Гр. 43328/1 Хомутов Евгений

Исследование методов определения положения трехмерных нетекстурированных объектов с использованием одной телевизионной камеры

**Задача 1: Детектирование объектов на изображении**

Возможные подходы решения данной задачи:

* Цветовые фильтры;
* Локальные дескрипторы;
* Сопоставление с шаблоном (распознавание по фрагментам границ);
* MeanShift;
* Метод Оцу;
* Методы машинного обучения.

* 1. **Цветовые фильтры**

Данный метод может быть применим, так как заданный объект отличается от фона существенным образом.

В данном методе сначала необходимо сгладить колебания цвета на картинке (ввиду неидеальности камеры и колебаний освещения) – это можно сделать методом выравнивания гистограммы.

Далее – сглаживание (т.к. после выравнивания появляется много неб по размеру областей резкого изменения яркости). Третий шаг – цветовая фильтрация в пространстве HSV. Четвертый - пороговая фильтрация: объект – белым, все ост – черным (необходима (вместе со след шагом) т.к. после цветовой фильтрации могут остаться точки, не принадлежащие объекту). Пятый – методы математической морфологии. Шестой – выделение краев [[1]](http://mechanoid.kiev.ua/cv-detector-color.html).

* 1. **Локальные дескрипторы**

Измерение сходства по изображениям может быть довольно сложным, сходство в пределах каждого изображения могут быть легко выявлены с помощью очень простых мер сходства, такие как простой SSD (Сумма квадратов разностей). [[2]](http://www.sciweavers.org/read/matching-local-self-similarities-across-images-and-videos-5785)

* 1. **Распознавание объекта по фрагментам границы.**

Метод основан на машинном обучении и позволяет находить объекты, совпадающие с заданным эталонами, с учетом преобразований вращения, масштабирования и параллельного переноса.

Метод не требует замкнутости границы, что позволяет применять его к пересекающимся и частично закрытым объектам. Основная особенность метода – обучение процессу подбора положения объекта, а не процедуре сравнения.

Для решения данной задачи метод скорее всего не применим: требуется большое количество изображений для обучения.

* 1. **Алгоритм сегментации MeanShift**

MeanShift группирует объекты с близкими признаками. Пиксели со схожими признаками объединяются в один сегмент, на выходе получаем изображение с однородными областями.

Если объект, который хотим выделить, состоит из областей, сильно различающихся по цвету, то MeanShift не сможет объединить эти регионы в один, и наш объект будет состоять из нескольких сегментов. Но зато хорошо справиться с однородным по цвету предметом на пестром фоне. [[3]](https://habr.com/company/intel/blog/266347/)

* 1. **Метод Оцу** [[4]](https://habr.com/post/112079/)

**Задача 2: Поиск контуров объектов**

Возможные подходы решения данной задачи:

* Оператор Канни [[5]](https://moluch.ru/archive/193/48447/)
* Оператор Собеля [[5]](https://moluch.ru/archive/193/48447/)

Задача 3: идентификация заданного объекта среди найденных

Возможные подходы решения данной задачи:

* Hu-moments;
* Цветовые моменты;
* GrabCut.
  1. **Hu-moments** (моменты изображения) – это инвариантные моменты к масштабированию и повороту объекта. Если есть модели (изображение) эталона искомого объекта – сравниваем моменты эталона с моментами найденных объектов на изображении, и тот объект, моменты которого будут близки к моментам эталона – искомый объект (*пока думаю можно ограничиться тем, что на изображении находится не более одного экземпляра искомого объекта*)

Подробное описание приведено в [[6]](http://recog.ru/library/opencv/opencvmoments.pdf), [[7]](https://en.wikipedia.org/wiki/Image_moment).

* 1. **Цветовые моменты**

Цветовые моменты в основном используются для целей индексирования цвета в качестве функций в задачах извлечения объектов из изображений, чтобы сравнить, как похожи объекты по цвету. Обычно одно изображение сравнивается с базой данных изображений с заранее вычисленными функциями для поиска и получения аналогичного изображения. Каждое сравнение между изображениями приводит к оценке сходства, и чем ниже это значение, тем более идентичны оба изображения (объекты). [[8]](https://en.wikipedia.org/wiki/Color_moments#cite_ref-2/)

* 1. **Алгоритм сегментации GrabCut**

Это интерактивный алгоритм выделения объекта, разрабатывался как более удобная альтернатива магнитному лассо (чтобы выделить объект, пользователю требовалось обвести его контур с помощью мыши). Для работы алгоритма достаточно заключить объект вместе с частью фона в прямоугольник (grab). Сегментирование объекта произойдет автоматически (cut).

Могут возникнуть сложности при сегментации, если внутри ограничивающего прямоугольника присутствуют цвета, которые встречаются в большом количестве не только в объекте, но и на фоне. В этом случае можно поставить дополнительные метки объекта (красная линия) и фона (синяя линия). [[3]](https://habr.com/company/intel/blog/266347/)

**Задача 4: Нахождение особых точек объекта для определения ориентации**

Возможные подходы решения данной задачи:

* SIFT;
* SURF;
* ORB;
* полярные дескрипторы;
* полярно-логарифмические дескрипторы.

