

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.224.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ»
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета 24.1.224.03 от 21.12.2023, № 5

О присуждении Андрейчуку Антону Андреевичу, гражданину Республики Беларусь, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Методы конфликтно-ориентированного поиска для планирования совокупности безопасных траекторий мобильных агентов с учётом возможности совершения действий произвольной продолжительности» по специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика» принята к защите 19 октября 2023 г., протокол № 4, диссертационным советом 24.1.224.03 на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской Академии Наук» (ФИЦ ИУ РАН), 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44/2, созданным на основании приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1732/нк от 13.12.2022.

Соискатель Андрейчук Антон Андреевич, дата рождения 1 ноября 1993 года, в 2017 году окончил с отличием ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (РУДН) по направлению 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». В 2021 году окончил очную аспирантуру РУДН по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», соответствующему научной специальности 1.2.3. «Теоретическая информатика, кибернетика», по которой подготовлена диссертация. В настоящее время работает в автономной некоммерческой организации «Институт искусственного интеллекта» в должности научного сотрудника.

Диссертация выполнена на кафедре информационных технологий факультета физико-математических и естественных наук РУДН.

Научный руководитель – Яковлев Константин Сергеевич, к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник отдела № 71 Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Жилякова Людмила Юрьевна, д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Лаборатории № 11 ФГБУН Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН;

Скороходов Владимир Александрович, д.ф.-м.н., доцент, профессор Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» в своем **положительном** отзыве, подписанном Карповым Валерием Эдуардовичем, доктором технических наук, доцентом, начальником лаборатории робототехники КК НБИКС-ПТ, указала, что диссертация Андрейчука А.А. посвящена исследованию и разработке методов и алгоритмов, позволяющих решать задачу многоагентного планирования с возможностью осуществления действий произвольной продолжительности. Предлагаемые в работе алгоритмы могут находить как гарантированно оптимальные решения, так и обладающие ограниченной субоптимальностью. В отзыве ведущей организации сформулирован ряд замечаний, которые носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки диссертации. Отмечено, что диссертация полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 - «Теоретическая информатика, кибернетика», а её автор, Андрейчук А.А., заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по данной специальности.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 8 печатных работах, 2 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 1 в зарубежном

журнале и 4 в сборниках трудов международных конференций, индексируемых МБЦ Scopus. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Andreychuk A., Yakovlev K., Surynek P., Atzmon D., and Stern R. Multi-agent pathfinding with continuous time // Artificial Intelligence, 2022, V. 305, P. 103662. (**Scopus Q1**)
2. Andreychuk A., Yakovlev K., Boyarski E., and Stern R. Improving continuous-time conflict based search // Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2021, Vol. 35, No. 13, pp. 11220-11227. (**Scopus**)
3. Andreychuk A., Yakovlev K., Boyarski E., and Stern R. Improving continuous-time conflict based search // Proceedings of The 14th International Symposium on Combinatorial Search, SoCS 2021, 2021, pp. 145-146. (**Scopus**)
4. Andreychuk A. Multi-agent path finding with kinematic constraints via conflict based search // Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer, Cham, 2020, pp. 29-45. (**Scopus**)
5. Andreychuk A., Yakovlev K., Atzmon D., and Stern R. Multi-agent pathfinding with continuous time // Proceedings of the 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 2019, pp. 39-45. (**Scopus**)
6. Андрейчук А. А. Эффективный поиск ограниченно-субоптимальных решений задачи многоагентного планирования // Искусственный интеллект и принятие решений, 2022, № 1, С. 57–70. (журнал **ВАК**)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Магида Евгения Аркадьевича, PhD, доцента, профессора кафедры «Интеллектуальная робототехника» Института информационных технологий и интеллектуальных систем Казанского (Приволжского) федерального университета. Отзыв положительный. В качестве замечаний отмечено отсутствие в автореферате описания «списка OPEN» и рисунка 5.1 из основного текста диссертации, которые улучшили бы восприятие описания экспериментальной части в автореферате, а также необоснованность выбора ограничения на время работы алгоритма. Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.
2. Савельева Антона Игоревича, к.т.н., старшего научного сотрудника лаборатории автономных робототехнических систем Санкт-Петербургского

института информатики и автоматизации Российской академии наук Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН). Отзыв положительный. В качестве замечаний к автореферату отмечено отсутствие иллюстраций с примерами решаемой задачи, а также описания отличий между предлагаемым алгоритмом CSIPP и ранее известным алгоритмом SIPP. Указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы.

