

МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ АСПЕКТИ АНАЛІЗУ РОЙОВОЇ ПОВЕДІНКИ

***Байтельман Я. Л., МА з англійської мови і літератури та німецької мови; здобувач магістерського освітнього рівня з спеціальності “Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка”,
yakiv.baitelman.kita@donntu.edu.ua***

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Останнім часом значної актуальності набувають дослідження, пов'язані з автономним управлінням безпілотними літальними апаратами, в яких зокрема розглядається "ройова поведінка" таких БПЛА. Як і в будь-якому дослідженні, варто розпочинати із з'ясування термінів. Що ми розуміємо під словом “ройовий”? Звідки воно прийшло в робототехніку? Від самого зародження робототехніки, як науки, прослідковується потужний тренд на копіювання живих організмів, запозичення їхніх форм і дій. Ще цікавішим є той факт, що інженерним винаходам передують певний літературний прообраз, фіксація ідеї в формі популярної фантастики. Термін “робот” придумав письменник Карел Чапек в 1920 році, і він мав на увазі саме людиноподібного робота. Рей Бредбері вигадав і описав автономного механічного пса в “451 градусів по Фаренгейту” в 1953 році, а Бостон Дінамікс була заснована в 1992 році, і свого пса-робота компанія створила в 2005 році. Можна знайти ще багато інших прикладів, проте немає сумніву про тісні зв'язки робототехніки з біологією і мовознавством. На користь останнього додатково пропонуємо поглянути на історію комп'ютерного програмування і прослідкувати, як від простих арифметичних дій над 4 регістрами в стеку програмованого калькулятора ми дійшли до голосового керування, автоматичного перекладу і розпізнавання мови.

Буквальне значення слова “рій” (swarm) початково, як в українській, так і в англійській, стосується комах. Далі цікаво, чому саме рій дронів, а не зграя? В англійській є кілька слів для позначення групи тварин. Зграя вовків – a pack of wolves, зграя птахів – a flock of birds, група мавп – a troop of monkey. Рій дронів за функціями та складом значно ближчий до менш чисельної групи живих істот. Частіше за все рій дронів складається з кількох одиниць, або десятків, рідше сотен. Групи з тисячі дронів зустрічаються зовсім рідко. Дрон за своїми фізичними розмірами ближче до птаха ніж до комах. І все одно в термінологію увійшло саме слово “рій”. Я бачу цьому лише одне і просте пояснення. Від самого початку теорія взаємодії роботів в групі ґрунтувалася на моделюванні поведінки комах, том, що вважається, комахи керуються відносно простими інстинктами, які просто описати статичними алгоритмами.

У таких суспільних комах, як бджоли, ройовий інтелект фактично проявляється лише при захисті сім'ї, а точніше, королеви: комахи гуртуються

навколо неї і жалять будь-кого, хто наближається до цього угруповання. Це типове завдання з оборони. Чи можна його запозичити? Звичайно. В фільмі “Зоряні війни” рій маленьких кораблів прикриває флагман. Чи економічно доцільно це робити? На сьогоднішній день сумнівно, так як кожний маленький дрон є досить вартісним пристроєм, і тому жертвувати дронами, як рій жертвує бджолами – не ефективно.

Якщо теорія рою розпочалася із копіювання простих реакції, які можна описати алгоритмами, то наразі існує машинне навчання і нейромережі. Тепер маємо привілей моделювати не лише прості дії, а усвідомлену діяльність, відповідно до накопиченого досвіду, тобто навчання, і копіювати не комах, а вищих тварин. Комахи не полюють роєм і не мігрують роєм. Це роблять риби, птахи і ссавці, тобто ті, у кого є навчання. Птахи навчають маленьких пташенят літати. Хижі ссавці навчаються взаємодії в зграї через гру, мабуть, всі бачили як граються маленькі кошенята і цуценята. Перед тим як сформувати клин і летіти далі, лелеки кружляють, і таким чином проходять “злагодження”.

Клин лелек можна вважати роєм, хоча вони не рояться хаотично, а утримують формацію. Навіщо взагалі їм летіти великою групою, адже кожен несе в собі достатню інформацію щодо напрямку, у кожного є одні і ті самі органи сприйняття оточуючого середовища? Як доводять спостереження, в реальності лелеки формують не правильний трикутник, а ламану лінію, є кілька лідерів і вони періодично змінюються. Зграя не летить постійно прямолінійно, адже політ з постійним докладанням мускульних зусиль не є ефективним, тому птахи воліють до планерування, а для цього потрібно ловити сприятливі потоки повітря. Коли розмах крил досягає 3 метрів, аналіз і порівняння потоків здійснюється в межах цих 3 метрів, але коли клин розтягується на сотню метрів, тоді і даних для аналізу значно більше, охоплення ширше, і відповідно клин коригує траєкторію, підхоплюючи попутні потоки. Це явище важливо для розуміння при розробці системи координації руху автономних дронів в групі, так щоб дрони могли допомагати один одному коригувати навігаційні похибки, які виникають в результаті дії перешкод, наприклад, ворожого РЕБу, а досягти цього ми можемо через застосування машинного навчання, нейромереж і роблячи дрони більш “розумними”. Це лише приклад зв’язків робототехніки і біології. З подальшим розвитком автономності дронів у складі рою більшої актуальності набиратиме моделювання на основі процесів, добре відомих в соціології і мовознавстві. Взавши за приклад зазначений вище рух клину лелек, я розробив модель руху рою автономних дронів в 3-вимірному просторі з урахуванням похибок у визначенні їхніх координат, і далі працюю над рішенням щодо компенсації таких похибок через застосування машинного навчання і нейромереж.

Література

1. Reding D.F, Eaton J. Science & Technology Trends 2020-2040. Брюссель 2020. 152 с. URL: <https://securityinsight.nl/report/science-technology-trends-2020-2040>.
2. Wiener, N. (2019). Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. MIT press. Лондон, 2019. 302 с.
3. Arnold, R., Carey, K., Abruzzo, B., Korpela, C. What is a robot swarm: a definition for swarming robotics. *2019 IEEE 10th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)* 2019. Pp. 0074-0081.
4. Бондар, С. О., Кожохіна, О. В., Боровик, В. О., Ліндер, Я. М., & Коршунов, М. В. Перспективи та особливості групового використання безпілотних літальних апаратів. *Управляющие системы и машины*. 2018. № 5. С. 25-37.

Анотація

Розглядаються міждисциплінарні аспекти ройової поведінки, наводяться приклади історичних зв'язків робототехніки з біологією і літературою, пояснюється тренд на формалізацію прообразу певної технічної ідеї спочатку в вигляді мрії або фантастичної концепції з послідовним її розвитком та інженерним втіленням. Відповідно до цього тренду та розвитку інформаційних технологій, при моделюванні ройової поведінки доречно орієнтуватися на поведінкові моделі здатних до навчання вищих тварин, на відміну від комах, дії яких керуються безумовними рефлексамі.

Ключові слова: рій, ройова поведінка, міждисциплінарні зв'язки, машинне навчання.

Abstract

Interdisciplinary aspects of swarm behavior are brought to attention, examples of historical connections between robotics, biology, and literature are provided, and the trend towards formalizing a certain technical idea prototype is explained, initially in the form of a dream or a sci-fi concept, followed by its development and engineering. In line with this trend and the development of information technologies, when modeling swarm behavior, it is relevant to focus on behavioristic models of higher animals which have the ability to learn as opposed to insects whose actions are governed by instincts.

Keywords: swarm, swarm behaviour, interdisciplinary connections, machine learning.