

Применение глубокого обучения для выявления сколиоза по рентгеновским изображениям

Пудов Н.А. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат педагогических наук, доцент Авксентьева Е.Ю. (ИТМО)

Введение. Сколиоз – это распространённое заболевание позвоночника, требующее точной диагностики для своевременного лечения. Одним из ключевых методов диагностики является определение угла Кобба, который оценивает степень искривления позвоночника. В последние годы активно развиваются автоматизированные методы анализа медицинских изображений, в частности с использованием нейросетевых алгоритмов. Различные методы определения угла Кобба описаны в [9], [1], [3], [7], [10], [5]. Все они, как правило, сводятся либо к определению ключевых точек с последующим геометрическим определением углов в том числе с использованием методов библиотеки OpenCV [9], [7], либо к точной сегментации позвонков с последующим приближением кривой позвоночника при помощи сплайна и высчитывания отклонения позвонков от кривой [1], [3], [5], [10].

Основная часть. В рамках исследования при помощи сверточных нейронных сетей мы сравнили различные подходы по определению сколиоза на рентгеновских изображениях. Для этого использовались как более фундаментальные архитектуры Faster-R-CNN [8] с backbone слоями Resnet-50 [2], Resnet-101 [2], ResNext-101 [11], так и RetinaNet [6] с backbone слоями Resnet-50 [2], Resnet-101 [2], так и относительно новая версия архитектуры YOLO 11 [4]. Для YOLO 11 [4] использовались версии nano, small, medium, large, extra-large. В качестве обучающих данных использовался датасет, состоящий из 859 рентгеновских изображений двух классов - со сколиозом и без него, размеченных на платформе Roboflow с использованием ограничивающих прямоугольников (bounding box). Кроме того, был осуществлен сбор данных рентгеновских изображений с разметкой ключевых точек позвоночника. Данный набор поможет в дальнейшем в определении угла Кобба при помощи анализа ключевых точек позвонков и интеграции данного метода в интеллектуальную систему по определению степени сколиоза.

Выводы. В результате сеть Faster-R-CNN [8] с backbone слоем ResNext-101 [11] и YOLO 11 medium, extra-large показали наибольшую точность порядка 93% по метрике mAP50 (mean average precision с IoU = 0.5) в определении сколиоза по тестовой выборке. Однако по времени инференса в 10 раз быстрее сеть YOLO (в среднем 10 ms против 85 ms у Faster-R-CNN с backbone слоем ResNext-101). YOLO 11 наиболее предпочтительна в качестве интеграции в интеллектуальную компьютерную систему для определения сколиоза. Данная система может использоваться также при обучении студентов медицинских университетов принципам диагностики различных заболеваний.

Список использованных источников

1. Caesarendra, W. Automated Cobb Angle Measurement for Adolescent Idiopathic Scoliosis Using Convolutional Neural Network // *Diagnostics*. 2022. Vol. 12. № 2. – P. 396.
2. He, K. Deep Residual Learning for Image Recognition. 2015.
3. Horng, M.-H. Cobb Angle Measurement of Spine from X-Ray Images Using Convolutional Neural Network // *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. 2019. Vol. 2019. – P. 1-18.

4. Khanam, R. YOLOv11: An Overview of the Key Architectural Enhancements / R. Khanam, M. Hussain – arXiv preprint arXiv:2410.17725. 2024. YOLOv11.
5. Li, K. Deep learning automates Cobb angle measurement compared with multi-expert observers. 2024.
6. Lin, T.-Y. Focal Loss for Dense Object Detection // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2020. Vol. 42. № 2. – P. 318-327.
7. Maeda, Y. Automatic measurement of the Cobb angle for adolescent idiopathic scoliosis using convolutional neural network // Scientific Reports. 2023. Vol. 13. № 1. – P. 14576.
8. Ren, S. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2017. Vol. 39. Faster R-CNN. № 6. – P. 1137-1149.
9. Sardjono, T. A. Automatic Cobb Angle Determination From Radiographic Images: // Spine. 2013. Vol. 38. Automatic Cobb Angle Determination From Radiographic Images. № 20. – P. E1256-E1262.
10. Suri, A. Conquering the Cobb Angle: A Deep Learning Algorithm for Automated, Hardware-Invariant Measurement of Cobb Angle on Radiographs in Patients with Scoliosis // Radiology: Artificial Intelligence. 2023. Vol. 5. Conquering the Cobb Angle. № 4. – P. e220158.
11. Xie, S. Aggregated Residual Transformations for Deep Neural Networks // 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – Honolulu, HI: IEEE, 2017. – P. 5987-5995.