

Список литературы

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.:Academia. 2006. – 259 с.
2. Мещеряков В.Н., Абросимов А.С. Анализ систем управления электроприводом на базе автономного инвертора тока с релейными регуляторами тока и релейными регуляторами напряжения со сглаживающим емкостным фильтром. – Электротехнические комплексы и системы управления 2011/3.
3. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем. – СПб.: КОРОНА. 2001. – 320 с.
4. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс. 2008 – 288 с.

УДК 681.5.01

ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ

С.А. Норсеев, Д.В. Багаев

*Ковровская государственная технологическая академия имени
В.А.Дегтярева, г. Ковров
norseev@gmail.com, dmitrybag@gmail.com*

Аннотация

В данной статье рассмотрены различные алгоритмы группового управления робототехническими комплексами. Представлены основные методы группового управления между различными элементами системы и настройки взаимодействия этих элементов.

Ключевые слова: алгоритма роя; робототехника; мультиагентная система.

REVIEW OF ALGORITHMS GROUP CONTROL OF ROBOTICS SYSTEM

Norseev Sergey, Bagayev Dmitry

*Kovror State Technological Academy named after V.A.Degtyareva
Russia, Kovrov
norseev@gmail.com, dmitrybag@gmail.com*

Abstract

This article describes various algorithms group control robotic systems. The

basic methods of group management between the different elements of the system and configure the interaction of these elements.

Key words: swarm algorithm, robotics, multiple system

Актуальность работы

Из-за постоянного увеличения сложности задач, решаемых компьютерными системами, возникает проблема распределения задачи по элементам системы и координации действий элементов. В данной статье будут рассмотрены основные методы распределения задач между различными элементами системы и налаживания взаимодействия между этими системами. Вначале введем несколько определений.

Основные понятия

Агент – это объект, решающий узкий круг конкретных задач. В качестве агентов могут выступать: процессор, микроконтроллер, ЭВМ, робот и т.д. Обычно, отдельно взятый агент выполняет какую-либо простую специфичную для него операцию. Например, считывание показаний каких-либо датчиков для последующей передачи в обрабатывающий центр (таким центром обычно выступает другой агент); мониторинг ограниченного средствами технического зрения агента периметра; транспортировка заданного объекта по заданному маршруту; другие задачи.

Многоагентная система – это система, состоящая из нескольких, взаимодействующих друг с другом агентов. Данная система путём распределения между агентами способна решать достаточно сложные задачи, с которыми отдельный агент справится не в состоянии. Примерами таких задач являются: обработка информации, поступающей со множества различных удаленных друг от друга датчиков и принятие управленческих решений на основе этой информации; мониторинг местности, превышающей возможности средств технического зрения отдельно взятого агента и координация действий агентов, осуществляющих мониторинг различных частей этой местности; другие задачи. Основной сложностью при проектировании многоагентной системы является разработка и реализация эффективных алгоритмов взаимодействия агентов друг с другом, приводящего к эффективному решению поставленной перед всей системой задачи. В данной статье будет рассмотрено несколько подходов к построению таких алгоритмов.

Статичная многоагентная система – это многоагентная система, архитектура и конфигурация которой не изменяется во время функционирования системы. Такие системы проектируются один раз при внедрении. В последующем их изменения минимальны и, как правило,

не затрагивают архитектуру системы.

Поведение статичной многоагентной системы является детерминированным и описывается с помощью чётких правил. В том случае если система принимает какие-либо управленческие решения, то действуют эвристические алгоритмы и/или нейронные сети. Однако нужно понимать, что данные алгоритмы используются для управления мало числа (в большинстве случаев всего одного) агентов из всей системы. Поведение же остальных агентов является строго детерминированным.

Такие системы хорошо подходят для управления системой, функционирующей в статичной, не изменяющейся среде. Например, система мониторинга технически сложного объекта (производство, атомная или иная электростанция и др.).

Статичные многоагентные системы плохо подходят для тех случаев, когда системе необходимо функционировать в малоизвестной и непредсказуемой обстановке. Конечно, такие системы используют для исследования неизвестной местности (например, американская система MSSMP, или израильская Avantguard). Но возможности таких систем, применительно к задаче функционирования в условиях неизвестной обстановки, сильно ограничены по сравнению с возможностями динамичных многоагентных систем.

