

A fedélzeti menetrögzítő kamerák légi oldalon közlekedő gépjárművekben történő alkalmazásának vizsgálata

A különböző fedélzeti menetrögzítő kamerák (dash camek) már több mint egy évtizede teszik biztonság tudatosabbá az átlagos gépjárművezetőket, miközben olyan közlekedési szabálysértéseket és baleseteket dokumentálhatnak, amelyekben közvetetten vagy közvetlenül érintettek. A nevezett technológia komoly népszerűségnek örvend a nagyszámú gépjárműflottát üzemeltető cégek körében is, amelyek a biztonság tudatosság mellett hatékonyságnövelő és -támogató monitoringeszközként alkalmazzák a fedélzeti menetrögzítőket. Tekintettel arra, hogy a légi közlekedési iparág szinte minden ágazata biztonságcentrikus, egyben hatékonyságjavításra törekvő, jelen tanulmány keretében az előbbieken felvázolt felhasználási variációk tapasztalata alapján a fedélzeti menetrögzítő kamerák – katonai jellegzetességeket is figyelembe vevő – repülőtéri környezetben történő alkalmazhatóságának vizsgálatára kerül sor.

Kulcsszavak: menetrögzítő kamera, autós kamera, légi oldal, just culture

Applicability of the Dashboard Mounted Camera (Dash Cam) in Vehicles Moving on The Airside

For more than a decade, a series of dash cams have been making average drivers more aware of their safety, while they have the ability to record traffic violations and accidents in which they are directly or indirectly involved. Dash cams are also very popular with freight companies operating a large fleet, which, in addition to safety-conscious application, use this technology in order to improve efficiency and have a monitoring tool as well. Given that almost all sectors of the aviation industry are safety-centric and at the same time striving for efficiency improvements, in the framework of this study, based on the experience of the usage variations outlined above, the applicability of dash cams – with special regard to the nature of military aerodromes – in an airport environment is examined.

Keywords: dash cam, in-vehicle camera, airside, just culture

¹ Főtitzt, HM Állami Légügyi Főosztály; e-mail: Horvath.Gabor3@hm.gov.hu; ORCID: 0000-0002-2939-1426.

Bevezetés

A félvezetőipar az elmúlt ötven évben számos drámai átalakuláson ment keresztül, és ebben az időszakban, valamint várhatóan még az előttünk álló évtizedben a Moore-törvény – amely kimondja, hogy a számítógépek sebessége az egyetlen chipre helyezhető tranzisztorok számával mérve 18–24 havonta megduplázódik² – az egyetlen helyes irányt mutató iránytű. A Moore-törvényt hajtó exponenciális jelleg *alapja* a miniatürizálás folyamata, amely a számítástechnikával összefüggő területek, így a jelen tanulmány szempontjából kiemelten fontos digitális képalkotás vonatkozásában is meghatározó aspektus. További fontos tényező, hogy a miniatürizálásnak köszönhetően nemcsak az adott eszköz fizikai kiterjedése csökken, hanem azzal arányosan energiaszükséglete is redukálódik, miközben egyre költséghatékonyabbá válik előállítás. Ezek a kedvező folyamatok vezettek el odáig, hogy a kétezres évek második felétől kezdve a személygépjárművekben is megjelentek az úgynevezett fedélzeti menetrögzítő kamerák (*dash camek*).

Napjainkra megkérdőjelezhetetlenné vált a fedélzeti menetrögzítő kamerák létjogosultsága, hiszen ezen eszközök népszerűsége nemcsak a személygépjárművekben érhető tetten, de felhasználásuk a közlekedésrendészet területén is egyre számottevőbb,³ miközben a kereskedelmi célú alkalmazásról (például a flottamenedzsment) és a kutatás-fejlesztési tevékenységet támogató kísérleti eszközökről sem feledkezhetünk meg. Amennyiben az előbb említett alkalmazásmódokra – a Palik Mátyás által a pilóta nélküli légi járművekkel összefüggésben – kifejlesztett K4M felhasználási modellt (1. ábra) vetítjük rá, akkor egyértelművé válik, hogy mely szegmensből hiányoznak a fedélzeti menetrögzítő kamerák.



1. ábra: A K4M-modell és a fedélzeti menetrögzítő kamerák kapcsolata

Forrás: PALIK 2015 előadása alapján a szerző szerkesztése

² DEBENEDICTIS 2017.

³ CSORDÁS 2020.

Amennyiben Moore törvénye mint egyfajta önbeteljesítő prognózis, valamint a K4M-modell mint a különböző technológiák katonai célú alkalmazását előrejelző modell valamilyen kapcsolatot ápolnak egymással, akkor kijelenthető, hogy a fedélzeti menetrögzítő kamerák katonai felhasználására is sor fog kerülni. Ezt a folyamatot előkészítve, a katonai repülőterek sajátosságait különösképp figyelembe véve, a jelen tanulmány keretében a nevezett eszközök légi oldalon (*airside*) közlekedő gépjárművekben történő alkalmazásvizsgálatára került sor. Az alkalmazásvizsgálat az irodalomkutatás mellett statisztikai adatelemzésre és kérdőíves adatgyűjtésre⁴ épült.

A fedélzeti menetrögzítő kamerák ismertetése

A magyar szakirodalomban jelenleg nincs egységesen elfogadott fogalom a fedélzeti menetrögzítő kamerákra vonatkozóan, emiatt – és elterjedt alkalmazása okán – az Oxford–Lexico-féle egy nyelvű (angol) online szótár definíciója,⁵ valamint a tématerülettel összefüggésben végzett irodalomkutatás alapján jelen tanulmány keretében a következő meghatározást használok: a menetrögzítő kamera egy olyan digitális mozgókép-rögzítő és -tároló eszköz, amely a szélvédőn keresztül a gépjármű előtti és – bizonyos konfigurációkban – mögötti területet tartja folyamatos megfigyelés alatt.

