

ТИМОЧКО Олександр Іванович (доктор технічних наук, професор)

ФУСТІЙ Вадим Сергійович

ДУБИНСЬКИЙ Марк Сергійович

Харківський Національний університет імені Івана Кожедуба, Харків, Україна

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ МІЖАГЕНТНОЇ НАВІГАЦІЇ ГРУП БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

У доповіді розглядаються основні підходи до створення багатоагентної безпілотної авіації. Проведений аналіз розробок даних систем та визначені основні тенденції їх створення. Проаналізовано проблемні аспекти застосування багатоагентних безпілотнох літальних апаратів.

У сучасному світі “Безпілотні літальні апарати” (Unmanned Aerial Vehicles, БПЛА, UAV) набувають все більшої популярності в якості легких і недорогих інструментів для розвідки та повітряних зйомок. Більшою мірою це літальні апарати, що застосовуються у військових цілях. Такі моделі оснащуються крім стандартного набору апаратури для БПЛА різними видами озброєння, пошуковими системами найвищого класу, чорними ящиками і т. п. Ці комплекси досить великі за розмірами (у розмаху крила літак досягає близько 6-7 м і в вазі близько 600 кг з повним завантаженням). Можливості використання легких і маленьких БПЛА обмежуються порівняно меншим ресурсом, але за рахунок групового використання цей недолік може бути компенсованим. Крім цього, у групі ефективно взаємодіючих легких БПЛА з’являються додаткові корисні властивості. Для великих безпілотнох літальних апаратів найближчим часом також стануть актуальними проблеми групової взаємодії, при цьому “відпрацювання” можливих сценаріїв цієї взаємодії зручніше і дешевше провести на легких БПЛА.

Виклад основного матеріалу дослідження

Безпілотні літальні апарати, як правило, літають за заданою програмою, яку людина може змінювати в процесі польоту. Іноді використовують кілька моделей, які передають інформацію на головний пульт, за рахунок чого людина за той же час отримує більш широкую інформацію [1]. Прикладом застосування багатоагентного підходу до управління польотом групи БПЛА може служити система, описана в статті [2]. Автори статті описують взаємодію головного комп’ютера (літак керований людиною) і групи БПЛА, які виконують завдання поставлені першим.

Більшість сучасних систем управління групою БПЛА характеризуються відсутністю автономної постановки нових завдань, що дозволяє групі оперативно приймати ефективні рішення щодо зміни сценарію виконання поставленого завдання. Типовими прикладами подій, що викликають необхідність в постановці нових завдань, є: поява нової вигідної інформації, для більш ефективного виконання завдання; вихід з ладу частини наявних ресурсів; а також зміна критеріїв прийняття рішень.

Чим вище невизначеність, ніж більш розподілений характер мають процеси прийняття рішення і чим частіше трапляються незаплановані події, тим нижче ефективність існуючих систем, нездатних самостійно приймати рішення і автоматично перебудовуватися під зміни в середовищі. Для вирішення подібних проблем застосовуються багатоагентні технології. В основі цих технологій лежить поняття “агента”, програмного об’єкта, здатного сприймати ситуацію, приймати рішення і взаємодіяти з собою подібними. Характерними особливостями інтелектуальних агентів є:

- колегіальність, тобто здатність до колективного цілеспрямованої поведінки в інтересах вирішення загального завдання;
- автономність, тобто здатність самостійно вирішувати локальні завдання;
- активність, тобто здатність до активних дій задля досягнення спільних і локальних цілей;
- інформаційна та рухова мобільність, тобто здатність активно переміщатися і цілеспрямовано шукати і знаходити інформацію, енергію і об’єкти, необхідні для кооперативного вирішення спільного завдання;
- адаптивність, тобто здатність автоматично пристосовуватися до невизначених умов в динамічному середовищі.

