УДК 004.855.6

О РАЗВИТИИ АЛГОРИТМА ОБУЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КОЛЛЕКТИВА РОБОТОВ

Ворманов И.А., Евсегнеев О. А.

ФГАОУ ВПО «УрФУ», г. Екатеринбург, Россия

Проведен обзор существующих алгоритмов эволюционного развития искусственного интеллекта, на основе которого поставлена и решена задача оценки применимости различных эволюционных алгоритмов для развития распределенного интеллекта роботов и выявления недостатков данных алгоритмов путем проведения сравнительного анализа; приведена модель предлагаемого решения и примеры использования.

Ключевые слова: коллектив роботов, робот, эволюционный алгоритм, роевой интеллект.

On the development of a distributed intelligence in application to the collection of robots based on genetic algorithms

Vormanov I.A., Evsegneev O.A.

Ural Federal University, Ekaterinburg

The paper reviews the existing algorithms for the evolutionary development of artificial intelligence on the basis of which the problem of assessing the applicability of various evolutionary algorithms for the development of distributed intelligence of robots and revealing the shortcomings of these algorithms is posed and solved by conducting a comparative analysis; The model of the proposed solution and examples of use are given.

Keywords: robot groups, robot, evolutionary algorithm, genetic algorithm, swarm intelligence.

Введение

На заре развития робототехники роботы управлялись статическим алгоритмом, заблаговременно зашитым в память. Теперь же, с появлением нейронных сетей, роботы обрели свойство обучаемости. Обучение происходит за счет пересчета коэффициентов в нейронах и модификации связей. Помимо этого, в настоящее время перспективным направлением развития стало коллективное поведение роботов [1].

Коллектив роботов имеет два способа организации: централизованный и распределенный [2]. В данной статье речь пойдет именно о распределенной организации, так как она значительно превосходит централизованную по следующим критериям:

- мобильность – отсутствие центра управления позволяет коллективу перемещаться в пространстве, не теряя своей функциональности;
- безопасность – за счет распределения алгоритма принятия решений между всеми членами коллектива существенно снижается вероятность вмешательства посторонних лиц или систем в работу коллектива;
- отказоустойчивость – в централизованной системе отказ центра управления приведет к остановке работы всего коллектива, в то время как при отказе одного из роботов распределенный коллектив продолжит работу.

Одна из важнейших частей функционирования, как коллектива, так и одиночного робота - механизм эволюционного развития.

Ниже приведены наиболее эффективные алгоритмы, применяемые для обучения роботов:

- метод линейной регрессии - обучение заключается в анализе коэффициентов регрессии [3];
- метод градиентного спуска - обучение заключается в анализе экстремумов функции [4];
- метод Хука-Дживса - относится к прямым методам обучения и состоит из двух фаз: исследующий поиск и поиск по образцу [5];
- метод генетических преобразований - построен по аналогии с естественным отбором в природе [6].

Заказчик НИР - кафедра технической физики УрФУ в лице доц. к.ф.-м.н. Евсегнеева О. А. предлагает выполнить моделирование в задачах: построения карты местности или помещения, с обязательным условием отображения роботов в виде облака точек, подобного облаку точек лидара [7].

Поставлена и решена задача выбора наиболее эффективного алгоритма обучения коллектива роботов, а также предложены варианты его модификации.

Результаты исследования и их обсуждение

В применении к коллективному интеллекту наиболее эффективен именно генетический метод [6], так как он один из самых универсальных методов, хоть и уступает некоторым другим в скорости обучения. Кроме того, так как данный подход основан на эволюции живых организмов, генетический алгоритм имеет наибольший потенциал среди конкурентов для доработки под использование в процессе обучения коллектива роботов. В таблице приведен пакет прототипов.

Таблица
Обзор прототипов

Ранг	Название	Источник информации
0	Robot actor simulation system for robot dramas [8]	База патентов Google
1	iAnt swarm robotic platform and evolutionary algorithms [9]	
1	Swarm-Bot: a New Distributed Robotic Concept [10]	

Основной недостаток стандартного генетического алгоритма заключается в направленности на одиночного робота. Весь процесс протекает внутри, не затрагивая взаимодействие с другими индивидами коллектива. В этом случае особь популяции - это вариант алгоритма решения и в процессе их эволюции происходит отбор. Но в таком случае невозможно получить полноценное коллективное взаимодействие.

