

Московский политехнический университет
Факультет информационных технологий
Кафедра «СМАРТ-технологии»
27.04.04 Управление в технических системах
Нейронные сети в задачах технического зрения и управления

Лабораторно-практическое задание № 3

Тема: Применение свёрточных нейронных сетей.

Цель работы: Разработать алгоритм классификации стандартизованных изображений с помощью свёрточной нейронной сети

Задачи:

- Подготовить приложение для генерации обучающей выборки из исходного набора изображений;
- Разработать функцию расчета свёрточной карты для выбранного ядра;
- Разработать класс, реализующий функциональность свёрточной сети для классификации изображений;
- Разработать функцию обучения с учителем для нейронной сети по подготовленной ранее обучающей выборке.

Порядок выполнения работы

Задача 1

Разработать метод генерации кандидата для обучающей выборки из заданного черно-белого изображения размером 20 на 20 пикселей, создающей случайным образом модифицированное изображение (изменением яркости, сдвигом до 5 пикселей, добавлением поворота в пределах 15 градусов и яркостного шума). Реализовать модуль сборки кандидатов в файловую коллекцию (наборы файлов изображений), размещаемых в заданной папке на компьютере.

Реализовать настройку «вариативности» генерации модифицированных изображений (больше-меньше шума, диапазон вариации яркости, широта сдвига и т.п.).

Сформировать коллекции из 4-х заданных шаблонов, с не менее чем 50 изображениями в каждой.

Задача 2

Подготовить шаблонное изображение, содержащее изображение 4 свёрточных ядер размером 5 на 5 пикселей, расположенных в строку (рядом), и реализовать функцию загрузки, разделения и бинаризации шаблонов.

Реализовать функцию получения изображения (входной карты) 20 на 20 пикселя, нормализации яркости (перевод в диапазон 0..7), расчета валидной выходной матрицы (методом «сжатия») с применением заданного ядра 5 на 5 пикселей и вывода выходной матрицы 16 x 16.

Реализовать функцию расчета подвыборки для входной матрицы 16 x 16 для заданного подвыборочного ядра 2 x 2 и вывода выходной матрицы 8 x 8.

Ядра задаются как статические массивы `int [25]` и `int [4]`, рабочие матрицы – как статические массивы `int [400]`, `int [256]` и `int [64]`.

Задача 3

Разработать метод, реализующий функции свёрточной нейронной сети с одним свёрточным слоем, содержащим 4 параллельные операции свёртки (отдельно для каждого шаблона) с подвыбокой и перцептрона с одним скрытым слоем, позволяющий вес связи S-A и A-R действительными числами, выполнять необходимые операции по вычислению выходных значений и обучению (фактически, MLP с двумя полносвязными слоями).

Сеть (MLP) должна включать 4 x 64 = 256 сенсорных элементов, 512 ассоциативных элементов и 4 реагирующих элемента. Должна поддерживаться случайная генерация параметров, а также загрузка и выгрузка параметров сети в текстовый файл.

Реализовать функциональность загрузки произвольного изображения, выполнения его масштабирования к размеру 20 на 20 пикселя и переводу в ч-б палитру.

Разработать функцию классификации изображения с использованием разработанной сети. Результат выводить в виде весов, отражающих близость входного изображения к одному из заданных классов.

Задача 4

Реализовать модуль обучения нейронной сети методом обучения с учителем с использованием подготовленных в задаче 1 коллекций изображений. Реагирующие элементы настроить в соответствии с именами коллекций.

Реализовать управления стратегий обучения:

- Обучение одного слоя MLP с фиксацией параметров (коэффициентов) остальных слоёв и подвыборочного ядра.
- Обучение подвыборочных ядер с фиксацией параметров MLP.
- (дополнительно) Обучение методом градиентного спуска для MLP и подвыборочного слоя каждым из трех типов (Batch, mini-batch, stochastic)

Выполнить обучение сети. Сравнить эффективности различных стратегий обучения при разной степени вариативности обучающей выборки.