Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – це різновид літального апарату, управління яким не здійснюється пілотом на борту. Одне з головних переваг БПЛА – це виключення людського фактору при виконанні поставленого завдання.

Розрізняють безпілотні літальні апарати трьох видів: безпілотні дистанційно пілотовані літальні апарати, безпілотні автоматичні, які програмуються на певний маршрут польоту та автономні апарати, які не потребують заздалегідь заданої програми польоту за маршрутом, а визначають її «самостійно» під час польоту.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) зазвичай застосовують для розв’язання широкого кола завдань, виконання яких пілотованими літальними апаратами зрізних причин недоцільно. Такими завданнями є: моніторинг повітряного простору, земної й водної поверхонь, екологічний контроль, керування повітряним рухом, контроль морського судноплавства, розвиток систем зв’язку й ін.

Натепер на більшості сучасних БПЛА основним інформаційним комплексом є інтегрована інерціально-супутникова система навігації (ІССН). Для нормального функціонування ІССН в системі керування БПЛА використовується маршрутний метод керування польотом, оскільки він забезпечує найменші відхилення БПЛА від заданого маршруту, що дає змогу виконувати політ за визначеною траєкторією для спостереження за об’єктами (районами), які вказані в польотному завданні. Але за наявності радіотехнічних завад сигнал від супутника може зникати і навігаційна система БПЛА переходить в автономний інерціальний режим роботи, який характеризується значними похибками визначення координат.

# Опис проаналізованої мультиагентної системи

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 у постанці 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, чим більш розподілений характер мають процеси прийняття рішення і чим частіше трапляються незаплановані події, тим нижче ефективність літаючих систем, нездатних самостійно приймати рішення і автоматично перебудовуватися під зміни в середовищі. Крім того, будь-яка модифікація схем прийняття рішень в традиційних системах являє собою досить складний і трудомісткий процес і вимагає високої кваліфікації виконавців, що робить розробку та експлуатацію розглянутих систем вкрай дорогими.

Для вирішення подібних проблем застосовуються мультиагентні технології. В основі цих технологій лежить поняття "агента", програмного об'єкта, здатного сприймати ситуацію, приймати рішення і взаємодіяти з собі подібними.

Характерними особливостями інтелектуальних агентів є:

* колегіальність, тобто здатність до колективної цілеспрямованої поведінки в інтересах вирішення загальної задачі;
* автономність, тобто здатність самостійно вирішувати локальні завдання;
* активність, тобто здатність до активних дій заради досягнення загальних і локальних цілей;
* інформаційна і рухова мобільність, тобто спроможність активно переміщатися і цілеспрямовано шукати і знаходити інформацію, енергію та об'єкти, необхідні для кооперативного рішення загальної задачі;
* адаптивність, тобто здатність автоматично пристосовуватися до невизначених умов в динамічному середовищі.

Ці можливості кардинально відрізняють мультиагентні системи (МАС) від існуючих "жорстко" організованих систем управління групи автономних БПЛА.

Для розробки мультиагентної системи для групи БПЛА бажано виконання двох головних вимог:

1. на кожній моделі повинен бути невеликий, але потужний мікрокомп'ютер для роботи в реальному часі як автопілот, а також для спілкування агентів між собою;
2. необхідно організувати впевнений зв'язок між агентами групи.

# Опис призначення мультиагентної системи

Останнім часом технологія 3D наземного лазерного сканування все більше використовується для вирішення широкого кола задач в різних областях будівництва, промисловості, архітектури.

Суть технології лазерного сканування полягає у визначенні просторових координат точок поверхні об’єкта. Кількість точок визначається регулярною сіткою (кількість рядків і кількість стовпчиків задаються користувачем) – так звана, матриця сканування. Чим більша щільність матриці сканування, тим більша щільність точок на поверхні об’єкта.

Результатом роботи являється множина точок з відомими тривимірними координатами. Такі набори точок прийнято називати хмарами точок або сканами. Кількість точок в одному скані може варіюватись від декількох десятків тисяч до десятків і сотень мільйонів.

Робота по скануванню, найчастіше, відбувається в декілька сеансів через форму об’єкта, коли всі поверхні не видно з однієї точки (наприклад – чотири стіни будівлі). Отримані з різних точок стояння скани суміщаються за допомогою спеціального програмного модуля в єдиний простір – хмару точок всього об’єкта. Хмара точок всього об’єкта несе максимум інформації про нього. В подальшому по цій хмарі точок можливо вирішувати найрізноманітніші задачі:

* отримання тривимірної моделі об’єкта;
* отримання креслень, в тому числі, креслень перетинів, планів, фасадів;
* виявлення дефектів конструкцій шляхом порівняння з проектною моделлю;
* визначення і оцінка значень деформації шляхом порівняння з раніше проведеними вимірами;
* отримання топографічних планів методом віртуальної зйомки;
* розрахунок об’ємів між поверхнями.

Мультиагентна система, що розробляється буде представляти собою сукупність агентів у вигляді безпілотних літальних апаратів, які будуть виконувати лазерне сканування.



Приклад від сканованої будівлі, зі складними архітектурними елементами

На сьогоднішній день існує 2 поширених технології сканування повітряна (з застосуванням гелікоптерів) та наземна (використання переносних сканерів, або автомобілів з встановленими на них сканерами). Розроблена система повинна вирішувати задачі, виконання яких неможливе або ускладнене у дох попередніх випадках. Наприклад, сканування старовинної будівлі зі складними архітектурними формами, гелікоптеру важко буде її всебічно від сканувати, особливо дрібні деталі, яких не видно зверху, з ручними сканерами, також важко від сканувати її звідусіль. Проте така задача може бути ефективно вирішена з допомогою безпілотних літальних апаратів невеликих розмірів на борту яких можна було б розмістити лазерний сканер, що використовується в режимі ручної зйомки. Оскільки агенти в розроблювальній системі є БПЛА, то їм присутня перевага, яка є у повітряного лазерного сканування, при меншій вартості обладнання.

