УДК 004.896

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕСТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ГРУППЫ РОБОТОВ, УПРАВЛЯЕМЫХ АЛГОРИТМОМ РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Сахопотинов Григорий Александрович,
ассистент, e-mail: sogris@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Аннотация

В настоящий момент роевой интеллект является развивающимся направлением исследований искусственного интеллекта. Он позволяет эффективно решать задачу группового управления роботами, в т.ч. мобильными. Особенно привлекательным является такое его свойство как самоорганизованность. В этом плане применение роевого интеллекта может позволить управлять большими группами роботов. Такие разработки только начали появляться в настоящее время, например в Массачусетском Технологическом Университете и других зарубежных научных центрах. Автор работы также предложил оригинальный алгоритм роевого интеллекта для больших групп роботов. Целью данной работы было проверить применимость нового алгоритма для решения простой задачи исследования местности группой роботов. Для этого использовались методы имитационного моделирования, результаты которого сверялись с теоретическим расчетом. В результате получено подтверждение валидности модели, а также показана возможность использовать большие группы роботов для обследования заранее неизвестной местности в различных условиях.

Ключевые слова: *мобильные роботы, исследование местности, роевой интеллект, имитационное моделирование.*

Мобильные роботы – один из широко распространенных типов современных роботов. Особенностью данного типа является наличие возможности самостоятельного передвижения в тех или иных условиях. Механизмы передвижения встречаются самые различные – гусеницы, колеса, а также шагающие механизмы различного устройства. Такие роботы могут решать широкий круг задач, но особенно хотелось бы выделить задачи, связанные с опасностью для человека. Мобильный робот может самостоятельно добраться до опасного для человека участка окружающей среды или работать с опасными предметами. К мобильным роботам можно отнести и различные современные планетоходы (Curiosity, советский Луноход).

Многие подобные роботы до сих пор управляются вручную, удаленным оператором. Однако, у подобной схемы имеется ряд недостатков:

- Задержки и проблемы связи приводят к ошибкам в действиях робота. Особенно это проблема заметна при работе с космическими аппаратами, где задержка отклика достигает десятков минут.
- Низкая надежность одиночного робота – в случае любой поломки или проблемы миссия будет сорвана.
- Невозможность обследования сразу нескольких объектов. Возможно управление несколькими роботами, но на каждого нужен свой оператор, что потребует дополнительных согласований и усложняет всю систему.

Особенно явно эти недостатки проявляются в работах, связанных с исследованием местности – в межпланетных миссиях, спасательных операциях, исследованию удаленных и опасных уголков Земли. Хорошим решением проблем может стать использование самостоятельных роботов, способных работать в группах. Однако подобная группа требует соответствующей системы управления, способной справиться с задачей принятия решений. Таким образом, такая система должна быть основана на интеллектуальных алгоритмах.

Создание алгоритма функционирования группы роботов относится к задачам группового управления. Вот одна из формулировок такой задачи [1]: задача группового управления заключается в отыскании и реализации таких действий каждого отдельного робота группы, которые приводят к оптимальному, с точки зрения некоторого критерия, достижения общей групповой цели.

Перспективным подходом является применение алгоритмов роевого интеллекта [2]. Благодаря использованию группового поведения роботов, можно решить следующие задачи:

- повысить надежность;
- использовать нечеткую логику;
- реализовать сложное поведение.

Разработки подобных алгоритмов ведутся многими исследователями за рубежом [2,3,4,5]. Автор статьи в течение двух последних лет также разработал подобный алгоритм управления [6], обладающий рядом важных качеств:

- простота;

- низкие вычислительные мощности;
- работа в больших группах роботов (от 100 штук).;
- подражание природным «роям» (пчелы, муравьи).

Данный алгоритм является децентрализованным, что позволяет ему в теории работать быстрее, чем централизованным алгоритмам. Теоретические расчеты, выполненные с помощью теории графов, также подтверждали этот факт [6].

Приведем краткое описание работы алгоритма по решению задачи с нечеткой логикой.

В начале алгоритма генерируется стартовый набор решений с помощью специальной функции. Функция может учитывать некоторые уже имеющиеся знания для генерации хорошего набора решений.

После генерации решений происходит их отбор на основе заранее выбранной функции отбора. При этом решения, имеющие значения ниже порогового отбрасываются. В дальнейшем происходит генерация новых решений, но уже с помощью заимствования лучших черт уже имеющихся.

Упростим данный алгоритм и будем пользоваться решениями только первого поколения. Причем чем больше будет роботов в группе, тем больше будет вероятность найти лучшее решение. Если считать генерацию решения роботом за информацию для передачи, то такими решениями можно обмениваться, причем скорость такого обмена нами уже была определена [6].

При этом можно не задавать порог плохих и хороших решений, а просто сравнивать решения отдельных роботов, пока не найдется лучшее. В отдельных случаях может понадобиться несколько решений (например, можно отправлять группу роботов по частям к различным точкам).

