

В.В. ФОМЕНОК

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСТАЛОСТИ ВОДИТЕЛЯ ЗА РУЛЕМ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники П.
Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Аннотация. В данной работе были изучены способы обнаружения усталости или состояния тревоги водителя на основе изображений, сделанных во время вождения, и на основе анализа состояния глаз водителя: открытых, полуоткрытых и закрытых. Для этого были использованы 2 вида нейронных сетей: сеть с 1 скрытым слоем и сеть с автоэнкодером.

Ключевые слова: Распознавание усталости, классификация изображений, автоэнкодер, искусственные нейронные сети.

Abstract. In this work have studied the possibility to detect the drowsy or alert state of the driver based on the images taken during driving and by analyzing the state of the driver's eyes: opened, half-opened and closed. For this purpose two kinds of artificial neural networks were employed: a 1 hidden layer network and an autoencoder network.

Keywords: Drowsiness detection, image classification, autoencoder, neural networks

Введение

Автомобильные аварии являются одной из основных причин травм и смерти человека. Статистика показывает, что автомобильные аварии во всем мире 9-я причина смерти: 1,3 миллиона человек ежегодно погибают в автомобильных авариях, или 3287 в день.

Усталость во время управления транспортным средством имеет следующие симптомы: частое зевание, закрытые глаза, сложно сосредоточиться на дороге, не помня о том, что произошло в последние несколько минут вождения, не соблюдая правильное расстояние от машины впереди, пропуская дорожные знаки и приближаясь слишком близко к стороне или центру дороги. Статистика показала, что более 10% несчастных случаев происходят из-за усталости, большинство из которых происходит на шоссе или после проезда на большое количество километров. Влияние усталости на несчастные случаи было доказано на протяжении нескольких исследований. По данным Национального управления безопасности дорожного движения (NHTSA), в

среднем за период с 2009 по 2013 год ежегодно регистрировалось более 72 000 аварий, в которых участвовали сонные водители, ранения получили более 41 000 человек, умерло более 800 человек.

В последние годы производители автомобилей разработали системы, которые направлены на снижение всех факторов, которые могут привести к несчастным случаям. Так появились датчики предупреждения о переезде, адаптивный автопилот, который держит постоянное расстояние от переднего транспортного средства, а также датчики обнаружения усталости. Автопроизводители давно изучили возможности выявления усталости водителя и, конечно же, лучшие решения для своевременного предупреждения. Системы включают различные типы оборудования, которые могут предотвратить несчастные случаи, вызванные усталостью.

Обнаружение усталости водителя с использованием нейронных сетей

Для классификации усталости или состояния тревоги водителя использовались искусственные нейронные сети. В последние десятилетия искусственные нейронные сети широко используются для классификации изображений. Чтобы проанализировать состояние сонливости водителя, было получено 200 изображений водителя во время обычного процесса вождения. Сто изображений содержат изображения с открытыми глазами или полуоткрытыми глазами, а еще сто изображений содержат изображения с закрытыми глазами.

Искусственная нейронная сеть со скрытым слоем

После получения 200 изображений 140 из них были использованы для обучения, проверки и тестирования нейронной сети: 70 с открытыми глазами или полуоткрытыми глазами и 70 с закрытыми глазами. Остальные изображения (30 для открытых или полуоткрытых глаз и 30 для закрытых глаз) оставляли для тестирования сети после завершения тренировочного процесса. Сеть обучалась с использованием структуры, представленной на рисунке 1 (2601 нейрон во входном слое, 10 нейронов в скрытом слое и 2 нейрона в выходном слое). Количество нейронов во входном слое соответствует количеству элементов входного вектора, который является версией с пониженной дискретизацией изображения драйвера с преобразованием в один столбец (представленной матрицей уровня серого 51×51 элементов). Количество нейронов в выходном слое соответствует числу возможных категорий, по которым можно классифицировать изображение (2 категории: усталость или тревога).

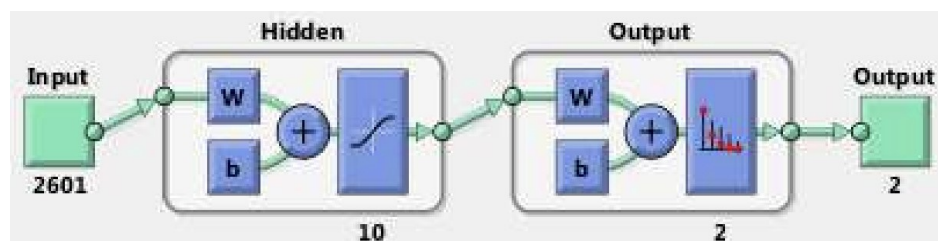


Рис. 1. Нейронная сеть с одним скрытым слоем

В процессе обучения были получены диаграмма результатов обучения и гистограмма ошибок обученной сети, которые представлены на рисунке 2. Можно заметить, что тренировочные показатели достигают значений менее 10^{-6} в 25 эпохах, а границы гистограммы находятся в диапазоне от $-1,5 \times 10^{-6}$ до $1,46 \times 10^{-6}$, что является очень хорошими результатами.

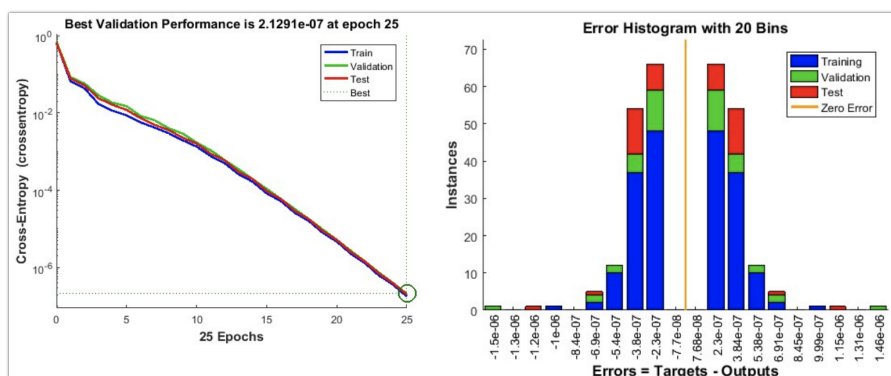


Рис. 2. Диаграмма производительности и гистограмма ошибок обученной сети.

