



Нейронные сети в обработке изображений. Вводный курс

Александр Хвостиков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет вычислительной математики и кибернетики
Лаборатория математических методов обработки изображений

Осенний семестр 2020

Лекция №7.1

Практическое задания №1:

- ▶ предыстория задачи;
- ▶ формулировка задания;
- ▶ предоставляемые наборы данных;
- ▶ шаблон решения и советы;
- ▶ критерии оценки, правила сдачи;

Предыстория

Digital Pathology

Цифровая патология (*Digital Pathology*) включает в себя сбор, управление, обмен и интерпретацию патологической информации, включая слайды и цифровые данные.

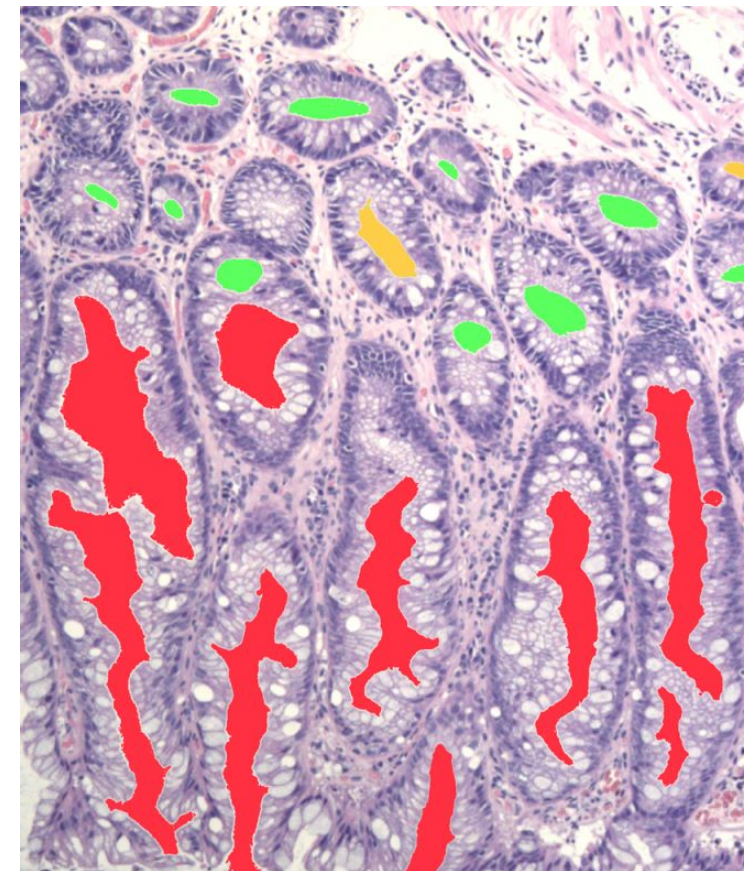
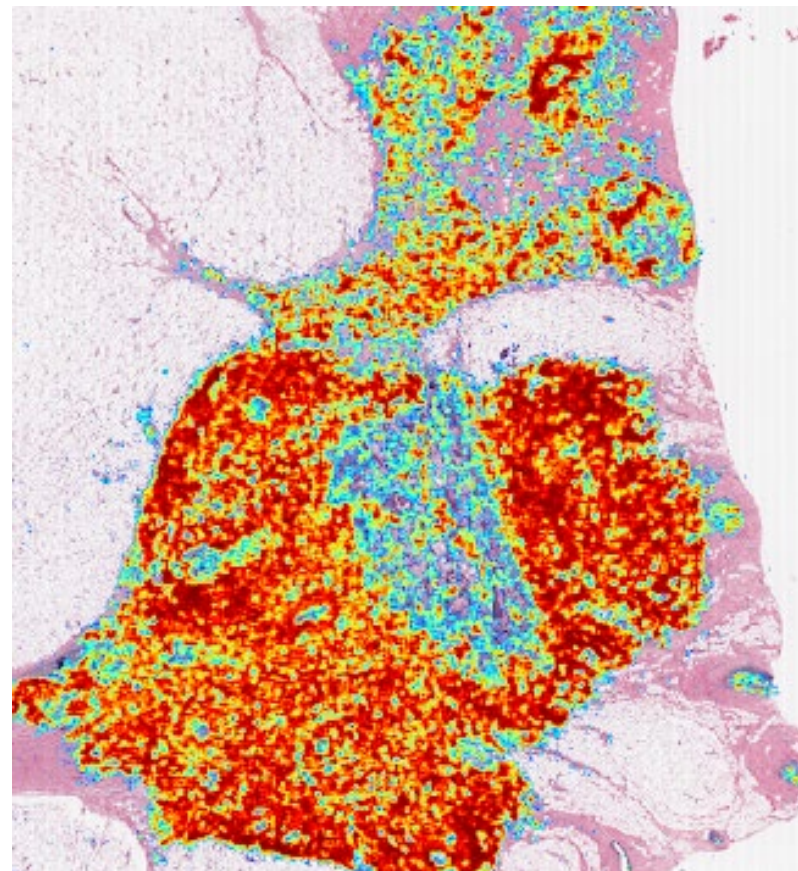
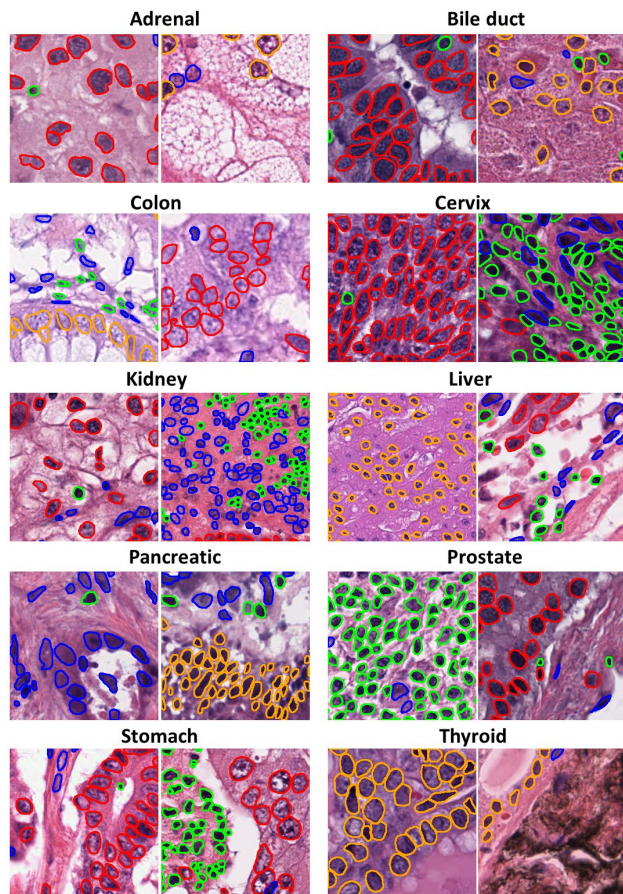
Основные этапы проведения исследования:

