

Применение каскада Хаара для детектирования отвлечения водителя от управления транспортным средством

АЛУЕВ Е.А.
Ведущий инженер ООО «АТЭК»
alooeff@atek.dev

Современный мир динамичен. Чтобы больше успевать, люди хотят выполнять несколько задач одновременно. Водитель за рулём автомобиля способен не только управлять им, а также выполнять другие дела, например, разговаривать по телефону или с пассажиром, общаться в чате или управлять мультимедийной либо навигационной системой. Однако ему необходимо быть бдительным за рулём, концентрируя свое внимание на вождении, а не на других функциях. Потеря концентрации внимания на управлении может привести к аварии. В данной статье предлагается система автоматического оповещения водителя о его отвлечении. В статье рассматривается ряд вопросов, связанных с моделированием поведения водителя для выявления и оценки отвлечения внимания. Рассматриваемые области включают в себя распознавание лица и анализ отвлечения внимания, поведение взгляда и визуальное отслеживание, а также развитие мобильных платформ для сбора данных об автомобиле и человеко-машинного интерфейса.

Ключевые слова: Каскад Хаара, отслеживание взгляда, человеко-машинный интерфейс, распознавание лиц, обнаружение отвлечения внимания, привлечение внимания.

I. ВВЕДЕНИЕ

Отвлечение водителя [1] от управления транспортным средством (ТС) определяется как означает ситуацию, когда водитель, управляя транспортным средством, одновременно выполняет другие действия, которые отвлекают его от сложной задачи управления ТС, или принимает в них участие. Оно формально определяется как любое действие, которое замедляет распознавание информации, необходимой для поддержания безопасного контроля над ТС из-за какого-либо действия, объекта или человека внутри или снаружи ТС. Отвлечение внимания водителя способно привести к дорожно-транспортным происшествиям. Все более широкое использование навигационных и информационно-развлекательных систем привело к увеличению отвлечения внимания водителя. Важно отметить, что отвлечение водителя обычно вызвано конкурирующим событием, которое может привести к невнимательности водителя, что, в свою очередь, снижает эффективность вождения. Определив некоторые

причины отвлечения водителя, можно выделить ситуации, когда можно контролировать причину отвлечения.

Предлагаемая работа представляет собой реалистичный и экономически эффективный метод идентификации опасного поведения водителя.

Предлагаемая система включает модуль слежения за водителем, установленный в кабине ТС и облачный сервер для хранения собранных данных, а именно:

- 1) Идентификация действий водителя;
- 2) Мониторинг отвлекающих водителя факторов;
- 2) Распознавание маневров и анализ отвлекающих факторов;
- 3) Отслеживание взгляда и визуального восприятия.

Система сначала захватывает изображение лица водителя. Затем, используя классификатор HAAR, мы можем распознать лицо на захваченных изображениях. При наличии отвлекающих факторов модуль подает звуковой сигнал. Уведомление о распознанном событии отправляется на облачный сервер.

II. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В статье [2] авторы описали частоту использования мобильного телефона, связанную с невнимательным вождением. Они сообщили о чтении или письме на мобильном телефоне в течение последних 30 дней, при этом чаще всего они читали текстовые сообщения (48%), писали текстовые сообщения (33%) и просматривали карты (43%). Только 4,9% респондентов участвовали в программе, направленной на снижение невнимательности вождения, связанной с мобильным телефоном.

Исходя из этого, предлагаются некоторые технологические подходы направлены на снижение опасности невнимательного вождения, помогая водителям отказаться от отправки текстовых сообщений во время вождения.

В другой работе [3] предлагается система, которая активно отслеживает уровень бдительности водителя и предупреждает его о любых небезопасных условиях вождения. Обнаружение сонливости водителя основано на алгоритме распознавания нарушений, используемом для распознавания лиц и глаз.

В статье [4] представлена интегрированная система мониторинга состояния водителя. Она учитывает положение взгляда, изменчивость взгляда, открытие век, а также сложность внешней среды в зоне вождения, что облегчает применение ToC в автоматизированном вождении. Эта интегрированная система способствует проведению соответствующих исследований и разработок в целях улучшения взаимодействия человека с компьютером и повышения безопасности вождения.

Анализ данных о вождении включает в себя поведение водителя, сбор данных о вождении, алгоритмы вождения, которые могут быть полезны для определения поведения водителя с помощью различных датчиков, камер и алгоритмов, таких как деревья решений и метод опорных векторов (MOB, англ. support vector machine, SVM). В статье [5] предлагается

определение поведения водителя с помощью алгоритма ADABOOST и модуля предварительной обработки данных, представляющего собой реализацию алгоритма машинного обучения. Основным элементом метода ADABOOST является создание сильного классификатора путем объединения множества слабых классификаторов. Входные данные: набор данных для обучения, выходные данные: сильный классификатор.

