

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227
Volume 3, Number 301 (2015), 27 – 35

УДК 007.3

Analysis and description of the mas model to organize and manage agent in a predetermined area

D.K. Kozhamzharova

dinara887@gmail.com, kozhamzharova_d@kazntu.kz

Kazakh National Technical University K.I. Satpayev Almaty,

Key words: multiagent system, unmanned vehicles, modeling, agent approach

Abstract. With the development of information, digital control, robotic, automatic control systems and electronics, and the development of unmanned vehicles (UV) research area is gaining momentum and is developing at a high level. The development and design of UVs and their management require the creation of intuitive, more advanced systems to simplify control and obtain the best results. It because of the qualitative and quantitative indicators of multi-agent systems (MAS) are increased enough.

Multi-agent technology (MAT) is intensively developing in the last decade, which is looking for new approaches and methods to meet the challenges of operational information processing in decision-making organization of task allocation between agents and groups of agents.

The analysis of previously developed MASs, revealed the basic advantages and disadvantages, also defined the main difficulties associated with task allocation between agents and the distribution of resources between the computing units, for preserving the integrity of the system with the ability to complete all the tasks which are set to the MAS.

This paper presents a model based on agent-based approach, which is an agent-based model for solving optimal allocation and optimal management of resources.

The paper also examines and describes the process of moving a mobile robot along a predetermined path. The agent performs various kinds of reference transportation of various kinds of substances, being in an environment where it can meet different in form, type and level of complexity constraints. These obstacles make limited finite sets with known characteristics.

Анализ и описание модели мас для организации и управления агентом в заданной области

Д.Х. Кожамжарова

dinara887@gmail.com, kozhamzharova_d@kazntu.kz

Казахский Национальный Технический Университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

Ключевые слова: мультиагентная система, беспилотные аппараты, моделирование, агентный подход, управление.

Аннотация. С развитием информационных систем, цифровых систем управления, робототехнических систем, систем автоматического управления и электроники, развитие направления беспилотных аппаратов (БПА) набирает обороты и развивается на высоком уровне. Область разработки и проектирования БПА и их

управление требуют создания интуитивных, более развитых систем для упрощения управления и получения наилучших результатов. Так как качественные и количественные показатели МАС достаточно возросли.

В последнее десятилетие интенсивно развиваются мультиагентные технологии, которые представляют собой поиск новых подходов и методов к решению задач оперативной обработки информации в процессах принятия решений организации работы между агентами и группой агентов.

В результате анализа среди ранее разработанных МАС, определены основные преимущества и недостатки, связанные с распределением задач между агентами, с распределением ресурсов между вычислительными блоками для сохранения работоспособности системы с возможностью завершения всех поставленных задач перед МАС.

В данной работе представлена модель, основанная на агентном подходе, которая представляет собой агентно-ориентированную модель для решения задач оптимального распределения или оптимального управления ресурсами.

В работе так же рассмотрен и описан процесс движения мобильного робота по заданной траектории. Данный агент выполняет различного рода задания по транспортировке различного рода веществ, находится в окружающей среде, где и встречает различные по виду, типу и уровню сложности препятствия. Эти препятствия составляют ограниченные конечные множества с известными характеристиками.

Введение. Современное развитие науки, техники, электроники и ряд технических дисциплин позволяют на более высоком уровне моделировать, разрабатывать и тестировать мультиагентные системы, которые представляют собой группу агентов (автономных роботов) снабженные интеллектуальными системами. МАС встречается во многих научно-технических направлениях: в компьютерных науках [1]-[4], в медицине [5]-[7], в робототехнике [8]-[13] и в др. [14]-[32]. МАС становится универсальным инструментом в различных областях, в области компьютерной науки и техники, и играет важную роль с точки зрения практического применения. Значимость применения МАС зависит от свойств агентов и их возможностей.

МАС зародилась как новая методология для решения вопросов в организации крупных программных систем. Эта методология обеспечивает концептуальную модель, которая помогает поддерживать ограничения мультиагентной системы, обычно программная инженерия не в состоянии решать такие задачи.

