

Vas Tímea, Békési Bertold, Sári János, Kele Katalin,
Magyar Martin, Szabó Richárd

A mesterséges intelligencia alkalmazhatósága a modern kori repülésben

A cikkben a szerzők az Air Traffic Management (ATM)¹ Student Invention Challenge keretein belül elért kutatási tevékenységüket ismertetik. A verseny feladatául a mesterséges intelligencia mint jövőbeli repüléstámogató és kiszolgáló technológia témáját választottuk és több a cikkben bemutatott aspektusát vizsgáltuk. A bevezetést, valamint a témához kapcsolódó, jelenleg is alkalmazott technológiák rövid ismertetését követően, a szerzők olyan kiaknázatlan lehetőségeket vázolnak fel, amelyek jelentős változást hozhatnak azoknak az innovatív megoldásoknak a területén, amelyek a repülés biztonságának és hatékonyságának biztosításához szükségesek. A szerzők célja ismertetni a lehetséges fejlesztési irányokat, a jelenlegi kutatások felhasználásának segítségével.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, humán tényező, logisztika, repülésbiztonság

1. Bevezetés

A légi közlekedés és légijármű-ipar a világ dinamikus haladást mutató iparágai között szerepelnek [6]. A megnövekedett légi forgalom, valamint a költséghatékonyság és környezetvédelem előtérbe kerülésének következtében az érintett felek – repülőgépgyártók, repülőtér-üzemeltetők, légi forgalmi irányítók – számos kihívással néznek szembe. A repülőgépek rendszereinek állandó változása, egyúttal komplexebbé válása megköveteli a repülőgép-üzemeltetők folyamatos képzését és tudásuk szigorú ellenőrzését. Az ATM-alrendszerek egyre növekvő adathalmazokat kezelnek, míg azoknak a feldolgozására rendelkezésre álló idő a forgalom növekedésével akár csökkenhet is. Habár a légi forgalmat kiszolgáló személyek leterheltségének csökkentésére ma már léteznek számítógépes támogató rendszerek, még mindig előfordulhatnak olyan esetek, amikor a papír alapú kiadványok, dokumentumok és kézikönyvek átkutatása a bevett eljárás.

Figyelembe véve, hogy az emberi korlátok és a tűrőképesség határai csupán egy bizonyos fokig tolhatók ki, kérdés, hogy a megszerzett információmennyiséget meddig lesznek képesek megbízhatóan kezelni, a tudást meddig fogják biztonságosan alkalmazni a gyorsuló javítási és karbantartási ütemezésben, illetve a légi forgalom szervezésében a növekvő számú

¹ ATM (Air Traffic Management): Légiforgalom-szervezés.

és jelentőségű rizikófaktorok mellett. Ez a kérdés számos jelenlegi és jövőbeni problémával hozható kapcsolatba, amelyekre a megoldást véleményünk szerint a mesterséges intelligencia fejlődése és elterjedése fogja jelenteni.

A jelenlegi pandémiás helyzetben az átmenetileg csökkent légi forgalom mellett talán több lehetőségünk nyílik az újfajta elgondolások kidolgozására, megvalósítására, az alkalmazásukkor felmerülő hibák kiküszöbölésére.

2. Technológiai háttér

A mesterséges intelligencia a hagyományos rendszerek működését olyan módon képes kiegészíteni, hogy az önállóan tanulásra képes, ezáltal – külső beavatkozás nélkül fejleszt egy adott problémára megoldást – majd ezt a jövőbeni problémák megoldásakor is felhasználja. A feladatok, részfeladatok végrehajtásának hatékonyságát növelve és a hibalehetőségek kockázatát csökkentve a technológia képes több forrásból származó és az eddigieknél nagyobb mennyiségű információ feldolgozására is.

Napjainkban a mesterséges intelligencia képességei folyamatosan fejlesztés alatt vannak. Úgynevezett Weak-AI létrehozásával már sikerült megvalósítani azt, hogy bizonyos specifikus feladatokban a technológia képes lehet az emberi korlátok ledöntésére is. A hétköznapi ember számára is online egyik legelterjedtebb, MI-t használó szoftver a Google DeepMind AlphaGo nevű programja, amely egy Go nevű játékban addig elemzi a korábbi játszmák adatait, amíg képes legyőzni a szakavatott játékosokat is [5]. A beszédfelismerés és automatikus feliratozás alkalmazásában a Régens Zrt. Alrite szoftvere jár élen a magyarországi fejlesztői piacon. Ez a szoftver már képes több nyelven értelmezni az élőbeszédet és azt szöveges formában, felhőben tárolni [19]. A beszédfelismerés után érdemes egyből megemlíteni a GoogleLens nevű applikációt, amely a képfelismerő programok eddigi legjobbjai között szerepel [10]. E kettő ötvözésével pedig megszületett a DeepFake szoftver, amely nem csupán az ember beszédének és arcának felismerésére alkalmas, de elemezni és utánozni is képes azt. A kutatás eredményeképpen bármilyen szöveget és mimikát rámodosíthatunk egy adott személyre úgy, hogy csak nagyon nehezen vehető észre, hogy valójában nem az illető mondta az elhangzottakat [7]. Az egyik legnagyobb tudományos haladást mutató kutatás a drónok önálló útvonalkövetésére létrehozott „*Artificial Swarm Intelligence*” projekt, amelyet a hazai szakirodalomban mesterséges raj-intelligenciának hívnak. Jelenleg ennek a fejlesztésnek a katonai alkalmazásban van a legnagyobb kereslete [21].