Ennek a fogalommeghatározásnak az előnye, hogy csak azokat a kulcsfontosságú alaptulajdonságokat (beltérben elhelyezett, digitális, szélvédő mögül folyamatosan felvesz és rögzít) tartalmazza, amelyek minden fedélzeti menetrögzítő kamerát jellemeznek, és figyelmen kívül hagyja azokat az attribútumokat (például: felbontás, látószög, globális navigációs műholdrendszer [*Global Navigation Satellite System*, GNSS] képesség, gyorsulásérzékelés stb.), amelyek az egyes termékek egyedi paramétereit írják le.

Gyakorlati alkalmazás

Az első fedélzeti menetrögzítő kamerát 1939-ben szerelték fel az Amerikai Egyesült Államokban (USA) egy kaliforniai rendőrautóra,⁶ de a technikai színvonal egészen – a viszonylag megfizethető és kompakt – VHS-videókamerák 1980-as évekbeni megjelenéséig nem tette lehetővé ezeknek az eszközöknek az elterjedését. Az alkalmazás ezt követően is az USA-ra és a közlekedésrendészet területére koncentrálódott, amelynek további lendületet adott, hogy a kétezres években megsokasodtak a rendőrséggel szembeni, faji előítéletekkel összefüggő vádak, valamint az igazoltatás során bekövetkező, rendőrök elleni támadások. Ezeknek az eseményeknek, valamint az egyre kisebb és egyre olcsóbb kamerák megjelenésének köszönhetően az USA először állami, majd szövetségi szinten egyre szélesebb körben javasolta az operatív közlekedésrendészeti feladatokat

⁴ HORVÁTH 2022b.

⁵ Oxford–Lexico Online 2022.

⁶ Movie Camera in Police Car Puts Evidence on Film 1939.

ellátó szervek⁷ részére a tevékenységük videodokumentálását. Ezeknek az intézkedéseknek az eredményeként 2000-ben már az érintett rendőrautók valamivel több mint 10%-a rendelkezett menetrögzítő kamerával.⁸ Ezt követően a rendőrség szolgálati tevékenységéről készített riportfilmek elengedhetetlen összetevőjévé váltak a menetrögzítő kamerák által készített felvételek, és ez nagymértékben hozzájárult a nevezett eszközök népszerűségének növekedéséhez.

A gyakorlati hasznosítás következő mérföldköveként tekinthetünk arra az eseményre, hogy – a közlekedési balesetek visszaszorítása és a bekövetkezett káresemények objektív dokumentálása érdekében – az Oroszországi Föderáció Belügyminisztériuma 2009-ben sokat enyhített a menetrögzítő kamerák magánszemélyek általi alkalmazására vonatkozó jogi korlátozásokon.⁹ Ezzel párhuzamosan kezdte meg diadalmenetét a YouTube néven ismert közösségi videómegosztó platform, amely korai sikereit annak is köszönheti, hogy teret engedett az orosz közutakon készült – sok esetben egészen extrém – felvételek közzétételének. Ezek közül a leghíresebb a 2013. február 15-én Cseljabinszk város felett látható, tucatnyi orosz gépjármű fedélzeti menetrögzítője által felvett bolida, vagyis a légkörben nagy fényhatás kíséretében felrobbanó meteor; ennek az eseménynek köszönhetően szinte minden akkori internetfelhasználó megismerhette ezeket az apró videófelvevő eszközöket,¹⁰ amelyek azóta is töretlen népszerűségnek örvendenek.

Elvi blokkvázlat

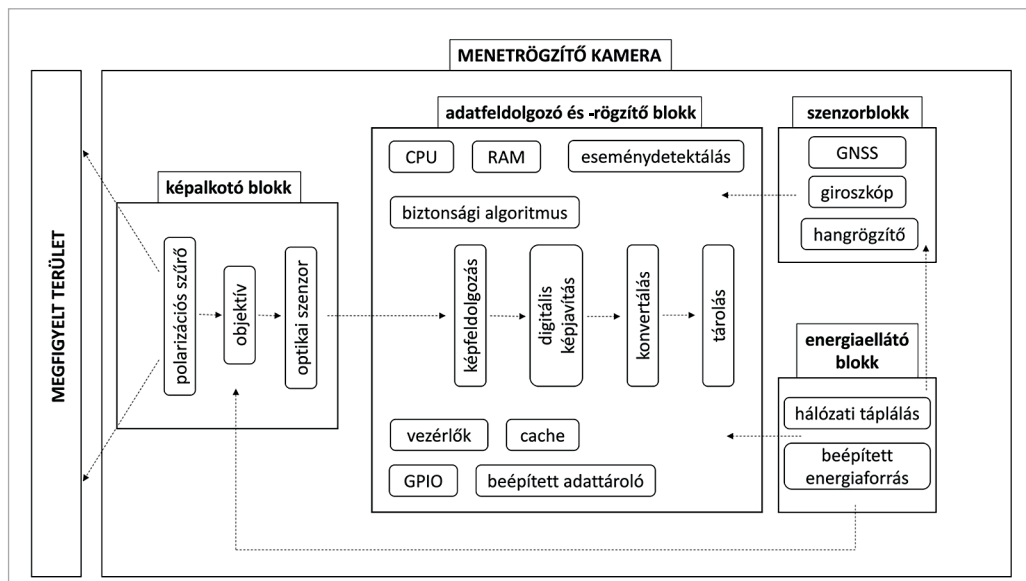
A fedélzeti menetrögzítő kamerák rendszerleírásának elkészítése érdekében mutatom be a 2. ábrán látható elméleti blokkvázlatot, amely visszatükrözi a piacon napjainkban megvásárolható eszközök generikus termékjellemzőit, valamint a kérdőíves adatgyűjtés – szakértői szűrést követő – következtetéseit. Az alábbi blokkvázlat tehát már magába foglalja a repülőtéri igényekhez igazított specifikus konfiguráció szükségesnek ítélt funkcióit.

