

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Гильмутдинова Марата Равилевича

на диссертационную работу Швеца Евгения Александровича: «Разработка моделей картирования и патрулирования коллективом беспилотных наземных роботов, использующих техническое зрение и эхолокацию», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

На отзыв представлены диссертация, автореферат диссертации и копии основных работ соискателя, опубликованных по теме диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы из 143 наименований и приложения, содержащего копии справок о внедрении. Работа изложена на 137 стр. основного машинописного текста. Автореферат диссертации изложен на 19 страницах, включая список основных публикаций по теме из 5 наименований. В результате ознакомления с представленными материалами установлено следующее.

Актуальность темы и содержания диссертации

Востребованность задач, решаемых в современном мире средствами робототехники, является очевидной. К таким задачам относятся разработка индустриальных робототехнических систем, создание беспилотных транспортных средств для работы в различных средах и т.д. Одним из вызовов, который стоит перед разработчиками робототехнических средств, является организация взаимодействия роботов, действующих в единой группе. Подобные системы с кооперацией роботов вызывают особый интерес, так как они позволяют без вмешательства со стороны человека выполнять такие функции, как совместное патрулирование, обследование территории и картирование местности. Более того, подобные системы способны действовать в автоматическом режиме в недоступных или опасных для человека местах, осуществляя анализ зон техногенных катастроф, военных действий или, например, обследование систем трубопроводов.

Повышенный интерес к вопросу разработки систем коллективного поведения обуславливает высокие темпы создания различных решений в этой области. Подобные решения можно разделить на несколько категорий: структурные – разработка оптимальной структуры коллектива роботов, отличающихся своим функционалом для достижения какой-либо цели, архитектурные – разработка операционной системы для использования в создании конкретных робототехнических решений, технические – разработка математической и алгоритмической базы.

Вопрос создания протоколов обмена информацией между агентами в коллективе роботов также активно прорабатывается и стандартизуется. Одной из известных проблем такого обмена является так называемая проблема “двойного учета”, связанная с тем, что если одна и та же информация может передаваться по разным маршрутам в самоорганизующейся сети, то вторая копия той же информации может быть воспринята получателем как новая, якобы подтверждающая предыдущую. Это создает необходимость построения архитектурного решения для хранения и обмена данными в коллективе роботов. Полученные во второй главе результаты могут лечь в основу различных робототехнических систем.

Один из вопросов, рассматриваемых в третьей главе, касается создания алгоритмов патрулирования известной территории группой беспилотных транспортных средств (агентов), действующих без централизованного управления. Важной особенностью данных систем является требование низкой прогнозируемости

поведения патрулирующих агентов и дублирования ими друг друга. Этот подход отличается от стандартных решений, когда зоны патрулирования жестко разделены между агентами, а движение в зоне происходит по заранее вычисленной траектории. Вопрос наделения патрулирующих агентов непредсказуемостью в поведении без ущерба для качества патрулирования в настоящее время является открытым.

Часто создание технической базы для разработки и апробации поведенческих алгоритмов для коллектива роботов является затратной с финансовой точки зрения проблемой. В результате возникает потребность в системах моделирования, имитирующих условия, в которых будут функционировать роботы. В настоящее время существует ряд систем, позволяющих моделировать робототехническую систему в деталях, задавая кинематическую модель движения и т.п. Тем не менее, подобные системы ограничены в задачах имитации коллективного моделирования, так как это не является их исходным предназначением. Таким образом, предложенная в диссертационной работе имитационная среда позволяет решить эту задачу и логически отделить процесс разработки стратегий коллективного поведения роботов.

В четвертой главе предлагается численный метод построения карты проходимости на основе измерений сонаров. Необходимо подчеркнуть, что использование сонаров в качестве источников информации является распространенным как в автомобильной промышленности, так и в робототехнике. В настоящее время интенсивно публикуются работы, где рассматриваются вопросы шумоподавления в показаниях сонаров. Внедрение технологий беспилотных транспортных средств предъявляет высокие требования к точности и стабильности работы подобных алгоритмов.

На основании вышеизложенного, тему работы следует считать **актуальной**.