Динамичная многоагентная система – это многоагентная система, архитектура и конфигурация которой непрерывно изменяется во время функционирования системы. В таких системах связи между отдельными агентами носят временный характер. Поведение такой системы имеет вероятностный характер и обычно описывается с помощью поведенческих алгоритмов.

Данные системы хорошо подходят для функционирования в условиях неизвестной, непредсказуемой и постоянно изменяющейся обстановки. Однако, в большинстве случаев малоэффективны при работе в статичных условиях, когда обстановка если и меняется, то несущественно.

«Коллектив» – это многоагентная система, в которой каждый агент «знает» о других агентах в этой системе.

На рис. 1 показана принципиальная схема «коллектива» из 4 агентов.

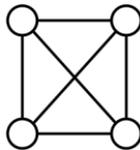


Рис. 1

Главным достоинством «коллектива» является детерминированность его поведения. Обычно все связи между агентами в «коллективе» определяются и отлаживаются на стадии проектирования и внедрения. Агенты в «коллективе» управляются простыми и четкими правилами. Их поведение строго документировано и предсказуемо.

Главным недостатком «коллектива» является сложность поддержания базы «знакомых» агентов в актуальном состоянии в памяти каждого агента. В условиях постоянно изменяющейся обстановки это весьма затруднительно. Так же возникает сложность при добавлении нового агента в «коллектив». «Новичка» необходимо «познакомить» со всеми остальными «членами коллектива».

Из-за этого модель «коллектив» используют преимущественно при построении статичных многоагентных систем.

«Рой» - это многоагентная система, в которой каждый агент «знаком» только с частью других агентов, принадлежащих тому же «рою». Например, если «рой» состоит из N агентов, то каждый агент в этом «рою» «знаком» не с $N-1$ агентом (как в случае «коллектива») а с M агентов; причем, $M < N-1$.

Агентов, с которыми «знаком», заданный агент A будем называть «соседями» агента A . Нужно понимать, что в процессе функционирования «роя» количество и состав «соседей» для каждого агента в «рою» непрерывно изменяется.

Сама идея организации агентов в «рой» позаимствована у живой природы. Именно поэтому многие поведенческие алгоритмы движения «роя» разработаны путём наблюдения за соответствующими роями, стаями, колониями, косяками. Примерами таких алгоритмов являются: SWARM (он же boids), муравьиный алгоритм, пчелиный алгоритм и другие.

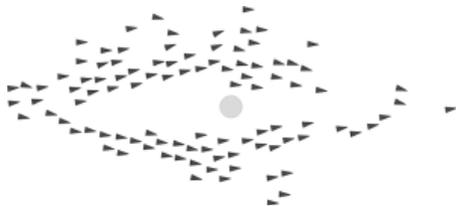


Рис. 2

Главным достоинством «роя» является его динамичность. Поведение агентов в «рою» носит вероятностный характер. Поэтому поведение всего «роя» также является вероятностным и непредсказуемым. Это позволяет использовать «рой» для решения задач, исходные данные в которых противоречивы и недостаточны для её решения с по-

мощью детерминированных алгоритмов (например, с помощью «коллектива»). Примером такой задачи служит задача исследования неизвестной местности.

Другими достоинствами «роя» являются его устойчивость к выходу из строя одного или нескольких агентов (другие агенты просто «не заметят» исчезновения «товарищей», так как не ведут список агентов в «рою», как это происходит, например, в «коллективе») и масштабируемость (возможность легкого добавления новых агентов в «рой»).

Следствием вероятностного поведения «роя» является его неприменимость для решения ряда задач, для которых уже разработаны детерминированные алгоритмы. Примерами задач, решаемых с помощью «роя» являются: патрулирование местности, исследование неизвестной местности, поиск в условиях малоизвестной местности, другие задачи. Примерами же задач, в решении которых «рой» неприменим, являются: сбор и обработка информации, поступающей с нескольких разрозненных датчиков; управление сложной системой, состоящей из нескольких взаимодействующих подсистем (например, управление роботом, станком); отслеживание и контроль за производственным процессом; другие задачи. С решением таких задач наиболее эффективно справляется система, построенная на основе модели «коллектив».

Поэтому модель «роя» применима только для организации динамичных многоагентных систем.