⁷ Ezek leginkább az ún. *State Patrol* állományába tartozó rendőrségi gépjárművek.

⁸ ROSENBLATT 2005.

⁹ Az Oroszországi Föderáció Belügyminisztériumának a közúti közlekedésben résztvevőkre vonatkozó követelményeknek történő megfelelésről szóló 185/2009. évi rendelete.

¹⁰ AMOS 2013.



2. ábra: Egy fedélzeti menetrögzítő kamera elvi blokkvázlata

Forrás: a szerző szerkesztése

Képkalkító blokk

A digitális mozgóképkalkotásért, vagyis az objektíven – és ha van, akkor a polarizációs szűrőn – keresztül a megfigyelés alatt tartott terület felől érkező fény jelalakításáért alapvetően az optikai szenzor a felelős. Ennek kapcsán érdemes megjegyezni, hogy polarizációs szűrővel rendelkező fedélzeti menetrögzítő kamerák csak elenyésző mértékben találhatók kereskedelmi forgalomban, mivel az ezekben alkalmazott objektívek minden esetben – a látószög maximalizálása érdekében – 35 mm-nél rövidebb gyújtótávolsággal rendelkeznek, és ezekre általánosan jellemző, hogy egyenetlen polarizációs hatást biztosítanak.¹¹ Amennyiben az adott kamera – szoftveres képjavító algoritmus segítségével – képes ezt az egyenetlenséget korrigálni, akkor a polarizációs szűrő használatát érdemes megfontolni, hiszen ez az egyetlen hatékony eszköz a nem kívánt tükröződésekkel együtt járó becsillanások mértékének csökkentésére.

Azt szintén fontos kiemelni, hogy a fedélzeti menetrögzítő kamerák szenzorai hasonló konstrukciós elvek mentén épülnek fel, mint a biztonsági kamerák esetében alkalmazott variánsok, vagyis felbontásuk viszonylag alacsony (4 megapixel vagy kevesebb), és a fényérzékeny diódákkal ellátott felületük kicsi (~20 mm²). Ennek eredményeként az egyes pixelek mérete relatíve nagy, és mivel ez a tulajdonság döntő mértékben befo-

¹¹ JACOBS 2020.

lyásolja az adott képpont által felvehető fényértéket,¹² ezekről a szenzorokról kijelenthető, hogy jó dinamikatarománnyal rendelkeznek.

Adatfeldolgozó és -rögzítő blokk

Ebben a részegységben zajlik a digitális képfeldolgozás egyes részfolyamataitól kezdve az eseménydetektáláson keresztül a különböző algoritmusok háttérben történő futtatásáig minden számításigényes feladat. Ezek kezelésében kulcsszerepe van a központi feldolgozóegységnek (*central processing unit*, CPU), amely a legtöbb esetben egy olyan, 32 bites Acorn RISC Machine (ARM)¹³ architektúrával rendelkező processzor, amelyet már a tervezéskor a képalkotással összefüggő feladatok hatékony végrehajtása céljából alkottak meg (például az ARM Cortex-A9). Ezen célok közül ki kell emelni a képalkotó blokk által biztosított nyers mozgókép-információk konvertálását, amire az adatrögzítés érdekében rendelkezésre álló tárhely optimális felhasználása miatt van szükség. Jelenleg az egyik optimális felhasználást az úgynevezett *high efficiency video coding* (HEVC) videótömörítési eljárás szolgáltatja, amely megközelítőleg 50%-kal alacsonyabb bitráta mellett állít elő azonos minőségű mozgóképet, mint elődje.¹⁴

Egy dash cam esetében az elkészült felvételeket általában hordozható digitális tárolóeszközön (például SD-kártya) mentik el, de egy légi oldalon közlekedő gépjármű esetében – biztonsági másolat elkészítése céljából – javasolt a redundáns adattárolás biztosítása beépített adattárolón (*onboard storage*) vagy egy másodlagos hordozható digitális tárolóeszközön. Az adattárolással kapcsolatban további fontos kérdéskör a szükséges tárhely mértékének megállapítása, amely során figyelembe kell venni:

- a konfigurációban alkalmazott kamerák számát;
- a beállított képfrissítési rátát;
- a napi üzemidőt;
- a szenzor felbontását;
- az alkalmazott videótömörítési eljárást.

Szenzorblokk

A szenzorblokkban alapvetően olyan további, szükségesnek ítélt információkat szolgáltató részegységek találhatók, mint a pontos egyezményes koordinált világidőt, geolokációt és sebességadatokat szolgáltató GNSS-alrendszer, az audioinformáció rögzítéséhez szükséges mikrofon, valamint az eseménydetektálás miatt elengedhetetlen, hirtelen sebességváltozással összefüggő adatokat biztosító giroszkóp.

¹² BELENKY et al. 2004.

¹³ Az Acorn Computers Ltd. laboratóriumában fejlesztett processzor.

¹⁴ OHM et al. 2012.