Гипотеза о преодолении критики - для исключения данной негативной особенности необходимо доработать алгоритм следующим образом: помимо обучения каждого робота в отдельности добавляется еще один эволюционный механизм, работающий с коллективом в целом.

Результатом будут два независимых механизма обучения. Первый - локальный модификатор, работает с каждым роботом в отдельности и подстраивает его рефлексы, например, управление установленными датчиками и актуаторами. Второй - глобальный модификатор, обучает коллектив в целом. На основе данных об окружающей среде, оценки действий роботов и анализа информации, передаваемой по каналам связи внутри коллектива, данный механизм, рассматривая обучаемый коллектив в качестве популяции, отбирает и модифицирует наиболее успешных особей на каждом этапе обучения.

Реализуется глобальный модификатор через добавление специального механизма, расположенного вне обучаемого коллектива, но в то же время получающего информацию о каждом индивиде.

Для реализации этого механизма планируется разработка специального приложения, позволяющего модифицировать алгоритм поведения роботов, используя не реальных физически сконструированных роботов, а их виртуальные модели, что существенно уменьшает затраты на обучение. Модель данного приложения представлена в статье "О развитии модели распределенного интеллекта коллектива роботов на основе нейронных сетей" Банникова И.К. в этом выпуске журнала. Механизм эволюционного развития будет реализован посредством блока обучения, в качестве исходных данных получающий информацию о текущем состоянии среды, состояния роботов, как индивидуально, так и коллективно, относительно среды. Затем на основе этих данных делается вывод об

эффективности действий коллектива на данной итерации процесса обучения, проводится локальная и глобальная модификации, генерируется новая структура управляющей нейронной сети, которая зашивается в виртуальные абстракции роботов для анализа поведения на следующей итерации. Алгоритм работы механизма обучения представлен на рисунке.

