

СЕКЦІЯ 3. ПРОМИСЛОВА ТА МОБІЛЬНА РОБОТОТЕХНІКА

УДК 004.896, 623.746-519

Olena Bezvesilna, Doctor of Technical Sciences, Professor
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Andrii Tkachuk, PhD, Associate Professor

Anna Ostapchuk, Senior Lecturer
State University «Zhytomyr Polytechnic»

AN AUTOMATED SYSTEM TO MONITOR AVAILABLE HARMFUL AND EXPLOSIVE GASES BY MEANS OF MINI UNMANNED AERIAL VEHICLES

The basic architecture of the UAV (Fig. 1) consists of: (1) frame; (2) brushless motors; (3) electronic speed control modules (ESC, Ukr.: ЕКШ); (iv) control board; (v) the inertial navigation system, and (vi) the receive and transmit module. Brushless motors provide the mechanical energy needed to rotate the screws. Engine rotation is regulated by ECS for each engine; The ECG is controlled by a pulse modulation signal (PWM).

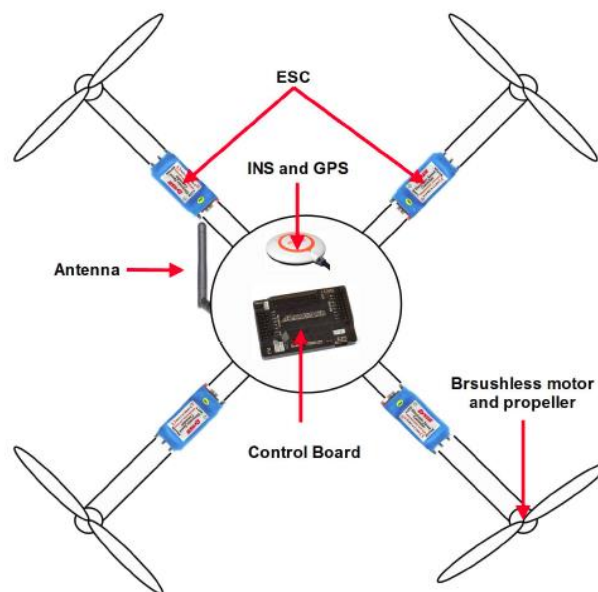


Fig. 1. Basic UAV architecture

With the changes in the operating cycle value, it is possible to increase and to decrease the angular velocity of the screw. Thus, the drone performs movements on heeling, roll, pitch and traction angles, moving along the longitudinal and horizontal axes. To increase the flight stability, the UAV is equipped with an INS consisting of a 3-axis accelerometer, a 3-axis gyroscope and a 3-axis magnetometer to measure accelerations, angular velocities and magnetic values. Having received measurements from INS, it is possible to estimate 3-axis measurements of Euler's angles. These angles are used to control the aerial vehicle orientation during flight. Drone orientation measurements are based on the acceleration values and magnetic field being significantly affected by noise. For this reason, data merging algorithms, taking into account the angular velocities values, provided by the gyroscope, are used to reduce the effect of noise on orientation measurements. An example of data merging algorithms is the extended Kalman filter (EKF). These algorithms are computationally intensive, so they can be difficult to perform on the control board. For this reason, inertial measurement modules (IUMs) with built-in processors to perform data merging algorithms are a good solution. VectorNAV's VN-100 SMD is a high-performance IBM and Basic Orientation and Course System including a 32-bit microprocessor for real-time orientation measurements, using the EKF algorithm.

The developed UAV consists of four main components as follows: the frame, motors, electronic speed controllers and battery. The frame is based on DJI F450 Flamewheel, is made of PA6 + 30GF nylon 6/6 and reinforced with fiberglass, providing strength and durability. A high-strength PCB board was a part of the device design to provide a centralized electricity distribution. Motors used are of 980 kV and the maximum current of 17.2 under static load. With a voltage of 11.1 volts supplied by the battery, the engines can provide 960 g of thrust at maximum engine speed. Electronic 25A speed controllers will provide sufficient power and current for the motors, maintaining an acceptable buffer between the actual current motors consumption and the maximum current by ECG. The power supply of the UAV components is a lithium-polymer (LiPo) battery, emitting a voltage of 11.1 V.

А.Г. Ткачук, к.т.н., доц., зав. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
О.Л. Мельник, к.т.н., доц., зав. кафедри механічної інженерії
А.Р. Кравчук, аспірант, асистент кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Державний університет «Житомирська політехніка»

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ НАЯВНОСТІ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Сьогодні у Державній службі із надзвичайних ситуацій наголошують, що є об'єктивні фактори, що ускладнюють гасіння пожеж у лісах та на відкритих місцевостях. Частота виникнення загорянь у лісі, хоча і визначається погодними та лісорослинними умовами, але посилення такого чиннику, як наявність джерел вогню, істотно підсилює загрозу. Тому на окремих територіях тенденції виникнення та площі пожеж можуть суттєво відрізнятись навіть за подібних природних і погодних умов. Здебільшого основною причиною виникнення займань у лісі є антропогенний чинник. Через необережне поводження з вогнем людей у лісі, випалювання сухої трави, спалювання сміття на прилеглих територіях і навіть підпали проблема з пожежами є дуже гострою. Але завдяки детальному вивченню цього питання та його особливостей можливо зменшити збитки від пожеж, а також на підставі цього мінімізувати ймовірність як їх виникнення, так і пошкоджені площі. Найголовніший з них наступний: оскільки такі пожежі починаються у місцях, де їх важко побачити, то, як правило, пожежників викликають уже тоді, коли вогонь зайняв великі площі і пожежа стала помітною. Існує велика необхідність дистанційно відслідковувати пожежі та їх потенційні джерела займання. Крім того, екологи сьогодні звертають увагу на те, що пожежі у зоні відчуження несуть неабияку небезпеку життю людей. Необхідність збереження радіаційної безпеки вимагає наявності у таких радіаційних зонах ефективних систем моніторингу, щоб можна було оперативно виявляти загорання і також визначати рівень забрудненості повітря і рівень радіації.

