

УДК 623.746

БЕЗПИЛОТНИТЕ ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ - НАДЕЖДНИ, ВИСОКОТЕХНОЛОГИЧНИ УСТРОЙСТВА ЗА ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ

Проф.д-р Найден В. Ненков, Недялко Димитров

Шуменский университет им. Епископа Константина Преславского, г.
Шумен, България

Безпилотните летателни апарати (БЛА) са системи, които се управляват дистанционно или работят автономно, имат сравнително малки размери и маса, и изпълняват строго специфични дейности. Те се използват широко освен за военни, така и за граждански цели. Прилагат се за: отдых и свободно време, информация и медии, наблюдение и инспектиране (електрически инсталации, тръбопроводи, промишлени инсталации), геоложки науки (земеделие, околна среда) и гражданска безопасност (операции по издирване и спасяване, замърсяване, полицейски операции, контрол на струпванията на хора и т.н.). Чрез БЛА се набира разнообразна информация за пространствено обособени обекти на и над земната повърхност.

Прецизното земеделие предполага използването на БЛА, за да се следи състоянието на селскостопански културите и чрез видео с висока резолюция в реално време на екрана към дистанционното управление или на таблет.

Избор на платформа за разработка и управление на автономни летателни системи

На пазара на такива системи за граждански, цели има голямо разнообразие от готови за използване (RTF) апарати, които са разработени и програмирани, така че да се улесни крайният потребител, който не е нужно да има познания по механика, авионика, електроника, програмиране и т.н. Тези системи, по вида си са ограничени спрямо производственото им предназначение, тоест проектирани са да функционират с точно определени периферни устройства, нужни за изпълнение на задачите им. Промяната на конструкцията, хардуера и използването на допълнителна периферия, в повечето случаи е невъзможно. Софтуера за връзка и настройка на апаратите, в повечето случаи е ограничен до толкова, че при неправилна настройка да не доведе до сериозни изменения във функционирането на системата.

Една, толкова широко разпространена платформа, е на китайската компания DJI, която предлага на потребителите си гама от апарати предназначени както за любителско така и професионално за фото и видео заснемане. През последната година компанията започна да разработва апарат подпомагащ земеделската производителност, чрез пръскане на

посевите с автономна летателна система. Бордовата електроника не поддържа особено голям брой периферни устройства именно, защото е проектирана за специфични функции. Добрата новина е, че компанията (може би поради разрастващият се пазар) пусна на пазара както платформа предназначена за разработчици, така и софтуер за разработка на такива система SDK (software development kit), насочена към десктоп и мобилни приложения.

Широко разпространена за автономна система е ArduPilot Open Source проекта, който е толкова мултифункционален, че с него почти всеки подвижен апарат може да бъде превърнат в робот като се интегрира малък пакет от хардуер в него. Разработеният софтуер за работа в проекта е с отворен код и е създаден за разработка на автономни системи с изследователска цел. Това дава достъп на всички до програмните файлове и позволява винаги да се правят промени в кода, така че да се помогне за развитието и обучението на разработчиците, които могат да видят всички сложни подробности и как точно работят нещата. От 2017 година Ardupilot проекта участва в организацията Google Summer of Code. Спонсорирана от Google, GSOC е уникална програма за разработчици и студенти, които се интересуват от участие в развитието на отворен код. Организацията предлага лятната ваканция на студентите да мине в ученето и писането на код като и същото време да печелят пари.

ArduPilot (ArduPilotMega-APM) е хардуер и софтуер с отворен код предназначен да контролира автономните безпилотни летателни апарати (БЛА), автономните мултикоптери (мултиротори), самолети, хеликоптери, наземни роувъри, както и тракер антени. Проекта започва през 2007 г. от членове на общността на DIY Drones . В началото си ArduPilot поддържа само самолети и използва термичен сензор, който разчита на определяне на местоположението на хоризонт, спрямо въздухоплавателното средство, чрез измерване на разликата в температурата между небето и земята. По-късно, системата е подобрена като заменя термосензора с Inertial Measurement Unit (IMU), използвайки комбинация от акселерометри, жирокопи и магнитометри. В следствие платформата е разширена до други типове апарати, като ArduCopter, ArduPlane и ArduRover .

ArduPilot е почти изцяло C ++ и се развива за да функционира на редица хардуерни платформи и операционни системи, включително Pixhawk / Px4 автопилот, Bebop2, Raspberry Pi базирани полетни контролери като NAVIO2 , ErleBrain и Qualcomm Snapdragon.

Платформата предлага дистанционен полетен контрол (чрез редица интелигентни режими на летене) и изпълнение на напълно автономни мисии (фиг. 1). Работи безпроблемно с Ground Control Station софтуер, който може да следи с телеметрия системата и извършва дейности по планиране на мисията. Тя е от полза и на други части на стемата Ardupilot, включително симулатори, анализ на логове, както и по-високи APIs нива

за управление и контрол на системата. Ardupilot предназначен за тези хора, които искат да опитат напреднала технология и е предпочитана платформа от множество "ready-to-fly" системи.



