

УДК 621.396:629.71

Лежньов Д.О.¹, Рибаків К.О.²

¹ асп. гр. А-172.13 НУ «Запорізька політехніка»

² асп. гр. А-172.13 НУ «Запорізька політехніка»

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ АВТОНОМНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ БПЛА НА МІСЦЕВОСТІ В УМОВАХ ПРИДУШЕННЯ РАДІОСИГНАЛУ КЕРУВАННЯ ТА ВІДЕОЗВ'ЯЗКУ

В технічних сучасних реаліях розвитку безпілотних літальних апаратів (БПЛА) автономна орієнтація на місцевості сформувалася з точки зору критичної необхідності, особливо в умовах, коли традиційні методи навігації стають дедалі більш недоступними. Ми відзначаємо, що традиційні методи орієнтації БПЛА у просторі на сьогоднішній день включають:

- GPS (Глобальна навігаційна супутникова система), вже стала одним з найбільш надійних та популярних методів просторової навігації. Завдяки функціонуванню глобальної супутниковій системи, рухи і напрямки,

положення і місцезнаходження БПЛА можна з високою точністю визначити, хоча зазначаємо, що у випадках, коли GPS-сигнал придушений або недоступний, ця технологія не працює і малоефективна;

- INS (Інерційні навігаційні системи) використовують акселерометри та гіроскопи для вимірювання швидкості та кута нахилу БПЛА, що дає операційних важелів для точного визначення його положення в окресленому просторі. Однак INS має певні обмеження, через ті складові, що точність визначення положення з часом знижується через накопичення похибок у паралельних вимірах;

- системи зображень працює на засадах використання камер для аналізу зображень місцевості є визначається нами як інший поширений підхід. Камери безпосередньо допомагають в роботі БПЛА ідентифікувати місцеві орієнтири, проводити порівняння отриманих цифрових зображень із заздалегідь завантаженими або використовуваним картами територій. Наведений метод стає доволі ефективним в роботі при хороших умовах видимості, однак його ефективність суттєво знижується за умов поганої технічної видимості чи зміни фізичного оточення (рис. 1) [1].

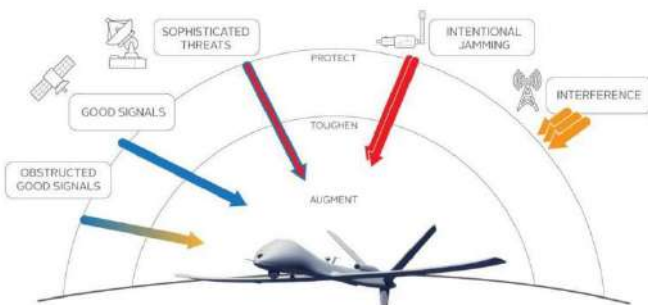


Рисунок 1 – Моделювання впливу радіоелектронних сигналів на рух і положення БПЛА у просторі [1]

За умов придушення сигналу, коли використання GPS і навіть INS обмежене, БПЛА потребують альтернативних методів орієнтації. До таких методів ми маємо віднести:

- оптичні датчики, наприклад, лазерні далекоміри, дозволяють всім типам БПЛА оцінювати відстані до об'єктів у середовищі та створювати 3D-модель місцевості, що допомагає в просторій орієнтації та русі, крім того, оптичні датчики більш точно і швидко можуть допомогти зорієнтуватися, хоча і доволі вони вразливі до змін умов освітлення.

- комп'ютерний зір використовує алгоритми обробки зображень для аналізу навколишнього середовища та розпізнавання ключових об'єктів або геопросторових ландшафтів. Така позиція для БПЛА здати визначати своє положення навіть без доступу до підключених супутникових систем, а ще у поєднанні з технологіями машинного навчання, комп'ютерний зір може слугувати ефективним інструментом для адаптації до змін у навколишньому середовищі.

Використання машинного навчання і забезпеченні підтримки сигналу зв'язку та забезпеченні автономної орієнтації БПЛА, може надавати наступні можливості [2]:

- алгоритми машинного навчання вже вміють якісно розпізнавати ключові ознаки місцевості, такі як гори, річки, будівлі та дороги, і завдячуючи цим технічним факторам сучасні БПЛА швидко визначають своє місцезнаходження та орієнтуватися у складних умовах радіоперешкод або магнітного впливу. Як випадок, нейронні мережі можуть бути інтегровані для проведення сегментації зображень окресленої місцевості та виокремлення значущих 3D-об'єктів на площині.

- алгоритми машинного навчання надають функціонального оснащення БПЛА для того, щоб вільно адаптуватися до нових умов або зміни геосередовища шляхом оновлення модельних рядів. Ці прояви означають що технологія глибокого машинного навчання допомагає моделям використовуваних БПЛА підлаштовуватися під змінні умови світла (освітлення територій) та різноманітні типи ландшафту землі. Завдяки здатності алгоритмів машинного навчання швидко аналізувати дані про середовище, БПЛА можуть обирати оптимальні маршрути та уникати фізичних перешкод в режимі онлайн, і ця технологія, як перевага стає життєвонеобхідною саме в умовах щільного придушення радіо сигналів, коли немає можливості отримувати інструкції ззовні (рис. 2.).

