

СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ НЕЗАНЯТЫХ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Зенкин А.М., Косарева Е.А., Кириленко И.И., Селезнева Я.М., Капитонов А.А.

Ключевые слова: машинное обучение, глубокое обучение, сверточные нейронные сети, определение занятости парковки, анализ изображений.

Аннотация. В работе рассмотрена задача нахождения свободного парковочного места на автостоянках. Поиск незанятого парковочного места в центре города является большой проблемой для водителей, так как это очень утомительным процесс, занимающий много времени. Существует множество решений данной проблемы, но такие системы либо имеют высокую стоимость, либо не универсальны. В данной работе мы используем подход, основанный на применении сверточных нейронных сетей Mask R-CNN и InceptionV3. Предложенный нами метод демонстрирует высокую точность, надежность и универсальность.

THE SYSTEM FOR DETECTING VACANT PARKING SPACES USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS

Zenkin A.M., Kosareva E.A., Kirilenko I.I., Selezneva Ya.M., Kapitonov A.A.

Keywords: machine learning, deep learning, convolution neural networks, detecting of parking occupancy, image analysis.

Abstract. The paper considers the problem of finding a free parking space. Finding an empty parking space in the city center is a big problem for drivers, as it is a very tedious process that takes a lot of time. There are many solutions to this problem, but such systems are either highly expensive or not universal. In this paper we use an approach based on Mask R-CNN and InceptionV3 convolution neural networks. The method we propose demonstrates high accuracy, robustness and versatility.

Поиск незанятого парковочного места является серьезной проблемой, с которой сталкиваются пользователи автомобилей, так как это достаточно утомительный процесс. Системы, которые могут определять занятость автостоянок, позволят водителям сократить время, затрачиваемое на поиск парковочного места. Цель системы обнаружения свободных парковочных мест состоит в том, чтобы получить наиболее достоверные данные о ситуации на автостоянках и предоставить их в форме, удобной для пользователей.

Для решения поставленной проблемы были предложены различные методы. Методы на основе счетчиков, использование датчиков, которые могут быть предварительно установлены на каждом парковочном месте для индикации его состояния занятости, методы, частично основанные на компьютерном зрении. Все они либо недостаточно надежны, либо имеют высокую стоимость и требование к постоянному обслуживанию.

Методы, основанные на компьютерном зрении, являются оптимальным выбором, так как такие системы используют камеры видеонаблюдения, установленные на парковках, и не требуют постоянного наблюдения со стороны человека. Тем не менее, текущая проблема представляет собой

сложную задачу по компьютерному зрению из-за изменения освещения, искажений перспективы и различных точек обзора камеры. Чтобы преодолеть эти препятствия, исследователи обращаются к алгоритмам глубокого обучения. Особенно эффективны в задачах компьютерного зрения сверточные нейронные сети.

Задача определения занятости парковочных мест может быть разделена на две составляющие: обнаружение парковочных мест и определения занятости. Задача обнаружения парковочных мест может быть решена выделением этих мест вручную [1-2], но при движении, повороте и перестановке камеры трудоёмкий процесс выделения мест должен повторяться заново. Наш же подход основывается на логичном предположении: места для парковки – места, занятые стоящими автомобилями. Мы используем сверточную нейронную сеть Mask R-CNN [3] для распознавания машин и запоминаем места, на которых они стоят. Сеть с архитектурой Mask R-CNN интересна тем, что позволяет выделять на фотографиях не только ограничительные рамки, но и контуры («маски») экземпляров разных объектов, даже если таких экземпляров несколько, они имеют различный размер и частично перекрываются. Мы задействовали реализацию нейронной сети, обученной на базе данных COCO (Common Objects in Context) [4], от Matterport.

Для решения задачи определения занятости парковочных мест была использована, предварительно обученная на наборе данных ImageNet [5], сверточная нейронная сеть InceptionV3 [6]. Модель была обучена на общедоступной базе данных CNRPark + EXT [7], состоящей из 12 584 помеченных фотографий (рис. 1) занятых и пустых парковочных мест, снятых в разное время суток, и включающей в себя окклюзии из-за препятствий и частично или полностью затененные автомобили.

