

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники  
Кафедра инженерной психологии и эргономики

УДК

Рылач  
Сергей Николаевич

ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СУБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание академической степени  
магистра технических наук

1-23 80 08 – Психология труда, инженерная психология, эргономика

Магистрант С.Н. Рылач

Научный руководитель  
Т.М. Рыбина, кандидат  
медицинских наук, доцент

Заведующий кафедрой ИПиЭ  
К.Д. Яшин, кандидат  
технических наук, доцент

Нормоконтролер  
В.С. Гладкая,  
ассистент кафедры ИПиЭ

Минск 2019

## ВВЕДЕНИЕ

В современных системах реального времени часто возникает задача распознавания образов. Одним из практических применений данной задачи является распознавание лиц, в задачу которого входит автоматическая локализация лица на изображении и, при необходимости, идентификация человека по лицу. Примерами могут послужить охранные системы, криминалистика, взаимодействие компьютер-человек, паспорт, шифрование данных, электронная коммерция, компьютерные игры и другие области. Это обязывает к применению сложных, но легковесных алгоритмов. Все вышесказанное делает актуальной задачу распознавания лиц.

Обнаружение лица на изображении является более чем простой задачей для человеческого зрения, однако при попытке построения автоматической системы обнаружения лиц приходится столкнуться со сложностями.

Существует большое разнообразие алгоритмов, решающих задачу распознавания лица на изображении. Все эти алгоритмы можно разбить на две широкие категории. К первой категории относятся методы, отталкивающиеся от опыта человека в распознавании лиц и делающие попытку формализовать и алгоритмизовать этот опыт, построив на его основе автоматическую систему обнаружения лиц. Вторая категория опирается на инструментарий распознавания образов, рассматривая задачу обнаружения лица, как частный случай задачи распознавания.

Целью данной магистерской диссертации является написание программного средства определения количества субъектов на изображении. В разделе «Методы решения задачи определения лиц» представлен результат анализа алгоритмов решения задачи определения лиц на изображении. Раздел «Теоретическая и практическая разработка программного средства» содержит алгоритм Виолы-Джонса, положенный в основу разрабатываемого программного средства, теоретическое обоснование данного алгоритма, а также описание модификации алгоритма Виолы-Джонса. Также пояснительная записка содержит результаты тестирования программного средства определения количества субъектов на изображении.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

Целью магистерской диссертации является разработка программного средства для определения общего количества субъектов на изображении.

Объектом исследования является система управления проектами – алгоритмы для распознавания лиц. Предметом исследования являются методы и алгоритмы обнаружения лиц на изображении.

В настоящей магистерской диссертации были изучены самые популярные методы и алгоритмы для определения лиц на изображении и выявлены недостатки. Кроме этого, был изучен и модифицирован алгоритм Виолы-Джонса. На основе алгоритма Виолы-Джонса и его модификации было написано программное средство определения количества субъектов на изображении. Программное средство было реализовано с использованием языка JavaScript, что позволяет обеспечивать стабильную работу во всех популярных браузерах.

Диссертационная работа состоит из введения, перечня условных обозначений и терминов, общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованной литературы и одного приложения. Общий объем работы составляет 54 страниц. Из них 37 страниц текста, 21 иллюстрации на 8 страницах, 1 таблицы на 3 страницах, список использованной литературы на 3 страницах, 1 приложения на 3 страницах. Было использовано 39 библиографических источников.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В общей характеристике работы и введении определены цели и задачи работы, обоснована её актуальность.

В первой главе описаны различные алгоритмы, которые используются для распознавания лиц на изображении, принцип работы, преимущества и недостатки. Также описано использование нейронных сетей для распознавания изображений.

Во второй главе представлено описание алгоритма Виолы-Джонса. Сформулированы основные принципы алгоритма Виолы-Джонса:

- изображения используются в интегральном представлении, что позволяет быстро вычислить необходимые объекты;
- используются признаки Хаара, с помощью которых происходит поиск нужного объекта;
- используется бустинг для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения;
- все признаки поступают на вход классификатора, который возвращает результат «истина» либо «ложь»;
- используются каскады признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найдено лицо.

Для поиска области лица на изображении предлагается следующий алгоритм сканирования окна с признаками:

- определяем исследуемое изображение и первоначальное окно сканирования;
- далее окно сканирования начинает последовательно двигаться по изображению с шагом в одну ячейку окна;
- в окне сканирования на каждом шаге происходит вычисление вариантов расположения признаков, полученных за счет изменения масштаба признаков и их положения в окне сканирования;
- сканирование производится последовательно для различных масштабов окна сканирования;
- все найденные признаки попадают в классификатор, который выдает результат в виде вывода о наличии или отсутствии лица на изображении.

