



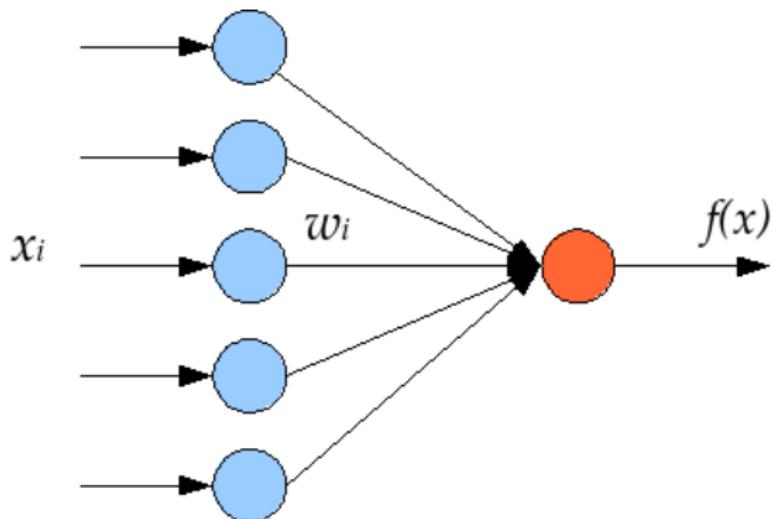
ТЕХНОСФЕРА

Лекция 4 Сверточные нейронные сети

Полыковский Даниил

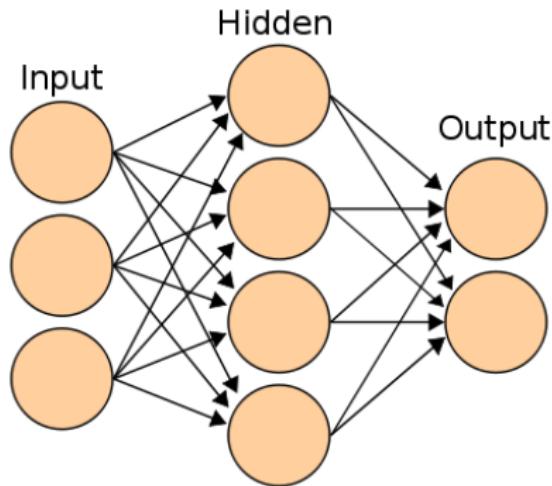
3 марта 2018 г.

Перцептрон



- ▶ Модели: линейная/логистическая регрессия
- ▶ Может моделировать: NOT, AND, OR
- ▶ Не может моделировать: XOR

Сети с одним скрытым слоем



Теорема (универсальный аппроксиматор)¹

Любую непрерывную на компакте функцию можно равномерно приблизить нейронной сетью с одним скрытым слоем.

¹Отличная визуализация:

<http://neuralnetworksanddeeplearning.com/chap4.html>

Проблемы нейронных сетей

Проблемы полносвязных нейронных сетей:

- ▶ Требуется огромное количество нейронов
- ▶ Серьезное переобучение

Возможное решение — введение новых типов слоев:

- ▶ Сверточные слои (сегодня)
- ▶ Пулинг (сегодня)
- ▶ Dropout (лекция 5)
- ▶ Нормализация (лекция 5)
- ▶ ...

Сверточные нейронные сети

ImageNet



- ▶ 1000 классов
- ▶ около 1000 изображений в каждом классе
- ▶ около 1 000 000 изображений всего
- ▶ несколько номинаций, в том числе распознавание и детектирование/локализация

ImageNet

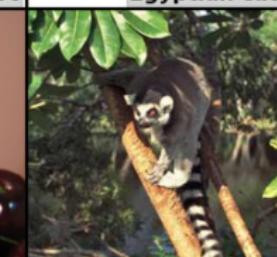
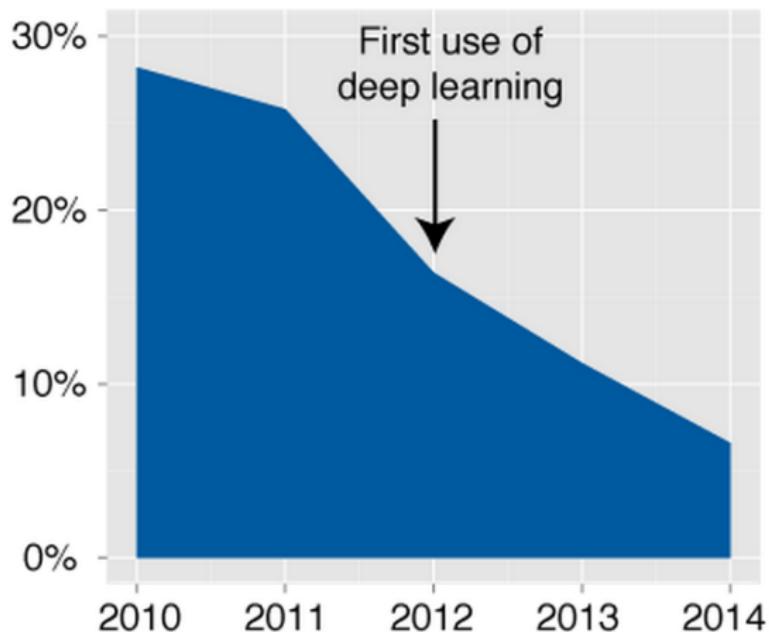
			