БПЛА сьогодні можуть виконувати різні завдання в цій галузі та надавати інформацію в режимі реального часу для швидкого реагування на ситуацію. Система тактичного моніторингу лісових пожеж на базі декількох БПЛА повинна виконувати такі функції:

- раннє виявлення пожеж (підземні пожежі), виявлення потенційних пожеж, виявлення пожежі, спрацьовування подій та ініціалізація подальшого моніторингу пожеж;
- визначення місця та масштабів пожежі, спостереження та моніторинг її розвитку;
- діагностика пожежі – отримання детальної інформації про пожежу, оцінка її важливих параметрів;
- прогноз пожеж – прогнозування в майбутньому пожежі в реальному часі.

БПЛА можуть швидше виявляти, стримувати і навіть гасити пожежі. Вони надають пожежникам огляд місцевості з висоти пташиного польоту та допомагають визначити, куди поширюватиметься вогонь, щоб вони могли швидко приймати рішення про те, куди повинні йти пожежні дружини та яких мешканців слід евакуювати.

Науковцями Державного університету «Житомирська політехніка» заплановано розробити автоматизовану систему моніторингу наявності пожеж на основі БПЛА. Буде розроблено методологію пошуку наявності пожеж з урахуванням складностей вимірювань на БПЛА, а, головне, заплановано розробити сам пристрій-прототип (систему) на базі групи БПЛА. БПЛА будуть обладнані інфрачервоними камерами, які дають зображення через дим, а також датчиками напрямку вітру та іншими змінними погоди, які впливають на поширення лісових пожеж.

На основі результатів зйомки спектральною камерою буде створюватись карта середовища на якій будуть позначатись потенційні джерела займання (самозаймання). При спектральній зйомці формуються одночасно кілька зображень однієї і тієї ж території в різних зонах спектра електромагнітного випромінювання. Ключову роль відіграє аналітика цих даних. Різні комбінації спектральних зображень дозволяють виявити процеси і явища, які складно або неможливо визначити на знімку в видимому діапазоні. Тому значну увагу заплановано спрямувати саме на програмну обробку результатів вимірювання – визначення індексів біомаси середовища (нормалізований, зелений, диференційований вегетативний). На основі саме цих даних ми зможемо ідентифікувати не лише потенційні джерела займання пожежі, а й спрогнозувати напрямок її поширення.

Виявлення та класифікація об'єктів будуть виконані з використанням методології контурного та кольорового аналізу зображень, методу опорних векторів, теорії розпізнавання зображень на основі дескрипторів особливих точок, методів співставлення об'єктів на зображеннях тощо. Система прийняття рішень буде засновуватись на нейромережевих технологіях.

БПЛА можуть використовуватись також для аналізу ситуації після пожежі, для виявлення присутності активних вогнених згарищ. Ще одним завданням, яке виконується на цьому етапі, є відображення спаленої області.

М.С. Гриневич, асистентка кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
А.Г. Ткачук, к.т.н., доц., зав. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
І.В. Крижанівська, к.т.н., доц., доц. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Державний університет «Житомирська політехніка»

МОБІЛЬНА АВТОНОМНА РОБОТИЗОВАНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Науковцями Державного університету «Житомирська політехніка» розроблено мобільну автономну роботизовану платформу для проведення екологічних досліджень водойм. Конструкція роботизованої платформи (рис. 1) передбачає наявність наступних основних елементів: корпусу; блоку управління (1), який містить в собі мікроконтролер на базі плати Arduino Nano (2), радіо модуль (3), плата управління датчика JSN-SR04T – 2.0 (4), модуль PH-4502C, до якого підключається датчик кислотності води (5); безколекторного двигуна (6), його сорочки охолодження (7), регулятора двигуна (9) з'єднувальної муфти (24) для передачі обертання від валу двигуна на вал дейдвуда (23), який в свою чергу з'єднаний з гребним гвинтом (22); живлення системи забезпечується акумулятором (8); сервомотори (10), (11), (12) та (13) використовуються як приводи вантажних відсіків (25) та (26), привід керма (21) та привід механізму набору води; датчиків температури (14), рівня кислотності (15), ультразвукового для вимірювання відстані від дна платформи до дна водойми (16), датчика відстані (27); навігація платформи забезпечується GPS модулем (28) та антеною (29); габаритні випромінювачі (17–20) допомагають у керуванні в темну пору доби.

