

Висящев В.А., Проговоров А.С., Магомедов С.А. Нейросетевой подход для сегментации трещин на изображениях асфальта // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2019. – №5 (май). – АРТ 438-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

РУБРИКА: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.93.11

Висящев Владимир Александрович
студент 2 курса магистратуры, факультет ИиВТ
e-mail: nokiawlad17@yandex.ru

Проговоров Антон Сергеевич
студент 2 курса магистратуры, факультет ИиВТ
e-mail: anton.progovorov@yandex.ru

Магомедов Сардар Александрович
студент 2 курса магистратуры, факультет ИиВТ
e-mail: burned2112@gmail.com

Научный руководитель: Рашидова Е.В., к.ф.-м.н., профессор
ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет»
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ТРЕЩИН НА
ИЗОБРАЖЕНИЯХ АСФАЛЬТА**

Аннотация: Предложен метод автоматизированной идентификации дефектов дорожного покрытия по его изображениям на основе использования глубокой сверточной нейронной сети. Модель реализована как упрощенный и оптимизированный вариант наиболее популярных, на данный момент, FC-сетей. Предложены техники построения обучающей выборки и двухэтапного процесса обучения сети, с учетом специфики решаемой задачи. Прделанная работа показала, что можно успешно

применять подобные архитектуры в условиях небольшого количества исходных данных.

Ключевые слова: идентификация дефектов, машинное обучение, сверточные нейронные сети, дорожное покрытие.

Visishchev Vladimir Alexandrovich

2nd year master student, Faculty of IT

e-mail: nokiawlad17@yandex.ru

Progovorov Anton Sergeevich

2nd year master student, Faculty of IT

E-mail: anton.progovorov@yandex.ru

Magomedov Sardar Alexandrovich

2nd year master student, Faculty of IT

E-mail: burned2112@gmail.com

Scientific adviser: Rashidova EV, Ph.D., Professor

FGBOU VPO "Don State Technical University"

Rostov-on-Don, Russian Federation

NEURAL NETWORK APPROACH FOR SEGMENTATION OF CRACKS ON ASPHALT IMAGES

Abstract: A method is proposed for automated identification of road pavement defects by its images based on the use of a deep convolutional neural network. The model is implemented as a simplified and optimized version of the most popular at the moment, FC-networks. Techniques for constructing a training set and a two-stage network training process are proposed, taking into account the specifics of the problem being solved. The work done has shown that such architectures can be successfully applied in the conditions of a small amount of source data.

Keywords: defect identification, machine learning, convolutional neural networks, pavement.

1. Введение

Инфраструктуры общественного назначения подвержены естественному процессу старения. В связи с этим требуется проведение более частых процедур контроля. Эффективные стратегии мониторинга состояния могут помочь инженерам в надлежащем планировании работ по обслуживанию и ремонту дорожных покрытий, что приведет к значительному сокращению расходов на обслуживание жизненного цикла дорожного покрытия. Своевременное обнаружение проблемных участков и эффективное управление технического обслуживания гарантируют постоянную доступность объектов инфраструктуры. Оценка критического состояния дорожного покрытия прошла много этапов от применения ручных методов фото-фиксации до использования высокоскоростной цифровой техники [1].

Россия входит в пятерку стран с самой большой протяженностью автомобильных дорог и федеральных магистралей. Для инфраструктур большой протяженности требуются системы мониторинга, которые объединяют в себе простоту использования, высокую скорость, надежность и качество работы.

В данной работе предлагается подход, который использует технологии машинного обучения. Это позволяет автоматизировать процесс оценки качества дорожного покрытия. Предлагаемый подход заключается в обучении сверточной нейронной сети на основе данных, размеченных вручную. Таким образом, система научится распознавать основные виды повреждений объектов контроля и проводить их оценку. Это позволит

существенно повысить скорость обследования дорожного полотна и сократить материальные издержки.

2. Обзор литературы

Большое внимание, в опубликованных работах, уделяется исследованию и разработке автоматизированных методов обнаружения трещин на изображениях [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Некоторые из рассматриваемых работ более специфичны, например, [10] в области дорожно-транспортных инфраструктур, в области мостов и сооружений.

До глобального распространения нейросетевых технологий и машинного обучения, поддерживаемого вычислительными мощностями графических процессоров, основной тенденцией являлось применение ручных техник, таких как морфологические операции, извлечение геометрических особенностей [6], применение фильтров Габора, вейвлет преобразований, гистограмм ориентированных градиентов (HOG), текстурного анализа и машинного обучения.