Розроблена система дозволила б виконати сканування важко доступного об’єкта складної форми набагато швидше, ніж проходило б його сканування вручну і при цьому не так затратно як у випадку повітряного сканування.



Оскільки більшість сканерів оснащені не лише системою сканування, але й засобами попередньої обробки сканованих даних та містять потужний ЦП. Дані сканування будуть корисними і для самих агентів, які з їх допомогою зможуть краще зорієнтуватись в просторі.

# Аргументований опис задач, які повинен вирішувати безпілотний літальний апарат

Кожен окремо взятий безпілотний літальний апарат повинен вирішувати наступні задачі:

* Управління ресурсами та внутрішніми параметрами пристрою
* Вихід на початкову позицію
* Вибір траєкторії руху до заданого об’єкту чи обраної для сканування ділянки
* Сканування обраної ділянки
* Приземлення

**Управління ресурсами пристрою**. Кожен окремий БПЛА повинен слідкувати за внутрішніми параметрами системи та її ресурсами.

Одним з найважливіших ресурсів яким володіє окремо взята система є заряд енергії. Апарат перед підійманням в повітря повинен оцінити заряд батарей. Провести діагностику контролерів в початковий момент злітання, оскільки потрібно уберегти дорогоцінне обладнання від пошкоджень у випадку падіння. Якщо самодіагностика завершилась успішно апарат може піднятись на потрібну висоту та приготовитись до взаємодії з іншими агентами, та одержання від оператора мультиагентної системи задачі. Як відомо маса ручного лазерного сканера в основному залежить від маси його батарей, тому є зміст літальному апарату і сканеру використовувати спільну систему живлення, аби зменшити масу БПЛА.

Передбачається, що БПЛА повинен бути оснащений великою кількістю датчиків для оцінки свого положення в просторі. Окрім того БПЛА повинен мати можливість управляти сканером, включення, вимкнення, зчитування інформації зі сканера про виконану чи незавершену роботу по скануванню.

**Вихід на початкову позицію**. Перед виконанням завдання БПЛА повинні були б зайняти якусь позицію в просторі, яка буде їх початковим положенням перед виконанням основної задачі. Для полегшення розробки БПЛА можна припустити, що вихід на початкові позиції можна «запрограмувати» наперед.

**Вибір траєкторії руху, управління маневрами**. Кожен БПЛА повинен сам вирішувати тактичні задачі після їх узгодження з іншими. До задач, які повинен вирішувати такий БПЛА чи агент відносяться:

* Управління параметрами руху (швидкість, висота, рівновага)
* Вміння вирішувати задачі побудови складних траєкторій (при польоті потрібно вміти не лише домовлятись з іншими агентами, або й долати різні перешкоди на шляху).
* Налаштовування системи датчиків на зміни в оточуючому середовищі (наприклад, зміна напряму чи швидкості вітру).

**Сканування обраної ділянки**. Представляє собою складну задачу, оскільки під час сканування БПЛА повинен переміщатись без прискорення та різких рухів БПЛА для одержання якісного результату сканування. Оскільки БПЛА планується обладнати ручним сканером то потрібно врахувати особливості роботи таких сканерів. Які при звичайній своїй експлуатації не передбачають переміщення під час роботи, а фіксуються нерухомо.

**Приземлення**. Приземлення це не тільки операція, яку потрібно здійснити після успішного завершення роботи, але й вихід з будь-якої невизначеної чи критичної ситуації. Вихід з виключних ситуацій методом термінового приземлення вибраний з огляду на те що БПЛА повинен уберегти сканер від падіння чи пошкодження. Основною складністю при реалізації даного режиму польоту є підвищені вимоги до точності керування в порівнянні з іншими режимами.

# Сценарій існування мультиагентної системи, що розробляється

Як зазначено раніше мультиагентна взаємодія активується по мірі виходу БПЛА на початкову позицію. Для початку їм необхідно зависнути в повітрі в очікуванні вказівки оператора мультиагентної системи.

Коли агентам вказується об’єкт сканування вони повинні розподілити його на сегменти, які за площею сканування можуть бути достатньо швидко від сканованими. При переміщенні агенти повинні контролювати відстані між собою. В поведінці БПЛА повинно бути закладено механізм уникнення зіткнень.

Як тільки сканування об’єкта завершене, БПЛА повинні повернутись в початкове положення, де їм буде віддана команда приземлитись.

# Список використаної літератури

Лазерне сканування. <http://ukrgeo.com.ua/ua/473/678>

Коршевнюк Л.О. МУЛЬТИАГЕНТНІ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ –ПЕРСПЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗВИТКУ БПЛА. <http://faks.kpi.ua/library/Conferences/Conference-8/Section4/paper_16.pdf>

http://www.faro.com/home <http://www.faro.com/home>

БУРНАШЕВ В. В. СИСТЕМА НАВІГАЦІЇ ТА КЕРУВАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ПОСАДКИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАКА. <http://rada.kpi.ua/files/Aref_Burnashev.pdf>

Разработка мультиагентной системы для управления группой БПЛА. <http://www.math.spbu.ru/user/gran/students/Diplom_Levi.pdf>

АЛГОРИТМ РОБОТИ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БІЧНИМ РУХОМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВНА ЕТАПІ ВИХОДУ НА ЗАДАНУ ЛІНІЮ ШЛЯХУ <http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Esu/2009_2/R_2_103-109.pdf>