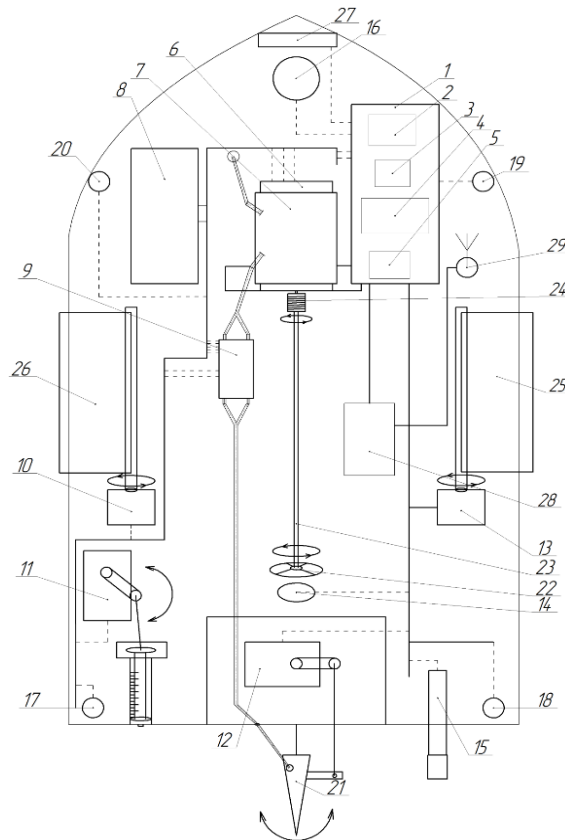


Рис. 1. Схема розміщення конструктивних елементів мобільної автономної роботизованої платформи для проведення екологічних досліджень водойм

Живлення платформи здійснюється від акумулятора Turnigy Li-Po 7.4V 5300mAh 2S2P 25C. В якості управляючого пристрою обрано плату Arduino Nano, побудовану на мікроконтролері ATmega328. Вона компактна та дозволяє реалізувати всі поставлені в даному проєкті задачі. Для дистанційної передачі даних та управління платформою використано радіо модуль NRF 24L01P+, який забезпечує хорошу якість прийому-передачі сигналу на відстані до 1 кілометра. Інформація про навколишнє середовище отримується від наступних датчиків: ультразвуковий датчик відстані JSN-SR04T – 2.0, датчик кислотності води DFRobot ADC151, цифровий датчик температури DS18B20, GPS модуль GPS NEO-6M SMA + IPEX.

А.Г. Ткачук, к.т.н., доц., зав. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
А.А. Гуменюк, к.т.н., доц., доц. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
О.А. Громовий, к.т.н., доц., декан ФКІТМР
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРИЛАДОВИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ НА БАЗІ РУХОМОЇ ГУСЕНИЧНОЇ РОБОТИЗОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ

Військова робототехніка залишається однією з пріоритетних галузей науки і техніки сьогодні. Серед озброєння НАТО та інших військових організацій можна зустріти інтелектуальних роботів з «очима», «вухами» і іншими сенсорами. Аналогічно родам військ сучасні розвідувальні роботи діляться на три групи: наземні, літаючі і плаваючі. Розвідувальна система має встановити: склад і угруповання противника, наявність резервів, накреслення переднього краю, опорні пункти, розташування в них вогневих засобів, систему вогню і загороджень, інженерне обладнання місцевості, місця (координати) важливих об'єктів.

Спостереження є одним із найпоширеніших способів ведення розвідки противника і місцевості. Воно ведеться на марші і під час зустрічного бою, у наступі, в обороні, під час розташування підрозділів на місці безперервно вдень і вночі.

Сьогодні існують багато розвідувальних роботизованих систем, найвідоміші з яких зображено на рис. 1–4. Здебільшого ці роботи побудовані на операційній системі Robot Operating System (ROS). Також вони, в основному, побудовані на гусеничних платформах.

Менший тиск на ґрунт гусеничної машини означає, що вона може маневрувати більш вільно і може взяти на себе більше захисту, ніж колісна. Також слід враховувати і прохідність даної платформи.



Рис. 1. Автономний програмований гусеничний робот на базі ROS



Рис. 2. Гусеничний робот-інспектор GPK-32



Рис. 3. Дистанційно-керований Foster-Miller TALON



Рис. 4. Багатоцільова роботизована платформа Camel від Global Dynamics

Науковцями кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Державного університету «Житомирська політехніка» заплановано розробити нову приладову інформаційно-вимірювальну систему для проведення розвідувальних операцій на базі рухомої роботизованої платформи, яка буде використовуватись у розвідувально-попереджувальних місіях для пошуку та локалізації ворога перед початком операцій захоплення чи визволення стратегічно важливих об'єктів, а також для попередження військовослужбовців про можливі потенційні загрози їх життів (вибухи чи отруєння газами), так і для проведення рятувальних робіт після техногенних катастроф.

В.А. Кирилович, д.т.н., проф. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
А.Р. Кравчук, асистент кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Державний університет «Житомирська політехніка»

ПРОБЛЕМИ ПРОМИСЛОВОЇ КОЛАБОРАТИВНОЇ РОБОТОТЕХНІКИ В ГНУЧКИХ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВАХ

Розвиток промисловості до рівня Industry 4.0 передбачає повністю автоматизовані виробництва, на яких керування всіма процесами здійснюється в режимі реального часу і з урахуванням мінливих зовнішніх умов. Це можливо завдяки автоматизації та роботизації виробничих процесів. Виробництво вищеописаного потребує сучасного гнучкого обладнання, яке можна швидко налаштувати на потрібні режими роботи, а також такого, що має максимальну продуктивність та є безпечною у роботі з працівниками, тобто мають мінімальний час технологічної підготовки виробництва (ТПГВ) на певному рівні. Цим вимогам повністю або майже повністю, в залежності від складності технологічного процесу, задовольняють сучасні промислові роботи.

