

## **ВИКОРИСТАННЯ БІОНІЧНИХ ПРИНЦИПІВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ РУХУ УГРУПУВАННЯ АВТОНОМНИХ АГЕНТІВ**

Ярмілко А.В., Нікітюк В.С.

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького*

Дослідження мультиагентних систем за сценаріями прикладного використання, притаманними swarm robotic, одним з ключових напрямів мають вибір оптимальної структури зв'язків у групі агентів та адекватного типу їх поведінки у багатофакторному функціональному просторі. Одним з продуктивних підходів є використання моделей біонічної природи.

Біонічні моделі спираються на спостереження комунікативних структур та поведінкових алгоритмів, притаманних живим організмам. У випадку систем swarm robotic прототипом є поведінка зграйних істот. Загальні вимоги до деяких типових сценаріїв поведінки агентів у групі роботів представлені, зокрема, у публікаціях [1, 2]. Вони передбачають формування та переформатування конвоїв, безпечний рух у групах роботів за умови відсутності апріорних знань про оточення, рух за сценаріями втечі від зграї або захоплення зграєю вказаного рухомого об'єкту, синхронне виконання рухів за спостереженням визначеного лідера, т. і..

При проектуванні та реалізації алгоритмів керування груповою поведінкою таких мобільних агентів потрібно враховувати ряд притаманних swarm robotic особливостей. Вони обумовлені, зокрема, тим, що кожному з роботів (автономних агентів) доступна лише локальна інформація про його оточення. Така ситуація є об'єктивним наслідком обмеженості каналів отримання даних, їх діапазонів та радіусу дії, особливостей комунікаційної структури у межах групи та інших факторів, обумовлених властивостями функціонального простору. Тому ці особливості прикладної області слід враховувати при визначенні топології групи та базових сценаріїв поведінки агентів на елементарних кроках керування.

У розглянутому нами варіанті постановки задачі групової поведінки агентів – консолідація групи навколо рухомого лідера – використана графова модель комунікаційних зв'язків всередині групи [3, 4]. Поведінка кожного з агентів на кожному з кроків вирішення групового завдання формується на основі спостереження за агентами-сусідами. При цьому у застосованій моделі кожен агент здійснює спостереження за одним довільним членом групи. Така топологія зв'язків ґрунтується на дослідженнях з іхтіології [5, 6], які спростовують чимало припущень щодо механізмів самоорганізації угруповань зграйних риб. Зокрема, ці дослідження показують, що швидка і успішна консолідація особин у зграї відбувається на підставі слідування окремої рибини маневрам довільного сусіда, але з можливістю на певному кроці виконувати довільні (випадкові) рухи.

У реалізованій програмній системі моделювання поведінки зграї агентів комунікаційна структура задається графом, який може формуватися перед початком сеансу моделювання дослідником або генерується автоматично з урахуванням статусу агентів (лідер або переслідувач). Це дозволяє забезпечити високу варіабельність модельних ситуацій навіть без зміни початкових координат агентів. Подальше підвищення цього показника вбачається при впровадженні у модель консолідаційної задачі динамічного графа, який забезпечуватиме перебудову комунікаційних зв'язків у групі на кожному кроці моделювання. Такий розвиток структури зв'язків між агентами забезпечить більш повну відповідність модельних ситуацій природним аналогам та є практичною відповіддю на обмеженість реальних каналів і апаратури моніторингу, здатності апаратних версій мобільних агентів здійснювати маневри слідування конкретним агентам-сусідам з множини можливих. Для врахування потенційно можливих похибок у роботі рушійних механізмів, датчиків, програмних алгоритмів у системі моделювання була передбачена деяка міра невизначеності у формі стохастичного коефіцієнту.

Досліди з імітації групової поведінки у розробленому середовищі моделювання продемонстрували адекватність отриманих динамічних моделей поведінці реальних прототипів таких систем у функціональних середовищах зі складними властивостями. Зокрема, стохастичний коефіцієнт дозволив врахувати неідеальність параметрів функціонального середовища та технічної реалізації агентів (рис. 1).

