



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Профсоюзная ул., д. 65, Москва, ГСП-7, 117997
Тел. (495)334 89 10. Факс (495)334 93 40
E-mail: dan@ipu.ru; http://www.ipu.ru
ОКПО 00229530, ОГРН 1037739269590
ИНН/КПП 7728013512/772801001

19.06 2019 г. № 46-РП/1161

На № _____ от _____



«УТВЕРЖДАЮ»

директор ИПУ РАН,

доктор технических наук, профессор,

член-корреспондент РАН

Д.А. Новиков

«19» июня 2019 г.

О Т З Ы В

ведущей организации

на диссертацию Кузнецова Александра Владимировича

«Модели движения, взаимодействия и сети связи мобильных агентов в иерархических системах на основе клеточных автоматов», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации»

Актуальность темы исследования

Управление движением агентов (достижение цели, избежание столкновений, обход препятствий, сохранение формации и т. д.) является одним из направлений группового управления, активно развивается с начала 2000-х гг. и включает в себя две обширные области – аналитические и имитационные (агентные) модели. В каждой из этих областей опубликованы тысячи статей и десятки обзоров. Отдельный аспект – выбор набора мероприятий по «физическим» мерам воздействия на толпу (в целях предотвращения давки, массовых беспорядков и т. д.) – также составляет предмет многочисленных исследований. Диссертация Кузнецова А.В. относится, главным образом, к исследованиям в области агентных моделей.

Диссертационная работа выполнена в рамках одного из основных научных направлений Воронежского государственного университета

«Математическое моделирование, программное и информационное обеспечение, методы вычислительной и прикладной математики и их применение к фундаментальным исследованиям в естественных науках».

Структура диссертации

Представленная на отзыв диссертация «Модели движения, взаимодействия и сети связи мобильных агентов в иерархических системах на основе клеточных автоматов» имеет общий объем в 268 страниц, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 157 наименований научных трудов на русском и иностранных языках. Диссертация содержит 65 иллюстрацию и 7 таблиц.

Научная новизна полученных результатов, выводов и рекомендаций

В работе получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

1) Для формализованного описания среды впервые введено понятие ландшафта и его компонентов как множества классов клеток клеточного автомата с определенным набором свойств, предложены методы генерации случайных ландшафтов с заданными характеристиками.

2) Предложена клеточно-автоматная модель движения мобильных агентов, в которой среда описана с помощью понятия ландшафта, позволяющая разрабатывать алгоритмы поведения агентов в динамической среде с препятствиями.

3) Разработан метод формализованного описания группового движения и конфликта системы агентов, соединенной с моделью системы связи.

4) Получены некоторые зависимости характеристик движения агентов и ландшафтных метрик, предложена методика проведения экспериментов, позволяющих описывать закономерности движения агентов.

5) Предложена оригинальная непрерывная нелинейная модель движения агента по пересеченной местности в виде задачи оптимального управления с нелинейными дифференциальными ограничениями. Данная модель отличается от известных тем, что не требует гладкости траекторий агента и функции, описывающей распределение препятствий по ландшафту. Показано, что непрерывная нелинейная модель движения агента является предельным случаем дискретной модели.

6) Предложен метод самоорганизации системы мобильных агентов, располагающих набором каналов связи, на основе обмена маячками и

поочередного сканирования каналов в несколько сетей связи. Показано, что самоорганизация описывается моделью сегрегации Шеллинга типа II.

7) Разработана структура программного комплекса «Психоход» предназначенного для моделирования и анализа многоагентной системы.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Обоснованность авторского подхода к разработке и исследованию различных методов моделирования движения, взаимодействия и сети связи мобильных агентов в иерархических системах базируется на всестороннем анализе существующих результатов в данной области, логичности проводимых теоретических рассуждений. Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается корректным использованием математического аппарата, полным соответствием теоретических положений и результатов вычислительного эксперимента.

Значимость результатов исследования для науки и практики

Значимость полученных в диссертации результатов для науки заключается в следующих положениях:

- 1) совокупность методов построения и тестирования алгоритмов группового движения агентов с использованием наборов случайных ландшафтов с фиксированными характеристиками;
- 2) метод формального описания группового движения и конфликта агентов по пересеченной местности, по которой случайным образом разбросаны препятствия разной проходимости, основанный на клеточном автомате;
- 3) теорема о том, что кратчайший по времени путь агента в виде ломаной, полученный с помощью клеточного автомата, является приближенным решением непрерывной оптимизационной задачи поиска кратчайшего по времени пути в области, в каждой точке которой задано ограничение на максимальный модуль скорости агента;
- 4) оценка точности приближения пути агента, зависящая от ширины клетки;
- 5) клеточный автомат, моделирующий сеть связи движущихся по местности с препятствиями иерархически организованных агентов;
- 6) алгоритм автоматической организации сетей связи;

7) программная среда «Психоход», в которой были произведены все исследования диссертации.

