

**ВЛИЯНИЕ НОРМАЛИЗАЦИИ И АУГМЕНТАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ  
РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ И ВЫРАЖЕНИЙ ЛИЦА**

***Камилов Мирзаян Мирзаахмедович***

*Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразми, профессор кафедры «Программное обеспечение информационных технологий»*

***Саъдуллаев Тохиржон Азамат угли***

*Студент Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразми*

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.19828305>

**Аннотация:** В данной статье рассматривается влияние методов нормализации и аугментации на точность распознавания лиц и выражений лица. Показано, что качество работы алгоритмов компьютерного зрения определяется не только архитектурой модели, но и корректной предварительной обработкой входных изображений. В качестве основных факторов, влияющих на точность классификации, выступают различия в освещении, масштабе, ракурсе, положении головы, качестве изображения и структуре обучающей выборки. Представлен анализ основных методов нормализации, включая выравнивание лиц, масштабирование изображений, нормализацию яркости и контраста, а также методов аугментации, таких как повороты, зеркальное отражение, изменение яркости, добавление шума и случайные геометрические преобразования. Рассматривается их роль в повышении устойчивости алгоритмов к вариативности входных данных и снижении эффекта переобучения. Проведённый анализ показывает, что совместное применение нормализации и аугментации позволяет улучшить качество распознавания как личности человека, так и выражения его лица. Полученные выводы подтверждают целесообразность использования указанных методов в составе современных систем классификации на основе изображений лица.

**Ключевые слова:** распознавание лиц, распознавание выражений лица, нормализация, аугментация данных, компьютерное зрение, глубокое обучение, классификация.

**Abstract:** This article examines the influence of normalization and augmentation methods on the accuracy of face recognition and facial expression recognition. It is shown that the performance

*of computer vision algorithms depends not only on the model architecture, but also on the quality of image preprocessing. The main factors affecting classification accuracy include variations in illumination, scale, pose, head orientation, image quality and training data structure. The paper analyzes the main normalization methods, including face alignment, image resizing, brightness and contrast normalization, as well as augmentation techniques such as rotations, horizontal flipping, brightness variation, noise injection and random geometric transformations. Their role in improving model robustness to input variability and reducing overfitting is discussed. The analysis shows that the combined use of normalization and augmentation improves the quality of both identity recognition and facial expression classification. The obtained conclusions confirm the effectiveness of these methods as an essential component of modern face-based classification systems.*

**Keywords:** *face recognition, facial expression recognition, normalization, data augmentation, computer vision, deep learning, classification*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Распознавание лиц и определение выражений лица относятся к числу наиболее востребованных задач компьютерного зрения, биометрии и интеллектуального анализа изображений. Первая задача ориентирована на идентификацию личности по устойчивым признакам лица, вторая — на определение эмоционального состояния человека по изменениям мимики. Несмотря на различие целей, обе задачи используют один и тот же визуальный объект — лицо человека, а потому зависят от качества его представления на изображении.

Современные нейросетевые архитектуры способны извлекать сложные признаки из входных данных, однако их эффективность существенно снижается при наличии шумов, неравномерного освещения, различий в масштабе, поворотов головы и нестабильного фона. В реальных условиях именно эти факторы становятся причиной падения точности распознавания и ухудшения обобщающей способности модели.

В связи с этим особое значение приобретают методы предварительной обработки данных. К числу наиболее важных относятся нормализация и аугментация изображений. Нормализация приводит данные к единому масштабу и структуре, а аугментация искусственно расширяет обучающую выборку за счёт контролируемых преобразований. Эти методы позволяют повысить устойчивость модели к внешним искажениям и улучшить качество классификации.

## ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ

В классических системах распознавания лиц широко применялись методы, основанные на ручном извлечении признаков: Eigenfaces, Fisherfaces, Local Binary Patterns (LBP), Histogram of Oriented Gradients (HOG) и другие подходы. Такие методы позволяли решать задачу идентификации при ограниченном числе условий, однако были чувствительны к изменению освещения, ракурса и качества входного изображения.

С развитием глубокого обучения основные позиции заняли сверточные нейронные сети и их модификации. В задачах распознавания лиц широкое распространение получили архитектуры FaceNet, VGGFace, ArcFace и другие модели, ориентированные на извлечение устойчивых биометрических признаков. Для распознавания выражений лица применяются как классические CNN-модели, так и современные гибридные архитектуры, учитывающие пространственные и локальные особенности мимики.

Несмотря на рост точности, современные модели по-прежнему сильно зависят от качества подготовки данных. Именно поэтому в практических системах этап предварительной обработки рассматривается как обязательная часть полного пайплайна анализа лица.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью исследования является анализ влияния методов нормализации и аугментации на точность распознавания лиц и выражений лица, а также определение их роли в повышении устойчивости и качества алгоритмов классификации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) рассмотреть основные методы нормализации изображений лица;
- 2) проанализировать распространённые методы аугментации данных;
- 3) определить, каким образом указанные подходы влияют на точность идентификации личности и распознавания выражений лица;
- 4) показать практическую значимость совместного применения нормализации и аугментации в системах компьютерного зрения.

## МЕТОДЫ НОРМАЛИЗАЦИИ

Под нормализацией понимается совокупность процедур, направленных на приведение изображений к более однородному виду. В задачах анализа лица наиболее часто используются следующие методы.

