

Родионова А.В.

*Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых
г. Владимир, ул. Горького 87
nasty.rod@yandex.ru*

Методы распознавания жестов

Очень часто жестикауляция играет не последнюю роль в общении людей, во взаимодействии одного собеседника с другим. Жесты несут в себе определенную часть информации, которую можно проанализировать и использовать. В информационном пространстве жесты стали альтернативой инструментам взаимодействия пользователя и технического устройства. Именно поэтому в настоящий момент исследование и разработка человеко-машинного взаимодействия на основе распознавания образов и визуальном представлении информации является одним из главных направлений в развитии современного программного обеспечения. Использование жестов выглядит особенно многообещающим в задачах построения различных интерфейсов управления программным и аппаратным обеспечением.

Способы распознавания жестов

Вся задача распознавания сводится к двум проблемам: определение объекта (руки) и определение жеста. Существуют различные методы обнаружения руки в пространстве, а, соответственно, и распознавания жестов. Эти методы делятся на две группы: методы на основе внешнего вида (Vision-based-approach) и поиска эталонного образца объекта, методы на основе 3D-модели объекта (3D hand-model-based-approach). Далее будут рассматриваться примеры различных методов из каждой группы

Методы на основе внешнего вида руки

Отличительной чертой методов, базирующихся на анализе внешних признаков жеста, является оценка внешнего вида (формы, расположения и т.д.) целевого объекта. Для распознавания не хранится никакой информации о физических свойствах рассматриваемого объекта.

Одним из примеров таких методов может служить алгоритм распознавания с помощью модели разметки. Данную систему распознавания для мобильных устройств совсем недавно разработали инженеры Google[2].

Новая технология Google включает в себя три модели искусственного интеллекта, работающих во взаимосвязи: детектор ладони, модель для разметки ладони и классифицирующий модуль. Детектор ладони анализирует кадр и возвращает ограничивающий руку прямоугольник, модель для разметки ладони оценивает область изображения и возвращает набор трёхмерных точек, а модуль классифицирует ранее полученную конфигурацию из точек и сопоставляет их с тем или иным жестом.

Еще один метод распознавания – метод Виолы-Джонса, предложенный в 2001 году. И хотя основной задачей алгоритма было распознавание лиц, он стал широко применяться для распознавания объектов на изображениях.

Метод использует технологию скользящего окна [3]. Если кратко, то есть рамка, размером, меньшим, чем исходное изображение, которая двигается с некоторым шагом по изображению, и с помощью каскада слабых классификаторов определяет, есть ли в рассматриваемом окне лицо. Данный метод зарекомендовал себя как достаточно эффективный для задач компьютерного зрения и распознавания объектов.

Также популярными можно назвать алгоритмы, использующие в качестве отличительного признака цвет.

Так, цвет кожи служит признаком для эффективной локализации и отслеживания частей человеческого тела. Именно на данном признаке основан алгоритм распознавания, представленный в работе [4].

Для определения жестов руки могут применяться цветные перчатки [5]. Подобный способ позволяет с помощью одной лишь видеокамеры в реальном времени распознавать конфигурацию руки и отслеживать движения ладони в трехмерном пространстве.

Метод распознавания с помощью маркеров очень похож на метод, использующий цветные перчатки. Маркерная система использует специальное оборудование. Для захвата движения на руку человека прикрепляются специальные датчики, которые считывают и передают данные об изменении положения руки. Далее на основе этих данных строится трехмерная модель, точно воспроизводящая жесты человека, и, на основе уже этой модели создается анимация жестов. Исследователи из Массачусетского Технологического Института долгое время занимаются исследованиями, связанными с распознаванием жестом, поэтому вполне можно привести в пример их разработки. Для построения модели руки на основании изображения ими было предложено использовать в качестве маркеров разноцветные перчатки, что значительно упрощало задачу и позволяло производить распознавание практически в режиме реального времени.

Здесь метод распознавания на основе маркеров похож на метод распознавания с помощью цветных перчаток. Но на самом деле использование цветных перчаток является частным случаем метода распознавания по маркерам. Маркеры могут выступать в различной конфигурации и использоваться как по всему телу, так и на его различных участках. Обычно маркеры представляют собой небольшие шарики из светоотражающего материала. Маркеры крепятся на местах сгиба конечностей: пальцы, кисти, локти и т.д. Компьютер считывает их расположение на «скелете», а далее процесс дорисовки становится намного проще. Данный способ широко используется в кинематографе[12].

Системы на основе захвата движения при помощи маркеров ориентированы на точность за счет простоты использования и установки.

Популярным также является метод распознавания с помощью моментов изображения. Моменты изображения при некоторых ограничениях могут использоваться для распознавания простых жестов рук и создания на их основе приложений HCI. Например, в работе [6] рассматривается программа, позволяющая управлять игрушечным роботом при помощи руки, где ориентация кисти определяет направления движения робота.

