

Sándor Zsolt

A PILÓTA NÉLKÜLI LÉGIJÁRMŰ RENDSZEREK FORGALMI MENEDZSMENTJÉT BIZTOSÍTÓ MEGOLDÁSOK INFORMÁCIÓRENDSZERÉNEK MODELLJE

A pilóta nélküli légi járművek forgalmi menedzsmentje – azaz a repülések beillesztése a hagyományos légtérfelhasználók köz – akkor lehet sikeres, ha rendelkezésre állnak azok az adatok, melyek alapján a járművek aktuális és jövőbeli pozíciója is ismert lehet. Az adatok tekintetében a különböző felhasználói csoportok és a forgalmi menedzsmentet ellátó rendszer információkezelési műveletei által számos olyan adat keletkeztethető, melyek hozzájárulnak a teljes légiközlekedési rendszer biztonságának növeléséhez. A cikkben feltárására kerülnek ezen adatok és az az adatstruktúra, mely a menedzsment rendszer működését támogatja.

Kulcsszavak: pilóta nélküli légi járművek, légiforgalmi menedzsment, drónok, információrendszer, légiforgalmi irányítás, repülési műveletek tervezése

BEVEZETŐ

A pilóta nélküli légi jármű rendszerek menedzsmentjét biztosító megoldások (összefoglalóan UTM¹ megoldások) funkcionalitásával több megelőző cikk is foglalkozott már. Ezek részletesen tartalmazzák azokat az ellátandó funkciókat – információkezelő műveleteket – melyek segítségével a berendezések integrálhatóak a hagyományos légtérfelhasználók közé [1][2][3][4]. Azonban a funkciók ellátásához szükséges adatok körét és ezek strukturált rendszerbe foglalását még nem vizsgálták, miközben az iparág jelentős fordulat előtt áll az alkalmazandó UAV²-k számát illetően [5][6][7]. Ez egy komplex rendszer működésénél az adatok azonosítása kiemelt jelentőségű, mivel az adatok strukturált rendszere jelenti az információkezelés alapját, amire a teljes funkcionalitás felépíthető.

Az UTM egy napjainkban is dinamikus formálódó területe a légiközlekedésnek, melynek fejlődését jelentősen befolyásolja az elérhető technológiai és jogi környezet. Teljes funkcionalitással és nemzeti kiterjedéssel bíró UTM rendszer még egyetlen országban sem működik, azonban már vannak olyan kezdeti megoldások, melyek egy-egy platformra vonatkozóan képesek valós idejű információszolgáltatást biztosítani a felhasználók között az általuk megvalósított repülési műveletekről. A fejlesztések azokon a területeken fognak felgyorsulni, ahol a jogi szabályozás támogatja az iparágat, és ott várhatóak az első teljes funkcionalitással rendelkező UTM rendszerek megjelenése [3][6].

Maga az UTM úgy definiálható, mint a légiközlekedési rendszer operatív felhasználói (pilóta nélküli légi járművek használata által érintett entitások) és az általuk használt rendszerek együttműködéséből kialakuló rendszer-együttes – Systems of Systems (SoS) –, melynek célja az

¹ Unmanned Aircraft Systems Traffic Management – pilóta nélküli légi jármű rendszerek forgalmi menedzsmentjét biztosító megoldások együttese

² Unmanned Aerial Vehicle – pilóta nélküli légi jármű

UAV-k és a hagyományos légtérhasználók közötti biztonságos közlekedéshez szükséges elkülönítés fenntartása és a hatékony forgalomszervezés megvalósítása a földközeli, néhány 10 méteres kiterjedésű légtérben [1][2][3][8][9].

A cikk célja, hogy bemutassa az UTM megoldások információrendszerének modelljét, amely szisztematikusan és átfogó módon tartalmazza a kezelt információkat. Az információszerkezeti modell alapot nyújthat olyan komplex megvalósítás kialakításához, mely képes számos különböző forrásokból származó adatok komplex kezelésére a pilóta nélküli légi járművek felhasználási területén. Ezáltal az UAV-k integrálása a hagyományos légtérhasználók közé hatékonyabban megvalósítható, ami hozzájárul a biztonságosabb, forgalmi szempontból hatékonyabb és az üzemeltetési szempontból gazdaságosabb légi közlekedéshez.

Az átfogó integráció számos lépcsőből áll, és jelentős időráfordítást igényel [9][10][11][12]. Ennek megvalósítását támogatja az adatok oldaláról az információrendszer modellje.

Jelen cikkben csak a polgári célú felhasználás, és annak háttere kerül bemutatásra. A katonai és állami célú tevékenységek más típusú szabályozást igényelnek, és azok beillesztése a hagyományos légiközlekedési rendszerbe más megközelítést igényel.