На тлі всезростаючої кількості застосування промислових роботів у промисловості широкого застосування набувають колаборативні промислові роботи (КПР). Поєднання продуктивності КПР з гнучкістю людини є новим трендом у технічно-технологічній сфері гнучких виробництв. Вищеописані факти констатують різні достовірні джерела, в тому числі міжнародна федерація робототехніки.

Метою даної роботи є висвітлення основних напрацювань щодо використання КПР та на їх тлі визначення основних проблем, що мають місце при цьому.

Застосування КПР в сучасному виробництві ставить ряд проблемних питань, пов'язаних із ТПГВ, наприклад, визначення розташування обладнання, дотримання виробничих ISO стандартів, забезпечення колаборативності нової техніко-технологічної системи людина–робот тощо. Вищезгадані задачі не мають єдиного правильного варіанту розв'язку та не є новими в сфері виробництва і робототехніки. Дослідження цих проблемних питань проводяться в різних напрямках, починаючи від юридичних сфер, закінчуючи програмними реалізаціями вимог безпеки.

Загальна тенденція показує масове недотримання виробничих стандартів безпеки, що обумовлено специфікою технологій КПР та індивідуальним підходом компаній-виробників КПР щодо вищезгаданого. Логіка цього проста – технології та їх реалізація впливають на продажі, а відповідно і на прибутки компаній-виробників КПР. Також компанії, які використовують КПР як технологічне обладнання, часто нехтують повними заходами безпеки, переслідуючи ідею максимальної продуктивності. Дана ситуація зумовлює відсутність уніфікованих загальноприйнятих положень про ті чи інші відповідності стандартам, заходам безпеки на виробництві, класифікації КПР тощо.

Окрім явно виражених проблем із дотримання виробничих ISO стандартів, також є проблеми щодо правильного трактування записаних вимог безпеки та їх застосування до відносно нового виду обладнання – КПР. Вищесказане підкреслюють дослідження, які акцентують увагу на існуючу проблематику застосування виробничих ISO стандартів на практиці у різногалузевих виробництвах, у тому числі в сфері колаборативної робототехніки. Через швидкий технологічний розвиток КПР і промисловості в цілому, необхідні зрозумілі зв'язки між технічною та юридичною сферами. Існують дослідження, які ідентифікують та класифікують категорії КПР у стандарті ISO 13482:2014 «*Robots and Robotics Devices – Safety Requirements for Personal Care Robots*». Ці комплексні роботи спрямовані на те, щоб виробники роботів та мехатронних пристроїв, у тому числі і КПР, усвідомили важливість чітких визначень згідно стандартів для дотримання відповідного чинного законодавства.

Відома проблема встановлення правильного розподілу обсягу та видів роботи при колаборації людини та КПР. Деякі дослідники пропонують структуру для динамічного розподілу завдань на основі фізичних властивостей компонентів, характеристики завдань та колаборативного робочого простору. Розроблені розподіли завдань досягаються за допомогою набору атрибутів механоскладального процесу з різними балами за часом циклу, адаптивності та безпеки. Метою таких досліджень є мінімізація: вартості виробництва, оціненої відповідно до кількості працівників та обладнання, включаючи КПР; кількості кваліфікованих робітників на лінії; розподілення корисного навантаження серед працівників. Останній пункт можливо розрахувати на основі даних фізичних можливостей працівників, технічних характеристик КПР, а також рівня колаборації в певній техніко-технологічній системі людина – КПР. Проте поняття рівень колаборації з роботами не має явного трактування ні в одному нормативному документі, а також не має загальноприйнятих одиниць виміру.

Дослідниками Державного університету «Житомирська політехніка» планується провести комплексний аналіз вищеописаної проблематики за рахунок систематизації різних проявів колаборативності та встановлення зрозумілого трактування визначення рівня колаборації з роботами із врахуванням стандартів безпеки виробництва, класифікацій ISO стандартів для КПР та сучасних методів розподілу роботи на виробництві з КПР та її (колаборативності) кількісно-якісної оцінки.

І.В. Рішан, магістрант, І курс, гр. АТ-26м, ФКІТМР
М.В. Богдановський, ст. викл. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛІДАРІВ У КОНСТРУКЦІЯХ АВТОНОМНИХ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

Сьогодні все більше набувають популярності автоматизовані мобільні платформи для різних задач. Ті ж самі роботи-пилососи або вантажні роботи на складах тощо. Всі вони потребують для своєї роботи набір датчиків для збору інформації про їх оточення, мікроконтролер достатньої потужності щоб обробляти цю інформацію за розробленим алгоритмом.