Искусственная нейронная сеть с автоматическим кодированием

Для сети с автоматическим кодированием использовались те же входные данные, что и в случае сети со скрытым слоем. Автоэнкодеры используют методы для отдельного обучения каждого слоя, затем объединяют их в одну сеть с несколькими слоями и обучают конечную сеть в целом. Структура сети представлена на рисунке 3.

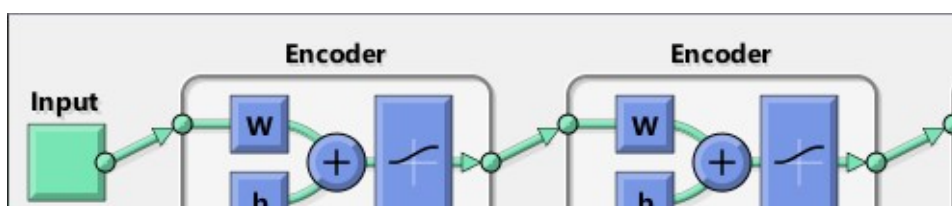


Рис. 3. Нейронная сеть с двумя скрытыми слоями автоэнкодеров

Результаты обучения автоэнкодера представлены на рисунке 4. На рисунке слева представлена производительность тренировки, когда она достигла значения менее 0,034 после 438 эпох. На рисунке справа результаты теста показывают, что не было получено ложных срабатываний или ложных отрицательных результатов. Это означает, что каждое тестовое изображение (60 изображений - 30 для каждого класса) было правильно классифицировано.

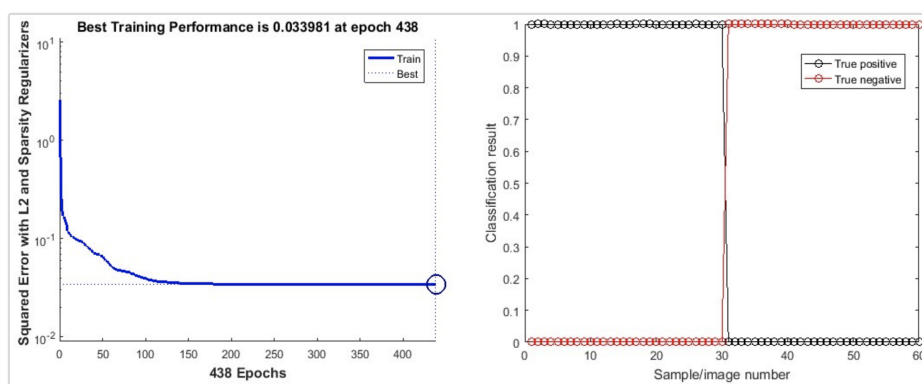


Рис. 4. Производительность обучения и результаты тестирования для сети автоэнкодеров.

Заклучение

Анализируя результаты применения нейронных сетей к полученным изображениям, можно сделать вывод, что обе сети дали очень хорошие результаты со 100% положительными результатами классификации. Небольшое количество нейронов, используемых в скрытых слоях для успешной классификации изображения (10 для сети с 1 скрытым слоем и 15 для сети с автоматическим кодированием) позволяют реализовать эти сети на компактных вычислительных устройствах, используя очень небольшую часть их памяти. Кроме того, время обработки составляет порядка миллисекунд. Обучение сети может быть сделано специально для каждого водителя, таким образом увеличивая вероятность успеха классификации.

Список литературы

1. Волчек А.А., Пойта П.С., Шведовский П.В. Мониторинг, оценка и прогноз чрезвычайных ситуаций и их последствий – Брест : Альтернатива, 2012. – 426 с.
2. Riedmiller, M. Advanced supervised learning in multi-layer perceptrons—from backpropagation to adaptive learning algorithms //Computer Standards & Interfaces. – 1994. – V. 16. – №. 3. – P. 265-278.
3. Морковкина Е. А. Исследование профессионально-важных качеств водителей транспортных средств // Молодой ученый. 2009. №3. С. 143-151.

References

1. Volchek A.A., Pojta P.S., Shvedovskij P.V. Monitoring, ocenka i prognoz chrezvychajnyh situacij i ih posledstvij – Brest : Al'ternativa, 2012. – 426 s.
2. Riedmiller, M. Advanced supervised learning in multi-layer perceptrons—from backpropagation to adaptive learning algorithms //Computer Standards & Interfaces. – 1994. – V. 16. – №. 3. – P. 265-278.
3. Morkovkina E. A. Issledovanie professoonalno-vagnuh kachestv voditelej transportnuh sredstv // Molodoj uchenuj. 2009. №3. S. 143-151.

Сведения об авторах

Фоменок В.В., магистрант Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Information about the authors

Fomenok V. V., master student of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Адрес для корреспонденции

220013, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. П. Бровки, д. 6,
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
тел. +375-29-195-02-82;
e-mail: viky.fomenok@gmail.com
Фоменок Виктория Вячеславовна

Address for correspondence

220013, Republic of Belarus,
Minsk, P. Brovka st., 6,
Belarusian State University of Informatics and
Radioelectronics
tel. +375-29-195-02-82;
e-mail: viky.fomenok@gmail.com
Fomenok Victoria Vyacheslavovna