



DevCon School

Технологии будущего



Экспресс-погружение в искусственные нейронные сети

Дмитрий Сошников

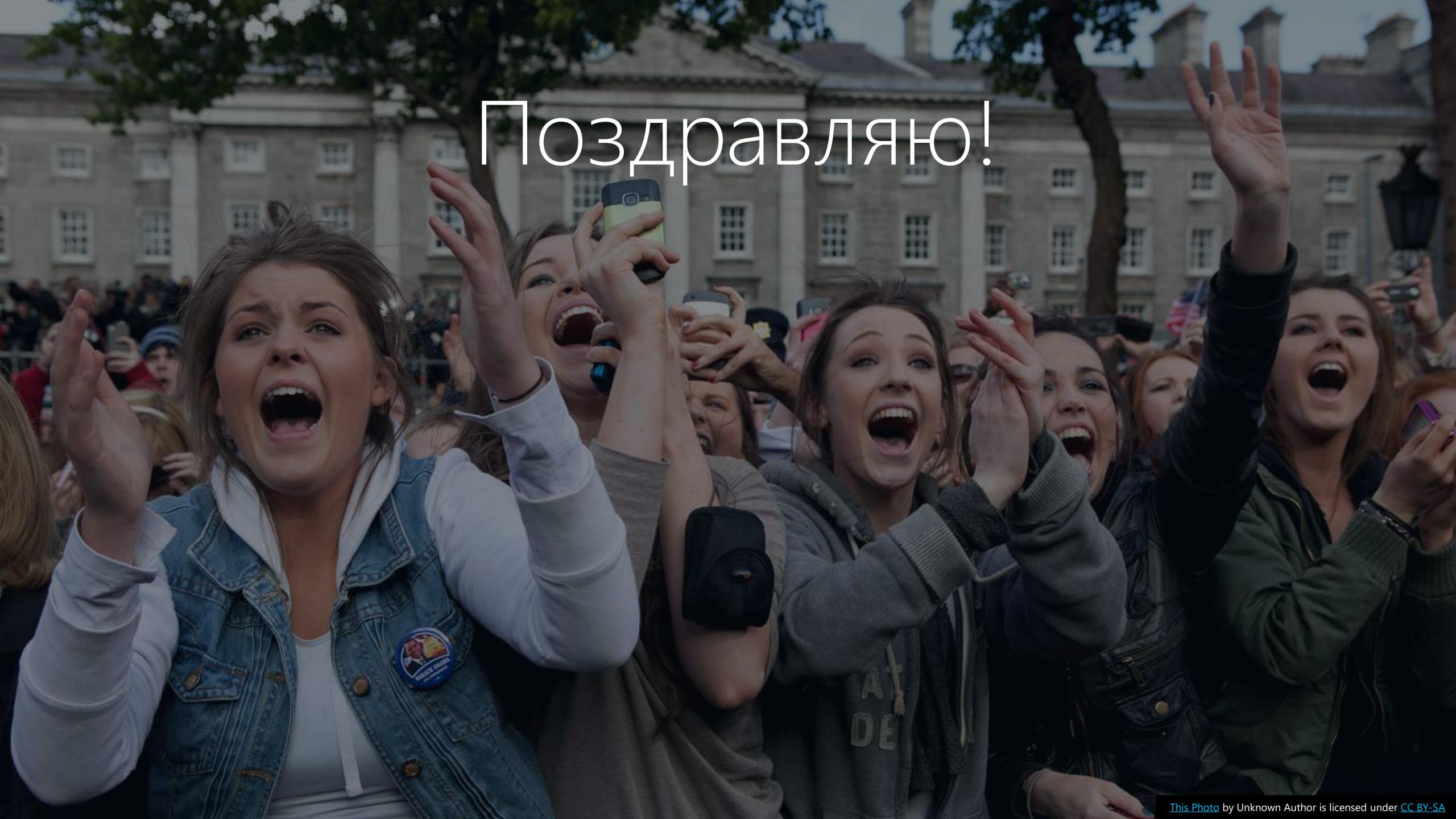
Технологический евангелист, Microsoft

dmitri@soshnikov.com
twitter.com/shwars



DevCon School
Технологии будущего

Поздравляю!





$$k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r} Z = Z_{bb} \cdot \mu_{ok} = \frac{\Delta \cdot d}{f_1 \cdot f_2} \Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - V^2}} \cdot \frac{1}{f} m_e = N_m = \frac{Q}{f} \cdot \frac{M_m}{N_A} \phi_e = \frac{\Delta E}{\Delta t} \omega = 2\pi f$$
$$\log \frac{L}{L_0} = 4 \log \frac{T_{ef}}{K} + 2 \log \frac{R}{f R_0} - 4 \log \frac{T_0}{f} \cdot \frac{S \sin \alpha}{C^2} = \frac{V_1 - V_2}{m_1} \cdot \frac{h}{N_A} = \frac{M_m}{N_A} = \frac{M_r \cdot 10^{-3}}{N_A} H_\lambda = \frac{\Delta M_e}{\Delta \lambda}$$
$$V_L = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3kTN_A}{M_m}} = \sqrt{\frac{3R_m T}{M_R \cdot 10^{-3}}} P = \frac{E}{C} = \frac{hf}{C} = \frac{h}{\lambda} V = V_1(1 + \beta \Delta t) U_{ef} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{CL}} I = \frac{U_e}{R + R_i}$$
$$I_m^2 = U_m^2 \left[\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L} \right)^2 \right] X_L = \frac{U_m}{I_m} = \omega L = 2\pi f L \vec{F}_m = \vec{B} I \ell = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \ell \sigma = \frac{Q}{S} \psi_2 = U_e I t$$
$$R = R_0 \sqrt[3]{A} E = mc^2 E_k = \frac{h^2}{8mL^2} h^2 \beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B} \rho = \frac{\vec{F}}{\Delta S} = \frac{m \Delta \vec{v}}{\Delta S \Delta t} \vec{B} = \mu_0 \frac{NI}{\ell} R = \rho \frac{\ell}{S} M = \vec{F}_d \cos \alpha$$
$$M_\odot = \frac{4\pi^2 r^3}{3\pi T^2} V = \frac{m h}{2\pi r m_e} \phi_e = \frac{L}{4\pi r^2} \int U = \frac{W_{AB}}{Q} = \frac{|E_{PA} - E_{PB}|}{Q} = |\varphi_a - \varphi_b| \quad \phi = mc \Delta t \quad \rho V = n RT$$
$$F_d = M_2 \frac{v^2}{r} = M_2 \frac{4\pi^2 r}{T^2} \nabla \times (-\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}) = -\frac{\partial}{\partial t} (\text{rot } \vec{B}) = -\mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \right) = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} f_0 = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\ell}$$
$$F_V = \int \frac{F_N}{R} \frac{1}{1 + \frac{1}{pc}} \frac{E}{E_C} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sin(\omega t + \phi) dy \oint \vec{H} d\vec{l} = \int \int \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) \cdot d\vec{S} \quad \vec{r} = \frac{\ln z}{L} \quad L = 10 \log \frac{z}{z_0}$$
$$u = U_m \sin \omega(t - \tau) = U_m \sin 2\pi \left(\frac{t}{\tau} - \frac{x}{\lambda} \right) E_k = \frac{1}{2} m_v^2 S = \frac{1}{A} \frac{d\omega}{r^2} F_g = \mu_0 \frac{M_0 M_z}{T} V = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$$
$$\int \vec{E} d\vec{l} = - \int \int \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} \quad \vec{E} = k \frac{\Phi_1 \Phi_2}{r^2} \vec{\Psi} = \int \int \vec{B} d\vec{S} = AD \left(\frac{E_t}{E_0} \right)_{||} = \frac{2 \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2}{\cos(\vartheta_1 - \vartheta_2) \sin(\vartheta_1 + \vartheta_2)}$$
$$E = \frac{F_e}{\rho_0} = k \frac{\Phi}{r^2} \oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \int \int \vec{j} d\vec{S} \quad \vec{f}' = \frac{\mu_0 \cdot \nu_b}{(n-1)(n_b - \nu_a)} \frac{\nu_1}{x} + \frac{\nu_2}{x'} = \frac{\nu_2 - \nu_1}{\nu} \vec{s} = \frac{1}{\mu_0} (\vec{E} \times \vec{B})$$
$$E_y = E_0 \sin(k_x - \omega t) \quad \beta = \frac{\nu_1}{\nu_2} (\alpha + \kappa) + \delta \phi = \frac{2\pi}{\nu} \sin 2\lambda$$

This Photo by Unknown Author is licensed under [CC BY](#)

WARNING!

