

# Глубинное обучение и байесовские методы

**Михаил Фигурнов**

научный сотрудник

международная лаборатория байесовских  
методов и глубинного обучения

факультет компьютерных наук

Высшая Школа Экономики



# План

- Международная лаборатория байесовских методов и глубинного обучения
- Глубинное обучение
  - TensorNet
  - Пространственно-адаптивное время вычислений
- Байесовские методы
  - AdaGram
  - Вариационный дропаут

# Исследовательская группа байесовских методов

- Основана в 2007 году
- Руководитель – профессор-исследователь ФКН ВШЭ Дмитрий Петрович Ветров
- 1 профессор, 2 исследователя, 6 аспирантов, 12 магистров, 8 бакалавров
- Область исследований: разработка масштабируемых методов интеллектуальной обработки данных
- Сайт: [bayesgroup.ru](http://bayesgroup.ru)

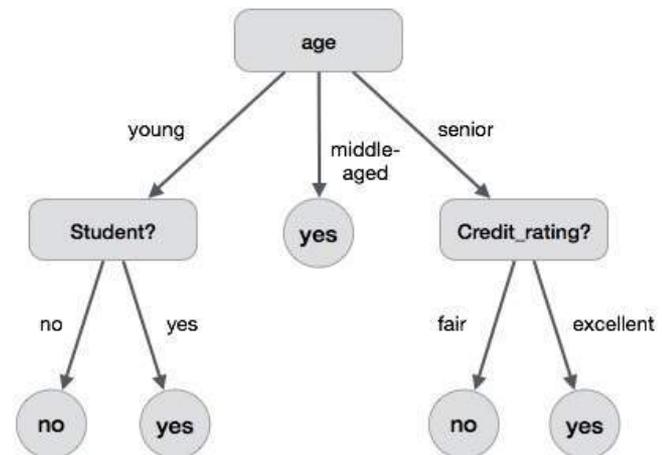
# Международная лаборатория байесовских методов и глубинного обучения

- Создана на основе группы байесовских методов в 2017 году
- Научный руководитель: Нови Квадрианто, доцент университета Сассекса
- Заведующий лабораторией: Дмитрий Петрович Ветров, профессор-исследователь ФКН ВШЭ



# Машинное обучение

- Поиск закономерностей в данных
- Предполагается, что данные уже преобразованы в «хорошие» признаки
- Методы:
  - Логистическая регрессия
  - Метод опорных векторов
  - Решающие деревья