- ▶ биопсия (взятие биоптата);
- ▶ нарезка, помещение на стекла;
- ▶ окрашивание красителями;
- ▶ сканирование стекол;
- ▶ анализ изображения специалистом-гистологом;

Изображения, полученные сканером, используются специалистами-гистологами для проведения морфологической диагностики (анализа клеточных структур и нахождения нарушений строения).

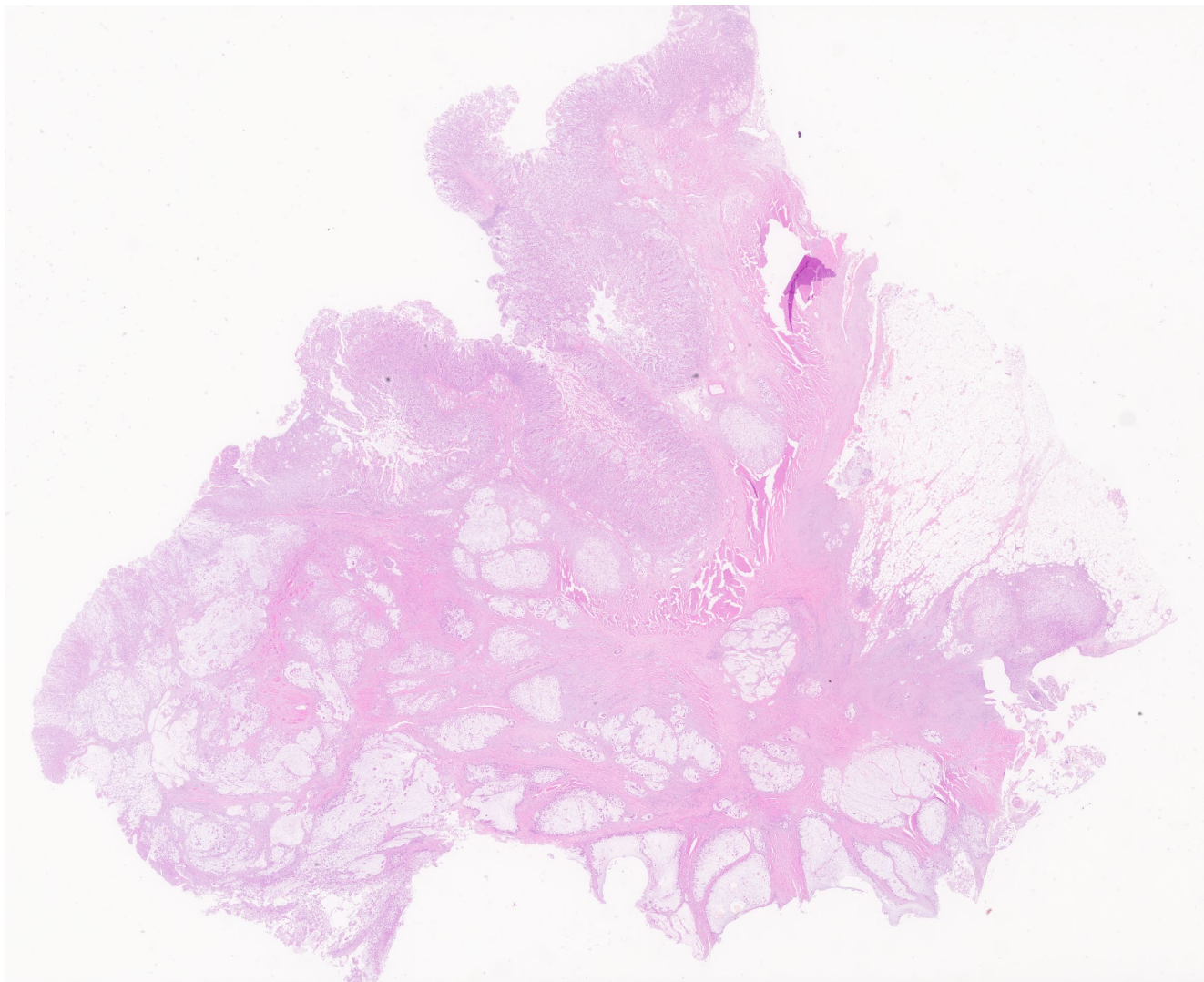


Digital Pathology



Визуализация различных задач морфологической диагностики.