UTM MEGOLDÁSOK INFORMÁCIÓS RENDSZERE

A pilóta nélküli légi járművek forgalmi menedzsmentjét biztosító megoldások modelljének kialakítása során mind az információs rendszert mind az információrendszer elemzését felépítés és működés szempontjából, hogy azonosítsam azokat az entitásokat, melyek segítségével leírható a teljes funkcionalitást biztosító rendszer [13][14]. Az elemzéshez felhasználtam azokat a korábbi megállapításokat, melyek a működésre vonatkozóan meghatározták azokat a funkciókat (információkezelési műveleteket), melyeket a rendszernek biztosítania kell, továbbá a már azonosított műszaki összetevőket is [2][3][4][15].

A cikk tartalmának jobb megértéséhez lényeges meghatározni, hogy mi az információs rendszer és az információrendszer:

- **Információs rendszer** (information system): Az információs rendszer a szervezet része (alrendszere), amely eljárásokat biztosít információk létrehozásához, rögzítésére, feldolgozására és elérhetővé tételére; a szervezethez vagy annak egy részéhez kapcsolódik; segíti a szervezet céljainak elérését. Az információs rendszer a szervezetek reprezentációja, amely a szervezet különböző szintjein lévő elemeit látja el információkkal a szervezet állapotáról. Ehhez felhasználja a szervezet által használt gépi rendszert, ami számos alrendszerből állhat.
- **Információrendszer** (system of information): Az információkat hordozó tárolt adatok strukturált rendszere, meghatározott szempontok alapján felépített és rendszerezett információk halmaza. Része az információs rendszernek.

A teljes légi közlekedést, mint globális rendszert, a légi közlekedési folyamatokban résztvevő szereplők és a működést befolyásoló, az iparági szereplők információs rendszereinek sokasága együttesen alkotja. Ezen belül helyezkedik el az UTM rendszer-együttes, ami jelen vizsgálat tárgyát képezi. Az információs rendszerek biztosítják az alapfolyamatok kezelését, azokra ráépülve, kiszolgálva az iparági szereplőket.

Az 1. ábrán szemléltetem a légiközlekedés és azon belül az UTM SoS információs rendszerének modelljét. A közlekedési rendszert a légiközlekedési alapfolyamatot alkotó járművek, a működést befolyásoló információs rendszer (jelen kutatás tárgyát képező UTM SoS, mint a légiközlekedési rendszer egy teljes funkcionalitással bíró része) és a humán összetevők (UTM SoS felhasználói) együttesen alkotják. Az információs rendszer biztosítja az alapfolyamatok kezelését arra szervesen ráépülve.

Az ábrán két dimenzió szerint jelöltem a rendszert alkotó összetevőket:

- ➔ részrendszerek, melyek a funkcionális működést biztosítják műszaki oldalról;
- ➔ funkcionális működést leíró alkomponensek, melyek alapján a teljes rendszer működése megvalósítható.

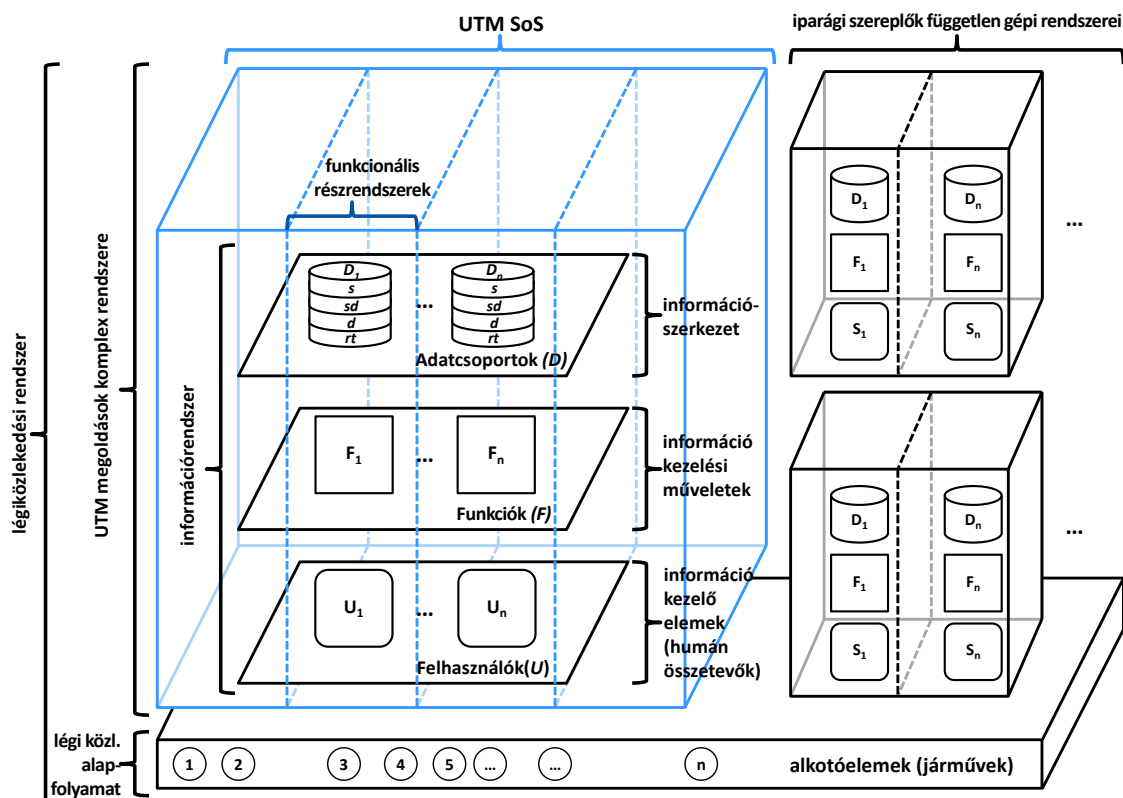
A részrendszerek összekapcsolják az információs rendszert alkotó összetevőket, és biztosítják a működéshez szükséges információk gyűjtését, tárolását, továbbítását és feldolgozását, illetve eljárások segítségével felbontják az összetevők közötti funkcionalitásbeli függőségeket egyszerűbb összefüggésekre. Ezen kívül bizonyos funkciók megvalósítása során interfész szerepet töltenek be a felhasználók és az információs rendszer között.