В статье [6] использован алгоритм XGBOOST, основанный на принятии решений и применяемый для прогнозирования и решения задач на основе неструктурированных данных и в нейронных сетях. В данной работе предлагаются логистическая регрессия и алгоритм XGBOOST для прогнозирования риска аварий. Использована база данных, содержащую данные о 2767 водителях младше 30 лет, чья активность вождения регистрируется с помощью телематической системы. В базе данных содержится информация от страховой компании о каждом вождении. Логистическая регрессия использует общий линейный метод, который использует коэффициенты.

III. ПРЕДЛАГАЕМАЯ СИСТЕМА

1. Основные задачи

Мы предлагаем систему оповещения для водителей на основе Интернета вещей, которая поможет обнаружить отвлечение водителя во время вождения. Система поможет снизить количество дорожно-транспортных происшествий, выявляя такие причины, как сонливость и усталость, и предупреждая водителя.

Система поможет повысить безопасность пассажиров и предоставит администратору информацию о поведении водителя во время вождения.

С помощью каскадного алгоритма Хаара глаза и лицо распознаются на полученном изображении. Если водитель зевает, спит или отвлекается от вождения, воспроизводится непрерывный звуковой сигнал, чтобы предупредить его с помощью звукового сигнала.

2. Сбор данных

Захват изображения сделан при помощи веб-камеры, подключенной к модулю Raspberry Pi 2 B [7], которая непрерывно снимает изображение лица водителя. Захват изображений осуществляется с помощью OpenCV [8] и модуля Java.

3. Подзадачи системы

Детектирование глаз: каскадный алгоритм Хаара [9] используется для определения движения и состояния глаз на захваченном изображении. При обнаружении закрытых глаз водителю отправляется звуковое предупреждение.

Определение зевания: каскадный алгоритм Хаара используется для определения лица на захваченном изображении. Зевание определяется по порядку движения глаз, носа и рта.

Определение отвлечения от вождения: Основная цель проекта — определить бдительность водителя. Если водитель зевает, спит или отвлекается от вождения, срабатывает тревога для привлечения внимания водителя.

Привлечение внимания водителя: к Raspberry Pi 2 В подключен светодиод и зуммер. Если водитель отвлекается, включается зуммер и загорается светодиод.

Отправка данных на сервер: Статистика классифицированных событий поведения водителя отправляется на облачный сервер через gsm-модуль.

IV Используемый алгоритм

В алгоритме использован каскадный классификатор Хаара — это классификатор, используемый для обнаружения лица на изображении. Для обучения классификатора необходимы позитивные изображения, содержащие искомый объект, то есть лицо на изображении, и негативные изображения, не содержащие лица. Классификатор сканирует признаки на позитивных изображениях и формирует целевые значения, используя сумму значений чёрных и белых областей признаков. Классификатор пытается создать наиболее оптимизированные целевые значения для обнаружения и отслеживания объекта, изменяя размеры признаков. Признаки - слабые классификаторы, поскольку они сами по себе не могут быть корректным классификатором. Объект имеет множество признаков, и место их скопления содержит искомый объект на изображении. Использование большого количества позитивных и негативных изображений облегчает обнаружение объекта на изображении. Скорость нахождения объектов на изображении зависит от метода обучения классификатора и количества положительных и отрицательных изображений. Для обучения классификатора используются положительные и отрицательные изображения. Мы обучаем классификатор, подавая положительные изображения отдельно в соответствии с их типом. Положительные изображения уменьшаются до размера 24*24 пикселя и преобразуются в векторный файл с помощью скрипта. После этого определяется количество положительных изображений, которые будут использованы в обучении. Для определения этого числа (X) используется уравнение (1).

$$X \leq \frac{(Number\ of\ Pos\ Img - Number\ of\ Neg\ Img)}{1 + (Number\ of\ Stages - 1) * (1 - minhitRate)} \quad (1)$$

В этом уравнении количество этапов указывает, за сколько этапов классификатор достигает результата, а минимальный процент попаданий - минимальный процент попаданий на каждом этапе. Первый из них представляет собой максимально допустимый уровень ложных срабатываний для обучающей части объекта. Второй - объем памяти, выделенной для обучения классификатора. После обучающей части создаются XML-файлы для каждого типа объекта. С помощью этих файлов объекты можно обнаруживать и отслеживать.