Energiaellátó blokk

Egy fedélzeti menetrögzítő kamera energiaszükségletét alapvetően a gépjármű-akkumulátor által biztosított tápellátás garantálja, de – az adattároláshoz hasonlóan – ebben az esetben is javasolt gondoskodni a redundanciáról. Erre a célra a hosszú élettartamuk, a magas ciklusszámuk, a jó hatásfokuk és a kompakt kialakításuk miatt a szuperkondenzátorok jobb megoldásnak tűnnek, mint a széles körben alkalmazott lítiumion-akkumulátorok.

Gépjárművek légi oldalon történő közlekedése

A gépjárművek légi oldalon történő közlekedésének vizsgálata előtt fontos tisztázni, hogy pontosan milyen definíció tartozik ehhez a fogalomkörhöz. A 1788/544. számon nyilvántartott *Magyar Honvédség 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázis (MH 59. SZDRB) Légi Oldali Repülésbiztonsági Eljárásrend* című dokumentum alapján a légi oldal „[a] repülőtér mozgásterülete, a szomszédos területek, valamint épületek vagy azok részei, ahová a belépés korlátozott. Forgalmi, műszaki előterek, cargo bázisok, fenntartási területek. A futópálya rendszer és a hozzátartozó kiszolgáló létesítmények, berendezések. Gurulópálya rendszer és a hozzátartozó kiszolgáló létesítmények.” A megadott foglalom meghatározásból következik, hogy a 3. ábrán látható légi oldal alapvetően jó közlekedési infrastruktúrával ellátott, viszonylag nagy kiterjedésű (~2,8 km²) területet foglal magába.



3. ábra: Magyar Honvédség 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázis légi oldala (sárgával jelölt terület)

Forrás: Magyar Honvédség 59. Szentgyörgyi Dezső Repülőbázis Légi Oldali Repülésbiztonsági Eljárásrend

A légi oldalon történő közlekedés jellemzői

Egy repülőtéren közlekedő gépjármű vezetőjével szemben elvárt követelmény, hogy tisztában legyen a különböző előtereken, gurulóutakon és a futópályán látható felfestések jelentéstartalmával, jól ismerje az egyes tájékoztató és jelzőtáblákat, valamint készség szinten alkalmazza a rádióforgalmazás szabályait. Ennek alapján a légi oldalon történő közlekedésre vonatkozó eljárásrendek célja, hogy meghatározzák azt a – repülőtér-specifikus – keretrendszert, amelyben a gépjárművezető biztonságosan és hatékonyan el tudja látni a feladatát. Ezen feladatok magukba foglalják mindazokat a rendszeres és eseti jelleggel végrehajtott tevékenységeket, amelyek közvetve vagy közvetlenül kapcsolódnak az adott repülőtéren történő közlekedéshez, légijármű-kiszolgáláshoz, valamint a repülési feladat végrehajtásához. Ennek köszönhetően a légi oldalon számos gépjármű megfordul, amelyek közül a legjellemzőbbek:

- a tűzoltó gépjárművek;
- a vontató gépjárművek;
- a személyszállító kisbuszok;
- az utasszállító buszok;
- a légijármű-kiszolgáló gépjárművek;
- a repülőtér-karbantartó gépjárművek;
- az üzemanyag-szállító gépjárművek;
- a műszaki mentő gépjárművek és
- a mentő gépjárművek.

A repülőgépek közelében történő feladat-végrehajtásra való tekintettel a földi mozgás és kiszolgálás, vagyis összefoglalóan a repülőtéri közlekedés a repülési feladatok biztonságos végrehajtásának egyik legkritikusabb eleme. Ennél a bekezdésnél kell megjegyezni, hogy a repülési feladatok során bekövetkező balesetekhez, súlyos repülőeseményekhez vagy rendellenességekhez gyakran a légi oldalra vonatkozó közlekedési szabályok nem tudatos, rosszabb esetben szándékos megszegése is nagymértékben hozzájárul.¹⁵

Repülésbiztonsági összefüggések

Ahogy az a 3. ábrán is jól látható, egy viszonylag egyszerű alapokra építkező repülőtér esetében is egészen komplex egységet alkot a futópálya, a gurulóutak és a forgalmi előterek által alkotott hálózat, amit csak tovább bonyolíthatnak egyes időjárási körülmények, a repülőtérre érintő időszakos karbantartási és fejlesztési munkálatok, továbbá az esetlegesen bekövetkező meghibásodásokból és kényszerhelyzetekből fakadó azonnali beavatkozási feladatok. Ebben a dinamikusan változó környezetben az előbb leírt hálózat csak abban az esetben érheti el a kívánt repülésbiztonsági szintet, ha a légijármű-vezetőktől kezdve a légi forgalmi irányítókon át az összes légi oldalon

¹⁵ MARZUOLI et al. 2016.

közlekedő személlyel bezárólag mindenki tisztában van a rá vonatkozó szabályokkal, felelősségi jogkörökkel és az adott körülmények között alkalmazandó eljárásrenddel. A mindenkitől magas szinten megkövetelt szakmaiság ellenére a légi közlekedésre általánosan jellemző jól működő biztonságkultúra sem teszi az egyént immunissá a saját hibáira, így célszerű minden olyan eszköz alkalmazását megvizsgálni, amellyel kapcsolatban feltételezhető, hogy hatékonyan járulhat hozzá a repülésbiztonsághoz. Ebben az összefüggésben a menetrögzítő kamerák légi oldalon közlekedő gépjárművekben történő alkalmazásának vizsgálata ígéretes eredményeket tartogat, mivel az elmúlt két évtized tapasztalatai alapján kijelenthető, hogy ezek a technikai megoldások jótékony hatást gyakoroltak a közlekedéskultúrára.

