolgálati tevékenységben is megjelentek a UAV-ok (Restás, 2017). A közszolgálati alkalmazások egy Magyarországon is jól kutatott területe a katasztrófavédelmet segítő UAV felderítő tevékenység, amely lehetővé teszi a katasztrófa sújtotta területek felmérését és célirányosabb intézkedési tervek kidolgozását. Az erdőtüzek kezelésében a légi felderítés azért fontos, mivel a földfelszíni felderítés sok esetben nem lehetséges. Az UAV-ok költséghatékonyabbak és gyorsabban bevetethetők, mint a helikopterek vagy repülőgépek (Takáts et al., 2023).

Katonai, tűzvédelmi UAV felhasználás mellett a rendészet is használja a UAV-okat, alkalmazásuk az alábbi rendvédelmi feladatokban rendszerszintű.

- Államhatár védelme: az illegális migráció elleni védelem kiváló felderítő eszköze a UAV, amelyekkel a nap 24 órájában nagy területeket lehet átvizsgálni, beleértve a nehezen megközelíthető szakaszokat is, kiváltva a rendőrök terepen végzendő munkáját.
- Rendezvények biztosítása: kiemelt sport-, kulturális és gyülekezési rendezvények rendőri biztosítására használható, mivel a nagy területekről való képtovábbítással részben kiválthatók a földi kamerák.
- Rendőri intézkedések támogatása: az UAV zárt udvarokban, elhagyatott területeken, tanyavilágban is tudja támogatni a biztonságos rendőri intézkedéseket.
- Bűnügyi felderítés támogatása: UAV segítheti a bűncselekmény elkövetőinek elfogását, valamint titkos felderítés keretében is lehet alkalmazni.
- Közlekedésrendészeti ellenőrzések: forgalmi csomópontokban UAV-okkal is ellenőrizhető a közlekedési szabályok betartása.
- Helyszíni szemlék: pontosabb dokumentáció készítését biztosítja a bűnügyi helyszínekről, segítve a bűnügyi szakértői munkát és a bizonyítást.
- Eltűnt személyek és tárgyak felkutatása: nehezen megközelíthető területeken hatékonyan tud segítséget nyújtani a UAV eltűnt személyek vagy tárgyak felkutatásában (Fekete, 2022).

Érdemes figyelembe venni az UAV technológiánál is a Gartner-féle hype görbét, amely szerint a hype ciklusban a korai technológiai áttörés és a túlzott várakozások gyakran vezetnek ahhoz, hogy rövid távon túlértékeljük az adott innováció hatásait. Ezzel szemben a stabilizációs szakaszban válnak valóra azok a hosszú távú, tartós és jelentős változások, amelyeket kezdetben általában alábecsülünk (Gartner, 2023).

Ennek alapján az UAV technológia felderítésben való alkalmazása esetén mérlegelni kell a szervezetnek, hogy melyik a legalkalmasabb módszer, és valamennyi tényezőt figyelembe véve kell kiválasztani az adott felderítő művelethez leginkább megfelelő eszközt. Hogy ezt a mérlegelést meg lehessen tenni ismerni kell az UAV technológia alkalmazásának előnyei és hátrányai.

Az UAV technológia előnyei

Biztonság az embernek

Az UAV-ok ki tudják váltani az embert a közvetlen, így akár a veszélyes környezetben is. A felderítő szerv tagjának nem kell közvetlenül a veszélyes környezetben tartózkodni, így élete, testi épsége nem sérülhet. UAV-ok alkalmazása kiváló az olyan nehezen megközelíthető helyeken is, ahol feltételezhető, hogy biológiai vagy kémiai anyagok okozhatnak kihívást az embernek. De ugyanígy a felderítő biztonságát tudja garantálni olyan helyzet esetén is, ahol lelepleződés esetén egy felderítő veszélybe kerülne bűnözők vagy terroristák között.

Új közeg

Az UAV egyik jelentős előnye, hogy „repül”. A levegőben haladva az UAV-ok gyorsan és akadályok nélkül mozoghatnak, ami lehetővé teszi, hogy nagyobb területeket járjanak be rövidebb idő alatt, mint a földi vagy vízi járművek. Szerrepük különösen fontos sűrű növényzetű vagy nehezen megközelíthető terepen, ahol a földi járművek és a felderítők is csak korlátozottan tudnának mozogni.

