

УДК 004.02

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СТАЙНОГО ПОВЕДЕНИЯ АВТОНОМНЫХ АГЕНТОВ

Ксения Юрьевна Шутова⁽¹⁾, Полина Михайловна Харланова⁽²⁾, Анатолий Евгеньевич Кабаков⁽³⁾

*Студент 4 курса⁽¹⁾,
кафедра «Математическое моделирование»
Московский государственный технический университет*

*Младший научный сотрудник⁽²⁾,
лаборатория №3 «Систем логического управления» ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова*

*Студент 5 курса⁽³⁾,
кафедра «Проблемы управления»
МИРЭА - Российский технологический университет*

*Научный руководитель: С.А. Браништов,
кандидат технических наук, заведующий лабораторией №3 «Систем логического
управления» ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова*

Флокирование – это форма коллективного поведения большого количества взаимодействующих агентов с общей целью, которую имеет вся группа.

В данной работе представлены три алгоритма флокирования: два из них предназначены для свободного стайного движения и один – для ограниченного. Первый воплощает в себе все три правила Рейнольдса, второй является основным алгоритмом перемещения к цели в свободном трехмерном пространстве, третий алгоритм дает возможность обходить препятствия при движении к цели.

Цель данной работы состоит в разработке алгоритмов стайного движения роботов и их реализации при наличии целей и препятствий. Необходимо исследовать каждый метод и провести их сравнение. Также необходимо выяснить, насколько данный алгоритм полезен для применения в организации движения в стае агентов.

Задачи данной работы делятся на два этапа: моделирование, реализация и эксперимент. К моделированию относятся: разработка модели движения агента в среде Matlab, разработка масштабируемых алгоритмов флокирования, имитация движения группы, математическое изучение алгоритмов, анализ их устойчивости. На этапе эксперимента выполняется реализация алгоритмов на физических роботах, проведение опытов с данными алгоритмами в различных условиях, оценка влияния параметров модели на характер разделения и воссоединения групп.

В данной работе разрабатывается три алгоритма от более простого к сложному. Каждый последующий строится на данных предыдущего, а базовым является алгоритм сохранения дистанции между роботами и согласования скорости. Агентов, которые являются членами группы с динамикой $\ddot{q}_i = u_i$, будем называть α -агентами, где i – текущий агент. Задача данного типа агентов состоит в формировании связей с соседними агентами его класса.

Уравнение $u_i = u_i^\alpha + u_i^\beta + u_i^\gamma$ является результирующей формулой, описывающей движение роботов. Слагаемое u_i^α отвечает за согласование скорости, правило центрирования и разделения группы, u_i^γ – слагаемое, отвечающее за притяжение к цели, u_i^β – слагаемое, отвечающее за отталкивание от препятствий.

Алгоритм 1. Данный алгоритм устанавливает правило взаимодействия между двумя α -агентами, приводит к агрегации группы при ограниченном наборе состояний. При большом числе агентов, Алгоритм 1 не обеспечивает сбор всех агентов в одну группу, а приводит к кластеризации на локальные группы.

Алгоритм 2. Алгоритм реализует коллективное движение к общей цели. Сила притяжения к цели, называемой γ -агентом, складывается из направления притяжения к цели и силы притяжения к цели.

Алгоритм 3. Пример группы, имеющей определенную цель, в пространстве с препятствиями, с возможностью предотвращения столкновения с многочисленными препятствиями. Основная идея заключается в использовании многоагентного представления всех ближайших препятствий путем создания нового вида агентов (β -агентов). Это кинематические агенты, которые порождаются α -агентом группы роботов всякий раз, когда α -агент находится в непосредственной близости от препятствия. В данном алгоритме происходит постоянное отталкивание от β -агентов.

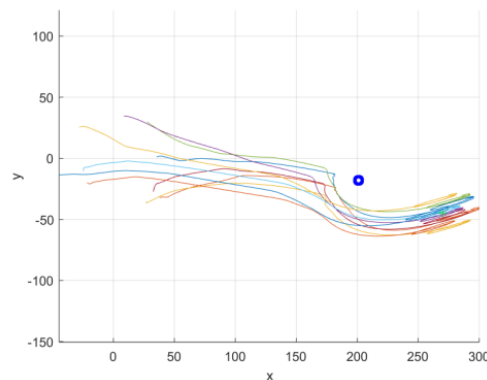


Рисунок 1. Моделирование Алгоритма 3 для 8 роботов

По результатам моделирования был сделан вывод, что характер стайного движения групп не зависит от начальных условий, а именно: расположения агентов, препятствий и целей. Однако сильно зависит от параметров самой модели: соотношения сил притяжения друг к другу и к цели, сил отталкивания от препятствий, взаимного расположения агентов, области видимости и реакции агентов и на препятствия (по функции действия). При правильно подобранных исходных параметрах, на серии тестов алгоритм достигает поставленной цели и не зависит от динамики развития ситуации, что подтверждает его устойчивость.

Литература

1. D. Helbing, I. Farkas, and T. Vicsek, “Simulating dynamical features of escape panic,” *Nature*, vol. 407, pp. 487–490, 2000
2. C. W. Reynolds, “Flocks, herds, and schools: A distributed behavioral model,” in *Comput. Graph. (ACM SIGGRAPH’87 Conf. Proc.)*, vol. 21, Jul. 1987, pp. 25–34.
3. R. Olfati-Saber, “Flocking for multi-agent dynamic systems: Algorithms and theory,”

4. M. R. D’Orsogna, Y.-L. Chuang, A. L. Bertozzi, and L. Chayes, “Selfpropelled particles with soft-core interactions: Patterns, stability, and collapse,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 96, Mar. 2006, to be published.
5. W. Ren and R. W. Beard, “Consensus seeking in multiagent systems under dynamically changing interaction topologies,” *IEEE Trans. Autom. Control*, vol. 50, no. 5, pp. 655–661, May 2005.
6. L. Moreau, “Stability of multiagent systems with time-dependent communication links,” *IEEE Trans. Autom. Control*, vol. 50, no. 2, pp. 169–182, Feb. 2005.