ЭТОТ мастер-класс может взорвать вам мозг или усыпить

Дмитрий Сошников



Технологический евангелист,
Microsoft
к.ф.-м.н., доцент
Ведет курс ИИ в МАИ,
доцент МФТИ и НИУ ВШЭ

Андрей Устюжанин



к.ф.-м.н.,
Руководитель проектов
Яндекс-ЦЕРН,
доцент НИУ ВШЭ, МФТИ

Михаил Бурцев



к.ф.-м.н.,
Руководитель лаборатории
глубокого обучения МФТИ,
технический директор
проекта iPavlov

Михаил Козлов



Руководитель отдела
разработки ГК ПИК,
Специалист по
машинальному обучению

Agenda

1

Microsoft и искусственный интеллект. Обзор средств и возможностей.

2

Введение в нейронные сети и Cognitive Toolkit (CNTK). Немного математики.

3

Свёрточные нейронные сети для анализа изображений. Распознаём объекты на картинках.

4

Хитрости обучения. Как обучить действительно глубокие нейросети.

5

Рекуррентные нейросети для анализа последовательностей. Учимся имитировать википедию.

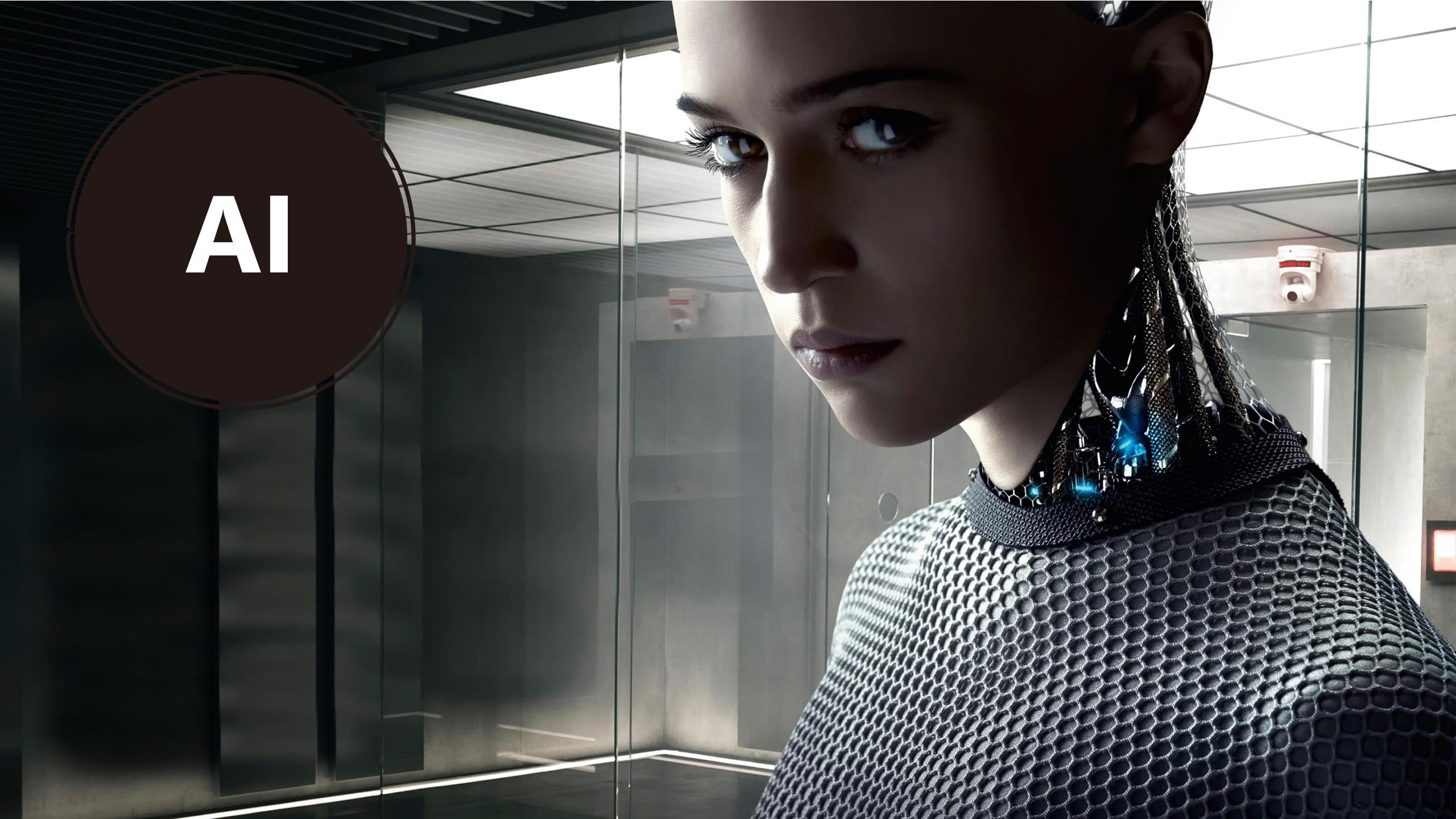
6

Обучение нейросетей в промышленных масштабах.