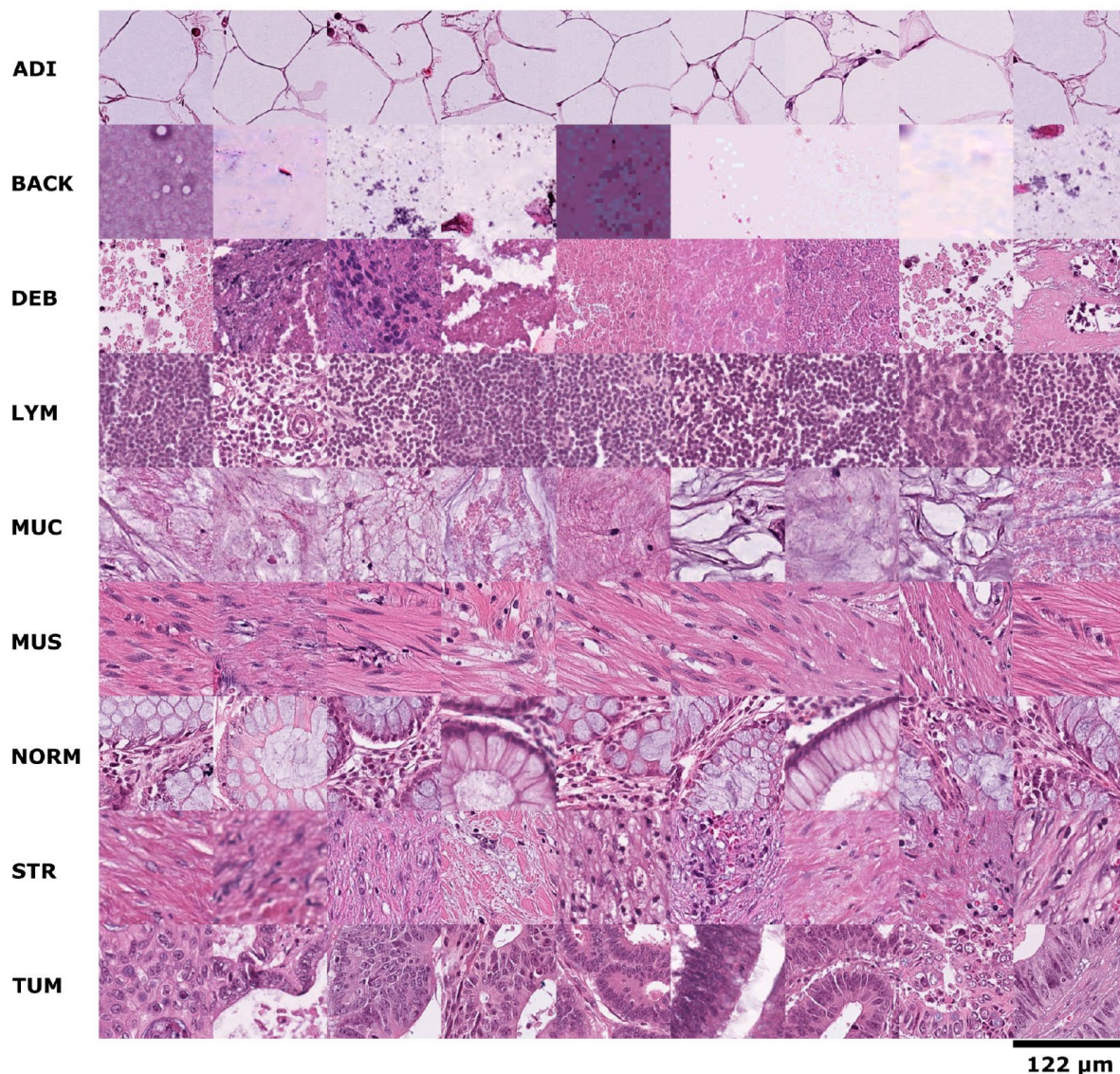
Digital Pathology



Пример полнокадрового
гистологического изображения (WSI):

- ▶ оптическое увеличение 40x;
- ▶ разрешение 111552×90473 ($\sim 10 * 10^9$ px);
- ▶ размер tiff файла: ~3ГБ;
- ▶ даже после уменьшения в 16 раз
разрешение составляет 6972×5654 px;

