

НАХОЖДЕНИЕ ЛИНИЙ И ГРАНИЦ ДЛЯ РАЗНООБРАЗНЫХ РЕАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Борзяк Н.О., Беляев А.С.

Научный руководитель: Александрова Т.В.

Томский политехнический университет
nob2@tpu.ru

Каждый человек хочет упростить свою жизнь и жизнь окружающих. Именно поэтому технологии не стоят на месте, и каждый день совершаются новые открытия. Какие же технологии необходимы людям сегодня? Безусловно, первоочередным приоритетом обладают задачи по облегчению труда, расширению возможностей людей и созданию вспомогательных устройств. Автоматизация процессов набирает обороты и создание искусственного интеллекта уже не за горами. По аналогии с человеком, который воспринимает 80% информации с помощью зрения, компьютер тоже должен быть обучен получать изображения и видео, видеть и воспринимать образы. Область технологии создания машин, которая занимается задачами обнаружения, отслеживания и классификации объектов, называется компьютерным зрением.

Одной из задач из области компьютерного зрения является нахождение линий. Линия – один из самых простых объектов, но работа именно с линией позволяет автоматизировать большое количество процессов. Среди таких процессов:

- обнаружение дороги и создание беспилотных автомобилей (рисунок 1);
- обнаружение взлетно-посадочной площадки или полосы и создание беспилотных летательных аппаратов (рисунок 2);
- сельскохозяйственные работы – уборка злаковых культур;
- распознавание нарушений правил дорожного движения (рисунок 3);
- промышленные процессы, такие как: распознавание конвейера, поиск краев объектов, обнаружение царапин и других дефектов;
- а также множество других процессов в различных сферах: автоматизация складов, системы безопасности, военная техника, медицина, технологии дополненной реальности, промышленность и др.

Таким образом, нахождение линий на изображении или в видео потоке – это основополагающий инструмент для автоматизации множества процессов. Но решению даже такой несложной задачи, как обнаружение и отслеживание линий, могут помешать различные внешние факторы, а именно: цифровой шум изображения, световые блики, недостаточное освещение, тени, недостаточная видимость, погодные условия, неоднозначность границ рассматриваемого объекта (случаи, когда даже человек не может определить границу объекта),

поиск не только прямых линий, но и кривых и ломаных линий, а также многое другое.



Рис. 1. Обнаружение дороги



Рис. 2. Обнаружение посадочной площадки



Рис. 3. Распознавание нарушений ПДД

Самые простые средства для работы с линиями и границами уже встроены в открытую библиотеку компьютерного зрения OpenCV – это преобразование Хафа, детектор границ Кэнни, поиск контуров. Преобразование Хафа позволяет находить прямые линии в хороших условиях, что не всегда соответствует требованиям реальных задач. Оператор Кэнни основан на поиске максимумов первой производной (градиента) изображения. Детектор границ Кэнни на сегодняшний день является одним из лучших детекторов, но даже он не предоставляет достаточно хороших результатов, особенно в изменяющихся условиях. В любом случае для эффективного распознавания и отслеживания линий и границ объектов необходимо вводить в

алгоритм некоторые дополнительные «интеллектуальные» составляющие, которые позволят эффективно убирать шумы, отслеживать положение линии или границы и решать остальные поставленные задачи.

Очевидно, вызывают интерес именно дополнительные «интеллектуальные составляющие». Их применение можно рассмотреть на примере простой программы по нахождению черной линии на светлом фоне для автоматического движения мобильного робота.

Изображение, полученное с камеры, нужно обработать фильтрами для того, чтобы нейтрализовать большую часть шумов. Следующая комбинация фильтров, полученная в ходе экспериментов, позволяет достаточно эффективно решать рассматриваемую задачу:

1. Преобразование цветной картинке в черно-белую.
2. Фильтр размытия по Гауссу.
3. Фильтр для увеличения четкости.
4. Отделение черного от белого.

Преобразование в черно-белую картинку упрощает дальнейшую обработку изображения, так как это позволит работать с одним каналом изображения вместо трех.

Фильтр размытия нейтрализует большую часть шумов, а фильтр для увеличения четкости позволяет вновь восстановить резкость границ на изображении. Оба фильтра основаны на операции свёртки, суть которой заключается в вычислении нового значения пикселя с учетом значения окружающих пикселей. Другими словами, новым значением пикселя является сумма значений исходного и окружающих пикселей, умноженных на определенные коэффициенты.

Разделение изображения на темные и светлые составляющие выделяет черную полосу на светлом фоне. Пример использования описанных фильтров представлен на рисунке 4.



Рис. 4. Использование фильтров

После фильтрации выбирается строка пикселей на определенной высоте в центре изображения, и находятся места, в которых значения пикселей резко меняются с 0 до 255 и наоборот. Это и есть границы линии. Получив координаты этих границ, можно получить и первую точку линии. Причем, если возникают какие-то несоответствия (например, если найдена только одна граница), то рассматривается строка пикселей на другой высоте. При смене кадра поиск первой точки осуществляется около предыдущего положения и

в меньшем радиусе. Если таким образом точка не найдена, или найдена на значительном удалении от предыдущего местоположения, то положение точки не меняется, так как эта ситуация скорее всего ошибочна (например, из-за влияния световых бликов).

Следующие точки находятся по тому же принципу, но поиск границ линии осуществляется уже по дуге окружности с центром в предыдущей точке. И если появляются какие-нибудь несоответствия (например, точки не найдены), то либо увеличивается радиус поиска, либо ситуация считается ошибочной и сохраняется предыдущее местоположение точки.

На рисунке 5 приведен пример нахождения точек. Этим трех точек вполне достаточно, чтобы описать положение всей линии в пространстве.



Рис. 5. Пример нахождения линии

Таким образом, не задействуется много ресурсов для нахождения всей линии, но находится достаточное для управления количество точек. Также уже найденные точки не теряются, так как алгоритм следует за ними, фильтруя ошибки из-за помех.

Результат работы данного алгоритма в виде траектории в сравнении с обычным способом нахождения линии представлен на рисунке 6. Пунктирной линией обозначена траектория движения мобильного робота по данному алгоритму, а сплошной линией – траектория движения по более простому алгоритму. Необходимо заметить, что пунктирная линия наиболее соответствует реальной рассматриваемой траектории.



Рис. 6. Сравнение траекторий

Использованные источники

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений – М.: Техносфера, 2005. – 1072с.