ПРИМЕНЕНИЕ СЕМАТИЧЕСКИХ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДЕТЕКЦИИ ТРЕЩИН ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

@ А.А. Акимов, С.И. Мустафина

a.a.akimov@strbsu.ru, sofiamustafina@mail.ru

УДК 004.93

DOI: 10.33184/mnkuomsh2t-2021-10-06.50.

Своевременное устранение дефектов в зонах повышенной транспортной нагрузки снижает риск аварий. В настоящее время для контроля состояния дорожного покрытия используются методы фото- и видеонаблюдения. Оценка и анализ новых ручных данных может занять слишком много времени. Таким образом, для оценки состояния объектов требуется совершенно другая процедура. Авторы сравнили результаты работы 3 нейронных сетей (Unet, Linknet, PSPNet), используемые для семантической сегментации, на примере набора данных Crack500. Полученные результаты могут быть использованы в процессе мониторинга и прогнозирования износа дорожного покрытия.

Ключевые слова: трещина, дорожное покрытие, нейронная сеть, Unet, LinkNet, PSPNet

Application of Semantic Convolutional Neural Networks to detect pavement cracks

Timely repair of defects (cracks, spalls, etc.) in areas of increased traffic reduces the risk of accidents. Currently, photo and video surveillance methods are used to monitor the condition of the road surface. Evaluating and analyzing new manual data can take too long. Therefore, a completely different method is needed to check and evaluate the condition of the controlled objects using technical vision. The authors compared the results of 3 neural networks (Unet, Linknet, PSPNet) used for semantic segmentation using the Crack500 dataset as an example. The obtained results can be used in modeling, monitoring and predicting road surface wear.

Keywords: crack, road surface, neural network, Unet, LinkNet, PSPNet

Непрерывный видеомониторинг дорожного покрытия может быть чрезвычайно утомительной задачей для людей, но достаточно простой

Акимов Андрей Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент, БашГУ (Уфа, Россия); Akimov Andrey, Ph.D. of Physico-mathematical Sciences, associate professor (Bashkir State University, Ufa, Russia)

Мустафина Софья Ильшатовна, студент, БашГУ (Уфа, Россия); Mustafina Sofya, student, (Bashkir State University, Ufa, Russia)

задачей для автоматизированных систем на базе компьютерного зрения (CV). Как было отмечено в [1], транспортная инфраструктура является основой национальной экономики, которую необходимо систематически улучшать. Многие исследования посвящены совершенствованию алгоритмов обнаружения дорожных дефектов. Обнаружение дефектов возможно проводить, как на двумерных изображениях (2D), так и трехмерных (3D), получаемых с помощью лазерного сканирования в виде облака точек. По сравнению с двумерными (2D) изображениями дорожного покрытия, трехмерные данные о поверхности дорожного покрытия менее уязвимы к условиям освещения и предоставляют больше полезной информации. Кроме того, 2D-методы не могут обнаружить некоторые дефекты из-за недостатка информации о глубине. Существующие алгоритмы визуального обнаружения дефектов на дороге можно условно разделить на две ветви: традиционные методы [2] обнаружения дефектов и методы искусственного интеллекта [3]. До недавнего времени для решения указанных задач использовались в основном ручные техники мониторинга, такие, как:

- морфологические операции [4],
- анализ геометрических особенностей ,
- применение фильтров Габора [5],
- вейвлет-преобразования ,
- построение гистограмм ориентированных градиентов (HOG, histograms oriented gradients),
- текстовый анализ,
- машинное обучение [6].

В работе проведено исследование сегментации трещин дорожного покрытия на основе семантических нейронных сетей и изучена эффективность применения методов машинного обучения и нейросетевых технологий для обнаружения и классификации повреждений асфальтобетонных покрытий по сравнению с традиционными методами. На основе результатов анализа известных архитектур, для детектирования дефектов, были выбраны следующие архитектуры: классическая архитектура автоэнкодера U-Net [7] и автоэнкодеры LinkNet [8], PSPNet [9]. Для обучения построенных моделей используется набор данных трещин на асфальте Crack500. Размер каждого изображения в наборе данных достаточно велик, поэтому существует проблема с размером входных данных нейронной сети, которая решается путем «разрезания» изображения на фрагменты размером 320 на 320 пикселей. На каждом изображении присутствует хотя бы один дефект. При этом учитываются только дефекты, занимающие не менее 6% площади изображения. Все данные разделены на три части: обучающая выборка (содержит 2270 изображений), ва-

лидационная (164 изображения) и тестовая (759 изображений). В работе проводится искусственное увеличение числа данных (augmentation) путем изменения яркости, масштабирования, осевой симметрии, добавления гауссовского шума. Модели были обучены на смешанном наборе данных для 5 эпох со скоростью обучения 0,001. Учитывались только значения из выходных данных нейронной сети с доверительной вероятностью выше или равной 50%. Лучшее решение оценивалось с помощью метрик качества ассурасу, F1 и IoU. Пример работы нейронной сети U-Net с различными бэкбонами приведен на рисунке

Рисунок 1. Результаты работы обученной нейронной сети U-Net с различными бэкбонами а) *Densenet121* б) *Inceptionv3* в) *Inceptionresnetv2* д) *Mobilnet* е) *Seresnext50* ф) *Efficientnetb0*

В работе представлены результаты сравнения работы трех нейронных сетей на заданном датасете. Представлены техники построения обучающей выборки. Прodelанная работа показала, что применение подобных архитектур достаточно эффективно для обнаружения трещин на дорожном покрытии.

Литература

1. *Gopalakrishnan, K* Deep learning in data-driven pavement image analysis and automated distress detection: A review // *Data* **3**:28 (2018).
2. *Oliveira, H.* CrackIT — An Image Processing Toolbox for Crack Detection and Characterization // *H. Oliveira, P. L. Correia* // *IEEE International Conference on Image Processing — ICIP 2014. — Paris : IEEE, 2014. — 798–802.*
3. *Augustauskas R, Lipnickas A.* Improved Pixel-Level Pavement-Defect Segmentation Using a Deep Autoencoder // *Sensors* **20.9**:2557 (2020)
4. *Jahanshahi M. R. et al.* An innovative methodology for detection and quantification of cracks through incorporation of depth perception // *Machine vision and applications*

24:2 (2013), 227-241.

5. *Xu W. et al.* Pavement crack detection based on saliency and statistical features // IEEE International Conference on Image Processing (2013), 4093-4097

6. *Sobol B. V. et al.* Deep convolution neural network model in problem of crack segmentation on asphalt images // Vestnik of Don State Technical University 19:1 (2019)

7. *Ronneberger O., Fischer P., Brox T.* U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation // International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention (2015), 234-241

8. *Chaurasia A., Culurciello E.* Linknet: Exploiting encoder representations for efficient semantic segmentation // IEEE Visual Communications and Image Processing (2017), 1-4

9. *Zhao H. et al.* Pyramid scene parsing network // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (2017), 2881-2890