Слово «Агент» происходит от латинского слова «Agere» - вести, действовать. Главное качество агентов - способность выполнять какую-то делегированную ему работу в чьих-то интересах. Как известно слово Агент имеет широкий спектр применения и толкования [24]. Понятие «Агент» в различных дисциплинах и МАС может интерпретироваться по-разному и во многих случаях может быть представлен как:

- программного объекта, способного воспринимать ситуацию, принимать решения и коммуницировать с себе подобными, динамически устанавливая связи между собой [27];
- обобщённо, лицо, действующее по поручению кого-либо, представитель организации, учреждения и так далее выполняющий поручения;
- в естественных науках, действующий фактор в каком-либо процессе или явлении. В частности, Химический агент — действующее вещество, выполняющее чётко выделенную роль в химическом взаимодействии веществ или их смесей;
- некоторая сущность, система, которая обладает свойством, помимо свойств объекта – существовать и объединять, необходимыми для взаимодействия с внешней средой;
- человек, работающий в разведывательных или контрразведывательных органах своего или иностранного государства;
- посредник между принципалом и конечным потребителем продукции, не являющийся её владельцем. Продает часть или всю продукцию принципала (цены и условия поставки определяются принципалом, на основании технического заключения экспертов), ищет потенциальных покупателей продукции, ведет переговоры, помогает в оформлении и передачи продукта/товара;
- агент морской - лицо, оказывающее комплекс услуг при заходе судна в порт [24];

– это автономные объекты, которые могут самостоятельно реагировать на внешние события и выбирать соответствующие действия. В настоящее время в рамках МАТ и МАС разработаны различные типы агентов, которые характеризуются конкретной моделью поведения и свойствами, а также, семейства архитектур и библиотек компонентов, для которых свойственны распределённость и автономность [25];

– это интеллектуальные, автономные, программные компоненты, способные взаимодействовать с другими приложениями для достижения общей цели и тем самым способствуя решению некоторой заданной проблемы. Они важны, потому, что они действуют в рамках современных приложений, таких как электронная торговля и поиск информации [28].

Атрибуты агента:

- Правила поведения
- Память
- Ресурсы
- Принятие решений
- Метаправила [25].

Необходимость использования агентов возникает от сложности программного обеспечения большой системы, при проектировании которых возникают вопросы, на которые традиционная программная инженерия не в состоянии дать полноценные ответы. Например, мобильные агенты были предложены для удовлетворения потребностей в модели клиент/сервер для клиента, чтобы иметь возможность перейти на сторону сервера и выполнить некоторые операции. В динамической распределенной системе, агенты с саморегулирующимися способностями могут упростить архитектурный дизайн системы. Конструкция такой системы может быть чрезвычайно усложненной в традиционной форме архитектуры программного обеспечения или объектно-ориентированного моделирования.

Агент имеет способность чувствовать условия и принимать решения о том, как реагировать соответствующим образом. Возможность адаптации требует способность к обучению агента, чтобы иметь возможность регулировать его принятия решений в соответствии с предыдущим опытом. Агенты могут быть классифицированы как совместные агенты, интерфейсные агенты, обучающиеся агенты, реактивные агенты, мобильные агенты, информационные агенты и т.д. [1-3, 5-7, 10-13, 18, 24-28]. При проектировании больших, сложных реальных систем, агент является абстракцией, которая помогает дизайну компонентов, направленных на решение различных аспектов проблемы. Каждый агент предназначен в наиболее подходящей парадигме для решения своей части задачи.

Как известно, в мультиагентной среде [1], [8], [10] используется распределенный подход, что означает разделение на части (суммирование подпроцессов) для достижения основной цели. Целью может быть сокращение времени, сокращение финансовых затрат, увеличение скорости, повышение качества и т.д. В свою очередь во многих случаях это приводит к возможности потерь, связанные с затратами времени, ресурсов и т.д., что негативно влияет на производительность системы [2], [5], [10], [13], [16-17].

Как известно из выше указанных трудов область функционирования всей МАС определяется из суммы областей функционирования каждого агента.

В данной работе представлена модель, использующая агентный подход, которая представляет собой агентно-ориентированную модель для решения задач оптимального распределения или оптимального управления ресурсами.

В ранее изданных нами работах [1], [16] формализовали осуществление и поддержку бизнес-процессов с использованием беспилотных аппаратов.

В данной работе представлено сравнение между агентным и распределенным подходами обработки заданий, чтобы выявить и отразить преимущества применения модели на основе агентного подхода.

1. Описание модели МАС

Рассмотрим модель, основанную на агентном подходе, который представляет собой несколько беспилотных аппаратов находящиеся под наблюдением главного модератора БПА, контролирующей и управляющей производительностью задач для каждого БПА.