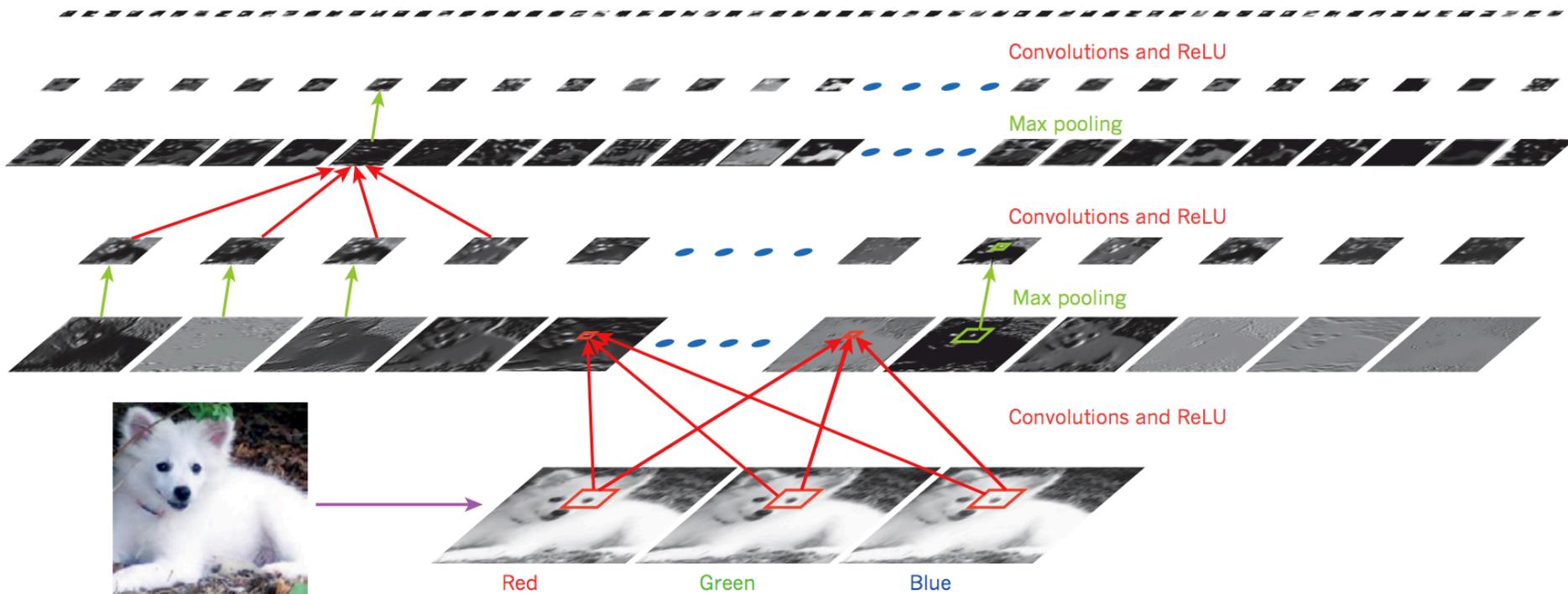
# Глубинное обучение

- Машинное обучение для неструктурированных данных высокой размерности (изображения, тексты, ...)
- Обучение высокоуровневых представлений объектов по данным
- Методы:
  - **Свёрточные нейронные сети**
  - **Рекуррентные нейронные сети**
  - **Ограниченные машины Больцманна**



# Свёрточные нейронные сети

Samoyed (16); Papillon (5.7); Pomeranian (2.7); Arctic fox (1.0); Eskimo dog (0.6); white wolf (0.4); Siberian husky (0.4)