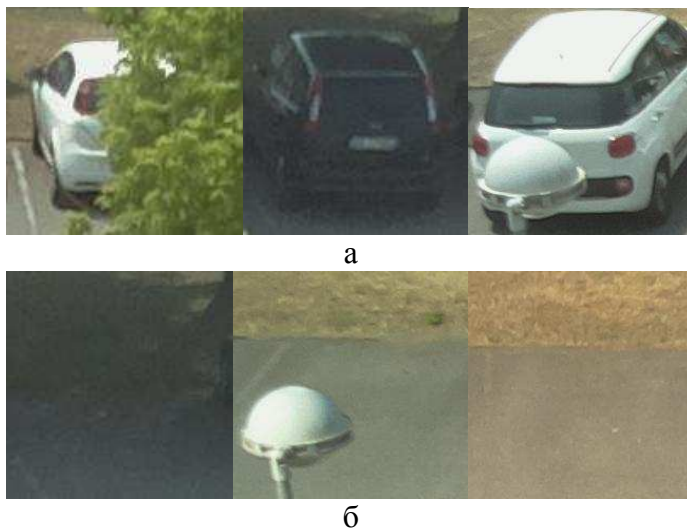


Рис. 1. Пример фотографий парковочных мест; (а) занятые места; (б) пустые места

Система, которую мы разработали, периодически фиксирует изображение части парковки. Для каждого кадра обнаруживаются все возможные места для парковки, далее эти места сегментируются (часть исходного изображения, содержащая одно парковочное место), после чего классифицируются для определения статуса.

В данной работе было предложено эффективное решение для проблемы нахождения свободных парковочных мест с использованием сверточных нейронных сетей. Тестирование предложенного метода было произведено на наборе данных, полностью отличающемся от набора обучающих данных. Система продемонстрировала хорошие результаты, показала высокую точность (96.2%) даже в случаях отдаленного расположения камеры и частичных оклюзий. Результаты также показывают, что сверточные нейронные сети обладают хорошими возможностями обобщения в прогнозировании состояния парковки при тестировании на наборе данных, полностью отличающемся от набора обучающих данных. Пример работы системы можно видеть на рис. 2.



Рис. 2. Пример работы системы при автоматическом выделении парковочных мест; (а) первый кадр; (б) последующий кадр, на котором два места оказались свободными

Многочисленные проблемы, такие как повышение точности классификации в различные погодные условия (снег, дождь) и при низкой освещенности, заслуживают дальнейшего изучения.

Список литературы / References

1. Amato G. et al. Car parking occupancy detection using smart camera networks and deep learning // IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC). – 2016. – P. 1212-1217.
2. Nurullayev S., Lee S. W. Generalized Parking Occupancy Analysis Based on Dilated Convolutional Neural Network // Sensors. – 2019. – Vol. 19. – №. 2. – P. 277.
3. He K. et al. Mask r-cnn // Proceedings of the IEEE international conference on computer vision. – 2017. – P. 2961-2969.
4. Lin T.Y. et al. Microsoft coco: Common objects in context // European conference on computer vision. – Springer, Cham, 2014. – P. 740-755.

5. Russakovsky O. et al. ImageNet large scale visual recognition challenge // International journal of computer vision. – 2015. – Vol. 115. – №. 3. – P. 211-252.
6. Szegedy C. et al. Rethinking the inception architecture for computer vision // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. – P. 2818-2826.
7. Amato G. et al. Deep learning for decentralized parking lot occupancy detection // Expert Systems with Applications. – 2017. – Vol. 72. – P. 327-334.

Зенкин Артемий Михайлович – студент, a.zenkin@itmo.ru	Zenkin Artemii Mikhailovich – student, a.zenkin@itmo.ru.
Косарева Екатерина Андреевна – студент, ksrve@mail.ru	Kosareva Ekaterina Andreevna – student, ksrve@mail.ru.
Кириленко Иван Игоревич – студент, ivan009ki@gmail.com	Kirilenko Ivan Igorevich –student, ivan009ki@gmail.com.
Селезнева Яна Михайловна – студент yanaselezneva97@mail.ru	Selezneva Yana Mikhailovna – student, yanaselezneva97@mail.ru.
Капитонов Александр Александрович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник факультета систем управления и робототехники, kapitonov.aleksandr@itmo.ru	Kapitonov Alexander Alexandrovich – candidate of technical sciences, senior researcher of Department of control systems and robotics, kapitonov.aleksandr@itmo.ru
Университет ИТМО, г.Санкт-Петербург, Россия	ITMO University, St. Petersburg, Russia

Received 24.11.2019