

# ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТАГЕНТНЫХ СИСТЕМ, ОСНОВАННЫХ НА НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ

Кольчерин Д.В.<sup>1</sup>, Печеркин С.А.<sup>2</sup> Email: Kolcherin17105@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Кольчерин Дмитрий Валерьевич - аспирант;

<sup>2</sup>Печеркин Сергей Андреевич - аспирант,

кафедра безопасных информационных технологий,

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий,  
механики и оптики,

г. Санкт-Петербург

**Аннотация:** в статье рассмотрены мультиагентные системы на примере конкретной робототехнической системы. Основные логические вычисления рассмотренной мультиагентной системы выполняются при помощи нейронных сетей. В качестве примера рассмотрена задача исследования местности в определенной области с целью нахождения заданной целевой точки и построения карты местности. Установлено, что применение нейросетевых алгоритмов в некоторых типах мультиагентных систем обеспечивает достаточную эффективность системы, полученные результаты могут быть применены на практике.

**Ключевые слова:** мультиагентные системы; нейронные сети; робототехнические системы.

## APPLICATION OF THE MULTI-AGENT SYSTEMS, BASED ON NEURAL NETWORKS

Kolcherin D.V.<sup>1</sup>, Pecherkin S.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kolcherin Dmitriy Valeryevich - Postgraduate Student;

<sup>2</sup>Pecherkin Sergei Andreevich - Postgraduate Student,

SECURE INFORMATION TECHNOLOGY DEPARTMENT,

SAINT PETERSBURG NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES, MECHANICS AND OPTICS,

SAINT-PETERSBURG

**Abstract:** the article considers multi-agent systems using the example of a specific robotic system. General logic of the described multi-agent system is based on neural networks. The task of searching destination point in specified area and creating map is considered as an example. As the result it is established that the usage of neural networks can provide high performance level in some types of multi-agent systems, but there is still a wide field for additional research. The research results can be used in practice.

**Keywords:** multi-agent systems; neural networks; robotic systems.

УДК 004.896

Мультиагентные системы изучаются учеными по всему миру. В мультиагентных технологиях заложен принцип автономности отдельных частей программы (агентов), совместно функционирующих в распределённой системе, где одновременно протекает множество взаимосвязанных процессов. Под агентом подразумевают автономный объект, обладающий активным мотивированным поведением и способный к взаимодействию с другими объектами [1]. Подтверждено, что такие системы в том числе позволяют решать следующие проблемы: распараллеливание задач, снижение частоты отказов системы и затрат отдельных агентов в случае комплексного использования роботов. Поэтому исследование и разработка мультиагентных систем являются важной частью современной науки. Они широко используются для таких задач, как поиск некоторой области, наделенной определенными признаками, оптимизация маршрута от начальной точки до пункта назначения, решения задач производительности.

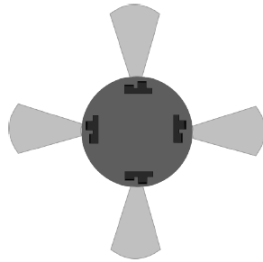
В представленной статье описывается система, состоящая из нескольких агентов - роботов. В качестве яркого примера основной задачей рассматриваемой мультиагентной системы выбрано исследование местности в определенной области с целью нахождения заданной целевой точки и построения карты местности. Существующие системы используют для решения этой задачи алгоритмы, основанные на инкрементном поиске или определении вероятности расположения целевой точки в исследуемой области. В представленном решении предполагается, что вся исследуемая область имеет одинаковую вероятность нахождения целевой точки. Поиск осуществляется с помощью агентов, которые могут работать как в группах, так и индивидуально. Таким образом, представляется целесообразным использование нейросетевых алгоритмов для оптимизации выполнения задачи каждым отдельным агентом.