Лідар (LIDAR) – технологія отримання та обробки інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптичних систем, що використовують явища відбиття світла і його розсіювання в прозорих і напівпрозорих середовищах. Лідар як прилад являє собою, як мінімум, активний далекомір оптичного діапазону. Скануючі лідари в системах машинного зору формують двовимірну або тривимірну картину навколишнього простору. «Атмосферні» лідари здатні не тільки визначати відстані до непрозорих цілей, що відбивають світло, а й аналізувати властивості прозорого середовища, що розсіює світло. Різновидом атмосферних лідарів є доплерівські лідари, що визначають напрямок і швидкість переміщення повітряних потоків в різних шарах атмосфери.

Основні відмінності у конструкціях та принципах дії сучасних лідарів полягають у модулях формування розгортки. Розгортка може формуватися як механічними методами (за допомогою обертових дзеркал або за допомогою руху мікроелектромеханічних систем), так і за допомогою фазованої антенної решітки. На відміну від радіохвиль, що ефективно відображаються тільки від досить великих металевих цілей, світлові хвилі схильні до розсіювання в будь-яких середовищах, у тому числі в повітрі, тому можливо не тільки визначати відстань до непрозорих (відбивають світло) дискретних цілей, але й фіксувати інтенсивність розсіювання світла прозорі середовища. Відбитий сигнал, що повертається, проходить через те ж розсіююче середовище, що і промінь від джерела, піддається вторинному розсіюванню, тому відновлення дійсних параметрів розподіленого оптичного середовища – досить складне завдання, яке вирішується як аналітичними, так і евристичними методами.

На базі лабораторії кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій мною розроблено автономну мобільну платформу типу «робот-стюард». Використано 2D-LiDAR (рис. 1), що являє собою лазерний далекомір, який обертається та надає мобільній платформі інформацію у вигляді масиву точок у радіальній системі координат, які можна візуалізувати на площині. Датчики 2D-LiDAR підходять для вирішення завдань, пов'язаних із вимірюванням та виявленням на поверхнях. Не має значення, під яким кутром встановлюються датчики – вони завжди працюють точно і надійно, як у приміщенні, так і на вулиці. Для навігації, виявлення або вимірювання: датчики 2D-LiDAR надають достовірні дані вимірювання для вирішення численних завдань.



Рис. 1. Зовнішній вигляд 2D-LiDAR

Такого об'єму інформації достатньо для того, щоб дізнатися, наприклад, відносно розташування об'єкту та мобільної платформи, дізнатися форму об'єкту, а вже по формі можна дізнатися приблизно що це за об'єкт.

Для розпізнавання форм та зображень використано спеціально навчені штучні нейронні мережі. На вхід мережі надходять дані про точки, а на виході видається мітка типу об'єкту, до якого належить ця точка. Зберемо n -ну кількість прикладів відмітивши типи вручну та надамо ці приклади алгоритму навчання мережі. Дана мережа може використовуватись як частина програмного забезпечення автоматизованої мобільної платформи, наприклад, для вирішення чи зупинитись біля об'єкту, чи ні.

О.В. Ставінський, магістрант, гр. АТ-26м, І курс, ФКІТМР
А.Г. Ткачук, к.т.н., доц., зав. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БПЛА

Розвиток мобільних роботів набув швидкого темпу, особливо популярним стало застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в різних сферах людської діяльності. В першу чергу це пов'язано з перевагами, якими володіє безпілотник. Завдяки невеликим розмірам, надійній конструкції, компактності, маневреності, простоті управління, маючи малу вагу при значній масі корисного навантаження, безпілотні літальні апарати можуть бути використані під розв'язання найрізноманітніших задач. Вони успішно використовуються для аерофотозйомки та картографування, оперативного прогнозування та оцінки наслідків надзвичайних ситуацій, моніторингу об'єктів промисловості та природних комплексів тощо.

Сьогодні у системах БПЛА широко застосовується дистанційне пілотування. Для ефективного його використання оператор має постійно стежити за станом БПЛА у повітряному просторі, передбачати можливість зіткнень з перешкодами і своєчасно передавати керуючі сигнали на приводи відповідних гвинтів БПЛА. Це вимагає відповідної кваліфікації від оператора.

Такий підхід має істотні недоліки: обмежена область застосування БПЛА, викликана необхідністю підтримки зв'язку з базою оператора; складність управління, спричинена прямою залежністю між дією оператора та рухом БПЛА, що приводить до швидкої втоми оператора.

Перспективним напрямком сьогодні є розробка систем керування БПЛА із застосуванням автономних пристроїв навігації та визначення перешкод. Завдяки чому БПЛА може переміщатися у просторі самостійно та незалежно від дій оператора. Режим автономного польоту складається з декількох основних етапів, які виконуються під дією керуючих впливів, що надходять від бортової САУ:

- 1) зліт БПЛА з деякої поверхні;
- 2) переміщення БПЛА в горизонтальній площині в задану точку простору;
- 3) перехід у режим зависання, що дозволяє здійснювати розвідку місцевості, відеозйомку та/або виконувати необхідні вимірювання;
- 4) повернення у вихідну або будь-яку іншу задану точку та посадка.

Очевидно, що при проектуванні бортової системи автоматичного управління автономним польотом, необхідно вирішити завдання визначення реальних координат БПЛА шляхом обробки даних, що надходять з датчиків, узгодження їх із заданими координатами, а також пошук керуючих впливів за відхиленнями реальних координат від заданих.