3. Деркача Дениса Александровича, PhD, директора по прикладным исследованиям и разработкам Института искусственного интеллекта и цифровых наук ФКН НИУ ВШЭ. Отзыв положительный. Отзыв содержит ряд замечаний к автореферату, в частности, отсутствие иллюстраций с примерами решаемой задачи, отсутствие в автореферате результатов экспериментальных исследований субоптимальных версий разработанного алгоритма, отсутствие в заключении направлений дальнейших исследований. Замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они являются известными специалистами в области теории графов, ресурсных сетей, робототехники, методов маршрутизации, имеют публикации в авторитетных рецензируемых журналах и способны определить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан алгоритм планирования совокупности неконфликтных траекторий с учётом возможности совершения действий произвольной продолжительности, гарантирующий нахождение оптимального по стоимости решения;

исследованы теоретические свойства разработанного алгоритма, в частности, **доказана** теорема о том, что отыскиваемые алгоритмом решения являются оптимальными по стоимости;

разработаны модификации алгоритма, позволяющие повысить его вычислительную эффективность и при этом сохранить теоретические гарантии нахождения оптимальных решений;

разработаны субоптимальные модификации алгоритма, позволяющие повысить его вычислительную эффективность и при этом гарантировать, что отыскиваемые решения являются ограниченно субоптимальными;

исследованы и доказаны теоретические свойства разработанных модификаций, в частности, приведены доказательства того, что отыскиваемые решения являются оптимальными/ограниченно субоптимальными по стоимости;

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что поиск оптимальных решений задачи многоагентного планирования относится к классу NP-трудных задач. В работе впервые предложен алгоритм, который позволяет оперировать действиями произвольной продолжительности и при этом гарантирует, что найденные решения являются оптимальными. Возможность осуществления действий произвольной продолжительности позволяет повышать качество отыскиваемых решений, а свойство оптимальности гарантирует, что найденные решения не могут быть улучшены (при тех же ограничениях и допущениях).

Практическая значимость исследования заключается в возможности расширить область применения алгоритмов многоагентного планирования в реальных практических задачах за счёт того, что предлагаемый алгоритм не имеет допущения о том, что время является дискретным и все агенты действуют синхронно, выполняя за каждый такт времени одно действие. Предлагаемый алгоритм может быть адаптирован к иным постановкам задачи с более сложными моделями движений агентов. Так, в работе показано, что предлагаемый подход может применяться для задач, в которых требуется учитывать ориентацию агента и время, затрачиваемое на её смену.

Оценка достоверности результатов. Достоверность теоретических результатов обоснована приведенными доказательствами и дополнительно подтверждена результатами численных экспериментов. Достоверность полученных результатов также обусловлена их апробацией на семинарах и ведущих международных конференциях по тематике исследования.

Личный вклад. Все основные результаты по теме диссертации, включающие разработанные алгоритмы, доказательства теорем об их теоретических свойствах, программная реализация разработанных алгоритмов и выполнение модельных экспериментальных исследований, получены автором

самостоятельно. Подготовка коллективных публикаций проводилась совместно с соавторами, причём вклад диссертанта был определяющим.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания:

При анализе теоретических свойств не были проведены оценки, связанные с теоретической сложностью разработанного алгоритма.

В работе отсутствует анализ возможности применения предлагаемого алгоритма в задачах, в которых цели агентов неизвестны заранее, а добавляются в процессе функционирования системы, для которой осуществляется планирование.

Рассматриваемая в работе модель движения агентов упрощена и не учитывает ограничения реальных робототехнических систем, таких как необходимость затрачивать время на ускорение и торможение, неточность управления и локализации и т.д.

Соискатель Андрейчук А.А. ответил на заданные вопросы и согласился с замечаниями, указанными ему в ходе заседания.

На заседании 21 декабря 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Андрейчуку Антону Андреевичу учёную степень кандидата физико-математических наук за существенный вклад в области развития методов решения задач многоагентного планирования.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 5 докторов наук по специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика», участвовавших в заседании, из 29 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 21, против – 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета 24.1.224.03
д.ф.-м.н.

Учёный секретарь
диссертационного совета 24.1.224.03
к.т.н.

21 декабря 2023 г.



Воронцов К.В.

Рейер И.А.