mite black widow cockroach tick starfish	container ship lifeboat amphibian fireboat drilling platform	motor scooter go-kart moped bumper car golfcart	leopard jaguar cheetah snow leopard Egyptian cat
			
grille convertible grille pickup beach wagon fire engine	mushroom agaric mushroom jelly fungus gill fungus dead-man's-fingers	cherry dalmatian grape elderberry ffordshire bullterrier currant	Madagascar cat squirrel monkey spider monkey titi indri howler monkey

Рис.: Примеры прогнозов

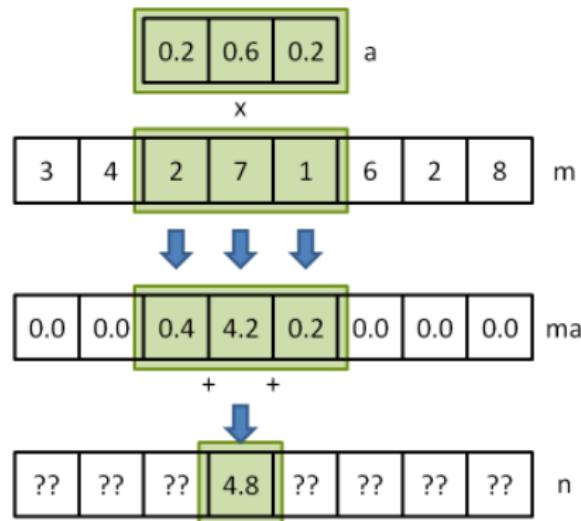
Objection classification error rate



Одномерная свертка (convolution)

Определение

Результатом операции свертки массива m с ядром a называется сигнал n : $n[k] = \sum_{i=-w}^w m[k+i]a[-i]$. Обозначение: $n = m * a$



Padding

Нулевой отступ

0	0	A	B	C	0	0
---	---	---	---	---	---	---

Продолжение границы

A	A	A	B	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---

Зеркальный отступ

B	A	A	B	C	C	B
---	---	---	---	---	---	---

C	B	A	B	C	C	B	A
---	---	---	---	---	---	---	---

Циклический отступ

B	C	A	B	C	A	B
---	---	---	---	---	---	---

Одномерная свертка (convolution)

Свойства (для сигналов бесконечной длины):

- ▶ Ассоциативность: $a * (b * c) = (a * b) * c$
- ▶ Линейность:
 - ▶ $(\alpha a) * b = \alpha(a * b)$
 - ▶ $(a + b) * c = a * c + b * c$
- ▶ Коммутативность: $a * b = b * a$

Двумерная свертка (чб картинки)

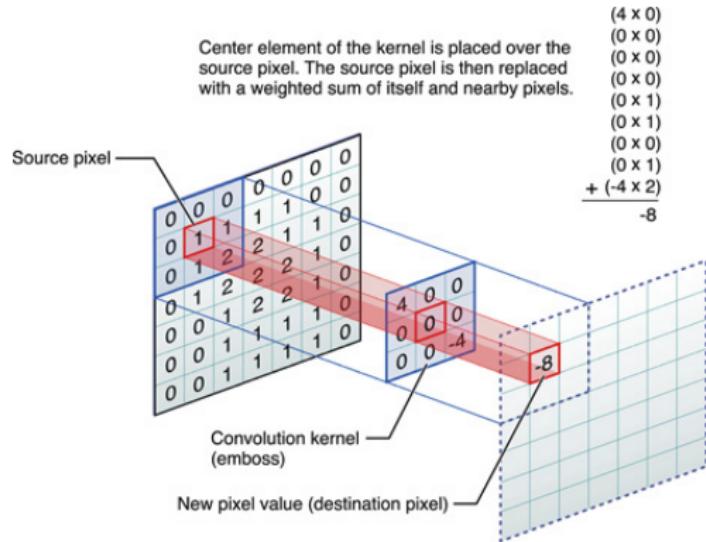


Рис.: 2D convolution²

²<https://developer.apple.com/library/ios/documentation/Performance/Conceptual/vImage/ConvolutionOperations/ConvolutionOperations.html>