Фиг. 1 Квадрокоптер за заснемане на селскостопански площи

Основни характеристики:

- Високо качество на автоматичен контрол на височина и ориентация.
- Автоматично излитане и кацане: изпълнява своята мисия напълно автономно и каца на мястото, от което е излетял.
- Режим "PosHold Mode": запазва местоположението си според данни от GPS, барометър и дигитален-компас.
- Режим "RTL": С натискането на един бутон се прибира към мястото си на излитане автоматично.
- Режим "Fail Safe": Когато изгуби контакт с предавателя или наземната станция (Geofence) се връща автоматично към точката на излитане, също така ще се опита да се приземи безопасно ако са открити хардуерни повреди или неточни данни от сензорите си.
- Планиране на мисии: осигурява данни на монитора за състояние, настройки и телеметрия на системата, включително интерфейс за планиране мисии със стотици GPS точки. Могат да се автоматизират цели мисии, включително контрол на камерата и периферни сензори. Единствените ограничения за ефективност са източниците на захранване.
- Планиране на мисия по време на полет: С помощта на двупосочна безжична връзка е възможна промяна на полетният режим, промяна на

стойностите на всеки параметър за контрол на полета от лаптоп или мобилно устройство - дори по време на полет!

•Операционна система *e* NuttX е "Real-Time" операционна система (RTOS) съобразяваща се със стандартите за малки размери. Стабилна от 8-bit до 32-bit микропроцесори. Основните ръководни стандарти в NuttX са POSIX (Portable Operating System Interface) и ANSI (American National Standards Institute), а допълнителни стандартни APIs от Unix и други общи RTOS (като например VxWorks) са приети за налични в рамките на тези стандарти.

За програмиране на системата са използвани C/C++ Библиотеки Standard C Library напълно интегрирани с операционната система, включващи изчисления с плаваща запетая, входни и изходни операции.

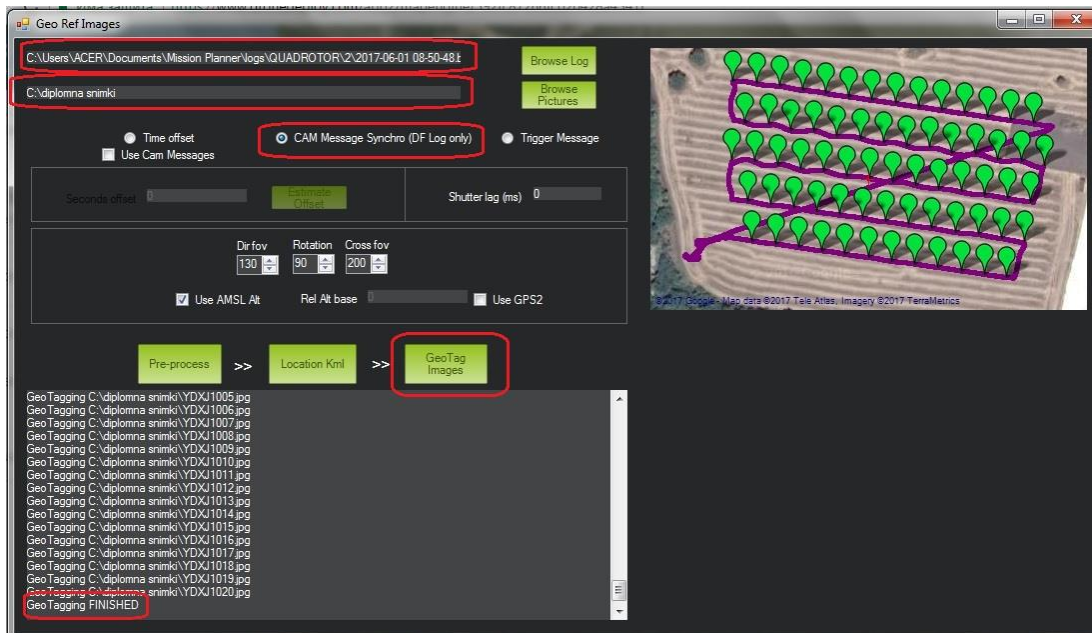
Мрежови комуникации *включват* поддръжка на няколко мрежови интерфейса и множество мрежови линкове IPv4, IPv6, TCP / IP, UDP, ARP, ICMP, ICMPv6, IGMPv2 (клиентски) стекове и локална поддръжка на Unix домейн, DNS / NetDB, BSD съвместим порт, на мрежови модули (като TI CC3000 WLAN модул) и други.