Моделирование БПА представляет собой процесс создания модели (математической модели), алгоритм которого основан на принципах управления и принятия решения используемых в интеллектуальных системах, экспертных системах в др. подобных системах. В работах [1], [6], [13], [21], [23-24], [26], моделирование МАС представляет собой формализацию проблем, построение структурной схемы управления, разработку математической модели и т.д.

Нашей главной целью является уменьшить вероятность потерь ресурсов, чтобы решить проблему организации совместной работы БПА, с целью реализации БПА и достижений конечной цели. В работах [1], [3], [4] были предложены альтернативные модели.

Рассмотрим их более подробно. Пусть конечная цель (Goal-G) состоит из n подцелей (Sub goal-SG), для достижения конечной цели все подцели должны быть завершены. Из этого следует, что подцели используют различные БПА, которые состоят из различных задач. Каждый БПА имеет свои функции, представляет собой набор функции:

$$UV_1 \{ f_{11}, f_{21}, f_{31}, \dots, f_{ji} \}, \dots, UV_i \{ f_{1i}, f_{2i}, f_{3i}, \dots, f_{ji} \} \quad (1)$$

где f_{ij} – функция n -го беспилотника UV_n .

С помощью агентного подхода легко завершить задачу с более точными результатами. Потому, что для достижения конечной цели, мы можем выбрать определенные операции, которые наиболее подходят для выполнения конечной цели (Рис.1. б).

Моделирование структуры конечной цели или главной цели в данном пространстве, представлены как отношение:

$$G \rightarrow \sum_i SG_i \rightarrow UV_n \{ f_{1i}, f_{2i}, f_{3i}, \dots, f_{ji}, \dots, f_{jn} \} \quad (2)$$

При выполнении конечной цели, ряд задач возникают для решения проблем связанных с системой организации и управления группой БПА. Каждая задача представлена в виде набора функций.

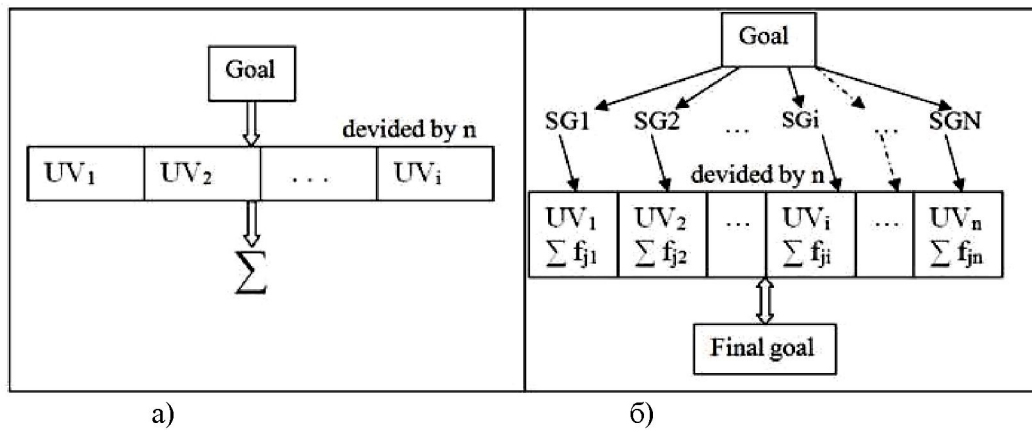


Рис. 1. Сравнение между распределенным и агентным подходом
 а) распределенный подход обработки; б) агент-ориентированный подход

Представленная модель на Рис 1.а выполняет задание в режиме последовательности, что может привести ко многим затратам энергии, ресурсов, таких как время, пока он будет суммировать весь результат для достижения конечной цели. В свою очередь модель на Рис.1.б работает по-иному, модератор или администратор может выбрать определенную функцию для конкретного БПА решить сначала задачи подцелей (рис. 1.б) либо программа в автономном режиме определит сама, где f_{ij} является i -ой функцией j -го беспилотника UV_j . В работе [17] обоснована эффективность применения агентно-ориентированной модели, чем остальные и это позволяет снизить стоимость затрат, следовательно расходы направленные на выполнение задания.

2. Алгоритм распределения задач

К разработке алгоритма управления всегда уделяется особое внимание, ведь часто именно от

него зависит поведение и управление всей системой. В работах [1-3], [16-23], [26] были представлены алгоритмы МАС различного назначения с различными параметрами.

