

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Чан В.Т. «Автономный контроль приемников спутниковых навигационных систем для повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

1. Структура и содержание диссертации

Диссертация выполнена на кафедре «Измерительно-вычислительные комплексы» Ульяновского государственного технического университета. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 134 наименований и 4 приложений. Общий объем работы – 178 страниц, в том числе – 143 страницы основного текста. В приложениях приведены алгоритм определения координат приемника спутниковых навигационных систем (СНС) в модели мобильного робота, результаты моделирования движения робота по различным траекториям, акт использования результатов работы и патент на полезную модель.

Структура диссертации традиционная: первая глава носит, в основном, обзорно-аналитический характер, в ней рассмотрен общий подход к решению поставленных задач; во второй главе разрабатывается математическая модель робота с системой управления; в третьей и четвертой главах рассмотрены и исследованы предложенные технические решения: алгоритм контроля приемника СНС и способ повышения информационной надежности системы управления мобильным роботом.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи работы, отражены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены положения, выносимые автором на защиту.

В первой главе на основе обзора и анализа основных методов и средств построения навигационных систем показаны преимущества использования

СНС для глобальной навигации наземных мобильных роботов. Описаны причины возникновения и виды ошибок и погрешностей в навигационных данных, возникающие преимущественно при нахождении мобильного робота с приемником СНС на поверхности земли. Выбран подход для определения достоверности навигационных данных – алгоритмы автономного контроля целостности данных в приемнике (RAIM, Receiver Autonomous Integrity Monitoring), рассмотрена общая схема реализации автономного контроля в системе управления наземным роботом. Рассмотрено понятие информационной надежности системы управления, показаны недостатки терминального управления наземными роботами при возникновении отказов навигационной системы.

Во второй главе описана математическая модель наземного робота с системой управления и приемником СНС. Модель разработана для исследования влияния информационных отказов приемника СНС на работу системы управления мобильным роботом, на параметры его движения и позволяет оценивать эффективность различных алгоритмов обнаружения нарушения целостности навигационных данных и способов повышения информационной надежности системы управления.

В третьей главе разработан алгоритм автономного контроля приемника СНС в системе управления наземным роботом. Алгоритм основан на методах обнаружения неисправностей на основе уравнений соответствия и учитывает дополнительную информацию о параметрах движения мобильного робота. Проведено сравнение характеристик разработанного алгоритма и алгоритма автономного контроля достоверности данных на основе оценки невязок фильтра Калмана.

В четвертой главе рассмотрена структурная схема системы управления мобильным роботом с автономным контролем приемника СНС, описан способ управления на основе выбора режима управления по модели робота при возникновении информационных отказов приемника СНС. Показано, что система и способ позволяют снизить погрешности следования робота по заданной траектории при недостоверности навигационных данных с приемника СНС. Разработана аппаратурно-безызбыточная система с минимальными энергопотребле-

нием, стоимостью и габаритами, в которой в качестве источника навигационных данных используется только приемник СНС.

В заключении обобщены результаты и выводы по проведенной работе.

2. Актуальность темы диссертации

Повышение точности навигации является приоритетным направлением развития мобильных роботов. Навигация должна осуществляться в самых различных условиях – на открытом пространстве, далеко от наземных навигационных станций, в сложных промышленных или городских условиях. Параметры движения робота могут отличаться как по динамическим характеристикам, так и по реализуемым траекториям. Определение навигационных параметров с высокой надежностью может быть проведено при использовании сложных комплексных навигационных систем, применение которых на малогабаритных роботах не всегда возможно. Поэтому требуется разработка специальных решений, прежде всего алгоритмических, которые позволяют повысить информационную надежность системы управления мобильным роботом.

В этой связи тема диссертации Чан В.Т, в которой исследуются и разрабатываются средства контроля приемников СНС и способы управления движением мобильного робота, направленные на повышение информационной надежности системы управления, является актуальной.

3. Научно-технический уровень и научная ценность диссертации

Научная ценность работы заключается в том, что автором предложено учитывать при построении алгоритмических средств контроля достоверности навигационных параметров, получаемых приемником СНС, характеристики движения мобильного робота. Это позволяет выявлять качественное и количественное несоответствие между перемещениями робота и данными с приемника СНС и определять информационные отказы устройства. Разработанный алгоритм контроля приемника СНС прост в реализации и не требует сложных вычислительных процедур. Разработанный способ с выбором режима управления движением робота на основе контроля целостности навигационных данных

позволяет свести к минимуму влияние на движение робота сбоя в навигационных данных.