В даний час важливим і актуальним напрямком розробок є завдання створення надійної навігаційної системи (НС) БПЛА [3]. Супутникова система навігації GPS не забезпечує автономність роботи, а також чутлива до перешкод. Інша НС, заснована на інерційному методі, здатна забезпечити належний рівень автономності, але при її використанні виникає проблема накопичення помилок в обчисленнях положення і орієнтації [4]. Використання засобів обробки візуальних даних є альтернативним способом, що дозволяє здійснювати автономну навігацію БПЛА в просторі [2]. Коло завдань, що вимагають одночасного вирішення проблеми локалізації та побудови карти в умовах недосконалих інформаційно-вимірювальних засобів, носить загальну назву SLAM (Simultaneous Localization And Mapping). В даний час існує декілька основних підходів до вирішення цих завдань: розширений фільтр Калмана (extended Kalman filter, EKF), FastSLAM, DP-SLAM. В останнє десятиліття ХХ-го століття практично єдиним методом вирішення подібних

завдань був розширений фільтр Калмана. Основним недоліком даного підходу є квадратична залежність складності алгоритму від кількості спостережуваних орієнтирів (практично не перевищує декількох сотень орієнтирів). В даний час існує і активно розвивається альтернативний підхід, названий FastSLAM, в основі якого лежить так званий фільтр частинок (Particle Filter, Monte Carlo methods). На відміну від EKF в FastSLAM одна велика карта розглядається як сукупність локальних підкарт, що дозволяє прибрати залежність орієнтирів один від одного і таким чином значно скоротити час перерахунку оцінки стану системи. Проте у кожного з цих методів є свої обмеження і недоліки, що ще раз наголошує на необхідності вдосконалення алгоритмів картографії місцевості автономними мобільними роботами.

З огляду на той факт, що при функціонуванні групи безпілотних авіаційних систем агенти даної системи будуть знаходитися в певному бойовому порядку, існує необхідність забезпечення безконфліктної роботи агентів, що виражається в побудові кожним з них маршруту руху з урахуванням маршрутів інших агентів, забезпеченні мінімально необхідної відстані між агентами для уникнення зіткнення або попадання в область повітряних потоків, що створюються іншими агентами. При задоволенні вище наведених вимог можлива злагоджена робота агентів системи, що буде виражатися в підвищенні точності навігації за рахунок врахування інформації, зібраної усіма агентами системи і подальшої її фільтрації. Іншим напрямком використання узгодженої роботи агентів системи може служити розподіл завдань між ними, коли задача навігації і побудови маршруту покладається тільки на частину агентів, а інші зможуть використовувати свої обчислювальні

ресурси для виконання поставлених завдань, дотримуючи, при цьому, лише своє відносне положення в групі.

Висновок

Розглянуто основні підходи до створення багатоагентної безпілотної авіації. Доведено, що навігація лише за рахунок супутникових систем навігації та інерційної системи навігації не дозволяє вирішити задачу орієнтування БПЛА в умовах протидії противника. Запропоновано використання засобів обробки візуальних даних для забезпечення навігації БПЛА. Наведено обмеження та недоліки існуючих методів обробки візуальних даних для забезпечення навігації безпілотних літальних апаратів, визначено, що при функціонуванні БПЛА у складі групи постає проблема міжагентної взаємодії, вирішення якої надає можливість підвищити показник точності навігації та ефективність функціонування групи БПЛА в цілому.

Список використаних джерел

1. Scerri P., Pynadath D., Johnson L., Rosenbloom P., Si M., Schurr N., Tambe M. A Prototype Infrastructure for Distributed Robot-Agent-Person Teams. – Information Sciences Institute and Computer Science Department. University of Southern California. 4676 Admiralty Way, Marina del Rey, CA 90292.
2. Baxter J.W., Horn G.S., Leivers D.P. Fly-by-Agent: Controlling a Pool of UAVs via a Multi-Agent System. – UK, Malvern: QinetiQ Ltd Malvern Technology Centre St Andrews Road. 2007.
3. Скобелев П.О. Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений // Автометрия. №6. – С. 45-61.
4. Дмитриевский, А. А. Прикладные задачи теории оптимального управления движением беспилотных летательных аппаратов [Текст] / А. А. Дмитриевский, Л. Н. Лысенко. – М. :Машиностроение. 1978. – 328 с.