A légiközlekedés teljes rendszere rendkívül komplex, azt számos iparági szereplő együttesen alkotja. Minden partner független gépi rendszerrel – és az azokat alkotó alrendszerekkel – rendelkezik, melyek a saját illetékességi területén biztosítják az alapfolyamat hatékony kezelést (pl. ATM rendszerek, repülőtéri rendszerek stb.). A globális működés gördülékenységének biztosítása érdekében ezek a rendszerek egymással folyamatos kapcsolatban állnak, így az ábrán is feltüntetésre kerültek, mivel az UTM SoS is több más szereplő rendszereivel áll kapcsolatban.

A légiközlekedés területén a nagyfokú szabályozottságnak köszönhetően az egyes információkezelési műveletek jól meghatározottak, és – az esetek döntő többségében – egyértelműen hozzárendelhetők az információkezelő elemekhez (humán összetevők) [13]. Így jellemzően átfedés mentes kapcsolatok alakíthatók ki. Az alrendszerek egy-egy funkcionális tevékenységet látnak el, aminek következtében szintén nincs átfedés az ellátott funkciók között.

Az összetevők közötti összefüggések alapján kidolgoztam a pilóta nélküli légi jármű rendszerek forgalmi menedzsmentjét biztosító megoldások információs rendszerét. Ehhez feltártam és elemeztem az információkezelő műveletek körét, azonosítva a szükséges adatokat, majd azokat egységes rendszerbe foglalva alakítottam ki az UTM megoldások információs szerkezeti modelljét.

Az információs rendszerben valósulnak meg az információkezelési műveletek, mely egy magasabb szintű funkcionális tervezés eredménye. Ennek alapja az információs rendszer, mely tartalmazza a funkcionális megoldásokhoz szükséges adat és eljárás struktúráját. Ennek része az információs szerkezeti modell, mely biztosítja a strukturált adattárolást és adatrendszeresítést. Az információs szerkezeti modell realizációja az információs szerkezeti mátrix, mely csoportosítva tartalmazza a felhasználók által, a funkciók megvalósítása során kezelt adatokat.



1. ábra UTM SoS információs rendszerének modellje [saját forrás]

INFORMÁCIÓRENDSZER MODELLEZÉSE

A modell kialakítása érdekében elemeztem a légitármű közl. alap-folyamat működését. Az információs rendszer és az információrendszer alapú modellezés olyan univerzális megközelítés, mely segítségével lehetőség van a komplex rendszerek és folyamatok modellezésére [13][14]. Segítségével azonosítani lehet azokat a műveleteket, humán összetevőket és adatokat, melyek a működés során keletkeznek egy komplex rendszerben, és lehetőség van ezeket strukturáltan csoportosítani, ami egyfajta absztrakt modellezés által hozzájárul a fejlesztések és az üzemeltetés hatékonyságának növeléséhez, azáltal, hogy ismertté válnak az egyes információkezelési műveletek adatigényei. Így a rendszerek kezdeti – de akár további – fejlesztése(i) során nemcsak a funkcionalitás, hanem a mögötte lévő adatszerkezet is kialakítható vagy finom hangolható, ami szervesen kapcsolódik a működéshez, illetve azt megalapozza.

Függetlenül a modell univerzalitásától szükség van arra, hogy az adott iparágban megfelelő speciális és egyedi kialakítások a modellben is megjelenjenek. Nincs ez másképp a légiforgalmi iparágban sem. Így első lépésként a modell használatkor meg kell határozni modellalkotási és felbontási mélységet (komponensek elemzési mélysége, vizsgálat vertikális kiterjedésének lehatárolása), mely alapján minden további elemzés elvégezhető. Ennek szükségességét a különböző iparágokban a tevékenységek időhorizontjának és az adatok érvényességi idejének eltérése indokolja.

Mivel az UAV-k működésével összefüggő repülésirányítási és operatív forgalomirányítási feladatok jelentős része jelenleg a légiforgalmi irányításnál jelentkezik, így vizsgálataimat ezen

oldalról indítottam. Azonosítottam a pilóta nélküli légi járművek közlekedésével kapcsolatos felhasználói csoportokat, a megvalósítandó információkezelési műveletekkel összefüggő adatok körét és azokat a gépi rendszereket, melyek az UTM rendszer-együttes működéséhez szükségesek.

