

скопирован в сверяемый документ; найденный участок текста может быть визуально выделен для отображения пользователю, сверяющему документ.

Алгоритм является более затратным по времени и памяти по сравнению с алгоритмами вычисления косинусной меры сходства и *TS-SS*, поскольку он занимается дополнительной обработкой выделенных *n*-грамм; с другой стороны, алгоритм обеспечивает более стабильную и точную оценку плагиата. Также помимо оценки степени плагиата в виде числа, алгоритм *Winnowing* решает ряд задач, решение которых может быть полезно для построения пользовательских приложений – задача быстрого поиска схожих документов среди набора всех доступных документов, задача явного указания места плагиата в тексте.

#### **Заключение**

Рассмотрены основные алгоритмы для сравнения текстовых документов. Для более быстрого и поверхностного сравнения документов для них могут быть рассчитаны различные числовые метрики, к которым относятся косинусная мера схожести, результат алгоритма *TS-SS*. Для более детального сравнения документов могут быть использованы *Fingerprint* алгоритмы – наиболее стабильным является алгоритм *Winnowing*. С точки зрения создания пользовательских приложений алгоритмы используются для решения различных прикладных задач – сравнение двух заданных документов, быстрый поиск схожих документов, выделение заимствованного участка текста в сравниваемом документе.

#### **Литература**

1. Khuat, Tung & Hung, Nguyen & Thi My Hanh, Le. (2015). A Comparison of Algorithms used to measure the Similarity between two documents. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*. 4. 1117-1121.
2. Heidarian, Arash & Dinneen, Michael. (2016). A Hybrid Geometric Approach for Measuring Similarity Level Among Documents and Document Clustering. 142-151. 10.1109/BigDataService.2016.14.
3. Saul Schleimer, Daniel S. Wilkerson, and Alex Aiken. 2003. Winnowing: local algorithms for document fingerprinting. In *Proceedings of the 2003 ACM SIGMOD international conference on Management of data (SIGMOD '03)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 76–85. <https://doi.org/10.1145/872757.872770>

## **ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ СТУДЕНТОВ: АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Кулаковский Д.В. (студент гр. ИТИ-41)**

*Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого, Гомель, Республика Беларусь*

Научный руководитель – **Курочка К.С.**

*(к. т. н., заведующий кафедрой «Информационные технологии» ГГТУ им. П.О. Сухого)*

**Аннотация:** исследуются современные методы распознавания лиц и анализируются их преимущества и недостатки, а также перспективы использования для идентификации студентов.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, распознавание лиц.

#### **Введение**

Технологии распознавания лиц (*face recognition technologies, FRT*) – это комплекс программных и аппаратных средств, позволяющих идентифицировать человека по его лицу. Актуальность доклада обусловлена следующими факторами: 1) необходимость обеспечения качества и эффективности образовательного процесса, а также предотвращения мошенничества и нарушений академической честности; 2) возрастание интереса к технологиям распознавания лиц как одному из самых перспективных и инновационных направлений искусственного интеллекта и машинного обучения; 3) существование различных подходов к распознаванию лиц, имеющих свои преимущества и недостатки и требующих сравнительного анализа и оценки. Целью данного доклада является анализ существующих технологий распознавания лиц, которые можно использовать для

идентификации студентов в образовательных учреждениях, а также оценка их перспектив и возможностей для улучшения качества образования.

**Результаты и обсуждение**

Процесс распознавания лиц имеет общую структуру, представленную на рисунке 1, которая сохраняется для различных алгоритмов, хотя они и могут сильно отличаться друг от друга:



Рисунок 1 – Структура процесса распознавания лица

Существует множество подходов и алгоритмов, которые позволяют автоматически выявлять и идентифицировать лица на изображениях. В результате анализа актуальности различных методов, были выявлены наиболее интересные: *HOG*, *CNN*, *MT-CNN*.

Гистограмма направленных градиентов (*HOG*) – это метод, используемый для обнаружения объектов в изображениях, включая распознавание лиц. Данный алгоритм анализирует градиенты яркости в локальных областях изображения. Он разделяет изображение на маленькие ячейки, вычисляет градиенты по горизонтали и вертикали, а затем создает гистограммы направлений градиентов. Эти гистограммы объединяются для получения общего описания градиентов в большой области. К плюсам метода относятся: 1) показывает хорошие показатели на разных изображениях; 2) устойчив к изменениям яркости и контраста. Отрицательными моментами метода является чувствительность к масштабу: метод не всегда хорошо работает на объектах разного размера; и *HOG* не учитывает текстурные особенности объектов [1].