7

Коточеллендж





AI



PREVIOUS STORY

Just like dogs, goats will look you in the eye when they need
your help

NEXT STORY

Bluetooth headphones are annoying

LONGFORM MICROSOFT TECH EXCLUSIVE FEATURED STORY FEATURES

114

COMMENTS

Exclusive: Why Microsoft is betting its future on AI

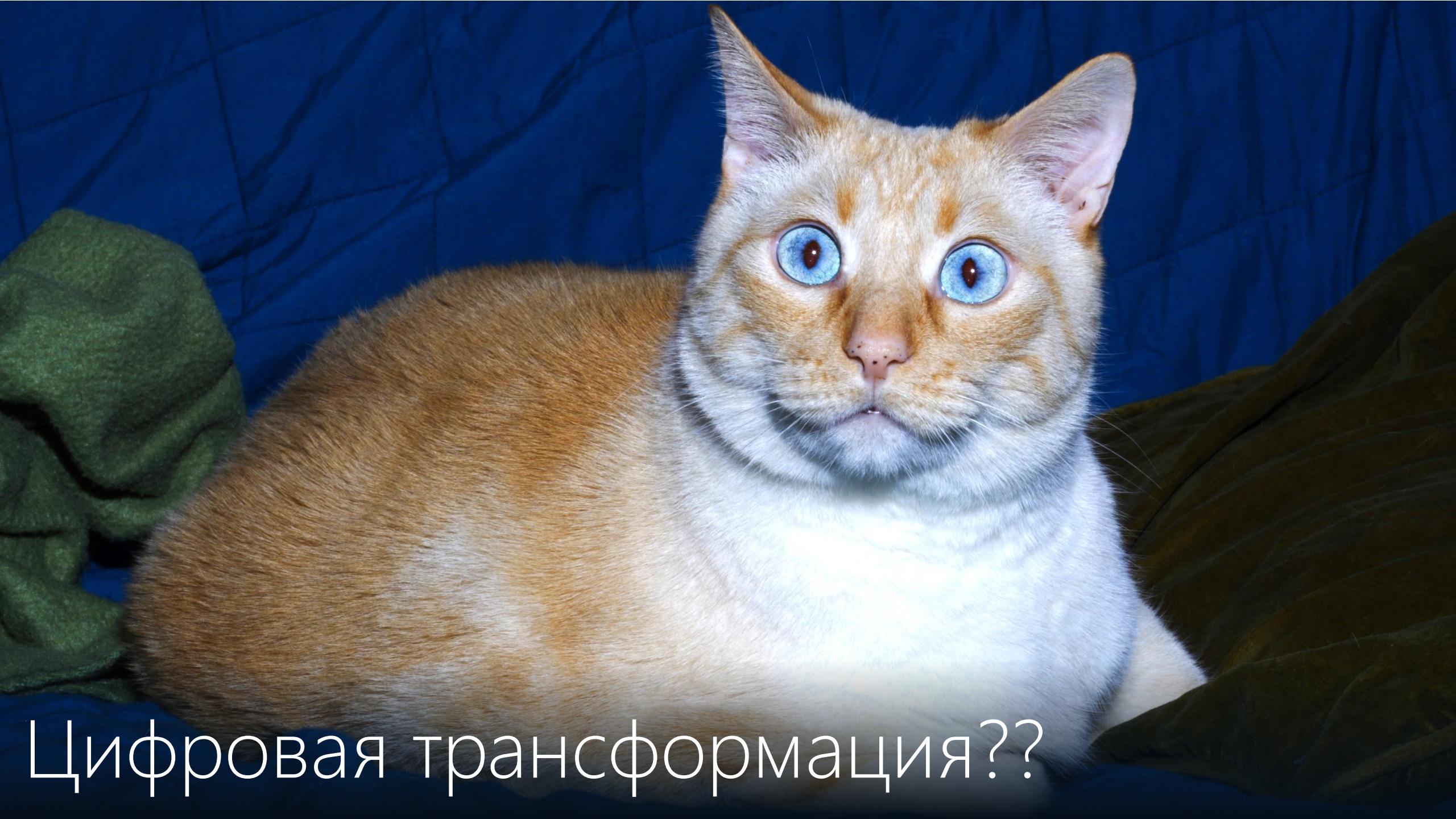
Inside Satya Nadella's plan to outsmart Google

By [Casey Newton](#) on July 7, 2016 08:00 am [✉ Email](#) [@CaseyNewton](#)



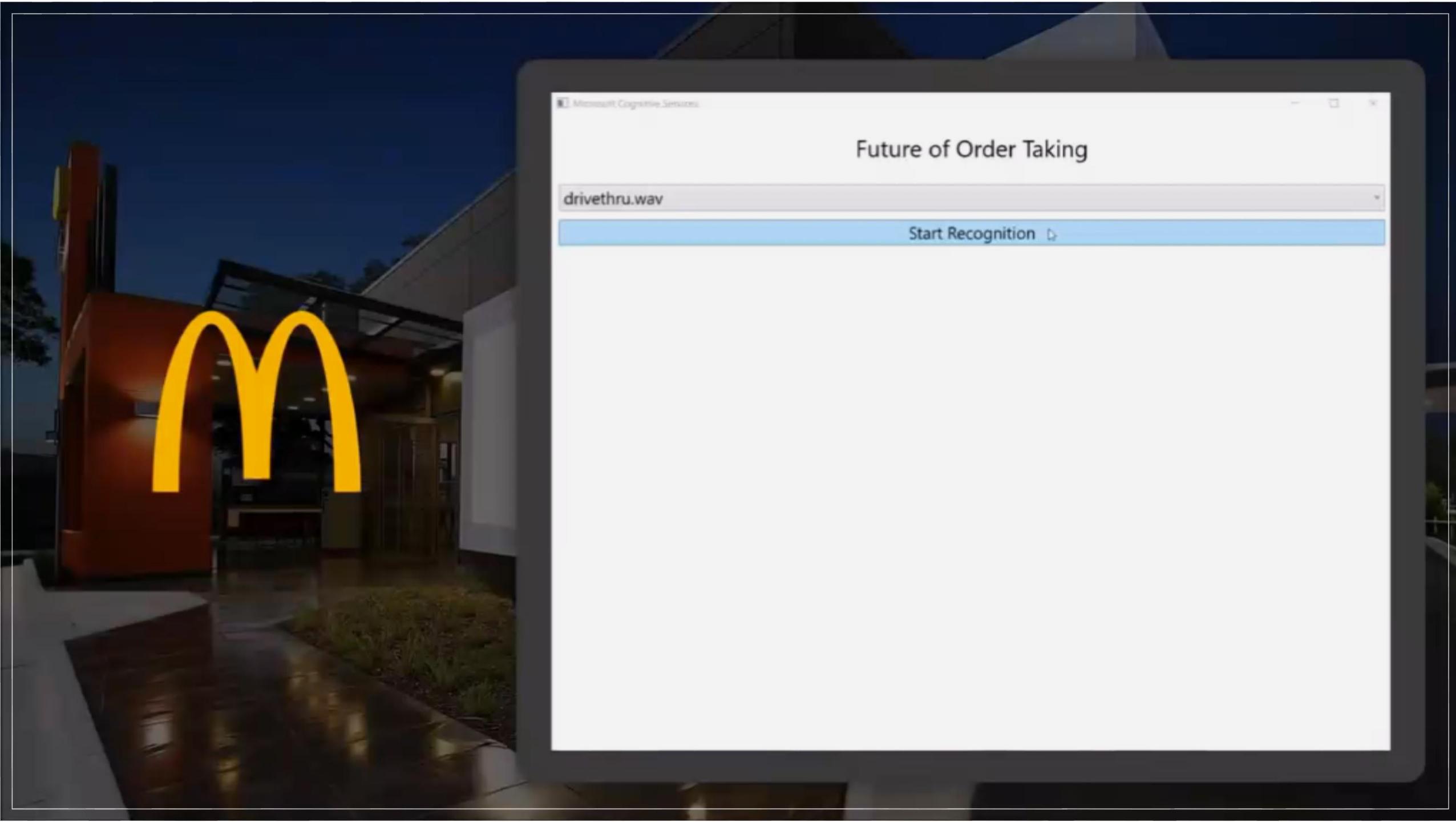
Задача Microsoft – демократизация искусственного интеллекта...





Цифровая трансформация??