Во-первых, применяется масштабирование изображения до фиксированного размера. Это необходимо для подачи данных в нейронную сеть, которая ожидает вход одинаковой размерности. Кроме того, такой подход упрощает пакетную обработку изображений и делает обучение модели более стабильным.

Во-вторых, широко используется выравнивание лица по ключевым точкам. На основе координат глаз, носа и углов рта лицо поворачивается и масштабируется так, чтобы его основные элементы занимали сопоставимое положение на разных изображениях. Выравнивание уменьшает влияние поворота головы и облегчает извлечение признаков.

В-третьих, применяется нормализация яркости и контраста. Для этого используются методы гистограммного выравнивания, CLAHE, стандартизация пикселей и перевод значений в диапазон  $[0;1]$ . Подобные процедуры снижают влияние нестабильного освещения и позволяют модели сосредоточиться на содержательных признаках лица.

### **МЕТОДЫ АУГМЕНТАЦИИ**

Аугментация представляет собой искусственное расширение обучающей выборки за счёт контролируемых преобразований исходных изображений. Её основная задача — повысить разнообразие примеров и уменьшить риск переобучения.

К наиболее распространённым методам аугментации относятся горизонтальное отражение, небольшие повороты изображения, случайные сдвиги, масштабирование, изменение яркости и контрастности, а также добавление умеренного шума. Такие преобразования моделируют реальные условия съёмки и делают алгоритм более устойчивым к вариативности входных данных.

Для задач распознавания выражений лица аугментация особенно важна, поскольку мимические классы часто распределены неравномерно. В задачах распознавания лиц аугментация также полезна, однако она должна быть умеренной и не искажать идентификационные признаки человека.

### **ВЛИЯНИЕ НОРМАЛИЗАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ**

В задаче распознавания личности нормализация уменьшает внутриклассовую вариативность, связанную не с индивидуальными особенностями человека, а с внешними условиями съёмки. Это позволяет сделать эмбединги одного и того же лица более близкими в пространстве признаков и, как следствие, повысить точность идентификации.

В задаче распознавания выражений лица нормализация помогает выделить тонкие локальные изменения мимики, связанные с положением губ, глаз, бровей и щёк. Без корректного выравнивания и нормализации освещения модель может уделять избыточное внимание случайным факторам, не связанным с эмоцией. Таким образом, нормализация способствует более корректному выделению информативных признаков.

### **ВЛИЯНИЕ АУГМЕНТАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ**

Аугментация повышает обобщающую способность модели, поскольку в процессе обучения сеть сталкивается с более широким набором вариантов представления одного и того же класса. Это снижает риск того, что модель запомнит лишь ограниченные шаблоны обучающей выборки.

В распознавании лиц аугментация позволяет повысить устойчивость к изменениям ракурса, освещения и положения головы. В распознавании выражений лица она помогает учитывать разнообразие мимических проявлений, различия условий съёмки и особенности конкретных людей. Наиболее полезны мягкие аугментации, сохраняющие смысл класса и не разрушающие структуру лица.

### **СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОРМАЛИЗАЦИИ И АУГМЕНТАЦИИ**

Наилучший эффект, как правило, достигается при совместном использовании нормализации и аугментации. Нормализация приводит изображения к единому и устойчивому виду, а аугментация делает обучающую выборку более разнообразной. В результате модель получает качественные и в то же время вариативные данные, что положительно влияет на точность классификации.

Такой подход особенно важен для реальных систем, функционирующих в условиях «in the wild», где изображения лиц могут существенно различаться по освещению, позе, резкости и качеству. Совместное применение указанных методов позволяет повысить устойчивость алгоритма к этим факторам и улучшить его работу на ранее не встречавшихся примерах.

### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Для разработки современных алгоритмов классификации на основе изображений лица предварительная обработка не должна рассматриваться как второстепенный этап. Именно от неё во многом зависит, сможет ли модель корректно извлекать признаки, устойчивые к внешним искажениям.

Нормализация и аугментация имеют особую ценность в задачах, где требуется одновременно высокая точность, устойчивость и способность модели работать в реальных условиях. Их применение целесообразно как в системах биометрической идентификации, так и в интеллектуальных системах анализа выражений лица, эмоционального мониторинга и человеко-машинного взаимодействия.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрено влияние методов нормализации и аугментации на точность распознавания лиц и выражений лица. Показано, что нормализация уменьшает влияние побочных факторов, таких как освещение, масштаб и положение головы, а аугментация расширяет обучающую выборку и снижает риск переобучения.

Проведённый анализ позволяет сделать вывод, что совместное использование этих методов является одним из наиболее эффективных способов повышения качества систем анализа лица. Следовательно, при разработке алгоритмов классификации на основе изображений лица нормализация и аугментация должны рассматриваться как обязательные элементы полного процесса подготовки данных и обучения модели.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Li S., Deng W. Deep Facial Expression Recognition: A Survey.
2. Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J. FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering.
3. Deng J., Guo J., Xue N., Zafeiriou S. ArcFace: Additive Angular Margin Loss for Deep Face Recognition.
4. Mollahosseini A., Hasani B., Mahoor M.H. AffectNet: A Database for Facial Expression, Valence, and Arousal in the Wild.
5. Lucey P., Cohn J.F., Kanade T. et al. The Extended Cohn–Kanade Dataset (CK+).