

# Задание 1 по курсу «Байесовский выбор моделей»

## Общая информация

- Время сдачи задания: 25е мая, 23:59 по Москве;
- Максимальная базовая оценка за задание 150 баллов, так что при желании можно выполнять не всё;
- Оценка автора наилучшей работы удваивается (с учетом баллов сверх 150), но не более, чем до 350 баллов;
- Вопросы и задание принимаются по почте: aduenko1@gmail.com и iakovlev.kd@phystech.edu;
- Тема письма: вопрос по заданию #1 или решение задания #1;
- Опоздание на неделю снижает оценку в 2 раза, опоздание на час на  $0.5^{1/(7 \cdot 24)} = 0.41\%$ ;
- Работы опоздавших не участвуют в конкурсе на лучшую работу;
- Задание не принимается после его разбора и / или после объявления об этом.

**Задача (построение коллажа).** Рассмотрим задачу построения коллажа из  $K$  фотографий  $\mathbf{y}_1, \dots, \mathbf{y}_K \in A^{M \times N}$ , где  $A$  есть множество значений пикселей (например, вектор RGB интенсивностей). Задача построения коллажа состоит в поиске матрицы  $\mathbf{x} \in [K]^{M \times N}$ , которая для каждого пикселя указывает, из какого изображения его следует взять (см. примеры из лекции 8).

а) Сделать несколько ( $\geq 2$ ) фотографий одинакового размера  $M \times N$  для построения коллажа (10 баллов);

б) Рассмотреть задачу построения коллажа из  $K = 2$  изображений с парносепарабельной энергией  $E(\mathbf{x}) = \theta_0 + \sum_i \theta_i(x_i) + \sum_{(i,j) \in \epsilon} \theta_{ij}(x_i, x_j)$ . Выбрать систему соседства  $\epsilon$  и вид унарных и парных потенциалов  $\theta_i, \theta_{ij}$  (8 баллов). Описать, как выбранные потенциалы отражают цель построить правдоподобный для человеческого глаза коллаж (7 баллов). Как выбрать потенциалы  $\theta_i(x_i)$ , чтобы указать, что некоторые части коллажа стоит брать из определенного изображения? (5 баллов) Как функция энергии  $E(\mathbf{x})$  связана с вероятностью появления коллажа  $p(\mathbf{x})$ ? (5 балла)

в) Какими свойствами обладают выбранные потенциалы, являются ли они субмодулярными? Если условие субмодулярности невыполнено, модифицируйте потенциалы для его выполнения. (10 баллов)

г) Реализовать алгоритм на основе разрезов графов (GraphCut) для поиска наиболее вероятной конфигурации  $\mathbf{x}^*$  в графической модели, заданной выбранной энергией  $E(\mathbf{x})$

$$\mathbf{x}^* = \arg \max_{\mathbf{x}} E(\mathbf{x}) = \arg \max_{\mathbf{x}} \sum_i \theta_i(x_i) + \sum_{(i,j) \in \epsilon} \theta_{ij}(x_i, x_j) \quad (35 \text{ баллов}).$$

Привести и описать полученный коллаж, модифицировать потенциалы для получения более правдоподобного коллажа (10 баллов);

д) Рассмотреть задачу построения коллажа с  $K \geq 5$  изображениями. Выбрать парные потенциалы для построения реалистичного коллажа  $\theta_{ij}(x_i, x_j)$ , для которых одновременно выполнено  $\theta_{ij}(\alpha, \alpha) = 0 \forall \alpha$  и неравенство треугольника  $\theta_{ij}(\beta, \alpha) + \theta_{ij}(\alpha, \gamma) \geq \theta_{ij}(\beta, \gamma)$  (10 баллов).

е) Реализовать алгоритм  $\alpha$  – расширения для приближенного поиска наиболее вероятной конфигурации  $\mathbf{x}^*$  в графической модели, заданной выбранной энергией  $E(\mathbf{x})$

$$\mathbf{x}^* = \arg \max_{\mathbf{x}} E(\mathbf{x}) = \arg \max_{\mathbf{x}} \sum_i \theta_i(x_i) + \sum_{(i,j) \in \epsilon} \theta_{ij}(x_i, x_j) \quad (35 \text{ баллов}).$$

Можно ли было использовать алгоритм  $\alpha$ -расширения для парных потенциалов, для которых выполнено  $\theta_{ij}(\alpha, \alpha) = 0 \forall \alpha$ , но не выполнено неравенство треугольника? (5 баллов)

ж) Попробовать построить коллаж из нескольких наборов изображений, пробуя модифицировать потенциалы для улучшения коллажа. Привести описание попыток, промежуточные результаты и лучший получившийся коллаж. Автор лучшего коллажа получит дополнительные баллы (25 баллов);

з) Сформулировать задачу сегментации изображений (например, на объект и фон) в вероятностном смысле (5 баллов). Попробовать реализованные алгоритмы для решения этой задачи на открытых наборах данных (20 баллов), например:

- Сегментация: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/image+segmentation> ;
- Восстановление стерео: <https://vision.middlebury.edu/stereo/data/>.

и) Проведите оценку качества работы алгоритма вывода с выбранными потенциалами (5 баллов). Модифицируйте потенциалы, использованные при построении коллажа, чтобы лучше соответствовать задаче сегментации / восстановления стерео изображения и проверьте качество работы алгоритма (20 баллов).

к) Сравните достигнутое качество работы с одним из бенчмарков для соответствующей задачи по выбору (10 баллов). Что позволяет выбранным вами потенциалам и вероятностной модели / бенчмарку работать лучше на рассмотренной выборке? (10 баллов)