4. Практическая ценность работы

Практическая ценность диссертации Чана В.Т. заключается в том, что алгоритм автономного контроля приемника СНС и способ повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота подробно исследованы, и показаны их преимущества перед известными решениями. Описана техническая реализация полученных решений в системе управления.

5. Оформление материалов диссертации

Текст диссертации написан квалифицированно, с использованием устоявшейся научно-технической терминологии, снабжен достаточным количеством иллюстративного материала. Представленные графические и табличные данные дают полное представление о полученных результатах. Наиболее объемные результаты моделирования вынесены в приложение.

6. Замечания по диссертации

1. При описании моделирования движения робота по заданным траекториям во второй главе недостаточно подробно указаны исходные данные, использованные при моделировании (геометрические параметры робота, заданные погрешности определения его положения и т.д.). Непонятно, изменялись ли они при моделировании. Так, погрешности позиционирования робота составили 0.3-0.4 метра при движении по функционально заданным траекториям и 2-6 метров при движении по произвольно заданной траектории, при этом максимальная скорость движения робота изменялась с 0.5-0.6 м/с до 0.2-0.3 м/с.

2. В п. 3.3 описан простой алгоритм определения информационного отказа, основанный на оценке равенства нескольких последовательных значений на выходе приемника СНС, но в дальнейшем в работе данный алгоритм не рассматривается. Неясно, почему он был исключен из исследований.

3. В работе отсутствует анализ и исследование возможности применения разработанных средств для контроля других видов информационных отказов, кроме «замораживания» сигнала на выходе приемника СНС. Отказы могут проявляться в исчезновении сигнала на выходе приемника, в скачкообразных изменениях сигнала, в повышенном уровне помех. Каков будет результат определения этих ошибок предложенными средствами контроля, неясно.

4. В разделе 3.1 диссертации исследуется вероятность возникновения ошибок определения координат приемника СНС в течение длительного периода времени. Результаты показывают наличие кратковременных скачкообразных изменений значений координат, но полный анализ результатов измерений не представлен, и причины возникновения этих ошибок не указаны.

5. Разрабатываемые в диссертации средства направлены на повышение информационной надежности системы без резервирования данных о положении робота, но в системе управления, описываемой в 4 главе, присутствуют датчики определения локального положения робота. С какой целью они включены в состав системы?

6. В тексте диссертации встречаются ошибки, в особенности, связанные с неверной пунктуацией.

7. Заключение

Диссертация Чан В.Т. является законченной научно-квалификационной работой и содержит комплекс научно-обоснованных решений, направленных на решение важной научно-технической задачи повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота.

Работа выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне. Степень апробации работы путем опубликования основных положений в печати (11 публикаций) и путем использования результатов в Центре новых информационных технологий Ульяновского государственного технического университета при разработке системы управления беспилотным автомобилем достаточна.

Содержание автореферата отражает основные положения работы и ключевые доводы в их защиту.

Из вышеизложенного следует, что представленная диссертационная работа Чан В.Т. по актуальности, научно-техническому уровню и практической значимости выполненных исследований отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент:

старший научный сотрудник Научно-исследовательского
технологического института им С. П. Капицы
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный
университет», к.ф.-м.н.

В. В. Приходько



Сведения об официальном оппоненте по диссертации Чан В.Т. на тему ««Автономный контроль приемников спутниковых навигационных систем для повышения информационной надежности системы управления движением наземного робота», представленной на соискание степени кандидата технических наук по специальности 05.15.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

| | |
|---|--|
| Фамилия, имя, отчество | Приходько Виктор Владимирович |
| Гражданство | Российская федерация |
| Ученая степень (с указанием шифра специальности, по которой защищена диссертация) | кандидат ф.-м. наук, специальность 01.04.05 |
| Ученое звание | - |
| Место основной работы с указанием подразделения, должности, раб. телефона | ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет, Научно-исследовательский технологический институт им. С.П. Капицы, старший научный сотрудник, тел. (8422) 41-20-88 |
| Ведомственная принадлежность | Министерство науки и высшего образования РФ |
| Адрес места основной работы | 432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42 |
| Адрес электронной почты | "Victor V. Prikhodko" <vp@ulsu.tech> |