Сверточная нейронная сеть (СНН) это архитектура искусственной нейронной сети, специально предназначенная для работы с изображениями. СНН это многослойная нейросетевая архитектура, реализующая локальные восприимчивые поля, через сверточные слои и инвариантность относительно малых геометрических деформаций через слой субдискретизации (pooling layer).

С развитием сверточных нейронных сетей, стала доступна возможность более эффективно изучать и обобщать особенности изображений. Это было применено к области, например, классификации изображений, поиска объектов, обнаружения транспортных средств.

3. Постановка задачи

Для проведения идентификации дефектов на изображениях дорожного покрытия, нужно определить наличие или отсутствие дефекта. В качестве исходных данных используются реальные изображения (фотографии асфальта), которые содержат различные дефекты, продольные и поперечные трещины. В качестве дополнительной информации используются бинарные маски, созданные человеком, соответствующие этим изображениям.

Изображения дорожного покрытия имеют свою специфику. Она заключается в небольшом диапазоне серого цвета и небольшой разнице между фоном и целевым объектом изображения. Помимо этого, на изображениях могут присутствовать большое количество шумов и посторонних объектов. Изображения могут содержать различные типы дефектов, разного размера и форм. На рис. 1 показаны фрагменты реальных изображений и бинарных масок.

Следовательно, необходимо провести сегментацию изображения, выделить соответствующие классы, определить, является ли часть изображения дефектом или нет. Для этого возможно применить нейросетевой инструмент и на основе исходной информации, и соответствующей ей дополнительной информации, построить и обучить модель.

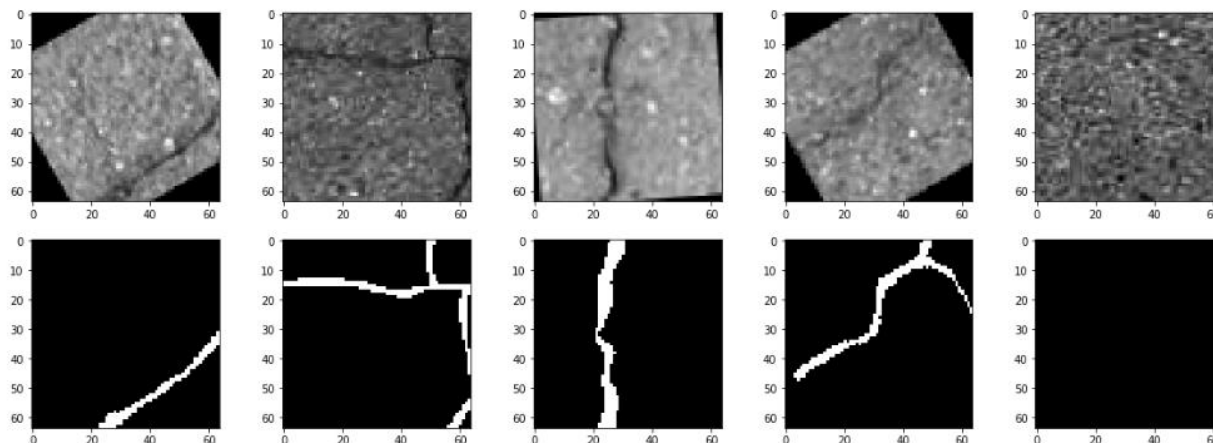


Рис. 1. Изображения и соответствующие им бинарные маски,
полученные в результате аугментации данных

4. Метод идентификации

Сегментирование изображений с выделением соответствующих классов это тип задач, который, в последнее время, эффективно решается с помощью специально разработанных архитектур сверточных нейронных сетей, таких, например, как SegNet, U-Net.

На текущий момент, существует большое количество наборов данных, на основе которых, можно провести обучение нейронной сети. Эти наборы данных включают в себя оригинальные изображения дорожного покрытия и соответствующие им изображения-маски, которые показывают наличие или отсутствия дефектов на покрытии.

Вследствие того, что изображения с дефектами на дорожном покрытии имеют свою специфику, авторы предлагают собственную упрощенную модель глубокой сверточной нейронной сети. Для сегментации изображения предлагается Fully convolutional neural network со структурой Encoder-Decoder. На вход системы подается изображение дорожного покрытия, а на выходе получается бинарное изображение-маска.

Таким образом, в качестве результата, получается сегментированное изображение, показывающее наличие и отсутствие дефектов.