В качестве примера рассмотрим задачу выполнения задания группой БПА. Предположим, что в настоящее время t для достижения цели G ($G \subseteq SG \{UV_n\}$, $n=1 \dots N$, где N - количество БПА, G - конечная цель в данном пространстве Ω (с известными характеристиками входных данных), ряд задач из списка включает в себя функции каждого БПА, которые должны выполняться, чтобы уменьшить риск потерь ресурсов [5].

Допустим, что МАС имеет 3 агента, возникает необходимость распределения одного задания между агентами с учетом того, что задание-цель состоит из 40 подзадач/подцелей. Задания могут быть различного рода. G – как известно, общее число задач, которое определяется по формуле:

$$G = \sum_{i=1}^n SG_i, \quad n > 0 \quad (3)$$

В нашем случае $n=40$, беспилотные аппараты обозначены $UV_1, UV_2, \dots, UV_i, \dots, UV_n$.
Зададим значение для каждого из БА.

$$\begin{aligned} UV_1 &= \{10 \ 12 \ 14 \ 8 \ 15\} \\ UV_2 &= \{4 \ 6 \ 10 \ 12 \ 14 \ 8\} \\ UV_3 &= \{8 \ 7 \ 6 \ 12 \ 14 \ 5 \ 9\} \end{aligned} \quad (4)$$

Алгоритм вычисления:

1. Определить комбинацию выполняемых действий, которые удовлетворяют условие $G=40$ при количестве беспилотных аппаратов $UV=3$.
2. Сформировать их в виде матрицы из максимальных значений каждого UV_i
3. Определить время, потраченное на выполнение задания каждым роботом
4. Из полученных данных из пункта 3, определить минимальное время (то есть, общее время, затраченное для выполнения задания). Тогда можно представить решение в виде: $G=40$, $UV=3$, $n=40$.
5. Формируя в табличной форме случайное распределение функции между агентами, получаем:

а)

Беспилотные аппараты			Общее время выполнения, T_1
UV_1	UV_2	UV_3	
8	8	12	20
12			

б)

Беспилотные аппараты			Общее время выполнения, T_2
UV_1	UV_2	UV_3	
10	4	8	22
12	6		

в)

Беспилотные аппараты			Общее время выполнения, T_3
UV_1	UV_2	UV_3	
14	14	12	14

6. Определяем минимум среди T_1, T_2, T_3
7. $T=14$

Из полученного результата можно сделать анализ, вероятностного принятия правильного решения с помощью приведенного алгоритма.

3. Описание процесса движения мобильного робота по заданной траектории.

На основе выше изложенного алгоритма и модели в работе [31] был разработан мобильный робот с целью завершения всех поставленных задач. Мобильный робот в [31] был представлен в виде МВР (мобильный видео регистратор) с дистанционным управлением в режиме онлайн через wi-fi, интернет. Траектория движения мобильного робота и структура окружающей среды [32], представлена на рис. 2.