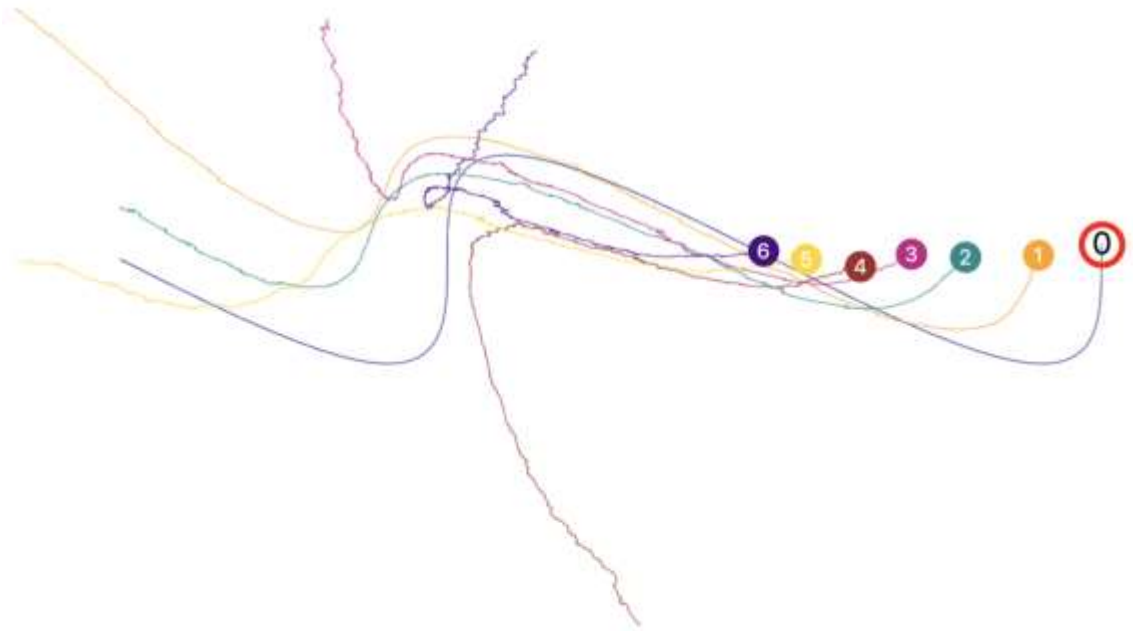


Рисунок 1 – Залишкові траєкторії руху агентів у процесі модельного експерименту з консолідації навколо рухомого лідера (0 – позиція лідера; 1, 2, 3, 4, 5, 6 – позиції агентів-переслідувачів)

Таким чином, використання біонічних підходів є виправданим кроком при вирішенні задач swarm robotic. Вони дозволяють отримати ефективні рішення для розв'язання як теоретичних, так і практичних завдань при створенні багатоагентних інтелектуальних систем.

Список літератури:

1. Gonzalez R. How a flock of drones developed collective intelligence / Robbie Gonzalez / Available at: <https://www.wired.com/story/how-a-flock-of-drones-developed-collective-intelligence/>
2. Зенкевич С.Л., Чжу Х. Управление движением группы роботов в строю типа «конвой». Мехатроника, автоматизация, управление. 2017;18(1):30-34.
3. Ярмілко А.В. Web-сервіс для дослідження динаміки автономних самокерованих модулів у процесі моделювання консолідованого руху / А.В. Ярмілко, В.С. Нікітюк // Інформаційні моделюючі технології, системи та комплекси (ІМТСК-2020) / Матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції (Черкаси, 27-29 травня 2020 р.). – Черкаси: ЧНУ, 2020. – С. 19-21.
4. Ярмілко А. Імітаційне моделювання консолідованого руху автономних агентів / А.В. Ярмілко, В.С. Нікітюк // Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища (INUDECO 21) : збірник матеріалів VI Міжнародної конференції (27–29 квітня 2021, м. Славутич). – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2021. – С. 304-306.
5. Jiang L, Giuggioli L, Perna A, Escobedo R, Lecheval V, Sire C, et al. (2017) Identifying influential neighbors in animal flocking. PLoS Comput Biol13(11): e1005822. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005822> PMID:29161269
6. Jhavar J., Morris R.G., Amith-Kumar U.R. et al. Noise-induced schooling of fish // Nat. Phys. 16, 488–493 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41567-020-0787-y>