

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Карпова Валерия Эдуардовича «Методы группового управления искусственными агентами на основе биологически инспирированных моделей поведения», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Диссертационная работа В.Э. Карпова посвящена разработке на основе биологически инспирированного подхода методологического базиса и моделей для организации управления группами искусственных автономных агентов (роботов).

Современное состояние исследований в данной области показывает, что отсутствует общепринятый подход, направленный на решение проблемы децентрализованного управления группой автономных агентов. Существующие методы, модели и алгоритмы позволяют решать отдельные задачи; они основаны на разных принципах, что делает затруднительным их комбинирование и масштабирование решений. Таким образом, **актуальность** темы диссертации не вызывает сомнений.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что автором создан новый подход к организации группового управления, обеспечивающего формирование и устойчивое функционирование социоподобных сообществ искусственных агентов на основе разработанных биологически инспирированных моделей, методов и алгоритмов организации внутригруппового взаимодействия. **Практическая значимость** диссертации заключается в расширении функциональных и адаптивных возможностей и областей применения групп искусственных агентов (роботов) при решении сложных задач в недетерминированных динамических средах.

Обоснованность основных положений и выводов подтверждается проведенными вычислительными экспериментами, реализацией разработанных моделей и механизмов на реальных робототехнических

системах, а также применением результатов исследований для решения конкретных практических задач.

Диссертация В.Э. Карпова объемом 312 страниц состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 291 источника.

Введение соответствует традиционной для диссертаций схеме и содержит обоснование актуальности работы, формулировки цели и задач исследования, описание основных научных результатов, теоретической и практической значимости работы, а также перечень положений, которые выносятся на защиту.

Первая глава конкретизирует общую постановку задачи и обосновывает использование биологически инспирированных моделей поведения в качестве методологической основы функционирования групп автономных искусственных агентов. При таком подходе группа агентов (роботов) может рассматриваться как социоподобное сообщество, а множество решений частных задач может быть сведено к обобщенной задаче устойчивого функционирования группы. В этой главе автор выявляет виды и типы социального поведения в природе, определяет множество моделей и механизмов, лежащих в основе такого поведения.

Во второй главе автор сосредотачивается на внутренней организации искусственного агента – анимата, действующего в виртуальной или реальной среде и имитирующего поведение живого организма. Разработана обобщенная многоуровневая архитектура системы управления искусственного агента, способного участвовать в социоподобном взаимодействии. Нижний, эффекторный уровень этой системы реализован с помощью конечных автоматов, за уровень поведения отвечают мета-автоматы, на регуляторном уровне действует эмоционально-потребностная схема; когнитивный уровень реализован семиотическими моделями, включающими понятия картины мира и субъективного Я.

В третьей главе автор рассматривает вопросы взаимодействия между членами группы агентов как основного средства совместного решения задач.

Вводится понятие статического роя, образованного сетью агентов, каждый из которых может взаимодействовать только со своими соседями. Показана необходимость выделения в статическом рое лидера, что обеспечивает переход от роя (однородной совокупности агентов) к группе, согласованно решающей сложные задачи. Приведены методы выбора лидера, показана сходимость процедуры голосования за лидера, рассмотрена задача дифференциации функций в статическом рое, приведена процедура распределения ролей.

Часть 3-й главы посвящена вопросам языкового общения между агентами. В основе этого подхода лежит интерпретация знака, как триады “имя-денотат-сигнификат”, в терминах семантической сети системы управления. С помощью этого подхода автор реализовал, причем достаточно естественным образом, такие феномены социоподобного поведения, как контагиозное (заразное) и подражательное поведение. Добавление субъективного Я как явного компонента системы управления позволило также предложить модель социального обучения, которое является существенной частью социального взаимодействия в природе. Также в главе 3 были предложены способы индивидуального управления (манипулирования поведением анимата).

Четвертая глава посвящена применению разработанных методов, моделей и алгоритмов для решения задач из области управления группами автономных агентов (роботов). Автор формулирует обобщенную задачу поддержания территориального гомеостаза как постоянства состава группы и территории и показывает, что типовые задачи, такие как патрулирование, мониторинг, разведка и т.д. могут рассматриваться как частные проявления этой обобщенной задачи. Итогом четвертой главы является перечень взаимосвязанных поведенческих процедур и механизмов, образующий базис математического и алгоритмического обеспечения при создании групповых робототехнических комплексов.