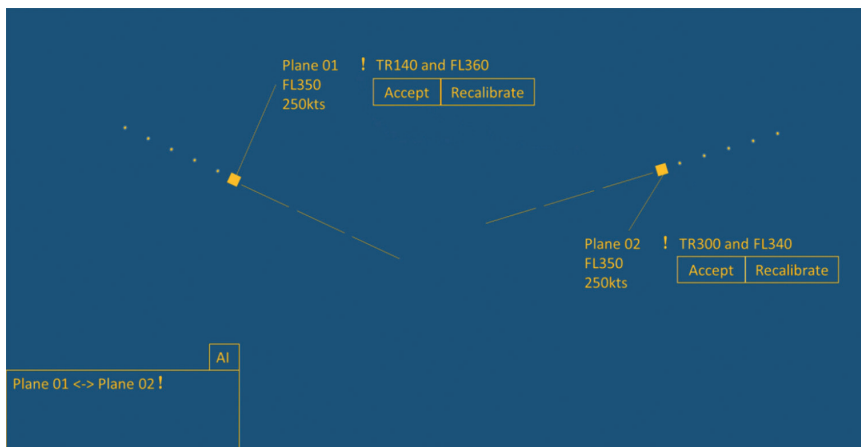
A mesterséges intelligencia felhasználása már nem új keletű a repülőtereken. A Heathrow termináljain egy program kamerák segítségével figyeli a kiszolgálási munkálatokat, ezzel csökkentve azokat a tényezőket, amelyek esetleges késéseket idéznének elő [14], [18]. A pittsburghi repülőtéren a mesterséges intelligencia szintén kamerákat használ az utasok sorban eltöltött idejének figyelésére, amely alapján kiszámolja, hogy a biztonsági ellenőrzésekre mennyi időt érdemes számolniuk [3]. A szingapúri repülőtéren mesterséges intelligencia szabályozza az utashidak mozgását, míg Münchenben, Londonban (Gatwick) és Frankfurtban robotokkal segítik az utasokat a repülőtéri tájékozódásban és csomagszállításban [2], [9], [17], [20]. A British Airways egy szokatlan fejlesztésbe investált; az első osztályú járatain gépi intelligenciával működő kiszolgálást nyújtanak az utasok számára a koktélok kikeveréséhez [1], [19].

3. Mesterséges intelligencia mint asszisztens

A mesterséges intelligencia feladata a repülésben az, hogy az ember számára feldolgozhatatlan mennyiségű adatot úgy kezeljen, hogy a végső döntéshozót – azaz a pilótát, a repülésirányítót vagy a repülőműszaki személyzetet – a lehető legoptimálisabb döntés meghozatalában segítse, lerövidítve a reakcióidőt. Amikor azt tárgyaljuk, hogy egy mesteréges intelligenciával vezérelt szoftver támogatja a légi forgalomban részt vevő személyeket, felvetődnek bizonyos kérdések. Milyen mértékben engedünk számára befolyást az események alakításába? Végrehajthatja-e automatizáltan az általa meghozott önálló döntést? A meghozott döntések kinek a felelőssége alá tartoznak? A jelenleg folytatott kutatások alapján megállapítható, hogy a közeljövőben nem valószínű, hogy a mesterséges intelligencia teljes mértékben képes lesz az emberi munkaerő kiváltására olyan összetett feladatokban, mint például a légi forgalom irányítása, a légi járművekkel kapcsolatos műszaki feladatok elvégzése vagy légi jármű vezetése.

Elképzelésünk tehát az, hogy a veszélyt jelző és figyelmeztető rendszerek és a jelenleg jogszabályban előírt felelős személyek közötti lehetőségekkel dolgozzanak. Ennek megfelelően képesnek kell lennie: minden dolgozó számára asszisztensként funkcionálni a munkafolyamatok támogatásának érdekében; a megoldási alternatíva emberi jóváhagyását követően a veszélyhelyzetekre vagy a meghibásodásokra való reakcióra (lásd 1. ábra).

A mesterséges intelligencia segíthet a légi forgalom szervezésében, a személyzet felülvizsgálatában, valamint műszaki támogatást is nyújthat.



1. ábra

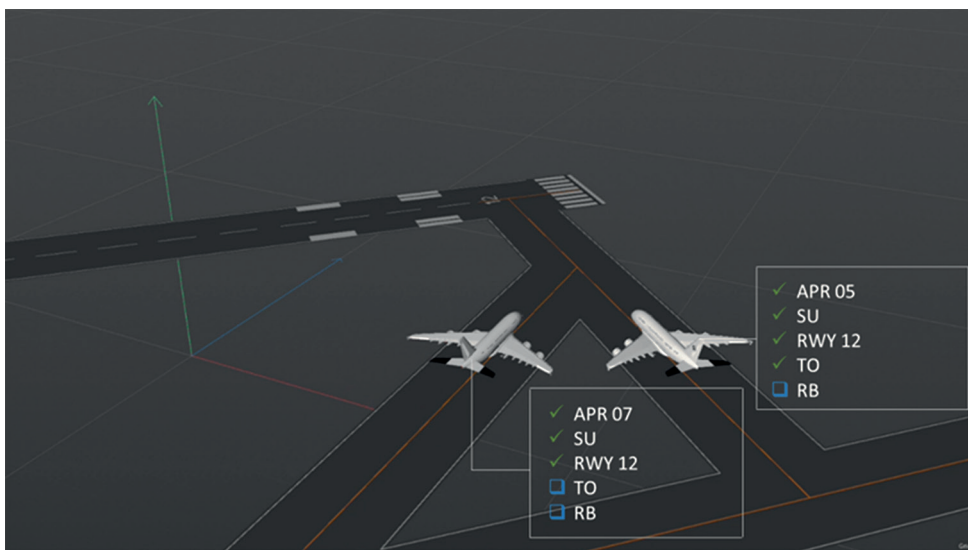
A mesterséges intelligencia alternatívát kínál a légi járművek elkülönítésére [Szabó Richárd szerkesztése]

4. Légi forgalom és légtérfelhasználás szervezése

A mesterséges intelligencia a repülőterek gurító irányítói számára a légi járművek földi mozgásának koordinálásában nagy segítségére lehet. A gurulóutak kiosztására több opció is felvázolható az elfogadott repülési tervek közül, a légi járművek típusából és a repülőtér adottságaiból nyerve

információt. A gurító irányítók jóváhagyását követően megfigyeli az utasítások teljesítésének folyamatát (lásd 2. ábra). A kiadott engedélyek végrehajtásának meglétét nem csak ellenőrzi, de vizuálisan megjeleníti az irányító képernyőjén. A légi járművek érkezésekor kialakítandó sorrendet hasonló eszközökkel támogathatja. Az általa felajánlott opciók tervezésekor automatikusan figyelembe veszi a légi járművek turbulenciakategóriáját, a repülőtér uralkodó időjárási viszonyokat, az ott telepített navigációs berendezések paramétereit (CAT I–III), és igazodik a hatékony áramlásszervezés alapelveihez. Összességében az ilyen értelemben vett terve az optimális koordinálásnak nemcsak a biztonságot hivatott szolgálni, de rengeteg időt is megtakarít minden fél számára. Ebben az iparágban pedig hatványozottan igaz, hogy az idő pénz [14].

