

«Тенденції розвитку технологій в автоматизації, приладобудуванні та робототехніці»

СЕКЦІЯ 3. ПРОМИСЛОВА ТА МОБІЛЬНА РОБОТОТЕХНІКА

УДК 004.896

А.Г. Ткачук, к.т.н., доц.
О.О. Добржанський, к.т.н., доц.
А.Р. Кравчук, аспірант

Державний університет «Житомирська політехніка»

МОБІЛЬНИЙ РОБОТ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПОКАЗНИКІВ ОБ'ЄКТІВ

Мобільні роботизовані платформи широко використовуються в розвідці, оскільки вони можуть допомогти збирати інформацію з небезпечних та важкодоступних місць, а також зменшити ризик для життя людей, що займаються розвідкою. В основному в розвідці використовуються БПЛА та мобільні роботизовані платформи з колесами або гусеницями. Ці платформи зазвичай складаються з базової платформи з колесами або гусеницями, на якій розміщені різні сенсори, виконавчі механізми та системи керування. Вони можуть бути обладнані камерами, лазерними сканерами, радарми, мікрофонами та іншими сенсорами, що дозволяють їм збирати інформацію про оточуюче середовище.

Науковцями Державного університету «Житомирська політехніка» розроблено мобільну роботизовану платформу з автономною системою стабілізації для вимірювання теплових показників об'єктів (рис. 1) [1]. Мобільна роботизована платформа побудована на базі малошумного гусеничного шасі. На шасі розміщені аналогова камера нічного бачення та тепловізор. Камера нічного бачення використовується для керування рухом мобільної платформи, а тепловізор – для вимірювання теплових показників об'єктів.



Рис. 1. Мобільна платформа з автономною системою стабілізації для вимірювання теплових показників об'єктів



Рис. 2. Камера нічного бачення



Рис. 3. Тепловізійна камера

У якості камери нічного бачення для спроектованої системи обрано камеру переднього огляду з діодним підсвічуванням (рис. 2). Камера має середні габарити, якісний корпус та багатофункціональне кріплення з комірцем. Діодне інфрачервоне підсвічування дозволяє освітлити область на відстані до 5 метрів. Модель представлена з виходом під AV кабель. Тау 2 (рис. 3) є серією тепловізійних камер, які використовують технологію інфрачервоного зображення для детекції теплових сигнатур об'єктів.

Список використаних джерел:

1. Ткачук А.Г., Добржанський О.О., Богдановський М.В., Кравчук А.Р. Проектування інформаційно-вимірювальної системи для моніторингу наявності шкідливих та вибухонебезпечних газів на базі роботизованої гусеничної платформи. Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Сер. : Технічні науки. 2022. Т. 33 (72), № 2. С. 108-113.

ПРОБЛЕМИ РОЗПОДІЛУ ЗАВДАНЬ МІЖ ЛЮДИНОЮ ТА РОБОТОМ У КОЛАБОРАТИВНИХ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Сучасні компанії виробники промислових роботів (ПР) постійно вдосконалюють свої технології виготовлення, що значно розширює можливості та сфери застосування ПР. Нові моделі ПР широко використовуються на повністю автоматизованих виробництвах, де моніторинг всіх процесів здійснюється в режимі реального часу. Як технологічна система на виробництві, цей підхід вже виявив себе як надійна та відносно доступна альтернатива людям, а також зменшив кількість нещасних випадків шляхом заміщення робочих місць. Проте, незважаючи на неперервний прогрес технологій та інженерних рішень, існують сфери і технології, де «класичні» промислові роботи не можуть конкурувати з людьми через ряд причин. Саме тому все більш поширеними стають технологічні процеси на виробництві, в яких задіяні як люди, так і спеціальні ПР, призначені для спільної роботи з людьми. Цей тип ПР відомий як колаборативні промислові роботи (КПР).

Метою роботи є висвітлення особливостей застосування КПР на сучасному виробництві, зокрема проблеми розподілу завдань між людиною та КПР при складальних операціях на різногалузевих виробництвах.

Комбінація продуктивності КПР з гнучкістю та можливостями людини є новою трендовою тенденцією у гнучких виробництвах в технічній сфері. Ці факти підтверджуються різними авторитетними джерелами, включаючи Міжнародну Федерацію Робототехніки (IFR).

