

Отчет по заданию «Изучение и освоение методов обработки и сегментации изображений»

Сенин Александр Николаевич
курс «Обработка и Распознавание Изображений» ММП ВМК МГУ
15 марта 2020 г.

Постановка задачи

В рамках изучения методов обработки и сегментации изображений было предложено разработать и реализовать программу для работы с изображениями фишек игрового набора из 20 пазл. Программа должна обеспечивать:

- Ввод и отображение на экране изображений
- Сегментацию изображений на основе точечных и пространственных преобразований
- Генерацию признаковых описаний фишек на изображении
- Классификацию отдельных фишек и их последовательностей

Была решена задача распознавания формы фишек на пестром фоне. Работа программы тестировалась на первоначальном наборе изображений.

Описание данных

Был предложен датасет из 5 фотографий с фишками на пестром фоне, каждая из 20 фишек игрового набора встретилась в датасете хотя бы раз.

Описание метода решения

Метод решения задачи можно условно поделить на две последовательные части: сегментация фишек на изображении и классификация их формы.

За основу алгоритма сегментации был взят метод водораздела (watershed). Идея метода заключается в рассмотрении изображения как поверхности. Самые глубокие

«впадины» поверхности постепенно начинают наполняться водой. В некоторый момент вода в одной «впадине» переполнится и встретится с водой другой «впадины». В месте этого водораздела проводится граница, совокупность таких границ в конечном счете опишет искомую сегментацию изображения. Классический метод водораздела на изображениях с пестрым фоном даст слишком много мелких сегментов, поэтому было применено расширение метода: метод водораздела с метками. На изображении предварительно расставляются метки, а граница между сегментами проводится только если область слева от границы водораздела содержит метку, отличную от метки, содержащейся в области справа от границы водораздела.

Метки для метода раздела расставляются автоматический: для этого входное изображение после некоторой предобработки (повышения контрастности и применения фильтра размытия по Гауссу) бинаризуется с помощью метода Оцу (Otsu). Далее применяется преобразование *distanse transform* и полученное изображение вновь бинаризуется, но уже обычной пороговой бинаризацией. Мелкие сегменты в полученном бинарном изображении удаляются (программа находит все связные компоненты на бинарном изображении и фильтрует их по площади компонент). Артефакты бинаризации, появляющиеся из-за пестрого фона, удаляются после применения нескольких фильтров дилатации (dilate), эродии (erode) и медианного размытия (median blur). На этом же этапе строится метка, соответствующая фону. В результате на изображении остаются только связные компоненты, каждая из которых лежит внутри некоторой фишке, причем каждая компонента соответствует одной и только одной фишке. Полученные компоненты нумеруются и объявляются метками для метода водораздела. Затем применяется непосредственно метод водораздела с метками.

Для решения задачи классификации был рассмотрен аналог метода ближайшего соседа. Было создано образцовое изображение со всеми 20 пазлами на черном фоне. Затем каждый сегмент, полученный в предыдущей части алгоритма и потенциально содержащий некоторую фишку, последовательно сравнивается с каждой фишкой из 20 фишек с образцового изображения. Далее находится «ближайшая» фишка, а сегменту приписывается класс найденной «ближайшей» фишке (число полуостровов и число бухт). Для нахождения «ближайшей фишке» используется алгоритм SIFT. Этот алгоритм находит на изображениях особые точки, а затем сопоставляет особые точки одного изображения с особыми точками другого. Преимущество SIFT заключается в его инвариантности к сдвигам, поворотам, изменению освещенности. Таким образом SIFT получает на вход образцовое изображение и изображение, содержащее только сегмент, полученный в ходе этапа сегментации. Затем SIFT находит образцовые точки на сегменте и на образцовом изображении и сопоставляет их. Фишка образцового изображения, больше всего особых точек которой было отнесено к рассматриваемому сегменту, считается ближайшей для этого сегмента и сегменту приписывается класс, соответствующий этой фишке.

Описание программной реализации

Программа реализована на языке Python, для обработки изображений в основном применяются библиотеки PIL и OpenCV. Резюмируем этапы работы программы:

Предобработка → Бинаризация Оцу → distance transform → Пороговая бинаризация → Пазбиение на связные компоненты и их фильтрация по площади → Построение меток фона и устранение артефактов с помощью erode, dilate, median blur → Построение меток → Предобработка и сегментация методом водораздела → Нахождение для каждого сегмента ближайшей фишкой из образцового изображения подсчетом особых точек, полученных алгоритмом SIFT

Продемонстрируем этапы работы программы на примере Motley-1.jpg из контрольной выборки.