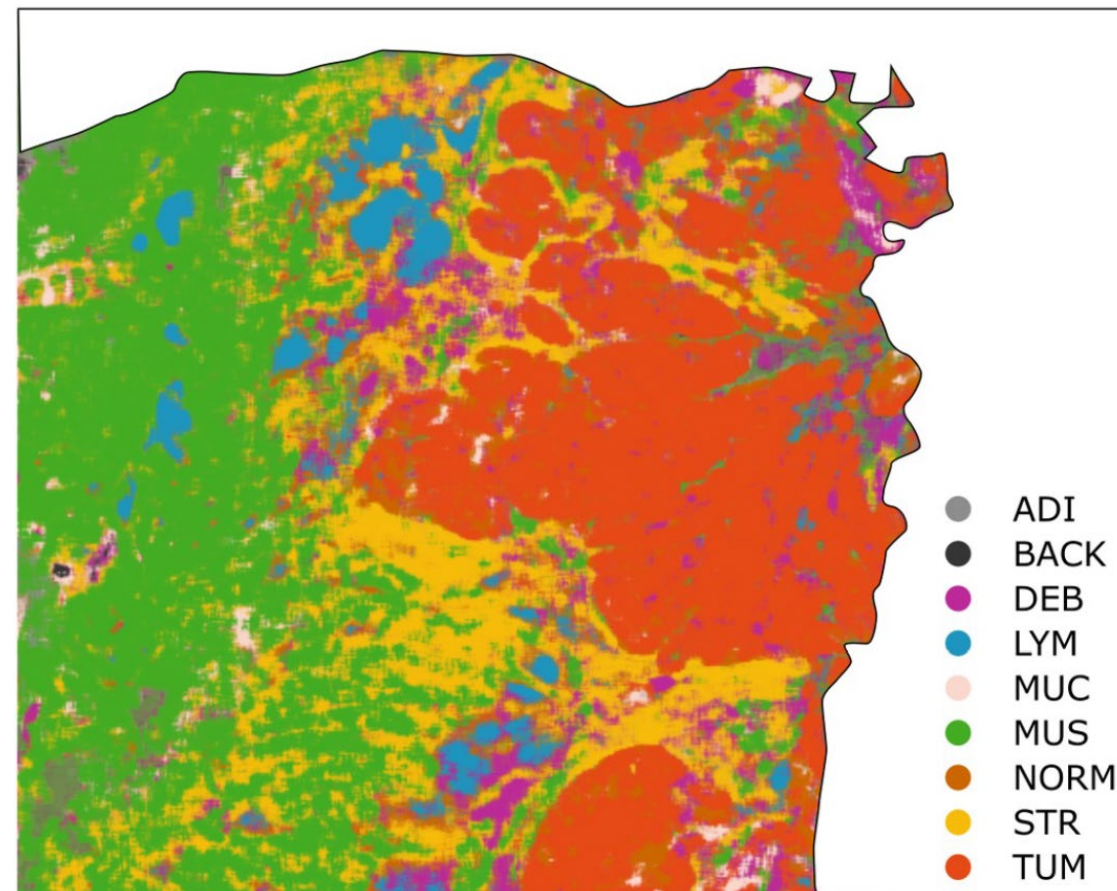
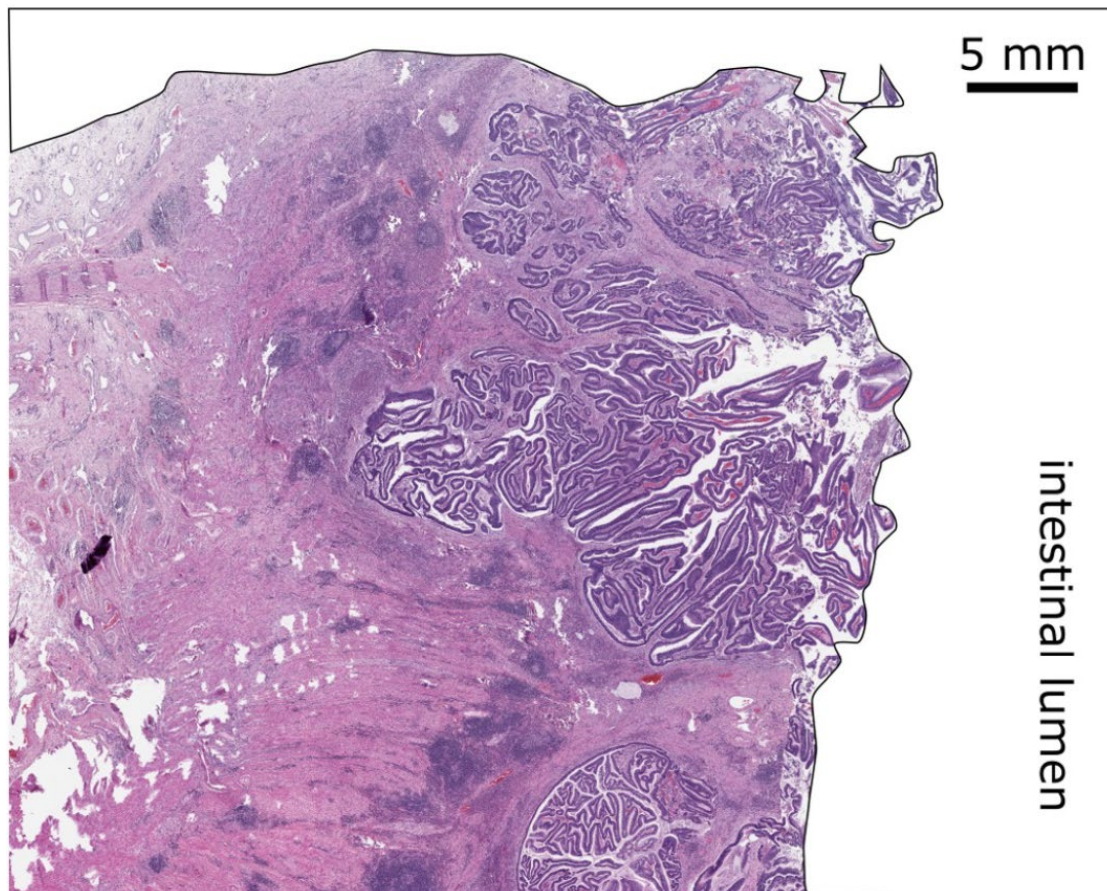
Digital Pathology



Основные типы тканей (+ фон):

- ▶ adipose (ADI)
- ▶ background (BACK)
- ▶ debris (DEB)
- ▶ lymphocytes (LYM)
- ▶ mucus (MUC)
- ▶ smooth muscle (MUS)
- ▶ normal colon mucosa (NORM)
- ▶ cancer-associated stroma (STR)
- ▶ colorectal adenocarcinoma epithelium (TUM)