A légi perspektíva azt is lehetővé teszi, hogy széles látószögben gyűjtsenek adatokat, ami növeli a felderítés hatékonyságát és részletességét. Az UAV-ok kamerái és szenzorai átfogó képet adhatnak a területről, beleértve a felderítés szempontjából valamennyi lényeges tényezőt.

Az UAV-ok képesek dinamikusan és gyorsan változtatni a repülési magasságukat és irányukat, ami rugalmasságot biztosít a felderítési folyamat során. Ez a rugalmasság lehetővé teszi, hogy valós időben alkalmazkodjanak a helyszíni körülményekhez, ami növeli a felderítési adatok pontosságát és hasznosságát.

Gyorsaság

Az UAV-ok alkalmazásának gyorsasága jelentős előnyt biztosít a felderítési műveletek során, összehasonlítva a hagyományos módszerekkel. Maga az alkalmazás felkészítési ideje elhanyagolható, mert UAV-ot reptetni szinte az alkalmazás igényének felmerülését követően rögtön lehet. Továbbá az UAV távirányítású (esetleg autonóm) repülőeszköz, így képes gyorsan felderíteni nagy kiterjedésű területeket, ami lehetővé teszi az információk gyorsabb összegyűjtését és elemzését. Ennek a tényezőnek kiemelt szerepe van olyan helyzetekben, ahol az idő kritikus tényező.

Költséghatékonyság

Az UAV-ok alkalmazása a felderítési műveletek során jelentős pénzügyi megtakarításokat eredményezhet a hagyományos módszerekkel szemben, mivel az UAV-ok üzemeltetése általában olcsóbb, mint a tradicionális légi vagy földi járműveké (például helikopterek vagy gépjárművek használata). Az UAV-ok üzemeltetési költsége azért is alacsonyabb, mivel kevesebb élőerő felhasználásával lehet működtetni, és a kezelő személyzet kiképzése is egyszerűbb, mint a helikopterpilótáké. Az UAV-ok könnyen és gyorsan telepíthetők, ami csökkenti a felderítési műveletek előkészítési idejét és költségeit (Rakha & Gorodetsky, 2020).

Felderítési képesség

Modern UAV-ok felderítésben való alkalmazásának lényege nemcsak az, hogy a UAV „repülni tud”, hanem hogy a szenzor- és kameratechnológia fejlődése forradalmasította a felderítési műveleteket, lehetővé téve a nagy felbontású képek, valamint adatok gyűjtését, amely jelentősen növeli a felderítés pontosságát és részletességét. A fejlett kamerarendszerek, infravörös és egyéb szenzorok integrációja révén a UAV-ok képesek olyan információkat rögzíteni, amelyek korábban elérhetetlenek voltak hagyományos módszerekkel. Az infravörös szenzorok használata további előnyöket nyújt a felderítésben, különösen éjszakai vagy rossz látási körülmények között. Ezen túlmenően, a modern UAV-ok más típusú szenzorokkal is fel vannak szerelve, mint például LiDAR (Light Detection and Ranging) rendszerek, multispektrális és hiperspektrális kamerák. A LiDAR technológia segítségével a UAV-ok képesek háromdimenziós térképeket készíteni a környezetről.

Valós idejű adattovábbítás lehetősége

A UAV-ok képesek valós időben továbbítani az adatokat a műveleti központba. Ez a képesség lehetővé teszi a gyors döntéshozatalt és azonnali beavatkozást, amely kritikus fontosságú számos alkalmazási területen. Ez a rugalmasság és azonnali reakcióképesség különösen előnyös a dinamikus változó körülmények között. Az a döntés, hogy a valós idejű adattovábbítás lehetősége megtörténik-e vagy az UAV-on lévő eszközök csak rögzítenek és a „földön” kerülnek kiolvasásra az adatok, az a felderítési művelettől függ. A valós időben történő adattovábbítás ugyanis a leplezett felderítés dekonspirációjának kockázatát hordozza magában egy esetleges SIGINT ellenőrzés folyamán.⁴

Felderítésre való alkalmasság

Mindig mérlegelést igényel, hogy az UAV technológiát lehet-e alkalmazni egy felderítő munka során, hiszen az UAV látható és hallható. Kis méretük miatt az UAV-ok mozgékonyak, gyorsan és hatékonyan képesek navigálni szűk helyeken és akadályok között, lehetővé téve, hogy nehezen megközelíthető helyeket is feltérképezzenek anélkül, hogy felfednék a felderítési tevékenységet. A kisebb UAV-okat könnyen és gyorsan lehet indítani különféle helyszíneken, ami gyors reagálást tesz lehetővé váratlan helyzetekben, valamint lehetővé teszi a UAV-ok gyors áthelyezését és új pozíciók elfoglalását a megfigyelési célok érdekében.