A just culture megközelítés

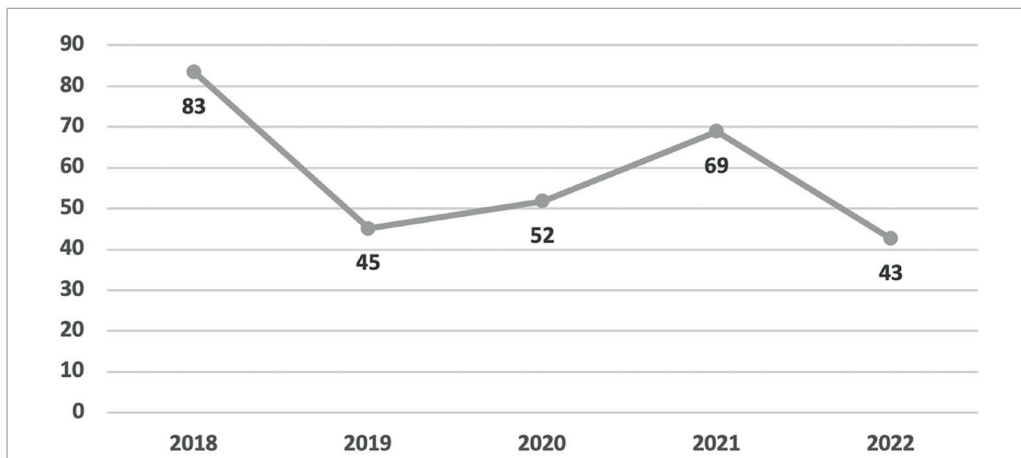
A polgári légi közlekedési balesetek és repülőesemények vizsgálatáról és megelőzéséről és a 94/56/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről szóló 996/2010/EU rendelet¹⁶ volt az első jogszabály, amely a *just culture* megközelítés széles körű elterjedését támogatta. Ennek lényege, hogy a légi közlekedési események kialakulásának megelőzése érdekében olyan munkalégkört kell teremteni és fenntartani, amely ösztönzi a már bekövetkezett események önkéntes jelentését és az ok-okozati összefüggések feltárásához szükséges információk átadását. A hivatkozott rendelet a *just culture* elvét méltányossági alapon működő repülésbiztonsági kultúraként határozza meg, amely alapvető különbséget tesz az elszámoltathatóság és a felelősség között. Ez a különbségtétel azzal magyarázható, hogy ha egy légi közlekedési esemény kivizsgálása során csak az elszámoltathatóságra helyezünk a hangsúlyt, akkor rendszerszinten rettentjük el a vétkes személyeket a jóhiszemű hibák (*honest mistake*) önbevallásától, így számos probléma maradhat a felszín alatt. Jóhiszemű hibák alatt olyan hibákat kell értenünk, amelyeket az adott szakember nem szándékos károkozás céljából követ el. Jelen tanulmány keretében példaként említhetjük azt a repülőtér-karbantartó szolgálati gépjárművet vezető katonát, akinek a feladatai közé tartozik az is, hogy naponta többször ellenőrizze a futópálya épségét és idegen tárgytól (*foreign object debris/damage, FOD*)¹⁷ való mentességét. Ebben az esetben jóhiszemű hibaként könyvelhetjük el, ha figyelemmegosztás vagy fáradtság miatt elkerüli a katona figyelmét a futópályán található valamilyen idegen tárgy vagy strukturális sérülés. Amennyiben ezt a jóhiszemű hibát egy fedélzeti kamera rögzíti, akkor a felvételek kiértékelése lehetőséget biztosít a *just culture* elvet követő objektív vizsgálatra és a hasonló esetek elkerülése érdekében szükséges preventív eljárások bevezetésére.

¹⁶ Az Európai Parlament és a Tanács 996/2010/EU rendelete (2010. október 20.) a polgári légiközlekedési balesetek és repülőesemények vizsgálatáról és megelőzéséről és a 94/56/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg).

¹⁷ Idegen tárgy vagy az által okozott sérülés; minden idegen tárgy által légi járművekben okozott sérülés ideértendő. A FOD rövidítés használatos továbbá minden, a munkaterületen talált idegen tárgyra is.

Statisztikai következtetések

Az MH 59. SZDRB Repülésbiztonsági Főnöksége által rendelkezésemre bocsátott statisztikai adatok alapján elkészítettem az egy bekövetkezett légi közlekedési eseményre eső műveletszámot prezentáló 4. ábrát.



4. ábra: Az egy bekövetkezett légi közlekedési eseményre eső műveletszám

Forrás: az MH 59. SZDRB Repülésbiztonsági Főnökség statisztikai adataira alapján a szerző szerkesztése

A 4. ábrával összefüggésben fontos hangsúlyozni, hogy a 2018–2022 közötti időszakban az MH 59. SZDRB tekintetében összesen 21 légi közlekedési baleset vagy súlyos repülő-esemény történt, vagyis a légi közlekedési események döntő többsége a kevésbé súlyos kategóriába tartozik. Ez a tény jól visszatükrözi, hogy az MH 59. SZDRB repülésbiztonsági kultúrájában már gyökeret eresztett a *just culture*, mivel a statisztika viszonylag nagy számban tartalmaz olyan adatokat, amelyek csak abban az esetben vannak jelen, ha a hibát vétők maguk jelentik azokat. Ezt a feltételezést támasztja alá, hogy a légi közlekedési események becsült átlagos számtani átlagtól mért eltérése mindössze 17,38 – ez a mutatószám pedig ebben a környezetben alapvetően alacsonynak tekinthető. Ettől függetlenül a fedélzeti menet rögzítő kamerák még tovább ösztönözhetik a jóhiszemű hibák gyakoribb jelentését, aminek eredményeként vélhetően megszorodhatnak a repülő-események, de az ezek kiértékelését követően bevezetett preventív intézkedések tovább csökkenthetik a balesetek és a súlyos repülő-események számát.

