

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:

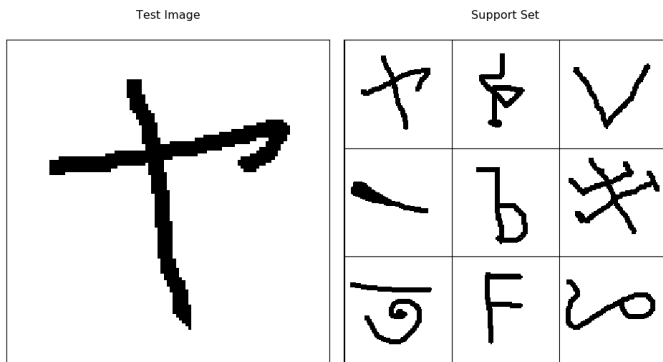
- так как ровно один пример имеет “правильный” класс, то необходимо определить $y \in S$ такое же как метка \hat{y} примера $\hat{\mathbf{x}}$

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 $N = 9$

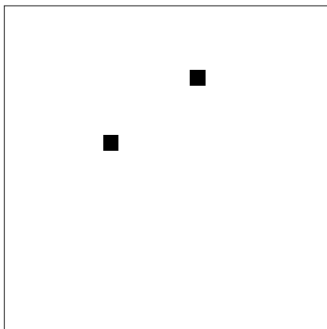


Датасет Omniglot представляет собой набор из 1623 рисованных символов в разрешении 105x105 из 50 алфавитов.

Примеры

Датасет Omniglot $N = 25$

Test Image



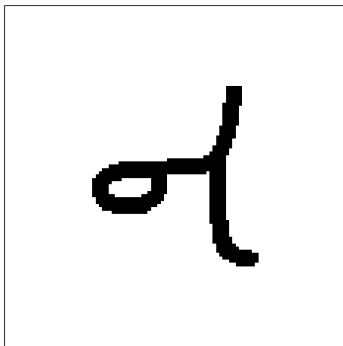
Support Set



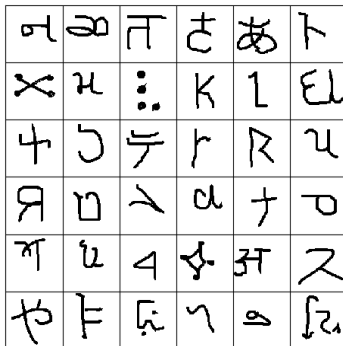
Примеры

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	औ	य	उ	त
र	छ	ण	ड	ल	थ	ढ
क्व	च	इ	ब	ह	श	ऋ

Greek

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

Bengali

ঐ	ঈ	আ	ব	ঢ	ণ	জ
উ	ক	য়	অ	ও	ট	ব
দ	খ	ষ	স	এ	ই	জ
প	ছ	ভ	ড	ম	ণ	য়
ঙ	ত	হ	শ	ষ	ট	থ
চ	গ	ঢ	ণ	ত্র	ত্রি	ম
ঈ	ক	স	য			

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

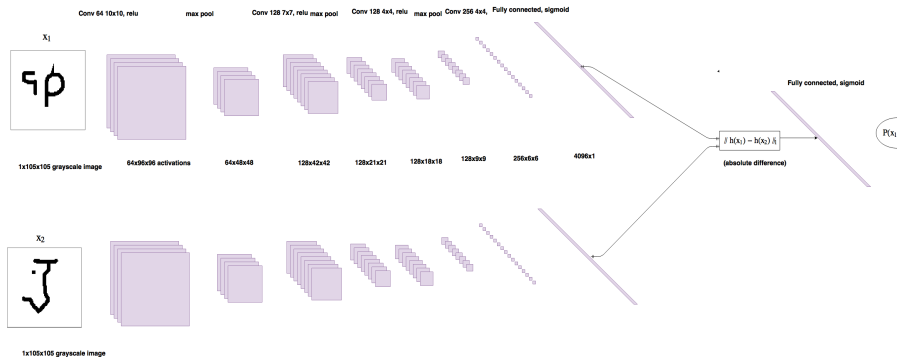
Сиамские сети



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

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

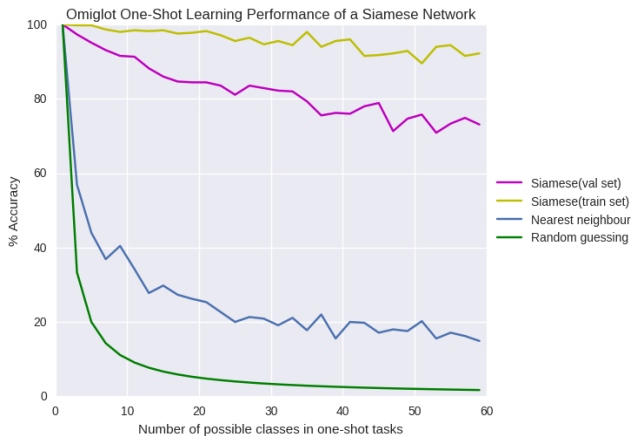
- Решение

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

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

?