A modell összetevői:

- felhasználók;
- funkciók;
- adatszoportok;
- funkcionális részrendszerek.

Felhasználók (U_n)

A pilóta nélküli légi járművek használatával kapcsolatosan azonosítottam az összes érintettet / stakeholdert, mint a rendszer humán összetevői, akik a megvalósítják a szolgáltatással kapcsolatos információkezelést. Őket csoportosítottam. Az eredményeket – mely *high level* besorolásnak tekinthető – az 1. táblázat tartalmazza. A lista és a felbontás mélysége az alkalmazandó UTM rendszer-együttes üzembe állítástól függően kismértékben változhat.

Jelölés	Felhasználói csoport	Leírás
U ₁	UAV operátor	Pilóta nélküli légi jármű felhasználási helyszínen való irányítását megvalósító személy
U ₂	Pilóták	Hagyományos légi járművek vezetői
U ₃	Légiforgalmi irányítók és repüléstájékoztatók	Légiforgalmi irányítást és a repüléstájékoztatót biztosító szolgálatok munkatársai, akik közvetlen rádiókapcsolatban állnak a hagyományos légtérhasználókkal az ellenőrzött és nem ellenőrzött légtérben
U ₄	UTM operátor	Pilóta nélküli légi járművek forgalmi menedzsmentjét biztosító rendszer-együttes operatív működését biztosító személy
U ₅	Légiforgalmi tisztek	Légiforgalom szervezéséért, lebonyolításáért, tájékoztató anyagok rendelkezésre állásáért felelős személyek (légiforgalmi irányítást és repüléstájékoztatót támogató tevékenységek összességét ellátó munkatársak)
U ₆	Földi operatív személyzet	Hagyományos és UAV-kel végrehajtott repüléseket támogató szakszemélyzet (jellemzően a repülőtéri és helyszíni személyzet)
U ₇	Rendszerüzemeltetők	UTM megoldásokhoz szükséges műszaki rendszereket üzemeltető szakemberek
U ₈	Hatóság	Légügyi területért felelős hatóság munkatársai, akik a szükséges kontrollt gyakorolják a téma felett
U ₉	Készenléti szervek	Rendőrségi, katasztrófavédelmi és egyéb állami szervek munkatársai
U ₁₀	Állami adminisztrátorok	Állami nyilvántartásba vételi és egyéb állami nyilvántartással kapcsolatos feladatokat végző munkatársak

1. táblázat UTM SoS humán összetevők [saját forrás]

Funkciók (F_n)

A funkciók jelentik magát az információkezelési műveleteket. Ezek korábban már meghatározásra kerültek. A repülési műveletekkel összefüggésben, illeszkedve a repülés időbeliségéhez összesen 22 funkció került meghatározásra, melyek részletesen a forrásul szolgáló dokumentumokban találhatóak [1][2][3][4]. Ezeket összesítve a 2. táblázat tartalmazza.

Időbeliség	Jelölés	Funkció
Repülés előtti tevékenységek	F ₁	Nyilvántartásba vétel
	F ₂	Statikus geofencing
	F ₃	AIS szolgáltatás
	F ₄	Felhasználói regisztráció
	F ₅	Repülési művelet bejelentése
	F ₆	Repülési művelet engedélyezése
Repülés alatti tevékenységek	F ₇	Meteorológiai szolgáltatás
	F ₈	Dinamikus geofencing
	F ₉	Felderítés
	F ₁₀	Azonosítás
	F ₁₁	Két- és többirányú kommunikáció
	F ₁₂	Telemetriai adatkezelés
	F ₁₃	Valós idejű navigációs támogatás
	F ₁₄	Valós idejű forgalmi információszolgáltatás
	F ₁₅	Repülési konfliktusok forgalmi támogatása
	F ₁₆	Vészhelyzet-kezelés
	F ₁₇	UTM-ATM interfész / adatcsere
	F ₁₈	Flotta menedzsment
	F ₁₉	Repülésműveleti adatok rögzítése
	F ₂₀	Repülési szabályok betartásának ellenőrzése
Repülés utáni tevékenységek	F ₂₁	Repülésműveleti adatok elemzése
	F ₂₂	Szankcionálás

2. táblázat UTM SoS funkciói [saját forrás]

Adatcsoportok (D_n^i)

A kezelt adatokat a rendezettség és a kezelhetőség érdekében a tartalom és az időbeli érvényesség alapján csoportosítottam. Ennek eredményét a 3. táblázat tartalmazza. A táblázat terjedelmi korlátok miatt mélységében nem tartalmazza az összes adatot. A csoportosítás által a hasonló, de mégis eltérő tartalmat leképező adatok együttesen kezelhetők.

Adatok jelölése:

- n jelöli az adatcsoport sorszámát;
- i a dinamikát.