Примеры ядер

- ▶ Тождественное

0	0	0
0	1	0
0	0	0



- ▶ Детектор границ

0	1	0
1	-4	1
0	1	0



- ▶ Увеличение резкости

0	1	0
1	5	1
0	1	0



Свертка в нейронных сетях

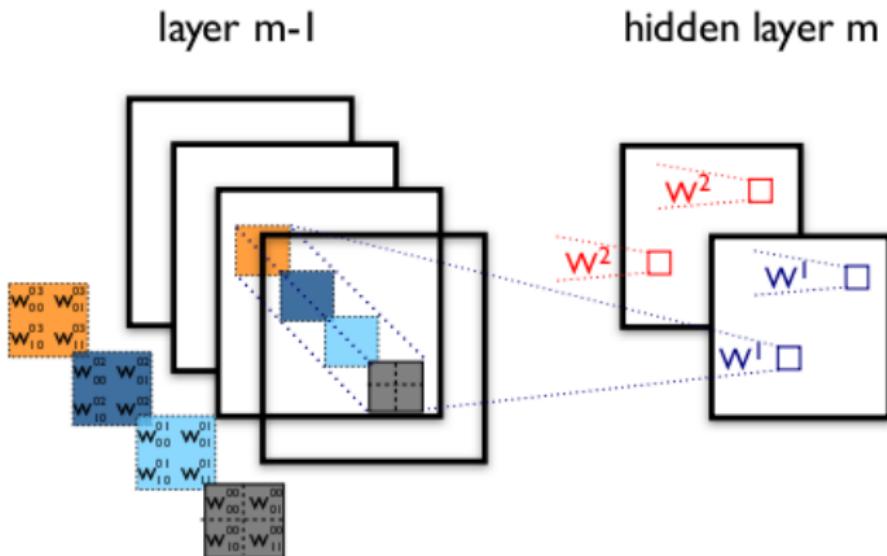
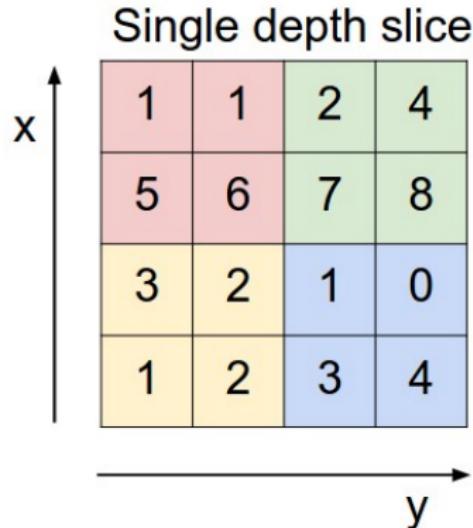


Рис.: Сверточный слой³

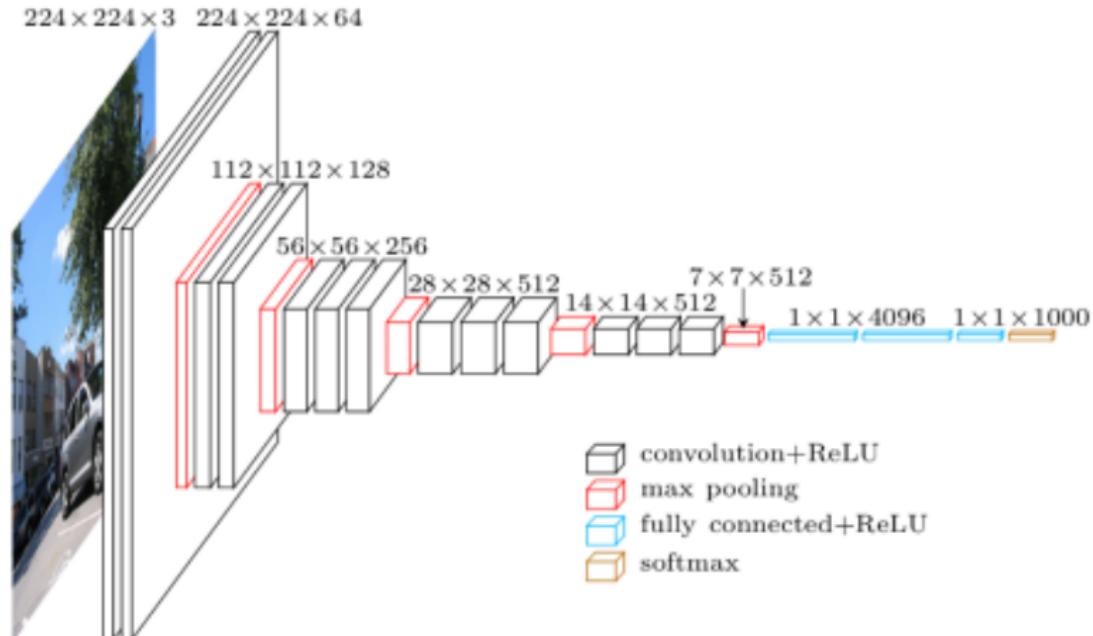
³<http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html>

Pooling



- ▶ Голосование: побеждают наиболее активные нейроны
- ▶ Вырабатывается инвариантность к небольшим сдвигам
- ▶ Увеличение рецептивной области
- ▶ Уменьшение вычислительных затрат
- ▶ Кроме max-пулинга: mean, weighted, root-mean-square, ...

