



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ВТСУР

кандидат технических наук, доцент

Виктор Михайлович Рулевский

« 2 » 10 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Диссертация «Метод автоматического распознавания пешеходов в дорожной сцене по многокомпонентной доплеровской спектрограмме для радиолокационных систем беспилотного автотранспорта» выполнена на кафедре телекоммуникаций и основ радиотехники.

В период подготовки диссертации соискатель Плучевский Андрей Владимирович работал на кафедре Телекоммуникаций и основ радиотехники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» в должности инженера, затем ассистента; обучался в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

В 2014 г. А.В. Плучевский окончил государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» по специальности 21.04.03 – Защищенные системы связи.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2019 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Научный руководитель – Гельцер Андрей Александрович, кандидат технических наук, основное место работы: акционерное общество «КОГНИТИВ», департамент радиолокации, руководитель.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Плучевского Андрея Владимировича является научно-квалификационной работой, в которой представлено описание метода распознавания пешеходов в дорожной сцене по многокомпонентной доплеровской спектрограмме для радиолокационных систем беспилотного автотранспорта.

Актуальность темы и направленность исследования

В последние годы в автомобилестроении наметилась устойчивая тенденция в применении бортовых малогабаритных радиолокаторов для создания систем беспилотного транспорта. Как правило, использование радаров ориентировано на решения задач определения расстояния до мобильных и стационарных объектов, их углового положения и скорости. Но всё чаще радиолокаторы применяются для систем построения радиолокационной карты окружающего пространства в качестве составляющего элемента комплекса датчиков, обеспечивающих получение многоплановой информации о дорожной сцене. Таким образом радиолокаторы начинают входить в состав комплексной системы компьютерного зрения.

Одним из важнейших элементов беспилотного автомобиля является система предотвращения столкновений, которая функционирует на основе информации о дорожной сцене, поступающей от системы компьютерного зрения. Среди прочих участников дорожного движения, пешеходы являются объектами повышенной опасности и угрозы непредвиденного столкновения. Поэтому задаче распознавания пешеходов уделяется особое внимание.

В настоящее время задача распознавания пешеходов чаще всего решается с помощью оптических камер, главным недостатком которых является существенное ухудшение качества обнаружения и распознавания объектов в темное время суток и в сложных погодных условиях, что приводит к авариям.

Поскольку радиолокаторы не подвержены влиянию недостаточного и избыточного освещения то, к радиолокаторам входящим в состав систем компьютерного зрения беспилотных транспортных средств, предъявляются требования к обеспечению распознавания объектов дорожной сцены, в том числе пешеходов.

В современных автомобильных радиолокационных системах задача распознавания объектов дорожной сцены осуществляется по эффективной площади рассеяния цели, ее размерам и мгновенному доплеровскому спектру. Но в таких подходах затруднительно отличать пешеходов от объектов с небольшими размерами и медленно движущихся автомобилей. Эта сложность устраняется за счет использования измерений доплеровской спектрограммы с высокой разрешающей способностью по скорости. Наличие частотных составляющих в доплеровском спектре, соответствующих периодическим возвратно-поступательным движениям рук и ног называют эффектом микро-Доплера. Микродоплеровская спектрограмма пешехода (изменение спектра во времени), является уникальной характеристикой, позволяющей отличить его от автомобиля. В большинстве работ, связанных с распознаванием пешехода по доплеровской спектрограмме, используют алгоритмы машинного обучения и нейронные сети. Эти алгоритмы требуют больших вычислительных мощностей и непрозрачны для анализа способа принятия решений.

Поэтому данная диссертация посвящена методу автоматического распознавания пешеходов в дорожной сцене, где обработка доплеровской spectroграммы, как двухмерного радиолокационного изображения, сводится к одномерному пороговому решению по критерию Неймана-Пирсона, характеристики которого хорошо изучены.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации.

Основные результаты диссертации получены лично автором. Автор самостоятельно провел обзор литературы, разработал блок-схему алгоритма распознавания, провел экспериментальное исследование. Математическое и программное обеспечение, необходимое для функционирования радиолокатора, сбора данных с радиолокатора и обработки сигналов разработаны автором.

Вопросы цифровой обработки сигналов обсуждались с Г.О. Манохиным (АО «КОГНИТИВ»), вопросы статистической теории радиотехнических систем обсуждались с Е.П. Великановой (АО «КОГНИТИВ»). Экспериментальное исследование многокомпонентной доплеровской spectroграммы автомобиля проводились совместно с А.А. Костаревым (АО «КОГНИТИВ»).

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность полученных результатов подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями и согласованностью результатов диссертации с результатами, полученными другими авторами исследований в данном направлении.

Новизна результатов проведенных исследований

1. Задача автоматического распознавания пешеходов на фоне автомобилей по многокомпонентной доплеровской spectroграмме, представленной в виде двухмерного радиолокационного изображения, сведена к одномерному пороговому решению.

