
Ворожцова Н.А., Вологдин С.В. Подготовка набора данных для распознавания...

19. OECD Guidelines for the Security of Information Systems and Networks: Towards a Culture of Security. OECD Publications, 2002, 30 с. URL: <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/15582260.pdf> (date of the application: 22.10.2020).
20. Open Group Standard Open Information Security Management Maturity Model (O-ISM3). Version 2.0. The Open Group, 2017, 130 p.
21. Saltzer J.H., Schroeder M.D. The Protection of Information in Computer Systems // Proceedings of the IEEE, 1975, vol. 63, no. 9, pp. 1278–1308.
22. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment, Version 1.0, NCOIC, 2008, 154 p.

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.04.P.121

УДК 004.93.1

Н.А. Ворожцова, С.В. Вологдин

ПОДГОТОВКА НАБОРА ДАННЫХ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ
ПОКАЗАНИЙ С ФОТОГРАФИЙ ЛИЦЕВЫХ ПАНЕЛЕЙ
ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В рамках исследования, проводимого с целью разработки программного обеспечения, которое позволит повысить точность расчетов потребления электроэнергии за счет автоматизации процесса распознавания данных с фотографий лицевых панелей приборов учета, необходимо разработать алгоритм распознавания символов на изображении. На данный момент существует множество методов и алгоритмов распознавания объектов на изображении. В связи с этим возникает необходимость выбора методов и алгоритмов, соответствующих особенностям объекта распознавания. Результатом применения разработанного алгоритма будет являться распределение всех классов распознавания по степени сходства распознаваемого объекта с ними. Разрабатываемое программное обеспечение должно устранить проблемы, возникающие при ручном вводе данных показаний приборов учета электроэнергии, а именно: отсутствие доверия к полученным данным и невозможность их оперативной проверки; ошибки при вводе данных; многоэтапность процесса обработки данных для отправки поставщику. Предложен алгоритм подготовки набора данных для распознавания фотографий лицевых панелей приборов учета электроэнергии. На первом этапе происходит сбор графических данных, примеры которых отображены в таблице, необходимых для решения поставленной задачи. Затем из полученных изображений необходимо выбрать те, которые обладают лучшим качеством. Выбранные изображения будут являться эталонными, и к эталонному виду в дальнейшем будут приводиться все получаемые изображения объектов исследования. Далее производится выбор подходящего инструмента для разметки изображений, разметка и аннотирование изображений. Финальным этапом является выгрузка полученного набора данных в формате JSON и загрузка в нейронную сеть для ее тренировки.

Ключевые слова: интеллектуальная информационная мобильная система, мобильный энергоучет, распознавание образов, сверточная нейронная сеть, информационно-аналитический комплекс.

Vorozhtsova N.A., Vologdin S.V.

PREPARING A DATASET OF ELECTRICITY METERS
FROM PHOTOGRAPHS FOR OPTICAL RECOGNITION

As part of a study conducted with the aim of developing software that will improve the accuracy of calculations of electricity consumption by automating the process of recognizing data from photographs of the front panels of metering devices, it is necessary to develop an algorithm for optical character recognition. Actually, there are many methods and algorithms for recognizing objects in the images. Therefore, it becomes necessary to select methods and algorithms that correspond to the characteristics of the recognition object. The result of applying the developed algorithm will be the distribution of all recognition classes according to the degree of similarity of the recognized object with them. The software under development should eliminate the problems arising from the manual input of data when reading the electricity meters results, namely: lack of confidence in the data received and the inability of their prompt verification, data entry errors, multi-stage data processing for sending to the supplier. The article proposes an algorithm for preparing a data set for recognizing photographs of front panels of electricity metering devices. At the first stage, graphic data are collected, examples of which are represented in the following table, which are necessary to solve the problem. Then, from the resulting images, you must select those that have the best quality. The selected images will be the reference and in the future all the images of the objects of study will be brought to the reference view. Next, you select a suitable tool for marking images, markup and annotate images. The final stage is uploading the received dataset in JSON format and loading it into the neural network to train it.

