

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Гриняка Виктора Михайловича «Разработка математических моделей обеспечения безопасности коллективного движения морских судов», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы исследования

Обеспечение навигационной безопасности движения судов является актуальнейшей проблемой эксплуатации водных транспортных путей. В зонах высокой интенсивности движения её решение возложено на береговые системы управления движением судов (СУДС). Их основной функцией является диспетчеризация движения в заданном районе.

Системы управления движением судов представляют собой очень сложные в техническом и организационном отношении предприятия. Их деятельность связана с решением целого ряда специфических задач. Однако функциональным ядром СУДС являются навигационные задачи, связанные с определением координат обслуживаемых объектов, анализом и планированием их траекторий, интерпретацией информации о движении объектов и выработкой управляющих решений.

Управление движением морских судов имеет свою специфику, состоящую в том, что вся ответственность за судно лежит на судоводителе. Оператор СУДС также несёт персональную ответственность за инциденты, произошедшие в его зоне контроля. Поэтому работа СУДС и собственно управление судном не могут быть полностью автоматизированными, а известные общие методы управления индивидуальным и коллективным движением объектов неприменимы в судоводительской практике. С другой стороны, постоянный рост трафика, размеров и скоростей судов повышает нагрузку на судоводителей и операторов СУДС, у них остается всё меньше времени для принятия решений, что является побудительным мотивом автоматизации контроля за движением судов с целью повышения безопасности движения. Таким образом, возникает необходимость обеспечения участия оператора в процессе контроля за движением одновременно с высокой степенью автоматизации этого процесса. Это требует разработки особых математических моделей и методов, реализуемых программной частью СУДС и обеспечивающих совместную работу операторов СУДС и автоматики.

В связи с этим, актуальность темы диссертационного исследования В.М. Гриняка, направленного на разработку новых модельных представлений, позволяющих обеспечить навигационную безопасность коллективного движения морских судов в условиях высокой интенсивности движения и предназначенных для реализации в береговых СУДС не вызывает сомнений.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертационной работе автором достаточно полно проведён обзор существующих подходов к решению проблемы обеспечения безопасности движения, осуществлён их критический анализ. В работе использованы научные публикации отечественных и зарубежных авторов по теме исследования, в том числе – от ведущих научных школ, что подтверждается ссылками по теме диссертации. Обоснована необходимость разработки новых моделей и методов, обеспечивающих эффективное наблюдение обслуживаемых объектов и идентификацию степени навигационной опасности при их коллективном движении, поддержку принятия решений операторами СУДС и судоводителями. Предложенные решения апробированы на данных реального трафика конкретных акваторий.

Полученные в диссертации научные результаты базируются на известных в теории автоматического управления закономерностях, опираются на методы статистически оптимального оценивания, методы вычислительной линейной алгебры, методы нейроинформатики, методы построения нечетких систем, кинематические модели движения.

Научные положения, выводы и рекомендации можно считать в достаточной степени обоснованными и достоверными.

Научная новизна работы

К числу основных научных результатов диссертационной работы В.М. Гриняка можно отнести следующие.

1. Предложен и исследован новый метод идентификации модели движения объекта на основе идей нечёткой логики, который позволяет осуществлять сопровождение траектории движения судна при движении в условиях интенсивного трафика.

2. Разработан класс новых математических моделей оценки возможности опасного сближения судов на основе многозначной логики, позволяющих разделять уровни опасности при сближении судов. Это даёт возможность упорядочить действия оператора СУДС и судоводителя в условиях высокой интенсивности движения.

3. Разработан новый метод представления (визуализации) информации об опасных и безопасных параметрах движения судна на основе многозначной логики. Метод обеспечивает оператору СУДС и судоводителю возможность принять наиболее подходящее для конкретной обстановки решение по изменению параметров движения судна.

4. Разработана новая модель задачи трёхкоординатного наблюдения движущегося объекта двухкоординатными измерителями; предложен метод априорной оценки разрешимости задачи в условиях конечной точности модельных представлений; разработаны и исследованы соответствующие методы распознавания воздушных объектов, движущихся над акваторией.

5. Предложен новый метод выделения на фоне среды первичного РЛС сигнала наблюдаемых объектов, основанный на адаптивном определении порога амплитуды и позволяющий информативно представлять радиолокационную информацию в условиях интенсивных динамических помех, создаваемых морским волнением и метеоусловиями.

6. Разработана новая имитационная модель траектории движения судна, основанная на общемеханических представлениях о движении объектов и учитывающая особенности исходных данных, предоставляемых спутниковыми навигационными системами. Модель обеспечивает возможность постановки экспериментов с использованием реальных данных о движении судов на конкретной акватории.

