

# Машинное обучение (Machine Learning)

## Обучение на одном примере (One-shot learning)

Уткин Л.В.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого



*Презентация является переводом и заимствованием материалов из замечательного блога*

*<https://sorenbouma.github.io/blog/oneshot/>*

# One-Shot Learning

# Пример



# Формальная постановка задачи

Дано:

- малое “помеченное” обучающее множество  $S$  из  $N$  примеров единичной размерности с метками  $y$

$$S = \{(\mathbf{x}_1, y_1), (\mathbf{x}_2, y_2), \dots, (\mathbf{x}_N, y_N)\}$$

- тестовый пример  $\hat{\mathbf{x}}$ , который нужно классифицировать

Цель:

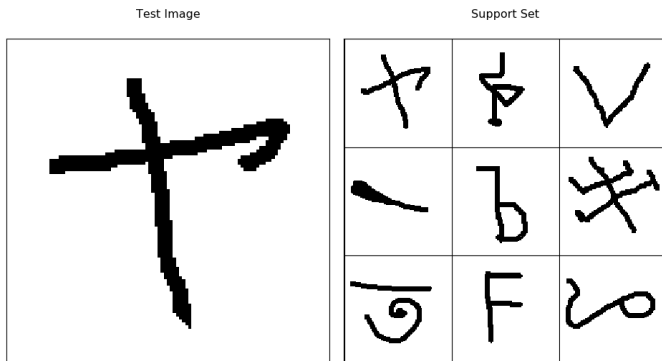
- так как ровно один пример имеет “правильный” класс, то необходимо определить  $y \in S$  такое же как метка  $\hat{y}$  примера  $\hat{\mathbf{x}}$

# Что нужно учесть при решении

- В реальности не всегда есть ограничение, что только одно изображение имеет правильный класс
- Просто обобщить эту ситуацию на случай  $k$ -shot, если есть не один, а  $k$  примеров для каждого  $y_i$ , а не один.
- Когда  $N$  большое, есть большее число возможных классов, к которым может принадлежать  $\hat{\mathbf{x}}$ , поэтому сложнее предсказать правильный класс.
- Случайное угадывание будет иметь  $\frac{100}{N}\%$  точность в среднем

# Примеры

Датасет Omniglot  $N = 9$

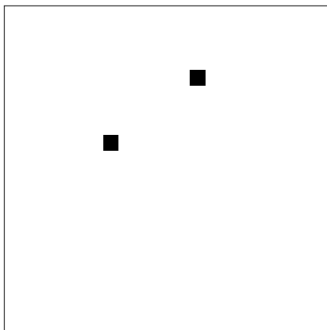


Датасет Omniglot представляет собой набор из 1623  
рисованных символов в разрешении 105x105 из 50 алфавитов.

# Примеры

Датасет Omniglot  $N = 25$

Test Image



Support Set

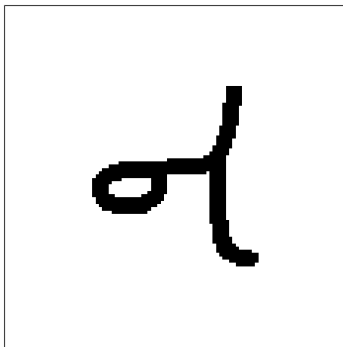




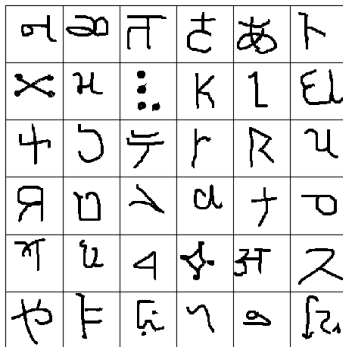
# Примеры

Датасет Omniglot  $N = 36$

Test Image



Support Set



# Omniglot

Sanskrit

प	झ	ञ	ष	म	लृ	घ
ट	ठ	क	त्र	फ	अ	व
ड	ण	न	ज	ग	थ	स
द	औ	भ	ओ	य	उ	त
र	छ	ण	ड	ल	थ	ढ
क्व	च	इ	ब	ह	श	कृ