Keywords: intelligent information mobile system, mobile energy accounting, pattern recognition, convolutional neural network, information and analytical complex.

Задача распознавания информации на изображении относится к типу когнитивных задач, свойственных человеческому мозгу; для ее решения необходимо составить систему искусственного интеллекта [11]. Такая система должна делиться на решение трех подзадач: формирование и накопление знаний; применение этих знаний для решения задач; накопление новых знаний по мере решения задач. Для этого необходимо реализовать следующие функции: обучение, представление и рассуждение. Для решения задачи нахождения показаний на фотографиях приборов учета электроэнергии необходимо разработать программу преобразования изображений печатного текста в машинный [2].

Целью исследования является разработка алгоритма подготовки набора данных для распознавания показаний с фотографий лицевых панелей приборов учета электроэнергии, которая достигается путем применения анализа существующих методов и алгоритмов разметки и аннотирования изображений. Важным фактором для выбора итогового инструмента, используемого для разметки изображений, выступает возможность выгрузки данных в формате, подходящем для тренировки нейронной сети.

Набор данных для обучения нейронных сетей создается из естественных изображений на основе реальных данных. Процесс создания состоит из следующих этапов.

1-й этап. Сбор графических данных (фотографирование интересующих объектов, снятие видеопотока с камеры, выделение части изображения на интернет странице) [1]. Для

Ворожцова Н.А., Вологдин С.В. Подготовка набора данных для распознавания...

решения задачи подготовки набора данных для распознавания показаний приборов учета электроэнергии были собраны фотографии лицевых панелей приборов учета в количестве более 1000 штук. Из них были выбраны 250 фотографий наиболее часто встречающихся типов счетчиков. Примеры фотографий представлены в таблице.

2-й этап. Фильтрация – проверка изображений на ряд требований: достаточный уровень освещенности объектов, наличие необходимого объекта и др. [1]. Из имеющихся фотографий были выбраны 150, обладающие хорошим качеством, достаточным уровнем освещенности, необходимым поворотом изображения и визуально легко определимыми цифрами на панели прибора учета.

Так как большинство приборов учета располагаются в помещениях, то возникают ситуации, при которых прибор учета недостаточно освещен. При таких обстоятельствах символы в показании видны недостаточно четко, но при этом зачастую этого достаточно для нахождения по сумме пикселей в машинной обработке. Также может возникнуть обратная ситуация, при которой яркое освещение или использование вспышки на устройстве сбора данных исказит информацию в виде бликов и засвеченных областей [12].

3-й этап. Выбор инструмента для разметки изображения. В ходе анализа существующих программ для разметки изображений был выбран инструмент IBM Cloud Annotations [7], являющийся открытым программным обеспечением. IBM Cloud Annotations позволяет разметить изображение, создать аннотацию и выгрузить получившуюся информацию в формате JSON, что позволит в дальнейшем использовать ее для обучения нейронной сети.





4-й этап. Разметка фотографии и присвоение аннотации каждой метке. С помощью инструмента, выбранного на 3-м этапе, необходимо выделить на изображении интересные области и определить для них аннотации (рисунок). Интересующими областями на изображении являются цифры на табло прибора учета.

5-й этап. Выгрузка получившейся аннотации в формат JSON. Далее необходимо натренировать модель нейронной сети на полученном наборе данных. Модель нейронной сети разработана на основе метода сверточных нейронных сетей, структура сети однонаправленная, многослойная.