A hagyományos, hang alapú rádiókommunikációnak egyik kritikus mozzanata a légi forgalmi irányítók által kiadott engedélyek visszaolvasása és azok helyességének ellenőrzése. A kísérleti fázisban a légitforgalom-irányítói adatbázisból kiválasztott közleményváltásokat a megtanult szabályok alapján a gépi tanulási folyamat megismeri, és képes kiszűrni a helytelen, hibás visszaigazolási közleményeket. Elképzelhető az is, hogy a mesterséges intelligencia hangtónusából, hangszínéből fáradtságra, bizonytalanságra következtet, és javaslatot tesz az újbóli visszaismétlésre. Ezzel segítve a félreértések elkerülését és figyelmetlenségből adódó veszélyes események kialakulását.

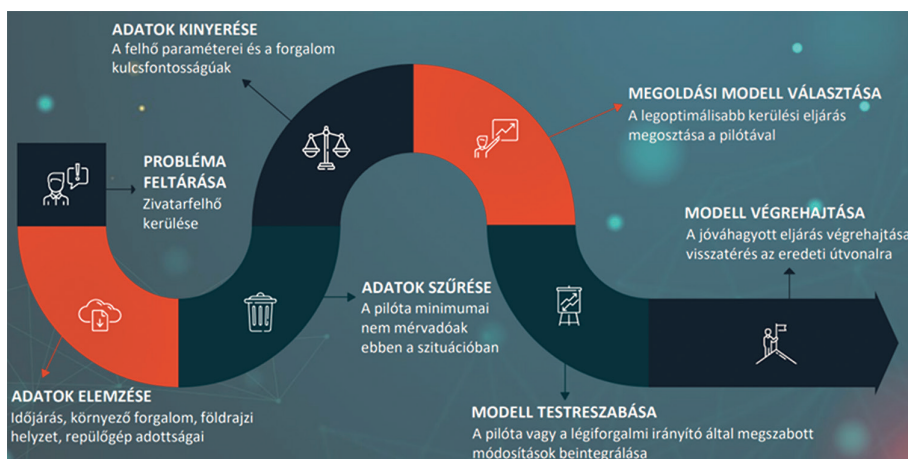


2. ábra

A kiadott engedélyek alapján a beszédfelismerő szoftver segíti a gurulóutak kiosztását [Sári János szerkesztése]

A légi jármű-vezetők esetében kiemelten fontos, hogy a mesterséges intelligencia nemcsak egy adatbázis tartalmához fér hozzá, amelynek segítségével számításokat végez, hanem a repülőgép elektronikus rendszereihez is, így a szükséges változtatásokat (például sebességnövelés, magasságsökkentés) végre is hajthatja. Egy példával szemléltetve (lásd 3. ábra): képzeljük el, hogy egy útvonalon repülő légi jármű vezetője megállapítja, hogy egy tornyos gomolyfelhő van előtte, amelyet ki kell kerülnie. A mesterséges intelligencia az adatbázisból megtanulta

a szabványosan alkalmazott zivatarckerülési eljárásokat és az azokkal járó kockázati tényezőket. A szoftver már előzőleg adatokat gyűjtött be a meteorológiai szolgáltatótól, és tájékozódott a helyszín földrajzi adottságairól. Tisztában van a környező légi forgalommal, amelyet a közeli repülőtereken és légterekben folytatott rádióforgalmazás elemzéséből és a jóváhagyott repülési tervek adatbázisából szűrt le. Ezenkívül profilozta a légi jármű személyzetének adatait – mint a tapasztalat, időjárás minimumok – és a repülőgép repülési tulajdonságait, valamint repülési és karbantartási előzményeit is. Továbbá számításba veszi, hogy milyen üzemanyag-felhasználással járnak az egyes kerülési lehetőségek, és hogy azok mennyi késést okoznának. Ezután a kerülésre tett javaslatait nem csupán a pilótával tudja megosztani, hanem azzal a szolgálattal is, amelytől az engedélyt meg kell kérnie az irányváltoztatásra. A pilóta jóváhagyásával a kerülést automatikusan végrehajtja – amelyhez a robotpilóta, az ACAS²/TCAS³ vagy az FMS⁴ rendszert is felhasználhatja –, majd eredeti útvonalára vezet vissza a légi járművet. Legközelebb hasonló szituációban nem csak gyorsabban fogja felállítani a megoldási modellt, de annak egy kifinomultabb változatát lesz képes felajánlani a pilótának.



3. ábra

A mesterséges intelligencia mint asszisztens lehetséges rendszerszintű alkalmazhatósága [Kele Katalin szerkesztése]

Fontos megjegyezni, hogy a robotpilótához hasonlóan a mesterségesintelligencia-szolgáltatásnak is bármikor „kikapcsolhatónak” kell lennie, ekkor azonban az adatok begyűjtése és rendelkezésre bocsátása is szünetel. Egy légi katasztrófát követően a rendszer – a légi járműtől szerveresen térben elkülönülő – központi adatbázisában tárolt információk pótolhatnak egy elveszett fekete dobozt, hiszen a beszédfelismerés és kamerarendszerek folyamatos működtetése mellett a repülőgép teljes állapotát ellenőrzés alatt tartja.