Аналіз доступних інформаційних джерел показав, що застосування КПР у співпраці з людиною на гнучких роботизованих складальних виробництвах значно розширює технологічні можливості цих систем, зокрема у збільшенні асортименту продукції. Проте, використання КПР разом з людиною у вищезазначених виробничих технологічних системах породжує ряд проблемних завдань, пов'язаних із забезпеченням безпечного режиму роботи, розташуванням технологічного обладнання, облаштуванням робочих місць для працівників, налаштуванням та програмуванням КПР тощо. Однією з невирішених проблем у колаборативних механоскладальних технологіях на сьогодні є розподіл технологічних операцій, або завдань, між людиною та КПР. Наразі не існує єдиної прийнятої методики, яка б розв'язувала задачу розподілу операцій між людиною та КПР на етапі технологічної підготовки. Відтак, розробка ефективного методу розподілу завдань між людиною та КПР у складальних операціях на різногалузевих виробництвах є актуальною та важливою задачею.

Одним із способів розв'язання цієї проблеми є розробка методики яка може забезпечити розподіл завдань між людиною та КПР з урахуванням їх специфічних можливостей і обмежень. Такі системи можуть базуватися на аналізі даних про складність операцій, навички та досвід працівників, а також технічні характеристики та функціональні можливості КПР. В теорії така методика може забезпечити оптимальний розподіл завдань з метою досягнення максимальної ефективності щодо продуктивності та безпеки виробничих процесів тощо. Врахування аспектів ергономіки та дизайну робочих місць для співпраці з КПР також може покращити умови праці та продуктивність загалом. Крім того, розробка фізичних і програмних інтерфейсів, що сприяють взаємодії та комунікації між людиною та КПР, також відіграє важливу роль у вирішенні проблеми розподілу завдань. Ці інтерфейси повинні бути інтуїтивно зрозумілими та зручними для працівників, легкої взаємодії з КПР.

Один із можливих напрямків подальших досліджень є розробка спеціалізованого програмного забезпечення, яке буде визначати оптимальний розподіл завдань між людиною та КПР на основі науково-обґрунтованої обробки накопиченої статистичної інформації. Ця система повинна враховувати такі фактори, як вид технологічного процесу, складність завдань, навички та досвід працівників, функціональні можливості та технічні характеристики КПР тощо. Вона повинна надавати рекомендації щодо розподілу завдань між людиною та КПР на основі попередньо сформованої бази даних та на базі взаємодії зі співробітниками та КПР, виокремлюючи оптимальні стратегії розподілу завдань.

Усе вищезазначене вказує на те, що розподіл завдань між людиною та КПР є складною та багатогранною проблемою, яка на сьогоднішній день не має загальноприйнятого вирішення, але постійні дослідження, розробка нових технологій та впровадження інноваційних підходів допоможуть досягти продуктивної та безпечної взаємодії між людиною та КПР на сучасних виробництвах.

Список використаних джерел:

1. *Кирилович В.А., Кравчук А.Р.* Проблеми промислової колаборативної робототехніки в гнучких механоскладальних виробництвах // Тези Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, присвяченої Дню науки, 16-20, 26 травня. – Житомир : Житомирська політехніка, 2022. – С. 72.

ЦИФРОВА ФІЛЬТРАЦІЯ ТА СТАБІЛІЗАЦІЯ ЗОБРАЖЕННЯ ОПТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ МОБІЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ

Мобільні роботизовані платформи - це автономні системи, які складаються з рухомої бази (платформи) та вбудованих роботизованих компонентів. Ці платформи можуть бути оснащені різними видами сенсорів, актуаторів та обчислювальних пристроїв для виконання різноманітних завдань.

Мобільні роботизовані платформи використовуються в різних сферах, таких як промисловість, медицина, військовий сектор, логістика, дослідження та інше. Вони здатні виконувати завдання, які раніше вимагали присутності людини, або забезпечувати автономну роботу в режимі 24/7.

Розвідувальні роботи використовуються для отримання інформації про невідому або потенційно небезпечну територію, об'єкт чи ситуацію. У військовому секторі розвідувальні роботи використовуються для збору інформації про ворожі позиції, маршрути, перешкоди та інші важливі деталі. Це можуть бути безпілотні літальні апарати (дрони), розвідувальні роботи-колісники або пішоходи, які використовуються для здійснення розвідувальних операцій у важкодоступних або небезпечних зонах.

Науковцями Державного університету «Житомирська політехніка» розроблено мобільну роботизовану платформу з автономною системою стабілізації для проведення розвідувальних операцій. Мобільна роботизована платформа побудована на базі малошумного гусеничного шасі, на якому розміщені аналогова камера нічного бачення та тепловізор.

