

UTILIZAREA VEHICULELOR AERIENE FĂRĂ PILOT ÎN SCOPURI ANTITERO

Mihail CALALB, doctor, conferențiar universitar

Ion ZUBAC, cercetător științific

Universitatea de Stat din Tiraspol

Rezumat. În articol sunt analizate sisteme de vehicule aeriene fără pilot (drone) și sunt elaborate scenarii de acțiune pentru astfel de sisteme în vederea combaterii pericolelor de natură teroristă. Reieșind din aceste scenarii sunt elaborate cerințele față de echipa de drone și senzorii plasați pe vehicule. De asemenea sunt descrise principiile de fuzionare a datelor transmise în regim de live streaming de la senzori spre consola de la sol.

Abstract. Unmanned aerial vehicles (drones) are analysed and action scenarios for such systems are elaborated in order to combat terroristic threats. The requirements for team of drones and uploaded sensors are elaborated according to these scenarios. In addition, fusion principles for data transmitted in live streaming regime from sensors to ground control station are described.

I. Introducere

În cadrul proiectului de cercetare științifică aplicativă NATO-MIDAS se propune o abordare inovativă în vederea contracarării pericolelor de terorism bazată pe aplicarea unei echipe de vehicule aeriene fără pilot, (ulterior UAV – *Unmanned Aerial Vehicle*), care lucrează în echipă și sunt capabile să ofere personalului uman un ghidaj în situații de urgență, prin furnizarea datelor necesare în regim de *live streaming*. Astfel este elaborat un concept de coordonare a unei echipe UAV de tip quadcopter aptă să detecteze și să urmărească ținte în spații urbane. Dronele sunt echipate cu diferite tipuri de senzori (video, infraroșu, acustic, fum, ...) și sunt capabile să obțină informații despre aria monitorizată și să transmită datele în regim live spre stația de control de la sol (SCS) printr-o conexiune protejată. Printr-un algoritm de fuzionare a datelor eterogene, se generează scenarii posibile de dezvoltare a situației, sporind astfel gradul de conștientizare a situației. Operatorul de la sol, care supraveghează misiunea, (OCM – operatorul de control al misiunii) interacționează cu echipa de drone prin consola HMI (*Human Machine Interface*). Astfel factorii de decizie și operatorii folosesc consola pentru: a) urmărirea țintelor misiunii și ajustarea dinamică scopurilor și sarcinilor reieșind din informația primită de la sistemul de drone; b) livrarea informației tactice și operaționale pentru personalul misiunii.



Fig. 1. Schema fluxului de informație între echipa de UAV și GCS

Fluxurile de informație de la diferite tipuri de senzori (vezi Fig.1) fuzionează într-un tablou complex al situației, oferind operatorului trei nivele de susținere:

Nivelul 1 Datorită înțelegerii mai bune a situației se confirmă/infirmă presupunerile existente despre pericolele teroriste posibile.

Nivelul 2 Distribuie alerta către operatorii de pe teren și, în consecință, se revăd / ajustează obiectivele misiunii.

Nivelul 3 Oferă asistență și indicații operaționale pentru măsuri de neutralizare a pericolului.

II. Metodologia cercetării

Modul cum este organizată cercetarea rezultă din obiectivele și rezultatele finale ale proiectului NATO – MIDAS. În acest sens, obiectivele specifice ale cercetării sunt următoarele:

1. Dezvoltarea arhitecturii echipei de drone care să permită schimbul de informații între echipa UAV și GCS.

2. Elaborarea algoritmilor de fuziune a datelor eterogene și de analiză video în scopul creșterii gradului de precizie a informației despre scena evenimentului și a detectării pericolelor posibile.

3. Testarea sistemului în timp real pentru diferite tipuri de scenarii.

Se urmează abordarea Concept / Dezvoltare / Demonstrare, adică un proces iterativ, când fiecare pas mic sau iterație necesită feedback de la utilizatorul final. Se desfășoară simulările conform setului de scenarii de referință definit chiar la începutul cercetării de către cei care vor utiliza sistemul, în cazul nostru Inspectoratul Național de Poliție și European Security Organization. Simulările vor verifica mai multe aspecte funcționale: navigarea sistemului de mini-UAV de către operatorul de la sol, monitorizarea scenei, obținerea tabloului integrat al scenei de la diferiți senzori, capacitatea de detectare și urmărire a pericolelor posibile, abilitatea sistemului de a prezice direcția desfășurării situației.

Avantajele ce rezultă din simulările pe soft și hard (software-in-the-loop / hardware-in-the-loop) sunt că: a) putem ajusta sau schimba mediul de testare în mod sigur, rapid și ușor; b) putem repeta testul în aceleași condiții; c) implică costuri foarte joase sau zero cheltuieli; d) rezultatele testărilor sunt fiabile.