**Описание системы**

Мультиагентная система состоит из нескольких идентичных агентов, которые будут описаны в первом подразделе. Во втором подразделе описывается прохождение потока информации от датчиков агента через систему принятия решений, основанную на искусственной нейронной сети (ИНС), к системе, управляющей перемещением агентов. В третьем подразделе кратко описывается предполагаемое поведение агентов.

#### 1. Описание агента.

Агент (рисунок 1) состоит из основы (черный круг) и четырех датчиков, расположенных на ней таким образом, чтобы они могли покрывать окружающую область. Предполагалось, что эти сенсоры имеют ограниченный диапазон, и все, что находится вне досягаемости датчиков, невидимо для агента. У каждого из агентов есть отдельная карта местности, но при этом для улучшения своей карты местности агенты могут обмениваться информацией друг с другом в пределах области видимости.



*Рис. 1. Агент с видимой сенсорами областью*

#### 2. Информационные потоки и система принятия решений.

Схема управления, представленная на рисунке 2, представляет общую схему обработки данных при принятии решений для каждого агента, где:

- Сбор данных с датчиков – этот модуль отвечает за сбор данных с датчиков робота, а также за обмен информацией между агентами.
- Оценка данных – модуль для обработки полученных данных. В случае датчиков это простое усреднение полученных данных и обнаружение препятствий на карте. При общении с другими агентами он также обеспечивает коррекцию данных на карте без перезаписи уже исследованной лично области.
- Система группового поведения – модуль определяет, в каком направлении агент должен двигаться, чтобы поддерживать связь с группой и обеспечивать наиболее оптимальный групповой сбор информации об окружающей местности.
- Система изучения местности – модуль, определяющий необходимость исследования местности без учета работы агента в группе. Работает по принципу декомпозиции полной карты агента на более мелкие области, что означает, что неизведанные части карты являются «привлекательными» для агента. Если это притяжение достаточно велико, то оно может привести к отделению агента от группы.
- Система принятия решений – на основе информации полученной из других модулей определяется конечное направление движения агента. Система принятия решений основана на искусственной нейронной сети, которая принимает на вход данные от предыдущих модулей и на основе этих данных в качестве результирующего сигнала представляет решение о дальнейшем направлении движения агента. Нейронная сеть - это сеть с конечным числом слоев из однотипных элементов - аналогов нейронов с различными типами связей между слоями [2]. В представленном исследовании была использована трехслойная нейронная сеть, которая была обучена методом обратного распространения ошибки. Нейронные сети, обучаясь на обучающих выборках, настраивают свои адаптивные внутренние коэффициенты для минимизации расхождения между выходными сигналами сети и эталонными значениями и затем могут интер- и экстраполировать аппроксимированную зависимость [3].
- Система перемещения агента – модуль, отвечающий за физическое перемещение агента в направлении, зависящем от информации, полученной в результате работы нейронной сети.

