

НЕОБХІДНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ПОНЯТТЯ ХМАРА БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ АПАРАТІВ ПРИ НОВОМУ ПРИНЦИПІ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ НИМИ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано впровадження нового понятійного терміну в царині безпілотних авіаційних комплексів.

Ключові слова: біоніка, робототехніка, безпілотний авіаційний комплекс, безпілотний літальний апарат, рій БпЛА.

Annotation

The introduction of a new conceptual term in the field of unmanned aerial vehicles is proposed.

Key words: bionics, robotics, unmanned aerial vehicle, unmanned aerial vehicle, UAV swarm.

Вступ

На сучасному етапі розвитку безпілотних бойових систем застосовуються так звані рої безпілотних апаратів (БпЛА). Удосконалюються принципи керування, взаємодії між ними і варіанти бойового застосування. Мініатюризація радіопристроїв, досягнення в біоніці і робототехніці найближчим часом призведе до створення і розвитку безпілотних бойових систем на базі мікроБпЛА за розміром менші ніж бджола, або сарана. Кількість і концентрація їх в повітрі буде пов'язана з труднощами в керуванні ними по радіоканалам. Виникне потреба в створенні каналів керування і взаємодії між ними на інших принципах. Допомогти в цьому зможе інтеграція таких систем з комп'ютерними і хмарними технологіями, а також застосування нейронних мереж і штучного інтелекту. Впровадження керування і взаємодії на інших принципах призведе до необхідності введення терміну «хмара БпЛА». Поняття «хмара БпЛА» дуже влучно відображатиме кількісний, а головне якісний стан цих систем. Показниками кількісного стану можуть бути мікророзміри і щільність в просторі на квадратний метр, а якісного застосування хмарних технологій, інших принципів керування і взаємодії між БпЛА. Вони займуть окрему нішу в градації різновидів БпЛА.

Результат дослідження

Глумачний словник Української мови дає визначення хмари як: «Суцільна маса, клуби дрібних летючих частинок чого-небудь (диму, пару, пилу, снігу тощо)». Тобто якщо розглядати велике скупчення в повітряному просторі БпЛА як частину чого-небудь, чогось єдиного, то термін «хмара БпЛА» має право на існування.

В результаті дослідження іноземних публікацій в пошуковій системі Google стосовно розробки, створення і застосування мікроБпЛА не знайдено поняття «хмара БпЛА», хоча при масовому застосуванні таких апаратів хмара дуже просто уявно візуалізується.

В українських джерелах про це поняття також не згадується. Відповідно до «Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України» запроваджений тільки термін – рій БпЛА. «Рій БпЛА – група БпЛА, обладнаних системою управління, що дає їм змогу діяти як одне ціле за єдиним завданням і забезпечує уникнення від зіткнень між БпЛА та іншими перешкодами. Керування роєм БпЛА здійснюється з одного пункту дистанційного пілотування (далі – ПДП)».

Різниця між хмарою і роєм одразу стає зрозуміла з визначень цих термінів. Рій складається з окремих БпЛА що діють, як одне ціле, а хмара з окремих БпЛА що діють, як частини цілого. Також розглянемо ще декілька аспектів, що різнять ці поняття:

1. Система управління і уникнення зіткнень.

Під час міграції сарана утворює хмару, що налічують сотні мільйонів особин. Дослідники помітили, що ці комахи пересуваються хмарами, відокремлених один від одного відстанню в частці сантиметра, але при цьому вони ніколи не стикаються в польоті. Ключову роль цієї здатності грає нейрон зорової системи сарани під назвою лобулярний гігантський детектор руху (lobula giant movement detector). Цей нейрон отримує та обробляє два сигнали, що йдуть з фоторецепторів комах. Один містить інформацію про кутові розміри об'єкта, що наближається, а другий – про його кутову швидкість. При цьому сигнал про кутову швидкість носить збудливий характер, а сигнал про розміри об'єкта – гальмуючий. Після обробки суми цих сигналів нейрон генерує спайк, пік якого досягається до моменту зіткнення, залишаючи комасі час на реакцію ухилення. При цьому комаха здатна відфільтрувати сигнали, що не несуть загрози: фон і об'єкти, які наближаються і не знаходяться на шляху прямого зіткнення.

З'ясувалося, що нервова система сарани складається з вузькоспеціалізованих скупчень нервових клітин у різних частинах її організму. Це дозволяє комасі виявити небезпеку і відреагувати на неї в частку секунди. Основна причина ефективності цієї системи, вважають дослідники, в тому, що у сарани є мозок, але зовсім крихітний (рудиментарний). Тому при передачі нервових сигналів майже не витрачається час на їх проходження через «центральної обчислювальний центр» типу людського мозку. Це і робить рух комах досить ефективним при переміщенні в хаотичних зграях.

На базі цих досліджень вчені розробили модель нового біоміметичного детектора перешкод. Розрахунки показали, що він споживає енергію в діапазоні від пікоджоулів до наноджоулів, що майже в тисячу разів менше, ніж аналогічні пристрої, які раніше створювалися з використанням інших технологій. Заощадження енергоспоживання вкрай важливо при створенні мікроБПЛА.

Розробка ефективних алгоритмів не менш важлива під час вирішення завдання уникнення зіткнень. Наприклад, американські інженери використали методи глибокого навчання для того, щоб навчити рій літаючих дронів рухатися, уникаючи зіткнень з перешкодами і один з одним і компенсувати аеродинамічні обурення, створювані сусідніми дронами.

