

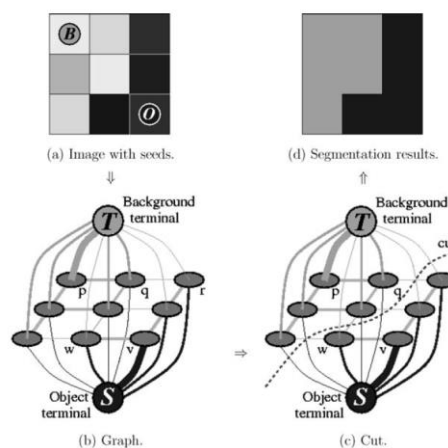
Задание по курсу “Теория графов и ее приложения” v.2020

Задание основано на использовании графовых подходов к интерактивной сегментации изображений (выделении объекта и фона).

- На вход алгоритм получает исходное изображение и дополнительную информацию от пользователя (некоторые пиксели гарантированно принадлежат объекту (фону)).
- В процессе работы пользователь может уточнять входные данные (например, добавить некоторые пиксели к объекту или фону).
- На выходе изображение должно получиться разбиение изображения на 2 области – объект и фон.

Подход к решению (кратко, подробнее см. в статьях ниже):

- Изображение трактуется как взвешенный ориентированный граф,
- Каждая вершина соответствует пикселю изображения
- Вершины, соответствующие соседним пикселям, связываются ребрами
- Дополнительно в граф добавляются 2 вершины (S и T), которые соединяются ребрами со всеми остальными вершинами графа.
- На рёбрах графа определяется весовая функция.
- В графе ищется минимальный разрез (с помощью алгоритмов поиска максимального потока из S в T).
- На основании полученного разреза строится разбиение изображения на объект-фон.
- Для улучшения разбиения пользователь может добавить дополнительные пиксели объекта (фона), и алгоритм повторяется.



Подробно подход описан в

1. Boykov, Y. Y.; Jolly, M.-P. (2001): Interactive graph cuts for optimal boundary & region segmentation of objects in N-D images. ICCV 2001.
2. Boykov, Yuri; Funka-Lea, Gareth (2006): Graph Cuts and Efficient N-D Image Segmentation. Int J Comput Vision 70 (2), pp. 109–131.

1. Реализация алгоритма поиска максимального потока и минимального разреза

Реализовать один из алгоритмов поиска максимального потока в заданной сети (конкретный алгоритм для реализации указан в таблице со).

1. Алгоритм Диница
2. Алгоритм проталкивания предпотока (High level optimization + Global Relabeling).
3. Алгоритм проталкивания предпотока (FIFO optimization + Global Relabeling).

Алгоритм для реализации для каждой команды будет указан в таблице в MS Teams.

В качестве решения по данному пункту будут засчитаны результаты работы на тестовых примерах.

Ограничения: число вершин $1 \leq n \leq 100$; число рёбер $1 \leq m \leq 10000$; пропускная способность $1 \leq c \leq 10000$.

Ограничение на время работы: C++(1 s), Java (5 s), Python (45 s)

Пример тестового файла

```
4 5          # число вершин, число рёбер
1 2 10000    # исходящая вершина ребра, входящая вершина ребра, пропускная способность
1 3 10000
2 3 1
3 4 10000
2 4 10000
```

Вывод

```
20000
```

2. Интерактивная сегментация изображений

Реализовать базовый алгоритм интерактивной сегментации изображений из работы Boykov, & Jolly [1] (без улучшения качества разбиения за счёт дополнения исходной информации от пользователя (добавления пикселей к объекту и/или фону)).

Для каждого изображения из предположенного набора изображений с известными разбиениями на объект-фон необходимо 2 метрики качества разбиения:

1. Отношение числа корректно определенных пикселей (и к объекту, и к фону) к общему числу пикселей.
2. Мера Жаккара для выделенного объекта и эталонного выделения: отношение мощности пересечения множеств пикселей к мощности их объединения.

3. Анализ влияния параметров алгоритма на качество разбиения

Проанализировать, как влияет на качество разбиения

1. Выбор количества соседей для каждого пикселя (4 или 8 соседей).
2. Выбор параметра λ .
3. Выбор параметра σ .

Каждая группа должна провести исследование хотя бы по двум пунктам.

4. Улучшение сегментации с помощью дополнения к исходной информации от пользователя

Исходное разбиение улучшается за счёт добавления новых пикселей к объекту и/или фону. Процедура улучшения разбиения описана в [1] (п. 3 после теоремы), [2] (п. 2.6).

В качестве решения по п. 2-4 будет засчитано следующее:

- Результаты работы алгоритма на заданных примерах (для каждого исходного изображения должно быть приведено бинарное изображение объект-фон)
- Вычисленные метрики для заданных изображений
- Отчет, содержащий достаточно информации по использованным инструментам и алгоритмам для решения задачи, а также результаты исследования по п. 3 и 4.
- Презентация основных результатов (не более 7 слайдов).
- Продумать интерфейс так, чтобы можно было демонстрировать работу алгоритма (загрузка новых изображений, выбор пикселей пользователем и т.п.)

Дополнительные условия

- При выполнении задания запрещено пользоваться готовыми решениями для поиска максимального потока и сегментации изображений.
- Готовые решения могут использоваться для импорта/экспорта изображений, построения плотности распределения вероятностей для вычисления вероятности принадлежности пикселей к объекту или фону.

Общие требования к выполнению заданий

1. Допускается работа в группах не более 3-х человек.
 - a. Состав групп должен быть известен преподавателям заранее (до 05.04.2021): необходимо указать состав команд в файле в MS Teams <http://bit.ly/Finite-graphs-2021>.
 - b. После 05.04.2021 студенты, не отметившиеся в файле в составе той или иной команды, считаются работающими самостоятельно.
 - c. В одну команду могут входить студенты из разных учебных групп.
 - d. Все особые ситуации (например, распад команды из-за непреодолимых разногласий) обсуждаются отдельно с преподавателем до даты защиты

проекта (зачёта). Если вы не уверены, является ли ваша ситуация особой, всё равно напишите преподавателям, например, в чате в Telegram, MS Teams, на e-mail.

2. По результатам выполнения проекта каждая команда должна подготовлен отчет и сделать презентацию. Детальные требования к выполнению задания, отчётной документации и презентациям будут выложены отдельно.
3. При выполнении работы студенты следуют Кодексу универсанта, в частности соблюдают нормы научной этики, уважают права интеллектуальной собственности и не используют недобросовестных методов при прохождении аттестации (п. 4, 6 и 7).
4. Преподаватели оставляют за собой право выдать дополнительное задание, если возникли сомнения в самостоятельности выполнения студентом (группой) задания.

Сроки выполнения задания

- | | |
|---|-------------------|
| 1. Реализация алгоритма поиска максимального потока | 03.05.2021 |
| 2. Сегментация изображений (п. 2-4) | 20.05.2021 |

Воронкова Ева Боруховна

e.voronkova@spbu.ru

Вольф Дмитрий Александрович

answer.iii@mail.ru