

УДК 004.94:681.5

Шевченко Т.В.¹, Єфименко М.В.², Миронова Н.О.³

¹ студ. гр. БК-613м НУ «Запорізька політехніка»

² д-р. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

³ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

МЕТОДИ КЕРУВАННЯ БПЛА ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Актуальність роботи обумовлена передовими розробками у сфері нейронних мереж та безпілотних літальних апаратів (БПЛА), які відкривають нові перспективи для підвищення автономності й розширення функціональних можливостей дронів. Використання нейронних мереж для керування БПЛА мінімізує вплив людського фактору, дозволяючи навіть малодосвідченим користувачам опановувати управління дронами. Це особливо важливо для військових, рятувальних та дослідницьких завдань, де швидкість і точність дій мають критичне значення.

Інтеграція нейронних мереж у БПЛА забезпечує часткову незалежність від зовнішнього зв'язку, що дає змогу працювати в умовах штучних сигнальних перешкод, таких як засоби радіоелектронної боротьби. Використання сучасних методів машинного навчання дозволяє ефективно вирішувати задачі автономного польоту та уникнення перешкод, підвищуючи функціональність і точність керування БПЛА. Таким чином, впровадження новітніх технологій робить БПЛА ефективнішими, надійнішими та доступнішими для різноманітних завдань.

Мета роботи – визначити найбільш оптимальний принцип навчання керуванню БПЛА через нейронні мережі, за яким дрон буде здатний виконувати поставлені задачі не зважаючи на перешкоди, а також не створювати надмірного навантаження на апаратну складову БПЛА.

Застосування БПЛА, які керуються за допомогою нейронних мереж, у військовій справі має багато переваг; зокрема – робота в радіусі дії засобів радіо-електронної боротьби (РЕБ). Оскільки в межах дії РЕБ зв'язок між

БПЛА та оператором спотворюється або взагалі втрачається, то надалі БПЛА керуватиметься за допомогою локальної нейронної мережі або результатів зовнішнього машинного навчання. Проте таке технічне рішення не дає результатів у випадках використання гармат електро-магнітних імпульсів (ЕМІ), які діють безпосередньо на БПЛА, блокуючи вже між компонентні зв'язки у дрону.

Програмування БПЛА – доволі поширена спеціалізація; зараз активно застосовуються дрони (компактні БПЛА), апаратна складова яких підтримує користувацьке ПЗ та усі його особливості.

Проте тут можуть виникати складнощі з завантаженням локальних нейронних мереж. По перше: обмежений об'єм пам'яті контролера дронів, через що можуть бути складнощі зі встановленням навіть спрощеної нейронної мережі, оскільки не кожна модель дрону підтримує її розширення за допомогою накопичувачів.

По друге: обмежена пропускна здатність самих контролерів; більшість нейронних мереж вимагає великих обчислювальних можливостей апаратної частини, на яку їх встановлено, і не кожен інтегрований контролер дрону може їх забезпечити.

Проте у локальних нейронних мереж є і переваги, зокрема: часткова незалежність від сигналів оператора, що дозволяє БПЛА виконувати задачі за межами покриття, а також в межах дії штучних сигнальних перешкод (засоби РЕБ тощо).

Використання цифрових двійників для машинного навчання оминає ці проблеми, оскільки тут нейронна мережа навчається керувати цифровою копією дрону, а на фізичний пристрій завантажується вже результат навчання. Єдиним недоліком такого методу залишається лише наявність відмінностей у конструктивному плані між фізичним пристроєм і цифровим двійником (різна якість рухомих деталей тощо), що вимагає додаткового тестування керування на кожному пристрої; а також створює труднощі у випадку встановлення неоригінальних деталей під час їх ремонту.

Побудова власних БПЛА має власні переваги і недоліки.

Серед переваг можна виділити низьку вартість та відкритість вхідного коду керування, що дозволяє більш швидко проводити навчання нейронної мережі.

Проте у таких БПЛА є і недоліки: не кожен контролер здатний підтримувати роботу нейронної мережі та керування дроном одночасно, а використання додаткових модулів для роботи з ШІ значно збільшує вартість БПЛА. Цю проблему можна вирішити, застосувавши цифрового двійника.

Також можуть виникнути проблеми зі створенням цифрового двійника: не кожна система симуляції має підтримку усіх можливих компонентів, які користувачі застосовують для виготовлення БПЛА. У такому випадку

доречно обирати аналоги компонентів, проте при перенесенні результатів навчання цифрового двійника до фізичного пристрою, необхідно провести додаткові тестування, щоб відкоригувати керування для умов певних компонентів.

Керування БПЛА за допомогою нейронних мереж має значний потенціал у військовій галузі. Існує два методи машинного навчання: встановлення нейронної мережі безпосередньо у бортовий комп'ютер БПЛА; та навчання керуванню з використанням цифрових двійників; кожен метод має власні переваги та недоліки. Збірка БПЛА власноруч зменшує загальну вартість проекту, але ускладнює процес його реалізації.