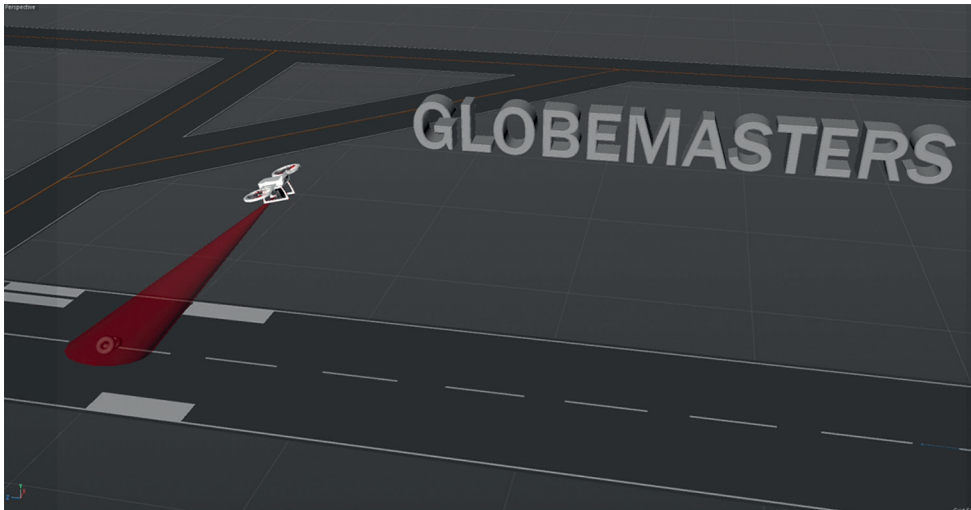
A pilóta nélküli légi járművek repülése a repülőterek körzetében kontrollált körülmények között hozzájárulhat a futópálya-biztonság növeléséhez. A hőkamerás felvételek pontosíthatják

² ACAS (Airborne Collision Avoidance System): fedélzeti összeütközés-elkerülő rendszer.

³ TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System): forgalmi tájékoztató és összeütközés-elkerülő rendszer.

⁴ FMS (Flight Management System): fedélzeti számítógépes vezérlő rendszer.

az időjárás feltérképezését. A futópálya mentén készült felvételek képi analízise hozzájárulhat a felszíneken elhelyezkedő idegen anyag (FOD)⁵ – gumiabroncs vagy egyéb lehullott alkatrész – vagy madárraj jelenlétének észlelésében (lásd 4. ábra). Felismerhetők lehetnek a felületek állapotában beállt változások, repedések, a jegesedés. Ez a technológia a futópályafények megfigyelésére is alkalmazható. Az ilyen módon megállapított rendellenességről a mesterséges intelligenciát alkalmazó szoftver azonnali figyelmeztetést képes küldeni valamennyi érintett fél számára [21].



4. ábra

Pilóta nélküli légi jármű alkalmazása mint FOD-kereső, mesterséges intelligenciával kombinálva [Sári János szerkesztése]

5. Az emberi tényezők felülvizsgálata

Az emberi tényezőkkel kapcsolatban az egyik legnagyobb rizikófaktor a koncentrációképesség és az éberség megőrzése. A fáradtságfigyelő rendszerek elsősorban a pszichés és érzelmi állapot elemzését végzik egy vagy több kamera segítségével. A személygépjárművekben régóta működő rendszer a volán mögött ülő vezető arc kifejezéseit és gesztusait, valamint kormánymozdulatait, a pedálok lenyomásának erősségét kíséri figyelemmel. Ha a rendszer úgy ítéli meg, hogy a vezetőknek pihennie kellene, akkor jelzi azt. Ezenfelül a többi rendszerrel kommunikálva olyan lépéseket tesz, amelyekkel csökkenthető a fáradtságérzet; például állít az ülés pozícióra, vagy változtatja a hőmérsékletet.

Eleinte a vezérlőegység gyűjti és elemzi az adatokat, és meghatároz egy viselkedési stílust, emellett figyelembe veszi a külső körülményeket, például a napszakot, időjárást. Ezenkívül elemzi a pislogások gyakoriságát, a szemmozgásokat, az arc kifejezéseket, a gesztusokat, a légzés gyakoriságát és mélységét a mellkas mozgásaiból. Az első 15–30 percben kialakul

⁵ FOD – Foreign Object Debris.

egy profil, és az információk referenciává válnak; ezekhez hasonlítja a további beérkező adatokat. Ezek a profilok tárolhatók, majd a későbbiekben felhasználhatók, amennyiben ismét az adott egyén megfigyelésére kerül sor. Mindazonáltal a kezdeti megfigyelés nem maradhat el – mivel a kiindulási testi-lelki-érzelmi állapot minden alkalommal más és más – az időtartama azonban jelentősen megrövidül.

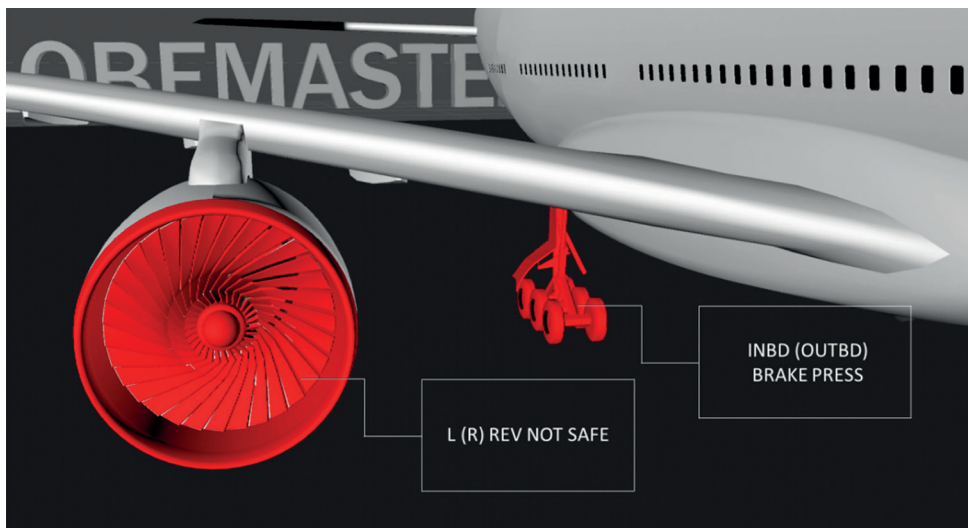
Hasonló rendszerek mind a pilótafülkében, mind az irányítóhelyiségekben alkalmazhatók. Ha a légi jármű vezetőjéről vagy a légi forgalmi irányítóról elkészül egy munkabírási és koncentrációs képességeket felmérő profil, akkor a légitársaság, valamint a munkahelyi vezető (*supervisor* – SW) emberierőforrás-kezelését nagyban optimalizálhatja.