Greek

φ	Λ	Β	δ	λ
Μ	α	Κ	Χ	ν
υ	θ	γ	τ	σ
ω	π	η	ο	ε
ρ	ξ	ζ	ψ	

Bengali

ঐ	ঈ	জা	ন	ঢ	ল	জ্ঞ
ঔ	ক	স	অ	ও	ট	ব
দ	থ	ষ	ষ	এ	ই	জ
প	ছ	ভ	ড	ম	ণ	য়
ঙ	ত	হ	শ	ঘ	উ	থ
চ	গ	ঢ	ল	ঝ	ঞ	ষ
ঠ	ফ	ব				

# Простейший метод классификации - 1

## ближайший сосед

- Простейший способ классификации - это  $k$  ближайших соседей, но поскольку для каждого класса есть только один пример, используем 1 ближайшего соседа.
- Евклидово расстояние от тестового примера до обучающего:

$$C(\hat{\mathbf{x}}) = \arg \min_{c \in S} \|\hat{\mathbf{x}} - \mathbf{x}_c\|$$

- Точность (Koch и др.):  $\sim 28\%$  при  $N = 20$  omniglot
- Это примерно в 6 раз больше, чем просто случайное угадывание (5%)
- У людей точность 95.5% при  $N = 20$  omniglot
- *Hierarchical Bayesian Program Learning* (Lake и др.) дает 95.2%

# Нейронные сети для обучения

- Как обучить нейронную сеть на единичных примерах?  
Переобучение!
- Многие подходы используют Transfer Learning
- Вспомним 1 ближайшего соседа - просто классифицирует путем поиска ближайшего примера на расстоянии  $L_2$  (Евклидово расстояние)
- Но эта метрика плоха для большой размерности

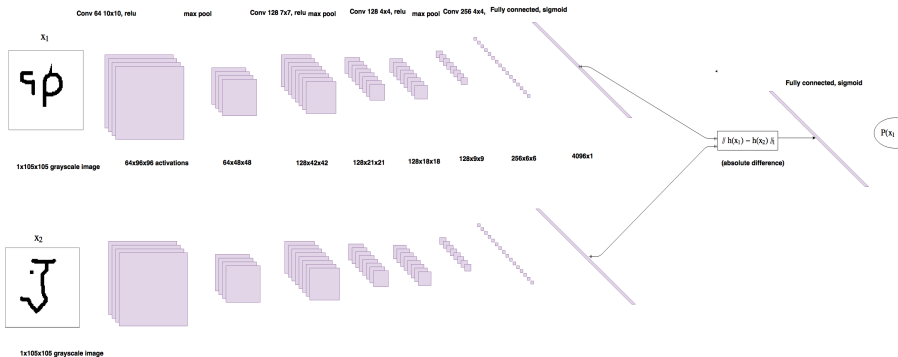
# Сиамские сети



# Сиамские сети

Идея: Сиамская сеть может сравнивать тестовое изображение с каждым изображением в наборе и выбирать, какое из них, имеет один и тот же класс - наиболее близко.

# Глубокая сиамская сеть



# Глубокая сиамская сеть

- Используем  $t = 1$ , если два изображения одного класса и  $t = 0$  иначе
- Функция потерь

$$\begin{aligned} L(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, t) = & t \cdot \log(p(\mathbf{x}_1 \circ \mathbf{x}_2)) \\ & + (1 - t) \cdot \log(1 - p(\mathbf{x}_1 \circ \mathbf{x}_2)) \\ & + \lambda \cdot \|w\|_2 \end{aligned}$$

- Решение

$$C(\hat{\mathbf{x}}, S) = \arg \max_c P(\hat{\mathbf{x}} \circ x_c), \quad x_c \in S$$



# Глубокая сиамская сеть - обучение

- Почему нет переобучения
- Если есть  $C$  примеров в  $E$  классах, то число пар среди  $C \cdot E$  примеров  $N_{\text{пар}} = C \cdot E \cdot (1 - C \cdot E)/2$
- 20 примеров Omniglot из 964 классов - 185 849 560 пар!
- Но число примеров одного класса  $N_{\text{одинак}} = \binom{E}{2} C$ .  
Это 183 160 пар.
- Важно: для обучения сиамской сети необходимо соотношение 1 : 1 примеров одного и разных классов

# Характеристики



<https://sorenbouma.github.io/blog/oneshot/>

# Вопросы

?