Technológia hozzáférhetősége, személyre szabhatósága

A technológia fejlődésével az UAV-ok egyre szélesebb körben válnak elérhetővé, ami lehetővé teszi, hogy a felderítő szervek kihasználják ezen eszközök előnyeit. Különböző típusú, funkciójú, készen kapható UAV-ok állnak rendelkezésre, de egyedi UAV-ok gyártása sem ütközik nehézségbe. Továbbá az UAV-ok ára jelentősen csökkent, miközben teljesítményük és megbízhatóságuk folyamatosan nőtt. A UAV-ok másik előnye a személyre szabhatóság, amely lehetővé teszi, hogy az adott feladat sajátos igényeihez igazítva, specifikus szenzorokkal és adattovábbító eszközökkel szereljék fel őket.

4 Sigint: jel hírszerzés, olyan hírszerzési tevékenység és terület, amely az elektronikus jelek lehallgatásával történő információgyűjtést foglalja magában.

A UAV-ok környezetkímélőbb módon működnek, mint a hagyományos járművek. Egyrészt kevesebb üzemanyagot használnak és kisebb mértékben szennyezik a környezetet, másrészt az elektromos meghajtású UAV-ok lítium-ion akkumulátorokat használnak, amelyek újratölthetők és hosszabb üzemidőt biztosítanak alacsony energiafelhasználással, így csökkentve a fosszilis tüzelőanyagok felhasználását és a szén-dioxid-kibocsátást. Továbbá a hatékonyabb feladatvégzés csökkenti az energiafelhasználást és a környezetszennyezést, mivel kevesebb járműre, valamint rövidebb időre van szükség a feladatok elvégzéséhez. A UAV-ok használata csökkenti a hagyományos közlekedési infrastruktúra igényét is, ami tovább csökkenti a felderítési munka környezeti lábnyomát.

Ha valós döntési alternatívát akarunk kínálni, akkor nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a UAV-oknak nem csak előnyeik vannak, hanem kockázatok is megjelennek a felderítésben való alkalmazásában.

Az UAV-ok alkalmazásának hátrányai, kockázatai a felderítés során

Korlátozott üzemidő

A forgószárnyas UAV-ok akkumulátorainak kapacitása általában korlátozott, ami azt jelenti, hogy csak viszonylag rövid ideig képesek a levegőben maradni, általában 20–60 percig. Ezt követően újratöltésre vagy akkumulátorcserére van szükség (Austin, 2011). Ez szakmai kihívást jelent hosszabb távú vagy kiterjedt felderítési műveletek esetén, ahol a folyamatos adatgyűjtés és megfigyelés kritikus fontosságú. Az üzemidő korlátozottságát több UAV egy műveletben való alkalmazásával vagy rendszeres akkumulátorcserével lehet megoldani.

Időjárásra való érzékenység

A UAV-ok felhasználásának talán legnagyobb korlátját jelenti, hogy működését jelentősen befolyásolhatják a kedvezőtlen időjárási körülmények, az erős szél, eső, hó vagy köd. Sőt ezek az időjárási elemek meg is akadályozhatják a UAV-ok alkalmazását, mivel ilyen körülmények között teljesen alkalmatlanná válnak a feladat végrehajtására. A felderítés tervezésénél minden esetben figyelembe kell venni, hogy az UAV-használat akár az utolsó pillanatban is megghiúsulhat az időjárás miatt, még ha minden egyéb körülmény ideális is.

Az UAV-technológia – még ha várható is innováció – továbbra is időjárásnak kitett technológia marad.

Korlátozott teherbírás

Az UAV-ok méretük miatt csak korlátozott mennyiségű és súlyú felszerelést képesek szállítani. Ez korlátozza az egy repülés során felhasználható felderítési szenzorok és eszközök mennyiségét.