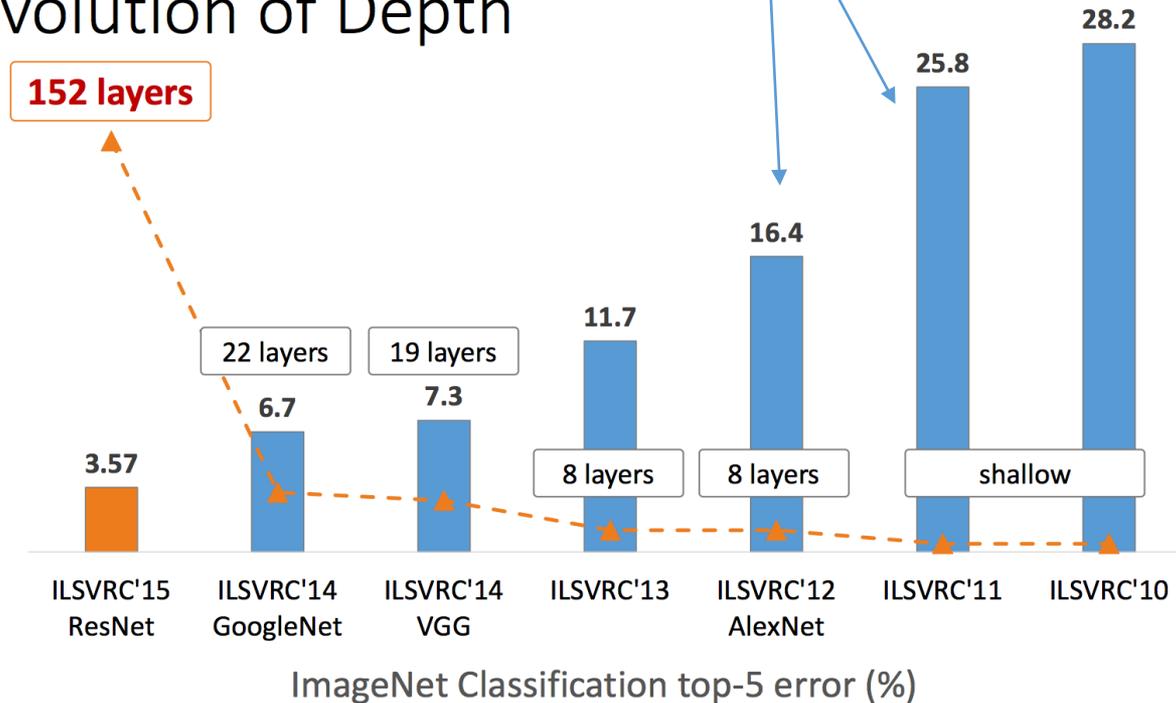


# Революция глубинного обучения: классификация изображений

Улучшение за счёт перехода  
к глубинному обучению

Microsoft  
Research

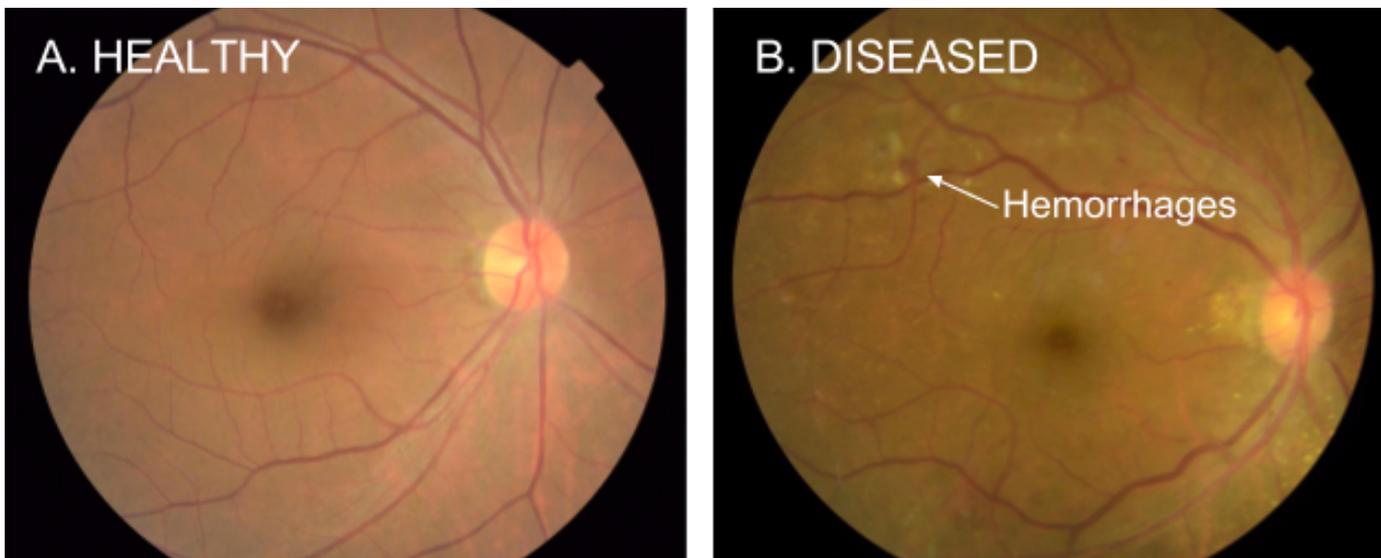