Выделение интересующих областей на изображении

**Реальные фотографии одних из наиболее распространенных типов
приборов учета (ПУ) электроэнергии**

№ п/п	Тип ПУ	Фотография
1	СЕ 101	
2	НЕВА 103 1S0	
3	НЕВА 101 1S0	
4	НЕВА 303 1S0	

Сверточные нейронные сети широко используются в качестве метода для изучения особенностей необработанных входных данных в различных приложениях, включая классификацию медицинских изображений [8], распознавание человеческой активности [9] и автоматическое распознавание речи [10]. Эти сети создают модели, инвариантные к преобразованию входных данных. В CNN слои свертки и операции объединения сложены в стопку, чтобы создать блок изучения функций. Слой свертки использует ядра и результаты их свертки с входным сигналом для изучения локальных инвариантных функций. Последующий слой объединения извлекает существенные признаки с помощью скользящего окна фиксированной длины поверх вывода сверточных слоев путем операций объединения [3; 4; 5].

Преимуществами сверточных нейронных сетей является то, что используется небольшое количество настраиваемых весов (по сравнению с полносвязной нейронной сетью).

Ворожцова Н.А., Вологдин С.В. Подготовка набора данных для распознавания...

При использовании сверточной нейронной сети есть возможность распараллеливания вычислений, следовательно, возможно реализовать алгоритм работы и обучения сети на графических процессорах. Относительная устойчивость к повороту и сдвигу распознаваемого изображения и обучение при помощи метода обратного распространения ошибки – это тоже достоинства сверточной нейронной сети.

Заключение

Подготовка данных является важнейшим этапом, от уровня выполнения которого зависит возможность получения качественных результатов всего процесса распознавания. Кроме того, следует помнить, что на этап подготовки данных, по некоторым оценкам, может быть потрачено до 80% всего времени, отведенного на проект.

Рассмотренный алгоритм подготовки набора данных для распознавания фотографий лицевых панелей приборов учета электроэнергии, состоящий из пяти основных этапов, позволяет получить в качестве выходных данных файл формата JSON. Полученный файл можно использовать в качестве тренировочного для нейронной сети, разработанной на основе сверточных нейронных сетей.

Литература

1. Аугментация (augmentation – «раздутие») данных для обучения нейронной сети на примере печатных символов // Блог компании Smart Engines. URL: <https://habr.com/ru/company/smartengines/blog/264677/> (дата обращения: 10.08.2020).
2. Ворожцова Н.А., Вологдин С.В. Разработка интеллектуальной информационной мобильной системы учета электроэнергии // Новые кадры оборонно-промышленного комплекса: диверсификация ОПК и реализация национальных проектов: сб. материалов XII Всерос. совещания, посвященного 100-летию М.Т. Калашникова (Ижевск, 16–18 октября 2019 г.). Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2019. С. 28–35.
3. Arefnezhad S., Samiee S., Eichberger A., Frühwirth M., Kaufmann C., Klotz E. Applying Deep Neural Networks for Multi-Level Classification of Driver Drowsiness Using Vehicle-Based Measures // Expert Systems with Applications, vol. 162, 30 December 2020.
4. Christian B., Tewodros A.H., Varanasi K., Stricker D. Fast Dense Feature Extraction with CNNs that have Pooling or Striding Layers // Conference, BMVC, September 2017.
5. Scherer D., Muller A., Behnke S. Evaluation of Pooling Operations in Convolutional Architectures for Object Recognition // 20th International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN), Thessaloniki, Greece, September 2010.
6. Hassan S., Bahsoon R., Kazman R. Microservice Transition and Its Granularity Problem: A Systematic Mapping Study. *Softw Pract Exper.* 2020, 50, 1651–1681. <https://doi.org/10.1002/spe.2869>
7. IBM Cloud Annotations. URL: <https://cloud.annotations.ai> (дата обращения: 15.08.2020).
8. Jo J., Lee S.J., Park K.R., Kim J., Kim L. Detecting Driver Drowsiness Using feature-Level Fusion and User-Specific Classification. *Expert Systems with Applications*, 2014, 41 (4), 1139–1152. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.108>.
9. Mario M. Human Activity Recognition Based on Single Sensor Square HV Acceleration Images and Convolutional Neural Networks. *IEEE Sensos J.*, 2019, 19 (4), 1487–1498. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2018.2882943>.