Для обучения построенной модели используется набор данных CrackForest. Проводится его аугментация (искусственное увеличение набора данных), так как обучение и работа нейронной сети основана на Path-based подходе. Набор данных состоит из 117 изображений. Он разделяется на обучающую, тестовую и валидационную выборки.

Обучение нейронной сети проходит в несколько этапов. На первом этапе сеть обучается на небольшом объеме данных (30% от основного набора). Обучение продолжается 5 эпох. На втором этапе сеть обучается на полном объеме данных необходимое количество эпох. Для реализации разработанной архитектуры ГСНН используются фреймворки Keras и Tensorflow.

5. Идентификация дефектов на дорожном покрытии

Для обработки изображений высокого разрешения применяется метод скользящего окна с заданным шагом, регулирующим скорость обработки и детализацию. Таким образом, формируется результирующая карта вероятностей (тепловая карта) наличия дефекта для всего изображения. Изображение из валидационного набора и результат его обработки нейронной сетью представлены на рис. 2.

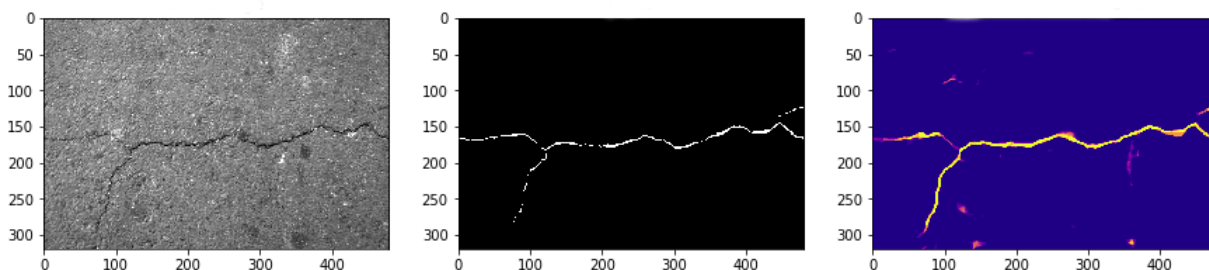


Рис. 6. Изображение, обработанное нейронной сетью. В первом столбце реальное изображение, во втором – маска дефекта, в третьем – маска дефекта, сгенерированная нейронной сетью.

Список использованной литературы:

1. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2009. Quality Management of Pavement Condition Data Collection. Washington, DC: The National Academies Press.
2. *Mahler, D. S., Kharoufa, Z. B., Wong, E. K. and Shaw, L. G.* (1991), Pavement Distress Analysis Using Image Processing Techniques. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 6: 1-14
3. *Tizhoosh H.R., Krell G., Michaelis B.* (1997) Locally adaptive fuzzy image enhancement. In: Reusch B. (eds) *Computational Intelligence Theory and Applications. Fuzzy Days 1997. Lecture Notes in Computer Science*, vol 1226. Springer, Berlin, Heidelberg.
4. *Zou, Qin & Cao, Yu & Li, Qingquan & Mao, Qingzhou & Wang, Song.* (2012). Crack Tree: Automatic crack detection from pavement images. *Pattern Recognition Letters*. 33. 227-238.
5. *W. Xu, Z. Tang, J. Zhou and J. Ding*, "Pavement crack detection based on saliency and statistical features," 2013 IEEE International Conference on Image Processing, Melbourne, VIC, 2013, pp. 4093-4097.
6. *Oliveira, Henrique & Correia, Paulo.* (2014)., CrackIT - An Image Processing Toolbox for Crack Detection and Characterization. 2014 IEEE International Conference on Image Processing, ICIP 2014.
7. *Shi, Yong & Cui, Limeng & Qi, Zhiquan & Meng, Fan & Chen, Zhensong.* (2016). Automatic Road Crack Detection Using Random Structured Forests. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 17. 1-12.
8. *Lee, B. J. and Lee, H.* “. (2004), Position-Invariant Neural Network for Digital Pavement Crack Analysis. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 19: 105-118.
9. *Sun, Bo-Cheng & Qiu, Yan-jun.* (2007). Automatic Identification of Pavement Cracks Using Mathematic Morphology.
10. *S. Chambon.* Detection of road cracks with multiple images. In *International Joint Conference on Computer Vision Theory and Applications, VISAPP*, 2010.

Дата поступления в редакцию: 21.05.2019 г.

Опубликовано: 26.05.2019 г.

© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник», электронный журнал, 2019

© Висящев В.А., Прогоров А.С., Магомедов С.А., 2019