A munkafolyamat közben a program megfigyelheti a légi forgalmi irányító reakcióidejének növekedését az egérmozdulatokon és a rádióforgalmazásokon keresztül. Továbbá észleli a beállt változásokat a személy hanghordozásában, testtartásában is. Amennyiben a rendszer arról tesz jelentést, hogy valamelyik munkaállomáson tartózkodó szakember túrészi képességének határához ért, az SW dönthet a váltások kialakításának rugalmas kezeléséről.

6. Műszaki támogatás

A szigorú biztonsági előírások, szabályok betartásának szükségességét szorgalmazza az a tény, hogy a légi közlekedési események számottevő része a repülőgépek hibás vagy figyelmen kívül hagyott karbantartási eljárása miatt következik be.

A légitársaságok számára a biztonság mellett prioritást élvez a költségoptimalizálás. Az eszközök, alkatrészek és berendezések a karbantartási kézikönyvben meghatározott élettartam lejárta előtt is meghibásodhatnak, veszíthetnek minőségükből, így könnyedén érheti a légitársaságot nem várt költség. Ennek egyik kiváltó oka lehet például a repülőgépben található berendezések állapotának nem megfelelő feltérképezettsége. A mesterséges intelligencia viszont megoldást nyújthat a problémára. Ha a szoftvere teljes és részletes hozzáféréssel rendelkezik a repülőgép valamennyi berendezéséhez, szenzorjához, elektromos hálózatához, akkor képes lesz átfogó és megbízható módon jelentést készíteni a légi jármű műszaki állapotáról, és a szakszemélyzet segítségére lesz a karbantartási tervzet elkészítésében (lásd 5. ábra). Mindezek mellett a mesterséges intelligencia vezérelheti a keresztellenőrzéseket a „duplikált” fedélzeti rendszereken. Ezáltal az üzemmentartó mérnök hiteles információk alapján kezdheti meg a javítást.



5. ábra

Az esetleges meghibásodások lehetséges gépi szemléltetése [Sári János szerkesztése]

A repülőgépek műszaki adatainak – állapot, karbantartások időpontja – begyűjtése és tárolása is az üzemeltető mérnökök feladata, amelyeket a régebbi típusú légi járművek esetében jelenleg papír alapon rögzítenek és juttatnak el a megőrzési helyükre. Az elektronikus adatbázis használatával a repülőgépben felmerült hibákról tett jelentéseket, illetve az azoknak kiküszöbölésére tett intézkedésekről szóló jelentéseket automatikusan iktatni lehet azon a központi szerveren, amelyről a mesterséges intelligencia hozzáfér a számításaihoz szükséges adatokhoz.

Az alkatrészek és eszközök pótlása érdekében a mesterséges intelligencia képes rendelési tételsor összeállítására. Idővel felméri az adott állomás igényeit éves kimutatásokból tanulva, ezáltal minimalizálva a téves beszerzéseket. Az emberi jóváhagyás természetesen itt sem maradhat el, hiszen a szoftver ebben az esetben is intelligens asszisztensi feladatkörrel rendelkezik.

Ahogy azt már említettük, az egyszerűbb felépítésű mesterségesintelligencia-programokat már alkalmazzák egyes repülőtereken, például utashidak mozgatására vagy időtényezők számítására. Azonban a földi áramforrás (GPU),⁶ állványok és egyéb olyan nagy méretű eszközök mozgatása, amelyek megkönnyítik a műszaki személyzet munkáját, még nem ennek a segítségével valósulnak meg. Ha a központi rendszer létrejön, a szoftver tisztában lesz a repülőgép pontos érkezésével, annak helyzetével, az elvégzendő munkálatokkal, az azokhoz szükséges felszerelésekkel, ezzel lehetővé téve a kiszolgáló állomány számára az azonnali munkába állást. Amikor a repülőműszaki személyzet megkezdí a feladatát, a szükséges karbantartási munkálatokról készült koordinálási terv már több változatban elkészült a mesterséges intelligencia által.

A légi jármű állapotát figyelve az úgynevezett *Self-Healing-Airplane* „öngyógyító” funkciója magasabb szintű kontroll alatt történhetne. A *Self-Healing-Airplane* technológia

⁶ GPU (Ground Power Unit): földi áramforrás.

lényege, hogy a sárkányszerkezetben olyan kis méretű polimer tartalmú gömböket helyeznek el, amelyek – akár elektromossággal gerjesztett – hő hatására termikusan aktiválódnak, tehát elolvadnak. Az így kiömlő polimer a szerkezet mikrorepedéseit feltölti, ezáltal biztosítva annak megfelelő – a sérülés előtti állapothoz képest akár 70%-os – stabilitását. Az „öngyógyító” anyagok közé tartozhatnak továbbá a különféle kerámia- (CMC),⁷ valamint fém- (MMC)⁸ mátrix kompozitok [15].

7. Információbiztonság és architektúra

Elképzelésünk szerint egy olyan rendszer megvalósítása lenne célszerű, amely a légi forgalomban részt vevő minden személy számára online-ná tenné a tudást ahhoz, hogy az adott pillanatban, az adott szituációban a biztonságot, költséghatékonyságot, környezetvédelmi megfelelőséget és a személyi terhelés csökkentését egyszerre segítse elő. Ez a rendszer teljes összehangoltságot igényel az egyes tagállamok, légitársaságok, légi forgalmi szolgáltatók között, így a teljes technikai interoperabilitás és magas szintű rendelkezésre állása elengedhetetlen.

