Лашков Игорь Борисович. Разработка моделей и алгоритмов распределенной системы предупреждения аварийных ситуаций на основе мониторинга водителя: автореферат дис. ... кандидата Технических наук: 05.13.11 / Лашков Игорь Борисович;[Место защиты: ФГБУН Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук], 2018

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет

информационных технологий, механики и оптики

Лашков Игорь Борисович

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ

СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА

ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА ВОДИТЕЛЯ

Специальность 05.13.11 - Математическое и программное обеспечение вычислительных

машин, комплексов и компьютерных сетей

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель

Парфенов Владимир Глебович, доктор технических наук, профессор

Санкт-Петербург - 2018

Оглавление

Введение 4

Глава 1. Системы активной безопасности мониторинга поведения водителя и дорожной обстановки 14

1.1 Понятие системы активной безопасности 14

1.2 Анализ существующих проектов и исследований по разработке систем обеспечения

безопасности и поддержки водителей 18

1.3 Технические устройства и программные алгоритмы, применяемые в разработке

систем активной безопасности водителя 45

1.4 Основные сценарии использования систем активной безопасности мониторинга

поведения водителя и дорожной обстановки 52

1.5 Требования к построению распределенной системы предупреждения аварийных

ситуаций на основе мониторинга водителя 53

1.6 Выводы по главе 1 59

Глава 2. Подход и модели к построению контекстно-ориентированной системы предупреждения аварийных ситуаций на основе мониторинга поведения водителя 62

2.1 Принципы построения системы предупреждения аварийных ситуаций при

вождении на основе обзора существующих проектов и исследований 62

2.2 Контекстно-ориентированный подход к созданию распределенной системы

предупреждения аварийных ситуаций 65

2.3 Информационная модель профиля водителя транспортного средства 70

2.4 Онтологическая модель распределенной системы предупреждения аварийных

ситуаций 73

2.5 Сценарная модель распределенной системы предупреждения аварийных ситуаций

и выработки контекстно-ориентированных рекомендаций для водителя транспортного средства 82

2.6 Эталонная модель облачного сервиса, осуществляющего хранение, анализ и

обработку пользовательской информации 88

2.7 Выводы по главе 2 91

Глава 3. Архитектура и алгоритмы системы предупреждения аварийных ситуаций на основе мониторинга поведения водителя 93

3.1 Архитектура системы предупреждения аварийных ситуаций 93

3.2 Алгоритм распознавания опасного состояния в поведении водителя при

управлении транспортным средством 98

3.3 Алгоритмы генерации рекомендаций водителю транспортного средства при

выявлении опасного состояния 106

3.4 Алгоритм калибровки системы на основе данных с камеры, сенсоров и настроек

смартфона водителя 109

3.5 Алгоритм персонализации системы индивидуально для водителя на основе

статистических данных 113

3.6 Выводы по главе 3 119

Глава 4. Разработка программного комплекса для предупреждения аварийных ситуаций водителя с использованием камеры и сенсоров смартфона 121

4.1 Реализация алгоритма распознавания опасных состояний в поведении водителя .121

4.2 Модуль калибровки системы предупреждения аварийных ситуаций индивидуально

для водителя 125

4.3 Модуль формирования рекомендаций водителю транспортного средства при

наступлении аварийной ситуации 127

4.4 Реализация облачного сервиса анализа профилей водителей 128

4.5 Развертывание программного комплекса системы предупреждения аварийных

ситуаций 128

4.6 Реализация прототипа мобильного программного комплекса предупреждения

аварийных ситуаций 130

4.7 Анализ статистических данных использования водителями распределенной

системы предупреждения аварийных ситуаций на основе мониторинга поведения 134

4.8 Апробация системы предупреждения аварийных ситуаций в учебных и научно-исследовательских целях 138

4.9 Выводы по главе 4 139

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 140

Словарь терминов 143

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 144

Приложение А. Свидетельство о регистрации 155

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В диссертационной работе предложено решение актуальной научно-технической задачи, заключающейся в повышении эффективности системы мониторинга поведения водителя на основе разработки моделей и алгоритмов распознавания опасных состояний в кабине транспортного средства и генерации контекстно-ориентированных рекомендаций с использованием фронтальной камеры и сенсоров смартфона.