A fedélzeti menet rögzítő kamerák légi oldalon közlekedő gépjárművekben történő alkalmazására vonatkozó további fontos következtetést vonhatunk le az 1. táblázatban szereplő adatok alapján, ugyanis a vizsgált időszakban számos olyan földi üzemmel összefüggő légi közlekedési esemény történt, amelynek kiértékelését és a későbbi előfordulási valószínűséget csökkentő intézkedések meghozatalát a menet rögzítő eszközök által készített felvételek elősegíthették volna.

1. táblázat: Részletes légi közlekedési eseménykimutatás (MH 59. SZDRB)

Esemény jellege	Év					Összesen
	2018	2019	2020	2021	2022	
<i>Pályasértés</i>	0	0	1	1	3	5
<i>Munkavégzés pályán rádiókapcsolat nélkül</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Engedély nélküli közlekedés a légi oldalon</i>	1	0	1	10	2	14
<i>Pályán feltárt hiba</i>	4	1	5	8	4	22
<i>Tűz vagy egyéb esemény miatti beavatkozás a légi oldalon</i> ¹⁸	1	2	2	2	1	8
<i>FOD</i>	3	0	4	11	3	21
<i>Vad- és madárkár</i>	5	1	7	26	17	56
<i>Összes regisztrált esemény, amely során a fedélzeti kamerák segítséget nyújthattak volna a kiértékeléshez, a repülésbiztonság növeléséhez</i>	14	4	20	59	30	

Forrás: MH 59. SZDRB Repülésbiztonsági Főnökség statisztikai adataira

A kérdőíves adatgyűjtés következtetései

Az irodalomkutatáson és statisztikai adatok tanulmányozásán túlmutató hatékony adatgyűjtés érdekében elkészítettem egy kérdőívet, amelynek segítségével kifejezetten azokat a személyeket szólítottam meg, akiktől a beosztásuk ellátása megköveteli, hogy a légi oldalon gépjárművet vezessenek. A kérdőív kitöltése önbevalláson alapult, ezért az egyén szubjektív nézőpontját tükrözi vissza, de a méltányossági alapon működő repülésbiztonsági kultúra szintjére való tekintettel ezeket az adatokat ebben a formában is hasznos információforrásnak ítélem, mert nagymértékben hozzájárulnak a tanulmány gyakorlati alkalmazhatósággal összefüggő értékéhez.

Az adatgyűjtés eredményeinek részletes ismertetése

A kérdőív segítségével – alapvetően – a gépjárművezetői tapasztalatot és előítéletet, a dash cam alkalmazásának vélt hatását a repülésbiztonságra, valamint a fedélzeti menetrögzítő kamerával szemben operatív szinten elvárt funkciókat térképeztem fel.

¹⁸ A légi meghibásodások vagy más különleges események miatt elrendelt kényszerhelyzeti riasztások számát nem tartalmazza. 2021 júliusától kezdve gyakorlatilag minden vélt vagy valós vészhelyzet esetén riasztják a kényszerhelyzeti szolgálatokat (repülésbiztonsági ajánlás bázisparancsnoki intézkedésbe való bevezetését követően).

Tapasztalat és előítélet

A kitöltésben részt vevők nagyobb részben több mint tíz éve rendelkeznek gépjárművezetői engedéllyel, és kétharmaduk legalább öt éve olyan beosztásban dolgozik, amely megköveteli tőle a légi oldalon történő feladatellátást. Ebben az időszakban a többség legalább egyszer tapasztalt már a repülőtéren olyan, repülésbiztonságot veszélyeztető eseményt, amely gépjárművezetői hibához volt köthető. A számottevő gépjárművezetői tapasztalat ellenére a kitöltők csupán 31%-a használ a saját gépjárművében menetregisztráló kamerát, de ebben a csoportban mindenki egyetértett azzal az állítással, hogy a kamera mögött biztonság tudatosabbá vált a saját vezetési stílusa.

