

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА SURF ПРИ ОБРАБОТКЕ 3D-СЦЕН

Носенков Д.А., доцент; Гончаров А.Н., магистрант

(Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия)

Компьютерная обработка и распознавание изображений представляет собой быстро развивающуюся самостоятельную дисциплину, задачи которой являются актуальными в современной робототехнике и в системах интеллектуального управления.

Многие методы распознавания 3D-сцен, сводятся к задаче распознавания плоских изображений их проекций. Такой подход объясняется относительной новизной задачи распознавания 3D-сцен, в то время как по задачам распознавания плоских изображений накоплен богатый опыт.

Общая идея подобных алгоритмов заключается в переборе всех возможных комбинаций проекций эталонных объектов и выбора среди них наиболее подходящей к изображенной проекции распознаваемой сцены в соответствии с выбранной мерой сходства. Описанный подход характеризуется высокой вычислительной сложностью, поэтому в различных алгоритмах реализуются различные способы подбора проекций трехмерных объектов с целью уменьшения вычислений при сохранении качества распознавания.[1]

К наиболее целесообразным методам распознавания трехмерных объектов можно отнести следующие алгоритмы:

1. Распознавание по контурному изображению проекции объекта. Здесь создается инвариантное по масштабу и углу поворота описание наблюдаемой проекции объекта по нескольким характерным точкам, лежащих на контуре объекта. Это описание позволяет сократить число перебираемых вариантов при распознавании трехмерных объектов.

2. Распознавание 3D-объектов по адаптированным эталонам. В данном алгоритме для совмещения проекций трехмерных объектов предлагается выполнять имитационное моделирование эталонного объекта, учитывая условия освещения и другие факторы. Это позволяет точнее сопоставить наблюдаемую проекцию объекта с его эталонным аналогом. К этому же методу можно отнести распознавание образов в условиях их неизвестной ориентации.

3. Алгоритмы распознавания образов по линиям контуров. Например, алгоритм распознавания и определения местонахождения повернутых объектов с измененным масштабом. В данном алгоритме формируется описание объекта на основе его контура [2].

Выделение информации об объектах 3D-сцены возможно из последовательности изображений полученных при перемещении одного видеодатчика — SLAM.[3]

Другим часто используемым подходом является применение метода стереоскопии. Для получения 3D информации в этом случае используется изображения проекций – стереопары - полученные с помощью двух видеодатчиков, разнесённых в пространстве.[4] Возможно также применение сканирующих дальнометров для непосредственного формирования 3D образов.

При использовании стереоскопического метода, общий алгоритм включает следующие шаги:

1. Получение изображений.
2. Предварительная обработка изображений.
3. Выделение особых точек (вершин) на изображениях.
4. Построение дескрипторов сцены, содержащих трехмерные координаты вершин.
5. Распознавание объектов сцены с помощью полученных дескрипторов.

В данной статье предлагается использовать для решения задачи выделения вершин простых геометрических объектов на изображениях метод Speeded Up Robust Features (далее SURF). Наряду с аналогичными методами, такими как SIFT и GLOH, SURF решает две задачи – поиск особых точек изображения и создание их дескрипторов, инвариантных к масштабу и вращению. Чтобы убедиться в эффективности использования данного метода при решении данной задачи, мы провели серию экспериментов по следующему плану.

1. Синтез произвольной стереоскопической проекции простой сцены.
2. Применение одной из программных реализаций метода SURF для определения и сопоставления особых точек.

Для синтеза стереоскопической проекции было использовано программное средство Google SketchUp.

Существует множество программных реализаций метода SURF, в основном это различные реализации на языке C++, C#, Java, Matlab. Для эксперимента была выбрана программа ImageJ, работающая на платформе Java и подключаемая библиотека, реализующая метод SURF. Эти средства были использованы, чтобы получить особые точки на изображении.