Використання систем відеоспостереження і комп'ютерного зору передбачає дотримання умов отримання чіткого зображення для оператора та потокової постобробки і стискання у випадку застосування автономних систем навігації. Внаслідок переміщення малого робота наземного виконання за умов порівняно високої жорсткості конструкції відносно його маси та використання простих, пасивних демпферних елементів, стабільність та чіткість зображення що формується на матриці відео-сенсора залежить від хвилястості поверхні руху, фокусної відстані об'єктиву, умов освітлення, чутливості та роздільні здатності відео-сенсору.

Існують два підходи до стабілізації зображення. Оптичний підхід ґрунтується на використанні стабілізації зображення в об'єктиві за рахунок однієї чи групи лінз, що мають рухливість в ортогональному до оптичної осі напрямку. Іншим, широкоживим способом є стабілізація матриці, що також має рухливість вздовж площини по двох координатах. Система стабілізації в обох випадках є апаратною, інерційною, що спирається на гіроскопічні MEMS та потребує високої апертури об'єктиву, особливо у режимі запису відео, досить дорога і чутлива до потужних вібрацій, наслідком яких можуть стати її ушкодження.

У більш невибагливих умовах та за частішої заміни об'єктива, враховуючи експлуатаційні витрати доцільним вбачається використання другого підходу – цифрового. Він передбачає отримання зображення з будь-якої камери, характеристики якої задовольняють умовам експлуатації із прийнятною експозицією та чутливістю зокрема. Обробка зображення являє собою пост-процес, що програмним чином реалізує стабілізацію та фільтрацію зображення. Даний підхід загалом передбачає збиткову роздільну здатність сенсора, оскільки частина зображення буде втрачена після фільтрації.

Цифрова обробка зображення передбачає наявність комплексу програмного забезпечення, сумісного архітектурно та процедурно з мікропроцесорною системою, що реалізує трансляцію та перетворення вхідного відеопотоку у операційний простір системи управління. На ринку існує низка програмних систем обробки відеозображення, що відрізняються функціоналом, масштабованістю та наявністю відкритих API. Програмна система являє собою фреймворк, що складається із спеціалізованих модулів отримання та обробки потокового відео для дистрибуції між обчислювальними процесами операційного середовища. Пристрої відеозахоплення.

Подальше поліпшення якості зображення та його адаптація до систем VR потребують поглибленого фільтрування на предмет усунення викривлень зображення. З огляду на недетермінованість навколишніх умов використання, що зумовлюють шуми та аберацію вихідного зображення, можливим підходом є використання нейронних мереж CNN для сегментарної, піксельної стабілізації зображення та усунення деформацій.

Список використаних джерел:

1. Ткачук Д.Ю., Ткачук А.Г., Богдановський М.В., Кравчук А.Р. Керування універсальним роботом UR3 за допомогою системи машинного зору в реальному часі // Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення : тези доп. V Всеукраїнської наук.-тех. конф., 1–2 грудня. – Житомир : Житомирська політехніка, 2022. – С. 355–356.

ПОБУДОВА СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ НА ВЕЛИКІ ВІДСТАНІ

При розгляді питання побудови систем цифрового зв'язку безпілотних літальних апаратів (БПЛА) передачі високошвидкісної інформації на великі відстані, основними проблемами на шляху створення систем зв'язку дальньої дії є:

- забезпечення радіовидимості між літальним апаратом (ЛА) та наземним комплексом управління (НКУ);

- компенсація великого загасання сигналу на трасі.

Пряма видимість між ЛА та наземним комплексом управління може бути досягнута за рахунок збільшення висоти польоту ЛА та збільшенням висоти підйому наземної антени. Передача інформації з високою швидкістю на відстані понад 300 км можлива з використанням ретрансляційного обладнання, супутникових систем зв'язку, стаціонарних систем передачі інформації.

Для компенсації великого згасання сигналу на трасі можуть бути вжиті такі заходи:

- збільшення вихідної потужності передавача;
- збільшення коефіцієнтів посилення антенного устаткування.