## Revolution of Depth



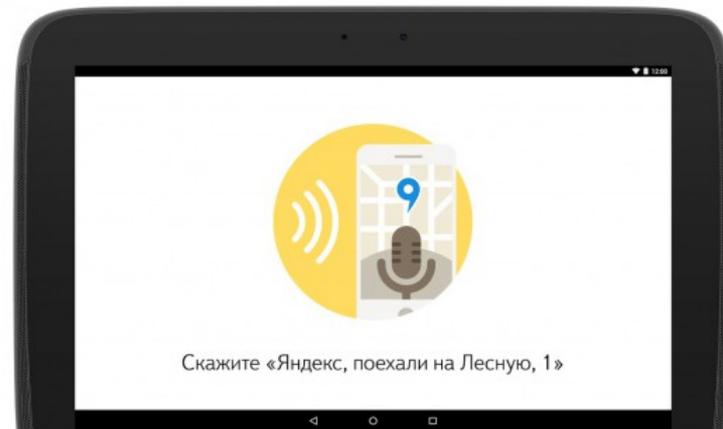
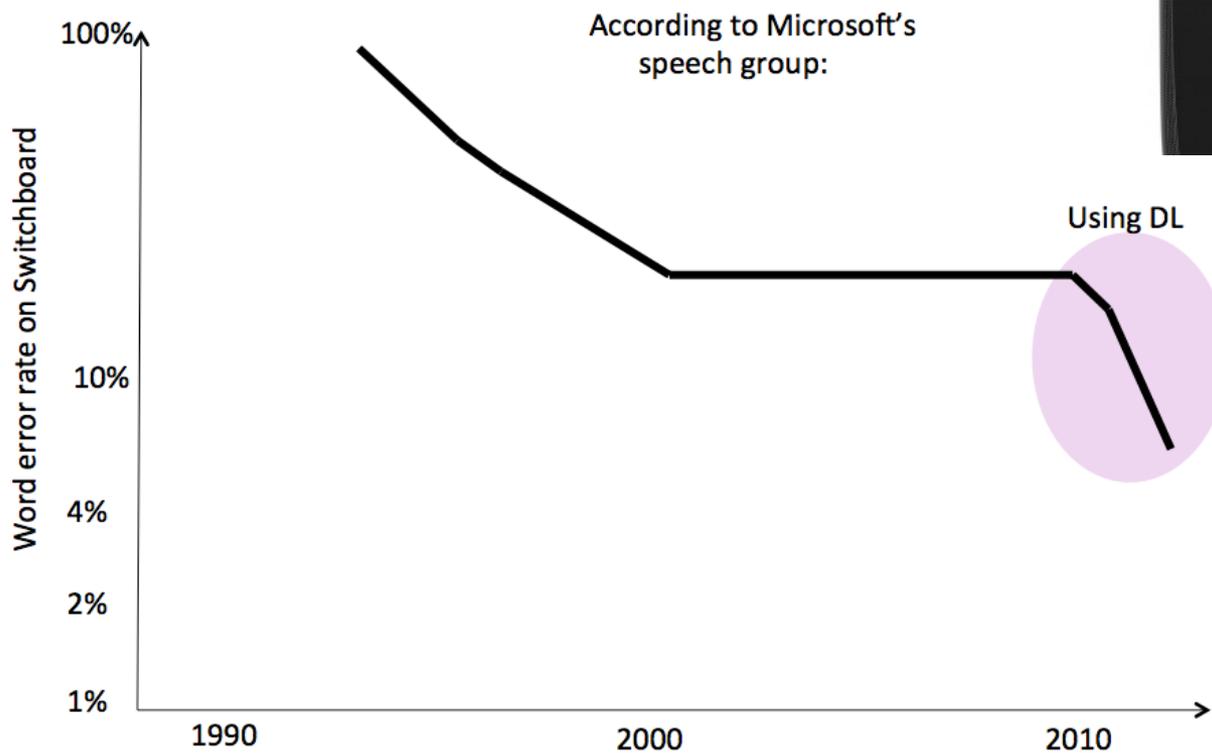
Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, & Jian Sun. "Deep Residual Learning for Image Recognition". arXiv 2015.