V. РЕЗУЛЬТАТ АПРОБАЦИИ

Предлагаемая система помогает отслеживать поведение водителя во время вождения. Камера непрерывно снимает изображение водителя, и, применяя обработку изображения, мы можем определить степень его бдительности. Экспериментальная установка была создана и запущена. В результате было выяснено, что производительности Raspberry Pi 2 В достаточно для работы OpenCV по захвату и распознавание событий на которые обучена нейронная сеть, а именно закрытие глаз и зевание. Точность оказалась достаточной для идентификации событий длительного закрытия глаз и зевания, которое в данной работе принято за определение возможной потери водителем контроля над управлением ТС ввиду отвлечения от процедуры вождения.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы разрабатываем систему, основанную в предыдущем проекте [10,11], которая помогает контролировать эффективность управления автомобилем водителем. Она повышает безопасность пассажиров и предоставляет информацию о поведении водителя во время вождения, определяя, зевает ли водитель, спит или не концентрируется на дороге. Предлагаемая система может оценивать направление взгляда, что используется для предупреждения водителя.

Система может предупреждать водителя о необходимости уделять внимание, если взгляд водителя отвлекается на что-либо, кроме дороги. Каскадный алгоритм Хаара, используемый для обнаружения лиц, глаз и зевания, очень эффективен по сравнению с алгоритмом Виолы-Джонса, который обнаруживает только фронтальные лица. В будущем механизм предупреждения будет представлен в виде визуальной, звуковой или какой-либо другой положительной обратной связи, которая может положительно повлиять на поведение водителя. Если водитель отвлекается, водителю выдается звуковое предупреждение, а также производится логирование события на сервере.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Европейская экономическая комиссия. Комитет по внутреннему транспорту. Рабочая группа по безопасности дорожного движения. Семьдесят третья сессия. Женева, 19–22 сентября 2016 года

<https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2016/wp1/ECE-TRANS-WP1-2016-1r.pdf>

[2] Gliklich, E.; Guo, R.; Bergmark, R.W. Texting while driving: A study of 1211 U.S. adults with the Distracted Driving Survey. *Prev. Med. Rep.* 2016, 4, 486–489.

[3] Christopher Cabrall, Nico Janssen ,Joel Goncalves, Alberto Morando,Matthew Sassman,Joost de Winter\Eye-Based Driver State Monitor of Distraction, Drowsiness, and Cognitive Load for Transitions of Control in Automated Driving" 2016 IEEE International Conference on Systems , Man, and Cybernetics' SMC 20161 October 9-12 , 2016' Budapest.

[4] Nanxiang Li ; Carlos Busso,\Predicting Perceived Visual and Cognitive Distrac- tions of Drivers With Multimodal Features", IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. Volume: 16 , Issue: 1 , Feb. 2015.

[5] Chen, Shi-Huang & Pan, Jeng-Shyang & Lu, Kaixuan & Xu, Huarong. (2015). Driving Behavior Analysis of Multiple Information Fusion Based on AdaBoost. Advances in Intelligent Systems and Computing. 329. 277-285. 10.1007/978-3-319-12286-1_28.

[6] SHALINI, K., B. DHARANI, B. VISHWES, and MADHAVI KARUMUDI. "VIDEO-BASED ABNORMAL DRIVING BEHAVIOUR DETECTION VIA DEEP LEARNING FUSIONS." (2008).

[7] Raspberry datasheet <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html>

[8] A. Zelinsky, "Learning OpenCV---Computer Vision with the OpenCV Library (Bradski, G.R. et al.; 2008)[On the Shelf]," in IEEE Robotics & Automation Magazine, vol. 16, no. 3, pp. 100-100, September 2009, doi: 10.1109/MRA.2009.933612.

[9] Papageorgiou, Oren and Poggio, «A general framework for object detection», International Conference on Computer Vision, 1998.

[10] Алуев Е. А. Разработка Модели Системы Мониторинга Грузового Транспорта // Международная конференция – выставка «Электронные услуги и информационные системы для транспорта и логистики» - «IT2TLT-2013» : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 10 октября 2013г. Минск : Научно-технологическая ассоциация «Инфопарк», 2013.</td>

[11] Алуев Е. А. Разработка алгоритма анализа телеметрических данных грузового автомобиля // IV МНПК «Теоретические и прикладные аспекты современной науки» : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 октября 2014г. Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2014. URL: <https://apni.ru/article/razrabotka-algoritma-analiza-telemetriceskih-dannyh-gruzovogo-avtomobilya>.