Пример: VGG-16



Интерпретация обученных моделей

Извлечение признаков

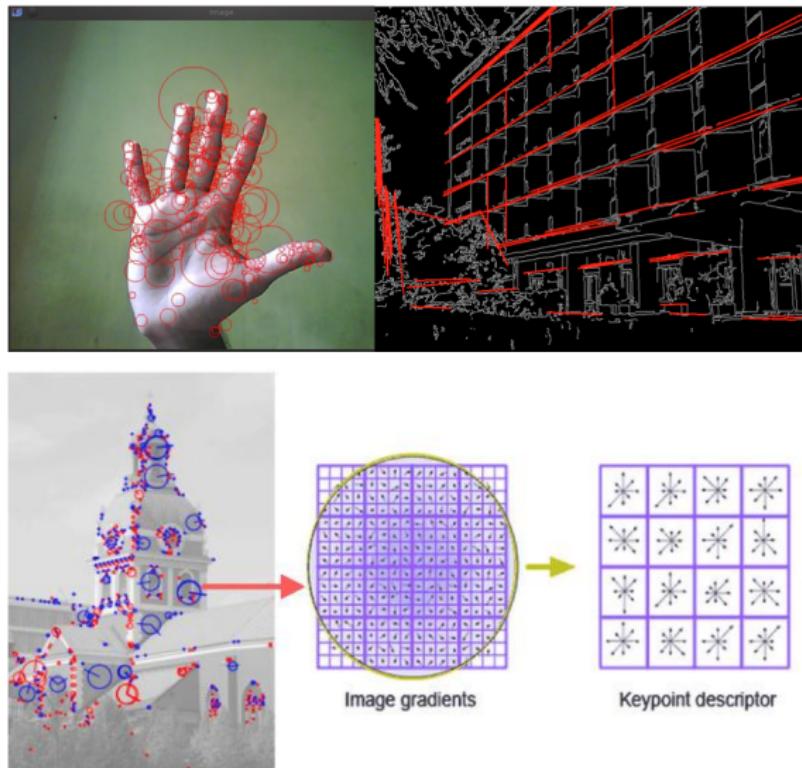


Рис.: Классический подход к извлечению признаков

Извлечение признаков, история

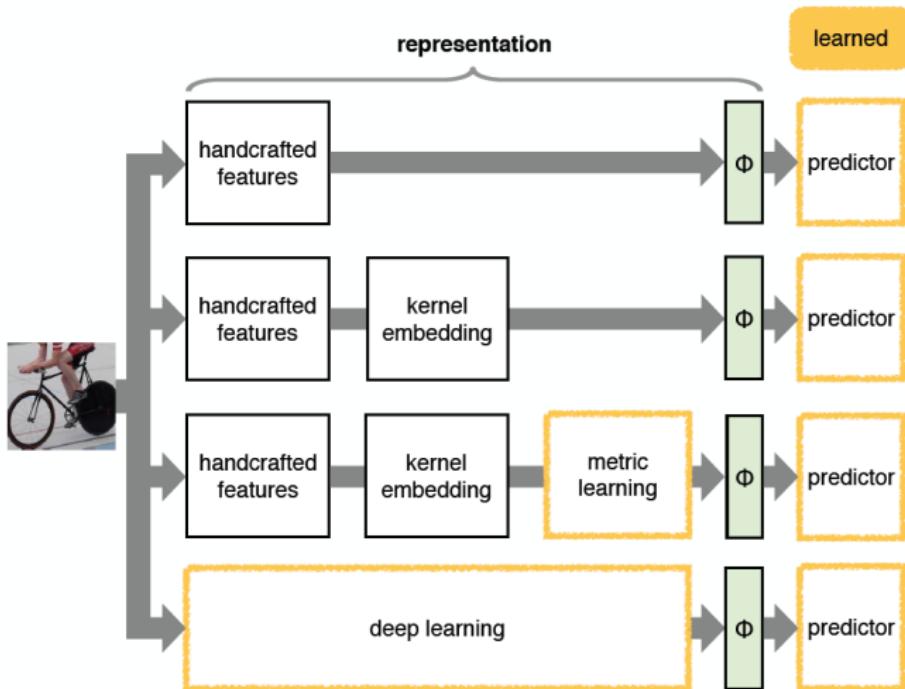
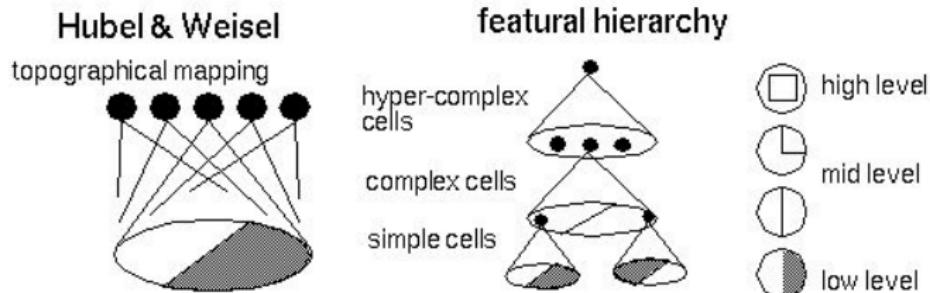


Рис.: Глубинное обучение⁴

⁴Learning visual representations (Andrea Vedaldi)

Модель Хьюбеля-Визеля



Показано, что мозг обрабатывает визуальную информацию иерархически: сначала находятся границы, углы, а на более глубоких слоях — сложные объекты.

