

### (Слайд 1) Титульник

Добрый день, уважаемые члены комиссии, меня зовут Поздняков Артемий Анатольевич и я хочу представить выпускную квалификационную работу бакалавра на тему "Сравнение методов сжатия атрибутов облаков точек". Научным руководителем данной работы является Федоров Станислав Алексеевич.

### (Слайд 2) Актуальность

Растущая популярность технологий компьютерного зрения и расширенной реальности влечёт за собой потребность в способах компактного хранения и передачи облаков точек. В настоящее время появляется большое количество кодеков, предназначенных для сжатия облаков точек и их атрибутов (РСС-кодеков), что делает актуальной задачей разработку программы для оценки работы РСС-кодеков. Подобная программа может быть использована исследователями для подсчёта метрик разрабатываемых ими кодеков.

### (Слайд 3) Цели и задачи

**Цель работы** - разработка подхода к сравнению методов сжатия атрибутов облаков точек. В рамках данной работы необходимо решить следующие задачи:

- Проанализировать системы оценки качества сжатия облаков точек
- Изучить релевантные метрики, отображающие эффективность и качество сжатия атрибутов облаков точек
- Разработать программу подсчёта метрик
- Получить метрики для отобранных РСС-кодеков
- Проанализировать результаты работы

### (Слайд 4) Оценка качества сжатия

Сравнение кодеков будет осуществляться следующим образом: возьмем некоторое контрольное облако точек, осуществим его компрессию и декомпрессию с помощью некоторого кодека  $C$ , полученное в результате декомпрессии облако точек назовём реконструированным облаком точек. Показателем качества сжатия данного облака точек, то есть качественной оценкой работы кодека, будут являться значения отобранных метрик для пары оригинальное и реконструированное облако.

### (Слайд 5) Сравнение альтернативных решений

Среди существующих решений, предназначенных для данной задачи, можно отметить системы оценки `mpeg_pcc_dmetric` от MPEG и `geo_dist` от авторов кодека `GeoCNNv1`.

На слайде приведены характеристики данных систем оценки. Здесь, под полнотой метрик подразумевается возможность подсчёта среднеквадратичной ошибки, отношения пикового сигнала к шуму, а также значения данных метрик, проецированные вдоль нормалей точек (нормаль точки - нормаль к плоскости, на которой лежит точка). Что касается открытости исходного кода, решение от MPEG предоставляется лишь исследователям по специальному запросу, а программа `geo_dist` опубликована на Github, но не обладает лицензией, что формально не даёт возможности данный код использовать.

### (Слайд 6) Требования

- Возможность вычисления стандартных метрик искажения геом. структуры (MSE и PSNR, метрика Хаусдорфа) геометрической структуры;
- Возможность вычисления проецированных значений отклонения;
- Возможность вычисления искажения цветов в цветовых схемах RGB и Y'CbCr;

- Использование архитектуры, допускающей дальнейшее расширение приложения;
- Наличие тестов;
- Использование лицензии MIT;

#### **(Слайд 7) Архитектура разрабатываемого решения**

Для реализации данного проекта использовался язык Python. Диаграмма классов разработанного приложения приведена на слайде.

#### **(Слайд 8) Алгоритм внедрения зависимостей**

На слайде приведен алгоритм внедрения зависимостей, позволяющий избежать повторного вычисления уже вычисленных метрик. Данный алгоритм реализован в методе `recursive_calculate` класса `MetricCalculator`.

#### **(Слайд 9) Консольное приложение (help)**

Разработанное решение представляет собой консольное приложение. Help-сообщение программы и входные параметры приведены на слайде. По умолчанию программа выводит MSE и PSNR для координат точек, а также для цветов в цветовой схеме RGB, клиент дополнительно может указать программе вычислить метрику Хаусдорфа, значения метрик, проецированные вдоль нормалей (для MSE, PSNR координат и метрики Хаусдорфа), а также указать цветовую схему, в которой должно вычисляться искажение цветов. Дополнительно поддерживается вывод в формате CSV, что может быть использовано при машинной обработке результатов.

#### **(Слайд 10) Консольное приложение (вывод)**

Пример работы программы приведен на слайде, здесь отображены значения MSE и PSNR для координат и цветов, а также минимальное и минимальное расстояние между парами точек в оригинальном и реконструированном облаке.

#### **(Слайд 11) Детали реализации**

На слайде приведена информация об используемых библиотеках, тестировании и CI/CD.

#### **(Слайд 12) Введение про PCCArena**

Разработанное решение было внедрено в платформу PCCArena. PCCArena представляет собой систему бенчмаркинга PCC-кодексов. Данная система использует `mpeg_pcc_dmetric` для вычисления математически-обоснованные метрик (MSE, PSNR, и т.д.).

#### **(Слайд 13) Архитектура PCCArena**

Архитектура PCCArena приведена на слайде. Для внедрения разработанного решения в данную систему были внесены изменения в класс `PointBasedMetrics`.

#### **(Слайд 14) Описание проведенных экспериментов**

С помощью модифицированной системы PCCArena была произведена оценка кодексов TMC13 и Draco, использовался датасет ShapeNet. Для каждой метрики строится зависимость от битрейта - количества бит, затраченных на кодирование одной точки.

#### **(Слайд 15) Результаты для расстояния Чамфера**

На данном слайде приведена зависимость расстояния Чамфера от битрейта, а также зависимость соответствующего значения PSNR. Расстояние Чамфера считается так же как MSE, это просто другое название. За пиковое значение сигнала берется максимальное расстояние между всеми парами точек в оригинальном и реконструированном облаке.

### **(Слайд 16) Результаты для метрики Хаусдорфа и нормалей**

На данном слайде приведена зависимость метрики Хаусдорфа от битрейта, а также зависимость проецированной метрики Хаусдорфа.

### **(Слайд 17) Результаты для цветов**

На данном слайде приведена зависимость  $Y'$ -PSNR от битрейта.  $Y'$ -PSNR - это PSNR для компоненты  $Y'$  цветовой схемы  $Y'CbCr$ . По приведенным графикам видно, что Draco лишь иногда показывает меньшую ошибку при большом битрейте. Для TMC13 точки расположены более кучно вдоль одной кривой, что показывает большую стабильность данного кодека. Можно сказать, что в среднем TMC13 всегда показывает меньшую ошибку, чем Draco.

### **(Слайд 18) Выводы и дальнейшие шаги**

В данной работе был проведён анализ существующих систем оценки методов сжатия облаков точек и их атрибутов. Разработана программа для оценки качества облака точек при наличии оригинального облака точек. Произведён сравнительный анализ кодеков Draco и TMC13. Полученные данные позволяют судить о качестве сжатия облаков точек данными кодеками при различной степени сжатия. Разработанное решение упростит оценку методов сжатия атрибутов облаков точек и может быть полезным исследователям, ведущим разработки в данной области.

В рамках дальнейшей работы в программу могут быть добавлены метрики, учитывающие более высокоуровневые признаки облаков точек и дающие более подробную оценку качества их сжатия.

## **Extra**

Метрика - мера, значение, полученное в результате измерения.

Метрика - ф-я, удовл. аксиомам тождества, симметричности и нер-ву треугольника.

SISIM: statistical information similarity-based point cloud quality assessment