Digital Pathology

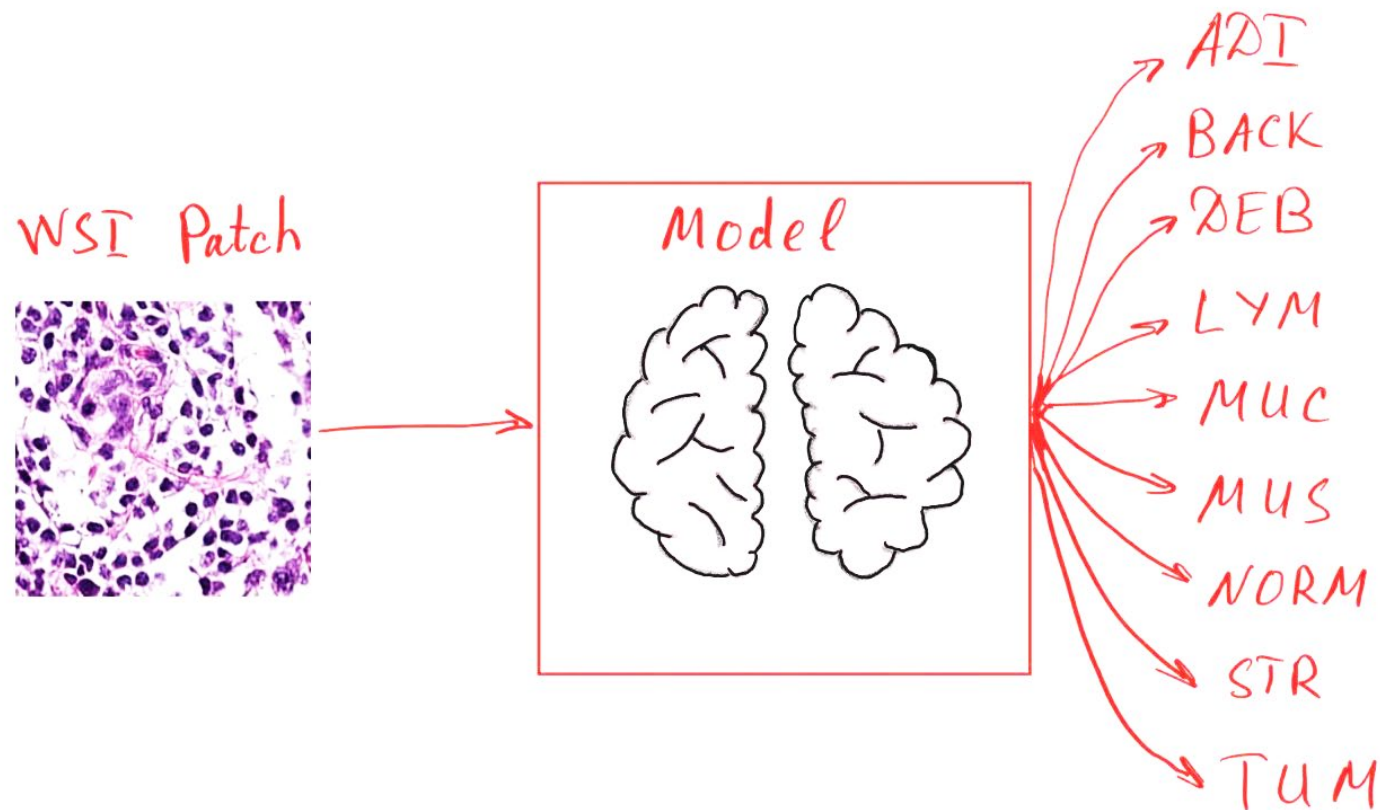


Пример «сегментации» WSI изображения через классификацию патчей.

