

## 36. Создание мультимодальной модели, работающей с аудио-данными, на базе малых языковых моделей

---

Бородин Кирилл, Каримов Эльвир, Мальцева Ирина, Неминова Екатерина

### Введение

В последние годы мультимодальные системы, интегрирующие различные типы данных, такие как текст и изображения, активно развиваются. Однако область, в которой используются текст и аудио, развивается медленнее, несмотря на значительный потенциал в приложениях таких систем. В данном проекте рассматривается разработка мультимодальной модели, способной обрабатывать аудио и текстовые данные.

### Цели и задачи

Основная цель проекта — создать мультимодальную модель на базе малых языковых моделей для обработки текстовых и аудио данных. Модель должна выполнять инструкции в текстовом виде используя анализ аудио данных.

Для выполнения проекта поставлен ряд задач:

- Определение мультимодальной задачи, включающей аудио и текст, для создания обучающих инструкций
- Выбор подходящего датасета
- Выбор подходящей архитектуры и фреймворка для разработки
- Выбор модели кодировщика аудио данных

- Выбор LLM
- Выбор адаптера для аудио эмбеддингов
- Обучение адаптера, настройка модели и сравнение с существующими подходами (Qwen-Audio)

## Методология

В данном проекте производилась адаптация мультимодальных методов, первоначально разработанных для работы с изображениями и текстом, для использования в аудио-текстовой обработке. Это включало создание и реализацию специализированных компонентов для внедрения аудио эмбеддингов в рамках фреймворка TinyLlava. На первом этапе проекта акцент был сделан на обучении адаптера с использованием новых аудио данных, чтобы упростить задачу.

Фреймворк TinyLlava, содержащий элементы для интеграции изображений и текста, был выбран в качестве основы проекта и адаптирован для нужд аудио обработки. В качестве генерирующей модели использовалась LLM Microsoft-Phi2. Ниже представлены датасеты и модели, выбранные для экспериментов в проекте.

## Датасеты

1. LibriSpeech - датасет для задачи распознавания речи из аудиокниг. Длина аудио - до 32 секунд
2. Clotho - датасет для задачи audio captioning. Размер датасета - около 12 тысяч элементов, длина аудио - до 30 секунд.

## Модели энкодеры аудио данных

1. XEUS - многоязычный энкодер речи, охватывает более 4000 языков и обучен на основе более чем 1 миллиона часов речи из публично доступных датасетов
2. LanguageBind - мультимодальный энкодер, обучался на 10 миллионов данных, включая видео, данные о глубине, аудио и соответствующие языковые аннотации

## Результаты

- Разработаны и адаптированы компоненты для интеграции аудио модальности в фреймворк TinyLlava
- Проведено обучение MLP адаптеров (на нескольких итерациях - в виду ограничений по ресурсам)

В рамках первого эксперимента рассматривалась задача распознавания речи, был создан эксперимент по обучению адаптера для энкодера XEUS в течении 700 итераций (рисунок 1). Однако обученные эмбединги не показали улучшений в решении поставленной задачи. Результаты генерации модели после обучения представлены на рисунке 2. На тренировочных данных результаты генерации модели не интерпретируемы.

Для оценки качества использовалась метрика Word Error Rate (WER). Результат лучшего эксперимента представлен в таблице 0.1.

Model	Word Error Rate ↓
Qwen-Audio [1]	1.8
Ours	2.7

Таблица 0.1: WER для MLP адаптера и энкодера XEUS

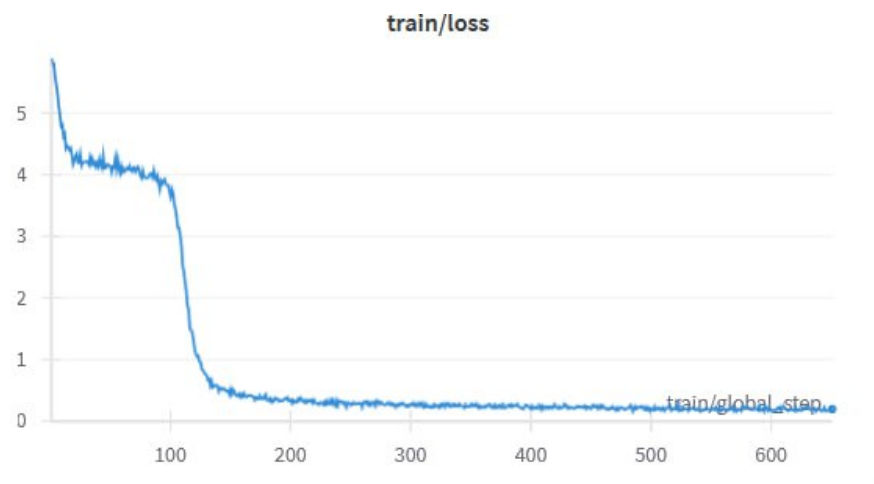


Рис. 1: Train loss для адаптера с XEUS

Input: 'or any painful job so full of pleasures as  
the task of conducting a newspaper column the'

Output: 'and so on.'

Рис. 2: Выход модели при использовании энкодера XEUS

В рамках второго эксперимента рассматривалась задача audio captioning, был создан эксперимент по обучению адаптера для энкодера LanguageBind в течении 500 итераций (рисунок 3). Однако обученные эмбединги также не показали улучшений в решении поставленной задачи (рисунок 4).

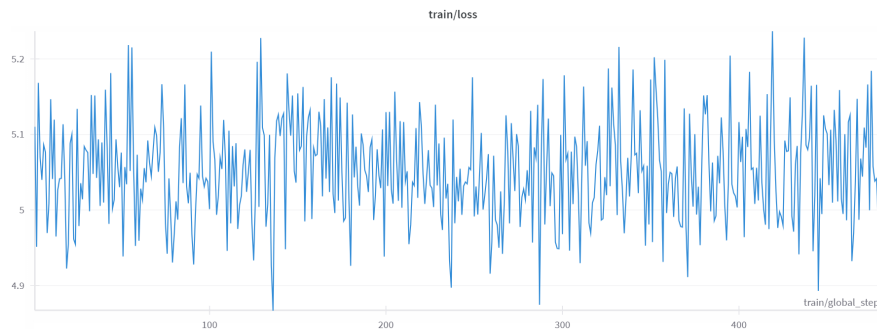


Рис. 3: Train loss для адаптера с LanguageBind

Input: 'Several barnyard animals mooing in a barn while it rains outside.'

Output: "

Рис. 4: Выход модели при использовании энкодера LanguageBind

## Заключение

Проект демонстрирует потенциал развития мультимодальных моделей с аудио и текстовыми модальностями, однако подчеркивает сложность задачи и необходимость дальнейших исследований и оптимизации подходов к обучению. В дальнейшем планируется продолжение экспериментов с различными конфигурациями энкодеров и улучшение качества результатов путем увеличения набора данных для обучения и вычислений.

## Список литературы

- [1] Yunfei Chu, Jin Xu, Xiaohuan Zhou, Qian Yang, Shiliang Zhang, Zhijie Yan, Chang Zhou, and Jingren Zhou. Qwen-audio: Advancing universal audio understanding via unified large-scale audio-language models. arXiv preprint arXiv:2311.07919, 2023.