Модели организации «коллектива»

Логика поведения агентов в «коллективе» определяется набором задач, стоящих перед «коллективом» а также архитектурой этого «коллектива». Наибольшее распространение получили централизованная и иерархическая архитектуры. Они изображены на рис. 3.

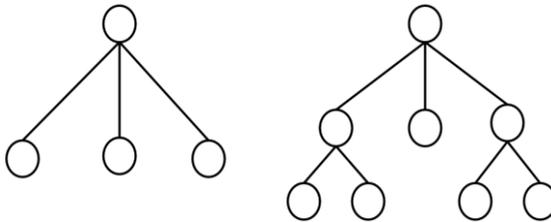


Рис. 3

Централизованная архитектура используется при построении относительно просто статичных многоагентных систем. Для более крупных систем используют иерархическую архитектуру.

Главной особенностью этих архитектур является наличие выделенного «головного» агента, который отвечает за управление всеми

остальными агентами.

Модели организации «роя»

В данном разделе перечислены основные алгоритмы управления «роем». В чистом виде они применяются редко. В большинстве случаев применяются их различные комбинации.

Алгоритм SWARM

Данный алгоритм был сформулирован Крейгом Рейнольдсом для описания поведения птиц в стае. Согласно этому алгоритму поведение каждой птицы должно удовлетворять трем правилам.

Правило разделения: каждая птица должна стремиться избежать столкновений с другими птицами стаи.

Правило выравнивания: каждая птица стаи двигаться в том же направлении, что и находящиеся неподалеку птицы.

Правило сплоченности: птицы должны стремиться двигаться на равном расстоянии друг от друга, стремясь к средней позиции (центру масс) стаи.

Компьютерное моделирование поведения стаи, управляемое этими правилами, проведенное самим Рейнольдсом показало, что оно действительно очень похоже на поведение стаи птиц.

Достоинства алгоритма:

1. Относительная простота логики отдельных агентов.
2. Равнозначность и взаимозаменяемость агентов.

Недостатки алгоритма:

1. Отсутствие лидера в стае усложняет управление направлением движения стаи.

2. Необходимость отслеживания положения центра масс стаи.

При большом количестве особей в стае это весьма затруднительно.

Муравьиный алгоритм

Первоначально муравьи ходят в случайном порядке и, по нахождению продовольствия, возвращаются в свою колонию, прокладывая феромонами тропы. Если другие муравьи находят такие тропы, они, вероятнее всего, пойдут по ним. Вместо того, чтобы отслеживать цепочку, они укрепляют её при возвращении, если в конечном итоге находят источник питания. Со временем феромонная тропа начинает испаряться, тем самым уменьшая свою привлекательную силу. Чем больше времени требуется для прохождения пути до цели и обратно, тем сильнее испарится феромонная тропа. На коротком пути, для сравнения, прохождение будет более быстрым и как следствие, плотность феромонов остаётся высокой. Таким образом, когда один муравей находит (например, короткий) путь от колонии до источника пи-

щи, другие муравьи, скорее всего, пойдут по этому пути, и положительные отзывы в конечном итоге приводят всех муравьёв к одному, кратчайшему, пути.

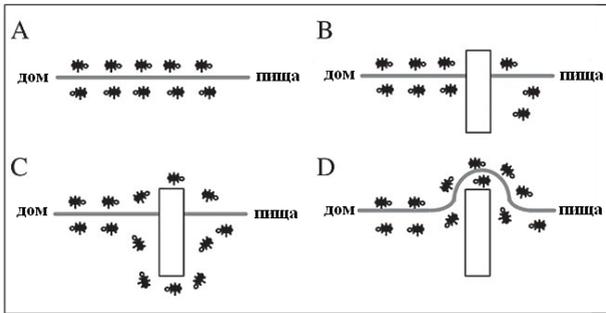


Рис. 4

Данный алгоритм предназначен для поиска некоторого ресурса (питания в случае муравьёв) в условиях неизвестной местности. Для его адаптации к задаче обхода неизвестной местности предлагается внести в него следующие изменения:

1. Муравьи не возвращаются в колонию, но держатся на фиксированном расстоянии от неё.
2. Муравьи движутся в случайном направлении, поддерживая постоянное расстояние от колонии.

Данные изменения позволят добиться «роения» муравьёв на месте.