Для підвищення коефіцієнта посилення бортового антенно-фідерного обладнання пропонується використання опорно-поворотного пристрою на борту літального апарату. При розгляді розрахунку бюджету каналу зв'язку передачі інформації на великі відстані, а також можливих варіантів побудови бортової приймальної системи, показано, що оптимальним варіантом є створення опорно-поворотного пристрою, на платформі якого розміщуються: антенно-фідерне обладнання, приймачі, блоки підсилювачів потужності та малошумних підсилювачів. У цьому випадку вдається розмістити обладнання системи зв'язку максимально компактно при використанні надійних переходів, що обертаються, для ліній передачі цифрової інформації і для ліній передачі аналогової інформації з датчиків діапазонів різних довжин хвиль.

Багато завдань, які вирішують сучасні комплекси безпілотних літальних апаратів, потребують наявності високошвидкісних ліній передачі інформації між БПЛА та наземним комплексом управління. Наприклад, завдання оперативного моніторингу або розвідки за допомогою технологій БПЛА передбачають отримання на борту та доставку на НКУ растрових зображень різної роздільної здатності, які отримуються з датчиків різних діапазонів довжин хвиль. Найбільш поширена на сьогоднішній день технологія передачі інформації полягає у безперервній трансляції зображення в міру його отримання в цифровому або аналоговому форматі, структура якого не змінюється протягом усього польоту.

Необхідно врахувати, що безперервна трансляція зображень має такі особливості:

- значна частина візуальної інформації може не мати шуканих ознак;
- відсутня гарантія достовірної доставки інформації;
- потрібне постійне випромінювання сигналу передавачем, що дозволяє легко виявити БПЛА та встановити його координати.

Існуюча технологія доставки зображення не ефективно використовує ресурси радіоканалу.

У зв'язку з цим стає актуальним вирішення наступних завдань:

- реалізація функції гарантованої доставки (особливо для зображень високого просторового дозволу);
- реалізація адаптивного зниження роздільної здатності відеопотоку залежно від актуального бюджету каналу зв'язку;
- реалізація можливості отримання минулого знімка в повній роздільній здатності з метою уточнення деталей зображення;
- створення адаптивної системи передачі, здатної ефективно використовувати енергетичний і спектральний ресурс каналу зв'язку.

Як правило, на борту БПЛА розміщуються не менше двох систем зв'язку: дуплексна/напівдуплексна апаратура передачі командно-телеметричної інформації та симплексна система передачі інформації корисного навантаження. Апаратура передачі командно-телеметричної інформації призначена для низькошвидкісної передачі командної інформації з НКУ на борт БПЛА та низькошвидкісної передачі телеметричної інформації з борту БПЛА на НКУ. Апаратура передачі корисного навантаження призначена для односторонньої високошвидкісної передачі корисного навантаження з борту БПЛА на НКУ. На рис. 1 показано можливі варіанти реалізації систем зв'язку комплексів БПЛА.



Рис. 1. Системи зв'язку комплексів БПЛА

Прямий зв'язок між БПЛА та НКУ в діапазонах надвисоких частот (НВЧ) можливий лише в межах прямої видимості. Для підвищення надійності комплексу БПЛА на борту встановлюються кілька приймачів різних діапазонів довжин хвиль. Передача телеметричної інформації при польотах на великі відстані може здійснюватися за допомогою супутникових систем зв'язку (Iridium, Globalstar та ін). Високошвидкісна передача інформації корисного навантаження може здійснюватися через малорозмірні супутникові термінали, що вимагає установки на борт ЛА високонаправленої антени з можливістю сканування. У найпростішому випадку – це параболічна антена на опорно-поворотному пристрої.

Незважаючи на велику кількість можливих варіантів реалізації систем передачі командно-телеметричної інформації та інформації корисного навантаження, оптимальним та тим, що найчастіше використовується, залишається вид зв'язку, при якому дані передаються безпосередньо між БПЛА та НКУ. І тут вдається реалізувати можливість передачі з великою швидкістю, недоступною супутниковим системам зв'язку, і навіть залежати від стаціонарних цивільних систем зв'язку.

Без урахування рефракції в атмосфері та за відсутності перешкод на шляху розповсюдження радіохвиль існує можливість організації прямого зв'язку між БПЛА та НКУ на відстані до 200-300 км. Для підвищення дальності роботи системи зв'язку необхідно збільшувати висоту польоту ЛА та використовувати щоглові споруди для антени НКУ.

Велика відстань між БПЛА та НКУ призводить до великого загасання сигналу на трасі, яке необхідно компенсувати підвищенням вихідної потужності сигналу передавачів та використанням антенних систем з більшим коефіцієнтом посилення.