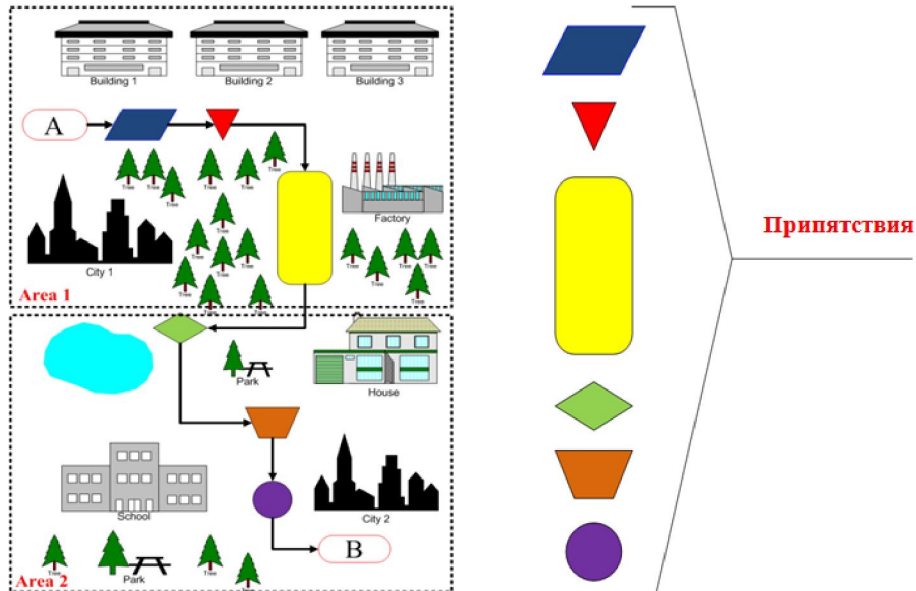


Рис. 2 – Траектория движения мобильного робота по заданной схеме

В работе [32] Агент изначально при погрузке определяет уровни загруженности и в зависимости от него определяет скорость движения с учетом все физических параметров самого агента. Далее необходимо отметить с какими препятствиями агент может столкнуться во время движения. В рассматриваемой МАС мы определили 7 видов препятствий, с 7-ю уровнями параметров, который представлен на рис. 3.

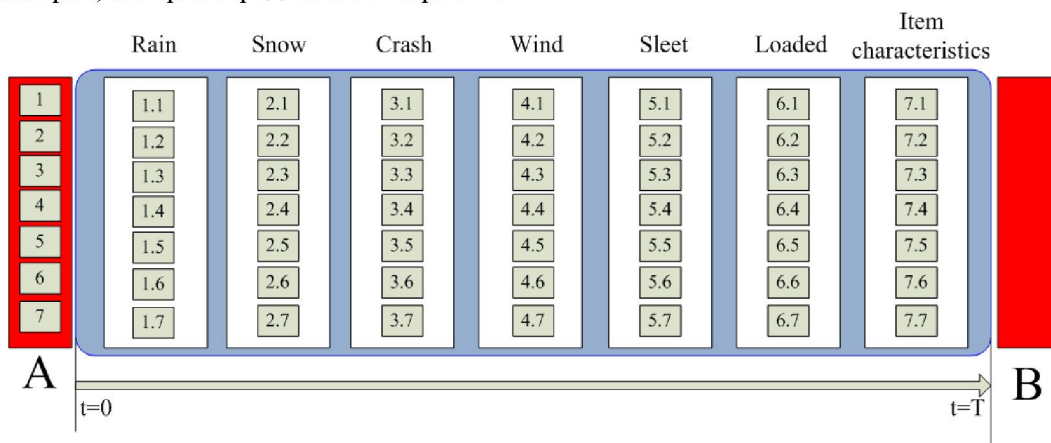


Рис. 3. Виды препятствий и их уровни

Задать состояние окружающей среды является важным критерием, потому что именно со стороны окружающей среды агент встречает различные по виду, типу и уровню сложности препятствия.

Заключение

В данной работе представлена модель МАС основанная на агентном подходе, подтверждающая эффективность её применения для организации управления рисками в бизнес-

процессах. Также приведены результаты сравнительного анализа по производительности каждой из моделей.