Таким чином, відмінність систем управління і уникнення зіткнень в рої та хмарі явно простежується та обумовлена розмірами БПЛА і скупченням їх у повітряному просторі.

2. Керування, що здійснюється з одного ПДП.

Якщо не змінювати принцип керування через радіоканали, велика скупченість БПЛА в хмарі призведе до важкості, або неможливості керування ними та їх взаємодії. Необхідно застосувати перехід на нові принципи взаємодії між БПЛА при обмеженому просторі для їх маневрування. Крім того сучасна апаратура радіоелектронної боротьби (далі – РЕБ) заснована на принципах придушення корисних радіосигналів керування по каналам радіо зв'язку, а також проміжних каналах обробки інформації радіопристроїв. Зміна принципів передачі та обробки інформації знівелює зусилля засобів РЕБ противника направлені на придушення цих каналів, збільшить їх завадостійкість і керованість. В хмарі незначна відстань між БПЛА в польоті дозволяє відмовитись від передачі інформації між ними по радіоканалам і перейти в оптичний діапазон.

Підключивши БПЛА до Інтернету через високошвидкісний завадостійкий Starlink, вони стають частиною хмарної інфраструктури. Кожен БПЛА матиме унікальний ідентифікатор через Інтернет. Якщо правильно ідентифікувати, ресурси БПЛА стають доступними в Інтернеті через інтерфейс програмного забезпечення RESTful (API).

Однією з міркувань інтеграції БПЛА з хмарою є поширення БПЛА та їх масштабованість і здатність пропонувати свої послуги та ресурси через API. Архітектура RESTful підтримує слабо пов'язані служби. Тому використання його для БПЛА є найбільш ефективним рішенням, оскільки він легкий для вбудованих систем; він підтримує слабо пов'язані послуги, високу зручність використання та гнучкість; і це є сучасна технологія для веб-сервісів.

Розглянемо хмару БПЛА, як складову мережевої хмарної комп'ютерної технології, тобто хмарну інфраструктуру. Інтеграція БПЛА з хмарою робить БПЛА фізичною частиною хмари. В результаті хмарна інфраструктура складається з потужних серверів, наданих хмарою для послуг і обчислень, а також з БПЛА, що зважаючи на малі розміри і обчислювальні можливості може бути розгалуженою, розосередженою нейронною мережею, що є рецепторами для взаємодії з фізичним світом. Різноманітність мов програмування для БПЛА та сторони програми RESTful (API) долає

обмеження мов програмування вбудованих систем, які обмежують розробника певною мовою програмування.

Можливість застосування хмарних комп'ютерних технологій разом з хмарами БпЛА надає можливість керування БпЛА з будь якого місця де є доступ до мережі і уникати фізичної присутності на одному ПДП, що життєво важливо для членів зовнішніх екіпажів при веденні бойових дій.

3. Здатність діяти за одним завданням.

Хмара, як і рій можуть діяти, як єдине ціле за єдиним завданням. Завдання хмари БпЛА на ділянці її застосування обмежуються малим радіусом дії хмари і її об'ємом, але натомість компенсується багатозадачністю. Це не тільки збір, попередня обробка, і передача інформації, радіомаскування інших об'єктів та ін., це літаючий конструктор – ЛЕГО, який за рахунок розриву хмари і концентрації на одній ділянці може виконувати одні, а на другій інші задачі. Окремі частки хмари можуть діяти по окремим завданнями по окремому плану.

За рахунок масовості застосування одноразових БпЛА і нових принципів передачі інформації в хмарі, вона спроможна виконувати цілий спектр завдань. Крім того після закінчення заряду необхідного для підтримки таких БпЛА в повітрі вони на залишку заряду вже на землі в якості «опалого листа» можуть продовжувати збір і передачу розвідувальної інформації.

Висновок

Розглянуті принципи побудови БпЛА співрозмірних по габаритам, методам взаємодії і відстанями між ними в польоті групою, подібні з сараною ставлять питання, як назвати таке скупчення подібних пристроїв. Дані дослідження вчених і впровадження їх інженерами в ланку керування і взаємодії великого скупчення БпЛА дає можливість визначити це скупчення вже не як рій, а як хмару БпЛА і ввести в понятійний словник новий термін – хмара БпЛА, по аналогії як – хмара сарани.

Таким чином можемо сформулювати поняття хмара БпЛА і дати їй визначення: «Хмара БпЛА – група БпЛА, система управління яких інтегрована в хмарні технології, що дає їм змогу діяти як одне ціле і порізно за єдиним, або по декільком завданням одночасно і забезпечує уникнення від зіткнень між БпЛА та іншими перешкодами. Керування хмарию БпЛА може здійснюється з будь якого віртуального або фізичного ПДП за єдиним задумом та планом».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Наказ МО України від 08.12.2016 № 661 Про затвердження Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України.
2. <https://government.com.ua/navchannia/sarancha-i-konstruyuvannya-litalnikh-aparativ.html>
3. <https://nplus1.ru/news/2020/09/03/biomimetic-collision-detector-inspired-by-locust>
4. Darsith Jayachandran et al. / Nature electronics, 2020
5. https://defence-ua.com/weapon_and_tech/intel_rozrobljaie_bilsh_shvidki_i_rozumni_droni_z_biologichnim_mozkom_i_zorom-2616.html
6. <https://www.hindawi.com/journals/jr/2015/631420/>

Віщун Ігор В'ячеславович, викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vishchunihor@gmail.com

Vishchun Igor Vyacheslavovich, Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vishchunihor@gmail.com