Adatcsoportok:

- **nyilvántartási adatok:** nyilvántartásba vétellel kapcsolatos adatok, melyek kiterjednek a folyamatra és a folyamat tárgyát képező berendezésekre és személyekre is;
- **felhasználói adatok:** UAV operátorok adatai, melyek a repülési művelettel kapcsolatosak;
- **AIS adatok:** léginnavigációhoz szükséges legfontosabb légiforgalmi információkat tartalmazó adatok (szabályok, eljárások és egyéb információk az adott működési környezetben – légtérben – közlekedő légitáncművek számára);
- **légi infrastruktúra adatok:** légi infrastruktúra alapvető adatai, melyek leírják az UAV-k által érintett működési környezetet, és melyek alapján az UAV-kkel végrehajtott műveletek tervezhetővé válnak;
- **repülési / műveleti terv adatok:** a repülési tervekhez hasonló leíró adatok, melyek tartalmazzák az UAV-kkal végrehajtandó repülési feladat részleteit;
- **forgalmi adatok:** az UAV-k és a hagyományos légitáncművek hatékony forgalmi menedzsmentjét biztosító pozíció adatok, melyek aktuális és előrebecsült állapotinformációk alapján képezhetőek. Az adatok a felderítő berendezésektől függetlenül érhetőek el;

	<i>statikus adatok</i>	<i>féldinamikus adatok</i>	<i>dinamikus adatok</i>	<i>valósídejű adatok</i>
nyilván- tartási adatok	D_1^s	D_1^{sd}	D_1^d	D_1^{rt}
	eljárások, központi adatbázis meta adatai	nyilvántartásba vett berendezések és személyek adatai (UAV típusa, regisztrációs azonosítója, felszereltsége, operátorok jogosítási adatai stb.)		
felhaszná- lói ada- tok	D_2^s	D_2^{sd}	D_2^d	D_2^{rt}
	UAV-k operatív üzemeltetésében résztvevők személyes alapadatai	operatív UAV üzemeltetésben résztvevők elérhetőségi és értesítési adatai, kezelt UAV-k és UAV-operátor összerendelési adatok, jogosítások		
AIS ada- tok	D_3^s	D_3^{sd}	D_3^d	D_3^{rt}
	törvényi szabályozás, szabályok, AIP publikációk, kapcsolattartási adatok	eljárások, előre tervezett korlátozási adatok	NOTAM, meteorológiai adatok stb.	
légi infra- struktúra adatok	D_4^s	D_4^{sd}	D_4^d	D_4^{rt}
	légterek, leszállóhelyszínek és szektorok alapadatai, előzetes kapacitásadatok, stratégiai légtérkezelési adatok, stratégiai légtér felhasználási tervadatok, akadályadatok	statikus geofencing adatok, térképi adatok, tervezett légtérkorlátozások	előrejelzett és valós szektorterhelési adatok, korlátozások, előre jelzett és valós szektorizációs adatok, előzetes és aktuális légtér-felhasználási adatok (igények és foglalások)	dinamikus geofencing, ütközés elkerülési adatok
repülési / műveleti terv ada- tok	D_5^s	D_5^{sd}	D_5^d	D_5^{rt}
	művelettervezési eljárások adatai		bejelentett, engedélyezett műveleti adatok, végrehajtási adatok, művelet végrehajtásával kapcsolatos térbeli és időbeli adatok	
forgalmi adatok	D_6^s	D_6^{sd}	D_6^d	D_6^{rt}
			várható forgalmi állapot adatok, aktuális UAV és hagyományos légitársaság pozícióadatok, korlátozások	aktuális UAV és hagyományos légitársaság pozícióadatok, konfliktus előrejelzési adatok, vészhelyzet-kezelési adatok
repülés műveleti adatok	D_7^s	D_7^{sd}	D_7^d	D_7^{rt}
			teljesítmény adatok, szenzor adatok, képek, videók stb., pontos aktuális pozíció adatok, környezeti adatok (szél, nyomás, hőmérséklet, akadályok, egyéb észlelt légtér-felhasználók), fedélzeti berendezések adatai stb.	
berende- zés ada- tok	D_8^s	D_8^{sd}	D_8^d	D_8^{rt}
	repülési műveletet támogató berendezések alap adatai (típus, hely stb.)	TMK adatok, üzemeltetési paraméterek, korlátozások, várható szolgáltatás kiesések stb.	aktuális üzemi paraméterek, működést monitorozó adatok, szolgáltatások elérhetőségi adatai, elérhetőséget korlátozó jelenségek előrejelzett és aktuális adatai stb.	
kényszer- helyzeti adatok	D_9^s	D_9^{sd}	D_9^d	D_9^{rt}
	kényszerhelyzeti eljárások leíró adatai	kényszerhelyzeti tervek	kényszerhelyzeti műsorszórás adatok, irányításba történő beavatkozási adatok, forgalmi elsőbbségi adatok stb.	
felderítési adatok	D_{10}^s	D_{10}^{sd}	D_{10}^d	D_{10}^{rt}
	felderítési infrastruktúra alapadatai	TMK adatok, üzemeltetési paraméterek, korlátozások, várható szolgáltatás kiesések stb.	radaradatok, pozícióadatok, radarazonosításhoz szükséges adatok, infrastruktúra működésével összefüggő státuszadatok stb.	
hatósági adatok	D_{11}^s	D_{11}^{sd}	D_{11}^d	D_{11}^{rt}
	eljárások, hatósági meta adatok	szankcionálási és szabály- sértési adatok	ellenőrzési adatok, megfigye- lési adatok, bizonyítékok stb.	