В данной работе так же рассмотрен и описан процесс движения мобильного робота по заданной траектории. Данный агент выполняет различного рода задания по транспортировке различного рода веществ, находится в окружающей среде, где и встречает различные по виду, типу и уровню сложности препятствия. Эти препятствия составляют ограниченные конечные множества с известными характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kuandykov A.A. The formalization of problem area, implementation and maintance of and service of business-process by group of unmanned vehicles// IJCTA 2013. - PP. 79-82.
- [2] Jennings N.R. and Bussmann S. Agent-Based Control Systems // IEEE Control Systems Magazine, Vol. 23(3), 2003.– P.61-74
- [3] Vidal J.M. Fundamentals of Multiagent Systems, March. 2010. - 155 p.
- [4] Amelin K.S., Antal E.I., Vasilyev V., Granichina N.O. Adaptive control of an autonomous group of unmanned aerial vehicles//Stochastic optimization in computer science. St. Petersburg State University, T.5., 2009. P.157-166.
- [5] Zöller A., Braubach L., Pokahr A., Rothlauf F., Paulussen T.O., Lamersdorf W., Heinzl A. Evaluation of a Multi-Agent System for Hospital Patient Scheduling // International Transactions on Systems Science and Applications, Vol. 1(4), 2006. – P. 375-380
- [6] Hadzic M., Dillon D.S., Dillon T.S. Use and Modeling of Multi-agent Systems in Medicine. 2009. – P.303-307
- [7] Moreno A. Medical applications of Multi-Agent Systems //Computer Science & Mathematics Department, Universitat Rovira i Virgili, ETSE. Campus Sescelades. Av. dels Països Catalans, Spain, 2003. – P. 1-15
- [8] Gabel T., Riedmiller M. Scaling Adaptive Agent-Based Reactive Job-Shop Scheduling to Large-Scale Problems// Proceedings of the 2007 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Scheduling (CI-Sched 2007), 2007. – P. 259-266
- [9] Gabel T., Riedmiller M. Joint Equilibrium Policy Search for Multi-Agent Scheduling Problems, 2007. – P.61-72Alessandro Agnetis, Multi-agent scheduling problems, 2011. 100 p.
- [10] Weiss G. Multiagent Systems (A Modern Approach to Distributed Modern Approach to Artificial Intelligence)// Massachusetts Institute of Technology. 1999.
- [11] Hussein A., Gervet C., Abdennadher S. Multi-agent Planning for the RoboCup Rescue Simulation - Applying Clustering into Task Allocation and Coordination, ICAART 2, SciTePress. 2012. – P. 339-342
- [12] Shoham Y., Leyton-Brown K. Multiagent Systems (Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations) //Cambridge University Press, 2009. 585 p.
- [13] Alonso E., Kudenko D., Kazakov D. (Eds.). Adaptive Agents and Multi-Agent Systems: Adaptation and Multi-Agent Learning. Volume 2636 of Lecture Notes in Computer Science, Springer. 2003.
- [14] Solodukha T.V. Multi-agent systems in economy//Proceedings of the IV International scientific-practical conference "Modern information technology and IT Education" - Moscow, 14-16 December 2009.
- [15] Граничина Н.О. Мультиагентная система для распределения заказов Управление большими системами. Спец. выпуск 30.1 "Сетевые модели в управлении". 2010. С. 549-566.
- [16] Cho Y.I., Uskenbayeva R.K., Kuandykov A.A., Kozhamzharova D.K., Vaimuratov O.A. The intelligent modeling of unmanned vehicles for solving the tasks of risk management in the business processes // International Symposium on Artificial Life and Robotics, AROB 19th, B-Con PLAZA, Beppu, JAPAN, January 22-24, 2014. – P.553-559
- [17] Скобелев П. О. Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений, Автометрия. 2002. № 6. С. 45-61.
- [18] Тарасов В.Б. Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте, Новости искусственного интеллекта. 1998. № 2. С. 5-63.
- [19] Амелин К.С., Амелина Н.О., Граничин О.Н., Корвяко А.В. Применение алгоритма локального голосования для достижения консенсуса в децентрализованной сети интеллектуальных агентов, Нейрокомпьютеры: Разработка, Применение, 2012, № 11, С. 39-47.
- [20] Lerman K., Galstyan A. A General Methodology for Mathematical Analysis of Multi-Agent Systems, 2001.
- [21] [Kendall](#) E. A., [Malkoun](#) M. T., [Jiang](#) C. H. A methodology for developing agent based systems for enterprise integration// IFIP Working Conference of TC5 Special Interest Group on Architectures for Enterprise Integration, Springer US, 1996. – P.333-344
- [22] Luo X., Zou M., Luo L. A modeling and verification method to multi-agent systems based on KQML// 2012 IEEE Symposium on Electrical & Electronics Engineering (EESYM), 24-27 June 2012. – P. 690 - 693
- [23] Liu D., Chen Y., Shen G., Fan Y. A Multi-Agent Based Approach for Modeling and Simulation of Bulk Power System Restoration// 2005 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2005. – P.1- 6
- [24] Свободная энциклопедия Википедия, режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82>
- [25] Образовательный проект Летописи, режим доступа: <http://letopisi.org/index.php/%D0%90%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82>
- [26] Lin H. Architectural Design of Multi-Agent Systems: Technologies and Techniques, University of Houston – Downtown, USA, New York, 2007. 417 p.

- [27] Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»
<http://www.intuit.ru/studies/courses/10618/1102/lecture/17397?page=2>
- [28] Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»
<http://www.intuit.ru/studies/courses/13833/1230/lecture/24081>
- [29] Uskenbayeva R.K., Kuandykov A.A., Cho Y.I., Kozhamzharova D.K., Kalpeyeva, Z.B., Models and methods of joint work management of group of unmanned vehicles, 13th International Conference on Control, Automation and Systems, 2013, Pages 552-555
- [30] Uskenbayeva R.K., Kuandykov A.A., Cho Y.I., Kozhamzharova D.K., Baimuratov O.A., Main principles of task distribution in multi-agent systems and defining basic parameters, 14th International Conference on Control, Automation and Systems, 2014, Pages 1471-1474
- [31] Куандыков А.А., Кожамжарова Д.Х., Каримжан Н.Б., Баймуратов О.А., Конструирование и анализ мобильного робота для мультиагентных систем, Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан, Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, ISSN 1991-3294, Vol. 1, No. 353(2015), с. 26 -34
- [32] Кожамжарова Динара Ханатовна, Анализ и описание модели мультиагентной системы, Теория и практика современной науки: материалы XVII Международной научно-практической конференции, г. Москва, 8–9 апреля 2015. С. 52-61

