

Программа специального курса «Нейронные Сети».

Руководители: к.ф.-м.н., доц. Часовских А.А.,

к.ф.-м.н., н.с. Половников В.С.

1. Биологические нейронные сети, построение математической модели. Искусственные нейронные сети. Задачи, решаемые нейронными сетями. Модель МакКаллока-Питтса. Нейронный базис, нейронные схемы. Понятие кусочно-линейных, кусочно-постоянных и кусочно-параллельных функций в действительном многомерном пространстве.
2. Теорема о выразимости нейронных схем. Понятие эквивалентности. Следствие о существовании нейронной схемы нелинейной глубины не более двух.
3. Теорема о существовании нейронных функций не представимых нейронными схемами нелинейной глубины один. Критерий однослойности нейронных схем.
4. Задача проверки полноты в пространстве кусочно-параллельных функций.
5. Теорема о нелинейной сложности нейронных схем без памяти.
6. Перцептрон. Строгая линейная отделимость. Алгоритм Розенблатта. Теорема Новикова.
7. Связь с классическими методами обучения. Метод опорных векторов (SVM).
8. Разнообразие архитектур нейронных сетей. Свёрточные нейронные сети. Подходы к инициализации весов. Виды функций потерь. Алгоритмы обучения (алгоритм обратного распространения ошибки и его вариации), выбор гиперпараметров, регуляризация.
9. Открытые базы данных ImageNet[3], MS COCO [4], Pascal VOC[5]. Соревнования нейросетевых алгоритмов.
10. Задача классификации. Основные архитектуры LeNet [6], AlexNet [7], VGG [8], Resnet[9], GoogLeNet[10], Inception [10-12].
11. Задача детектирования. Классические подходы: гистограммы ориентированных градиентов (HOG+SVM), модель деформируемых частей (DPM). Основные нейросетевые архитектуры Yolo[13,14], RCNN[15], Fast RCNN[16], Faster RCNN[17], RetinaNet[18].
12. Задача сегментирования. Основные архитектуры Unet[19], Mask RCNN[20], SegNet[21].
13. Рекурсивные нейронные сети (сети Хопфилда, RNN, LSTM, GRU).
14. Обучение с подкреплением.
15. Практическое использование нейронных сетей. Пакеты Caffe[22], Keras[23], TensorFlow[24].

Список литературы:

1. Хайкин С. «Нейронные сети: полный курс», Вильямс 2006
2. Половников В.С. «Об оптимизации структурной реализации нейронных сетей» диссертация на соискание степени кандидата наук, 2007
3. O. Russakovsky, J. Deng, H. Su, J. Krause, S. Satheesh, S. Ma, Z. Huang, A. Karpathy, A. Khosla, M. Bernstein, et al. «Imagenet large scale visual recognition challenge», 2014 <http://www.image-net.org/>

4. Tsung-Yi Lin, Michael Maire, Serge Belongie, Lubomir Bourdev, Ross Girshick, James Hays, Pietro Perona, Deva Ramanan, C. Lawrence Zitnick, Piotr Dollár «Microsoft COCO: Common Objects in Context»
<https://arxiv.org/abs/1405.0312> <http://cocodataset.org>
5. Everingham, M., Eslami, S. M. A., Van Gool, L., Williams, C. K. I., Winn, J. and Zisserman, A. «The PASCAL Visual Object Classes Challenge: A Retrospective» International Journal of Computer Vision, 111(1), 98-136, 2015 <http://host.robots.ox.ac.uk/pascal/VOC/>
6. Lecun, Yann & Bottou, Leon & Bengio, Y & Haffner, Patrick. «Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition», 1998. Proceedings of the IEEE. 86. 2278 - 2324. 10.1109/5.726791.
7. Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Geoffrey Hinton «ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks», NIPS 2012
8. Karen Simonyan, Andrew Zisserman «Very deep convolutional networks for large scale image recognition», ICLR 2015 <https://arxiv.org/abs/1409.1556>
9. Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun «Deep Residual Learning for Image Recognition» <https://arxiv.org/abs/1512.03385>
10. Christian Szegedy, Wei Liu, Yangqing Jia, Pierre Sermanet, Scott Reed, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Vincent Vanhoucke, Andrew Rabinovich «Going Deeper with Convolutions» Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pages 1-9, 2015
<https://arxiv.org/abs/1409.4842>
11. Christian Szegedy, Vincent Vanhoucke, Sergey Ioffe, Jonathon Shlens, Zbigniew Wojna «Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision»
<https://arxiv.org/abs/1512.00567>
12. Christian Szegedy, Sergey Ioffe, Vincent Vanhoucke, Alex Alemi «Inception-v4, Inception-ResNet and the Impact of Residual Connections on Learning»
<https://arxiv.org/abs/1602.07261>
13. Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, and Ali Farhadi «You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection», ECCV 2016
<https://arxiv.org/abs/1506.02640>
14. Joseph Redmon, Ali Farhadi «YOLOv3: An Incremental Improvement»
15. Ross Girshick, Jeff Donahue, Trevor Darrell, Jitendra Malik «Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation»
<https://arxiv.org/abs/1311.2524>
16. Ross Girshick «Fast R-CNN» <https://arxiv.org/abs/1504.08083>
17. Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, Jian Sun «Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks»
<https://arxiv.org/abs/1506.01497>
18. Tsung-Yi Lin, Priya Goyal, Ross Girshick, Kaiming He, Piotr Dollár «Focal Loss for Dense Object Detection» <https://arxiv.org/abs/1708.02002>
19. Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, Thomas Brox «U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation»
<https://arxiv.org/abs/1505.04597>
20. Kaiming He, Georgia Gkioxari, Piotr Dollár, Ross Girshick «Mask R-CNN»
<https://arxiv.org/abs/1703.06870>
21. Vijay Badrinarayanan, Alex Kendall, Roberto Cipolla «SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation»
<https://arxiv.org/abs/1511.00561>
22. Jia, Yangqing and Shelhamer, Evan and Donahue, Jeff and Karayev, Sergey and Long, Jonathan and Girshick, Ross and Guadarrama, Sergio and Darrell, Trevor «Caffe: Convolutional Architecture for Fast Feature Embedding»
<https://arxiv.org/abs/1408.5093> <http://caffe.berkeleyvision.org/>
23. <https://keras.io/>

24. <https://www.tensorflow.org/>