Future of Order Taking

drivethru.wav

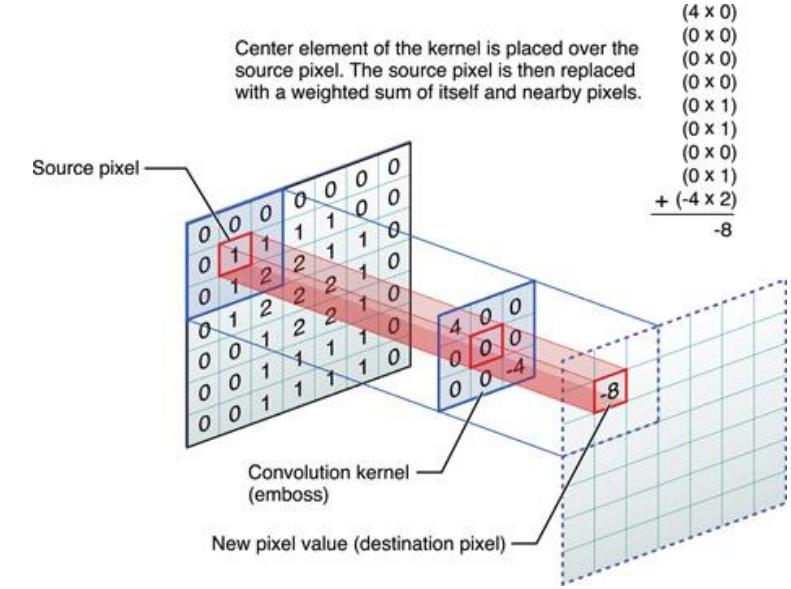
Start Recognition ▾

Революция в области ИИ



Доступные
вычислительные
мощности

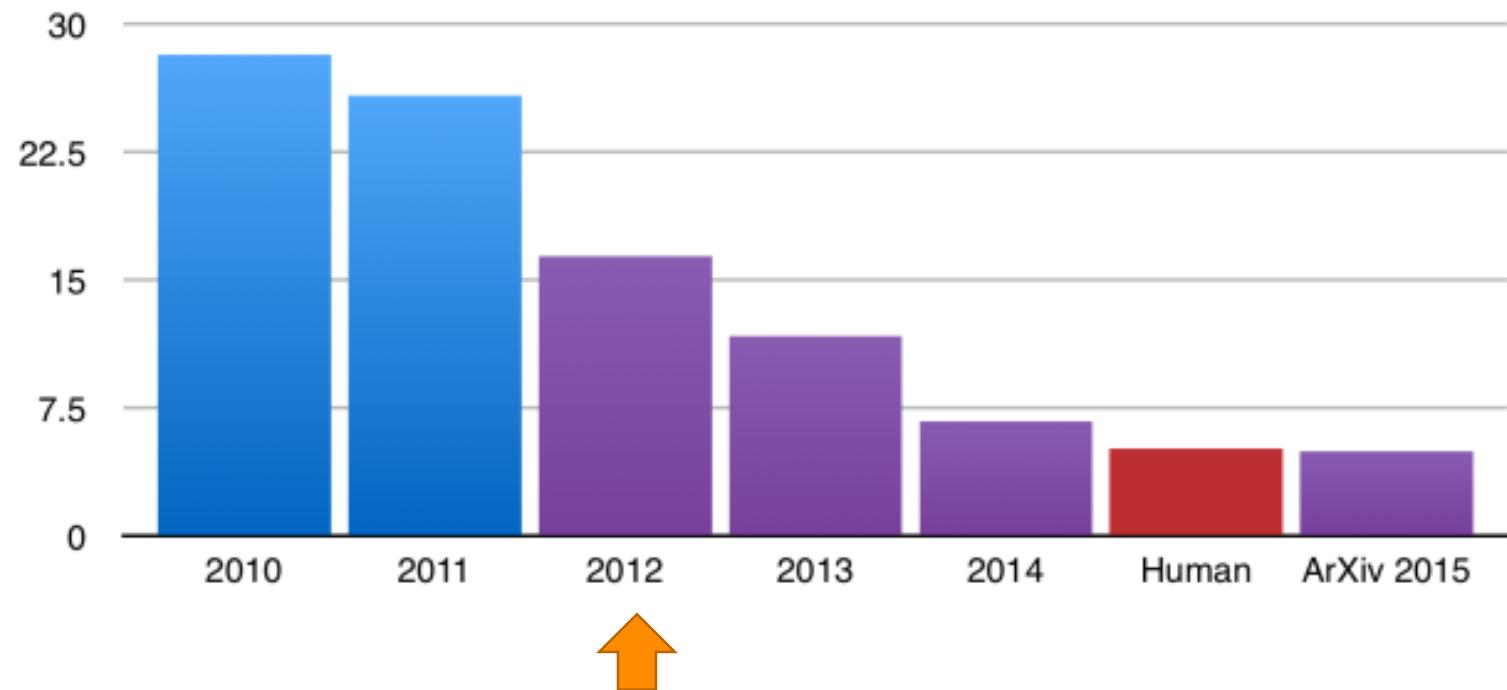
Открытые
массивы
данных



Глубокое
обучение,
новые архитектуры
сетей

Распознавание изображений

ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge



Глубокое обучение + свёрточные сети

Стратегия Microsoft в области ИИ

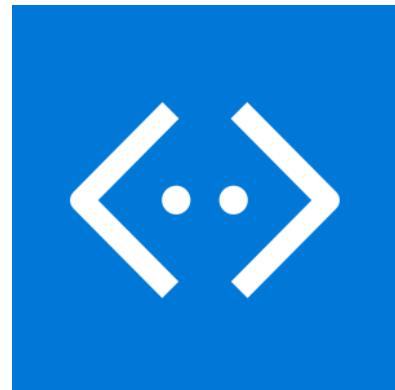


Демократизация
ИИ

Внедрение ИИ
в продукты

Исследования
(FPGA в облаке, ...)

Демократизация искусственного интеллекта



Bot Framework



Объявляем о скором запуске...

Чат-боты и прикладной искусственный интеллект



<https://www.coursera.org/learn/artificial-intelligence/>

Эпизод I:

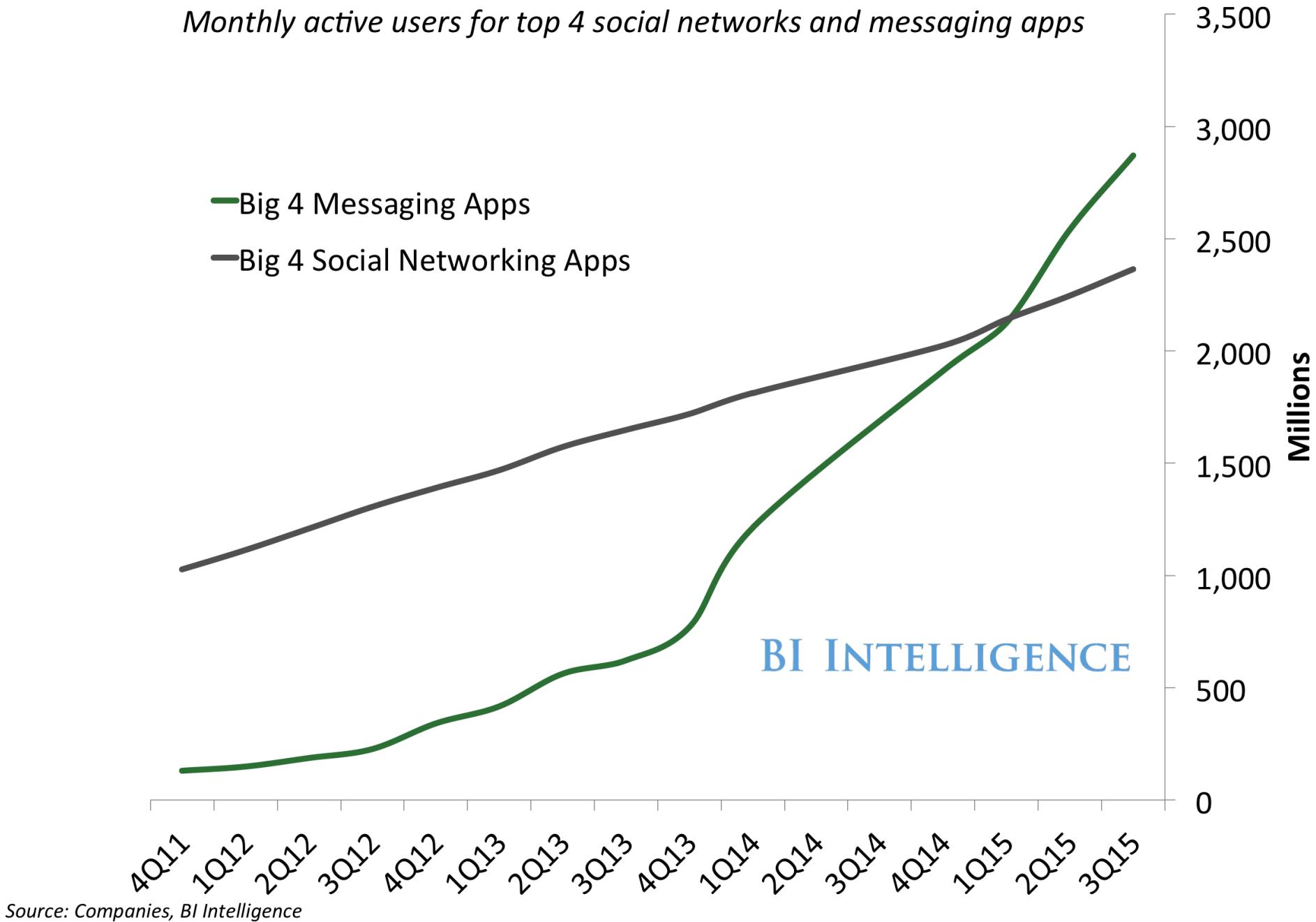
Боты и Microsoft Bot Framework

Загадка:

Почему боты популярны?

