

УДК 004.855.5

## АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВИДЕОКОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ БОДРСТВОВАНИЯ ВОДИТЕЛЯ

Пинаев З. А.

(Национальный исследовательский университет ИТМО)

**Научный руководитель – д.т.н., профессор Луцив В. Р.**

(Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения)

**Аннотация.** В статье описана разработка системы автоматического видеоконтроля состояния бодрствования водителя, предназначенной для определения усталости на ранних этапах ее проявления. В рамках работы проведено исследование современных способов контроля состояния водителя, изучение визуально-различимых признаков засыпания человека, представлена разработка, тренировка и тестирование системы видеоконтроля состояния бодрствования водителя.

**Введение.** По разным оценкам, засыпание человека за рулём является причиной около 20% всех ДТП. В настоящее время известны сотни запатентованных методов и устройств контроля функционального состояния водителя транспортного средства. Методы, используемые для решения описанной задачи, принято делить на две группы: контактные и бесконтактные. Сравнительный анализ обеих групп методов позволяет выделить недостатки, характерные для современных устройств контроля состояния водителя: наличие контактных датчиков, снижающих надёжность системы; наличие критических состояний, при которых возможны как ложные срабатывания, так и невозможность определения засыпания; невозможность быстрой адаптации системы под другого водителя. На основании вышеописанного исследования сделан вывод о том, что эффективным вариантом решения рассматриваемой задачи является система, состоящая из камеры телефона в совокупности с нейронной сетью для обработки информации. Такая система имеет следующие преимущества: отсутствие контактных датчиков; независимость системы от привычек водителя и стиля вождения; минимальная инертность; камера телефона является доступной и дешёвой альтернативой существующим устройствам; использование нейронной сети упростит процесс обучения и позволит достигнуть высокой точности. В качестве критериев определения степени сонливости человека выбраны четыре характерных признака глаз при моргании: продолжительность, скорость, амплитуда и частота морганий.

**Разработка системы контроля состояния бдительности водителя.** Важным этапом разработки является выбор набора данных для тренировки и тестирования нейросети, и в результате продолжительного поиска решено остановиться на Real-Life Drowsiness Dataset (RLDD). Рассматриваемый набор данных предлагает значительные преимущества по сравнению с существующими общедоступными аналогами для обнаружения сонливости, независимо от того, связаны ли они с областью вождения или нет: на сегодняшний день это самый крупный общедоступный набор данных, предназначенный для обнаружения сонливости; кадры людей в сонном состоянии являются результатом съёмки настоящей сонливости; данные были получены с использованием разных камер и в разных условиях; RLDD позволяет считывать сложно уловимые лицевые признаки сонливости, а также более явные и легко наблюдаемые признаки.

В качестве основы реализованного метода контроля состояния водителя решено использовать метод анализа временной информации видеозаписи при помощи сети Hierarchical Multiscale Long Short-Term Memory (HM-LSTM), чтобы смоделировать взаимосвязь между морганиями и состоянием бдительности. Идея использования признаков, связанных с морганием, заключается в том, чтобы зафиксировать временные закономерности, которые естественным образом проявляются в человеческих глазах.

Входными данными для модуля обнаружения моргания является всё видео. А выходными данными этого модуля является последовательность зарегистрированных морганий в виде четырёхмерных векторов, каждый из которых содержит информацию об амплитуде, продолжительности, скорости и частоте текущего моргания.

Сеть НМ-LSTM используется для работы с временным паттерном морганий. Благодаря ячейкам сети возможно учитывать, как каждое моргание связано с другими и сколько морганий подряд могут влиять друг на друга. В результате сеть НМ-LSTM способна обучаться кратковременным паттернам благодаря слоям нижнего уровня и паттернам, протяжённым по времени, благодаря слоям высокого уровня. Такой иерархический анализ позволяет сети учитывать моргания как в коротких, так и в длинных промежутках времени, в зависимости от того, когда активирован детектор границ для каждой ячейки.

Модель обучалась примерно на 7000 последовательностей морганий со значением параметров  $\text{learning rate} = 0.000053$ ,  $\text{batch size} = 64$ ,  $\text{epochs} = 80$ . После серии испытаний выявлено, что модуль детектирования морганий хорошо справляется со своей задачей, определяя положение век и считывая признаки морганий даже в ситуациях, когда человек повернулся в сторону. Чтобы объективно оценить результаты работы сети, решено сравнить их с экспериментальными данными в исследовании, в котором добровольцев просили оценить степень сонливости субъекта на видео по шкале «Бдительность – Низкая бдительность – Сонливость».

**Выводы.** По результатам тестирования заключено, что система выявляет ранние малозаметные признаки сонливости лучше, чем люди, благодаря анализу временных паттернов моргания. Также выявлено, что система классифицирует бдительных и сонливых субъектов с точностью более 80%, что говорит о надёжности результатов на практике. Таким образом, разработана и успешно протестирована система автоматического видеоконтроля состояния бодрствования водителя. Внедрение разработанной системы будет осуществлено в виде мобильного приложения, которое на сегодняшний день не имеет аналогов в открытом доступе.