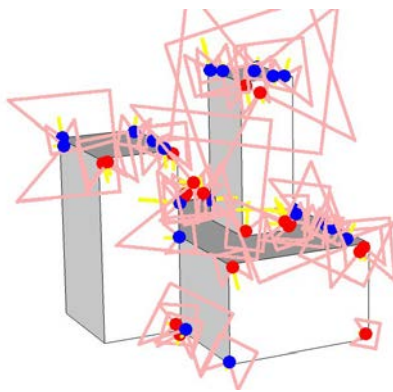


Рисунок 1 – Найденные особые точки на одном изображении

Из рисунка 1 видно, что SURF достаточно точно определяет вершины, однако помимо них детектирует лишние для нас точки. Данная проблема решается при точной настройке библиотеки. Получив особые точки в вершинах на двух изображениях, необходимо найти соответствие между точками на изображениях. Для этой цели также можно использовать SURF. В представленном инструментарии, SURF имеет возможность сравнивать изображения друг с другом, но он ограничен настройками, поэтому при сравнении он детектирует особые точки на двух изображениях и самостоятельно сопоставляет их дескрипторы, при этом некоторые вершины не детектируются. Это следствие ограниченности возможностей данной реализации, однако, оно дает качественное представление о SURF. На рисунке 2 изображен пример детектирования и сопоставления особых точек на стереоскопической проекции синтезированной сцены.

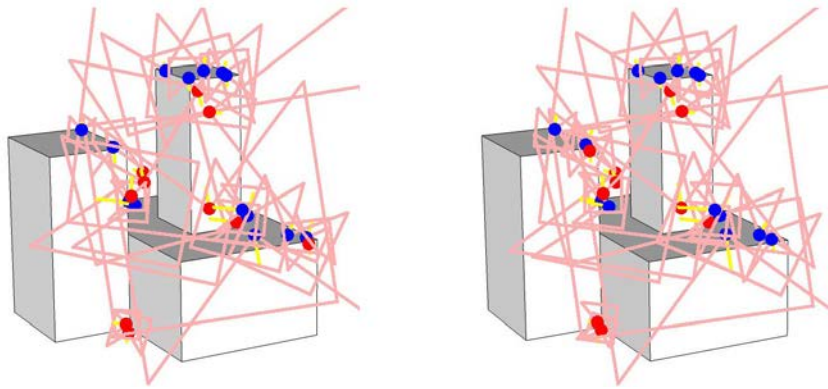


Рисунок 2 – Пример сравнения двух изображений

Для сопоставления вершин целесообразно использовать другой алгоритм. Дескрипторы одной и той же точки на двух проекциях будут отличаться, но незначительно. Если при сравнении двух дескрипторов на проекциях, разница будет меньше определенного установленного порога, то точки данных дескрипторов можно считать сопоставленными и использовать эту пару точек для расчета трехмерных координат вершины многогранника в сцене.

На основании серии экспериментов, результаты которых приведены в таблицах 1-3, можно судить о влиянии некоторых факторов на качество детектирования особых точек.

Таблица 1 – Результаты теста № 1: изображение содержит эффект размытия.

Правильных точек (%)	Коэффициент размытия
88	2
85	3
79	4
70	5
59	6

Таблица 2 – Результаты теста № 2: изображение содержит эффект поворота и масштабирования

Правильных точек (%)	Коэффициент масштабирования (с поворотом)
66	1,2 (0°)
55	1,4 (45°)
60	1,8 (90°)
58	2,4 (180°)
55	2,8 (315°)

Таблица 3 – Результаты теста № 3: идентичное изображение, но с разным качеством сжатия JPEG.

Правильных точек (%)	Сжатие (%)
92	60
89	80
81	90
72	95
52	97

Резкое падение процента распознавания при увеличении угла обзора на 45 градусов связано с тем, что SURF не инвариантен к аффинным преобразованиям. Падение при размытии и высокой степени сжатия JPEG объясняется потерей информации в изображении при этих преобразованиях. Хороший и стабильный результат наблюдается при вращении и изменении масштаба изображения. Нужно отметить, несмотря на то, что SURF используется для поиска объектов на изображении, он сам работает не с объектами. SURF никак не выделяет объект из фона.[5]

Таким образом, нами был рассмотрен метод SURF для детектирования особых точек на стереоскопической проекции сцены, в рамках решения задачи распознавания объектов в 3D-сцене. Данный метод хорошо зарекомендовал себя в ходе экспериментов. Он является достаточно надежным и точным.

Перечень ссылок

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р.Гонсалес, Р.Вудс; пер. с англ. – М.: Техносфера, 2005.
2. Васильев, К. К. Методы обработки сигналов: Учебное пособие / К. К. Васильев. - Ульяновск, 2001.
3. Электронный ресурс http://en.wikipedia.org/wiki/Scale-invariant_feature_transform.
4. К.Фу, Р. Гонсалес, К. Ли, Робототехника – М.:Мир 1989.
5. Herbert Bay, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars, and Luc Van Gool. Speeded-Up Robust Features (SURF) (ftp://ftp.vision.ee.ethz.ch/publications/articles/eth_biwi_00517.pdf).