



Fotó: NASA, Wikimedia

A drónok légi forgalmi irányítása, 2. rész

Kérdések és megoldandó feladatok

A pilóta nélküli légi járművek légi forgalmi irányítási rendszerét elsősorban az autonóm repülésekre értelmezhetjük, tehát az olyan műveletek esetére, amelyek során egy előre beprogramozott útvonalat repülnek le az eszközök. A repülés időtartama alatt – a fel- és leszállás idejétől eltekintve – jellemzően a kezelő személy látótávolságán kívül helyezkednek el, s a légi eszköz útvonala a hatótávolságtól függően akár több kilométeres is lehet. A repülés alatt tehát a kezelő személy jellemzően nincs „jelenléti” hatással a repülésre, ezért a többi légi járműtől és akadálytól való elkülönítést emberi beavatkozás nélkül szükséges megoldani.

A pilóta nélküli légi járművek összeütközésének elkerülését nagymértékben megkönnyíthetik azok a rendszerek, amelyek képesek arra, hogy érzékeljék a környezetükben lévő akadályokat, majd azok elkerülésére olyan eljárást dolgozzanak ki, amely révén az eszköz elkerülő manővert hajt végre. Ezek az úgynevezett S&A (Sense and Avoid) rendszerek, amelyeket kifejezetten a pilóta nélküli légi járművekkel végrehajtott repülések biztonságának növelésére fejlesztenek. Az elmúlt években sokat fejlődött az elkerülést segítő technológia, egyes gyártóknál már alapfelszerelésként jelennek meg azok a fedélzeti szenzorok, amelyek nemcsak érzékelik a közelben lévő, akár több tíz méteres távolságban lévő akadályokat, hanem – bizonyos sebességhatár alatti repülés esetén – ki is kerülnek a közelben elhelyezkedő tárgyakat.

A légtérbe integráláskor azonban nagyobb hangsúlyt kell helyezni ezeknek az eszközöknek az egymással és más légi járművel való összeütközéseinek megelőzésére. Érdemes az ATM-rendszerben már használatban lévő technológiák alkalmazását alapul venni, amelyek alkalmasak lehetnek arra is, hogy a pilóta nélküli légi járművekről információt gyűjtsenek. Tekintsük elsőként az ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) rend-

szert, amelynek előnye, hogy pozícióadatok sugároz magáról, s ha egy másik légi járművön is megtalálható a jeladó, akkor a két adóvevő bizonyos távolságon belül egymást érzékeli, és a rendszer akár képes lehet a kikerülési eljárást elvégeztenni. Ez a rendszer a fejlesztéseknek köszönhetően már a hagyományos légi járművek számára gyártott transzpondereknél kisebb változatban is elérhető, de még túl drága ahhoz, hogy általánosan elterjedjen a pilóta nélküli légi járművek felhasználói körében. Hasonló elven működik a FLARM, és ez a rendszer már képes a transzponderek által S és C módban sugárzott jelek feldolgozására, ezért az a pilóta nélküli légi jármű, amelyen megtalálható ez a berendezés, megfelelő távolságot tarthat azoktól a légi járművektől, amelyek fedélzetén működőképes transzponder található. Ezek a rendszerek az összeütközések elkerülésére tökéletesen alkalmazhatók, a szabványok hiánya miatt azonban a gyártóspecifikus eszközök nem minden esetben képesek együttműködni egymással, ezért a szabványosításig a fedélzeti elkerülő rendszerek tömeges megjelenése nem várható. 2016-ban kezdődött meg az ACAS (Airborne Collision Avoidance System) fejlesztés alatt álló, kifejezetten a pilóta nélküli légi járművek számára optimáli-



zál ACAS Xu rendszerére vonatkozó szabványok kidolgozása. E rendszer nemcsak észleli az egymással közel azonos magasságon és irányon haladó légi járműveket, hanem – a tervek szerint – horizontális elkerülési eljárást fog kidolgozni az összeütközések elkerülésére. A szabványosítási projekt várhatóan 2020-ra fejeződik be, a rendszer elterjesztése pedig ezután kezdődhet meg.

A repülésbiztonság fenntartásához elengedhetetlen a hatékony, a rendszer szempontjából gyors, pontos és megbízható helymeghatározás. A legtöbb pilóta nélküli légi járművet már felszerelték műholdas helymeghatározó rendszerrel, ami Európában többnyire az Amerikai Egyesült Államok által működtetett Navstar GPS-műholdak jeleinek vételét jelenti.