Az adatokat, amelyek eddig nehezen voltak hozzáférhetőek, a mesterséges intelligencia több, egymással védett csatornán kommunikáló szolgáltatása automatikusan begyűjti, és egy központi adatbázisban tárolja. A felhalmozott adatokat valós időben elemzi, és azonnali válaszadással reagál a munkaállomásokon felmerült feladatokra. Mielőtt tehát a légi forgalmi irányító eldönti például, hogy milyen utasítást adjon egy kényszerhelyzetben lévő légi járműnek, valójában nem ő maga fogja az információkat felkutatni; ezt a mesterséges intelligencia teszi meg helyette. A rendszer felhasználja azokat az attribútumokat, amelyeket az érintett légi jármű tölt fel a szerverre, amelyeket a rádiókommunikációból származó beszédfelismerés útján nyert ki, és számos más dinamikus tényező mellett azokat az állandó jellegű tulajdonságokat is, amelyek az adott repülőteret, légi járművet és annak földrajzi pozícióját jellemzik. Ezt követően nem oszt meg az irányítóval olyan információt, amelyet nem szükséges tudnia, vagy másképp fogalmazva adatvédelmi szempontból nem előnyös megosztani vele az adott szituációban. A hangsúlyt az általa kidolgozott megoldásra helyezi.

Ebből következik az is, hogy egyes esetek kivételével az információk adatbázisba való szervezése nem a személy által, manuálisan történik, hanem a mesterséges intelligencia folyamatosan és automatikusan tárolja az adatokat későbbi műveletek számára. Így érhető el, hogy az adminisztratív feladatokhoz szükséges adatok zárt rendszeren belül legyenek online, védve az illetéktelen hozzáféréstől. Hamis adatok, pontatlan információk nem kerülhetnek az adatbázisba, és így azok nem okozhatják a döntéshozó félrevezetését. A rendszer igényeinek megfelelő hardveres háttér kialakítására szerverállomásokat kell létrehozni. Ilyen állomást kiépíthetnek kontinenseken elosztva, az ATM-központok felelősségi területein belül vagy akár a Funkcionális Légtér Blokkokban (FAB)⁹ is.

Ahogy az előbbi bekezdésben említettük, bizonyos információkat – jellegükből adódóan, például az alap adatbázis felépítése korábbi eseményekből – manuális úton kell rögzíteni a mesterséges intelligencia által használt adatbázisba. Ilyen rögzítés csak a munkaállomáshoz

⁷ CMC (*Ceramic Matrix Composit*): kerámiamátrix kompozit.

⁸ MMC (*Metal Matrix Composit*): fémmátrix kompozit.

⁹ FAB (*Functional Airspace Block*): funkcionális légtérblokk.

kapcsolódó szoftverrel lehetséges, és csak a jogosultsági kategóriának, szintnek megfelelően történhet.

8. Mesterséges intelligencia alkalmazása a szimulációs gyakorlatokban

A szimulációs rendszerek az 1990-es évektől kezdődően segítik a légijármű-vezetők, a légi forgalmi irányítók és a repülő-műszaki szakemberek, szerelők képzését, egyes munkafolyamatok, eljárások begyakorlásában vagy komplex gyakorlatok elvégzésekor. A képzésről alkotott szemlélet is átalakult az utóbbi évtizedekben, és előtérbe kerültek az úgynevezett „*evidence-based*” képzések, amelyek operatív gyakorlatokkal fejlesztik a gyakornokok általános képességeit az alapvető kompetenciák megszerzésében [8], [22]. Az intelligens tanulási folyamatokban a gyakornokok a megszerzett tudást szimulációs környezetben, az oktató felügyelete mellett vezetett, úgynevezett felfedező tanulás módszerével mélyítik el. A szimulációs rendszerek a mesterséges intelligencia adta lehetőségeket több módon is kiaknázzhatják. Az egyik ilyen lehetőség, a humán erőforrás helyettesítésére szolgál, amikor az álpilóták/irányítók helyett a mesterséges intelligencia végzi a rádióforgalmazást, követve a repülési gyakorlat időbeni előrehaladását és minden egyéb tevékenységet, ami a szimulációs feladatban megjelenik. Másik alkalmazási területe a szimulációs gyakorlatok összeállítása, amelyek illeszkednek a gyakornok képzettségi szintjéhez. A kényszerhelyzetek, rendkívüli helyzetek begyakorlására akár valós események alapján összeállított szimulációs gyakorlatok is tervezhetők [4].

A légiforgalom-szervezés rendszerében az automatizáció több területen is megjelenik, ezzel támogatva a légi forgalom gyors, rendszeres és biztonságos áramlását. A légi forgalmi irányítók döntéstámogató rendszereinek kifejlesztésekor elemezték a munkafolyamatok teljes spektrumát, az alkalmazandó szabályokat, az adott légtérstruktúrát, szektorkiosztási konfigurációkat, a jellemző és uralkodó időjárási jelenségek okozta korlátozásokat, amelyekben a mesterséges intelligencia szerepe abban áll, hogy képes elemezni az aktuális helyzetet, figyelembe veszi azokat a faktorokat, amelyek befolyásolják a repülés biztonságát, és döntési javaslatot adnak az légiforgalom-irányítónak. Az irányító akár elfogadja vagy módosításokat tesz a végső döntésében, ezeket a mesterséges intelligencia elemzi és eltárolja, mint alkalmazható lehetőséget [11]. Azt, hogy kiválthatja-e a mesterséges intelligencia minden területen a légi forgalmi irányítók személyét, vitatott kérdés, azonban első lépésként elképzelhető, hogy az útvonalengedélyeket továbbító „*Delivery*” szolgálat engedélykiadási és visszaolvasási tevékenységét a nem túl távoli jövőben már nem egy személy, hanem számítógép végzi.