Az alkalmazás vélt hatása

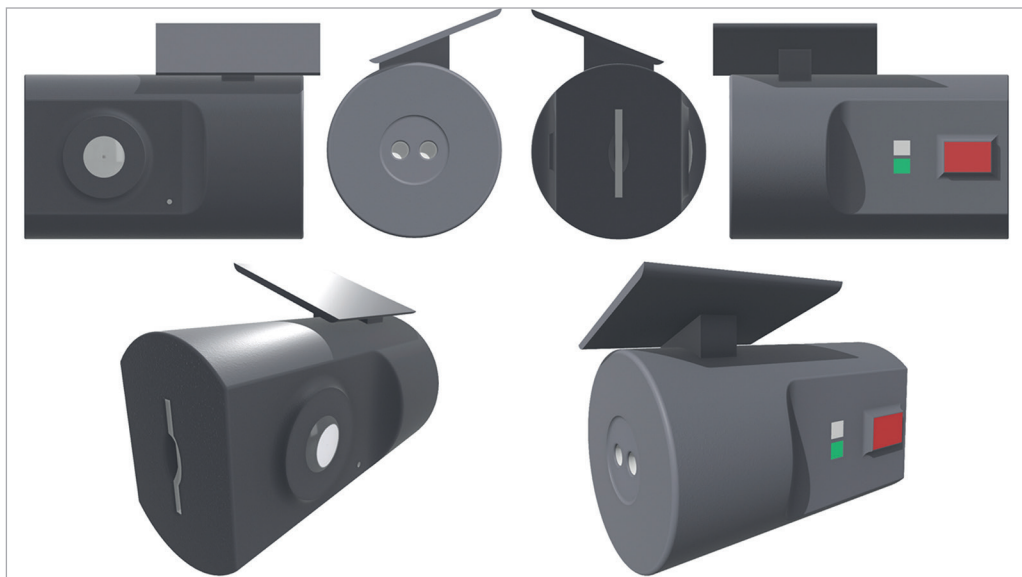
A válaszadók 91%-a szerint pozitív hatást gyakorolna a repülésbiztonságra, ha a repülőter munkaterületén üzemszerűen közlekedő gépjárműveket menetregisztráló kamerával szerelnék fel. Ezt elsősorban azzal indokolják, hogy ezek az eszközök lehetővé teszik a légi közlekedési események utólagos objektív értékelését és az ezekkel összefüggő repülésbiztonsági esettanulmányok összeállítását, de viszonylag sokan osztották azt a véleményt is, amely szerint a kamerák jelenléte biztonság tudatosabbá teszi a gépjárművezetőt. Néhány meglepetést okozott, hogy a repülésüzemre optimalizált szoftveres megoldásokban (például FOD-érzékelés, szegélyelhagyás- vagy sebességtúllépés-figyelmeztetés) már jóval kevesebben láttak potenciált.

Elvárt funkciók

A vizsgálat ezen pontjánál megkülönböztettem a képrögzítő, a biztonsági és az egyéb funkciókat. Az így kialakuló halmazok egyenként kilenc lehetőséget kínáltak a válaszadóknak, akik halmazonként három funkciót emelhettek ki. A képrögzítéssel összefüggésben a legnagyobb kereslet az éjszakai módra mutatkozott, de sokan foglalmazták meg elvárásként a széles látószög meglétét és a 4K-felvételkészítés lehetőségét is. A megadott biztonsági funkciók közül kiemelkedett az egyedi kezelőszoftver igénye, amely csak meghatározott felhasználók számára biztosítja a hozzáférést az elkészített felvételekhez. Emellett szintén fontos elvárásként fogalmazódott meg a katonai szabványoknak (például MIL-STD-810) megfelelő környezeti ellenállóság, valamint a redundáns áramforrás rendelkezésre állása is. Az egyéb funkciók vonatkozásában nagyon könnyű nyertest hirdetem, mivel a válaszadók kétharmada az egyik voksát a GNSS-adatrögzítés mellett tette le. Ezen kívül meg kell még említenem a hangrögzítéssel, valamint a holttér-minimalizálás érdekében szükséges optimális mérettel összefüggő felhasználói követelményeket.

A kutatás alapján elkészített 3D-modell

Az irodalomkutatás, a statisztikaiadat-feldolgozás és a kérdőíves adatgyűjtés során összegyűjtött információk alapján elkészítettem az 5. ábrán látható, repülőtér-specifikus felhasználásra tervezett dash cam 3D-modelljét.¹⁹ A tervezés során nagy hangsúlyt fektettem arra, hogy a forma kövesse a funkciót, és ennek köszönhetően a kamera visszatükrözi az alaprendeltetését, vagyis nem összekeverhető más célra szánt eszközökkel.



5. ábra: Egy repülőtér-specifikus felhasználásra tervezett dash cam 3D-modellje

Forrás: a szerző szerkesztése

A kompakt kivitelnek köszönhetően ez az eszköz elfér a legtöbb visszapillantó tükör mögött, miközben a rögzítés a szélvédő dőlésszögéhez igazított panel segítségével oldható meg. Saját kijelzővel nem rendelkezik, de működőképességéről egyértelmű információt szolgáltat a gépjárművezetőnek LED-státuszjelek formájában. A kamera jobb oldalán egy SD-kártya-hely látható, és a bal oldalon kaptak helyet az adatkapcsolatot és a hálózati tápcsatlakozást biztosító portok. Az előlapon található a kamera optikai rendszerének felépítménye, valamint a mikrofonfurat.

Összegzés

A fedélzeti menetrögzítő kamerák légi oldalon közlekedő gépjárművekben való alkalmazásával összefüggésben megfogalmazott legfontosabb hipotézisem szerint ezek

¹⁹ HORVÁTH 2022a.

az eszközök jótékony hatást gyakorolhatnak a repülőterek földi üzemének repülésbiztonsági szintjére. Ezt a feltételezést támasztja alá a fedélzeti képalkotók szakirodalom alapján ismertetett általános közlekedéskultúrára gyakorolt hatása, a feldolgozott statisztikai adathalmaz, valamint a kérdőíves kutatás eredménye. Ezek közül érdemes hangsúlyozni, hogy a kérdőívet kitöltő és saját gépjárműben már fedélzeti menetrögzítő kamerát használó személyek egyöntetű (100%-os) véleménye alapján biztonság tudatosabbá tette őket a nevezett eszközök alkalmazása, amit a saját tapasztalataim alapján is meg tudok erősíteni. A FOD-érzékelés, a sebességtúllépésre és a pályaszegély-elhagyásra történő figyelmeztetés kapcsán a szakirodalom, továbbá a kérdőíves kutatás eredményei azonban ellentmondásban állnak egymással. Amíg az előbbi alapján kijelenthető, hogy az említett – vagy azokhoz nagyon hasonló – megoldások bizonyos termékekben már most is rendelkezésre állnak, addig az utóbbi esetében csupán a felhasználók harmada látott ezekben potenciált. Ezt az ellentmondást vélhetően csak akkor oldhatjuk fel, miután sor került az okosfunkciókkal kiegészített fedélzeti menetrögzítő kamerák repülőtéri környezetben történő tesztjére.