# Диагностика диабетической ретинопатии

- Одна из самых распространённых причин слепоты
- Лечится на ранних стадиях, но трудна в диагностике
- Комитет из 8 офтальмологов: F-score 0.91
- Свёрточная нейронная сеть: F-score **0.95**

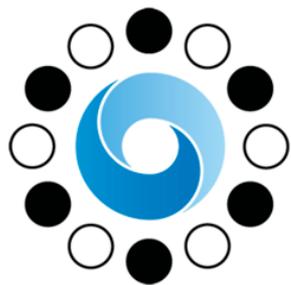


# Распознавание речи



# Игра в Го

- В марте 2016 программа AlphaGo компании DeepMind выиграла в Го у профессионала Ли Седоля со счётом 4-1
- Го намного сложнее шахмат (нельзя перебрать позиции)
- «Большинство специалистов по искусственному интеллекту считало, что подобная программа не будет создана ранее 2020—2025 года»



AlphaGo

# Основные проблемы глубинного обучения

## Практические:

- Большой размер моделей (сотни мегабайт)
- Высокая вычислительная стоимость (десятки миллиардов операций с плавающей точкой для одного изображения)

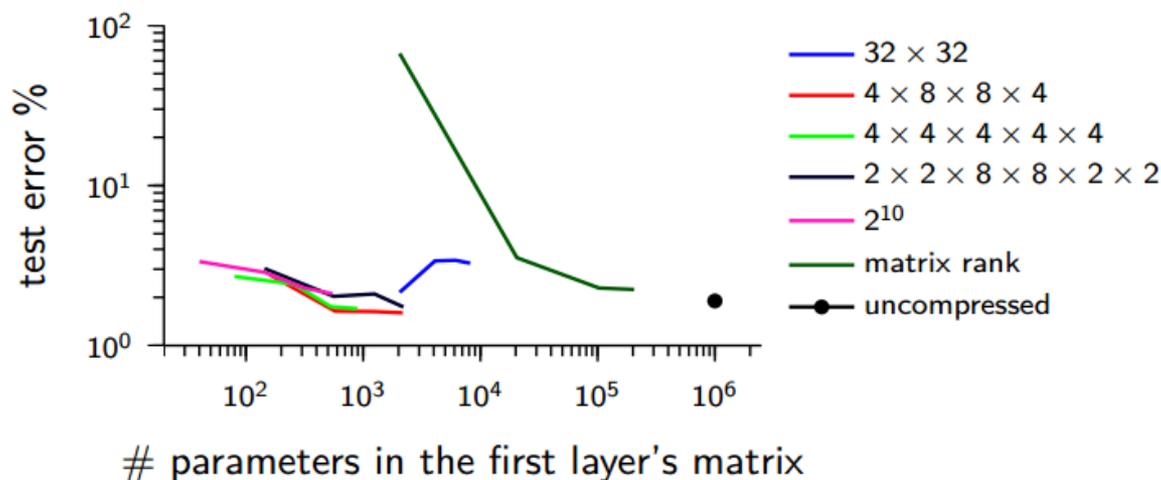
## Теоретические

- Задачи, непредставимые в виде «предсказать  $X$  по  $Y$ », например, обучение без учителя
- Автоматический выбор модели под задачу

Некоторые проекты  
исследовательской группы  
байесовских методов по  
глубинному обучению