В пятой главе описана реализация полученных результатов на уровне имитационных моделей и на реальной группировке автономных мобильных роботов. В ходе исследования автором была создана система имитационного моделирования KVORUM, предназначенная для проведения вычислительных экспериментов с группами агентов, способными к социоподобному взаимодействию. Система устроена таким образом, что может управлять и виртуальными агентами, и реальными техническими устройствами, что позволило проверять созданные модели и алгоритмы сначала на уровне имитационного моделирования, а затем – на группе мобильных роботов серии YARP. Максимальная численность группировки достигала 20 экземпляров.

Заключение обобщает полученные в диссертации результаты и содержит предложения по дальнейшему развитию данного направления.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 47 работах, включая одну монографию, 11 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 13 работ в изданиях, индексируемых в базах данных WoS / Scopus, что соответствует требованиям п. 13 «Положения о присуждении ученых степеней», постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Оформление диссертационной работы удовлетворяет требованиям ВАК РФ, язык и стиль изложения соответствует стилистике научной работы. Автореферат хорошо отражает основное содержание и главные положения диссертационного исследования.

Вместе с тем можно отметить следующие **недостатки** работы:

- 1) Недостаточно чётко изложена схема функционирования служебных нейронов для «эмоциональных» роботов в главе 2.
- 2) Не акцентировано внимание на возможности самостоятельного формирования новых целей текущего поведения автономными агентами. На такую возможность указывают работы биологов. Например, при движении рыб, осваивающих водный лабиринт,

после получения чётких знаний об определённом участке лабиринта рыбы сами могут ставить себе новую цель: переместиться на новый, не изученный ещё участок лабиринта.

- 3) Не рассмотрены интересные особенности передачи информации между муравьями-разведчиками и муравьями-фуражирами, исследованные Ж.И. Резниковой и Б.Я. Рябко [Природа, 1988, №6]. В работах этих авторов передача информации муравьями исследовалась как с биологической, так и с математической точек зрения. Муравьи-разведчики находили пищу в лабиринтах разной сложности, а потом путём взаимного касания антеннами-усиками передавали информацию о пути к пище муравьям-фуражирам. Зная сложность лабиринта и время передачи информации, авторы показали, что скорость исследованной передачи информации равна примерно 1 бит в минуту. Причём, если путь к пище был простым, то время передачи сокращалось, это интерпретировалось, как «кодирование» информации по К. Шеннону и по А.Н. Колмогорову.

Перечисленные недостатки не снижают научную ценность диссертационной работы и ее положительную оценку.

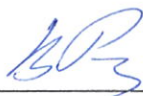
В рамках диссертационного исследования В.Э. Карпов впервые предложил систематизированный подход к управлению группами автономных агентов, что позволяет квалифицировать его результаты как новое научное направление – использование парадигмы моделей социоподобного поведения для обеспечения коллективного решения комплексных задач группами автономных агентов.

Диссертационная работа Карпова Валерия Эдуардовича «Методы группового управления искусственными агентами на основе биологически инспирированных моделей поведения» соответствует паспорту специальности 2.3.1, а также требованиям действующего «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на

соискание ученой степени доктора наук, а Карпов Валерий Эдуардович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» (технические науки).

Официальный оппонент:

д.ф.-м.н, с.н.с.



В.Г. Редько

дата: 06.03.2023

Почтовый адрес:

117218, Москва, Нахимовский проспект 36, к.1, Федеральный научный центр
НИИ системных исследований РАН

Телефон: +7-499-124-80-42

Организация – место работы: Федеральное государственное учреждение
"Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт
системных исследований Российской академии наук" (ФГУ ФНЦ НИИСИ
РАН)

Должность: главный научный сотрудник Центра оптико-нейронных
технологий

Адрес электронной почты: vgredko@gmail.com

Веб-сайт: <https://www.niisi.ru/>

Подпись руки В.Г. Редько заверяю
Начальник отдела кадров Анна Александровна