Формулировка задания

Формулировка задания

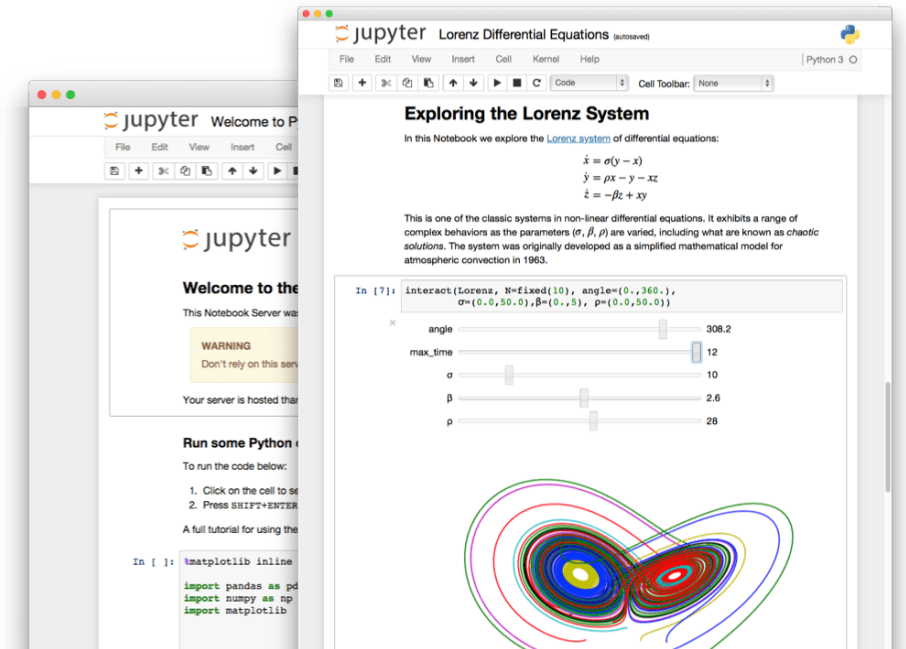
Ваша цель - реализовать модель для классификации фрагментов полнокадровых гистологических изображений (патчей) на 9 классов: [ADI, BACK, DEB, LYM, MUC, MUS, NORM, STR, TUM]. Каждый патч представляет собой цветное (8-bit) изображение 224×224 px.



Jupyter Notebook & Google Colab

Jupyter Notebook

- ▶ веб-приложение с открытым исходным кодом;
- ▶ позволяет создавать документы, содержащие «живой» код, уравнения, текст и визуализации;
- ▶ используется для прототипирования исследований в области анализа данных, машинного обучения, численного моделирования и т.п.



Google Colab

- ▶ бесплатный облачный сервис на основе Jupyter Notebook;
- ▶ предоставляет всё необходимое для машинного обучения в браузере;
- ▶ даёт бесплатный доступ к GPU и TPU ускорителям;
- ▶ может использовать Google Drive для хранения моделей и результатов обучения;



Предоставляемые данные

► Наборы для обучения:

- ❖ train (2000 патчей каждого класса -> 18000 патчей)
- ❖ train_small (800 патчей каждого класса -> 7200 патчей)
- ❖ train_tiny (100 патчей каждого класса -> 900 патчей)

► Наборы для тестирования:

- ❖ test (500 патчей каждого класса -> 4500 патчей)
- ❖ test_small (200 патчей каждого класса -> 1800 патчей)
- ❖ test_tiny (10 патчей каждого класса -> 90 патчей)

- Стартовый ноутбук Google Colab с реализованной загрузкой данных, шаблоном решения и демонстрацией основных приемов работы с изображениями и библиотеками машинного обучения;

Предоставляемые данные

▶ Наборы для обучения:

- ❖ train (2000 патчей каждого класса -> 18000 патчей)
- ❖ train_small (800 патчей каждого класса -> 7200 патчей)
- ❖ train_tiny (100 патчей каждого класса -> 900 патчей)

▶ Наборы для тестирования:

- ❖ test (500 патчей каждого класса -> 4500 патчей)
- ❖ test_small (200 патчей каждого класса -> 1800 патчей)
- ❖ test_tiny (10 патчей каждого класса -> 90 патчей)

- ▶ Стартовый ноутбук Google Colab с реализованной загрузкой данных, шаблоном решения и демонстрацией основных приемов работы с изображениями и библиотеками машинного обучения;

Дополнительные тестовые наборы
(не предоставляются):

- ❖ test2 (2700 патчей)
- ❖ test3 (7180 патчей,
несбалансированный по классам)

Критерии оценивания. Основная часть

Успешно сданное решение должно попадать под критерии хотя бы одного пункта (в случае выполнения нескольких выбирается максимальный):

