

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ГРИ НА ГІТАРІ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто підходи до створення мобільної системи навчання гри на музичних інструментах з використанням технологій машинного навчання. Обґрунтовано вибір архітектурного патерну The Composable Architecture (TCA) для управління станом застосунку в реальному часі. Описано реалізацію модуля розпізнавання аудіосигналу на базі фреймворку Core ML та стратегії обчислень Edge AI для забезпечення мінімальної затримки.

Ключові слова: iOS, Swift, The Composable Architecture, Core ML, SoundAnalysis, цифрова обробка сигналів, машинне навчання.

Abstract

The paper examines approaches to creating a mobile learning system for musical instruments using machine learning technologies. The choice of The Composable Architecture (TCA) pattern for real-time application state management is justified. The implementation of the audio signal recognition module based on the Core ML framework and Edge AI computing strategy to ensure minimum latency is described.

Keywords: iOS, Swift, The Composable Architecture, Core ML, SoundAnalysis, digital signal processing, machine learning.

Вступ

Сучасна сфера музичної освіти стрімко трансформується під впливом мобільних технологій. Традиційні методи самостійного навчання часто є малоефективними через відсутність об'єктивного зворотного зв'язку, що призводить до закріплення помилок у техніці гри. Існуючі програмні рішення переважно базуються на статичних алгоритмах і не здатні адаптуватися до індивідуального стилю виконавця. Актуальним завданням є розробка інтелектуальної системи, здатної аналізувати гру користувача в реальному часі та надавати персоналізовані рекомендації.

Основна частина

Ключовою технічною вимогою до систем музичного аналізу є мінімізація затримки (Low Latency) між видобуванням звуку та реакцією інтерфейсу. Для вирішення цієї задачі було обрано стратегію нативної розробки для платформи iOS з використанням мови **Swift**. На відміну від кросплатформних рішень, нативний підхід надає прямий доступ до апаратних прискорювачів, таких як Apple Neural Engine.

Основу розробленої інформаційної технології становить модуль штучного інтелекту, реалізований за допомогою фреймворку **Core ML**. Використання концепції **Edge AI** (обчислення на пристрої) дозволяє виконувати інференс нейронної мережі локально, без передачі аудіоданих на сервер. Це вирішує дві критичні проблеми: забезпечення конфіденційності даних користувача та усунення залежності від якості інтернет-з'єднання. Для попередньої обробки аудіосигналу використано фреймворк **SoundAnalysis**, який перетворює потік PCM-буферів у спектрограми, придатні для аналізу класифікатором.

З точки зору програмної інженерії, особливу складність становить управління станом застосунку, де одночасно відбуваються асинхронні процеси запису звуку, обробки ML-моделлю та оновлення UI. Для вирішення цієї проблеми застосовано архітектурний патерн **The Composable Architecture (TCA)**. Переваги використання TCA у даному проекті:

1. **Передбачуваність стану:** Односпрямований потік даних (Unidirectional Data Flow) гарантує, що інтерфейс завжди відображає актуальний стан системи.
2. **Ізоляція побічних ефектів:** Взаємодія з мікрофоном та Core ML винесена в окремі залежності (Dependencies), що спрощує тестування бізнес-логіки.
3. **Модульність:** Система легко масштабується шляхом додавання нових функціональних блоків (наприклад, модуля тюнера або метронома) без порушення цілісності існуючого коду.

Графічний інтерфейс реалізовано за допомогою декларативного фреймворку **SwiftUI**, що забезпечує високу реактивність візуалізації результатів аналізу.

Висновки

Запропонований підхід до побудови системи на базі стеку Swift + TCA + Core ML дозволив створити ефективний інструмент для навчання грі на гітарі. Реалізація обчислень на пристрої (On-device) забезпечила високу швидкодію системи, а використання сучасної архітектури гарантує надійність та можливість подальшого розширення функціоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Point-Free. The Composable Architecture [Електронний ресурс]. – GitHub. – Режим доступу: <https://github.com/pointfreeco/swift-composable-architecture>
2. Apple Developer Documentation. Core ML Framework [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developer.apple.com/documentation/coreml>
3. Apple Developer Documentation. SoundAnalysis Framework [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developer.apple.com/documentation/soundanalysis>

4. Müller, M. Fundamentals of Music Processing: Audio, Analysis, Algorithms, Applications. – Springer, 2015. – 483 p.
5. Apple Inc. The Swift Programming Language (5.10) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.swift.org/swift-book/>

Відомості про авторів

Кмитюк Дмитро Сергійович – студент групи ІКН-24м, кафедра комп’ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Гармаш Володимир Володимирович – PhD, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.