10. Park S., Jeong Y., Kim H. Multiresolution CNN for Reverberant Speech recognition. Conf. Oriental Chapter of the International Coordinating Committee on Speech Databases and Speech I/O Systems and Assessment (O-COCOSDA), Seoul, 2017, 214–217. doi: <https://doi.org/10.1109/ICSDA.2017.8384470>.
11. Tepandi Ya.Ya. Applied Artificial Intelligence Systems and Automated Software Engineering // Programming and Computer Software, 1989, 15 (1), pp. 27–33.
12. Vorozhtsova N.A., Shushkov I.D., Vologdin S.V. System Approach to Development of Intellectual Information Mobile System for Electric Power Metering // International Conference of Young Scientists on Energy Systems Research, 2019, vol. 114.

Literatura

1. Augmentaciya (augmentation – “razdutie”) dannyh dlya obucheniya nejronnoj seti na primere pechatnyh simbolov // Blog kompanii Smart Engines. URL: <https://habr.com/ru/company/smartengines/blog/264677/> (data obrashcheniya: 10.08.2020).
2. Vorozhtsova N.A., Vologdin S.V. Razrabotka intellektual'noj informacionnoj mobil'noj sistemy ucheta elektroenergii // Novye kadry oboronno-promyshlennogo kompleksa: diversifikaciya OPK i realizaciya nacional'nyh proektov: sb. materialov XII Vseros. soveshchaniya, posvyashchennogo 100-letiyu M.T. Kalashnikova (Izhevsk, 16–18 oktyabrya 2019 g.). Izhevsk: Izd-vo IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova, 2019. S. 28–35.
3. Arefnezhad S., Samiee S., Eichberger A., Frühwirth M., Kaufmann C., Klotz E. Applying Deep Neural Networks for Multi-Level Classification of Driver Drowsiness Using Vehicle-Based Measures // Expert Systems with Applications, vol. 162, 30 December 2020.
4. Christian B., Tewodros A.H., Varanasi K., Stricker D. Fast Dense Feature Extraction with CNNs that have Pooling or Striding Layers // Conference, BMVC, September 2017.
5. Scherer D., Muller A., Behnke S. Evaluation of Pooling Operations in Convolutional Architectures for Object Recognition // 20th International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN), Thessaloniki, Greece, September 2010.
6. Hassan S., Bahsoon R., Kazman R. Microservice Transition and Its Granularity Problem: A Systematic Mapping Study. *Softw Pract Exper.* 2020, 50, 1651–1681. <https://doi.org/10.1002/spe.2869>
7. IBM Cloud Annotations. URL: <https://cloud.annotations.ai> (дата обращения: 15.08.2020).
8. Jo J., Lee S.J., Park K.R., Kim J., Kim L. Detecting Driver Drowsiness Using feature-Level Fusion and User-Specific Classification. *Expert Systems with Applications*, 2014, 41 (4), 1139–1152. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.108>.
9. Mario M. Human Activity Recognition Based on Single Sensor Square HV Acceleration Images and Convolutional Neural Networks. *IEEE Sensos J.*, 2019, 19 (4), 1487–1498. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2018.2882943>.
10. Park S., Jeong Y., Kim H. Multiresolution CNN for Reverberant Speech recognition. Conf. Oriental Chapter of the International Coordinating Committee on Speech Databases and Speech I/O Systems and Assessment (O-COCOSDA), Seoul, 2017, 214–217. doi: <https://doi.org/10.1109/ICSDA.2017.8384470>.
11. Tepandi Ya.Ya. Applied Artificial Intelligence Systems and Automated Software Engineering // Programming and Computer Software, 1989, 15 (1), pp. 27–33.
12. Vorozhtsova N.A., Shushkov I.D., Vologdin S.V. System Approach to Development of Intellectual Information Mobile System for Electric Power Metering // International Conference of Young Scientists on Energy Systems Research, 2019, vol. 114.