Messaging Apps Have Surpassed Social Networks

Monthly active users for top 4 social networks and messaging apps



Бот: Здравствуйте! Вы можете заказать пиццу!

Я: Прекрасно, хочу!

Бот: Скажите «заказать» чтобы приступить к заказу.

Я: Заказать.

Бот: Спасибо! Вы хотите закрытую или открытую пиццу?

Я: Открытую.

Бот: Я вас не понял. Скажите «открытую» (или 1) или «закрытую» (2)

Я: 1

Бот: Отлично! На тонком или толстом тесте?

Я: На тонком.

Бот: Вы хотите пиццу пепперони, капрезе, кваттро стаджони? Напишите «состав пепперони», чтобы узнать подробнее состав пиццы.

Я: пепперони.

Бот: А не хотите ли вместо обычного теста сделать слоёное?

...



Примеры хороших сценариев:

1. Групповое взаимодействие
(аугментирование, человек-компьютер)
2. Голосовой диалог
3. Personal Assistant
4. Существующие бизнес-процессы
5. ... ? :(

Боты как замена приложениям

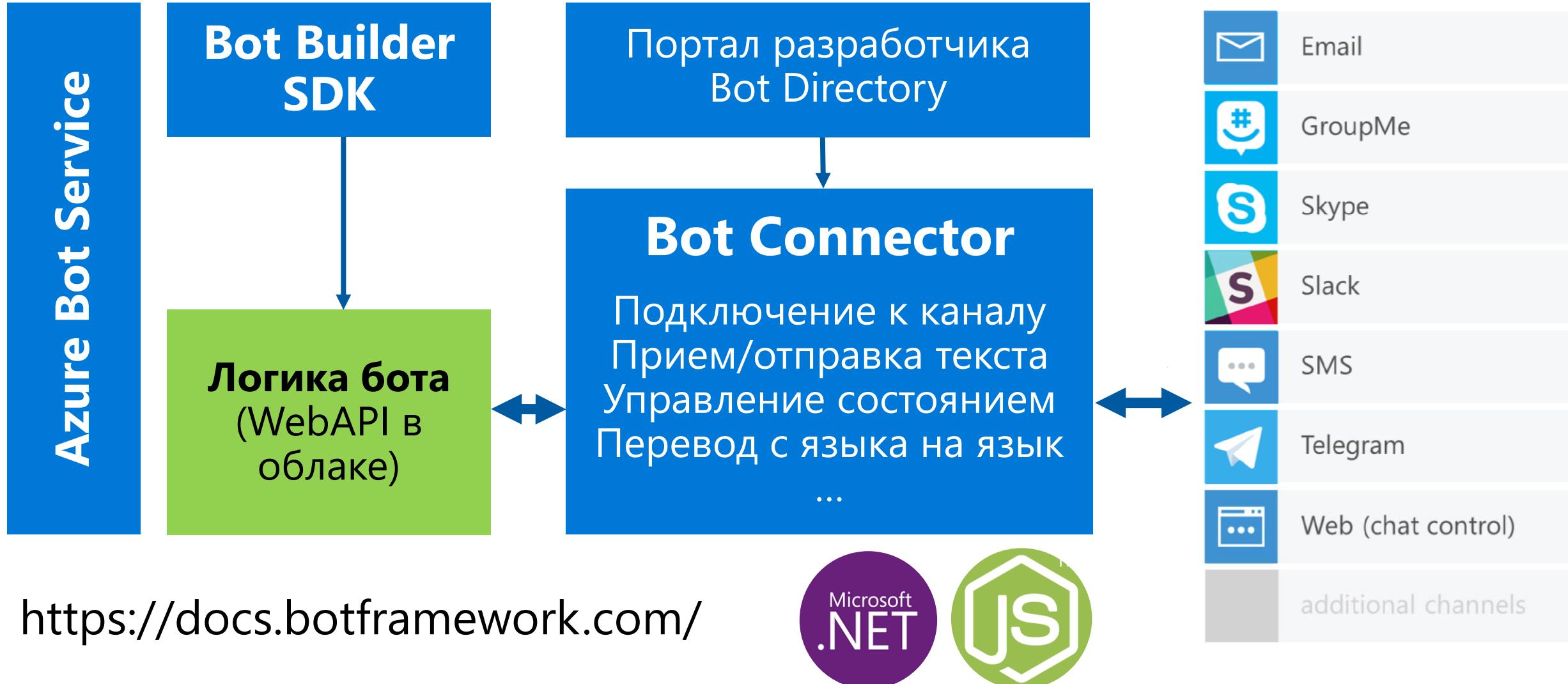


Проще разрабатывать
(нет дизайна)



Проще использовать
(нет инсталляции)

Microsoft Bot Framework



❖ Демонстрация

С чего начать

<https://github.com/evangelism/ModernAI>

SimpleCommandBot

TranslatorBot

Эпизод II:

Когнитивные сервисы

Microsoft Cognitive Services

<https://www.microsoft.com/cognitive-services/>



Попробуйте сами: @OhMyMirrorBot



©Warren Photographic

Здесь могла бы быть ваша
фотография!

❖ Демонстрация

AgeBot

[https://github.com/evangelism/ModernAI
Samples / **AgeBot**](https://github.com/evangelism/ModernAI-Samples)

❖ Демонстрация

Понимание естественного языка: LUIS

<https://github.com/evangelism/ModernAI-Samples> / **AgeBot.LUIS**

Microsoft Cognitive Services

<http://microsoft.com/cognitive>

REST, C#, Node.js, ...

Cognitive Services API



Vision

Computer Vision | Emotion | Face | Video | Custom Vision



Speech

Bing Speech | Custom Recognition | Speaker Recognition



Language

Bing Spell Check | Language Understanding
Linguistic Analysis | Text Analytics | Translator |
Web Language Model



Knowledge

Recommendations | Academic Knowledge | Entity
Linking | Knowledge Exploration | QnA Maker |
Custom Decision



Search

Bing Autosuggest | Bing Image Search | Bing
News Search | Bing Video Search | Bing Web
Search

Vision API



a group of people sitting at a table

table, indoor, person, sitting, child, food, group, eating, laptop, computer, woman, people, front, small, boy, young, little, cake, man, desk, baby, room, plate, white



a man in a suit and tie

person, building, outdoor, man, cake, holding, carrying, standing, street, wearing, walking, young, food, woman, table, large, suit, city, people, riding