III. Problema și soluția propusă

MIDAS abordează problema complexă de gestionare a situațiilor de urgență cauzate de activități teroriste în mediul urban când civilii și infrastructura critică devin ținte potențiale. În cazul când mijloacele existente nu permit gestionarea adecvată a situației, se desfășoară o echipă de mini – UAV dotate cu senzori, aptă să interacționeze și să partajeze informația complexă cu operatorul de control al misiunii. În situații de urgență timpul de răspuns este esențial, și este foarte important ca toate resursele să fie disponibile pentru primele echipe de intervenție. În acest sens, prin reducerea timpului de răspuns și prin sporirea gradului de conștientizare a situației, sistemul MIDAS contribuie atât la prevenirea

atacurilor teroriste cât și la răspunderea la urgențele ce apar în urma atacurilor teroriste. Se merge pe paradigma inițiativei mixte om-tehnică. Adică la elaborarea și executarea planului misiunii se ține cont atât posibilitățile sistemului de drone cât și capacitățile personalului uman implicat: de la factorii de decizie, operatorul stației de la sol, personalul din teren. Aici echipei de drone i se oferă atâta autonomie cât i se oferă de om și cât e dictat de situație. Pentru aceasta e necesar ca UAV să poată fi desfășurate rapid, să partajeze informația cu operatorul de la sol, care setează sarcinile și dă comenzi pentru echipa de drone.

IV. Starea actuală a sistemelor cooperative fără pilot

Pentru a crește eficiența suportului robotic în misiuni de căutare și salvare se folosesc și echipe multi – robot. De exemplu, o echipă de roboți identici programați să aibă un comportament anume de echipă își poate pune mai bine în valoare potențialul său, crescând probabilitatea succesului misiunii [1]. De asemenea și roboți eterogeni, aerieni și tereștri, de exemplu, pot fi încadrați în aceeași echipă, depășind astfel performanța unui robot aparte. de echipă dacă are un, când acțiunile roboților sunt corelate între ele. Coordonarea câtorva unități autonome rămâne încă o problemă deschisă. Un motiv ar fi necesitatea unui număr mai mare de operatori umani calificați. Anume minimalizarea raportului om / robot prin articularea unor strategii adecvate de interacțiune om – robot este provocarea majoră pentru cercetarea științifică în domeniu. Interfața utilizatorului trebuie să fie: a) destul de simplă pentru a putea fi folosită în mediul haotic de salvare; b) eficientă pentru ca operatul să exploateze toate capacitățile de percepție și de acțiune ale roboților. Adică e necesar de mărit gradul de autonomie dar și modalitatea de interacțiune cu sistemele fără pilot. În acest sens, cercetarea în robotica de salvare s-a axat preponderent pe localizarea și cartografierea simultană [2], explorare și căutare [3], coordonarea echipei [4], căutarea victimelor [5]. Au fost și încercări de a aborda problema senzorilor mobili pentru supravegherea scenelor statice și dinamice. În general, pentru supravegherea unui mediu dinamic se desfășoară echipe de UAV. Aici scopul este de a veni cu o strategie de coordonare a tuturor roboților în mișcare, bazându-se pe câmpul de vedere al fiecărui robot în parte.

V. Scenarii posibile de acțiune și cerințe față de sistemul de mini-UAV

Înainte de a stabili arhitectura și configurația sistemului de mini-UAV și de a elabora algoritmul de fuzionare a datelor de la senzori e necesar de estimat situațiile în care acesta va putea fi folosit. În colaborare cu Inspectoratul Național de Poliție al Republicii Moldova s-a elaborat un set de scenarii.

Scenariul I – denumit sugestiv *Meci de fotbal pe Stade de France*, făcându-se astfel referire la atacul terorist din 2015 de pe stadionul echipei PSG. Un grup de 50 persoane înarmate și cu fumigene destabilizează ordinea publică, ia ostateci (fani, personalul stadionului, stewarzi, polițiști). Dimensiunile stadionului: 110 m x 110 m, înălțimea - 20 m, înălțimea clădirilor înconjurătoare - până la 30 m. Capacitatea stadionului - până la 17 mii. Raza de acțiune a dronelor - 5 km. Altitudine optimă pentru drone - 50 - 100 m. 70 ținte de

urmărit și cca 70 ostateci, aria monitorizată – 2 ha. Forțe de ordine – cca 300. INP, carabinieri, polițiști de sector, securitatea stadionului.

Scenariul II – denumit *Protest în masă*, similar acțiunii de protest din Chișinău la 25 martie 2018. Aproximativ 30 de tineri cu fețe acoperite și rucsacuri în spate, împărțite în grupuri de câte 5-6 persoane, au intenția de a destabiliza o manifestare pașnică prin instigarea la violență împotriva forțelor de ordine prezente, deteriorarea clădirilor guvernamentale și atacarea participanților. Aceste grupuri de tineri suspectați sunt plasați în diferite locații din parcul central care se află în imediata vecinătate a parlamentului, guvernului și președinției. Demonștranti pașnici – cca 20 de mii. Forțe de ordine: Inspectoratul Național al Poliției, carabinieri, polițiști din districtele țării - până la 1500 de persoane. Dimensiunea zonei monitorizate: 300 m x 1000 m. Înălțimea clădirilor oficiale: de la 20 m până la 40 m. Înălțimea arborilor din parcul central: de până la 10 m.