Разработанная система предупреждения аварийных ситуаций позволяет водителю не только смягчать последствия дорожных происшествий, но и помогает ему избегать их, своевременно обращая внимание на возникающие опасности, если надлежащая реакция со стороны водителя недостаточна или отсутствует, за счет генерации соответствующих предупреждающих сигналов и контекстно-ориентированных рекомендаций. Также, разработанный программный комплекс обладает способностью к оценке стиля вождения водителя за счет анализа проявляемых им паттернов поведения для повышения безопасности во время управления транспортным средством.

В процессе решения данной задачи были получены следующие результаты:

1. Предложен контекстно-ориентированный подход к созданию распределенной системы предупреждения аварийных ситуаций водителя и генерации ему рекомендаций с использованием фронтальной камеры и сенсоров смартфона, позволяющий системе адаптироваться к стилю вождения водителя в процессе ее функционирования за счет анализа и группирования профилей водителей и выделения паттернов их поведения в кабине транспортного средства.
2. Разработаны онтологическая модель системы РСПАС и информационная модель профиля водителя, позволяющие использовать облачный сервис для накопления, анализа и предоставления статистики использования программного комплекса и информации о водителях, генерировать персонализированные контекстно­ориентированные рекомендации для предотвращения наступления аварийной ситуации и сценарная модель мониторинга поведения водителя, позволяющая использовать РСПАС водителями, администраторами корпоративных автопарков и представителями страховых компаний.
3. Предложена сервис-ориентированная архитектура распределенной системы предупреждения аварийных ситуаций водителя, позволяющая использовать облачный сервис для поддержки ресурсоемких вычислений в процессе обучения системы за счет накопления и анализа статистики использования программного комплекса и информации о

водителях.

1. Разработаны алгоритмы распознавания опасных состояний в поведении водителя транспортного средства и генерации ему персонализированных рекомендаций, позволяющие учитывать контекстную информацию и результаты работы персонализации взаимодействия водителя с распределенной системой предупреждения аварийных ситуаций.
2. Разработан программный комплекс на основе предложенных моделей и архитектуры для мониторинга поведения водителя в кабине ТС, позволяющий генерировать рекомендации водителю с целью предотвращения наступления аварийной ситуации во время движения, своевременно обращая его внимание на возникающие опасности, с использованием фронтальной камеры и сенсоров смартфона.

Сформулированы рекомендации по применению результатов работы в грузопассажирских перевозках и логистических компаниях. Результаты, полученные в диссертационной работе, использованы при создании нового класса систем для мониторинга поведения водителя транспортного средства во время движения с целью выявления опасных состояний и формирования контекстно-ориентированных рекомендаций. Полученная информация о распознанном ослабленном внимании или усталости водителя, а также контекст и информация из облачного сервиса, позволяют заблаговременно его предупредить и сформировать рекомендацию, ориентированную на принятие водителем мер по предотвращению наступления аварийной ситуации. Также, полученные в диссертации результаты позволили реализовать распределенную систему предупреждения об аварийных ситуациях на основе мониторинга поведения водителя транспортного средства за счет использования фронтальной камеры и сенсоров смартфона на платформе Android. Представленные решения могут использоваться водителями с личным автомобилем, администраторами автопарков при учете труда и отдыха водителей, контроля совершения ими поездок и представителями страховых компаний в целях повышения безопасности водителей и предоставлении страховых услуг на длительный период.

В качестве перспектив дальнейшей разработки стоит обратить внимание на исследования, связанные с анализом физиологических сигналов водителя, регистрируемых при помощи устройств носимой электроники на основе таких показателей как количество ударов сердца в мин. (частота пульса), электрическая активность мышц (электромиография), активность глазного яблока (электроокулография). Дополнительные индикаторы позволяют точнее детектировать состояние водителя при различных условиях освещенности и распознавать больше число опасных состояний в поведении водителя,

повышая его безопасность в кабине ТС и применимость программного комплекса в целом. Стоит отметить, что исследования, проведенные в диссертационной работе, затрагивают только анализ поведения водителя, исключая мониторинг состояния дорожной обстановки впереди ТС. Также представляется интересным исследование влияния формируемых системой рекомендаций водителю на динамику его стиля вождения и, как следствие, эффективность эксплуатации транспортного средства.

Полученные результаты соответствуют п. 3 «Модели, методы, алгоритмы, языки и программные инструменты для организации взаимодействия программ и программных систем» и п. 8 «Модели и методы создания программ и программных систем для параллельной и распределенной обработки данных, языки и инструментальные средства параллельного программирования» паспорта специальности 05.13.11 - «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»