3. táblázat UTM SoS adatsoportok [saját forrás]

- **repülés műveleti adatok:** repülés végrehajtása közben keletkező műveleti adatok, melyek az adott művelettel állnak összefüggésben és a művelet céljától függően változó lehet. Telemetriai adatok, UAV-k esetén kiegészítve a pozíció adatokkal, melyek leírják az aktuális működési környezetet;
- **berendezés adatok:** UAV-kkel végrehajtott repülésekhez szükséges fedélzeten kívüli berendezések (navigáció, vezérlés, irányítás, kommunikáció) adatai, melyek alapján eldönthető, hogy a feladat végrehajtásához szükséges infrastruktúra működése megvalósul-e vagy sem;
- **kényszerhelyzeti adatok:** különleges kezelést igénylő helyzetekkel (kényszerhelyzet, speciális elsőbbséget igénylő helyzetek stb.) összefüggő eljárási, forgalmi, műveleti adatok;
- **felderítési adatok:** felderítő infrastruktúrával és annak működésével összefüggő adatok, melyek a felderítéshez és radarazonosításhoz kapcsolódnak;
- **hatósági adatok:** hatósági felügyelethez és ellenőrzésekhez szükséges adatok összessége, mely alapján az ellenőrzések lefolytathatóak, illetve azok eredménye rögzíthető.

Dinamika (i):

- *S* statikus adatok (hosszabb időn át változatlanok, érvényességük időbeli állandósága a repülés során nagyobb, vagy egyenlő, mint egy AIRAC ciklus);
- *SD* féldinamikus adatok (tartalmazhatnak gyakrabban változó tartalmakat is, így ezek időbeli állandósága egy AIRAC ciklus és néhány óra között változhat);
- *D* dinamikus adatok (jóval kisebb időbeli állandósággal rendelkező adatok, melyek akár másodpercenként is változhatnak);
- *RT* valós idejű adatok (folyamatosan változó adatok).

Funkcionális részrendszerek

A teljes funkcionalitást biztosító UTM rendszer-együttes több különálló részrendszer folyamatos együttműködése eredményeként biztosítja a szolgáltatást [3][4][8][9]. A részrendszerek egy-egy funkció megvalósítását támogatják.

Az alkalmazott rendszerek két fő csoportra és azon belül több funkcionális alegységre bonthatóak:

- műszaki infrastruktúra (automatikusan, humán beavatkozás nélkül működő rendszerek, melyek az UTM szolgáltatást biztosítják infrastruktúra oldalról):
 - kommunikációs infrastruktúra: minden komponens között jelen van, a teljes UTM szolgáltatás legalapvetőbb része, nélküle a szolgáltatás nem tudna működni. Biztosítja az adatátvitelt;
 - navigációs infrastruktúra: ahhoz szükséges, hogy az UAV-k tájékozódni tudjanak a légtérben;
 - felderítést biztosító infrastruktúra: biztosítja, hogy a pozícióadatok rendelkezésre álljanak az UAV-kről, függetlenül attól, hogy a légi jármű ad-e magáról helyzetinformációt vagy sem;
 - AIS infrastruktúra: a repülési műveletek végrehajtásához szükséges légiforgalmi tájékoztatási információkat biztosító rendszer;
 - meteorológiai infrastruktúra: a repülési műveletek végrehajtásához szükséges időjárási adatokat biztosító rendszer;

- ATM rendszerrel való kapcsolatot biztosító platform: az UTM rendszer-együttessel kölcsönösen megosztja a releváns repülési adatokat. Így megvalósítható a biztonságos elkülönítés a hagyományos légtérhasználók és az UAV-k között.
- ➔ Működést támogató részrendszerek (emberi közreműködést igénylő rendszerek, a rendszerek által kínált szolgáltatások humán közreműködés nélkül nem megvalósíthatóak):
 - pilóta nélküli légi jármű rendszer: magában foglalja az UAV-t, az operátort és a vezérléséhez (jármű reptetéséhez) szükséges infrastruktúrát;
 - nyilvántartási (felhasználói és légi jármű adatokat tartalmazó) rendszer: állami nyilvántartási adatbázis;
 - forgalmi menedzsmentet biztosító rendszer: összekapcsolja a felhasználókat, így gyűjti, feldolgozza és megosztja a repüléssel kapcsolatos összes adatot, mely alapján a repülésbiztonság fokozható;
 - hatósági / állami információs rendszerek.

A biztonságos üzem érdekében a kulcsfontosságú elemek megfelelő redundanciával rendelkeznek a maximális rendelkezésre állás érdekében.