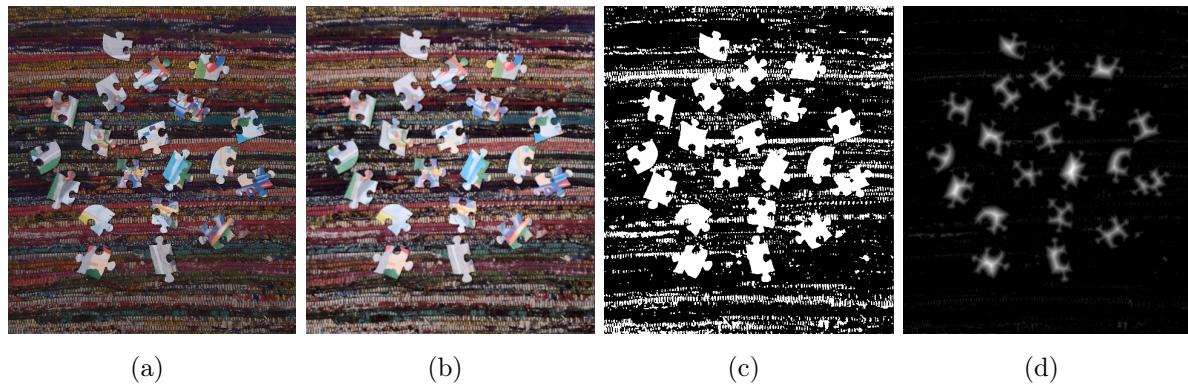


Рис. 1: (a) оригинал (b) повышение контраста и Гауссово размытие (c) бинаризация Оцу (d) distance transform

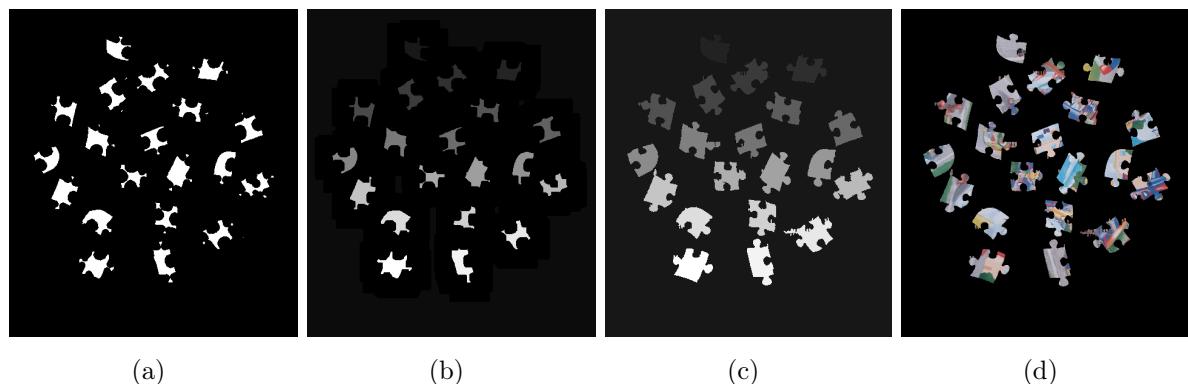


Рис. 2: (a) пороговая бинаризация (b) фильтр по площади, erode и dilate, расстановка меток (c) сегментация методом водораздела (d) маска сегментации на оригиналe

