

А.Е. Краснов, М.Е. Головкин (РГСУ), Д.Н. Никольский (ООО «Умный кошелек»), В.Г. Благовещенский (МГУПП)

Волновая сеть для распознавания изображений

Для пищевой промышленности важным направлением развития средств ее технической поддержки является технология интеллектуального анализа данных, получаемых различными методами, например, хроматографическими, спектральными, телевизионными. Телевизионные методы позволяют осуществлять различные виды контроля как пищевого сырья, так и готовых продуктов по текстурам и формам их изображений. При этом широко используются нейросетевые технологии, в частности технологии сверточных сетей. Однако до сих пор остается проблемной описание изображений инвариантно к их поворотам, так как какая-то предпочтительная ориентация изображений при их анализе невозможна. Это приводит к необходимости построения гибридных сверточных сетей с очень сложной архитектурой. В статье рассматривается простая архитектура нового класса сверточных сетей – волновых сетей, позволяющих на основе когерентного размытия изображений формировать их специальные описания или паттерны, регистрация которых для 23 поворотов (0...45°) обеспечивает полную инвариантность к любым поворотам изображений. Когерентное размытие изображений основано на синусном и косинусном волновых преобразованиях Френеля, учитывающих фазовые соотношения во взаимном расположении его пикселей, что снимает вырождение в описании этих расположений. Показано, что когерентное размытие изображений предпочтительно для описания их различных структурных форм. Приведены примеры описания форм бинарных и полутонных изображений.

Ключевые слова: волновая сеть, изображение, когерентное размытие, паттерн, инвариантность к повороту, форма.

Краснов Андрей Евгеньевич – д-р физ.-мат. наук, проф.,

Головкин Михаил Евгеньевич – старший преподаватель Российского государственного социального университета,

Никольский Дмитрий Николаевич – канд. физ.-мат. наук, доцент, старший программист ООО «Умный кошелек»,

Благовещенский Владислав Германович – старший преподаватель «МИРЭА – Российский технологический университет».

Список литературы

- 1. Temerdashev Z.A., Khalafyan A.A., Kaunova A.A., Abakumov A.G., Titarenko V.O., Akin'shina V.A. Using neural networks to identify the regional and varietal origin of Cabernet and Merlot dry red wines produced in Krasnodar region // Foods and Raw Materials. 2019;7(1):124-130.*
- 2. Дроханов А.Н., Краснов А.Е. Видеоспектрометр для экспресс-контроля пищевых сред и готовых продуктов: Монография. СПб: Лань; 2019. 144 с.*
- 3. Sahoo D., Hao W., Ke S., et al. FoodAI: Food Image Recognition via Deep Learning for Smart Food Logging. KDD '19: Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. 2019: 2260-2268.*

4. Okada S, Nakamoto H, Kobayashi F, Kojima F. A Study on Classification of Food Texture with Recurrent Neural Network. In: Kubota N, Kiguchi K, Liu H, Obo T. (eds) Intelligent Robotics and Applications. ICIRA 2016. Lecture Notes in Computer Science. 2016; 9834. Springer, Cham.
5. Armi1 L., Fekri-Ers S. Texture image analysis and texture classification methods - a review. International Online Journal of Image Processing and Pattern Recognition. 2019; 2(1): 1-29. arXiv:1904.06554 [cs.CV].
6. Marcos D., Volpi M., Tuia D. Learning rotation invariant convolutional filters for texture classification. 23rd International Conference on Pattern Recognition. 2016. arXiv:1604.06720v2 [cs.CV] 21 Sep 2016.
7. Juang B.H. Deep neural networks – a developmental perspective. APSIPA Transactions on Signal and Information Processing. 2016; 5(e7).
8. Salas R.R., Dokladalova E., Dokladal P. Rotation invariant CNN using scattering transform for image classification. IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2019. Taipei, Taiwan. 2019; fihal-02008378: 654–658.
9. Krasnov A.E., Kompanets I.N., Druzhinin Y.O. Use of the Fresnel transform for optical pattern recognition. Second International Conference on Optical Information Processing (27 December 1996), St. Petersburg, Russian Federation. Proc. SPIE. 1996; 2969.
10. Головкин М.Е., Краснов А.Е. Методы выделения инвариантных признаков изображений // Актуальные проблемы современной науки. 2016; 4(89): 209-212.
11. Salas R.R., Dokladal P., Dokladalova E. Rotation Invariant Networks for Image Classification for HPC and Embedded Systems. Electronics. 2021; 10(2): 139.
12. Благовещенский В. Г., Петряков А. Н., Сумерин В. А. Определение эффективности процесса сепарирования семян подсолнечника в потоке с использованием компьютерного зрения // Health, Food & Biotechnology. 2020. 2(3).
13. Головкин М.Е. Позиционирование изображений сегментированных объектов на основе кроссплатформенной среды Qt // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2020. 1: 18-26.

Krasnov A.E., Golovkin M.E., Nikol'sky D.N., Blagoveshchensky V.G. Wave network for image recognition

The technology of chromatographic, spectral, and video data mining is a key area of technical support in food industry. Video methods enable comprehensive monitoring of edible raw materials and foodstuff based on their image textures and forms. Deep learning technologies such are extensively used, in particular, convolutional neural networks. However, the description of images invariant to their rotations poses a challenge because a preferable image orientation is not possible in the analysis. This implies the need for hybrid convolutional network with sophisticated architecture. The paper examines the simple architecture of a new class of convolutional networks named wave networks. Based on coherent image blurring, they enable the development of their special descriptions or patterns, the recording of which for 23 rotations (0...45 degrees) ensures complete invariance to any image rotations. Coherent image blurring is based in sine and cosine Fresnel transforms, which allow for phase relationships in the relative position of its pixels that eliminates the degeneracy in the description of these positions. The paper shows that coherent blurring of images is preferable for the description of their various structural forms. Examples of binary and halftone image description forms are cited.

Keywords: wave network, image, coherent blurring, pattern, rotational invariance, form.