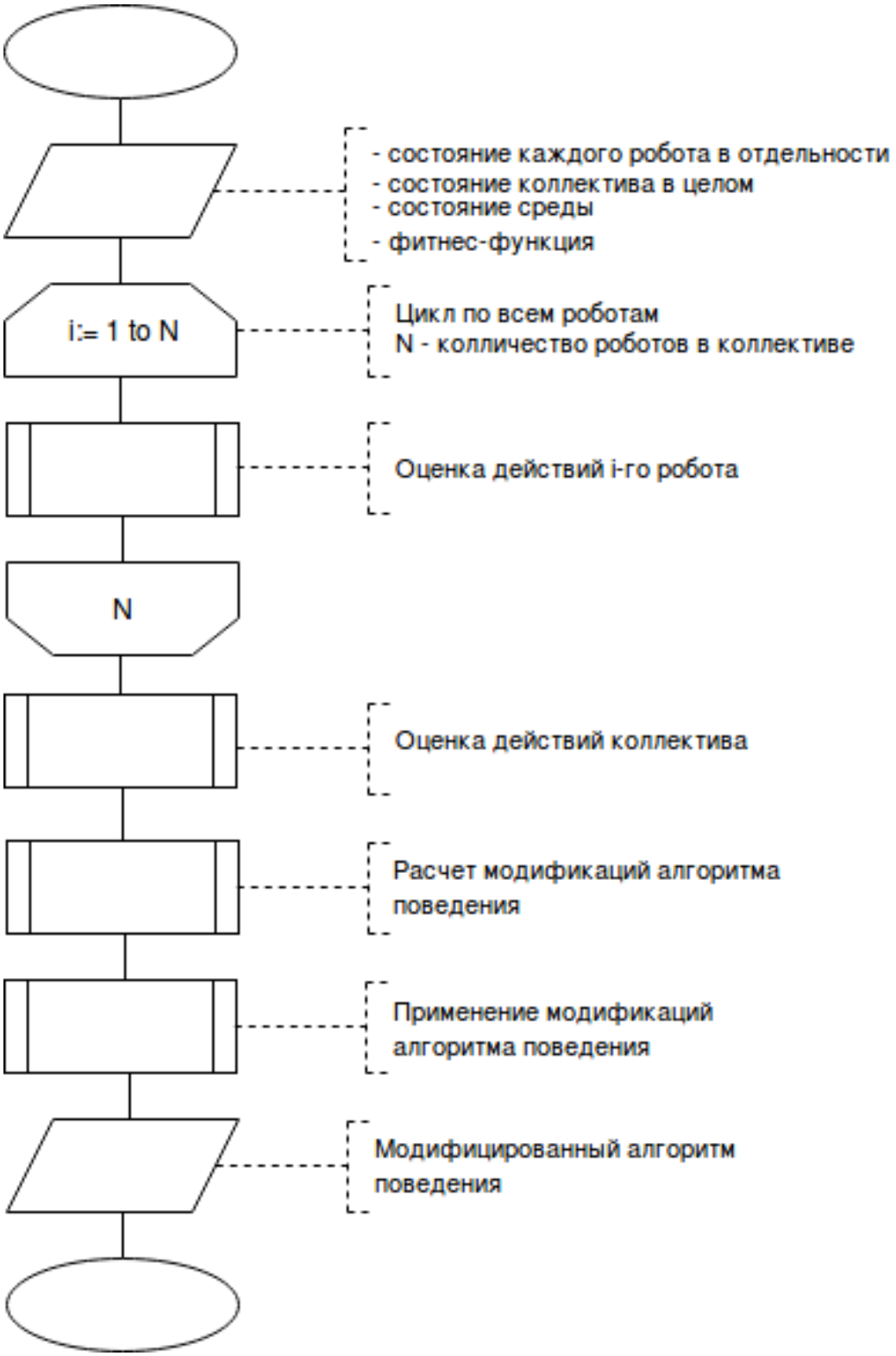


Рис. Алгоритм работы механизма обучения

Возможное применение в медицине

Стремительно набирающая популярность робототехника не обошла стороной и медицину. Сейчас роботы могут осуществлять постоянное наблюдение за пациентами, анализируя данные и предоставляя результаты врачу, с определенной точностью ставить диагноз и даже проводить хирургические операции.

Использование коллектива роботов существенно расширяет области применения роботов в медицине. В связи с развитием 3D-печати, современная наука близка к тому, чтобы печатать полноценно функционирующие внутренние органы человека для пересадки. Однако 3D-принтер – это достаточно громоздкий механизм, что значительно снижает его мобильность. При использовании коллектива специальных роботов можно печатать объекты любых размеров без использования принтера [11].

Такой подход может позволить печатать имплантат прямо на месте имплантации. Для этого понадобится только коллектив небольших роботов, способных производить 3D-печать и мобильный резервуар с материалом из которого будет создаваться имплантат. Данный резервуар будет выступать в роли дозаправочной станции для роботов.

Результаты и выводы

1. Поставлена задача модификации механизма развития распределенного интеллекта коллектива роботов. Задача решена путем усложнения структуры модификатора на основе генетического алгоритма, а также расширения области его действия в процессе модификации алгоритма поведения.

2. Приведена авторская архитектурная модель системы моделирования и обучения, предлагаемая для устранения недостатков существующего механизма обучения в применении к коллективу роботов.

3. Рассмотрены применения данной технологии в медицинских целях.

Список литературы

1. Карпов В.Э. Коллективное поведение роботов. Желаемое и действительное // Современная мехатроника. Сб. научн. трудов Всероссийской научной школы - Орехово-Зуево, 2011. – С.35-51
2. Тарасов В.Б. Системно-организационный подход в искусственном интеллекте // Программные продукты и системы. – 1999 - №3. – С.6-13
3. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессии - М.: Финансы и статистика, 1981.
4. Городецкий С.Ю. Нелинейное программирование и многоэкстремальная оптимизация. — Нижний Новгород: Издательство Нижегородского Университета, 2007.

5. Аттетков А.В. Метод Хука - Дживса // Методы оптимизации. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
6. Панченко Т. Генетические алгоритмы // Издательский дом «Астраханский университет». — 2007.
7. Антонов А. Сканирующие лазерные дальномеры // Современная электроника. - 2016. – с.10-15
8. XU WENFU. Robot actor simulation system for robot dramas // Международный патент №CN104950689(A), 2015.
9. Melanie E. Moses iAnt swarm robotic platform and evolutionary algorithms // Международный патент №US9446512(B1), 2016
10. Monada F. Swarm-Bot: a New Distributed Robotic Concept // Autonomous Robots – 2004 – vol. 17 - pp 223–245
11. Pease A. Autonomous system: spider workers [Электронный ресурс] // Siemens Robotics Labs in Princeton. Режим доступа: https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software/autonomous-systems-siemens-research-usa.html

Ворманов Игорь Александрович - магистрант, кафедра технической физики, ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19,тел +7 (343) 375-41-51, via96rus@gmail.com