Deconvolution сети

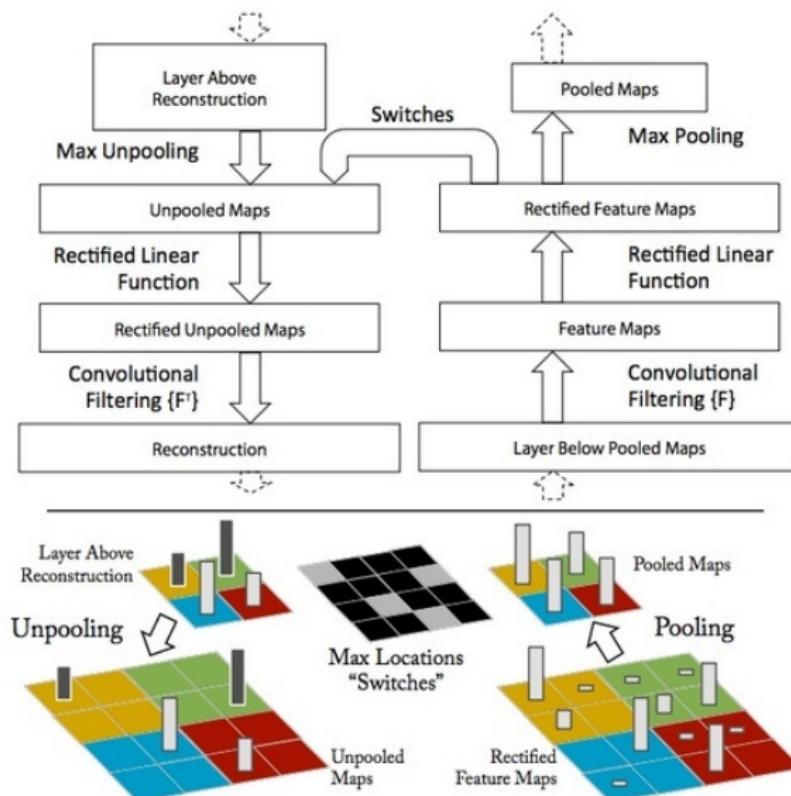


Рис.: Схема deconvolution сети

Deconvolution сети

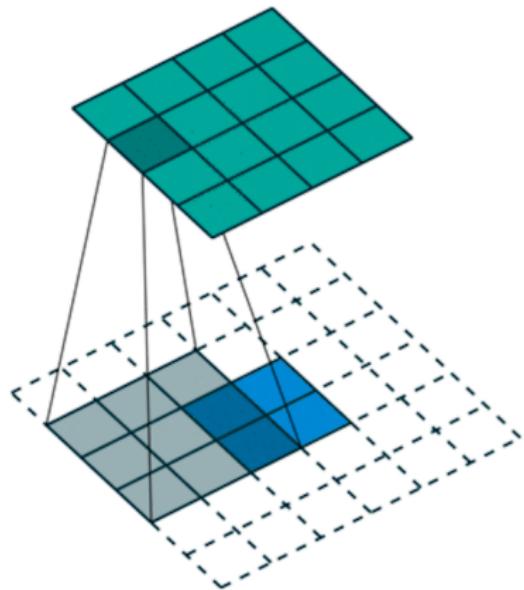


Рис.: Convolution transposed⁵

⁵https://github.com/vdumoulin/conv_arithmetic

Deconvolution сети

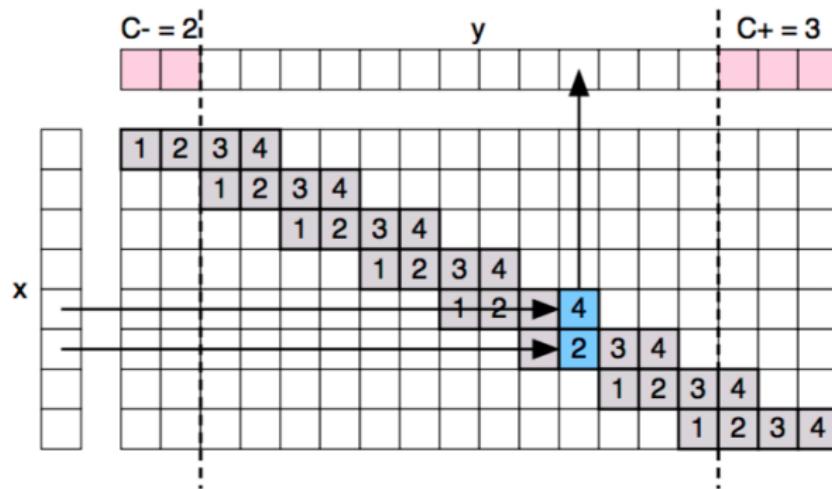


Рис.: Convolution transposed⁶

⁶<http://www.vlfeat.org/matconvnet/matconvnet-manual.pdf>