Работоспособность предложенных подходов иллюстрируют примеры численного моделирования характерных типичных навигационных ситуаций и, что особенно важно, примеры, полученные с использованием данных реального трафика конкретных акваторий. Это подтверждает достоверность полученных в диссертации научных результатов.

Практическая значимость и апробация работы

Практическая значимость диссертации определяется ориентацией на решение важной прикладной проблемы – обеспечение безопасности коллективного движения судов в условиях интенсивного трафика. Результаты исследования представляют интерес для профильных научно-исследовательских коллективов, предприятий, обеспечивающих разработку, сопровождение и эксплуатацию современных СУДС и для администраций морских портов. В настоящее время они используются Морским государственным университетом им. адм. Г.И. Невельского, г. Владивосток, в учебной и научной работе в области судовождения и эксплуатации водного транспорта, при планировании перспективных направлений работы учебно-методического центра конвенционной подготовки судоводителей и Дальневосточным федеральным университетом, г. Владивосток, в научно-исследовательской работе и в учебном процессе. Полученные автором патенты на изобретение (6 патентов) также подтверждают практическую ценность работы.

К сожалению, в диссертации и в автореферате нет документов, подтверждающих внедрение полученных результатов в реальных навигационных системах.

Выносимые на защиту положения полно представлены в 33 статьях, опубликованных в научных журналах из перечня ВАК. Основные научные результаты диссертации доложены и обсуждены на различных конференциях российского и международного уровня, т.е. прошли достаточную апробацию.

Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа общим объёмом 297 страниц состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 241 наименования и трёх приложений.

В первой главе приведён обзор известных подходов к решению задач обеспечения навигационной безопасности движения судов. Обсуждаются особенности судовождения в условиях коллективного движения, задачи, стоящие перед СУДС, структура их навигационных функций, некоторые научные и технические аспекты их функционирования. Отмечаются три категории методов обеспечения навигационной безопасности движения: методы оценки риска опасного сближения, методы предупреждения опасного сближения и методы планирования траектории безопасного движения судна. Итогом первой главы является формулировка целевой установки функционирования СУДС, состоящей в том, что первоочередная задача системы - предоставление оператору информации о навигационной обстановке таким образом, чтобы она способствовала принятию как можно меньшего числа ошибочных решений. Сформулирован перечень задач, рассматриваемых в последующих главах, решение которых определяет достижение поставленной цели.

Во второй главе работы рассматривается задача сопровождения траектории движения судна по данным РЛС кругового обзора. Предложен новый подход к реализации многомодельного сопровождения на основе оценки вектора состояния динамическим алгоритмом с различной степенью фильтрации (в данном случае – альфа-бета алгоритмом) в сочетании с нечётким обнаружителем манёвра. Это позволило построить алгоритм сопровождения траектории, способный устойчиво сопровождать маневрирующие объекты и не требующий априорного знания характеристик инструментальных погрешностей измерений.

В третьей главе работы рассмотрена задача оценки риска опасного сближения судов. В основе задачи лежат классические представления о зоне навигационной безопасности судна, называемой также «корабельный домен». Предложено несколько новых вариантов её модели с использованием дополнительного информативного признака - маневрирования судна. Это позволяет учитывать тип навигационной ситуации и выделять различные уровни опасности типа «очень опасная», «опасная», «почти безопасная», обеспечивая оценку возможности опасного сближения судов на основе многозначной логики как дискретного, так и непрерывного типа. Дискретное разделение уровней опасности при сближении судов основано на анализе характера движения судов, непрерывное - на доопределении дискретной модели лингвистическими переменными и системой нечётких правил. Приводятся результаты исследований свойств модели на реальных данных о движении судов по акватории, прилегающей к порту Владивосток.

Четвёртая глава посвящена исследованию задачи наблюдения воздушных объектов по данным измерений двухкоординатных РЛС кругового обзора. Дается подход к оценке разрешимости задачи в условиях конечной точности представления чисел в ЭВМ и инструментальных погрешностей измерений. Предлагается новая модельная интерпретация задачи в сферических (географических) координатах, позволяющая расширить границы множества значений отношения «высота/дальность», в которых гарантируется устойчивое решение. Рассматривается переход от оценки высоты объекта к оценке его высотного диапазона, что позволяет распознавать воздушные объекты и, тем самым, уменьшить частоту генерации ложных тревог в случае, когда воздушные объекты ошибочно принимаются за морские.