Kiberbiztonsági kitettség

Az UAV-ok által összegyűjtött adatok továbbítása és kezelése során fennállnak kiberbiztonsági kockázatok. Az UAV-ok felderítésben történő használata esetén is különös figyelmet kell fordítani az információbiztonsági intézkedésekre, beleértve a titkosítást, a hozzáférés-ellenőrzést és a rendszeres biztonsági frissítések kérdését.

Felderíthetőség

Az UAV látható, hallható, így felderíthető eszköz. Ha a felderítő szerv célja, hogy a tevékenysége rejtve maradjon, akkor szigorú kockázatértékelést követően lehet alkalmazni az eszközt, elemezve a művelet valamennyi releváns kérdését (megfigyelt személy, környezet).

Szabályozási korlátozások

Magyarországon szigorú szabályok vonatkoznak az UAV-ok használatára. Ezek a jogi előírások (magassági korlátozások, repülési tilalmak) akadályozhatják a felderítési műveleteket, mivel engedélyeket, repülési terveket és egyéb adminisztratív előkészítést igényelhetnek⁵ (Bálint, 2018).

Technológiai korlátok

Bár az UAV-ok technológiai szempontból fejlettek, még mindig vannak korlátai a szenzorok pontosságának, az adatfeldolgozás sebességének és a távoli irányítás megbízhatóságának.

Ezeket a technológiai bizonytalansági tényezőket mérlegelni kell, hogy az adott felderítés sikerességét tudja-e befolyásolni vagy nincs jelentősége.

5 A pilóta nélküli állami légijárművek repüléséről szóló 38/2021. (II. 2.) Korm. rendelet

Zárszó

Az állandóan változó biztonsági környezet megköveteli, hogy a nemzetek gyorsan és hatékonyan reagáljanak az új típusú biztonsági kihívásokra. Az innováció kulcsszerepet játszik a biztonsági kihívások kezelésében, különösen a gyorsan fejlődő technológiai világban.

Magyarország K+F+I stratégiája nagy hangsúlyt fektet a kutatóhelyek kutatási eredményeinek gyakorlati hasznosítására, az együttműködés erősítésére a kutatás-fejlesztési és innovációs rendszer szereplői között. Az innováció nem csupán technológiai újításokat jelent, hanem az állandó megújulás képességét is, amely szorosan összefügg a reziliencia képességével.

A nemzetbiztonsági szolgálatok számára a technológiai fejlődés és az innovációs partnerségek létrehozása kulcsfontosságú a hatékony felderítés érdekében. A dróntechnológia, különösen a pilóta nélküli légitűeszközök (UAV-ok) alkalmazása számos előnyt kínál, beleértve a gyorsaságot, költséghatékonyságot, valamint a veszélyes helyzetekben való biztonságos adatgyűjtést. Az UAV-ok fejlesztése és alkalmazása terén elért eredmények, így a Széchenyi Egyetem innovációi, kiváló példát nyújtanak arra, hogyan lehet integrálni a tudományos kutatásokat a gyakorlati alkalmazásokkal.

Összességében elmondható, hogy a biztonsági kihívásokra adott válaszokban az innováció és a tudományos közösséggel való együttműködés elengedhetetlen. A technológiai újítások, jelen esetünkben az UAV-ok integrálása a mindennapi gyakorlatba jelentős mértékben hozzájárulhat a nemzet biztonságának növeléséhez.

Felhasznált irodalom

-
- Almuhaya, M. A. M., Jabbar, W. A., Sulaiman, N., & Abdulmalek, S. (2022). A survey on LoRaWAN technology: Recent trends, opportunities, simulation tools and future directions. *Electronics*, 11(1), 164. <https://doi.org/10.3390/electronics11010164>
- Austin, R. (2011). *Unmanned aircraft systems: UAVs design, development and deployment*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470664797>
- Bálint K. (2018). UAV-ok napjainkban és a jövőben. *Kiberbiztonság–Cybersecurity*, 2, 18.
- Dinculeană, D., & Cheng, X. (2019). Vulnerabilities and limitations of MQTT protocol used between IoT devices. *Applied Sciences*, 9(5), 848. <https://doi.org/10.3390/app9050848>
- Fekete Cs. (2022). A UAV-ok állami célú használatának hatályos szabályozása. *Közbiztonsági Szemle*, 10(1), 22.
- Haxhibeqiri, J., Karaagac, A., De Poorter, E., Moerman, I., & Hoebeke, J. (2018). A survey of LoRaWAN for IoT: From technology to application. *Sensors*, 18(11), 3995. <https://doi.org/10.3390/s18113995>