Свёрточные нейронные сети (*CNN*) – это мощный класс алгоритмов, используемых для анализа изображений и распознавания объектов. Принцип работы *CNN* основан на чередовании свёрточных слоёв и слоёв субдискретизации (пулинга). В свёрточных слоях происходит анализ градиентов яркости в локальных областях изображения. После этого следует слой пулинга, который уменьшает размерность изображения, сохраняя важные черты. Нейронные сети обучаются на больших объемах данных, что позволяет им выявлять уникальные черты лиц и других объектов. Алгоритмы, основанные на свёрточных нейронных сетях, требуют больше вычислительных ресурсов. К положительным чертам относится автоматическое извлечение характеристик, но не всегда понятно, как именно характеристики были извлечены [2].

Многозадачная каскадная свёрточная нейронная сеть (*MTCNN*) — это алгоритм, который революционизировал область распознавания и идентификации лиц. Разработанный в 2016 году, *MTCNN* использует каскадную последовательность нейронных сетей для обнаружения, выравнивания и извлечения черт лиц из цифровых изображений с высокой точностью и скоростью. Каскадная архитектура *MTCNN* включает три этапа: обнаружение лица, выравнивание лица и извлечение черт. Первая сеть быстро выделяет кандидатов на лица, вторая выравнивает обнаруженные лица, а третья извлекает характеристики лица, такие как глаза, нос и рот. К плюсам *MTCNN* относятся высокая точность обнаружения и выравнивания лиц и скорость вычислений. Минусом является каскадная архитектура, которая может стать сложной для понимания и настройки [3].

С учётом проведённого анализа алгоритмов обнаружения и распознавания лиц составлена таблица 1, в которой представлена информация о том, в каких ситуациях можно применять каждый из подходов для идентификации студентов.

Таблица 1

Алгоритм	Ситуация использования	Перспективы
<i>HOG</i>	1) Классические учебные помещения: <i>HOG</i> может быть полезен для обнаружения лиц студентов на фотографиях или видео в обычных классах с хорошим освещением.	Простота реализации и низкие требования к ресурсам делают <i>HOG</i> привлекательным для небольших учебных заведений.

	<b>2) Низкобюджетные системы:</b> <i>HOG</i> требует меньше вычислительных ресурсов, поэтому может быть применен в системах с ограниченными возможностями.	Однако он может быть менее точным при изменении масштаба и поворотах лиц.
<i>CNN</i>	<b>1) Большие аудитории:</b> <i>CNN</i> обеспечивает высокую точность и может обрабатывать большие объемы данных, что полезно для идентификации студентов в многоклассовых аудиториях. <b>2) Сложные условия освещения и повороты:</b> <i>CNN</i> способен обнаруживать лица под разными углами и при разных условиях освещения.	<i>CNN</i> обеспечивает высокую точность, но требует больше вычислительных ресурсов. В будущем, с развитием аппаратных средств, использование <i>CNN</i> для идентификации студентов будет более распространено.
<i>MTCNN</i>	<b>1) Онлайн-занятия:</b> <i>MTCNN</i> может обнаруживать лица студентов на веб-камерах с разными условиями освещения. <b>2) Многокамерные системы:</b> <i>MTCNN</i> может работать с несколькими камерами одновременно, что полезно для больших аудиторий.	<i>MTCNN</i> обладает высокой точностью и способностью обрабатывать разные условия. - Развитие технологий и доступность <i>GPU</i> позволят более широко использовать <i>MTCNN</i> для идентификации студентов.

#### Заключение

Рассмотрено три алгоритма обнаружения и распознавания лиц: Гистограмма направленных градиентов (*HOG*), свёрточные нейронные сети (*CNN*) и многозадачная каскадная свёрточная нейронная сеть (*MTCNN*). Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, на основании которых составлена таблица с 1 с информацией о том, в каких ситуациях применим каждый из алгоритмов для идентификации студентов университета.

#### Литература

1. A Revisit Histogram of Oriented Descriptor for Facial Color Image Classification based on Fusion of Color Information / Huy Nguyen-Quoc, Vinh Truong Hoang // Ho Chi Minh City Open University.
2. Нгуен Тхе Кыонг, Сырямкин В.И., Нгуен Чанг Хоанг Тхуи модель метода распознавания объектов на изображениях с использованием «сверточной нейронной сети – *CNN*» // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 12-2. – С. 269-280.
3. Rongrong Jin, Hao Li, Jing Pan, Wenxi Ma, and Jingyu Lin. Face recognition based on *MTCNN* and FaceNet. – Computer Science, 2020. – 6 p.

## СЕРВИС УДАЛЁННОГО ДОСТУПА К УСТРОЙСТВУ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Курильчик А. П. (студент гр. ИТП-41)

Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого, Гомель, Республика Беларусь

Научный руководитель – Гуменников Егор Дмитриевич

(старший преподаватель кафедры «Информационные технологии» ГГТУ им. П.О. Сухого)

**Аннотация:** в данной работе изложены варианты применения алгоритмов интерполяции для при передачи по сети потокового видео.

**Ключевые слова:** интерполяция данных, потоковое видео, удалённый доступ.

#### Введение

Сервисы для удалённого доступа к устройствам пользуются значительной популярностью в современном мире, поскольку обеспечивают возможность