# TensorNet

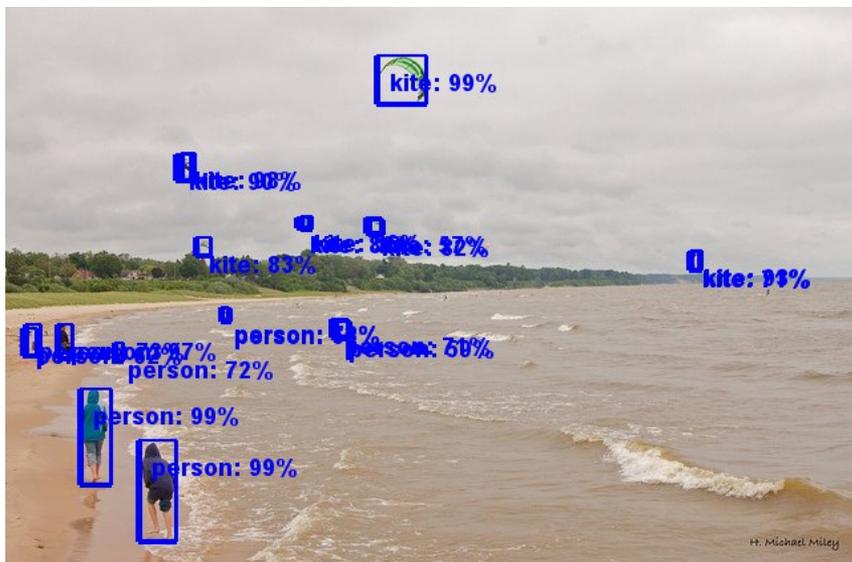
- Сжатие нейронных сетей за счёт представления матриц весов в формате Tensor Train
- Многократно сокращает необходимый объём памяти



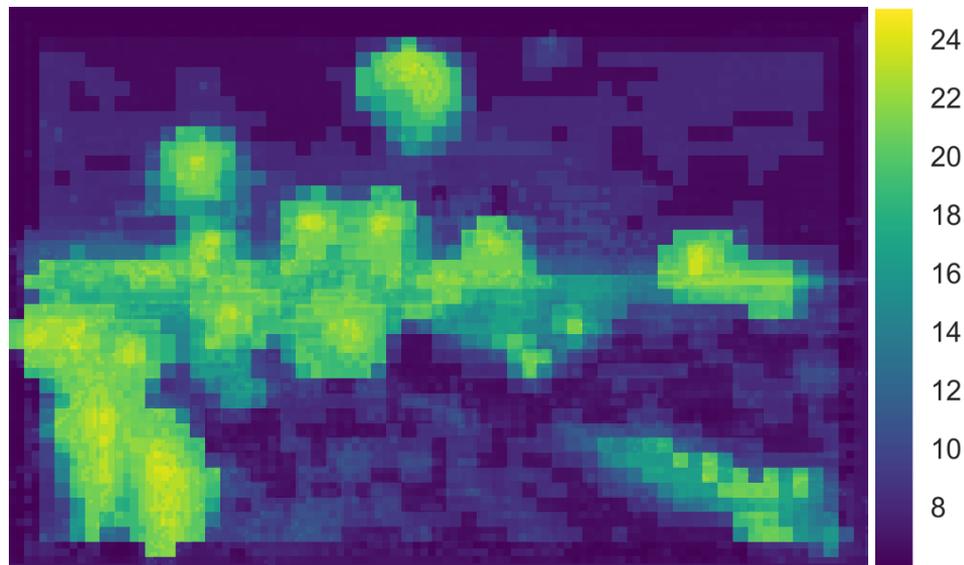
# Пространственно-адаптивное время вычислений

- Сверточная сеть, которая автоматически выбирает необходимое число слоёв для частей изображения

Найденные объекты



Число слоёв в пикселе



# Байесовские методы

- Неопределённость формализуется вероятностными распределениями
- На параметры модели вводится априорное распределение, после наблюдения данных оно превращается в апостериорное распределение
- Формула Байеса связывает априорное распределение, правдоподобие данных и апостериорное распределение

$$\text{Posterior} = \frac{\text{Likelihood} \times \text{Prior}}{\text{Evidence}}, \quad p(\theta|y) = \frac{p(y|\theta)p(\theta)}{\int p(y|\theta)p(\theta)d\theta}$$

# AdaGram

- Хотим выучить векторные представления слов
- У некоторых слов несколько значений (лук, замок)
- Сколько у слова значений заранее неизвестно
- Непараметрическое априорное распределение позволяет моделировать эту неопределённость