Таким образом, полученные Кузнецовым А.В. результаты расширяют класс методов для анализа и конструирования многоагентных систем.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в реализации программного комплекса, который позволяет проверять эффективность алгоритмов группового движения агентов, а также в разработке алгоритмов автоматической настройки сетей связи.

Реализация результатов работы и рекомендации по их использованию

Результаты диссертации могут использоваться для системного анализа проведения и планирования локальных военных операций, при разработке систем когнитивного радио, для проведения вычислительного эксперимента для задач управления строем роботов или беспилотных летательных аппаратов и отработки алгоритмов управления такими объектами; для моделирования телекоммуникационного трафика в небольших сетях подвижных агентов, движущихся по местности, на которой имеется большое количество препятствий, затрудняющих связь.

Теоретические и практические результаты диссертационного исследования в форме моделей, методов и программ используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» при выполнении выпускных квалификационных работ и чтении спецкурсов.

Результаты диссертационной работы Кузнецова А.В. целесообразно использовать в высших учебных заведениях, реализующих учебные программы в области разработки и исследования многоагентных систем и искусственного интеллекта.

Замечания

- 1) В работе используются два наименования клеточного автомата: «клеточный автомат» и старое название «однородная структура». Следовало бы оставить один вариант, желательно — более современный.
- 2) На С. 185 сравниваются результаты вычислительного эксперимента с результатами решениями динамической системы Шеллинга. В некоторых случаях наблюдается довольно точное соответствие, в других соответствия совсем нет. Представляется, что автор мог бы добиться совпадения решения аналитической модели и экспериментальных данных лучшим подбором коэффициентов аналитической модели, но почему-то не сделал этого.
- 3) Автор уделяет достаточно много времени групповому

организованному движению агентов, что, несомненно, имеет значение при моделировании нормального течения боевых действий и других упоминаемых им процессов. Однако в реальности может наблюдаться пороговое поведение агентов, например, бегство всех агентов при бегстве их значительной части. Хотя предлагаемые автором инструменты позволяют моделировать такое поведение, автор не уделяет этому почти никакого внимания.

- 4) Хотя в разделе 4.4.4 и описываются аналитические модели поиска оптимальных путей группой агентов, но не сделано никаких попыток найти для них решение даже в случае двух агентов и сравнить эти решения с траекториями, генерируемыми клеточным автоматом.

Перечисленные замечания в целом не снижают научной и практической значимости диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Кузнецова А.В. «Модели движения, взаимодействия и сети связи мобильных агентов в иерархических системах на основе клеточных автоматов» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи повышения обоснованности диагностических решений на основе обработки информации различных типов. Предложенные подходы актуальны для моделирования систем управления, прогнозирования, принятия решений в условиях неопределенности и использования приближенной исходной информации.

Научные результаты диссертации опубликованы в 19 печатных работах в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, среди которых имеется 6 работ, индексируемых в базах данных Web of Science: Core Collection, 1 работа, индексируемая в базе данных Scopus, 2 работы, индексируемые в базах данных MathSciNet, zbMath. Из перечисленных статей - 13 без соавторов. 10 работ опубликованы в иных журналах, которые входят в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки России. Также результаты опубликованы в 13 докладах на международных конференциях. Получено два патента на изделия, реализующие алгоритмы, два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к докторским диссертациям. Результаты работы соответствуют целям и задачам исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы и достоверны. Автореферат

правильно отражает содержание диссертации. Основные научные результаты достаточно полно отражены в публикациях, в т. ч. из перечня ВАК.

Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 и Паспорту специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» (п. 2 «Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации», п. 3 «Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации», п. 5 «Разработка специального математического и программного обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации», п. 11 «Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности сложных систем», п. 12 «Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации»), соискатель Кузнецов А.В. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации».

Отзыв рассмотрен и утверждён на расширенном научном семинаре лаборатории №57 «Активных систем» ИПУ РАН,
протокол № 1 от 19 июня 2019 г.

Заведующий лабораторией №57 «Активных систем»
ИПУ РАН,
д.т.н., профессор



Бурков Владимир Николаевич

Адрес: Россия, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65
Телефон: +7 495 334-89-10,
Email: dan@ipu.ru



Буркова В.И.
ЗАВЕРЯЮ
ПЕР
И.И. ИИ