- Najak, M. (2018). Smart surveillance monitoring system using Raspberry Pi and PIR sensor. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 9(2), 7107–7109.
- Rakha, T. & Gorodetsky, A. (2020). Unmanned aerial system (UAS) applications in the built environment: Towards automated building inspection procedures using drones. In F. Nex & F. Remondino (Eds.), *Unmanned aerial remote sensing* (pp. 213–230). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429172410-14>
- Restás Á. (2017). A UAV-ok közszolgálati alkalmazásának lehetőségei. *Új Magyar Közigazgatás*, 10(3), 48–62.
- Sciancalepore, S., Piro, G., Boggia, G., & Bianchi, G. (2024). Privacy and confidentiality issues in drone operations: Challenges and road ahead. *IEEE Network*, 38(1), 46–51. <https://doi.org/10.1109/MNET.2024.3432730>
- Soni, D. & Makwana, A. (2017). A survey on MQTT: A protocol of Internet of Things (IoT). *International Conference on Telecommunication, Power Analysis and Computing Techniques (ICTPACT)*, 1–6.
- Surantha, N. & Wicaksono, W. R. (2018). Design of smart home security system using object recognition and PIR sensor. *Procedia Computer Science*, 135, 465–472. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.198>
- Takáts A., Bednárík É., Németh N., & Koloszá L. (2023). UAV-os megfigyelések lehetőségei a katasztrófavédelem és tűzvédelem területén. In Széles Zs. & Szőke T. M. (Szerk.), *A mesterséges intelligencia szerepe a fenntartható gazdasági döntésekben – XVII. Soproni Pénzügyi Napok konferenciakötet* (pp. 72–93). Soproni Egyetem Kiadó. <http://publicatio.uni-sopron.hu/id/eprint/2931>
- Vincze G. (2021). A HUSAR pilóta nélküli felderítő- és célmegjelölő rendszer. *Haditechnika*, 55(4), 33–36. <https://doi.org/10.23713/HT.55.4.06>

A cikkben szereplő online hivatkozások

URL1: DJI DOCK2. <https://enterprise.dji.com/dock-2>

URL2: ABZ Innovation M12. <https://abzinnovation.com/products/abz-innovation-m12/>

Alkalmazott jogszabályok

38/2021. (II. 2.) Korm. rendelet a pilóta nélküli állami léggépjárművek repüléséről

1456/2021. (VII. 13.) Korm. határozat Magyarország kutatási, fejlesztési és innovációs stratégiájának (2021–2030) elfogadásáról.

2003. évi XC. törvény a Kutatási és Technológiai Innovációs Alapról

2004. évi CXXXIV. törvény a kutatás-fejlesztésről és a technológiai innovációról

2014. évi LXXVI. törvény a tudományos kutatásról, fejlesztésről és innovációról

Magyarország Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Stratégiája 2021–2030

A cikk APA szabály szerinti hivatkozása

Horváth K., Pálffy G., & Szabó H. (2025). A felderítés új innovatív lehetőségei: pilóta nélküli légitjárművek. *Belügyi Szemle*, 73(3), 573–591. <https://doi.org/10.38146/BSZ-AJIA.2025.v73.i3.pp573-591>

Nyilatkozatok

Összeférhetetlenség

A szerzők nem jelentettek összeférhetetlenséget.

Finanszírozás

A „Széchenyi Egyetem innovációja UAV területen” fejezetben bemutatott eredmények a Széchenyi István Egyetemért Alapítvány gazdasági társaságánál megvalósított kutatások felhasználásával készült. A szerzők nem kaptak pénzügyi támogatást a kutatáshoz, a szerzőséghez és/vagy a cikk publikálásához.

Etikai nyilatkozat

Jelen cikkhez nem kapcsolódik adatkészlet.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Széchenyi István Egyetemért Alapítvány támogatásával valósult meg, melyért a szerzők köszönetük fejezik ki.

Nyílt hozzáférésről szóló tájékoztatás

Jelen cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY NC-ND 2.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje feltüntetésre kerülnek.

Levelező szerző

A cikk levelező szerzője Szabó Hedvig, aki a szabo.hevig@uni-nke.hu e-mail címen érhető el.