

# 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

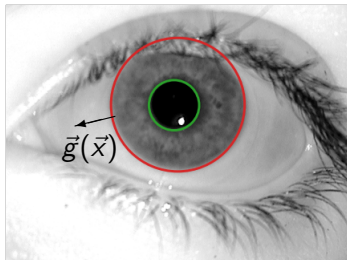
## Цель исследования

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

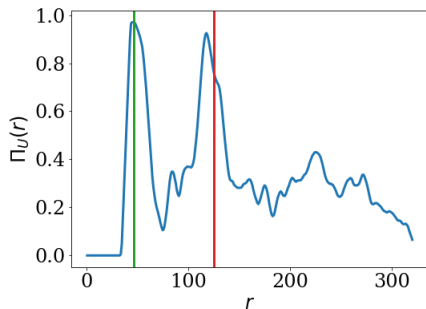
## Задача

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

# 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  
 $\Pi_U(r)$  — усредненное значение  
индикатора по кругу радиуса  $r$

## 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:

$$\mathcal{M} = \{(M(i), P_R(i), I_R(i))\}_{i=1}^n.$$

Требуется построить алгоритм

$$f: M \mapsto (P_R, I_R).$$

Рассматриваются модели вида

$$f = \varphi \circ \Pi,$$

$\Pi$  — процедура подсчета круговых проекций,

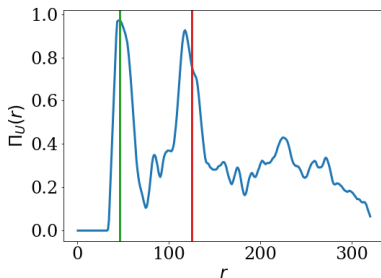
$$\varphi(t) = \sigma_k \left( W_k^T \sigma_{k-1} \left( \dots \sigma_1 \left( W_1^T t \right) \dots \right) \right).$$

Задача оптимизации

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

# Обработка круговых проекций

## Зависимость круговой проекции от радиуса



### Гипотеза

Значения  $P_R$  и  $I_R$  являются точками локальных максимумов функции  $\Pi_U(r)$ .

Для выделения максимумов и их обработки используются линейные, сверточные и рекуррентные нейронные сети, обучаемые по метрике MSE.

# Вычислительный эксперимент

## Цель

Сравнить модели по параметрам:

1. Точность решения;
2. Скорость работы.

## Обучаемые модели

Архитектуры для обработки временных рядов:

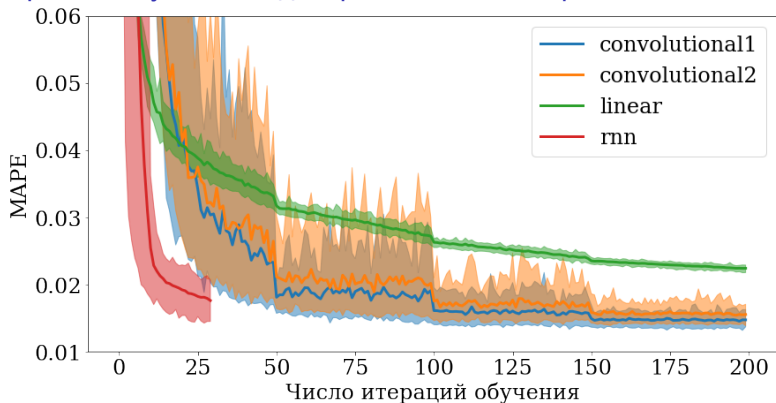
1. Рекурсивные сети;
2. Сверточные сети.

Простейшие модели:

1. Полносвязная сеть;
2. Эвристический алгоритм.

# Результаты эксперимента

Кривые обучения с доверительным интервалом





## Результаты эксперимента

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.