Передача інформації з високою швидкістю (десятки та сотні Мбіт/сек) можлива лише в діапазонах частот вище 1 ГГц. Для компенсації великого згасання на трасі у цих діапазонах частот можуть бути використані параболічні антени великого діаметра. Пересувні комплекси управління БПЛА повинні бути обладнані опорно-поворотними пристроями з параболічними антеннами діаметром від 1 до 3 м, у стаціонарних станціях управління БПЛА можуть бути використані антени більшого діаметра.

Список використаних джерел:

1. Ткачук А.Г., Безвесільна О.М., Добржанський О.О. та ін. Налаштування польотного контролера та системи стабілізації безпілотної літальної апарату із системою моніторингу наявності пожеж та витоків теплової енергії на борту. Науковий журнал «Технічна інженерія». 2022. №2 (90). С. 59-69.
2. Ткачук А.Г., Коваль А.В., Гуменюк А.А. та ін. Експериментальні дослідження автоматизованої системи моніторингу наявності шкідливих та вибухонебезпечних газів на базі БпЛА // Технічна інженерія. 2021. № 2(88). С. 55-62.

НАДВОДНА РОБОТИЗОВАНА ПЛАТФОРМА

Дослідження якості води у водоймах є надзвичайно актуальним завданням у сучасному світі. Водні ресурси є життєво важливими для людства і природи, і вони потребують постійного моніторингу та оцінки їх стану. Забруднення води має широкий спектр негативних наслідків, включаючи загрозу здоров'ю людей, втрату біорізноманіття, екологічні катастрофи та економічні втрати.

Дослідження якості води дозволяють виявляти наявність різних забруднюючих речовин, таких як хімічні сполуки, важкі метали, бактерії та інші мікроорганізми. Ці дані надають основу для прийняття ефективних заходів з охорони довкілля та водних ресурсів. Крім того, такі дослідження допомагають виявляти тенденції змін якості води в результаті природних процесів або людської діяльності.

У зв'язку зі зростанням населення, промисловим розвитком та зміною клімату, дослідження якості води стають ще більш важливими. Це дає змогу розробляти ефективні стратегії збереження та відновлення водних екосистем, покращувати процеси очищення води для забезпечення безпечного питного водопостачання і зменшення негативного впливу людської діяльності на водні ресурси. Саме для проведення якісних досліджень з метою оцінки якості води у водоймах було розроблено надводну роботизовану платформу, яка дозволяє проводити якісні дослідження водойми. Існуючі сьогодні аналоги [1–3] або є дорогі, або працюють на ненадійній електроніці та мають обмежений функціонал.

На рис. 1. представлена структурна схема надводної платформи. Управління платформою здійснюється за допомогою дистанційного пульта управління. На самій платформі встановлено приймач, який перетворює отриманий з пульта сигнал в управляючий. Також на мобільній платформі встановлена камера, відео та звук з якої по двох каналах передаються на приймач відео. Це зроблено з метою покращення управління платформою на великій дистанції. Платформа оснащена різними датчиками для отримання інформації про якість води (датчик каламутності води, датчик температури та кислотності), а також наявний датчик газу, гіроскоп та GPS для реалізації навігації платформи. Дані з датчиків через АЦП-шилд приймаються та обробляються міні-комп'ютером Raspberry Pi. Далі ці всі дані через модуль телеметрії надсилаються на ПК оператора, де записуються і можуть бути додатковим чином оброблені.

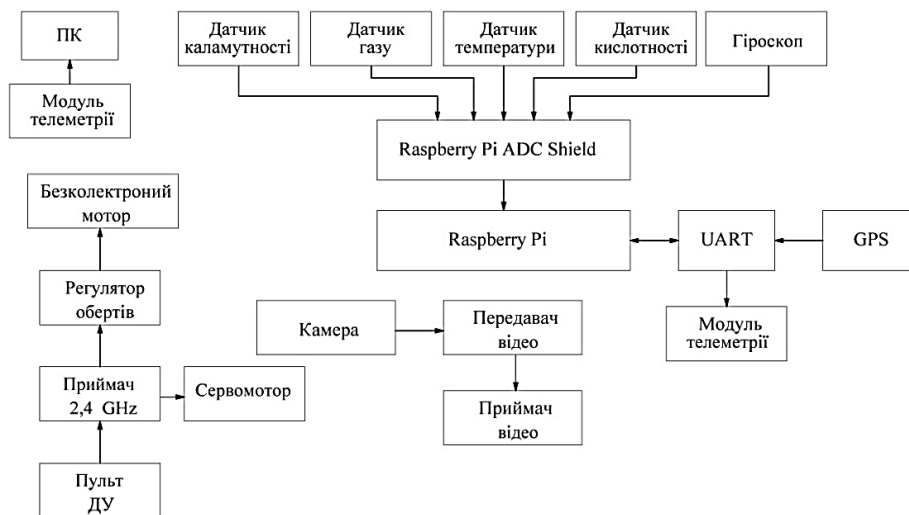


Рис. 1. Структурна схема надводної роботизованої платформи

Список використаних джерел:

1. Dimitropoulos S. The new ocean explorers. – New York City : Popular Mechanics (2019 Nov 19). <https://www.popularmechanics.com/technology/infrastructure/a29849406/unmanned-ocean-drones-antarctic-voyage/>.
2. Miller E. The robot ships are coming...eventually. – San Francisco (2020 Oct 30). <https://www.wired.com/story/mayflower-autonomous-ships/>.
3. Георговський Д.Г., Ткачук А.Г., Янчук В.М. Роботизована платформа для проведення геодезичних та екологічних досліджень водойм. Тези доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп'ютерні технології», 2021, 192 – 194.

А.В. Рижук, аспірант
Ю.О. Подчашинський, д.т.н., проф.
Л.О. Чепюк, к.т.н., доц.
Державний університет «Житомирська політехніка»

МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ РОБОТОМ-МАНІПУЛЯТОРОМ ДЛЯ РОБОТИ З НЕБЕЗПЕЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ

У наш час із стрімким ростом науки та розвитку штучного інтелекту роботи все частіше повністю, або ж частково замінюють людей на виробництвах, забезпечують віддалений доступ там, де безпосередня присутність людини є недоцільною або ж небезпечною для її здоров'я чи життя. Тому важливо оптимізувати, покращувати, модернізувати та удосконалювати сучасні алгоритми для дистанційного управління роботом – маніпулятором.

Дистанційне управління роботом – маніпулятором, це процес керування рухами робота з віддаленої локації, використовуючи різні засоби та методи зв'язку. Найчастіше використовуються комп'ютери, телефони або спеціальні пульти (контролери) керування. Перш за все управління роботом починається з вибору методу керування. Існує декілька методів керування:

1. Пряме керування – процес передбачає використання пульта для дистанційного керування, або джойстика, який визначає напрям та швидкість руху ланок робота.

2. Програмне керування – процес послідовного відтворення циклічних дій, які виконуються автоматично. Найчастіше використовуються на заводах, де потрібно виконувати однотипні дії, або ж для точного виконання складних операцій.

3. Керування за допомогою штучного інтелекту – процес програмування робота на основі навчальних алгоритмів, які дозволяють навчити та адаптуватись до різних ситуацій.

У процесі управління роботом – маніпулятором, оператор обирає один із вище наведених методів і передає сигнали управління через засоби, які забезпечують зв'язок між роботом – маніпулятором та комп'ютером. Робот, отримуючи ці сигнали, виконує поставлене завдання.

Дуже важливо під час управління мати зворотній зв'язок від маніпулятора. Це забезпечує візуалізацію результату дій оператора, та дає змогу вчасно реагувати та попереджати можливі проблеми.

Якщо задача не потребує високої точності рухів, то можна використовувати технології Motion Capture. Існує декілька варіантів цих технологій. Всі вони відрізняються точністю, надійністю, вартістю та зручністю у використанні. Можна використовувати оптично пасивну технологію. На людину одягається спеціальний костюм з датчиками – маркерами, що віддзеркалюють інфрачервоне світло, яке посилюють високочастотні стробоскопи. У такої технології є недоліки – довге спорядження; можливість плутанини ланок, оскільки відсутня окрема ідентифікація датчика; доволі висока ціна. Більш точним та надійним аналогом цієї технології є оптично активні датчики. В них уже присутня індивідуальна ідентифікація датчика, яка дає змогу не плутати частини тіла, якщо вони накладаються одна на одну під час відстеження. Ця технологія має ще більшу вартість і, відповідно, більшу точність. На жаль, такі датчики є надзвичайно крихкими. Контролер, який забезпечує роботу та живлення цих датчиків, кріпиться на людину і тому доволі сильно обмежує вільне пересування. Існує ще декілька засобів відстеження руху, але вони є менш важливими, оскільки оптично пасивна та оптично активна технології були взяті за основу.