REFERENCES

- [1] Kuandykov A.A. The formalization of problem area, implementation and maintenance of and service of business-process by group of unmanned vehicles. *IJCTA 2013*. PP. 79-82.
- [2] Jennings N.R. and Bussmann S. Agent-Based Control Systems. *IEEE Control Systems Magazine*, Vol. 23(3), 2003. – P.61-74
- [3] Vidal J.M. Fundamentals of Multiagent Systems, March. 2010. - 155 p.
- [4] Amelin K.S., Antal E.I., Vasilyev V., Granichina N.O. Adaptive control of an autonomous group of unmanned aerial vehicles. Stochastic optimization in computer science. St. Petersburg State University, T.5., 2009. P.157-166.
- [5] Zöller A., Braubach L., Pokahr A., Rothlauf F., Paulussen T.O., Lamersdorf W., Heinzl A. Evaluation of a Multi-Agent System for Hospital Patient Scheduling. *International Transactions on Systems Science and Applications*, Vol. 1(4), 2006. P. 375-380
- [6] Hadzic M., Dillon D.S., Dillon T.S. Use and Modeling of Multi-agent Systems in Medicine. 2009. – P.303-307
- [7] Moreno A. Medical applications of Multi-Agent Systems. Computer Science & Mathematics Department, Universitat Rovira i Virgili, ETSE. Campus Sescelades. Av. dels Paisos Catalans, Spain, 2003. – P. 1-15
- [8] Gabel T., Riedmiller M. Scaling Adaptive Agent-Based Reactive Job-Shop Scheduling to Large-Scale Problems. *Proceedings of the 2007 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Scheduling (CI-Sched 2007)*, 2007. P. 259-266
- [9] Gabel T., Riedmiller M. Joint Equilibrium Policy Search for Multi-Agent Scheduling Problems, 2007. P.61-72
- [10] Alessandro Agnetis, Multi-agent scheduling problems, 2011. 100 p.
- [10] Weiss G. Multiagent Systems (A Modern Approach to Distributed Modern Approach to Artificial Intelligence). Massachusetts Institute of Technology. 1999.
- [11] Hussein A., Gervet C., Abdennadher S. Multi-agent Planning for the RoboCup Rescue Simulation - Applying Clustering into Task Allocation and Coordination, ICAART 2, SciTePress. 2012. – P. 339-342
- [12] Shoham Y., Leyton-Brown K. Multiagent Systems (Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations). Cambridge University Press, 2009. 585 p.
- [13] Alonso E., Kudenko D., Kazakov D. (Eds.). Adaptive Agents and Multi-Agent Systems: Adaptation and Multi-Agent Learning. Volume 2636 of Lecture Notes in Computer Science, Springer. 2003.
- [14] Solodukha T.V. Multi-agent systems in economy//Proceedings of the IV International scientific-practical conference "Modern information technology and IT Education" - Moscow, 14-16 December 2009.
- [15] Granichina N. O. Multiagent system for distribution of orders Management of big systems. Special release 30.1 "Network models in management". 2010. Page 549-566.
- [16] Cho Y.I., Uskenbayeva R.K., Kuandykov A.A., Kozhamzharova D.K., Baimuratov O.A. The intelligent modeling of unmanned vehicles for solving the tasks of risk management in the business processes. *International Symposium on Artificial Life and Robotics*, AROB 19th, B-Con PLAZA, Beppu, JAPAN, January 22-24, 2014. – P.553-559
- [17] Skobelev P. O. Open multiagent systems for expeditious information processing in decision-making processes, *Avtometriya*. 2002. No. 6. Page 45-61.
- [18] Tarasov V. B. Agents, mnogoagentny systems, virtual communities: the strategic direction in informatics and artificial intelligence, *News of artificial intelligence*. 1998. No. 2. Page 5-63.
- [19] Amelin K.S., Amelina N. O., Granichina N. O., Koryavko A.V. Application of algorithm of local vote for reaching consensus in the decentralized network of intellectual agents, *Neyrokomp'yutera: Development, Application*, 2012, No. 11, S. 39-47.
- [20] Lerman K., Galstyan A. A General Methodology for Mathematical Analysis of Multi-Agent Systems, 2001.
- [21] Kendall E. A., Malkoun M. T., Jiang C. H. A methodology for developing agent based systems for enterprise integration. *IFIP Working Conference of TC5 Special Interest Group on Architectures for Enterprise Integration*, Springer US, 1996. – P.333-344
- [22] Luo X., Zou M., Luo L. A modeling and verification method to multi-agent systems based on KQML. 2012 IEEE Symposium on Electrical & Electronics Engineering (EESYM), 24-27 June 2012. P. 690 - 693