# AdaGram: ближайшие слова, с учётом разных смыслов

## Closest words to "platform"

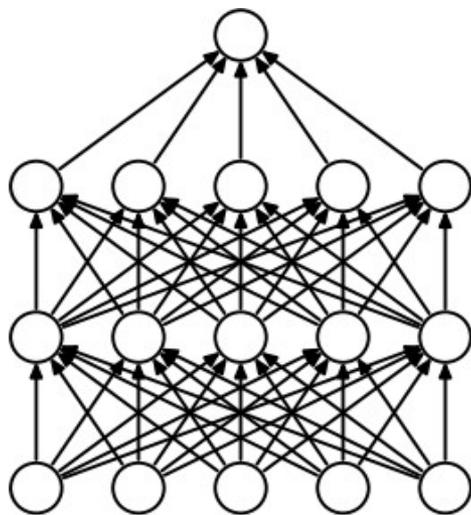
fwd	stabling	software
sedan	turnback	ios
fastback	pebblemix	freeware
chrysler	citybound	netfront
hatchback	metcard	linux
notchback	underpass	microsoft
rivieraoldsmobile	sidings	browser
liftback	tram	desktop
superoldsmobile	cityrail	interface
sheetmetal	trams	newlib

## Closest words to "sound"

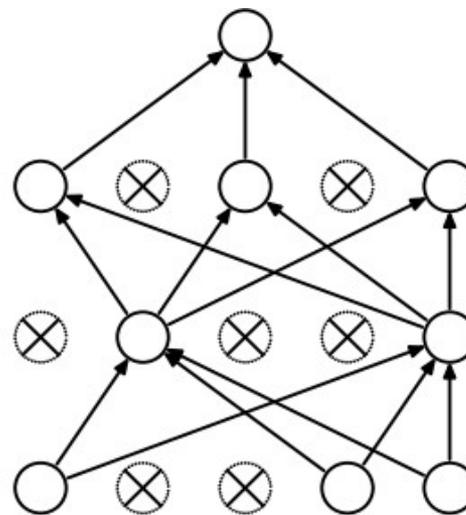
puget	sequencer
sounds	multitrack
island	synths
shoals	audiophile
inlet	stereo
bay	sampler
hydrophone	sequencers
quoddy	headphones
shore	reverb
buoyage	multitracks

# Дропаут

- Эвристическая процедура регуляризации нейронных сетей
- Отключаем случайное подмножество нейронов на каждом этапе обучения



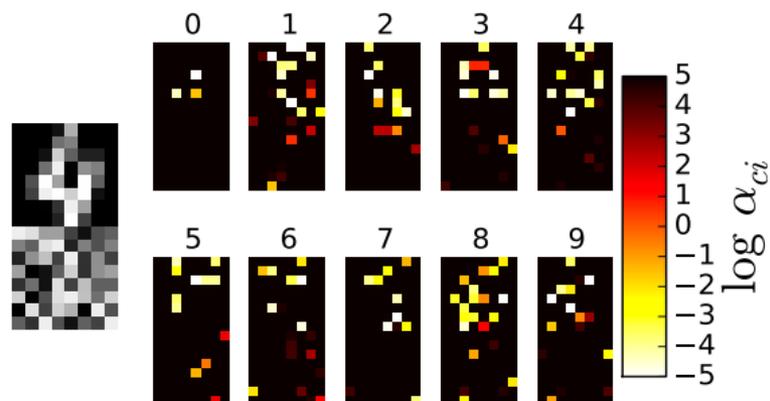
(a) Standard Neural Net



(b) After applying dropout.

# Вариационный дропаут

- Дропаут – это априорное распределение на веса нейронной сети
- Распределение можно настраивать для отдельных весов сети!
- Если вес почти всегда ноль, то соответствующую связь можно исключить из сети
- Автоматическая настройка архитектуры нейронной сети



Спасибо за внимание!