Выучиваемые признаки

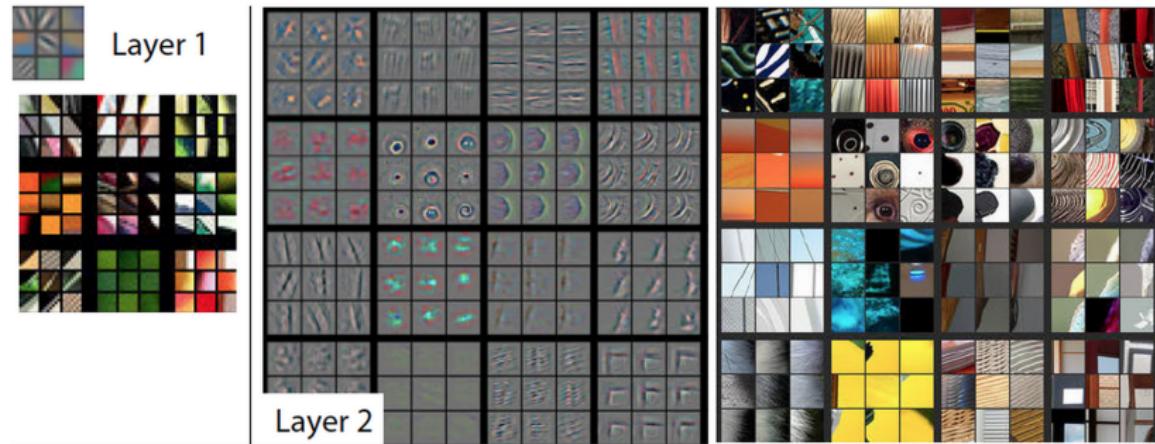


Рис.: Visualizing and Understanding Convolutional Networks⁷

⁷Matthew D. Zeiler and Rob Fergus

Выучиваемые признаки

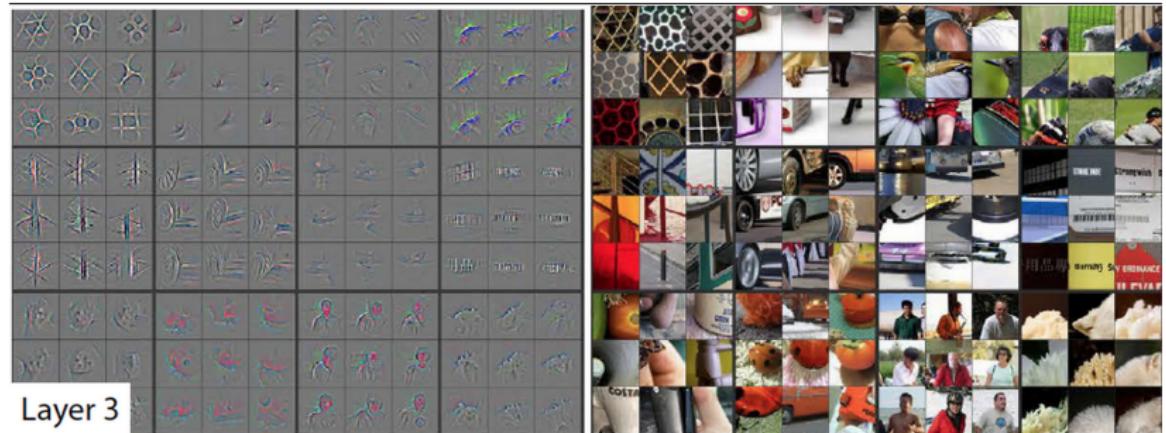


Рис.: Visualizing and Understanding Convolutional Networks⁸

⁸Matthew D. Zeiler and Rob Fergus

Выучиваемые признаки

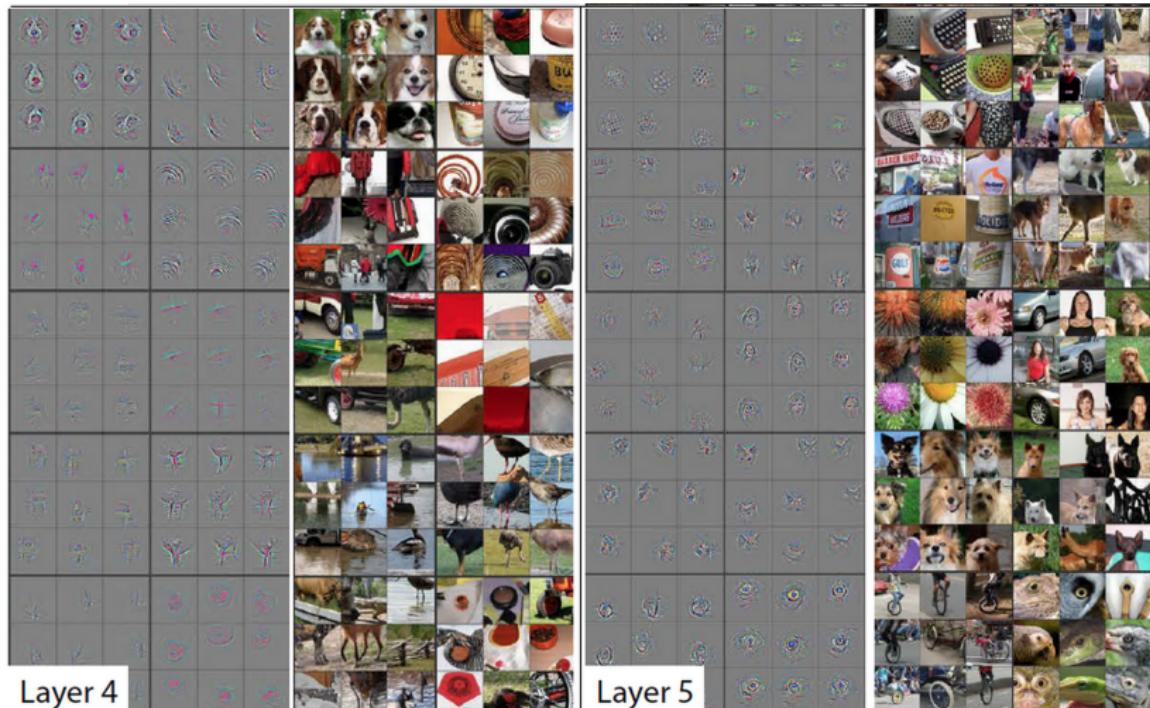