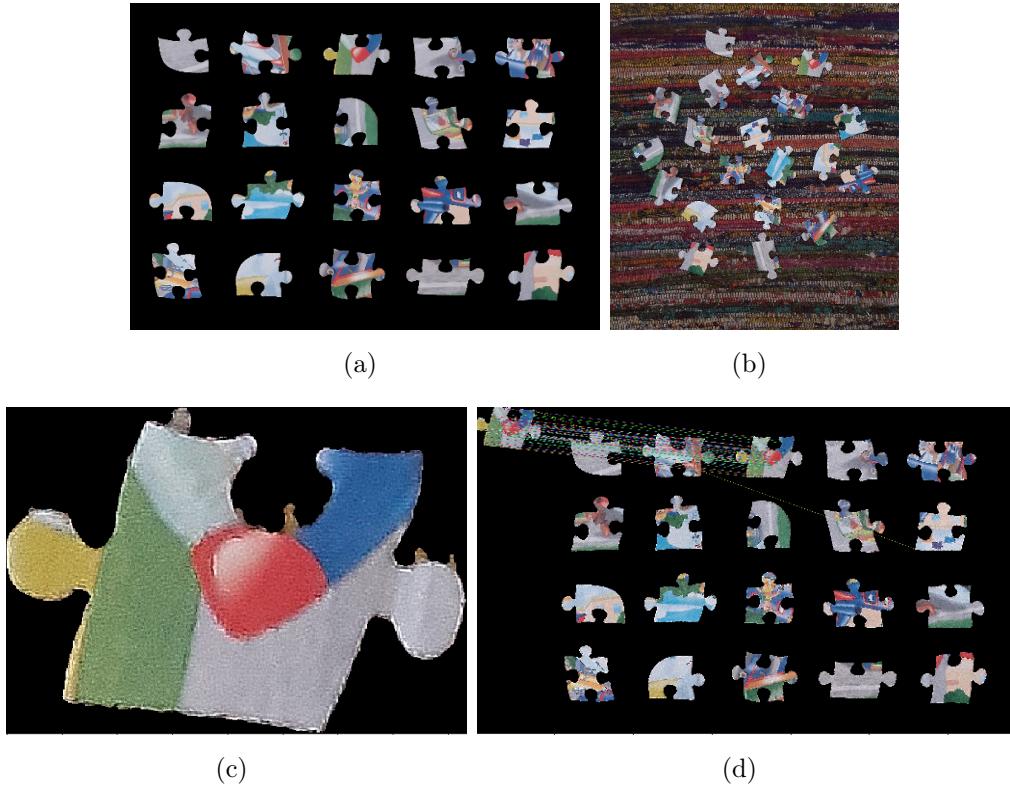


Рис. 3: (а) образцовое изображение (б) предобработка оригинала: повышение резкости (с) пример изображения с сегментом (д) нахождение ближайшей к сегменту фишке из образцового изображения с помощью SIFT

Для лучшего обнаружения алгоритмом SIFT ключевых точек на образцовом изображении и на оригинале повышается резкость. Кроме того, SIFT неоднозначно определяет совпадающие ключевые точки на изображениях, поэтому для повышения устойчивости классификации в программе предусмотрена возможность нахождения ближайшей фишке несколько раз, чтобы затем определить класс сегмента как класс самой частой ближайшей фишке.

Эксперименты

Рассмотрим работу программы на каждом изображении из контрольной выборки:

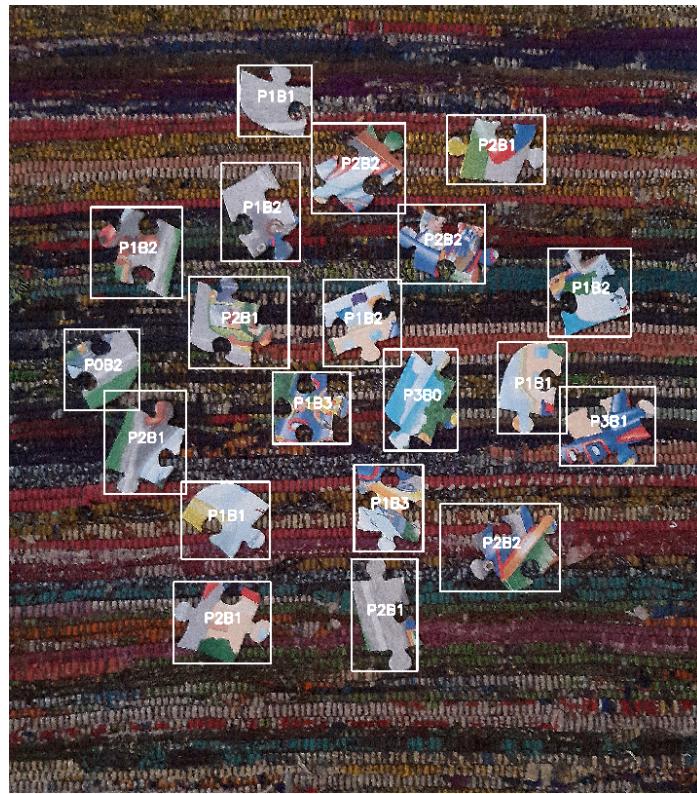


Рис. 4: (a) Motley-1

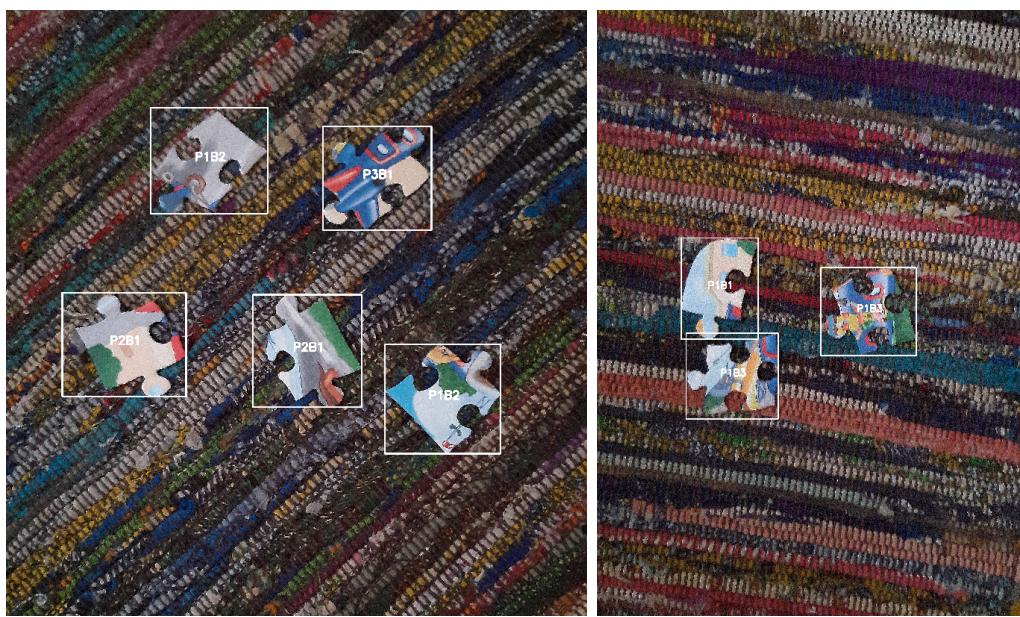


Рис. 5: (а) Motley-2 (б) Motley-3

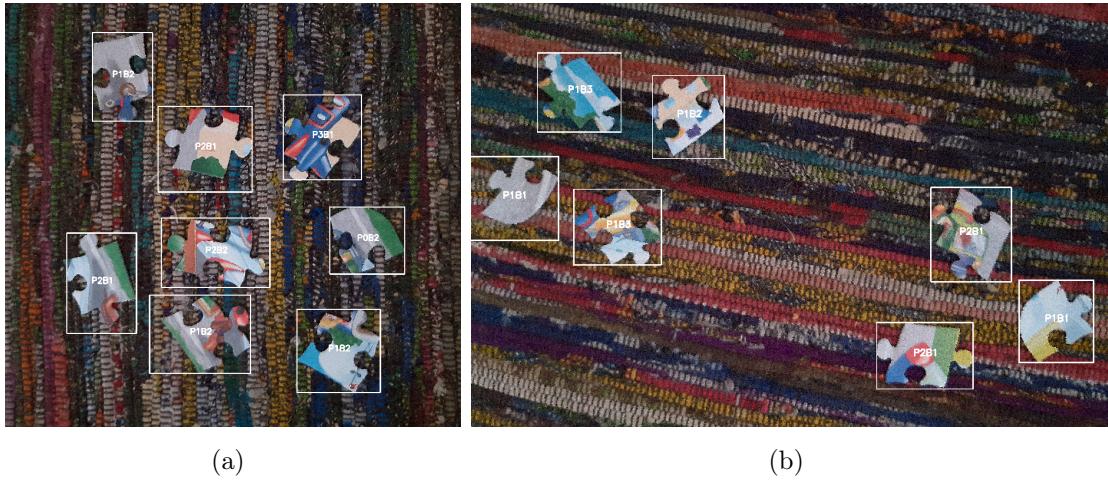


Рис. 6: (a) Motley-4 (b) Motley-5

Выводы

Разработана программа, целиком решающая поставленную задачу сегментации и классификации с точностью 100% (программа не ошибается на предоставленных контрольных изображениях).

Для решения поставленной задачи использовались методы точечных и пространственных преобразований изображений (повышение контраста, резкости, фильтры размытия по Гауссу и медианного размытия, фильтры дилатации и эродии, distance transform), методы бинаризации (пороговая бинаризация и бинаризация Оцу), метод сегментации (метод водораздела с метками), а также инвариантный к сдвигам, поворотам и некоторым другим преобразованиям метод выявления и описания локальных признаков в изображениях SIFT.