БПЛА, керування яким виконується на рівні постановки мети, повинен здійснювати рух в недетермінованому середовищі, яке характеризується заздалегідь невідомим розташуванням перешкод і цільових об'єктів, а також їх рухливістю. У таких умовах самостійне переміщення визначає необхідність динамічного аналізу ситуації в середовищі функціонування. На основі результатів такого аналізу, здійснюваного в загальному випадку за допомогою сенсорної інформації і цільової установки оператора, система управління БПЛА має здійснювати навігацію і управління його рухом. Відповідно до цього виділимо тип архітектури системи управління рухом безпілотного літального апарату SMPA.

SMPA- розпізнавання – моделювання – планування – дія (Sensor – Model – Plan – Act). Така система здійснює управління рухом дрона за допомогою моделювання навколишнього середовища, локалізації в ній, а також планування, корекції і відпрацювання траєкторій. Моделювання довкілля здійснюється на базі сенсорної та іншої інформації, що надходить з різних джерел. Модель навколишнього середовища повинна описувати в динаміці розташування БПЛА, перешкод і цільових об'єктів.

Задача самокалібрації БПЛА тісно пов'язана із задачею моделювання робочого простору, оскільки їх рішення взаємозалежні, тобто якість рішення однієї визначає якість рішення іншої. Для вирішення цього завдання застосовуються методи визначення шляху, інтегральної і сенсорної локалізації. Метод визначення шляху передбачає здійснення аналізу накопиченої помилки і, в більшості випадків, використовується спільно з сенсорним методом для її усунення, а також приведення у відповідність характеристик або орієнтирів в робочому середовищі. Метод інтегральної навігації передбачає реалізацію глобального позиціонування (GPS) та лазерного сканування середовища. При моделювання робочого простору БПЛА виділяють геометричну і топологічну локалізацію. Геометрична локалізація визначає положення і орієнтацію БПЛА, топологічна – його зв'язок з середовищем функціонування. У загальному випадку виділяють глобальне і локальне планування. Глобальне планування здійснюється на основі карти місцевості (наприклад, з використанням GPS, сенсорних систем дальньої дії), локальне – на основі сигналів від сенсорних систем ближньої дії і датчиків безпеки, що надходять в реальному масштабі часу.

І.В. Порайко, магістрант, гр. АТ-26м, І курс, ФКІТМР
А.Г. Ткачук, к.т.н., доц., зав. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
В.М. Янчук, к.т.н., доц., доц. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ МОНОКУЛЯРНОГО ЗОРУ ТА SLAM-АЛГОРИТМІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАДАЧ КАРТОГРАФУВАННЯ НА БАЗІ БПЛА

Завдання навігації мобільних роботів є актуальною і вже протягом кількох останніх років вирішується науковцями різних підприємств та провідних університетів світу. Перші розробки цього напрямку були впроваджені у промислові роботи.

Метод одночасної локалізації і побудови карти (SLAM, Simultaneous Localization and Mapping) лежить в основі практично будь-якої системи з навігацією. Метод використовується в мобільних автономних засобах різної будови і призначення, для побудови або оновлення карти в задалегідь невідомому просторі або для тих же ж задач, але вже із паралельним контролем поточного місця розташування об'єкта та обчисленням пройденого шляху.

Сьогодні існують різноманітні SLAM-алгоритми, які відрізняються за типом інформації, що надходить в якості вхідної, за поданням простору у якості карти, а також за методами опрацювання інформації.

Авторами розроблено автономну систему для моніторингу наявності пожеж в екосистемах Житомирщини на базі БПЛА. Для побудови карти оточення і реалізації автономної навігації тут запропоновано використовувати відеокамеру та метод монокулярного SLAM. Завдання полягає в русі по траєкторії, заданої послідовністю положень, спочатку невідомому оточенні з можливими перешкодами. Для її вирішення необхідно вміти: будувати карту перешкод; визначати положення БПЛА щодо траєкторії та перешкод; коригувати траєкторію з урахуванням об'їзду перешкод; розраховувати керуючі сигнали – реалізувати контролер.

LSD-SLAM – це нова пряма монокулярна техніка SLAM: замість використання ключових точок, вона безпосередньо впливає на інтенсивність зображення як для відстеження, так і для відображення. Камера відстежується за допомогою прямого вирівнювання зображення, тоді як геометрія оцінюється у вигляді пів-щільних карт глибини, отриманих шляхом фільтрації за багатьма піксельними стерео порівняннями. Потім ми створюємо Sim-графік позицій ключових кадрів, який дозволяє будувати масштабовані великомасштабні карти з виправленим масштабом, включаючи замикання циклів. LSD-SLAM працює в режимі реального часу на центральному процесорі і навіть на сучасному смартфоні.

Як прямий метод, LSD-SLAM використовує всю інформацію на зображенні, включаючи, наприклад, краї – тоді як підходи на основі ключових точок можуть використовувати лише невеликі латки навколо кутів. Це призводить до більш високої точності та більшої міцності в умовах з рідкою текстурою (наприклад, у приміщенні) та набагато щільнішої 3D-реконструкції. Крім того, оскільки запропоновані фільтри глибин включають багато стерео порівнянь з малим базовим рівнем замість лише декількох кадрів із великим базовим рівнем, випадає значно менше.