A felhasználók által végzett információkezelési műveletek ismeretében azonosítottam a kezelt adatokat, amelyeket az információszerkezeti mátrix tartalmaz. A mátrix struktúráját a 4. táblázat szemlélteti. A táblázat sorfejlécei a felhasználókat és a funkciókat mutatják. A függőleges oszlopok cellái az egyes felhasználók által ellátott funkcióhoz kapcsolódóan a kezelt információkat tartalmazzák adatszoportokba sorolva. A mátrix cellái a kezelt rész adatszoportokat tartalmazza. Attól függően, hogy egy adott felhasználó esetén egy bizonyos funkció nem elérhető, úgy a mátrix cellái üresek is lehetnek. A futó index (i) minden egyes komponens esetén 1-től n -ig terjed. n értéke minden összetevő esetén más értéket vesz fel és a modell részletességétől függ, illetve a modell rugalmasságától függően a jövőben ez szabadon növelhető, így bővítve az egyes komponenseken belüli részletességet. Az 1., 2. és 3. táblázatban szemléltetett felosztás egy kezdeti megvalósítás a jelenleg azonosított komponensek és a jelenleg elérhető műszaki fejlettség alapján.

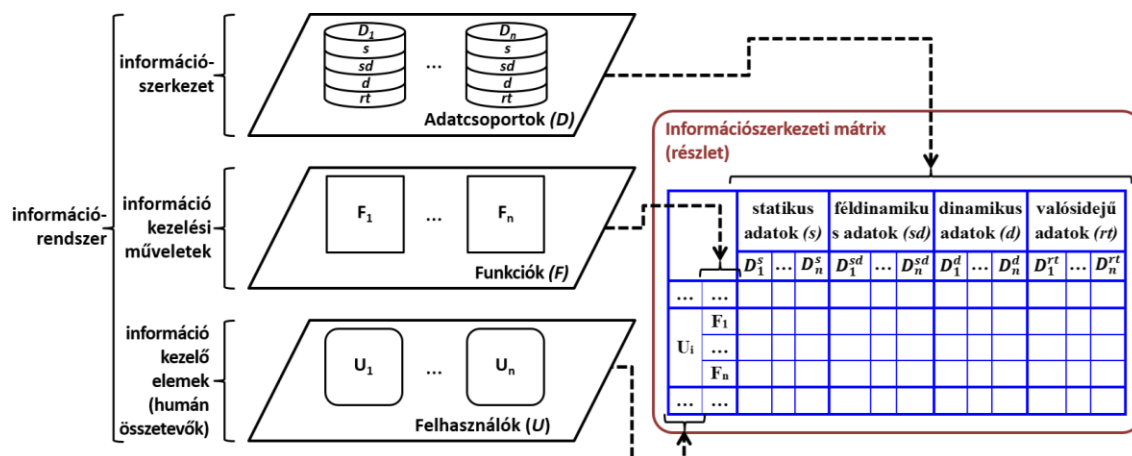
Felhasználó	Funkció	statikus adatok	féldinamikus adatok	dinamikus adatok	valósídejű adatok
U_i	F_i	D_i^s	D_i^{sd}	D_i^d	D_i^{rt}
U_1	F_1				
	...				
	F_n				
...	F_1				
	...				
	F_n				
U_n	F_1				
	...				
	F_n				

4. táblázat UTM SoS Információszerkezeti mátrix felépítése [saját forrás]

AZ INFORMÁCIÓSZERKEZETI MODELL

Az információszerkezeti modell a kezelt információk szerkezete az összetevők alapján. A modell egy mátrix reprezentációjában mutatja meg, hogy felhasználónként és funkcióként milyen adatok rendelkezésre állása vagy kezelése szükséges.

A modell egy strukturált adatszerkezet, az UTM szolgáltatáshoz kapcsolódóan kezelt információk azonosítása és csoportosítása érdekében. A mátrix cellái a kezelt információkat tartalmazzák (2. ábra). A gépi rendszerek által végzett információkezelési műveletek ismeretében a mátrixban megjeleníthetők a gépi rendszerek is a kezelt információkhoz kapcsolva, második dimenzióban, mint negyedik szempont.



2. ábra Az UTM szolgáltatás információszerkezeti modellje [saját forrás]

ÖSSZEFOGLALÓ

A pilóta nélküli légitársaságokkal végrehajtott repülési műveletek biztonságos lebonyolítása érdekében szükséges, hogy az UTM felhasználói közösség integrált módon, kellő mélységig férjen hozzá a szükséges adatokhoz. Az integrált adatkezeléssel növelhető a hatékonyság (csökken a bizonytalanság, információk megszerzésének ideje), így a repülésbiztonság növelhető.

A kialakított modell segítségével az információk integrált kezelése megvalósítható, így biztosítva az iparági szereplők közötti gyors és költséghatékony információáramlást. Az integráció időszükséglete jelentős, és számos lépésből áll, amelynek első fázisához járul hozzá a kialakított információrendszeri modell.