Достоинства алгоритма:

1. Равнозначность и взаимозаменяемость агентов.
2. Относительная простота логики поведения отдельного агента.
3. Лёгкая масштабируемость за счёт добавления новых агентов.

В качестве оценки расстояния до колонии отдельный агент должен отслеживать расстояние до своих соседей. Такой подход освобождает от необходимости отслеживания положения центра масс колонии, как например, в алгоритме SWARM.

Недостаток алгоритма: отсутствие лидера в колонии усложняет управление направлением движения колонии.

Пчелиный алгоритм

Сначала из улья в случайном направлении вылетает какое-то количество пчёл-разведчиков, которые пытаются отыскать участки, где есть нектар. По возвращению в улей разведчики сообщают остальным пчёлам, где и сколько они нашли нектара. После этого на найденные участки отправляются другие пчёлы, причём, чем больше на данном

участке предполагается найти нектара, тем больше пчёл летит в этом направлении.

Данный алгоритм, так же как и муравьиный, предназначен для поиска некоторого ресурса (нектара, в случае пчёл) в условиях неизвестной местности.

Достоинства алгоритма:

1. Равнозначность и взаимозаменяемость агентов.
2. Нет необходимости в отслеживании положения центра масс колонии, как например, в алгоритме SWARM.
3. Лёгкая масштабируемость за счёт добавления новых агентов.

Недостаток алгоритма: отсутствие лидера в колонии усложняет управление направлением движения колонии.

Алгоритм движения косяка рыб

Данный алгоритм предложили в 2008 году Фило и Нето.

Движение косяка рыб определяется активностью наиболее целеустремленных особей. Если они по той или иной причине упорно движутся куда-то, соседи могут присоединиться к ним, и это движение понемногу охватит всю группу.

Этот механизм достаточно сбалансирован. Как правило, если особь не имеет серьезных стимулов отрываться от косяка и активно устремляться куда-то, она, чуть отплыв от нее, мигом возвращается к своим.

Достоинства алгоритма.

1. Нет необходимости в отслеживании положения центра масс косяка, как например, в алгоритме SWARM.
2. Лёгкая масштабируемость за счёт добавления новых агентов.
3. Возможность лёгкого управления направлением движения всего косяка.

Недостаток алгоритма: отсутствие равномерного распределения агентов по исследуемой местности.

Алгоритм светлячков

Предложен в 2007 году Янгом. Все светлячки привлекают друг друга. Привлекательность светлячка для других особей пропорциональна его яркости. Менее привлекательные светлячки перемещаются в направлении более привлекательного светлячка. Яркость излучения данного светлячка, видимая другим светлячком, уменьшается с увеличением расстояния между ними. Если светлячок не видит возле себя светлячка более яркого, чем он сам, то он перемещается случайным образом.

Достоинства алгоритма:

1. Равнозначность и взаимозаменяемость агентов.

2. Нет необходимости в отслеживании положения центра масс роя, как например, в алгоритме SWARM.

3. Лёгкая масштабируемость за счёт добавления новых агентов.

Недостаток алгоритма: отсутствие лидера в рое усложняет управление направлением движения колонии.

Выводы

В данной статье был представлен обзор основных алгоритмов и методик, используемых при построении статичных и динамичных многоагентных систем.

В настоящее время разработка многоагентных систем является перспективным и важным развитием науки и техники. Поэтому с за-видной регулярностью в данной области появляются новые подходы, алгоритмические и технические решения.

УДК 629.36

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ОПОРНЫХ РЕАКЦИЙ ДВУ- НОГОГО ШАГАЮЩЕГО ДВИЖИТЕЛЯ НА ДЕФОРМИРУЕМЫХ ГРУНТАХ

***В.В. Чернышев, Н.Г. Шаронов, И.П. Вершинина,
А.А. Гончаров***

*Волгоградский государственный технический университет,
Россия, Волгоград,
dtm@vstu.ru*

Аннотация

Рассматриваются результаты динамического моделирования взаимодействия шагающего движителя с деформируемым грунтом, моделируемым вязкоупругопластичной средой. Показано, что при смене стоп опорные реакции шагающих роботов могут существенно превосходить статические. Полученные результаты предполагается использовать для обеспечения устойчивости шагающих роботов на реальных грунтах.

Ключевые слова: механика шагающих роботов, взаимодействие с грунтом, динамическое моделирование.