Scenariul III – *Proteste violente la președinție*, similar celor desfășurate în Chișinău la 7 aprilie 2009. Pe fondul unei demonstrații pașnice, cu cca 5 mii de protestatari, președinția este atacată cu pietre și cocktailuri molotov de către 250-300 de tineri mascați, echipați cu căști de construcție, bâte de baseball, tije de fier și pietre. Forțe de ordine publică prezente: Inspectoratul Național al Poliției, carabinieri, brigada specială de poliție - 150 - 350 de persoane. Dimensiunea zonei monitorizate: 200 m x 100 m. Înălțimea clădirii președinției: 40 m. Înălțimea arborilor: cca 10 m.

Reieșind din aceste scenarii s-au elaborat cerințele față de sistemul de mini-UAV. Aceste cerințe sunt structurate în felul următor:

- Cerințe față de echipa de drone (Monitorizarea întregii arii de acțiune / Manevrabilitate înaltă p/u evitarea atacurilor posibile / Mobilitatea sistemului de drone – cca 70 km/h / Montarea stației de la sol pe UAV / Conectarea stației de la sol cu alte mijloace ICT (protocol de transmitere a datelor) / Durata scenariului – 5-6 h. Schimbarea alternantă a bateriilor.
- Cerințe față de senzori (Senzori infraroșu și cameră termografică (*Thermographic Imaging Camera*) / Cameră video / Senzori de fum – fumigene, grenade, împușcături / Spectroscop pentru materiale explozive și muniție.
- Cerințe față de soft (Frecvență securizată pentru transmiterea datelor de la drone spre stația de control / Interceptarea și urmărirea țintei (umane/vehicul) / Interceptarea și urmărirea persoanelor ce prezintă pericol posibil (adică au un comportament diferit de masa persoanelor din mulțime) Capacitatea de a transmite ținta de la o dronă la alta / Interceptarea și urmărirea unui grup de ținte / Stabilirea automată și autonomă a pericolelor de tipul: a) schimbarea vitezei mișcării a unor indivizi din mulțime; b) alergarea unor indivizi din / spre același loc; c) capacitatea soft-ului de a prezice / anticipa desfășurarea scenei. Menționăm că în timpul cercetării și testării aceste cerințe pot fi corectate și ajustate în mod iterativ.

VI. Concluzii

În final vom sublinia câteva din avantajele majore aduse de acest sistem de mini-UAV. În primul rând sistemul prezentat oferă înțelegerea și perceperea adecvată a situației. După cum s-a menționat deja, înțelegerea situației este critică pentru luarea deciziilor corecte, iar perceperea neadecvată a situației este cauza principală în accidentele aviatice cauzate de eroarea umană.

În al doilea rând sistemul reduce timpul de răspuns contribuind astfel atât la prevenirea atacurilor teroriste cât și la răspunderea la urgențele ce apar în urma atacurilor teroriste, calamităților naturale sau catastrofelor tehnogene.

În al treilea rând, sistemul are o anumită autonomie, prin care se deosebește radical de majoritatea platformelor teleghidate, folosite în situații de criză. Autonomia este obținută ca rezultat al aplicării paradigmei *Inițiativa Mixtă Om – Tehnică*.

În al patrulea rând, se supraveghează o scenă dinamică prin coordonarea tuturor dronelor din aer, bazându-se pe câmpul de vedere al fiecărei drone.

Articolul este elaborat în cadrul proiectului *MIDAS - Control of team of mini-UAVs to support counter-terrorism missions* susținut de grantul G5381 MIDAS oferit de NATO Science for Peace and Security Division.

Bibliografie

1. Sato N., Matsuno F., Yamasaki T., Kamegawa T., Shiroma N., Igarashi H. Cooperative Task Execution by a Multiple Robot Team and its Operators in Search and Rescue Operations. In: Proc. of the International Conference on Intelligent Robots and Systems, (IROS), 2004.
2. Kleiner A., Dornhege C. Mapping for the Support of First Responders in Critical Domains. In: Journal of Intelligent and Robotic Systems (JIRS), vol. 64, pp. 7-31, Springer Netherlands, 2011.
3. Dornhege C., Kleiner A. A Frontier-Void-Based Approach for Autonomous Exploration in 3D. In Proc. of the IEEE Int. Workshop on Safety, Security & Rescue Robotics (SSRR). Kyoto, Japan, 2011.
4. Sun D., Kleiner A., Schindelhauer C. Decentralized Hash Tables For Mobile Robot Teams Solving Intra-Logistics Tasks. In: Proc. of the 9th Int. Joint Conf. on Autonomous Agents & Multi-Agent Systems (AAMAS 2010). Toronto, Canada, 2010. p. 923-930.
5. Hamp Q., Reindl L., Kleiner A. Lessons Learned from German Research for USAR. In: Proc. of the IEEE Int. Workshop on Safety, Security & Rescue Robotics (SSRR). Kyoto, Japan, 2011.