У разі відсутності доступу до глобальних навігаційних систем може бути простимульована розробка алгоритмів побудови карт місцевості в реальному часі, коли фахове використання алгоритмів SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) озброює БПЛА навичками як створювати карту місцевості, так і паралельно вміти визначати на ній своє поточне положення. SLAM-технології можуть вдало базуватися на обробці зображень або інших сенсорних даних, завдяки чому апарат може швидко орієнтуватися в новій місцевості, навіть якщо по ній не завантажено попередню картографічну інформацію. Завдяки прогресивним алгоритмам комп'ютерного зору БПЛА вміють і оновлювати карту місцевості відповідно до змін фактичного геофізичного оточення, у разі активності фаз зміни таких середовищ, як то зони військових конфліктів, екстремальні і непередбачувані погодні умови,

наведені алгоритми забезпечують постійність коригування моделі середовища і забезпечують точність навігації [3].

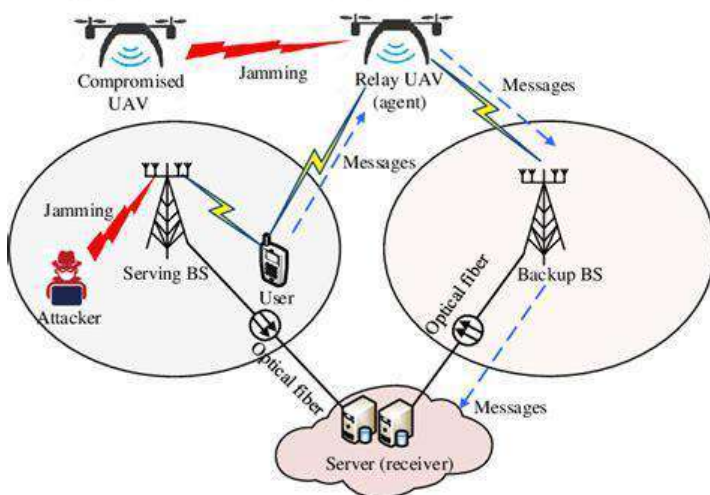


Рисунок 2 – Візуалізована алгоритмізація забезпечення постійного сигналу зв'язку (керування) та забезпечення автономної орієнтації БПЛА [4]

Для точного визначення місцезнаходження та навігації в умовах придушення сигналів необхідна інтеграція даних з різних сенсорів, що дозволяє створювати точну картину базового оточення для БПЛА: а) За допомогою тепловізійних камер БПЛА можуть орієнтуватися в умовах низької видимості або вночі і це працює для рятувальних операцій, пошукових місій чи військових застосувань; б) Ультразвукові та лазерні датчики дозволяють визначати відстані до об'єктів з високою точністю, створювати 3D-карту необхідного або поточного оточення. Геоінформаційні дані з сенсорів забезпечують БПЛА надійною орієнтацію навіть у складних умовах з доволі обмеженою видимістю; в) існування алгоритмів фільтрації, таких як Калманів фільтр, дозволяє синтезувати отримувані цифрові дані з різних сенсорів, мінімізуючи похибки та покращуючи точність позиціонування, що у результаті використання значно підвищує надійність навігації БПЛА в умовах недоступності необхідних радіосигналів.

Забезпечення автономної навігації БПЛА в умовах придушення радіосигналів є надзвичайно важливим і складним технічним завданням, яке вимагає комплексного підходу. Використання локальної картографії в реальному часі, інтеграція даних з різних сенсорів і застосування алгоритмів

самонавчання істотно підвищують ефективність орієнтації БПЛА, а також забезпечують їх адаптивність до змінних умов навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Alghaihab A. Analysis of adio Specificationsin an Adaptive Enhanced Range Dual-Mode Communication System for Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). In 2023 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT). 2023. P. 1-5. Delhi, India. DOI: 10.1109/ICCCNT56998.2023.10307669.
2. Ghofur M. A., Darmawan Y., Ridwan M. The Design And Build of Telemetry system Portable Ground Control Station (GCS) as Control and Monitoring on Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Aircraft Galak-24. Jurnal Telkommil. 2020. Vol. 2. P. 37–46. DOI: 10.54317/kom.v2ioktober.180.
3. Mytsenko I., Pedenko Y., Roenko A. About the possibility of protecting UAVs from suppression of control signals. Radiotekhnika. 2024. No 2(217). pp. 133–138. <https://doi.org/10.30837/rt.2024.2.217.12>
4. Zuo M., Xie S., Zhang X., Yang M. Recognition of UAV Video Signal Using RF Fingerprints in the Presence of WiFi Interference. IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 88844–88851. DOI: 10.1109/access.2021.3089590.