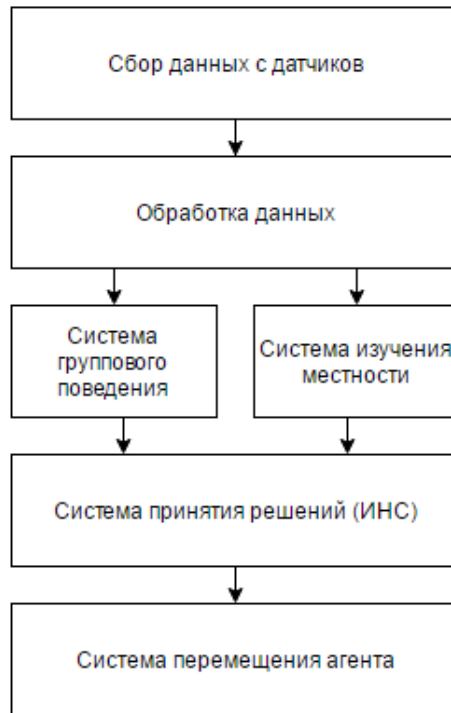


Рис. 2. Структура управления агента с диаграммой потока данных

### 3. Предполагаемое поведение агентов.

- Штатное изучение области с обменом данными между агентами – это обычный алгоритм перемещения агента, самооптимизирующийся на основе данных, получаемых от других агентов в группе, с целью более точного и быстрого исследования заданной области.
- Выход из поля видимости отдельных агентов или целых подгрупп агентов – в зависимости от величины «привлекательности» и расстояний до неисследованных областей, отдельными агентами может быть принято решение о выходе из зоны видимости группы с целью оптимального изучения местности. При следующей встрече со своей группой, которая в большинстве случаев происходит случайным образом, восстанавливается связь между агентами и возобновляется процесс обмена информацией.

#### Результаты моделирования

Моделирование проводилось для различного числа агентов и различных типов местности (с различными препятствиями). Пример окна моделирующего программного обеспечения представлен на рисунке 3, где точки - агенты, прямоугольники – препятствия, а всё остальное – область исследования.

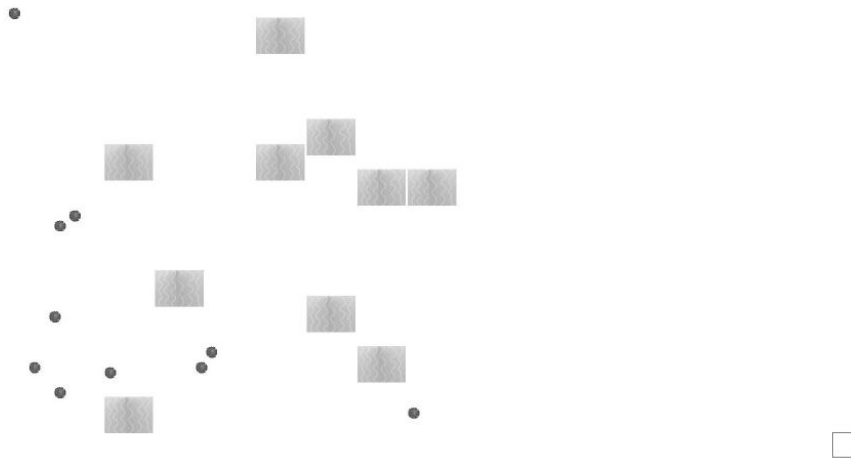


Рис. 3. Окно моделирующей программы

Моделирование проводилось в программной среде Matlab. В качестве примера результата моделирования на рисунке 4 представлена карта местности, полученная агентами, где черная область –

это еще не обнаруженная область, белая область – уже исследованная область, свободная от препятствий, в то время как в серых областях обнаружены препятствия.



*Рис. 4. Пример частично построенной карты местности*

#### **Заключение**

Представленные результаты системы позволяют сделать предположение, что предлагаемый подход имеет достаточный потенциал при реализации на реальных роботах. Преимущества представленной системы заключаются в высокой гибкости агентов, широком диапазоне возможных поведений как каждого отдельного агента, так и группы агентов целиком. К недостаткам можно отнести непредсказуемое поведение агентов в некоторых сложных ситуациях, а также потребность в совершенной системе связи. Таким образом, система выполняет необходимые задачи, однако существует потенциал для улучшения с целью расширения границ исследования.

#### *Список литературы / References*

1. Интеллектуальные информационные системы и технологии: учебное пособие / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, В.В. Алексеев и др. Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. 244 с. 100 экз. ISBN 978-5-8265-1178-7.
2. Комашинский В.И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. М.: Горячая линия-Телеком, 2003. 94 с.
3. Царегородцев В.Г. Конструктивный алгоритм синтеза структуры многослойного персептрона // Вычислительные технологии, 2008. Т. 13. Вестник КазНУ им. Аль-Фараби, серия «математика, механика, информатика», 2008. № 4 (59). (Совм. выпуск). Часть 3. С. 308-315.