В распознавании важно отделить анализируемый объект от лишних предметов. Так, на практике удовлетворять условиям однородного фона удается не всегда. Для таких случаев тоже существует свой метод. Он основан на анализе центра массы разностей изображений (motion energy image - MEI) руки в кадрах видеоряда [7].

Методы на основе 3D моделей

Технология анализа трехмерной модели руки используется в компьютерном зрении для распознавания детальной трехмерной конфигурации руки при наличии на входе одного или нескольких изображений жеста. Под детальной конфигурацией следует понимать позицию, ориентацию ладони и ключевых точек пальцев руки в трехмерном пространстве.

В большинстве случаев приходится распознавать ограниченное количество жестов. Исходя из этого, многие исследователи создают трехмерную модель руки не во время распознавания, а во время обучения системы. В работе [8] создается система, которая умеет распознавать 24 жеста. Для каждого из 24 жестов хранятся 15 изображений руки, проектируемых из разных углов наблюдений. Вместе с изображениями хранятся параметры конфигурации трехмерной модели руки.

Оптимизация требуется везде. Задачи оптимизации решаются и для методов распознавания. Метод роя частиц [9] как раз-таки может выступать в качестве одного из способов оптимизации алгоритмов распознавания жестов.

В [11] представлен метод, синхронизирующий виртуальную руку, которая представляет собой набор примитивов, с реальной рукой. Виртуальная рука состоит из 27 параметров и задача сводится к подбору значений этих параметров так, что бы они наиболее точно отражали жест реальной руки. В основе как раз лежит метод роя частиц (МРЧ).

Сравнение и выводы

Таким образом, были описаны одни из самых распространенных и популярных на сегодняшний день методов, используемых для распознавания руки человека. Ниже приведена сравнительная таблица данных алгоритмов по некоторым характеристикам.

Таблица 1. Сравнение алгоритмов распознавания жестов.

	Распознавание с помощью модели разметки	Метод Виолы-Джонса	Распознавание с использованием цветных перчаток	Моменты изображения	МЕИ	Метод роя частиц
Точность распознавания простых жестов	86-94%	90%	80-90%	92-94%	80-90%	90%
Дистанция работы метода	до 20м	1-2м	1-3м	достаточно большое, до 1000м	1-3м	1-4м
Производительность (кол-во кадров в сек.)	~21	~15	6-10	20-30	~30	~8
Требование маркеров или специальных перчаток	нет	нет	да	нет	нет	нет

Из таблицы 1 видно, что все алгоритмы имеют достаточно высокую точность распознавания, но далеко не стопроцентную. Это значит, что задача распознавания жестов все еще остается весьма актуальной и современные алгоритмы распознавания требуют совершенствования и оптимизации. Для этого нужно добиться решения ряда проблем, которые мешают распознаванию улучшению качества распознавания, например, такие проблемы, как сложность обучения или разная освещенность окружающей среды при распознавании.

Литература

- [1] Нагапетян В.Э., Методы распознавания жестов руки на основе анализа дальностных изображений // РУДН, 2013 г.
- [2] Тверье С., Инженеры Google создали систему для распознавания жестов для мобильных устройств, - статья. 21.08.2019, - доступ: <http://citforum.ru/news/40384/>
- [3] P. Viola и J. Michael , «Computer Vision and Pattern Recognition,» в Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple, 2001
- [4] WU Y., HUANG T. S. Non-stationary color tracking for vision-based human computer interaction // IEEE Trans. Neural Networks. 2002. V. 13, N 4. P. 948– 960.
- [5] Wang R.Y., Popovi'c J. Real-time hand-tracking with a color glove // ACM Trans. Graph., Volume 28, Number 3, ACM: 2009. — p. 63:1 – 63:8
- [6] Freeman W.T., Anderson D.B., Beardsley P., Dodge C.N., Roth M., Weissman C.D., Yezauris W.S., Kage H., Kyuma K., Miyake Y., Tanaka K.I. Computer vision for interactive computer graphics // Computer Graphics and Applications, IEEE , vol.18, no.3, 1998. — p. 42 – 53
- [7] Bobick, A., Davis, J. An appearance -based representation of action. International Conference on Pattern Recognition, pp. 307-312, 1996.
- [8] Tomasi C., Petrov S., Sastry A. 3D tracking = classification + interpolation. in Proc. International Conference on Computer Vision, 2003. — p. 1441–1448.
- [9] Kennedy, J.; Eberhart, R. (1995). "Particle Swarm Optimization". Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks IV, pp.1942-1948
- [10] Алгоритм роя частиц. Описание и реализации на языках Python и C#, доступ: <https://jenyay.net/Programming/ParticleSwarm>
- [11] Project Report, December 18, 2003. I. Oikonomidis, N. Kyriazis, and A. Argyros, “Efficient model-based 3D tracking of hand articulations using Kinect”, in BMVC 2011, 2011
- [12] Волошин В., Секрет реалистичности кат-сцен Death Stranding, доступ: <https://trashbox.ru/link/death-stranding-cut-scenes-secret>, - 14.11.2019