A jövőben megjelenő, ma még tervezés alatt álló új, 5. generációs kommunikációs megoldások jelentős módon hozzájárulnak az ágazat sikeréhez, ugyanis annak működése az adatok rendezett áramlásán alapszik. Mindezek lehetővé teszik az adatgyűjtési helyszíntől távoli feldolgozást is, és a felhő alapú szolgáltatások fokozódó elterjedését is.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Prevot et. al (2016a): Thomas Prevot, Joseph Rios, Parimal Kopardekar, John E. Robinson III, Marcus Johnson, and Jaewoo Jung. "UAS Traffic Management (UTM) Concept of Operations to Safely Enable Low Altitude Flight Operations". 16th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, AIAA AVIATION Forum, (AIAA 2016-3292) <https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/6.2016-3292>
- [2] Kopardekar (2014): Parimal Kopardekar: Unmanned Aerial System Traffic Management (UTM): Enabling Low-altitude Airspace and UAS Operations, NASA TM-2014-218299 (2014) <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20140013436.pdf>
- [3] UTM Global (2017): Global UTM Association – UAS Traffic Management Architecture 2017. April https://www.utm.aero/docs/Global_UTM_Architecture_V1.pdf
- [4] Sándor (2017): SÁNDOR, Zsolt: Challenges caused by the unmanned aerial vehicle in the air traffic management. Periodica Polytechnica Transportation Engineering, 2017. ISSN 1587-3811. doi: <https://doi.org/10.3311/PPtr.11204>
- [5] C.A. Wargo, Corey Snipes, Alope Roy, Robert J. Kerczewski: UAS industry growth: Forecasting impact on regional infrastructure, environment, and economy. Conference: 2016 IEEE/AIAA 35th Digital Avionics Systems Conference (DASC) DOI: 10.1109/DASC.2016.7778048
- [6] FAA Forecast (2017): FAA Aerospace Forecast, Fiscal Years 2017-2037 https://www.faa.gov/data_research/aviation/aerospace_forecasts/media/FY2017-37_FAA_Aerospace_Forecast.pdf
- [7] Parker D. Vascik and Jaewoo Jung: Assessing the Impact of Operational Constraints on the Near-Term Unmanned Aircraft System Traffic Management Supported Market. 16th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, AIAA AVIATION Forum, (AIAA 2016-4373) <https://doi.org/10.2514/6.2016-4373>
- [8] Gupta et. al (2013): Suraj G. Gupta, Mangesh M. Ghonge, Dr. P. M. Jawandhiya: Review of Unmanned Aircraft System (UAS). International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume 2, Issue 4, April 2013 ISSN: 2278 –1323
- [9] Report Joseph L. Rios et. al: NASA/TM—2017–219494 UTM Data Working Group Demonstration 1 Final. Ames Research Center 2017.
- [10] DoD (2011): Department of Defense: Unmanned Aircraft System Airspace Integration Plan, March 2011 UAS Task Force Airspace Integration Integrated Product Team.
- [11] T. Spriesterbach, K. Burns, L. Baron, and J. Sohlke: Unmanned aircraft system airspace integration in the national airspace using a ground-based sense and avoid system. Johns Hopkins APL, Technical Digest Vol. 32, No. 3, 2013. http://www.lcis.com.tw/paper_store/paper_store/32_03-spriesterbach-2015425212823468.pdf
- [12] UTM Special (2017): UTM Special Report – Urban Planning. Air Traffic Management Magazine. Issue 1 2017. pp. 30-33. ISSN: 0969-6725
- [13] SÁNDOR, Zsolt. Functional Modelling of the Air Traffic Control and the Integration Perspectives of the Integrated Services. Periodica Polytechnica Transportation Engineering, v. 45, n. 3, p. 107-118, 2017. ISSN 1587-3811. doi: <https://doi.org/10.3311/PPtr.9270>
- [14] Z. Sándor and C. Csiszár, "Modelling and analysis methods of integrated information systems of transportation," 2015 International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), Budapest, 2015, pp. 348-355. doi: 10.1109/MTITS.2015.7223278
- [15] Valavanis and Vachtsevanos (2015): Kimon P. Valavanis, George J. Vachtsevanos: Handbook of Unmanned Aerial Vehicles 2015, ISBN: 978-90- 481-9706- 4

MODEL OF THE SYSTEM OF INFORMATION FOR THE TRAFFIC MANAGEMENT OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS

The traffic management of unmanned aerial vehicle (UAV) can be successful if the data are available in order to determine the actual and future position of the vehicles. With these data the operations of UAVs can be suit to the conventional airspace users. Data generated by the different users groups and the information management operations of the traffic management systems are contribute to the increase of the safe operations of the whole air transportation system. These data and the applied data structure, which support the operation of the management system are discovered in this article.

Keywords: *unmanned aerial vehicles, air traffic management, drones, information system, system of information, air traffic control, planning of flight operations*

Sándor Zsolt (PhD.)
okleveles közlekedésmérnök, közlekedési szakértő
zsolt.sandor1@gmail.com
orcid.org/0000-0001-7117-9069

Zsolt Sándor (PhD.)
certified traffic engineer, traffic specialist
zsolt.sandor1@gmail.com
orcid.org/0000-0001-7117-9069



http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2017_3/2017-3-13-0417_Sandor_Zsolt.pdf