Поддържан хардуер

Изборът на контролер, управляващ системата, е най-важната стъпка при старта на даден проект. На пазара съществува голям избор от бордови компютри, които са част от Open Source обществото и естествено поддържат един код, но се различават по отношение на техническите си характеристики: различни по мощност процесори, обем на паметта, различни видове вградени в контролера сензори, входове/изходи за периферни устройства, комуникационни модули и други). Примерено, за създаването на един състезателен мултикоптер, не е нужен бордови компютър с висока производителност именно, заради функцията на апарата, докато при проектирането на система, в която автономния режим и поддръжката на редица сензори свързани с безпилотното управление на апарата, нуждата от мощни и сигурни комуникации с наземната станция, изискват надеждни бордови компютри с висока изчислителна мощност, която да гарантира безпроблемното функциониране на системата. При избора на бордови компютър, също трябва да се вземе в предвид и непрекъснатото обновление и разширение на Ardupilot кода, буквално всеки месец кодът става все по-голям, поради огромния брой разработчици, които непрекъснато добавят нови алгоритми, иновации и премахват предишни грешки.

В резултат, се моделира „бюджетен“ безпилотен летателен апарат за автономно изпълнение на мисии, чиято основна цел е етапно заснемане на обработваеми земеделски площи. След анализа на полета, идва ред на обработка на снимките, които апарата автоматично направи по зададеният му маршрут. Поради факта, че камерата няма вграден GPS приемник, който да използва за да вгради гео локация във всяка една снимка,

използвам един от многобройните вградени инструменти в Mission Planner. За добавянето на гео локация (geotag) в снимките, разчитаме на лог файла от тестовия полет и по точно съдържащите се в него DO_SET_CAM_TRIGGER_DIST команди. Именно тези команди ни дават информация къде точно автопилота е задействал спусъка на камерата. Във Фиг.2 е илюстриран инструмента, в който е нужно да въведем местоположението на лог файла, местоположението на снимките, както и да сложим отметка на CAM Message synchro.



Фиг. 2. Добавяне - geotag на снимките на посеви

Обработени по този начин снимките са годни за използване от софтуера, който ще ги слее в една снимка и приложи специално разработен алгоритъм за изчисление на NDVI индекса на заснетата територия. Софтуерът, който сме използвали е DronDeploy, онлайн базиран с безплатна пробна версия от 30 дни.

Пълната версия на софтуера предлага множество от инструменти за анализ и доклад относно нанесени щети от природни бедствия, преброяване броя на растенията, нанесени вреди от паразити, засушаване и други.

Заклучение

В статията работа е направен анализ и класификация на системи за автономни летателни апарати, както и оценка на приложимостта и в различни сфери. Избрана е хардуерна и софтуерна платформа за разработка, управление на автономни летателни системи с отворен код. Огромният избор от бордови периферни модули и апаратура определят избраната платформа като мултифункционална и приложима в голям на

брой проекти. Анализира се структурата и архитектурата на отвореният код, както и софтуера за моделирането и компилирането му. Безпилотният летателен апарат квадрокоптер е сглобен, настроен и изпробван върху селскостопанска площ.

Список литературы

1. Ненков Н. В., Интелигентни системи, Монография, НИКО СП, 2016, ISBN-978-619-7145-09-0, Казанлък, 304 стр.
2. Ненков Н. В., Рангелова Р.Р., Виртуален интелигентен асистент, Научна сесия 2013, Сборник научни трудове част I, Национален военен университет „Факултет по Артилерия ПВО и КИС“, Шумен, 2014, ISSN: 1313-7433. с.360– 367
3. Ненков Н. В., Изкуствен интелект и експертни системи, УИ "Епископ Константин Преславски", 2013, Шумен, ISBN: 978-954-577-695-3, с.108
4. Ненков Н. В., Експертни системи, УИ “Епископ Константин Преславски”, Шумен, 2014, ISBN: 978-954-577-897-1, с.49
5. Петрова, М. и др. Европейски индустриални и екологични стандарти в ИНТЕРНЕТ (ISO 9000 и 14000), В. Търново: Унив. изд. Св. св. Кирил и Методий, 2001, 126 с. ISBN 954-524-291-4
6. Петрова, М.М., Дбякона, В., Димитрова, С.И., Система управления интеллектуальным капиталом предприятия, *International Journal of Innovative Technologies in Economy*. ISSN 2412-8368(p) ISSN 2414-1305 (Online) Издателство: ROST (Dubai), Номер: 1 (3) Год: 2016 Страницы: 16-21
7. Petrova M.M., Minchev, N.G. Diachenko, Y. Modern information technologies as an opportunity for development and integration of innovative small and medium enterprises in clusters, *Balkan and Near Eastern Studies in Social Sciences*, ISSN: 2149-9314, 2016:2 (02), p.69-75.
8. Petrova, M. Patterns of analyzing and projecting technological processes, *Anale ATIC*, Chisinau, Moldova, Evrica, 2004, vol.I (VI), p. 63-69, ISBN 9975-942-76-8, 216 p.
9. Yuriy Dyachenko, Nayden Nenkov, Mariana Petrova, Inna Skarga-Bandurova, Oleg Soloviov. Approaches to Cognitive Architecture of Autonomous Intelligent Agent. *Biologically Inspired Cognitive Architectures*, Elsevier, Volume 26, 2018, Pages 130-135