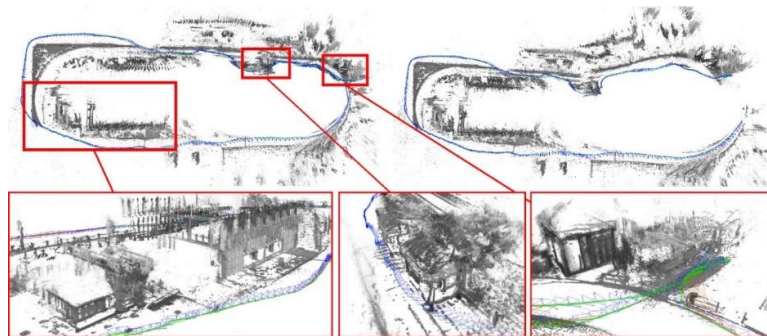


Рис. 1. Карта місцевості, побудована за допомогою LSD – SLAM

LSD SLAM зберігає карту оточення у вигляді графа ключових кадрів з прив'язаними до них частковими картами глибини. Об'єднуючи всі ці вузли графа, отримуємо карту відомої частини оточення у вигляді хмари точок. Щоб отримати щільну карту перешкод, ми скористалися бібліотекою Octomap, яка створює карту перешкод у вигляді октодереву на основі наявної хмари точок. Для перевірки зіткнень і коригування траєкторії використано стек бібліотек FCL (Flexible Collision Library) + OMPL (Open Motion Planning Library). Після оновлення карти запускається перевірка зіткнення траєкторії з перешкодами, в разі виявлення зіткнень, сегмент траєкторії перераховується.

О.В. Сачинська, бакалавр, IV курс, гр. АТ-27, ФКІТМР
А.А. Краснодарець, магістрантка, I курс, гр. АТ-26м, ФКІТМР
М.В. Богдановський, ст. викл. кафедри АтаКІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
А.А. Гуменюк, к.т.н., доц., доц. кафедри АтаКІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Державний університет «Житомирська політехніка»

ПЕРСПЕКТИВИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМА ВІЗУАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ЖЕСТАМИ ДВОКОЛІСНИМ РОБОТОМ-СТЮАРДОМ НА БАЗІ RASPBERRY PI

Використання колаборативної робототехніки є одним з перспективних напрямків автоматизації, покликаної покращити ергономіку робочого середовища та зберегти керуючу роль людини у складних процесах. Сервісна робототехніка набуває поширення у виробництві, медичних закладах, готельно-ресторанному бізнесі тощо та спрощує виконання задач обслуговування об'єктів сервісу. Можливість інтуїтивно-зрозумілого управління шляхом передачі команд у візуальний та вербальний спосіб, а також автономна оцінка стану навколишнього середовища в аспекті безпечного та надійного виконання сервісних функцій є метою чисельних розробок. Одним із перспективних напрямків є управління жестами, що зосереджується на використанні візуальної інформації та дозволяє скомбінувати задачі управління та автономної навігації використовуючи систему комп'ютерного зору.

У межах реалізації міжнародної мобільності ERASMUS KA107-CZ-LIBEREC01- FM12/20-23 виконується дослідження створення моделі робота-стюарда з підтримкою технічного зору та управління жестами. Основою розробки є рухома двоколісна платформа з точкою опори кочення, що має комплект сервоприводів із драйвером Leadshine iSV-B23180, який забезпечує широтно-імпульсне керування. Для забезпечення достатньої продуктивності при виконанні поставленої задачі як вбудованої системи управління було обрано одноплатний комп'ютер Raspberry Pi 4 та сенсор зображення ArduCAM UC-572. Загальний вигляд платформи та схема підключення комп'ютера до драйвера сервоприводу наведені на рис.1.

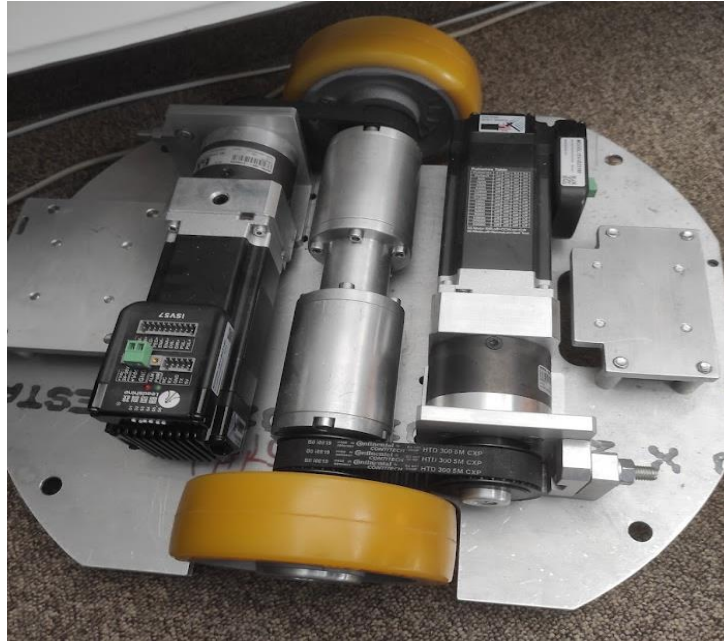
Перевагою широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) являється те, що перемикання відбувається з великою швидкістю, відповідно до типу навантаження, з таким розрахунком, щоб період модульованого сигналу був істотно меншим, ніж інерційність електро-механічної частини приводу. Являє собою послідовність імпульсів з постійною частотою проходження, але різною тривалістю.

