

## **Машинное зрение и распознавание поз в сценариях системы «умный дом»**

Парфенова Екатерина Сергеевна, МБОУ Самарский международный аэрокосмический лицей, 11 класс, г. Самара

Руководитель: Шопин Андрей Геннадьевич, к.т.н.,  
директор ООО «СМС-Информационные технологии»

С развитием технологий, управление умным домом становится все более естественным для человека, например, управление голосом. Однако, для общения люди используют и жесты, в сочетании с голосом или вместо него. Движения тела и жесты также могут быть использованы для управления умным домом.

**Цель работы:** изучение технологий машинного зрения и распознавания поз, их интеграция в систему «умный дом» и разработка сценариев для естественного взаимодействия человек-компьютер.

**Задачи:** Обнаружение позы по снимку, классификация позы по ключевым точкам, разработка сценариев: определение правильности осанки, счетчик упражнений при выполнении зарядки.

Принцип работы распознавания поз: на фото человека находятся ключевые точки – суставы и части тела, на основании которых можно делать предположения о позе. Такие алгоритмы основаны на сверточных нейронных сетях. Я изучила несколько реализаций таких сетей, отличающихся точностью распознавания и скоростью работы. По итогам анализа имеющихся решений, я выбрала библиотеку OpenPose. Плюсы: хорошая точность, высокая скорость на графическом процессоре, поддержка Windows и Linux.

Библиотека OpenPose и модель BODY\_25 определяет координаты 25 ключевых точек тела человека. Дальше по ним надо определить саму позу – сидит человек или стоит или отжимается. Это типовая задача классификации: по ключевым точкам (входной набор сигналов) определить одну из заданных поз (выбор одного из классов).

Я изучила несколько подходов к классификации поз и остановилась на описании позы по взаимному положению костей. Соединяя соседние ключевые точки, получаем основные кости скелета. Можно посчитать взаимное расположение соседних костей – угол между ними. Набор углов характеризует позу.

Мои эксперименты показали, что одной информации об углах между костями недостаточно. Например, поза «лежа» неотличима от позы «стоя» - все кости вытянуты в одну линию. Я расширила данный подход, добавив в алгоритм классификации дополнительную информацию - расположение тела в пространстве – углы костей по отношению к горизонту. Также помимо стандартных ключевых точек скелета, определяемых моделью, я добавила еще несколько расчетных точек и костей для улучшения классификации.

Возможны два подхода к классификации поз:

Подход 1 – аналитическое описание поз. Для каждой позы задается диапазон допустимых значений углов. Можно ограничиться не полным перечислением всех углов, а только важных для данной позы. Например, для позы «стоя» нам не важно положение рук, важна только спина и ноги.

Подход 2 – определение позы с помощью нейросети. У нас есть набор целочисленных характеристик (углов), от -180 до 180. И есть набор возможных значений результата – номер позы из списка поз. Это задача классификации с несколькими классами. Такие задачи хорошо решаются с помощью нейросети. Я описала нейросеть – многослойный перцептрон с прямым распространением информации. На входе - набор значений углов. На выходе – вектор вероятностей той или иной позы. Результаты работы сети сравнила с работой аналитического алгоритма на одном и том же наборе снимков.

Я разработала два сценария умного дома с использованием определения поз:

1) **Корректировка осанки.**

Распознается поза «сидя», анализируется положение рук, плеч, шеи, спины, бедер и голеней, и сверяется с диапазоном «правильных» положений. В случае отклонения каких-то частей тела от «правильного» положения, выдается совет – выпрямить спину, поднять голову.

Для сценария использовался «описательный» подход к классификации поз. Он позволяет выявлять не только факт неправильной позы, но и указывать на конкретное отклонение.

[\[Снимки и программы\]](#)

2) **Помощник для зарядки.** Распознавание поз может применяться, чтобы считать количество выполненных упражнений и определять, правильно ли они выполняются. Каждое упражнение разбивается на начальную и конечную позу и считаются переходы между ними. Для упражнений на время (например, планка) считаем время действия позы.

Для классификации поз использовалась нейросеть (подход 2), обученная на серии снимков, содержащих «идеальные» и неправильные позы.

[\[Демонстрация работы сценария \(видео\)\]](#) / [\[Примеры снимков и программ\]](#)

**Выводы:**

В результате работы были получены следующие результаты:

- Выбрана нейронная сеть для определения ключевых точек позы человека;
- Придуман способ описания позы по взаимному расположению костей относительно друг друга и горизонта;
- Для классификации поз разработан аналитический алгоритм, использующий диапазоны допустимых значений углов. Также создана нейронная сеть для классификации поз по набору углов. Каждый вариант подходит для своей задачи. Аналитическое описание поз позволяет более строго определять позу, и дает информацию о части тела, нарушающей ожидаемую позу, но требует большого ручного труда. Нейронная сеть хороша для быстрого обучения большому количеству поз, и позволяет определять позы с отклонениями от идеального вида.
- Реализованы сценарии умного дома: корректировка осанки и помощник для зарядки;
- Сделана интеграция с системой умного дома «Home Assistant» для запуска сценариев и управления камерой и голосовым помощником «Яндекс станция».

Парфенова Е.С. \_\_\_\_\_

Шопин А.Г. \_\_\_\_\_