Также упомянута схема обучения. Имеется тестовая выборка изображений. Размер тестовой выборки около 10 000 изображений. Алгоритм обучения работает с изображениями в оттенках серого.

При размере тестового изображения 24 на 24 пикселя количество конфигураций одного признака около 40 000 (зависит от минимального размера маски). Современная реализация алгоритма использует порядка 20 масок. Для каждой маски, каждой конфигурации тренируется такой слабый классификатор, который дает наименьшую ошибку на всей тренировочной базе. Он добавляется в базу данных. Таким образом алгоритм обучается. И на выходе алгоритма получается база данных из T слабых классификаторов.

Также представлена общая схема работы алгоритма программного средства. В начале работы алгоритма происходит загрузка главной страницы веб-приложения. После этого пользователь может приступить к распознаванию лиц или завершить работу. Перед распознаванием количества субъектов на изображении пользователь может ознакомиться с инструкцией по применению. Для начала операции распознавания необходимо выбрать распознаваемое изображение, которое после успешной проверки на соответствие формату будет загружено для дальнейшей операции. Далее происходит выбор метода распознавания. В случае выбора метода общего распознавания появляется возможность изменения порога срабатывания.

Следующим действием осуществляется обработка изображения методом Виолы-Джонса, обработка результата и отображение результата распознавания. В случае же выбора метода пользовательского распознавания пользователю предоставляется выбор области распознавания. После чего пользователь также может изменить порог срабатывания. Далее происходит обработка изображения методом Виолы-Джонса с учетом выбранной зоны, обработка и отображение результата распознавания.

В третьей главе представлено описание этапа тестирования программного средства. Также представлен сравнительный анализ скорости работы классического алгоритма Виолы-Джонса и его модификации. Скорость работы алгоритма в результате модификации в большинстве случаев возросла более чем в 4 раза. Наиболее эффективно модифицированный алгоритм работает с групповыми фотографиями. В работе с портретными фотографиями метод проявил себя несколько хуже. Это связано с тем, что основная идея улучшения метода Виолы – Джонса заключается в уменьшении области поиска. Тестирование программы на разных изображениях показало, что описанный алгоритм позволяет производить быстрое определение лица на цифровом изображении и имеет хорошую точность определения, благодаря наличию нескольких каскадов Хаара, что позволяет создать необходимое количество классификаторов. В тоже время поиск лица на фотографиях не

всегда дает удовлетворительный результат. На изображениях со специфическим положением лица, например, с углом поворота больше 30 градусов, лицо определялось не верно.

При написании модульных тестов были использованы библиотеки для автоматизированного тестирования `chai` и `mocha`. Это позволило предотвращать баги на этапе написания отдельных функций.

Также представлена таблица с тест-кейсами интерфейса приложения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной магистерской диссертации были изучены самые популярные методы и алгоритмы для определения лиц на изображении и выявлены недостатки. Как правило, проблемой является низкая устойчивость алгоритмов к воздействию внешних условий, затрудняющих качество распознавания: уровень освещения, качество изображения, наклоны изображения. При этом алгоритмы, устойчивые к внешним условиям, зачастую оказываются требовательны к аппаратным вычислительным ресурсам, что затрудняет применение их в системах, работающих в реальном времени.

Кроме этого, был изучен и модифицирован алгоритм Виолы-Джонса. На основе алгоритма Виолы-Джонса и его модификации было написано программное средство определения количества субъектов на изображении. Программное средство было реализовано с использованием языка JavaScript, что позволяет обеспечивать стабильную работу во всех популярных браузерах.

Разработанное программное средство не требует каких-либо специальных аппаратных и программных интерфейсов и без проблем работает на большинстве компьютеров.

В качестве инструментальных средств разработки была использована среда JetBrains WebStorm. Как было описано ранее, данная среда разработки является проверенным временем программным продуктом, обладающим всеми необходимыми инструментами для создания высокоэффективных и надежных веб приложений. Благодаря широким возможностям этого средства разработки, в процессе создания программного средства определения количества субъектов на изображении было достигнуто повышение производительности труда программиста.

Теоретическая часть, а также промежуточные результаты разработки были представлены на 54 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

Программное средство разрабатывалось с возможностью последующего расширения функционала.

## **Список публикаций соискателя**

[1] Рылач, С.Н. Эргономическое обеспечение программного средства определения количества субъектов на изображении / С.Н. Рылач // Эргономическое обеспечение программного средства определения количества субъектов на изображении: Тезисы докл. к конф. – Минск, 2018