9. Konklúzió

Mivel a mesterséges intelligencia elméleti lehetőségeinek határai egyre bővülnek, ezért érdemes pár szót ejteni a jövő technológiájának támogatásáról is. A mesterséges intelligencia újabb felhasználási területeinek megjelenésével, annak jogi háttere is bővítésre szorul. Emellett új, repülésbiztonságot fenyegető kockázatok is megjelennek – például a légi forgalmi irányító szolgálat milyen elkülönítési eljárásokat alkalmazhat egy teljesen autonóm pilóta nélküli légi jármű és egy hagyományos légi jármű elkülönítésére, amelyek már teljes mértékben

az adatkommunikációs rendszereket használják az útvonalon történő navigációra, és az illetékes ATS-egységekkel történő kommunikáció fenntartására is. Előnyként lehet említeni azonban, hogy a monotonitás és emberi fáradtság okozta tévedések, hibák kiküszöbölhetőek lesznek.

Az úgynevezett UAB¹⁰-eszközök megjelenésével a UAS¹¹-eszközökkel történő városon belüli áru- és személyszállítás is online közelségbe került. Ezek az eszközök repülési magasságuk földközeli jellege miatt nem is annyira légi, mint inkább földi kockázatokat rejtenek magukban. Hiszen a navigációs és kommunikációs rendszerek, beépített területeken nem működnek az elvárható biztonsági szinten [12]. Több európai fejlesztő cég foglalkozik azzal, hogy a GPS¹² mellett, például a mesterséges intelligencia, LIDAR¹³ és felszíni wifi-hálózat együttműködése hogyan alkalmazható ebben a speciális esetben a repülésbiztonság javára [13]. Az elektromos és hidrogénhajtású utasszállító repülőgépek megjelenésével nem csak a károsanyag-kibocsátás és a repülőtéri zaj csökkenthető, de a repülőterek fel kell készülnenek az ilyen típusú légi járművek kiszolgálására is. A hologramos ábrázolás sem új keletű dolog, segítségével az irányítók háromdimenziós megjelenítéssel figyelhetik meg a légtér felhasználását és a földön végzett műveleteket. A műszaki szakemberek szintén háromdimenziós szemléltető eszközökkel képezhetik magukat.

A földi berendezések, a repülőgépek rendszereinek és az emberi erőforrások felhasználásának fejlődésével előtérbe kerülnek olyan, mesterséges intelligenciával nem rendelkező eszközök, amelyek nagyfokú automatizáltsággal fognak működni, és kihatással lesznek a légi forgalomra. Ezért fontos megalkotnunk egy olyan rendszert, amelyben ezek összehangoltan működhetnek.

A korábban már felsorolt felhasználási lehetőségeken túl a mesterséges intelligenciának számos hasznosítása létezik majd a közeli és a távoli jövőben egyaránt, ami a repülés világát érinti. Ez a változás elkerülhetetlen, ugyanis a mai felgyorsult világban az egyre növekvő igények napról napra magasabb elvárásokat támasztanak a biztonság növelése érdekében. A globális kiszolgálásban a határok lassan elmosódnak, és a megoldásokat egy olyan algoritmus létrehozásában kell keresni, amely az egész világon képes átfogóan kezelni, összehangolni és rendszerbe helyezni a légi forgalomban együttműködő feleket.

Hivatkozások

- [1] AIRportal, *Robot segít a becsomagolásban a KLM-utasoknak*. AIRPortal, 2018. Online: <https://airportal.hu/robot-segit-becsomagolasban-klm-utasoknak/>
- [2] Ambrus A., *Beszélő robotfej segít eligazodni a frankfurti reptéren*. AIRPortal, 2019. Online: <https://airportal.hu/beszelo-robotfej-segit-eligazodni-a-frankfurti-repteren/>
- [3] Ambrus A., *Mesterséges intelligencia számolja ki a várakozási időt Pittsburgh reptéren*. AIRPortal, 2019. Online: <https://airportal.hu/mesterseges-intelligencia-szamolja-ki-a-varakozasi-idot-pittsburgh-repteren/>

¹⁰ UAB: *Urban Air Mobility*.

¹¹ UAS: *Unmanned Aircraft System*.

¹² GPS: *Global Positioning System*.

¹³ LIDAR: *Light Detection and Ranging*.