Таким образом, для работы простейшего алгоритма принятия решения необходимо:

- Поставить задачу
- Определить функцию генерации решений
- Определить функцию оценки решений

Все это определяется архитектором системы (программистом). На основе этих установок можно использовать следующий алгоритм, отсеивающий плохие решения сразу всей группой роботов. В начале его работы каждый из роботов-участников группы генерирует собственное решение задачи и оценивает его с помощью функции оценки решений.

После этого начинается обмен оценками между роботами. При этом если робот получает «плохое» решение (оценивается согласно ранее полученным решениям), то оно не пересылается другим роботам, а вот хорошие решения, наоборот, пересылается всем «соседям». В конце концов наступает состояние когда в группе остаются только «хорошие» решения, которые и реализуются в итоге.

Отметим, что в данной схеме важно, чтобы роботы обладали одинаковой информацией о факторах, влияющих на решения (ведь в настоящем генетическом алгоритме все решения генерируются также из одинаковых стартовых параметров), иначе сравнение решений будет некорректным. Соответственно, если какой либо из роботов группы получает информацию, он тут же передает ее другим по стандартной схеме, показанной при теоретической оценке. В общем случае, какая бы информация не распространялась по группе (информация извне или решения задач) время распространения должно оставаться в рамках полученной формулы.

Для проверки применимости алгоритма было решено провести испытания на имитационной модели. В качестве перспективной задачи для решения была выбрана задача поиска пути на заранее неизвестной местности, как актуальная для решения мобильными роботами. Задача формулировалась следующим образом: Группе необходимо посетить все указанные на карте точки, при этом с минимальными затратами времени. При этом считается, что для обследования достаточно, чтобы точку посетил хотя бы один робот (посетив

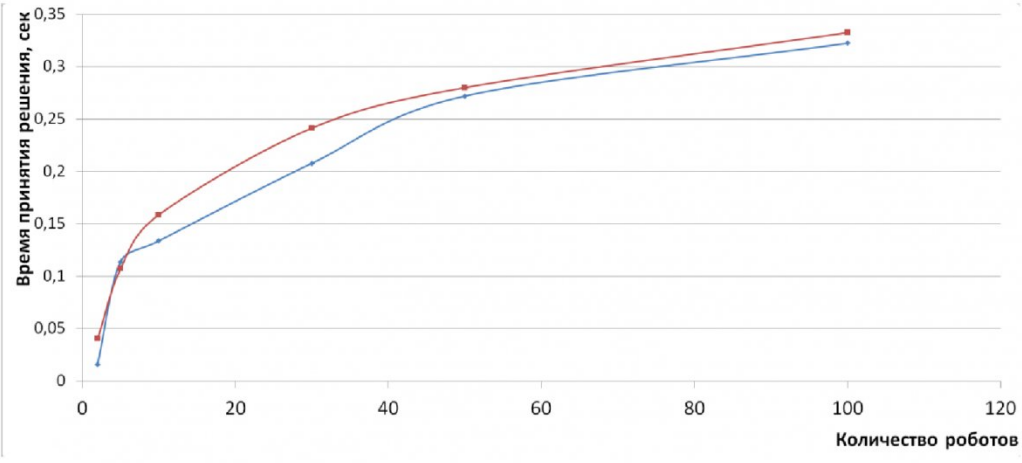

Рис. 3. Сравнение результатов имитационного моделирования и теоретических

ее, он передаст информацию всей группе). В результате по завершению работы алгоритма вся группа будет обладать информацией обо всех точках. Решением задачи является массив роботов с указанием точки, к которой необходимо отправиться. Оценка решения – сумма расстояний, которые нужно будет пройти (а соответственно чем больше расстояния – тем больше будет время - если не учитывать рельеф местности). В данной модели каждый робот предлагал другим свою «кандидатуру» для посещения определенной точки, а другие «сравнивали» эту кандидатуру по эффективности со своим вариантом. Т.к. роботы изначально находились в разных точках, разными были и расстояния до точек посещения.

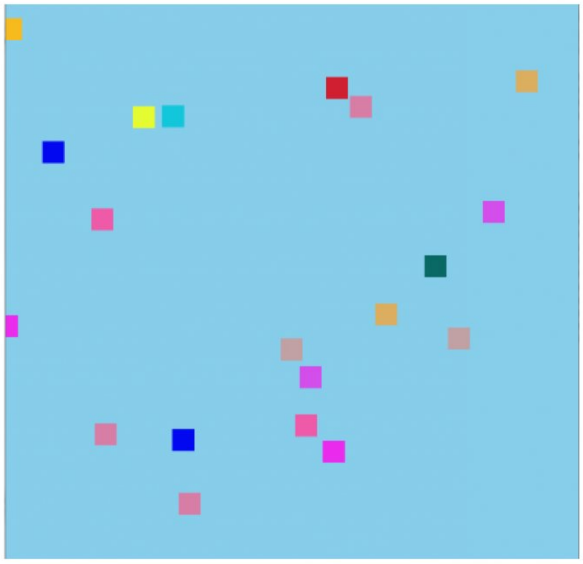

Рис. 2. Скриншот имитационной модели

С помощью методов ООП языка C# было создано демонстрационное графическое поле для движения виртуальных роботов. Программный код каждого робота работал в отдельном потоке операционной системы и мог обмениваться с другими информацией через виртуальную сетевую карту (рис.2).