Рис.: Visualizing and Understanding Convolutional Networks⁹

⁹Matthew D. Zeiler and Rob Fergus

Transfer learning

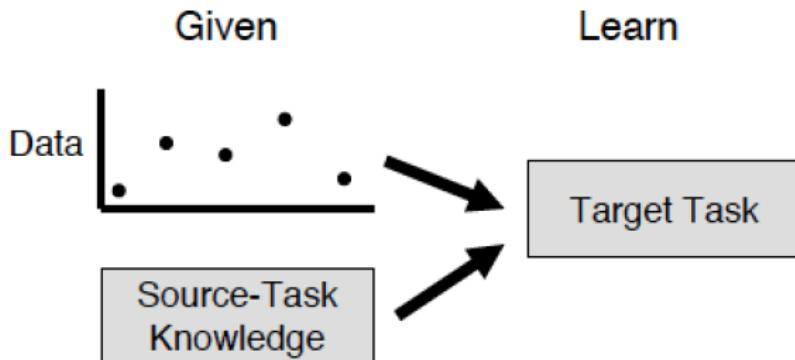


Рис.: Модель решения задачи в рамках парадигмы трансфера знаний

Transfer learning

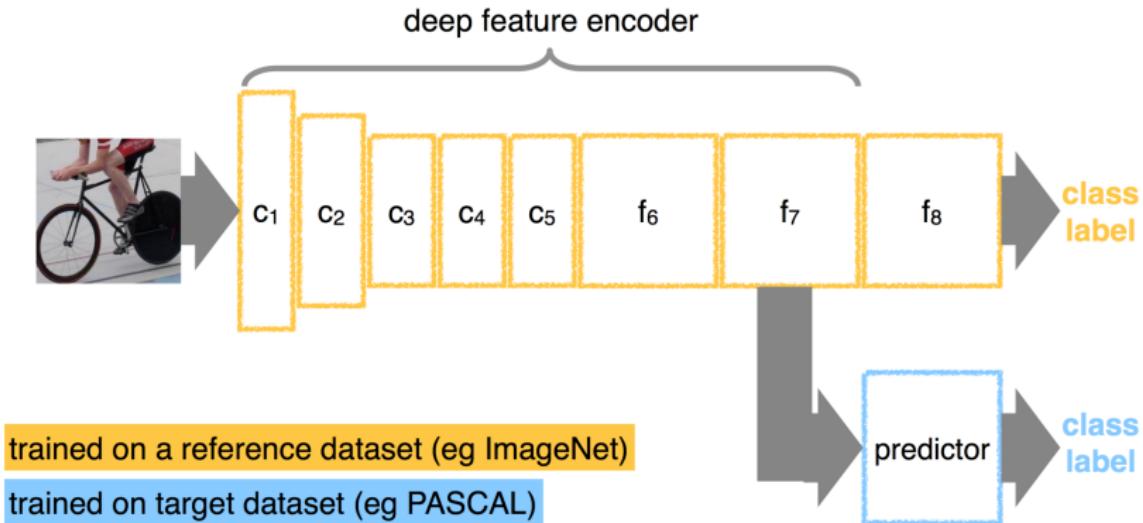


Рис.: Трансфер между двумя глубинными сетями¹⁰

¹⁰Learning visual representations (Andrea Vedaldi)