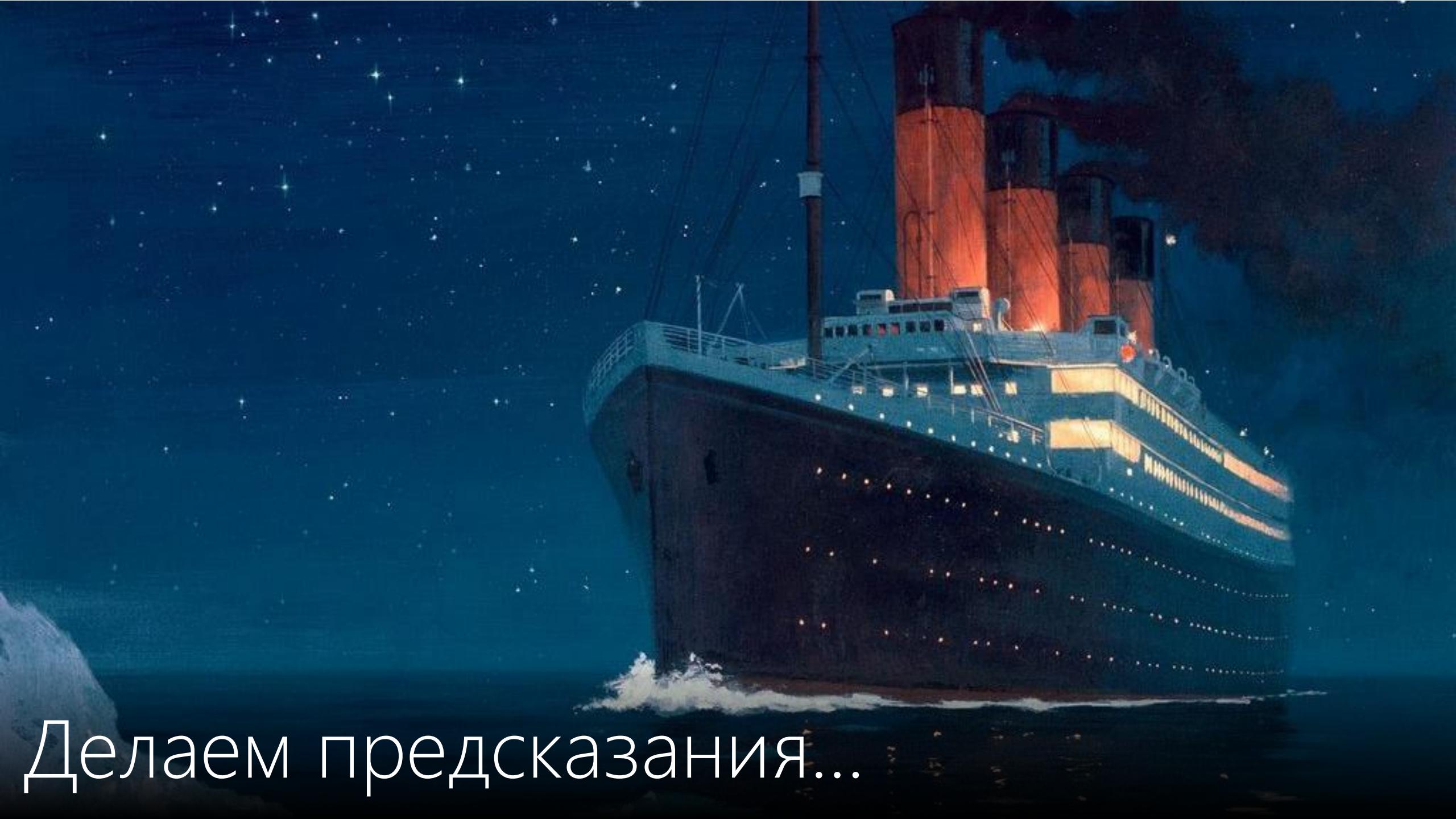
❖ Демонстрация

Computer Vision API

<https://github.com/microsoft/cognitive-vision-windows>

Эпизод III:

Машинное обучение



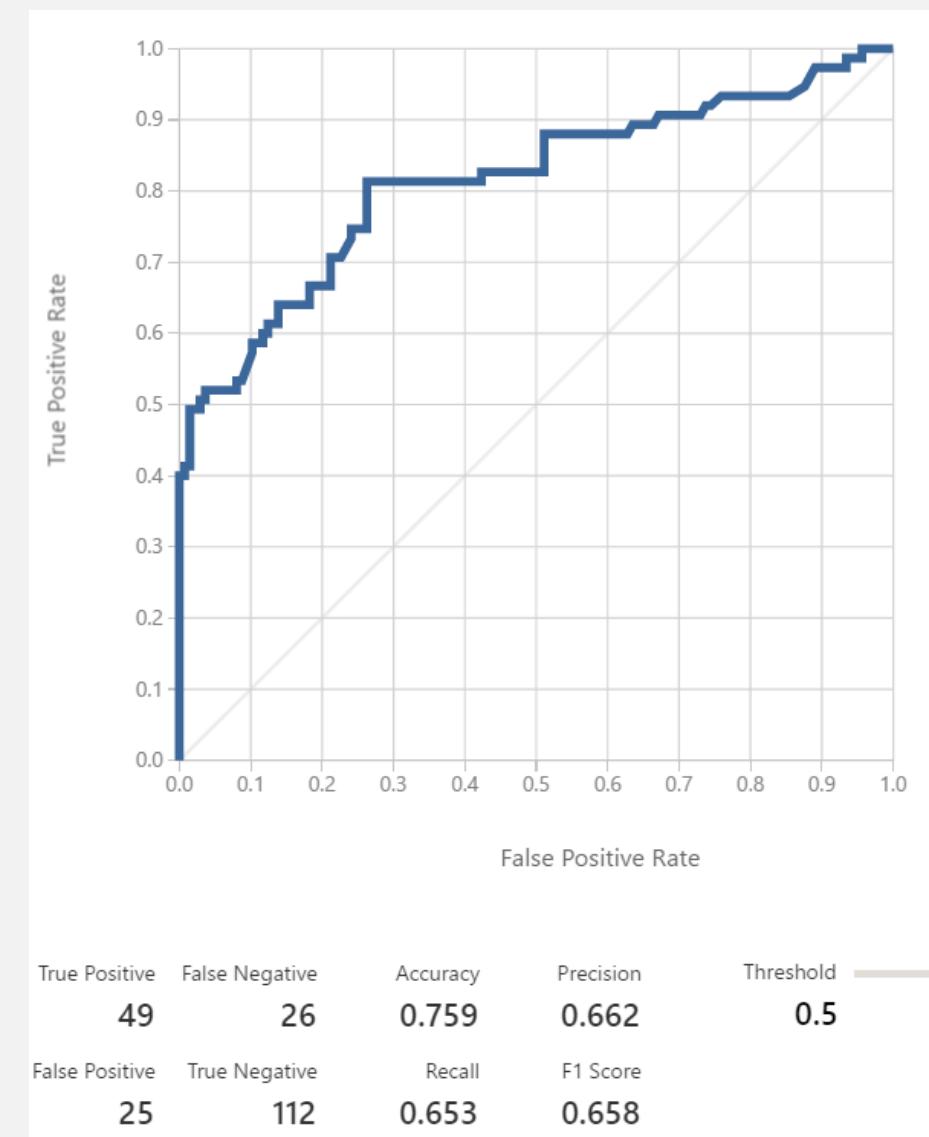
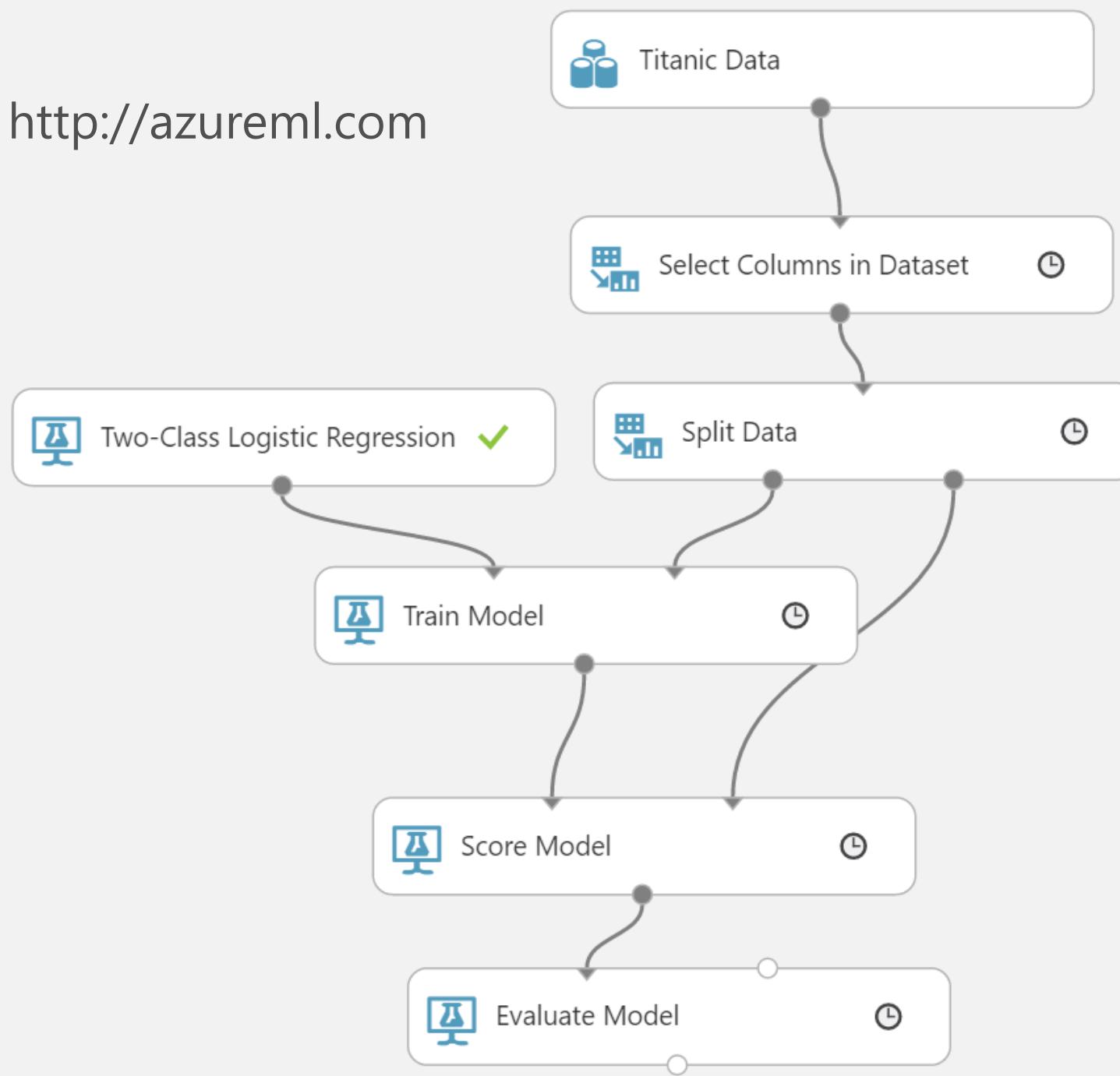
Делаем предсказания...

