

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет систем управління літальних апаратів

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
(тип кваліфікаційної роботи)

магістра

(освітній ступінь)

на тему «Генерація музики за музичними уподобаннями користувачів на основі
нейромережевих моделей»

XAI.302.366.24O.122. 203088 ПЗ

Виконав: здобувач 6 курсу групи № 366
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(код та найменування)

Освітня програма Комп'ютеризація
обробки інформації та управління

Громенко А.І.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: доц. каф. 302, к.т.н.

Малєєва Ю.А.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: Копп А.М.

(прізвище й ініціали)

Харків – 2024

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет систем управління літальних апаратів
 Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)
 Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
 (код та найменування)
 Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
 Освітня програма Комп'ютеризація обробки інформації та управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ФЕДОРОВИЧ

(підпис) (ім'я та прізвище)
 «08» листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Громенко Артему Ігоровичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Генерація музики за музичними уподобаннями користувачів на основі нейромережових моделей

керівник кваліфікаційної роботи Малєєва Ю.А., к.т.н., доц. каф. 302,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
 затверджені наказом Університету № 2050-уч. від «06» листопада 2024 року

2. Термін подання здобувачем кваліфікаційної роботи 15.12.2024

3. Вихідні дані до проекту (роботи) модель Magenta Score2Perf Music Transformer, датасети з файлами у форматі MIDI

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати аналіз особливостей та існуючих підходів до генерації музики за допомогою нейронних мереж; Дослідження нейромережових моделей для завдань генерації музики та вибір моделі для семплування; реалізація модулю обчислення стильової подібності; навчити нейронну мережу на підготовлених даних для генерації нових музичних композицій; провести експерименти для оцінки стильової відмінності музичних треків

5. Перелік графічного матеріалу автоматична генерація музики; мета та завдання дослідження; огляд підходів та методів представлення та генерації музики; огляд засобів для генерації музики; концептуальні положення та завдання захоплення стилю; схема використання моделі Magenta Score2Perf Music Transformer; методика використання моделі Magenta Score2Perf Music

Transformer; метрика стильової подібності; реалізація модулю обчислення стильової подібності; система генерації музики за списком треків; експерименти для оцінки стильової відмінності музичних треків; експерименти для оцінки стильової відмінності на датасеті класичних творів; експерименти для оцінки стильової відмінності на датасеті piano-e-competition; приклади генерації виконання композиції

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
з основної частини	Малєєва Ю.А. доц. каф. 302		
з спеціального розділу	Малєєва Ю.А. доц. каф. 302		
з економіки та управління	Малєєва Ю. А. доц. каф. 302		

Нормоконтроль _____ Олександр ПРОХОРОВ « ____ » _____ 20 ____ р.
(підпис) (імя та прізвище)

7. Дата видачі завдання « 06 » вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ДО ГЕНЕРАЦІЇ МУЗИКИ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	06.09 – 20.09	
2	КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ОПИС МОДЕЛІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ МУЗИКИ	21.09 – 28.09	
3	ПИТАННЯ ОЦІНКИ СТИЛЬОВОЇ ПОДІБНОСТІ МУЗИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙ	29.09 – 20.10	
4	РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ ГЕНЕРАЦІЇ МУЗИКИ	21.10 – 20.11	
5	ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	20.11 – 25.11	

Здобувач _____ Артем ГРОМЕНКО
(підпис) (імя та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Юлія МАЛЄЄВА
(підпис) (імя та прізвище)

УДК 004.8

РЕФЕРАТ

Генерація музики за музичними уподобаннями користувачів на основі нейромережевих моделей – Громенко Артем, кваліфікаційна робота магістра, Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», кількість сторінок, враховуючи додатки 71, кількість таблиць 14, кількість рисунків 28, кількість джерел літератури 16.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: генерація музики, нейронні мережі, персоналізація, музичні уподобання, глибоке навчання, штучний інтелект, нейромережеві моделі.

ЦІЛЬ: розробка програмного забезпечення нейромережевої генерації музики, що адаптується до музичних вподобань користувачів, з метою покращення персоналізованого музичного досвіду.

ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: процеси музичної генерації за допомогою нейронних мереж.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: моделі та засоби глибокого навчання для генерації музики, що адаптуються до музичних уподобань користувачів.

ЗАДАЧІ: аналіз особливостей та існуючих підходів до генерації музики за допомогою нейронних мереж; Дослідження нейромережевих моделей для завдань генерації музики та вибір моделі для семплювання; реалізація модулю обчислення стильової подібності; навчити нейронну мережу на підготовлених даних для генерації нових музичних композицій; провести експерименти для оцінки стильової відмінності музичних треків.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ: методи штучного інтелекту та машинного навчання, нейронні мережі, селективний семплінг.

ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ: розроблено нейромережеву модель, яка здатна генерувати музичні композиції, що відповідають уподобанням користувачів, а також протестовано її ефективність у персоналізації музики на основі історії прослуховувань.