Transfer learning¹¹

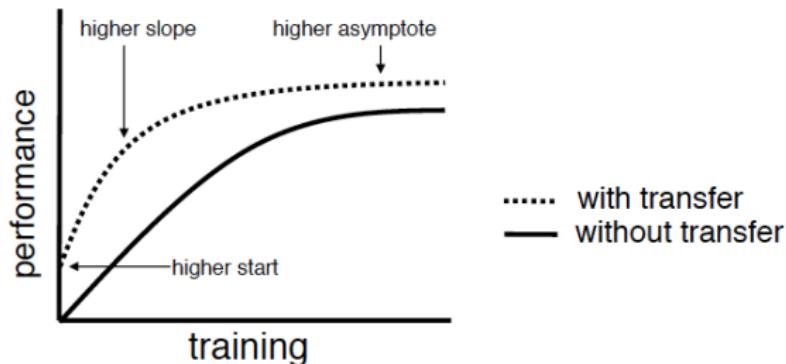


Рис.: Цели трансфера знаний

- ▶ higher start — хорошее начальное приближение из-за априорной информации о распределении весов
- ▶ higher slope — ускорение сходимости алгоритма обучения
- ▶ higher asymptote — улучшение верхней достижимой границы качества

¹¹ftp:

//ftp.cs.wisc.edu/machine-learning/shavlik-group/torrey.handbook09.pdf

Transfer learning

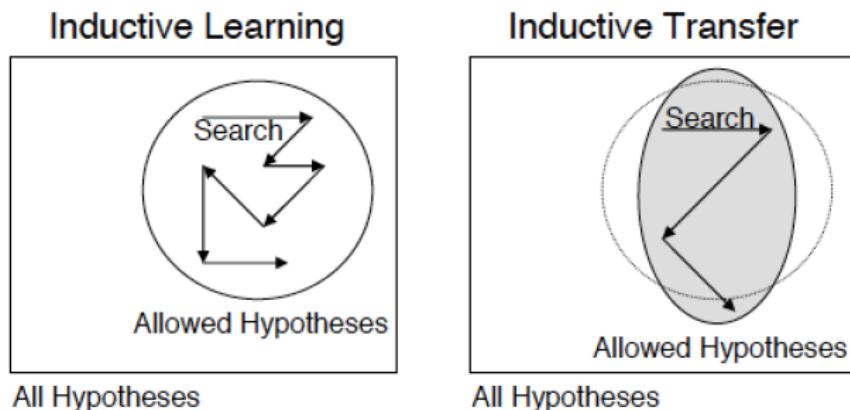


Рис.: Трансфер знаний можно также рассматривать как некоторую регуляризацию, которая ограничивает пространство поиска до определенного набора допустимых и хороших гипотез

CNN для распознавания речи¹²

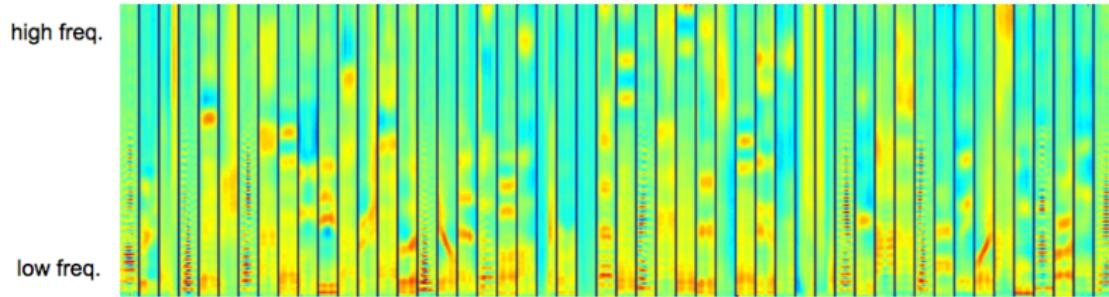


Рис.: Спектрограмма голосового сигнала

¹²<http://ai.stanford.edu/~ang/papers/nips09-AudioConvolutionalDBN.pdf>

CNN для текстов¹³¹⁴

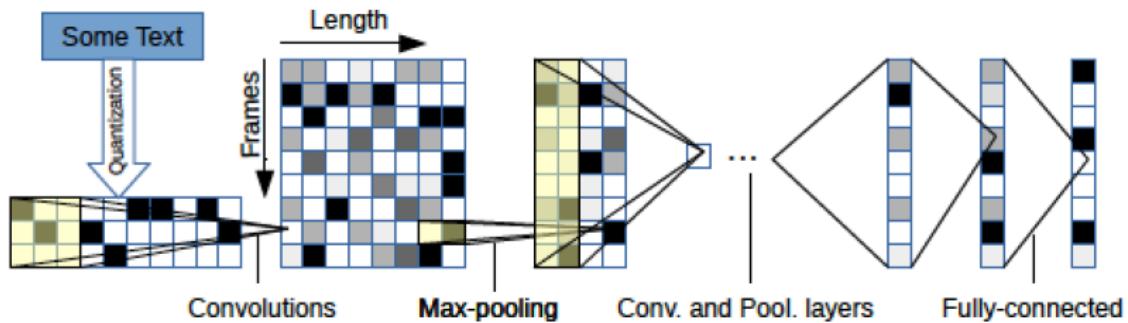


Рис.: Обработка изображения представляющего текст

¹³<http://arxiv.org/pdf/1502.01710v1.pdf>

¹⁴http://nlp.csail.mit.edu/papers/Kalchbrenner_DCNN_ACL14

Вопросы