Определение положения по особым точкам заключается в следующем: на изображении – эталоне объекте и на изображении с камеры находятся особые точки, далее, особые точки с изображения камеры сопоставляются с точками на эталоне, затем точки эталона сопоставляются с точками на изображении. И по известным зависимостям между особыми точками объекта можно определить положение объекта в пространстве относительно камеры.

Сравнение данных методов приведено в [[9]](https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1710/1710.02726.pdf), где получен следующий результат: SIFT имеет лучшие результаты в условиях изменения интенсивности, при поворотах изображении, для срезанных изображений, при наличии шумов, снега.. Для масштабируемых изображений наилучший результат достигается методом ORB.

Описание метода SIFT приведено в [[10]](https://habr.com/post/106302/) и [[11]](https://www.cs.ubc.ca/~lowe/papers/iccv99.pdf).

В работе [[12]](http://en.cs.msu.ru/sites/cmc/files/docs/lukianitsa.pdf) описываются методы, основанные на полярных и полярно-логарифмических дескрипторах, и приведено их сравнение с методами SIFT, SURF (табл. 2). В результате сравнения автор приходит к выводу, что метод на основе полярно-логарифмических координатах выполняется быстрее и точнее.



[[13]](https://www.learnopencv.com/histogram-of-oriented-gradients/) – Про гистограмму ориентированных градиентов;

[[14]](http://se.math.spbu.ru/SE/diploma/2011/Gladysheva%20Julija%20-%20text.pdf) – О самоподобных локальных дескрипторах;

[[15]](http://mechanoid.kiev.ua/cv-image-detector.html) – О задаче поиска объекта на изображении;

[[16]](http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/85076/11-Azarenko.pdf?sequence=1) – Об этапах поиска и детектирования объектов на изображении, а также определение разности положения объекта на двух различных изображениях;

[[17]](https://habr.com/post/259017/) – Пример использования фильтра Габора для сегментации кровеносных сосудов на сетчатке глаза, отличительной особенностью данного фильтра является то, что он способен выделять прямые линии определённого размера и под определённым углом.;

[[18]](https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/3991/1/st010290.pdf) – Сравнительный анализ использования дескрипторов особых точек.

Библиография

1. <http://mechanoid.kiev.ua/cv-detector-color.html>
2. <http://www.sciweavers.org/read/matching-local-self-similarities-across-images-and-videos-5785>
3. <https://habr.com/company/intel/blog/266347/>
4. <https://habr.com/post/112079/>
5. Живрин Я. Э., Алкзир Н. Б. Методы определения объектов на изображении // Молодой ученый. — 2018. — №7. — С. 8-19. — URL https://moluch.ru/archive/193/48447/ (дата обращения: 21.10.2018).
6. <http://recog.ru/library/opencv/opencvmoments.pdf>
7. <https://en.wikipedia.org/wiki/Image_moment>
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Color\_moments#cite\_ref-2/
9. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1710/1710.02726.pdf>
10. <https://habr.com/post/106302/>
11. <https://www.cs.ubc.ca/~lowe/papers/iccv99.pdf>
12. <http://en.cs.msu.ru/sites/cmc/files/docs/lukianitsa.pdf>
13. <https://www.learnopencv.com/histogram-of-oriented-gradients/>
14. <http://se.math.spbu.ru/SE/diploma/2011/Gladysheva%20Julija%20-%20text.pdf>
15. <http://mechanoid.kiev.ua/cv-image-detector.html>
16. <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/85076/11-Azarenko.pdf?sequence=1>
17. <https://habr.com/post/259017/>
18. https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/3991/1/st010290.pdf

Слайд 2:

*(Что же такое текстура?*

*В общем смысле слово текстура относится к понятию неоднородности поверхности и внешнего вида объекта.)*

*Нетекстурированные объекты обладают следующими особенностями:*

* *Нет текстуры, поэтому не работает стереозрение для данных объектов и определение особых точек объекта;*
* *Возможны блики и изменение освещенности;*
* *Геометрия объекта не позволяет решить задачу относительно 6 координат, но это и не требуется для взаимодействия с объектом.*

Нетекстурированный объект - стандартная алюминиевая банка объемом 0.33л. Банка имеет один из следующих цветов: красный, синий, зеленый, желтый.

*Слайд 3*

*(Данные о точном положении и ориентации объектов в пространстве требуются во многих задачах, таких как сортировка, упаковка и захват объектов.)*

В каких задачах необходимо знать положение объекта?

* сортировка; упаковка; захват объектов.

Кубок РТК - автономный захват банки (маяка) манипулятором.

*(Робототехнические соревнования Кубок РТК существуют 5 лет и постоянно развиваются. Одной из задач соревнований является автономный захват банки (маяка) манипулятором, установленным на роботе. За всё время существования Кубка РТК данная задача не была выполнена ни разу.)*