

Використання технологій аналізу та синтезу музичних звуків для розробки музичного синтезатора

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглядаються технології аналізу та синтезу музичних звуків, а також способи їх застосування в рамках музичного синтезатора.

Ключові слова: мобільний додаток, музичний синтезатор, синтез музичних звуків, OpenGL ES, аналіз музичних звуків, спектрограма, розпізнавання музики.

Abstract

Technologies for analysis and synthesis of musical sounds are considered. Also described the way how these technologies can be applied to developed musical synthesizer.

Keywords: mobile application, musical synthesizer, musical sounds synthesis, OpenGL ES, musical sounds analysis, spectrogram, music recognition.

Вступ

Сьогодні існує велика кількість додатків для створення музики, проте вони потребують досить глибоких знань теорії. Якщо користувач має бажання “відцифрувати” мелодію, яку щойно вигдав, буде складно знайти простий у використанні інструмент, який дозволить швидко перетворити награну голосом мелодію у музичну послідовність у цифровому форматі, що буде відіграна за допомогою вказаного музичного інструменту. Розроблюваний додаток вирішує дану проблему, а також дозволяє редагувати та доповнювати щойно створену мелодію для досягнення бажаного результату.

Метою розробки є процес перетворення вхідної звукової інформації в музичну послідовність в цифровому форматі.

Об’єктом дослідження постають технології синтезу та аналізу музичних звуків та їх можливості для створення музичного синтезатору.

Предметом дослідження є засоби автоматизованого програмного синтезу вхідної мелодії.

Головною задачею є розробка програмного продукту з використанням технологій синтезу та аналізу музичних звуків.

Результати дослідження

На даний момент, існують продукти, які вирішують проблему створення та розпізнавання музики, серед яких:

- Shazam;
- Google Sound Search;
- Яндекс.Музика;
- FL Studio;
- Music Maker Jam.

Проте наведеним ресурсам притаманна низка обмежень та недоліків:

- необхідність глибокого знання музичної теорії;
- необхідність знання специфіки роботи музичних секвенсорів та практики їх використання;
- додатки для розпізнавання музики працюють лише з існуючими музичними творами і не дозволяють створювати власні музичні послідовності;

- зазвичай, рішення для створення музики та її розпізнавання існують окремо, проте важко знайти додаток, який би поєднував дані технології для зручного створення власних музичних композицій.

Розроблюваний додаток призначений для швидкого та інтуїтивного створення музики без глибоких знань теорії. Додаток розроблюється на базі операційної системи Android, що забезпечить його мобільність та можливість використовувати незалежно від місця та часу.

Процес створення музичних послідовностей матиме вигляд, схожий до більшості музичних секвенсорів. Проте, основною з особливостей даного проекту є можливість награти бажану мелодію голосом у мікрофон, після чого, вона буде інтерпретована додатком в певну нотну послідовність. Така послідовність у подальшому може бути відредагована користувачем та відіграна будь-яким з доступних музичних інструментів. Даний процес може бути виконаний декілька разів задля створення паралельних нотних послідовностей, які будуть інтерпретовані різними музичними інструментами, що дозволить створювати багатоголосі твори.

Схема роботи додатку наведена на рисунку 1.

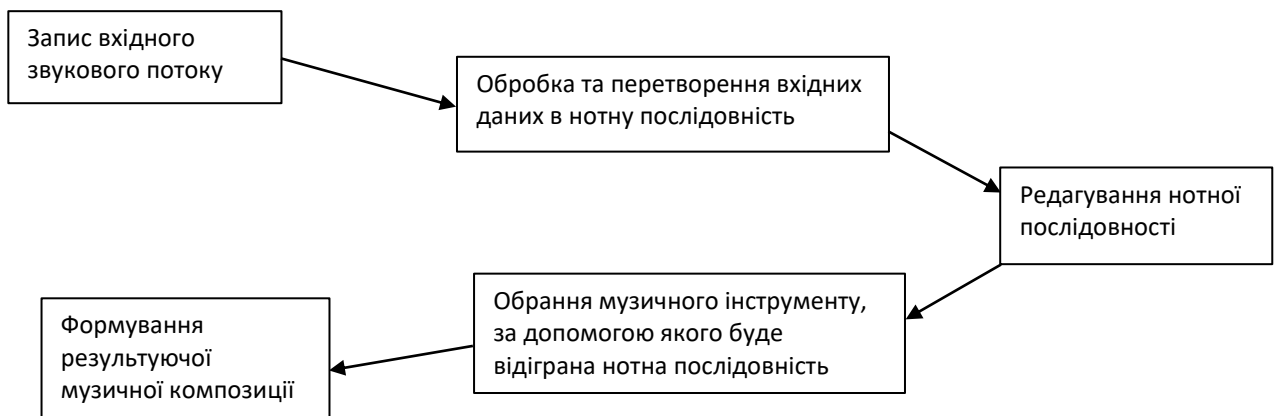


Рисунок 1 – Схема роботи музичного синтезатора

Для забезпечення вищевказаного функціоналу додаток повинен містити два основних модулі, а саме: модуль синтезу музичних звуків та модуль аналізу вхідного музичного потоку та його перетворення у зручний формат для відтворення і редагування.

