

А.В. САВЧЕНКО

Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики –
Нижний Новгород
avsavchenko@hse.ru

КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ОПИСЫВАЕМЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫМИ ПРИЗНАКАМИ ВЫСОКОЙ РАЗМЕРНОСТИ: ПОВЫШЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕЗ ЗНАЧИМОГО СНИЖЕНИЯ ТОЧНОСТИ

Рассматривается задача классификации изображений, описываемых с помощью вектора признаков высокой размерности, который извлекается с помощью сверточных нейронных сетей. Предложены, реализованы и экспериментально исследуются подходы по снижению времени принятия решений без значимых потерь в точности за счет применения анализа главных компонент, их последовательного анализа, проекционных оценок плотностей вероятности каждой компоненты, и критерия максимального правдоподобия рассогласований между векторами признаков.

The problem of image classification is examined in which high-dimensional feature vectors are extracted by convolutional neural network. We proposed, implemented and experimentally studied methods to improve decision-making speed without significant accuracy degradation based on principal component analysis, their sequential analysis, orthogonal series expansion for estimation of unknown class densities, and maximal likelihood of distances between features.

Ключевые слова: сверточные нейронные сети, анализ главных компонент, проекционные оценки, вероятностная нейронная сеть

Исследована задача распознавания изображений, которые описываются векторами признаков высокой размерности, выделенными с помощью глубокой сверточной нейронной сети. Для случая малого числа эталонных примеров каждого класса и большого числа классов рассмотрена проблема высокой вычислительной сложности методов instance-based learning (методы ближайшего соседа, вероятностная нейронная сеть), основанных на сопоставлении всех признаков всех эталонных примеров. Исследованы методы, основанные на трансформации признакового пространства с помощью анализа главных

компонент. В частности, рассмотрен последовательный анализ всех компонент, упорядоченных по убыванию соответствующих собственных значений. Сначала сравниваются несколько главных компонент, и отбрасываются те обучающие примеры, которые точно не являются решениями. Для определения степени надежности решения предложен новый критерий на основе сопоставления с порогом отношения расстояния до примера к минимальному расстоянию. На следующем этапе количество компонент для оставшихся изображений увеличивается, и процесс повторяется снова.

Кроме того, исследована возможность реализации статистической классификации на основе проекционных оценок плотности распределения каждой компоненты с тригонометрической системой ортогональных функций. Показано, что такой подход позволяет преодолеть недостатки вероятностной нейронной сети, связанные с необходимостью обработки всех признаков всех эталонных изображений.

Наконец, рассмотрены алгоритм распознавания на основе критерия максимального правдоподобия (совместной плотности вероятности) рассогласований между входным и всеми эталонными изображениями. Для оценки правдоподобия используется известное асимптотически нормальное распределение рассогласований Кульбака-Лейблера и Йенсена-Шеннона между векторами значений признаков изображений. Такой критерий использован для реализации приближенного поиска ближайшего соседа и распознавании лиц на видео.

Экспериментальные исследования рассмотренных алгоритмов для нескольких известных наборов изображений показали их преимущества с точки зрения высокой вычислительной эффективности. За счет снижения стоимости процедуры, разработка открывает возможности для применения технологии на мобильных устройствах.

Данная работа является развитием исследований [1-4].

Список литературы

1. Savchenko A.V. Probabilistic neural network with complex exponential activation functions in image recognition // IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. 2019. P. 1-10. DOI: 10.1109/TNNLS.2019.2908973
2. Savchenko A.V. Sequential three-way decisions in multi-category image recognition with deep features based on distance factor // Information Sciences. 2019. V. 489. P. 18-36.
3. Savchenko A.V. Maximum-likelihood approximate nearest neighbor method in real-time image recognition // Pattern Recognition. 2017. V. 61. P. 459-469.

4. Savchenko A.V., Belova N.S. Unconstrained face identification using maximum likelihood of distances between deep off-the-shelf features // Expert Systems with Applications. 2018. V. 108C. P. 170-182