Пятая глава посвящена некоторым вопросам построения программных комплексов СУДС. Рассматриваются особенности архитектуры соответствующих программ с точки зрения взаимодействия подсистем. Предлагаются модели задач визуализации радиолокационных данных и данных об опасном сближении судов. Последняя основана на описанной в третьей главе модели многоуровневой оценки риска опасного сближения. Новые модели позволяют построить автоматизированное рабочее место оператора СУДС, позволяющее эффективно поддерживать принятие решений в условиях интенсивного трафика акватории.

В шестой главе описан инструментарий, разработанный для проведения научных исследований в области обеспечения безопасности движения судов. Созданный программный комплекс позволяет собирать, обрабатывать и хранить данные о движении судов на выбранной акватории. Дополняющая его модель интерполяции траектории движения судов позволяет моделировать траектории объектов, соответствующие тем или иным характерным навигационным ситуациям. Данные о трафике реальных акваторий (Владивосток, Находка), полученные с помощью этих инструментов, использованы автором в третьей и пятой главе диссертации.

Текст диссертации написан грамотным профессиональным языком, содержит логически связанный материал, опирающийся на фундаментальное знание, и дополняется большим числом иллюстративных примеров. Содержание диссертации свидетельствует о значительном личном вкладе автора в науку. В работе присутствуют оригинальные результаты одновременно из трех областей: математического моделирования, численных методов и комплексов программ. Таким образом, работа соответствует специальности 05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Заимствованного материала без указания авторов и ссылок на первоисточники не обнаружено. Автореферат достаточно полно отражает содержание и основные положения диссертации.

Замечания по диссертационной работе

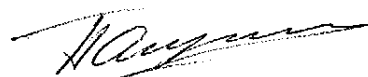
1. В работе широко используются системы нечёткой логики. При этом функции принадлежности термов лингвистических переменных определяются на различных универсальных множествах: функции (11) определены на отрезке $[0,3]$, функции (37) и (38) – на отрезке $[0,2]$ и т.д. При этом не обоснован выбор интервала универсального множества.
2. В работе присутствует много графического материала (что само по себе – положительно). Вместе с тем, в ряде случаев автор приводит излишне подробные описания результатов моделирования рассматриваемых задач (например, описание рис. 45, 52 и др.), что несколько затрудняет их восприятие.
3. При решении задачи сопровождения траектории делается выбор в пользу альфа-бета алгоритма. Однако, предложенный в работе подход - реализация нескольких таких алгоритмов и выбор наиболее подходящего из них с использованием системы нечеткой логики - может использовать и другие методы, например, упоминаемый в работе фильтр Калмана. Автор ничего не говорит о такой возможности.
4. В четвёртой главе работы рассматривается задача распознавания воздушных объектов двухкоординатными РЛС кругового обзора. Вызывает сомнение актуальность задачи для систем управления движением судов, которые в настоящее время используют АИС, позволяющую однозначно идентифицировать тип объекта.
5. В п. 3.3.1 автором упоминается понятие наблюдаемости, при этом отмечается, что проблема разрешимости задачи не ограничивается только понятием наблюдаемости. В разделе не отмечается, что конкретно имеется в виду под разрешимостью.
6. В диссертации и в автореферате одно и то же понятие «блок нечеткого вывода» называется системой, машиной Мамдами и других авторов. Следует отметить, что термин «машина» практически не применяется в западной литературе по нечеткой логике. В публикациях обычно используются термины: система, блок нечеткого вывода, алгоритм. Для более простых систем – импликация.
7. В диссертационной работе и в автореферате нет сведений по практическому использованию полученных автором результатов.

Отмеченные замечания на снижают общее положительное впечатление от диссертации и не уменьшают её научную ценность и практическую значимость.

Заключение

Представленная диссертация В.М. Гриняка является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, посвящённой решению крупной научной проблемы, обладающей признаками новизны, актуальности, практической значимости и вносящей значительный вклад в науку. Диссертация удовлетворяет требованиям положения ВАК РФ о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемым к квалификационным работам на соискание учёной степени доктора наук. Считаю, что автор диссертации, Гриняк Виктор Михайлович, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.18 - математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заведующий лабораторией
«Интеллектуальные системы управления и моделирования»
ФГБУН Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова
Российской академии наук
доктор технических наук, профессор
Пащенко Фёдор Фёдорович
117997, Россия, Москва, улица Профсоюзная, дом 65,
Институт проблем управления РАН.
Тел: +7 916 348 23 35
E-mail: feodor@ipu.ru


30.01.2017

