

# АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА

Рязанцев Н.Д., Жиляк Н.А.

Кафедра вычислительных методов и программирования, Кафедра информационных технологий автоматизированных систем, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: {ryazantsev.nikitka01, gh\_nadya}@mail.ru

*В статье описывается понятие алгоритма распознавания движений человека. В частности рассматривается Алгоритм HOG (Histogram of Oriented Gradients)*

## ВВЕДЕНИЕ

Распознавание движений человека — это процесс, который позволяет компьютеру распознавать и классифицировать движения человека. Эта технология нашла широкое применение в различных областях, таких как медицина, спорт, игровая индустрия и другие. С развитием технологий распознавания движений человека появилась возможность создания новых приложений и устройств, которые могут быть использованы в различных областях. Например, в медицине это может быть использовано для диагностики заболеваний, в спорте — для анализа движений спортсменов, а в игровой индустрии — для создания новых игр.

### I. ПОДХОДЫ К РАСПОЗНАВАНИЮ ДВИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕКА

Существует множество подходов к распознаванию движений человека, включая методы, основанные на глубоком обучении, методы, основанные на машинном обучении, и методы, основанные на компьютерном зрении. Некоторые из этих методов используют данные с акселерометров и гироскопов, а другие — данные с камер.

Одним из наиболее популярных методов распознавания движений человека является метод, основанный на глубоком обучении. Этот метод использует нейронные сети для обработки данных и выявления закономерностей в движениях человека. Однако этот метод требует большого количества данных для обучения и может быть сложен в реализации.

Другой популярный метод — это метод, основанный на компьютерном зрении. Этот метод использует камеры для записи движений человека и анализа этих записей для выявления закономерностей в движениях. Этот метод может быть более точным, чем методы, основанные на глубоком обучении, но может быть менее эффективным в условиях ограниченного пространства или освещения.

Наконец, существуют методы, основанные на машинном обучении. Эти методы используют алгоритмы машинного обучения для выявления закономерностей в данных о движениях челове-

ка. Эти методы могут быть менее точными, чем методы, основанные на глубоком обучении или компьютерном зрении, но могут быть более эффективными в условиях ограниченных ресурсов.

Алгоритм HOG может быть использован для распознавания объектов на изображениях, таких как лица, автомобили и пешеходы. Он также может быть использован для распознавания жестов и других движений человека. Алгоритм HOG широко используется в различных областях, таких как медицина, безопасность и игровая индустрия.

### II. АЛГОРИТМ HOG (HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENTS)

Алгоритм HOG (Histogram of Oriented Gradients) был впервые описан в 2005 году исследователями INRIA Навнитом Далалом и Биллом Трингсом. В своей работе они использовали алгоритм для нахождения пешеходов на статичных изображениях, хотя впоследствии расширили область применения до нахождения людей на видео, а также различных животных и машин на статичных изображениях. Алгоритм HOG основан на подсчете количества направлений градиента в локальных областях изображения. Этот метод похож на гистограммы направления края, дескрипторы SIFT и контексты формы, но отличается тем, что вычисляется на плотной сетке равномерно распределенных ячеек и использует нормализацию перекрывающегося локального контраста для увеличения точности. Алгоритм HOG работает следующим образом:

1. Вычисление градиента: Изображение разбивается на маленькие связанные области, называемые ячейками. Для каждой ячейки вычисляются градиенты интенсивности пикселей;
2. Группировка направлений: Направления градиентов объединяются в гистограммы направленных градиентов;
3. Блоки дескрипторов: Ячейки объединяются в блоки, и для каждого блока вычисляется дескриптор, который представляет собой нормализованную версию гистограмм направленных градиентов;

4. Нормализация блоков: Дескрипторы блоков нормализуются по контрасту, чтобы уменьшить влияние изменений освещения на результаты распознавания.

В алгоритме НОГ используются два основных метода нормализации гистограмм:

1. Глобальная нормализация изображения: Этот этап является необязательным и предназначен для уменьшения влияния эффектов освещения. На практике используется гамма-компрессия (закон степени), которая вычисляет квадратный корень или логарифм каждого цветового канала. Сила текстуры изображения обычно пропорциональна местному освещению поверхности, поэтому такая компрессия помогает уменьшить влияние локального затенения и изменений освещения;
2. Нормализация блоков: Этот этап направлен на создание кодировки, которая чувствительна к локальному содержанию изображения, оставаясь при этом устойчивой к небольшим изменениям позы или внешнего вида. Метод заключается в накоплении меры локальной энергии гистограммы по локальным группам ячеек, которые называются “блоками”. Полученный результат используется для нормализации каждой ячейки в блоке. Обычно каждая отдельная ячейка совместно используется несколькими блоками, но ее нормализации зависят от блока и, следовательно, различны.

Эти методы нормализации обеспечивают устойчивость алгоритма НОГ к изменениям освещения и теней, что делает его эффективным инструментом для обнаружения объектов на изображениях.

Алгоритм НОГ может быть использован для распознавания объектов на изображениях, таких как лица, автомобили и пешеходы. Он также может быть использован для распознавания жестов и других движений человека. Алгоритм НОГ широко используется в различных областях, таких как медицина, безопасность и игровая индустрия.

### III. СПОСОБЫ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА

Существуют различные методы оптимизации алгоритма НОГ, которые можно классифицировать в три группы:

1. Методы, которые улучшают определенный этап алгоритма: Эти методы фокусируются на оптимизации конкретных этапов алгоритма НОГ, например, вычисления градиента или нормализации гистограммы;
2. Методы, которые оптимизируют весь алгоритм: Эти методы включают в себя изменения во всем алгоритме с целью улучшения

его производительности. Это может включать в себя изменение способа вычисления гистограмм, использование различных методов нормализации или изменение структуры ячеек и блоков;

3. Методы, которые делают незначительное упрощение алгоритма: Эти методы включают в себя небольшие упрощения алгоритма, которые могут привести к увеличению скорости выполнения без значительного снижения точности.

Алгоритм НОГ может быть затратен по времени и ресурсам, особенно при работе с большим количеством изображений или видео. Однако, существуют методы ускорения работы алгоритма НОГ, такие как использование каскадных классификаторов.

Каскадный классификатор — это алгоритм, который используется для быстрого и эффективного поиска объектов на изображении. Он работает путем использования нескольких слабых классификаторов, каждый из которых проверяет изображение на наличие объекта. Если слабый классификатор обнаруживает объект, он передает изображение следующему слабому классификатору. Если объект не обнаружен, изображение отбрасывается. Таким образом, каскадный классификатор может быстро отбросить большое количество изображений, которые не содержат объекты, что ускоряет работу алгоритма НОГ.

### IV. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА

в 2019 году исследователи из университета Карнеги-Меллона использовали алгоритм НОГ для распознавания жестов рук. Они провели эксперименты на датасете, состоящем из 27 жестов рук, и получили точность распознавания более 90 %. В другом исследовании, проведенном в 2018 году, алгоритм НОГ был использован для распознавания движений человека в видео. Исследователи использовали алгоритм НОГ для распознавания движений человека на видео, полученном с камеры наблюдения, и получили точность распознавания более 80 %.

### V. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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. An optimal method based on HOG-SVM for fault detection / Panfeng Xu, Lidong Huang, Yan Song // Liaoning University
3. Iq.opengenus [Электронный ресурс] /Using Histogram of Oriented Gradients (HOG) for Object Detection - Режим доступа: <https://iq.opengenus.org/object-detection-with-histogram-of-oriented-gradients-hog/> - Дата доступа: 13.10.2023