№	Основная часть	Баллы
1	Реализация модели классификации, использующей «классические» методы машинного обучения (минимальная точность ACC на предоставленной тестовой выборке - 0.75)	20
2	Реализация модели классификации, использующей «классические» методы машинного обучения (минимальная точность ACC на предоставленной тестовой выборке - 0.9)	30
3	Реализация модели классификации, основанной на свёрточных нейронных сетях (минимальная точность ACC на предоставленной тестовой выборке - 0.75)	15
4	Реализация модели классификации, основанной на свёрточных нейронных сетях (минимальная точность ACC на предоставленной тестовой выборке - 0.95)	30
5	Реализация модели классификации, основанной на совместном использовании «классических» методов машинного обучения и свёрточных нейронных сетей (минимальная точность ACC на предоставленной тестовой выборке - 0.85)	30
Итоговый максимальный балл за основную часть		30

Критерии оценивания. Дополнения

№	Дополнения	Баллы
1	Валидация модели на части обучающей выборки	1
2	Автоматическая кросс-валидация	1
3	Автоматическое сохранение модели при обучении	1
4	Загрузка модели с какой-то конкретной итерации обучения (если используется итеративное обучение)	1
5	Вывод различных показателей в процессе обучения (например, значение функции потерь на каждой эпохе)	1
6	Построение графиков, визуализирующих процесс обучения (график зависимости функции потерь от номера эпохи обучения, и т.п.)	1-2
7	Автоматическое тестирование на тестовом наборе/наборах данных после каждой эпохи обучения (при использовании итеративного обучения)	1
8	Построение матрицы ошибок, оценивание чувствительности и специфичности модели	1
9	Автоматический выбор гиперпараметров модели во время обучения	1-3
10	Автоматическое сохранение и визуализация результатов тестирования	1-2
11	Использование аугментации и других способов синтетического расширения набора данных (дополнительным плюсом будет обоснование необходимости и обоснование выбора конкретных типов аугментации)	1-3
12	Реализация возможности дообучения модели (на новом наборе данных, или, например, при экстренном закрытии Google Colab)	1
13	Любое дополнительное улучшение не из списка, улучшающее результаты классификации или улучшающее опыт взаимодействия с моделью (не более 2 улучшений)	1-2
Итоговый максимальный балл за дополнения		20

Критерии оценивания. Результаты

Максимальный балл за задание: 50

Условная шкала пересчёта:

- ▶ [35, 50] - отлично
- ▶ [25, 34] - хорошо
- ▶ [15-24] - удовлетворительно
- ▶ [0, 14] - неудовлетворительно

Для допуска к экзамену по курсу необходимо получить за задание не менее 15 баллов.

Дополнительное тестирование

Независимо от полученной оценки за задание, Ваше решение также будет протестировано на наборах данных `test2` и `test3`, на основе чего будет вычисляться рейтинговая оценка модели:

$$score = 0.3 ACC(test2) + 0.7 BACC(test3).$$

На основе чего будет формироваться рейтинговая таблица моделей.

Авторы 3 моделей с лучшим рейтингом получают приятный бонус: +1 балл к итоговой оценке на экзамене.



Правила сдачи задания

Для сдачи задания необходимо прислать личным сообщением в MS Teams ссылку на github репозиторий (если сделали приватный, тогда пригласите @xubiker) в котором должны находиться:

1. Ноутбук Google Colab с решением;
 2. Pdf распечатка ноутбука с выполненными ячейками, результатами, графиками и т.п.;
 3. README.md с кратким описанием результатов и списком выполненных пунктов;
-
- ❖ (!) Все реализованные опции должны быть помечены в коде метками #LBL1, #LBL2, и т.д. с текстовой расшифровкой в README.md;
 - ❖ Любые дополнительные используемые файлы и директории (например, директория с изображениями, полученными в результате тестирования) должны быть также упомянуты в README.md;

Правила сдачи задания

- ▶ Все необходимые для выполнения задания файлы находятся в директории «Практическое задание № 1» в канале спецкурса в MS Teams.
- ▶ Вопросы по заданию можно задавать в закрепленной беседе в канале спецкурса в MS Teams.
- ▶ Совместное выполнение данного задания не допускается.



Крайний срок сдачи задания: 9 февраля 2021.

Далее в курсе

Лекция №8:

- ▶ перенос обучения и дообучение;
- ▶ свёрточные нейронные сети для сегментации и детекции изображений;

Лекция №9:

- ▶ рекуррентные нейронные сети. ResNet, DenseNet;
- ▶ программирование и использование нейронных сетей на примере TensorFlow 2;

Информация

Лекции данного курса доступны по ссылке:

https://cutt.ly/mmip_nn_fall2020

По вопросам можете обращаться:

khvostikov@cs.msu.ru





Вопросы?