Достоверность, обоснованность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность представленных в работе результатов исследований может быть подтверждена сопоставлением полученных результатов с результатами, представленными другими авторами. В данной работе получен ряд результатов, обладающих **научной новизной**. В частности:

- 1) предложена архитектура системы хранения и обмена данными с ограниченной памятью между патрулирующими роботами;
- 2) создана новая система имитационного моделирования, позволяющая проанализировать различные сценарии патрулирования заранее заданной территории для разного количества патрулирующих роботов;
- 3) с использованием реализованной системы имитационного моделирования разработан алгоритм совместного патрулирования группой роботов на открытой местности, обеспечивающий нерегулярное поведение роботов при отсутствии централизованного управления;
- 4) разработан новый численный метод построения карты проходимости с использованием показаний сонаров, превосходящий существующие по чувствительности к проходам и не уступающий им по точности.

Практическая ценность и реализация результатов работы

Одним из результатов диссертационной работы является комплекс программ (среда имитационного моделирования), который позволит упростить процесс

разработки элементов робототехнических систем. С помощью данного комплекса можно определить необходимое количество роботов для осуществления коллективного патрулирования на заранее определенной территории. Данная система позволяет проанализировать различные сценарии поведения роботов при совместном функционировании, а также моделировать различные ситуации, с целью изучения возможностей повреждения механических установок.

Предложенная архитектура системы хранения и обмена данными в коллективе роботов в дальнейшем может быть использована при реализации решения для разработки систем коллективного поведения. Повышенный спрос на такие системы сейчас наблюдается в области безопасности и военной промышленности. В частности данная архитектура может лечь в основу систем картирования местности, позволяя оптимизировать количество используемой памяти на поддержание протокола обмена информацией и увеличивая тем самым потенциальный размер исследуемой территории.

Результаты диссертационной работы имеют внедрение и используются в ООО «Визиллект Сервис» и ФГБУН Институт проблем передачи информации им. А.А.Харкевича РАН, что подтверждается соответствующими актом и справкой.

О полноте публикаций по теме диссертации

Автором опубликовано 5 работ, 4 из которых в рецензируемых журналах, 2 из которых рекомендованы ВАК, 2 — в трудах конференций, индексируемых Web of Science. В публикациях отражены все выносимые на защиту результаты, полученные в диссертационной работе Швеца Е.А.

Замечания по диссертации и автореферату

1. В работе не представлены количественные критерии оценки эффективности выполняемого картирования. В ряде случаев упоминается процесс сверки с так называемой «априорной картой». Однако данный подход неприменим в случае картирования незнакомой заранее местности.
2. В подразделе 2.3.2 описан алгоритм так называемого «сжатия» размера хранилища локальных данных. Данный алгоритм является процедурой прореживания, т.е. исключения части информации из списка поз, руководствуясь некоторым критерием важности. В работе не проводится анализ влияния потерь информации при использовании процедуры «сжатия» на эффективность функционирования робота.
3. Для алгоритмов, представленных в главах 3 и 4, не приведены количественные оценки сложности.
4. Большое количество опечаток и грамматических ошибок.

Указанные замечания не снижают общего научного уровня выполненной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и отвечает требованиям ВАК к авторефератам диссертаций.

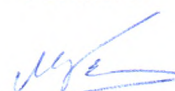
Диссертация Швеца Евгения Александровича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям п. 9

Положения о порядке присуждения ученых степеней и представляет собой целостную
завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. В
диссертации решается важная практическая задача создания математических моделей,
алгоритмов и программного обеспечения, используемых для повышения
эффективности сбора информации коллективом роботов с ограниченным объемом
памяти.

Автор, Швец Евгений Александрович, заслуживает присуждения ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент,
доцент кафедры инфокоммуникационных систем
Санкт-Петербургского государственного
университета аэрокосмического приборостроения
(институт информационных систем и защиты информации)
кандидат технических наук

Гильмутдинов Марат
Равилевич



01.12.2014

Подпись Гильмутдинова Марата Равилевича заверяю.



Почтовый адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая
Морская, 67, кафедра инфокоммуникационных систем (52)
Тел.: +7(911)960-00-77
Адрес электронной почты: mgilm@vu.spb.ru