- [23] Liu D., Chen Y., Shen G., Fan Y. A Multi-Agent Based Approach for Modeling and Simulation of Bulk Power System Restoration. 2005 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, 2005. – P.1- 6
- [24] Free encyclopedia Wikipedia, access mode: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82>
- [25] Educational drafts of the Chronicle, access mode: <http://letopisi.org/index.php/%D0%90%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82>
- [26] Lin H. Architectural Design of Multi-Agent Systems: Technologies and Techniques, University of Houston – Downtown, USA, New York, 2007. 417 p.
- [27] National Open University "INTUIT" <http://www.intuit.ru/studies/courses/10618/1102/lecture/17397?page=2>
- [28] National Open University "INTUIT" <http://www.intuit.ru/studies/courses/13833/1230/lecture/24081>
- [29] Uskenbayeva R.K., Kuandykov A.A., Cho Y.I., Kozhamzharova D.K., Kalpeyeva, Z.B., Models and methods of joint work management of group of unmanned vehicles, 13th International Conference on Control, Automation and Systems, 2013, Pages 552-555
- [30] Uskenbayeva R.K., Kuandykov A.A., Cho Y.I., Kozhamzharova D.K., Baimuratov O.A., Main principles of task distribution in multi-agent systems and defining basic parameters, 14th International Conference on Control, Automation and Systems, 2014, Pages 1471-1474
- [31] Kuandykov A.A., Kozhamzharova D.K., Karimzhan N.B., Baimuratov O.A., Design and analysis of mobile robot for multi-agent systems, Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, ISSN 1991-3294, Vol. 1, No. 353(2015). Pages 26 -34
- [32] Kozhamzharova D.K., Analysis and description of the model of MAS, Theory and practice of modern science: Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference, Moscow, April 8-9, 2015. Pages 52-61

Берілген аймақта агентті ұйымдастыру және басқаруға арналған маж моделін талдау және сипаттау

Д.Х. Қожамжарова

kozhamzharova_d@kazntu.kz

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Университет, Алматы қаласы

Кілттік сөздер: мультиагенттік жүйелер, ұшақсыз аппараттар, модельдеу, агенттік әдіс.

Түйндеме. Кейінгі он жыл ішінде, агенттер мен агент топтарының өзара жұмысын ұйымдастыру кезінде шешім қабылдау процесстерінде ақпаратты жылдам өңдеуге байланысты мәселерді шешуде жаңа әдістер мен амалдарды таба алатын, мультиагенттік жүйелердің дамуы қарқынды жүруде.

Бұрын жасалынған мультиагенттік жүйелерді (МАЖ) талдаудың арқасында, агенттер арасында тапсырмаларды бөлу және есептеу блоктары арасындағы жүйенің жұмыс істеу қабілетін сақтап, МАЖ-ға қойылған тапсырмаларды толығымен орындауға мүмкіндік алуға қажетті ресурстік қорларды бөлу кезіндегі негізгі артықшылықтар мен кемшіліктері анықталды.

Мақалада агенттік әдіске негізделген модель ұсынылған, ол қорларды оңтайлы тарату немесе оңтайлы басқаруға байланысты мәселелерді шешуге арналған агент-бағытталған модель болып табылады.

Сведения об авторе

№	ФИО	Уч. степень и звание	Адрес	Место работы	Тел., факс, e-mail и роспись
1	Кожамжарова Динара Ханатовна	PhD докторант 3 курса	ул. Сатпаева 22, Алматы, 050013	Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева	+7 702 887 00 55, dinara887@gmail.com kozhamzharova_d@kazntu.kz

Поступила 17.04.2015 г.