Оскільки додаток, у першу чергу, є музичним синтезатором, то модуль синтезу музичних звуків відповідатиме за генерування звучання музичних інструментів. Даний модуль забезпечує режим створення та редагування мелодій за допомогою інтерфейсу додатку. Він матиме вигляд робочої області секвенсорів та являтиме собою двовимірний простір, у якому шкала OX є часовою шкалою, а OY відповідає за висоту нот. Таким чином, при розміщенні позначки в певній області робочого простору в конкретний момент часу буде відіграна певна нота, що відповідатиме положенню даної позначки.

Синтез музичних звуків відбуватиметься на основі технології OpenSL ES – багатоплатформного прикладного програмного інтерфейсу для роботи зі звуком для вбудованих систем – смартфонів, планшетних комп’ютерів, гральних консолей тощо. Дана технологія надає можливість відтворення і запису звуку, відтворення об’ємного звучання, налаштування музичних ефектів, підтримки інтерактивної музики і рингтонів тощо.

Об’єктна модель OpenSL ES базується на програмному інтерфейсі OpenMax, який надає рівень абстракції для уніфікації процесу роботи з аудіо, відео та фото форматами [1]. Пакет розробки Native Development Kit (NDK) для операційної системи Android включає адаптовану реалізацію даного інтерфейсу та призначений для розробки цифрових робочих аудіостанцій (DAW), синтезаторів, драм-машин, а також створення аудіо ефектів [2].

Окрім створення музичних послідовностей у ручному режимі, існує модуль аналізу та розпізнавання вхідного музичного потоку для його відображення в цифровому вигляді. В такому випадку користувачу не потрібно створювати музичну послідовність з самого початку в ручному режимі, оскільки даний модуль дозволяє проаналізувати мелодію, награну голосом в мікрофон, та перетворити її в нотну послідовність. За допомогою даного режиму можна швидко створити “скелет” музичної послідовності, а далі редагувати та доповнювати його за допомогою відповідно обраного режиму.

Оскільки розроблюваний додаток базується на мобільній платформі, він може використовуватись в якості інструменту для створення нотаток. Користувач може одразу ж записати бажану мелодію та зберегти результат для подальшого редагування.

Сучасні додатки для розпізнавання та порівняння музики використовують метод нестроого порівняння спектрограм, тобто зображень, що показують залежність спектральної густини сигналу від часу. Спектральна густина – функція, що описує розподіл потужності сигналу в залежності від частоти, тобто потужність, що приходиться на одиничний інтервал частоти [3]. Кожен аудіофайл зберігається на сервері у вигляді відбитку, спектрограми і при аналізі вхідного треку відбувається їх порівняння задля знаходження найбільш релевантного результату. Порівняння повних спектрограм погіршує продуктивність роботи програми, адже необхідно проводити обробку декількох мегабайт нестиснених даних.

Наявність сторонніх шумів також негативно відображується на ефективності роботи алгоритму [4]. Проте, при відтворенні музичних доріжок з різного роду шумами найкраще зберігаються піки спектрограми, наприклад, точки локального максимуму амплітуди. В результаті зі спектрограм отримуються “сузір’я” з такими піками [4]. Тому при пошуку результату для запитуваного відрізка мелодії необхідно знайти в базі даних відповідний трек, в якому співпадіння піків спектрограм виявилось найбільшим [5].

Після дискретизації звукових сигналів та використання алгоритмів аналізу їх спектрограм відбувається співставлення отриманого результату з нотами задля розміщення відповідних позначок в робочому просторі режиму створення музичних послідовностей.

Висновки

Таким чином, було розглянуто методи синтезу та аналізу музичних звуків та необхідність їх використання при розробці музичного синтезатору. Розроблюваний додаток дозволяє спростити процес створення музичних композицій за допомогою аналізу вхідних звукових потоків та їх перетворення в нотні послідовності. Такі послідовності можуть бути відіграні за допомогою обраних музичних інструментів, тому процес створення музичних композицій може стати досить зручним та інтуїтивним для користувача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. An Overview of the Khronos Application-level Multimedia API [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: https://www.khronos.org/assets/uploads/developers/library/overview/openmax-opensl-es_overview.pdf
2. High-Performance Audio [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://developer.android.com/ndk/guides/audio/index.html>
3. Спектрограма [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0>
4. An Industrial-Strength Audio Search Algorithm [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <http://www.ee.columbia.edu/~dpwe/papers/Wang03-shazam.pdf>
5. Как Яндекс распознаёт музыку с микрофона [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://habrahabr.ru/company/yandex/blog/181219/>

Ставицький Павло Валерійович, студент групи ІПі-136, факультет інформаційних технологій та комп’ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: morfly3000@gmail.com

Денисюк Алла Василівна, асистент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alladen@ua.fm

Науковий керівник: **Войтко Вікторія Володимирівна**, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dekanfki@i.ua

Pavlo Stavitskiy, student of group ІPI-13b, Faculty for Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morfly3000@gmail.com

Alla Denusiyyk, Assistant of Software Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: alladen@ua.fm
Supervisor: **Viktoriia Voitko**, Associate Professor of Software Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dekanfki@i.ua