Az alapkövetelmények meghatározását követően már a jelenleg megvásárolható eszközök között is találunk a légi oldali üzemre alkalmas menetrögzítő eszközt, de a valódi kompromisszummentes megoldást egy repülőtér-specifikus felhasználásra tervezett dash cam jelenti. Ennek a tervezési folyamatnak a támogatása céljából elkészítettem és közzétettem a nevezett eszköz első 3D-modelljét, amely megfelelő alapot biztosíthat a további fejlesztésekhez.

Meggyőződésem, hogy a repülésbiztonság terén végzett munka jó befektetés, hiszen ez a tevékenység humán erőforrás vonatkozásában és anyagi-technikai értelemben is jól kamatozik. Mivel ezzel a megállapítással párhuzamban a jelen tanulmány keretében vizsgált eszköz tekintetében bizonyítottam, hogy – katonai és polgári repülőtereken egyaránt – javíthatja a repülésbiztonság szintjét, nemcsak anyagi, de morális értelemben is megtérülhet egy ilyen céleszköz fejlesztése.

Felhasznált irodalom

- AMOS, Howard (2013): Meteorite Footage Captured Thanks to Russian Love of Dashcams. *The Guardian*, 2013. február 15. Online: www.theguardian.com/world/2013/feb/15/meteorite-footage-russia-dashcams
- Az Európai Parlament és a Tanács 996/2010/EU rendelete (2010. október 20.) a polgári légiközlekedési balesetek és repülőesemények vizsgálatáról és megelőzéséről és a 94/56/EK irányelv hatályaon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg). Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32010R0996>
- Az Oroszországi Föderáció Belügyminisztériuma által kiadott, a közúti közlekedésben résztvevőkre vonatkozó követelményeknek történő megfelelésről szóló 185/2009. évi rendelet. Online: www.stopca.ru/zakony/prikaz_mvd_185_ob_utverzhenii_administrativnogo_reglamenta_mvd/
- BELENKY, Alexander et al. (2004): *Wide Dynamic Range Imaging*. [H. n.]: Institute of Neuromorphic Engineering. Online: www.researchgate.net/publication/265064912_Wide_dynamic_range_imaging

- CSORDÁS Gábor (2020): Száz autójába szerelt fedélzeti kamerát a magyar rendőrség. *Player.hu*, 2020. június 17. Online: <https://player.hu/tech-3/szaz-autojaba-szerelt-fedelzeti-kamerat-a-magyar-rendorseg>
- DEBENEDICTIS, Erik P. (2017): It's Time to Redefine Moore's Law Again. *Computer*, 50(2), 72–75. Online: <https://doi.org/10.1109/MC.2017.34>
- GULYÁS Péter – FÖLDESI Anikó (szerk.) (2022): *MH 59. Szentgyörgyi Dezső Repülóbázis légi oldali repülésbiztonsági eljárásrend*. Kecskemét: MH 59. Szentgyörgyi Dezső Repülóbázi.
- HORVÁTH Gábor (2022a): *Egy repülőtér-specifikus felhasználásra tervezett dash-cam 3D modellje*. Online: https://uninkehu-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/horvath_gabor_uni-nke_hu/ESueDYoYMH5GsSqFR2WljuEBpp0oPQ4d4vEQMEETOEOaPw?e=zhn6Xm
- HORVÁTH Gábor (2022b): *Kérdőíves adatgyűjtés*. Online: https://uninkehu-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/horvath_gabor_uni-nke_hu/EWHBQOF4tLtGgx8ofP2nroQBNr8E-DfSDiDHXjm6YdQNIQ?e=2kRUVF
- JACOBS, Adam (2020): *Understanding and Using Filters in Photography* [ePub] [H. n.]: Manfrotto. Guide. Online: https://static.videndummediasolutions.com/media/wysiwyg/collections/filters/Manfrotto_Guide_Filters_E-Book.pdf
- MARZUOLI, Aude et al. (2016): Multimodal Impact Analysis of an Airside Catastrophic Event: A Case Study of the Asiana Crash. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(2), 587–604. Online: <https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2483743>
- Movie Camera in Police Car Puts Evidence on Film (1939). *Popular Science Magazine*. Online: www.eyewitnessdashcams.com/wp-content/uploads/2020/07/dash-cam-cop-history.jpg
- OHM, Jens-Rainer et al. (2012): Comparison of the Coding Efficiency of Video Coding Standards—Including High Efficiency Video Coding (HEVC). *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 22(12), 1669–1684. Online: https://iphome.hhi.de/wiegand/assets/pdfs/2012_12_IEEE-HEVC-Performance.pdf
- Oxford–Lexico Online: *Dashcam*. Online: www.dictionary.com/browse/dashcam
- PALIK Mátyás (2015): *A pilóta nélküli repülés fejlődése*. Budapest: Nemzeti Közszerológati Egyetem, 2015. október 20. Online: www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/7-palik-matyas-eloadas.original.pptx
- ROSENBLATT, Daniel (2005): *The Impact of Video Evidence on Modern Policing*. [H. n.]: International Association of Chiefs of Police. Online: <https://cops.usdoj.gov/RIC/Publications/cops-w0404-pub.pdf>