GoogleAI на основі Mediapipe з OpenCV створили свій підхід що до відслідковування і виявлення жестів в режимі реального часу. Вони створили технологію, яка відслідковує рухи руки та пальців за допомогою машинного навчання. Програма може визначити 21 точку (кожна точка відповідає окремому суглобу) та точно відтворити їх у 3D просторі. Все це визначається на основі 1 фрейму. Робота програми заснована на трьох основних моделях, які працюють разом:

1. BlazePalm (Детектор долоні). Приймає всі відео – або звичайні зображення та повертає орієнтовний блок, що визначає, де знаходиться рука.

2. Алгоритм розпізнавання ключових точок на руці. Приймає блок з долонею та повертає 21 точку в 3D-просторі.

3. Алгоритм швидкого визначання точок для оптимізації. Оскільки алгоритм BlazePalm займає багато часу, то він запускається не часто. Частіше виконується алгоритм передбачення положення долоні, що базується на минулому положенні руки.

Трекінг руки у режимі реального часу наведено на рис. 1, а на рис. 2 – перенесення трекінгу у 3D-простір середовища Blender.

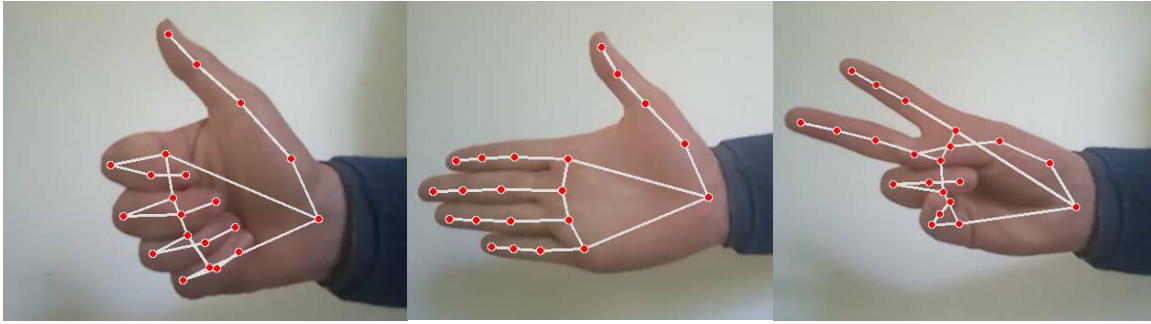


Рис. 1. Трекінг руки у режимі реального часу

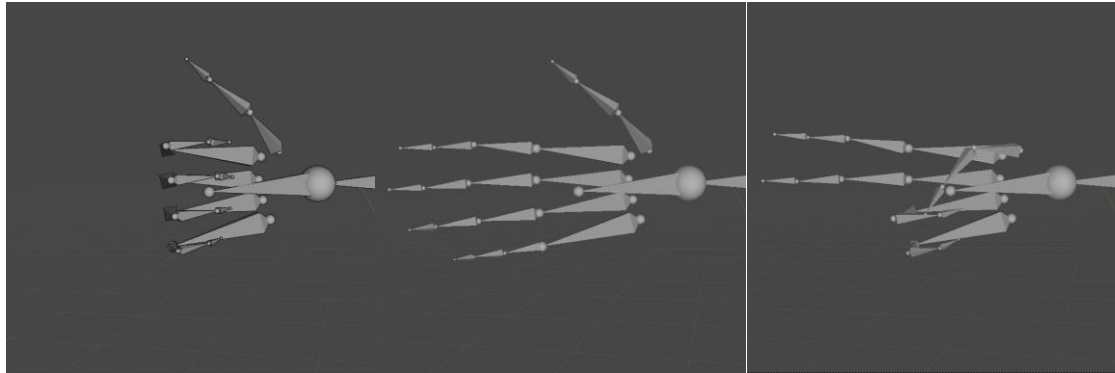


Рис. 2. Перенесення трекінгу у 3D-простір середовища Blender.

Враховуючи вище зазначену інформацію можна зробити висновок, що технології від GoogleAI забезпечать дешеву та точну систему відстеження руки оператора для дистанційного керування роботом-маніпулятором.