Предсказываем вероятность гибели на титанике

<http://www.soshnikov.com/temp/titanic.csv>

pclass	survived	name	gender	age	sibsp	parch
1	1	Allen, Miss. Elisabeth Walton	female	29	0	0
1	1	Allison, Master. Hudson Trevor	male	0,9167	1	2
1	0	Allison, Miss. Helen Loraine	female	2	1	2
1	0	Allison, Mr. Hudson Joshua Creighton	male	30	1	2
1	0	Allison, Mrs. Hudson J C (Bessie Waldo Daniels)	female	25	1	2

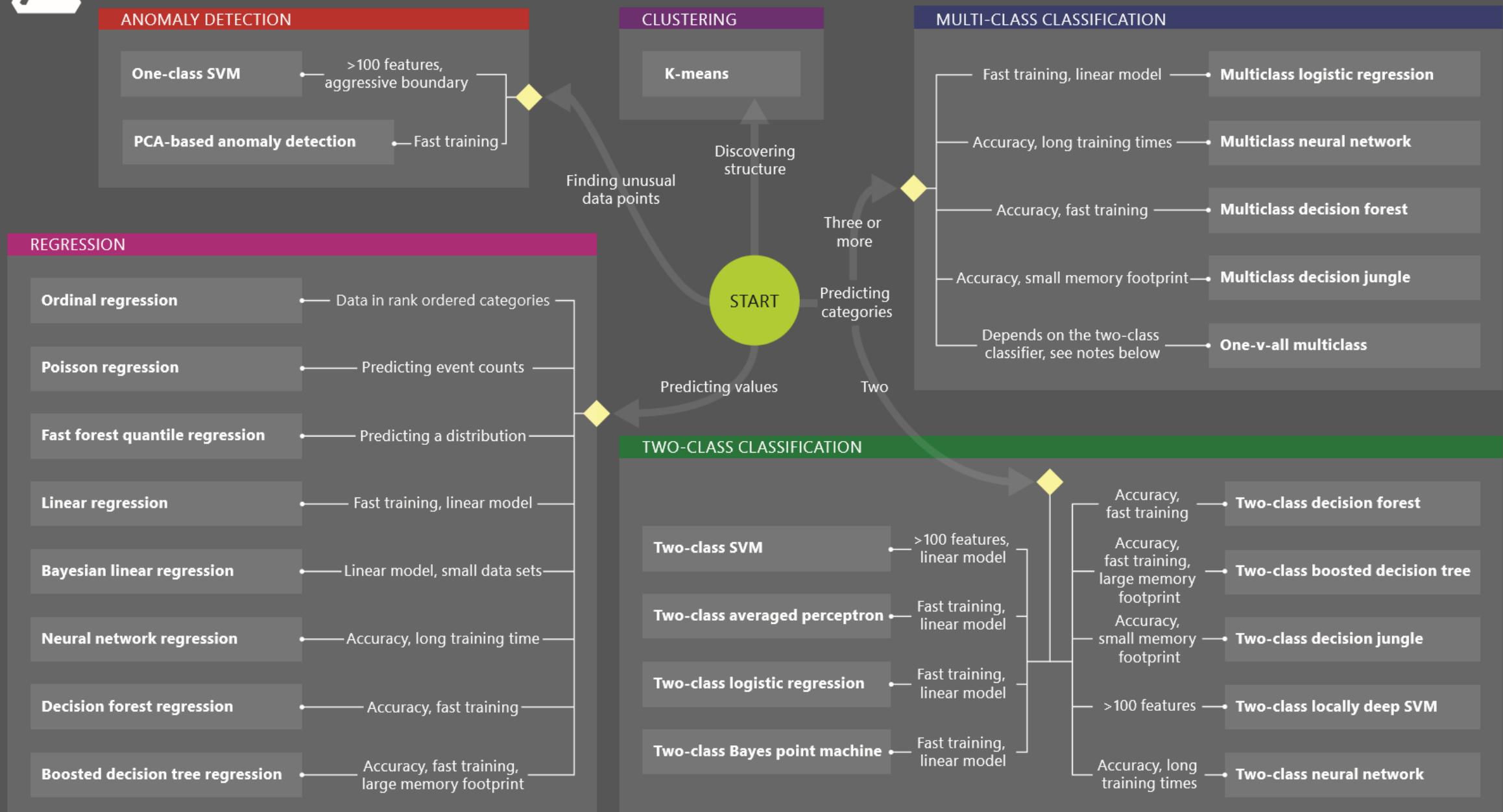
<http://azureml.com>





Microsoft Azure Machine Learning: Algorithm Cheat Sheet

This cheat sheet helps you choose the best Azure Machine Learning Studio algorithm for your predictive analytics solution. Your decision is driven by both the nature of your data and the question you're trying to answer.



Azure Notebooks

<http://notebooks.azure.com/sosh/libraries/neuroworkshop>

Введение в Azure Notebooks

[Azure Notebooks](#) - это облачная реализация технологии [Jupyter Notebook](#) в облаке Microsoft Azure.

Notebooks удобно использовать, когда вам нужно комбинировать текст и программный код:

- [Вычислительная журналистика](#)
- Преподавание компьютерных дисциплин
- и др.

