

Поиск границ радужки методом круговых проекций

Баженов Андрей Александрович

Московский физико-технический институт

Курс: Автоматизация научных исследований
(практика, В. В. Стрижов)/Группа 821

Эксперт, консультант: И. А. Матвеев

2021

Поиск границ радужки

Цель исследования

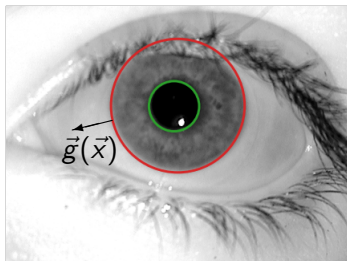
Применение метода круговых проекций яркости для понижения размерности в задаче обработки фотографий глаза.

Задача

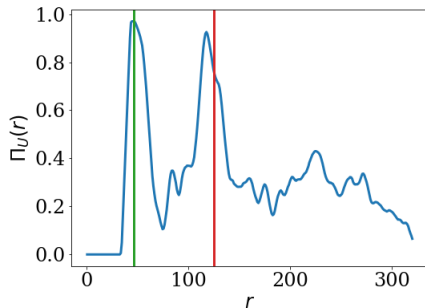
Построить алгоритм нахождения приблизительных границ элементов глаза на чёрно-белых фотографиях.

Схема работы алгоритма: фиксируется положение центра зрачка, вычисляются значения круговых проекций яркости. По круговым проекциям определяются радиусы зрачка и радужки.

Круговые проекции яркости



\vec{x} — точка изображения
 $b(\vec{x})$ — яркость в точке
 $\vec{g}(\vec{x}) = \nabla b(\vec{x})$



$v_U(\vec{x})$ — индикатор
принадлежности границе
 $\Pi_U(r)$ — среднее значение $v_U(\vec{x})$

Обзор алгоритмов обнаружения радужки

1. A. Nithya and C. Lakshmi. Iris Recognition Techniques: A Literature Survey. 2015
2. K. Bowyer, K. Hollingsworth, and P. Flynn. Image Understanding for Iris Biometrics: A Survey. 2008

Описание метода круговых проекций

1. I. A. Matveev. Detection of iris in image by interrelated maxima of brightness gradient projections. 2010

Задача нахождения границ радужки

Задана выборка растровых изображений:

$$(M(i), P_R(i), I_R(i)), \quad i = 1, \dots, n.$$

Требуется построить алгоритм

$$f: M \mapsto \begin{bmatrix} \hat{P}_R & \hat{I}_R \end{bmatrix}^T$$

Рассматриваются модели вида

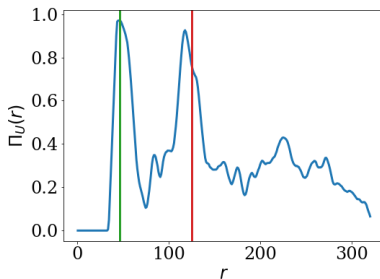
$$f = \sigma_k (W_k^T \sigma_{k-1} (\dots \sigma_1 (W_1^T \Pi) \dots)),$$
$$\Pi = [\Pi_U(1) \quad \dots \quad \Pi_U(r_{\max})]^T.$$

Задача оптимизации

$$f_0 = \arg \min_{f \in \mathcal{F}} \sum_{i=1}^n L(\hat{P}_R(i), P_R(i)) + L(\hat{I}_R(i), I_R(i)).$$

Обработка круговых проекций

Зависимость круговой проекции от радиуса



Гипотеза

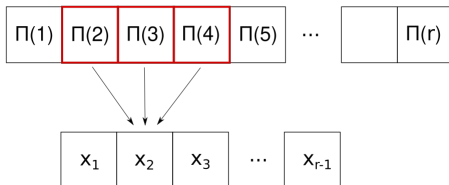
Значения P_R и I_R являются точками локальных максимумов зависимости $P_U(r)$.

Архитектура нейронной сети

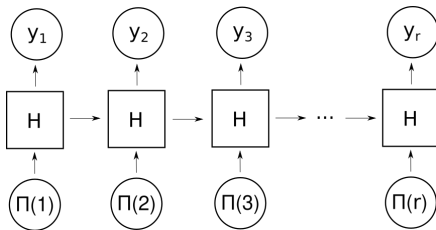
Задача обработки круговых проекций схожа с задачей обработки временного ряда.

Сверточная сеть

Последовательное применение линейных фильтров.



Рекуррентная сеть



Вычислительный эксперимент

Цель

Сравнить модели по параметрам:

1. Точность решения;
2. Скорость работы.

Обучаемые модели

Архитектуры для обработки временных рядов:

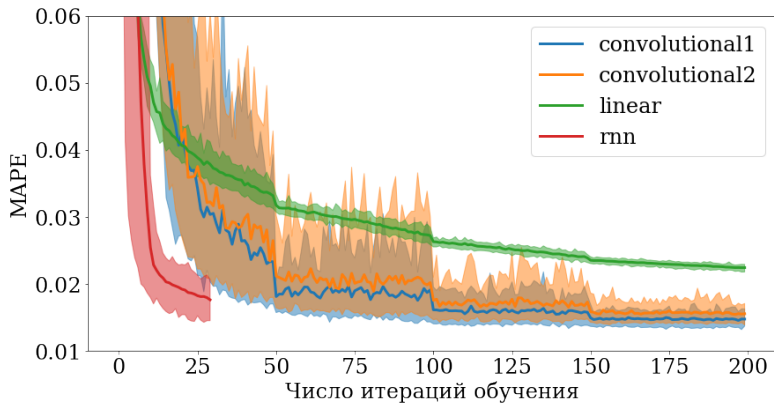
1. Рекурсивные сети;
2. Сверточные сети.

Простейшие модели:

1. Полносвязная сеть.

Результаты обучения моделей

Кривые обучения с доверительным интервалом



Сравнение моделей

Архитектура	Число параметров	Средняя ошибка, %	Доверительный интервал
Полносвязная	166402	2,21	2,15-2,24
Сверточная	56831	1,39	1,32-1,47
Сверточная	17655	1,48	1,39-1,58
Реккурентная	14962	1,77	1,45-2,05

При меньшем числе параметров модели, точность сверточной и рекуррентной моделей выше, чем у полносвязной модели.