A polgári felhasználásra engedélyezett GPS-mód hátránya, hogy korrekciók nélkül a helymeghatározás pontossága akár többméteres hibával is terhelt. A pontosságra több tényező is hatással lehet, a mérés eredményét befolyásolhatják a légköri viszonyok, valamint – a pilóta nélküli légi járművek alacsony magasságon való működtetése esetén – a természetes környezetről vagy a mesterségesen épített tereptárgyakról visszaverődő reflexió. Az olyan helyekre való berepülés esetén, ahol a műholdak jelentős részben vagy teljesen árnyékkoltak, a technológia egyáltalán nem alkalmazható. A mérési hibák a magasság meghatározásánál a legjelentősebbek, akár több tíz méteres eltérések is előfordulhatnak. A jelenlegi pontosság azonban a jövőben várhatóan nem lesz elégséges, hiszen a teljesen autonóm repülések esetében sokkal precízebb helymeghatározásra és kisebb hibátűrésre lesz szükség. A pontosság és a rendelkezésre állás további szenzorok, például digitális képfeldolgozó rendszerek vagy távolságmérő érzékelők integrálásával nagymértékben javítható.

A pilóta nélküli légi járművekben a pontosság javítására a fedélzeti oldalról megoldást jelenthet a hagyományos légi közlekedés-

ben már régóta alkalmazott RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring) technológia. Ezt kifejezetten a GPS-rendszert alkalmazó, biztonságkritikus műveletek megbízhatóságának növelésére fejlesztették ki, ami lehetővé teszi a GPS-jelek integritásának ellenőrzését. A rendszer előnye, hogy megfizethető, hiszen új fedélzeti rendszer létrehozását nem igényli, ezért széles körben alkalmazható a pilóta nélküli légi járművek tervezésekor és gyártásakor. A légi közlekedésben jelenleg a legmodernebb műholdas adatokon alapuló helymeghatározó rendszer pontosságát javító, műholdas megközelítési eljárásokat is kiszolgáló technológia az SBAS (Satellite Based Augmentation System). Az optimális megoldást egy olyan fedélzeti egység alkalmazása jelentheti, amely kihasználja a RAIM és az SBAS által nyújtott előnyöket.

Az Egyesült Államokban már elérhető a Szövetségi Légügyi Hivatal (FAA) által tanúsított FYN, amely nagy pontosságú GNSS- (Global Navigation Satellite System) vevőt és RAIM-procészt is kombinál a GPS pontosságának javítására, az SBAS-támogatásnak köszönhetően pedig akár centiméteres nagyságrendben képes korrigálni a GPS-jeleket.

A pontos és megbízható helymeghatározás a geofencing alkalmazása esetén is fontos szerepet tölt be. A geofencing elve, hogy a hatóságok a gyártók rendelkezésére bocsátják azoknak a területeknek a koordinátáit, amelyek fölé a pilóta nélküli légi járművek légi közlekedési vagy egyéb biztonsági okból nem repülhetnek. A gyártók alapvetően ezekkel a korlátozásokkal teszik elérhetővé az eszközöket, de a technológia hatékony alkalmazásához és az indokolatlan megszorítások elkerüléséhez ezeket a korlátozásokat bizonyos időszakonként felülvizsgálni szükséges.

A pilóta nélküli légi járművek biztonságos légi közlekedését – az ATM-hez hasonlóan – hosszú távon rendszerszinten kell kezelni. Ennek megvalósításához egy központi rendszer létrehozása szükséges, amely a stati-

kus adatbázisok (például akadály-adatbázis), a pilóta nélküli légi járművek paraméterei és az eszközök által sugárzott telemetriai adatok felhasználásával automatikusan észleli az útvonalon található akadályt vagy egy várhatóan keresztező másik légi járművet, az elkerülésre eljárást dolgoz ki, majd továbbítja azt a pilóta nélküli légi jármű számára, amely végrehajtja az utasításokat.

A jelenlegi, polgári felhasználásban elérhető technológiát tekintve még távolinak tűnhet a pilóta nélküli légi járművek légi forgalmi irányítási rendszerének megvalósítása, de az Európai Unió felhívta a tagállamok figyelmét a pilóta nélküli légi járművek mielőbbi légtérbe integrálására, különösen az úgynevezett U-space létrehozására, amely egy magas fokon automatizált irányítási rendszer a pilóta nélküli légi járművek biztonságos működtetésére. Az U-space megvalósításának keretében a már rendelkezésre álló alapszolgáltatások (regisztráció, geofencing) mellett új technológiai lehetőségek jelennek meg (valós idejű légtér adatok, elkülönítés biztosítása), hogy az irányítási rendszer a pilóta nélküli légi járművet a felszállástól a leszállásig felügyelni tudja.

A technológiai újdonságok mellett a jogszabályi környezet rendezése is szükséges, amire szintén európai uniós szinten kell megoldást találni. Az Európai Bizottság várhatóan még 2018 első felében megkapja a felhatalmazást arra, hogy teljeskörűen szabályozzon minden pilóta nélküli légi járművet. Az Európai Repülésbiztonsági Ügynökség (EASA) a tagállamokkal és az érintettekkel már évek óta az egységes szabályozás kialakításán dolgozik. A megfelelő szabályozási háttér és a technológiai feltételek megteremtése együttesen szükséges a pilóta nélküli légi járművek légi forgalmi irányítási rendszerének megvalósításához.

Török Ágnes
www.legter.hu