Список використаних джерел:

1. Towards Accurate Multi-person Pose Estimation in the Wild / *G.Papandreou, T.Zhu, N.Kanazawa та ін.* – 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/1701.01779>.
2. Bazarevsky V. On-Device, Real-Time Hand Tracking with MediaPipe / *V.Bazarevsky, F.Zhang.* – 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ai.googleblog.com/2019/08/on-device-real-time-hand-tracking-with.html>.
3. Тарарака В.Д., Рижук А.В. Автоматизована система дистанційного управління роботом-маніпулятором // Вісник інженерної академії України. – 2019. – № 1. с. 115 –119.
4. Тарарака В.Д., Рижук А.В. Автоматизована система віддаленого керування маніпулятором // *Materialy XV Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, 07 – 15 marca, 2019. – Przemysl, Polska.* с. 24–27.

Д.Ю. Ткачук, магістр
 А.Г. Ткачук, к.т.н., доц.
 А.Р. Кравчук, аспірант
 М.О. Нєвєдров, студент гр. АТ-31

Державний університет «Житомирська політехніка»

МОНІТОРИНГ ПОЖЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМІВ YOLO

У розробці нових технологій з метою поліпшення систем безпеки та ефективності реагування на надзвичайні ситуації виникають все більш інноваційні підходи. Одним з таких підходів є моніторинг пожеж з використанням технологій комп'ютерного зору YOLO (You Only Look Once). YOLO є алгоритмом об'єктного визначення в реальному часі, який може розпізнавати об'єкти на зображеннях або відео шляхом аналізу пікселів [1]. Для моніторингу пожеж за допомогою YOLO необхідно мати навчену модель, яка може розпізнавати пожежі на зображеннях або відео, адже готові бази даних мають погіршеності і не придатні для пошуку нестандартних об'єктів. Модель можна навчити, використовуючи набір даних з зображеннями або відео пожеж та їх мітками [2]. Процес моніторингу пожеж за допомогою YOLO може містити такі кроки:

1. *Збір даних.* Збереження великого набору зображень або відео пожеж та негативних прикладів (зображень або відео без пожеж) для тренування моделі.
2. *Анотація даних.* Позначення зображень або відео з областями, де знаходяться пожежі, для підготовки тренувального набору даних.
3. *Тренування моделі.* Використання YOLO для тренування моделі розпізнавання пожеж на основі зібраних та анотованих даних.
4. *Тестування.* Перевірка продуктивності моделі на незалежному наборі тестових даних для оцінки її точності та здатності розпізнавати пожежі.
5. *Реалізація моніторингу.* Застосування навченої моделі на відеопотоці для виявлення та локалізації пожеж.

Попередньо навчена модель була створена не об'ємною і може бути використана в тестових режимах для перевірки ефективності роботи за даним алгоритмом та методом виявлення пожежі в реальному середовищі, але перед цим проведено перевірку роботи розпізнавання вогню на зображеннях (рис. 1).

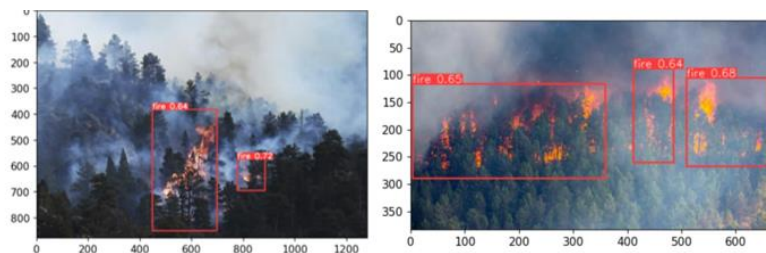


Рис. 1. Виявлення вогню на зображенні за допомогою YOLO та попередньо навченої моделі

Дуже часто виникають надзвичайні ситуації без видимого вогню, але з великою задимленістю, тому тестову модель було перенавчено під два класи: вогонь та дим (рис.2).



Рис. 2. Виявлення вогню та диму на зображенні за допомогою YOLO та попередньо навченої моделі

У сфері моніторингу пожеж продовжуються дослідження з метою поліпшення результатів. Один зі способів повноцінної реалізації даного алгоритму полягає у використанні навченої моделі для пошуку пожеж на дроні. Це відкриває перспективи для ефективного та оперативного виявлення пожеж у важкодоступних або віддалених місцях, що сприяє забезпеченню швидкого реагування та збереженню людських життів та майна.

Список використаних джерел:

1. YOLO [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.baeldung.com/cs/yolo-algorithm>.
2. Навчання моделі [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://blog.paperspace.com/train-yolov5-custom-data/>.