Azure Notebooks поддерживают следующие языки программирования:

- Python (2,3)
- F#
- R

Для разметки текста используется Markdown с вкраплениями *TeX*

Небольшое введение в питону

In [11]: `import numpy as np`

```
x = np.arange(25)  
print(x)
```

[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24]

Эпизод IV:

Нейронные сети

Самое важное про нейронные сети

- В последние годы нейросети считают синонимом ИИ
- Всё, что вы видели в когнитивных сервисах – нейронные сети
- Нейросеть – это не магия, а всего лишь способ оптимизации функций
- Часто работа нейросети выглядит как магия
- Для серьезных экспериментов нужны большие данные и вычислительные ресурсы

Реализация нейронной сети

Вручную

Надо явно программировать алгоритм обратного распространения

Для сложных сетей хорошо бы поддерживать вычисления на GPU/кластерах

Использование фреймворков

Задаётся только «прямая» формула для вычисления сети

Обратное распространение и обучение производится автоматически

Поддерживаются различные среды вычислений

Наиболее популярные фреймворки

TensorFlow (Google), Cognitive Toolkit / CNTK (Microsoft), Caffe, Torch, Theano

Нейронные сети на платформе Microsoft



Cognitive Toolkit
CNTK

Python vs.
BrainScript



Azure Machine
Learning Studio

Язык описания
сетей Net#

Microsoft Cognitive Toolkit / CNTK

Инструментарий для обучения и использования
нейронных сетей, в т.ч. глубокого обучения

Может использовать

CPU, GPU

Несколько CPU

Несколько GPU на одном компьютере

Несколько GPU на нескольких компьютерах

<http://cntk.ai>, <http://github.com/microsoft/cntk>

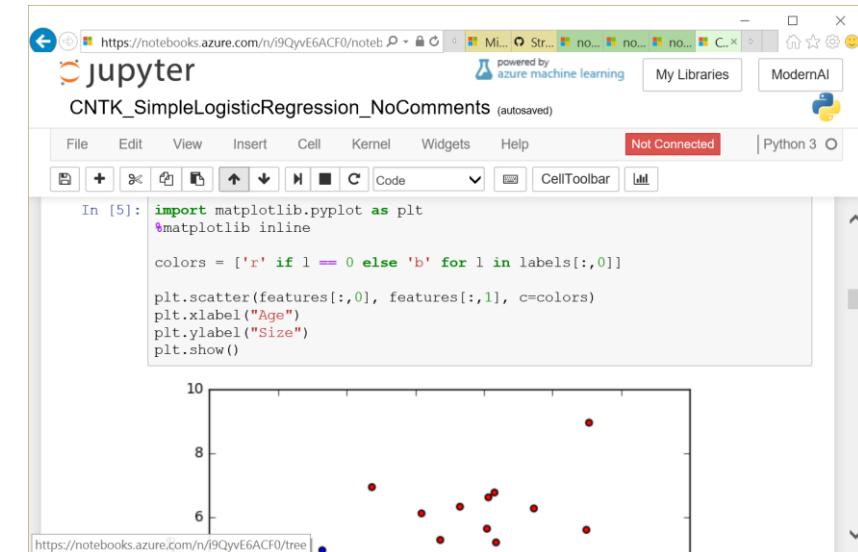
Microsoft Cognitive Toolkit CNTK

The terminal window displays a series of training logs from the CNTK application. Each log entry shows the epoch number, learning rate, epoch time, error, and total samples seen. The logs indicate a slow decrease in error over 50 epochs, starting around 0.039999999 and ending near 0.01206369.

```
ID:\WINAPP\cntk\Tutorials\HelloWorld-LogisticRegression - Far 3.0.4700 x86
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03905265
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03905265 * 1000; err = 0.01140238 * 1000; totalSamplesSeen = 34000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.04668474
Finished Epoch [35 of 50]: [Training] lr = 0.04308038 * 1000; err = 0.01094254 * 1000; totalSamplesSeen = 35000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.04272083
Finished Epoch [36 of 50]: [Training] lr = 0.04331208 * 1000; err = 0.01136943 * 1000; totalSamplesSeen = 36000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03647383
Finished Epoch [37 of 50]: [Training] lr = 0.04265496 * 1000; err = 0.01147922 * 1000; totalSamplesSeen = 37000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03458634
Finished Epoch [38 of 50]: [Training] lr = 0.04424128 * 1000; err = 0.01172341 * 1000; totalSamplesSeen = 38000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03375343
Finished Epoch [39 of 50]: [Training] lr = 0.04669956 * 1000; err = 0.01262951 * 1000; totalSamplesSeen = 39000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03848284
Finished Epoch [40 of 50]: [Training] lr = 0.04472789 * 1000; err = 0.01148758 * 1000; totalSamplesSeen = 40000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03643574
Finished Epoch [41 of 50]: [Training] lr = 0.04553096 * 1000; err = 0.01266350 * 1000; totalSamplesSeen = 41000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.04210474
Finished Epoch [42 of 50]: [Training] lr = 0.04287576 * 1000; err = 0.01152886 * 1000; totalSamplesSeen = 42000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03783884
Finished Epoch [43 of 50]: [Training] lr = 0.04388394 * 1000; err = 0.01206369 * 1000; totalSamplesSeen = 43000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03999999
Finished Epoch [44 of 50]: [Training] lr = 0.04223350 * 1000; err = 0.01185861 * 1000; totalSamplesSeen = 44000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03596224
Finished Epoch [45 of 50]: [Training] lr = 0.04207988 * 1000; err = 0.01140956 * 1000; totalSamplesSeen = 45000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03534818
Finished Epoch [46 of 50]: [Training] lr = 0.04261559 * 1000; err = 0.01158317 * 1000; totalSamplesSeen = 46000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03513184
Finished Epoch [47 of 50]: [Training] lr = 0.04326449 * 1000; err = 0.01164270 * 47000; totalSamplesSeen = 47000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.04088653
Finished Epoch [48 of 50]: [Training] lr = 0.04225180 * 1000; err = 0.01148765 * 1000; totalSamplesSeen = 48000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.04478245
Finished Epoch [49 of 50]: [Training] lr = 0.04173198 * 1000; err = 0.01124937 * 1000; totalSamplesSeen = 49000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03389274
Finished Epoch [50 of 50]: [Training] lr = 0.04399340 * 1000; err = 0.01202173 * 1000; totalSamplesSeen = 50000; learning
RatePerSample = 0.039999999; epochTime=0.03389274
COMPLETED.
```

D:\WINAPP\cntk\Tutorials\HelloWorld-LogisticRegression>

- Утилита для тренировки сетей **cntk.exe**
- Библиотека для использования (C#, C++)
- Язык описания сетей BrainScript
- Надо устанавливать CNTK на ПК (с GPU или без)
- Спец. входной формат для данных



- Интерфейс с Python для обучения и использования сетей
- Конфигурация сети описывается программой на Python
- Можно использовать Azure Notebook или Jupyter Notebook на машине с GPU

Как обучать нейросети

VM с GPU в Azure

- N-Series VM
 - NC – специально для вычислений (дефицит!)
 - NV – для визуализации
- Готовые конфигурации
 - Data Science Virtual Machine
 - Windows 2016, Linux
 - Deep Learning Toolkit for DSVM
- Доступность в дата-центрах
 - <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/virtual-machines/>

Выделенный ПК

- Nvidia GPU
 - GTX 1070
 - GTX 1080 (Ti)
 - Titan X
- <http://bit.ly/deeplearnbox>

1

Искусственный интеллект стремительно развивается и теперь доступен всем

2

ИИ на платформе Microsoft – это Bot Framework, Cognitive Services, Azure ML, Cognitive Toolkit. И всё это в облаке!

3

Мы будем подробно говорить про Cognitive Toolkit и другие фреймворки в облаке

Что понадобится для работы

<http://aka.ms/neuroworkshop>

1 Клонировать Azure Notebooks

Microsoft Account: <http://outlook.com>

Зайти на <https://notebooks.azure.com/sosh/libraries/neuroworkshop>

Нажать *Clone and Run*

2 Создать виртуальную машину NC или NV

Активировать Azure: <http://aka.ms/azpass>

Создать Data Science Windows 2016 VM с GPU (тип - NC или NV)

Клонировать репозиторий git clone

<http://github.com/shwars/neuroworkshop>

Запустить utils\setup.bat



Искусственный интеллект на платформе Microsoft

Дмитрий Сошников
<http://twitter.com/shwars>

