

НАЗВАНИЕ:

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА  
СРЕДСТВАМИ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

**Казакова С.А.** (Университет ИТМО), **Леонтьева П.А.** (Университет ИТМО),  
**Фролова М.И.** (Университет ИТМО), **Попов И.Ю.** (Университет ИТМО)

**Научные руководители/консультанты – к.т.н., Кузнецов А.Ю.** (Университет ИТМО),  
**к.т.н., Донецкая Ю.В.** (Университет ИТМО)

*Аннотация (краткое описание доклада (2–3 предложения))*

Разработан алгоритм построения математической модели движения человека на основе связного ациклического графа. Создан задел для дальнейшего отслеживания фигуры в пространстве и анализа поведения. Выдвинуты гипотезы касательно закономерностей движения человека для построения алгоритма детектирования девиантного поведения.

**Введение.** *Постановка научной проблемы, описание существующего положения, анализ отечественного и зарубежного опыта в решении данной проблемы и т.д.*

Последние три десятилетия анализ движения человека является одним из ведущих направлений исследований в сфере компьютерного зрения, и считается на данный момент передовой областью развития систем автоматизированной визуальной аналитики. Подобный интерес мотивирован широким спектром открывающихся возможностей: организация систем безопасности, анализ спортивных результатов, человеко-машинные интерфейсы, системы биометрической аутентификации, видеонаблюдение и видеоконференцсвязь.

Отслеживание движений человека традиционно реализуется с помощью комплексного анализа фигуры, альтернативно – при исследовании динамики отдельных частей тела. В данной работе рассматривается первый подход; с этой точки зрения методологии можно разделить на анализ объемного изображения по точкам, сферам или трехмерным фигурам; и анализ плоского изображения по точкам и двумерным кластерам соответственно.

Решения на основе алгоритмов, анализирующих объемное изображение, сталкиваются с проблемами, вызванными далекими от совершенства методами сегментации изображений. Для всех трёх вариантов существует высокая вероятность генерации нескольких моделируемых объектов для одного физического объекта из-за шума, светотени или непривычного ракурса. В дополнение к этому, при отслеживании нескольких объектов восстановление их перекрывающихся областей является сложной вычислительной задачей.

В случае же анализа двумерных изображений, основной проблемой является накопление ошибки, связанной с чётким статичным представлением кинематической цепи. Большие погрешности, связанные с погрешностями данного рода, значительно снижают точность алгоритмов, и, как следствие, их эффективность.

Так, главной проблемой анализа движения человека является использование сложных алгоритмов отслеживания в распознавании действий, что ставит исследователей перед необходимостью поиска компромисса между необходимыми высокими вычислительными мощностями и точностью результатов.

**Основная часть.** *Суть предлагаемого решения без формул, таблиц, рисунков и использованных источников литературы; предложение оптимального решения поставленной*

*проблемы, предложение оригинальных, экономичных, новейших методов исследований актуальных направлений.*

Проблемы существующих в научном поле методов предлагается решить рассмотрением модели двумерной динамической проекции трёхмерного объекта. Таким образом, имея движение человека в роли объекта моделирования, целью ставится упрощение фигуры человека до связного ациклического графа — дерева с корнем в верхней точке фигуры (затылок) и листьями в конечностях. Промежуточными вершинами являются колени, три точки таза (центр и тазобедренные суставы), шея, плечевые и локтевые суставы.

Математическая модель движения человека представляется в виде комбинации из четырех компонентов, математических моделей отдельных структур: модели опорных точек, модели связности точек, модели расположения и модели движения; модель опорных точек описывает координаты узлов дерева в кадре, модель связности — рёбра графа, модель расположения — взаимное положение узлов в пространстве. Модель движения, в свою очередь, описывает непосредственно поведение фигуры и, соответственно, динамику каждой из опорных точек.

Таким образом, работа ведется с трехмерным пространством для эффективного определения положения человека, но с использованием операций над плоскими изображениями (в данном случае, двумерными проекциями). Подобный подход, при этом, все же подразумевает некоторый компромисс между необходимыми высокими вычислительными мощностями и точностью результатов за счет применения модели при машинном обучении и возможности нахождения точных параметров для безошибочного определения расположения фигуры в пространстве.

**Выводы.** *Описание практического использования результатов исследований, предложения по внедрению (испытание):*

Математическая модель, рассмотренная в данной работе, является основой для разработки и построения алгоритма анализа движения человека, реализуемого средствами компьютерного зрения. Алгоритм должен определять тип движения фигуры и отслеживать девиации — отклонения поведения наблюдаемой фигуры от эталонного, заданного исходной математической моделью. Целью подобного алгоритма является определение вида девиации; в задачи входит детектирование человека в кадре, построение скелетной модели по фигуре и отслеживание ее движений; при этом скоростные характеристики перемещения и изменения взаимного расположения точек модели определяют тип происходящего отклонения.

Подобный алгоритм, в свою очередь, является основой для построения системы аналитики видеопотока, реализованной в псевдореальном масштабе времени с применением алгоритмов нейронной сети.

Казакова С.А. (автор)

---

Кузнецов В.Ю. (научный руководитель)

---