UDC 004.8

ABSTRACT

Music generation based on user preferences using neural network models – Artem Hromenko, Master Thesis, Kharkiv, National Aerospace University “KhAI”, amount of pages 71, amount of tables 14, amount of figures 28, amount of literature’s sources 16.

KEYWORDS: music generation, neural networks, personalization, musical preferences, deep learning, artificial intelligence, neural network models.

PURPOSE OF RESEARCH: development of neural network music generation software adapted to music preferences of users in order to improve personalized music experience.

OBJECT OF RESEARCH: musical generation processes using neural networks.

SUBJECT OF RESEARCH: models and deep learning tools for generating music that adapts to users' musical preferences.

TASKS: analysis of features and existing approaches to music generation using neural networks; Study of neural network models for music generation tasks and model selection for sampling; implementing a style similarity calculation module; train a neural network on prepared data to generate new musical compositions; conduct experiments to assess the style difference of music tracks.

METHODS OF RESEARCH: artificial intelligence and machine learning methods, neural networks, selective sampling.

RESULTS: neural network model has been developed, which is capable of generating musical compositions corresponding to user preferences, and its effectiveness in personalizing music based on listening history has been tested.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ДО ГЕНЕРАЦІЇ МУЗИКИ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.....	10
1.1 Завдання генерації музики.....	10
1.2 Основні поняття музичної теорії.....	11
1.3 Огляд підходів та методів генерації музики.....	13
1.4 Огляд засобів для генерації музики.....	17
Висновки за розділом.....	20
2 КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ОПИС МОДЕЛІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ МУЗИКИ	21
2.1 Концептуальні положення та завдання захоплення стилю	21
2.2 Архітектура трансформерів та серіалізація музичних даних	22
2.3 Модель Magenta Score2Perf	24
2.4 Методика використання моделі.....	25
Висновки за розділом.....	27
3 ПИТАННЯ ОЦІНКИ СТИЛЬОВОЇ ПОДІБНОСТІ МУЗИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙ	29
3.1 Метрики стильової подібності.....	29
3.1 Реалізація модулю обчислення стильової подібності.....	33
Висновки за розділом.....	36
4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ ГЕНЕРАЦІЇ МУЗИКИ.....	37
4.1 Структура інтелектуальної системи	37
4.2 Експерименти для оцінки стильової відмінності музичних треків	39
4.4 Експерименти для оцінки стильового розподілу семплів Music Transformer	43
Висновки за розділом.....	50
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	51
5.1 Мета розділу	51
5.2 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (перший варіант)	52

5.3 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (другий варіант)	56
Висновки за розділом.....	60
ВИСНОВКИ.....	51
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	62
ДОДАТОК А. Графічні матеріали	64

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

Автоматична генерація музики – важливе завдання в галузі генерації контенту та отримало останнім часом велику популярність у зв'язку з бурхливим розвитком генеративного штучного інтелекту. Це завдання полягає у генерації музичних треків, які схожі на створені композиторами-людьми та звучать «природно». Алгоритми і моделі, що генерують музику, знаходять своє застосування у композиторів і звукорежисерів, які використовують їх як допоміжне програмне забезпечення для створення мелодій, акомпанементу, партії барабанів та інших музичних елементів.

Часто додатковою вимогою до моделі генерації музики, крім природного звучання згенерованих треків, є врахування певного контексту твору. До такого контексту можуть належати, наприклад, музичні показники, такі як темп, тональність, жанр. Крім того, контекстом можуть бути мелодія, до якої потрібно згенерувати акомпанемент, відео, для якого потрібно створити музичний супровід або навіть текстовий промпт (повідомлення), що описує бажану композицію. У цій роботі у ролі контексту виступають музичні треки, завантажені в систему, а завдання полягає в генерації композицій, схожих на них з погляду стилю чи музичного сприйняття.

Мета дослідження – розробка програмного забезпечення нейромережевої генерації музики, що адаптується до музичних вподобань користувачів, з метою покращення персоналізованого музичного досвіду.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні **завдання**:

1. Аналіз особливостей та існуючих підходів до генерації музики за допомогою нейронних мереж.
2. Аналіз нейромережевих моделей для завдань генерації музики та вибір моделі для семплування.
3. Реалізація модулю обчислення стильової подібності.
4. Навчити нейронну мережу на підготовлених даних для генерації нових музичних композицій.
5. Провести експерименти для оцінки стильової відмінності музичних треків.

Об'єкт дослідження – процеси музичної генерації за допомогою нейронних мереж.

Предмет дослідження – моделі та засоби глибокого навчання для генерації музики, що адаптуються до музичних уподобань користувачів.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено нейромережеву модель, яка здатна генерувати музичні композиції, що

відповідають уподобанням користувачів, а також протестовано її ефективність у персоналізації музики на основі історії прослуховувань.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 5 розділів, висновків, додатків та переліку посилань. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 71 сторінку, в тому числі: 28 рисунків; 14 таблиць; 1 додаток на 8 сторінках; перелік посилань з 16 найменувань на 2 сторінках.