- [4] A. J. Kornecki, T. B. Hilburn, T. W. Diefenbach, M. Towhidnejad, "Intelligent Tutoring Issues for Air Traffic Control Training," *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, vol. 1, no. 3, 204–211, 1993. Online: <https://doi.org/10.1109/87.251888>
- [5] DeepMind, *Alpha Go*. Online: <https://deepmind.com/research/case-studies/alphago-the-story-so-far>
- [6] Palik M. (szerk.), *Pilóta nélküli repülés profiknak és amatőröknek*. Második javított kiadás, Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2013. Online: www.repulestudomany.hu/kiadvanyok/UAV_handbook_Secon_edition.pdf
- [7] I. Sample, "AI-generated fake videos are becoming more common (and convincing). Here's why we should be worried," *The Guardian*, 13 January, 2020. Online: www.theguardian.com/technology/2020/jan/13/what-are-deepfakes-and-how-can-you-spot-them
- [8] International Civil Aviation Organisation, *Manual of Evidence-Based Training*. ICAO Doc 9995, First Edition, 2013.
- [9] Körtvélyes T., *Humanoid robotot tesztelnek a müncheni repülőtéren*. AIRPortal, 2018. Online: <https://airportal.hu/humanoid-robotot-tesztelnek-muncheni-repuloteren/>
- [10] L. Wang, *New Google Lens features to help you be more productive at home*. Google blog, 2020. Online: <https://blog.google/products/google-lens/new-google-lens-features-help-you-be-more-productive-home/>
- [11] M. Madanan, N. Hussain, N. C. Velayudhan, B. T. Sayed, "Embedding machine learning in air traffic control systems to generate effective route plans for aircrafts in order to avoid collisions," *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 97, no. 2, 605–616, 2019. Online: www.researchgate.net/publication/330983702
- [12] B. Békési, M. Palik, T. Vas, A. Halászné Tóth, "Aviation Safety Aspects of the Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV)," in *Topics in Intelligent Engineering and Informatics*. L. Nádai, J. Padányi Eds. Springer, 2016, 113–121. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-319-28091-2_10
- [13] L. Davies, R. Bolam, Y. Vagapov, A. Anuchin, "Review of unmanned aircraft system technologies to enable beyond visual line of sight (BVLOS) operations," in Proc. of 2018 X International Conference on Electrical Power Drive Systems (ICEPDS), 2018. Online: <https://doi.org/10.1109/ICEPDS.2018.8571665>
- [14] Néveri G., *Mesterséges intelligenciaküzdhet a késések ellen Heathrow-n*. AIRPortal, 2019. Online: <https://airportal.hu/mesterseges-intelligencia-kuzdhet-a-kesesek-ellen-heathrow-n/>
- [15] R. Das, C. Melchior, K. M. Karumbaiah, "Self-healing composites for aerospace applications," in *Advanced Composite Materials for Aerospace Engineering*, S. Rana, R. Figueiro Eds. Woodhead, 2016, 333–364. Online: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100037-3.00011-0>
- [16] Régens, *OpenAI projektek*. 2021. Online: www.regens.com/hu/-/a-legerdekesebb-openai-projektek?redirect=%2Fhu%2Fkezdolap
- [17] Szilágyi Á., *Chatbot segíti Gatwick utasait a tájékozdásban*. AIRPortal, 2019. Online: <https://airportal.hu/chatbot-segiti-gatwick-utasait-a-tajekozodasban/>
- [18] Szilágyi Á., *Mesterséges intelligencia segítségével növelné pontosságát a British Airways*. AIRPortal, 2019. Online: <https://airportal.hu/mesterseges-intelligencia-segitsegevel-novelne-pontossagat-a-british-airways/>
- [19] Szilágyi Á., *Mesterséges intelligenciával működő koktélkészítőt tesztel a British Airways*. AIRPortal, 2020. Online: <https://airportal.hu/mesterseges-intelligenciaval-mukodo-koktelkeszito-tesztel-a-british-airways/>

- [20] Szilágyi Á., *Önvezető robotokat tesztelt a frankfurti repülőtér.* AIRPortal, 2019. Online: <https://airportal.hu/onvezeto-robotokat-tesztelt-a-frankfurti-repuloter/>
- [21] T. Caldwell, "Artificial Swarm Intelligence In The Context Of Singularity," *Forbes*, 23 January, 2020. Online: www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/01/23/artificial-swarm-intelligence-in-the-context-of-singularity/?sh=427222ae7284
- [22] T. Vas, "Required MATCO (Military Air Traffic Controller Officer) competencies for the efficient Air Traffic Management at the airfield in mission environment," *Repüléstudományi Közlemények*, vol. 30, no. 3, 45–60, 2019.

The Applicability of Artificial Intelligence in Modern Aviation

In this article the authors describe their searching activity, and their achievement in the competition called ATM Student Invention Challenge. As the task of the competition the artificial intelligence as a future flight support and service tool was examined. Following the introduction and the description of the currently applied technologies in our topic, the authors outline some of the untapped potentials that can bring significant changes to the innovation of flight safety and efficiency. Our goal is to expound the possible directions of development using the present research as a base.

Keywords: *artificial intelligence, human factor, logistics, aviation safety*

<p>Dr. Vas Tímea alezredes, adjunktus Nemzeti Közszerológálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék</p> <p>vas.timea@uni-nke.hu orcid.org/0000-0002-0082-0370</p>	<p>Tímea Vas, PhD Lieutenant Colonel, Senior Lecturer University of Public Service Faculty of Military Science and Officer Training Department of Aerospace Controller and Pilot Training vas.timea@uni-nke.hu orcid.org/0000-0002-0082-0370</p>
<p>Dr. Békési Bertold alezredes, egyetemi docens Nemzeti Közszerológálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék</p> <p>bekesi.bertold@uni-nke.hu orcid.org/0000-0002-5709-789X</p>	<p>Bertold Békési, PhD Lieutenant Colonel, Associate Professor University of Public Service Faculty of Military Science and Officer Training Department of Aircraft Onboard Systems bekesi.bertold@uni-nke.hu orcid.org/0000-0002-5709-789X</p>

<p>Sári János BSc-hallgató Nemzeti Közszerológálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülőfedélzeti Rendszerek Tanszék</p> <p>sari.janos1999@gmail.com orcid.org/0000-0001-8861-3300</p>	<p>János Sári BSc student National University of Public Service Faculty of Military Science and Officer Training Department of Aircraft Onboard Systems</p> <p>sari.janos1999@gmail.com orcid.org/0000-0001-8861-3300</p>
<p>Kele Katalin BSc-hallgató Nemzeti Közszerológálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék</p> <p>kele.katalin5@gmail.com orcid.org/0000-0002-7124-3152</p>	<p>Katalin Kele BSc student National University of Public Service Faculty of Military Science and Officer Training Department of Aerospace Controller and Pilot Training</p> <p>kele.katalin5@gmail.com orcid.org/0000-0002-7124-3152</p>
<p>Magyar Martin BSc-hallgató Nemzeti Közszerológálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék</p> <p>mmartinx2@gmail.com orcid.org/0000-0002-5896-6372</p>	<p>Martin Magyar BSc student National University of Public Service Faculty of Military Science and Officer Training Department of Aerospace Controller and Pilot Training</p> <p>mmartinx2@gmail.com orcid.org/0000-0002-5896-6372</p>
<p>Szabó Richárd BSc-hallgató Nemzeti Közszerológálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar Repülésirányító és Repülő-hajózó Tanszék</p> <p>sz.ricsi1997@gmail.com orcid.org/0000-0001-7170-5815</p>	<p>Richárd Szabó BSc student National University of Public Service Faculty of Military Science and Officer Training Department of Aerospace Controller and Pilot Training</p> <p>sz.ricsi1997@gmail.com orcid.org/0000-0001-7170-5815</p>