Популярною схемою управління з використанням ШІМ є формування закону сигналами керування STEP/DIR (PUL/DIR). Вхід драйвера STEP (він же PULSE) - призначений для отримання тактових імпульсів. За один імпульс ротор двигуна повертається на один мікро-крок обмотки. Вхід може працювати по фронту чи спаду імпульсу. Чим вище частота імпульсів, то вище швидкість обертання ротора. Вхід драйвера «DIR» – призначений для вибору напрямку обертання двигуна («0» – в один бік, «1» – в інший бік).

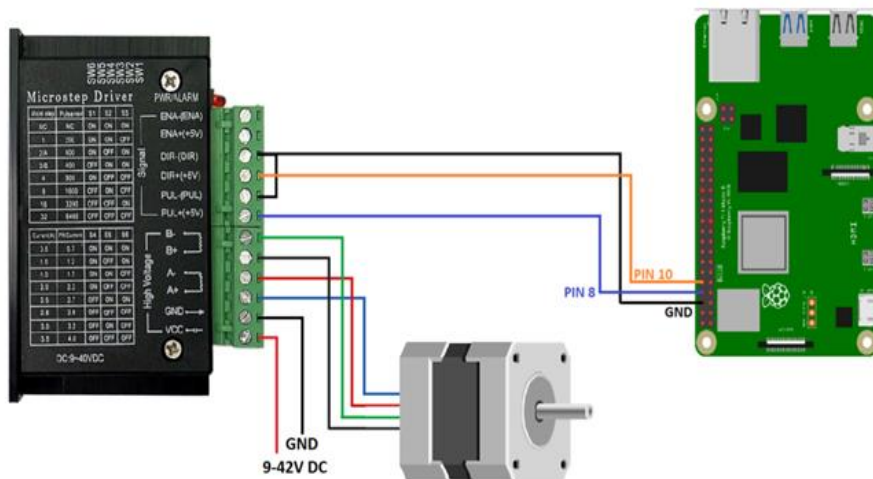
Зміна стану виводу "DIR" повинна здійснюватися за відсутності імпульсів на виведенні "STEP". Вхід драйвера "ENABLE" – дозволяє роботу двигуна. У більшості драйверів цей вхід є інверсним, робота двигуна дозволена за відсутності напруги на вході. Деякі драйвери дозволяють взагалі підключати цей вхід. Якщо робота двигуна заборонена, його обмотки електрично відключаються і вал двигуна не утримується.

Використовуючи ключі перемикання між мікрокроками обмоток та виходячи із зазначених виробником тактограм, управління зводиться до формування послідовностей логічних імпульсів на портах комп'ютера та реалізації ШІМ із залученням залученням стандартної бібліотеки. Для генерації ШІМ використовуються виводи GPIO. Усі контакти здатні формувати ШІМ, але окремі з них роблять це апаратно, а саме 12, 13, 18 та 19 порти яких достатньо для поставленої задачі управління.

На верхньому рівні управління основною задачею системи є розпізнавання зображення та виявлення людини в кадрі. Для цього залучаються бібліотеки OpenCV, що містить чисельну кількість проблемно-орієнтованих рішень щодо фільтрації та обробки зображень з елементами параметризації та контурної обробки. OpenCV, розроблялась за ініціативи компанії Intel Research з ціллю розвивати CPU-ресурсомісткі додатки. Бібліотека надає засоби для обробки і аналізу вмісту зображень, у тому числі розпізнавання об'єктів на фотографіях (осіб і фігур людей, тексту тощо), відстежування руху об'єктів, перетворення зображень, застосування методів машинного навчання і виявлення загальних елементів на різних зображеннях.



а)



б)

Рис. 1. Загальний вигляд двоколісної платформи (а) та схема підключення комп'ютера до драйвера сервоприводу (б)

Враховуючи простий операційний простір робота-стюарда, що планується для презентації (доставки) буклетної продукції, узагальнено, послідовність елементарних операцій можна описати наступним чином: в процесі вільного планування руху за умов відсутності колізії у фронтальному напрямку відбувається кадрування зображення за таймером та розпізнавання силуету (контуру) людини та обличчя спираючись на досвід альтернативних проєктів із залученням OpenCV.

У випадку фіксування цільового об'єкта відбувається центрування напрямку за зображення та перехід до процедури розпізнавання жестів. На первинному етапі виконується лише один образ – піднята рука в площині обличчя чи верхніх частині профілю людини із прямим кутом у лікті як найбільш нетипова.

У випадку фіксування положення руки в межах 5 секунд відбувається наближення до об'єкту із контролем відстані в перерахунку антропометричних характеристик оптичним каналом та зупинка в інтервалі часу, потрібного для обслуговування.

По завершенню обслуговування відбувається короткий реверсивний рух та поворот платформи з продовженням реалізації основного алгоритму. У випадку відсутності фіксування цільового положення руки, робот продовжує пошук об'єктів, ігноруючи обличчя / силует у стохастично обраному напрямку. Результати практичних досліджень дозволять уточнити параметри руху та умови розпізнавання об'єктів сервісу мобільного робота.