2. Предложены модели упрощенных доплеровских spectroграмм, определяющие характерные признаки доплеровских spectroграмм пешехода и автомобиля в дорожной сцене. Эти признаки позволяют распознать пешехода в дорожной сцене на фоне автомобилей.

Практическая значимость диссертации и использование полученных результатов

Разработанный метод распознавания построен на основе быстрого преобразования Фурье, что позволяет использовать аппаратные ускорители, существующие в современном вычислительном оборудовании.

Предлагаемый в диссертации алгоритм цифровой обработки сигналов может быть использован в системах компьютерного зрения для анализа данных, поступающих с бортовых радиолокаторов, являющихся частью таких систем.

Результаты диссертационной работы использованы при создании радиолокационного комплекса для беспилотных транспортных средств в АО «КОГНИТИВ».

Ценность научных работ соискателя, полнота изложения материалов диссертации в опубликованных работах.

Ценность научных работ соискателя заключается в том, что разработанный метод может быть использован как для проектирования новых радиолокационных систем беспилотного автотранспорта, так и для улучшения характеристик существующих радиолокационных методов распознавания пешеходов в дорожной сцене.

В рамках диссертационного исследования опубликовано 6 работ, из них 2 статьи в журналах рецензируемых ВАК, 2 публикации в иных сборниках и журналах, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Список опубликованных работ автора

Статьи в журналах из перечня ВАК

1. Плучевский А. В. Выделение различий между пешеходом и автомобилем основанное на применении двухмерного дискретного преобразования Фурье для анализа сигнала микро-Доплера // Т-Comm-Телекоммуникации и Транспорт. – 2019. – Т. 13. – №. 5. – С. 61–68.

2. Плучевский А. В. Метод автоматического распознавания пешеходов в дорожной сцене по сигналу микро-Доплера для радиолокационных систем беспилотного автотранспорта // Т-Comm-Телекоммуникации и Транспорт. – 2019. – Т. 13. – №. 8. – С. 51–59.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

1. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ №2019618962. Российская Федерация. Программа обработки радиолокационных данных и выделения сигнала микро-Доплера / А. В. Плучевский; правообладатель ОАО Когнитив Роботикс — заявка № 2019617835; заявл. 28.06.2019; зарегистр. 08.17.2019. — 1с.

2. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ №2019619090. Российская Федерация. Программа распознавания пешеходов и автомобилей по сигналу микро-Доплера, версия 1.0 / А. В. Плучевский; правообладатель ОАО Когнитив Роботикс — заявка № 2019617823; заявл. 28.06.2019; зарегистр. 10.17.2019. — 1с.

Публикации в иных сборниках и журналах

1. Плучевский А.В., Бабур Г.П. Быстрая калибровка радиочастотного тракта фазированных антенных решеток в рабочем режиме. // Научная сессия ТУСУР. – 2016. – Ч. 1. – С. 56–59.

2. Плучевский А.В. Применение перцептрона для обработки радиолокационных данных в системах безопасности «умного дома» // Электронные средства и системы управления. – 2018. – Ч. 2. – С. 301–302.

Соответствие содержания диссертации избранной специальности.

Предмет исследования и материалы диссертационной работы соответствует специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация» по областям исследования:

1. Разработка радиоэлектронных устройств отображения и хранения информации. Разработка перспективных информационных технологий, в том числе цифровых, а также с использованием нейронных сетей для обнаружения и распознавания объектов в радиолокационных системах и устройствах;

2. Разработка и исследование методов и алгоритмов обработки радиосигналов и извлечения из них информации при воздействии помех. Создание помехоустойчивых систем и устройств. Разработка методов защиты и разрушения информации в системах радиолокации и радионавигации.

Диссертация Плучевского Андрея Владимировича «Метод автоматического распознавания пешеходов в дорожной сцене по многокомпонентной доплеровской спектрограмме для радиолокационных систем беспилотного автотранспорта» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация».

Заключение принято семинаре кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники радиотехнического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Присутствовало на заседании – 8 чел., в том числе докторов технических наук – 1, кандидатов технических наук – 4 и др. Результаты голосования: «за» – 8 чел., «против» – нет, «воздержались» – нет, протокол № 3 от «1» октября 2019 г.

Председатель семинара,
кандидат технических наук,
заведующий кафедрой
телекоммуникаций и основ
радиотехники

Сергей Ильич
Богомолов

Секретарь семинара,
кандидат технических наук, доцент
кафедры телекоммуникаций и
основ радиотехники

Евгений Васильевич
Рогожников

Подпись Богомолова С.И. Рогожникова Е.В. удостоверяю.

Ученый секретарь Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники



Е.В. Прокопчук