Кроме того, был определен синтаксис простого языка макросов, позволяющего задавать роботам точки для посещения. Например, команда *block 2,0{move 100,100}* сообщает группе, что 2 робота должны посетить точку с координатами 100,100 на плоскости.

В результате моделирования измерялось количество сообщений, прошедших через сеть. Напрямую оценить время принятия решения было невозможно, т.к. используемая ЭВМ не могла одновременно обработать 100 потоков, однако его можно было вычислить, зная количество сообщений и время передачи одного сообщения через сеть. Также время принятия решений для модели было оценено с помощью формулы полученной ранее[6]. В результате был получен следующий график (Рис. 3), где красная линия – теоретические значения и синяя – значения, полученные на модели.

Таким образом, разработанный алгоритм роевого интеллекта обеспечивает высокую скорость работы в условиях задачи поиска пути, и способен эффективно распределять усилия группы роботов по изучению местности.

Применение групп роботов может расширить границы использования исследовательских роботов, в частности применять их как самостоятельную единицу при решении следующих задач:

- Исследование космоса.
- Разбор завалов в шахтах и домах и т.д.
- Исследование Антарктики и Арктики.

Группе из 100 и более роботов не будут страшны потери части участников, а самоорганизация позволит восстанавливать миссию при перебоях связи и т.д. Кроме того, большое количество роботов сможет исследовать большую площадь в течение куда меньшего времени, чем единственный робот. Малая степень участия человека в управлении роботом позволит нивелировать задержку связи, которая происходит при передаче сигнала на дальние расстояния через космос.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О проблеме группового управления роботами [Журнал] / авт. Е.И. Юревич // Мехатроника, автоматизация, управление. - 2004 г..

2. *Zhenghua, Y. and R. Zihui*, 2014. Path Planning for Coalmine Rescue Robot based on Hybrid Adaptive Artificial Fish Swarm Algorithm. International Journal of Control and Automation, 8.

3. *Murphy, R.R., J. Kravitz, S. Stover and R. Shoureshi,* 2009. Mobile robots in mine rescue and recovery. Robotics & Automation Magazine, 16.

4. *Himoto, A., H. Aoyama, O. Fuchiwaki, D.* Misaki and T. Sumrall, 2055. Mobile robots in mine rescue and recovery. Mechatronics, 2005. ICM '05. IEEE International Conference on, IEEE.

5. *Nobuhiro, S., T.* Yoshihiro and M. Hirokazu, 2013. Development of a wheel robot and micro fling robot using for rescue scenarios. American Journal of Remote Sensing, 1.

6. *Сахопотинов Г.А.* децентрализованный алгоритм группового управления мультиагентной системой // современные техника и технологии сборник докладов xx международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014. С. 243-244.

LAND EXPLORING WITH THE HELP OF GROUP OF ROBOTS CONTROLLED BY A SWARM INTELLIGENCE ALGORITHM

Grigory A. Sakhopotinov,
assistant, E-mail: sogris@yandex.ru

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation.

Abstract

Currently Swarm intelligence is a developing area of artificial intelligence research. It allows you to effectively solve the problem of control of robot group, including mobile robots. It also has such useful property like self-organization. In this regard, using of Swarm intelligence allows managing large groups of robots. Such developments only began to emerge in the present time, at MIT and other foreign research centers. The author also proposed original Swarm intelligence algorithm for large groups of robots. The purpose of this study was to test the applicability of the new algorithm to solve simple exploring tasks for the group of mobile robots. For this purpose, simulation methods was used, the results of which were verified with the theoretical calculation. The result is a confirmation of the validity of the model, and the proof of possibility to use large groups of robots for exploring unknown areas in different conditions.

Keywords: *mobile robot, Land Exploring, Swarm intelligence, simulation.*

REFERENCES

1. On the problem of group control robots [Journal] / author. EI Yurevich // Mechatronics, Automation, Control. - 2004 ..
2. Zhenghua, Y. and R. Zihui, 2014. Path Planning for Coalmine Rescue Robot based on Hybrid Adaptive Artificial Fish Swarm Algorithm. International Journal of Control and Automation, 8.
3. Murphy, R.R., J. Kravitz, S. Stover and R. Shoureshi, 2009. Mobile robots in mine rescue and recovery. Robotics & Automation Magazine, 16.
4. Himoto, A., H. Aoyama, O. Fuchiwaki, D. Misaki and T. Sumrall, 2055. Mobile robots in mine rescue and recovery. Mechatronics, 2005. ICM '05. IEEE International Conference on, IEEE.
5. Nobuhiro, S., T. Yoshihiro and M. Hirokazu, 2013. Development of a wheel robot and micro fling robot using for rescue scenarios. American Journal of Remote Sensing, 1.
6. Sakhopotinov G.A. Decentralized algorithm of group control in multi-agent systems // Modern technology collection of reports. XX International Scientific Practical Conference of Students, graduates and young scientists. Tomsk: Publishing house of Tomsk Polytechnic University, 2014. pp 243-244.

Received 12.04.2015