

AI 음악생성기(Music Generator)의 음악작품 분석 및 음악교육적 시사점 고찰

Analysis of the Music Works by an AI Music Generator and Consideration of Its Music Educational Implications

박은비*

Eunbi Park

초록 이 연구의 목적은 AI 음악생성기가 만든 음악 작품을 분석하고, 음악 교육적 시사점을 고찰하는 것이다. 연구 대상으로는 AI 전문가들이 추천한 대중적 음악생성기 중에서 자동으로 음악을 생성하고, 다양한 성부를 가지며, 입력값의 내용이 음악 요소를 포함하고 있다는 3가지 조건을 동시에 만족하는 4개의 음악생성기를 선정하고, 각각 3개씩 음악 작품을 만들어 이를 분석하였다. 작품 분석은 서양 음악 분석에서 전통적으로 활용해 온 요소 분석에 근거하였으며, 하위 분석 요소는 음악과 교육과정에 제시된 내용을 바탕으로 리듬, 가락, 화성, 형식의 4가지로 한정하였다. 이 연구의 결론을 정리하자면, 첫째, AI 음악생성기를 활용해 만든 음악 작품들은 다양한 리듬과 가락 요소를 활용하고 있지만, 화성과 형식적 측면에서 부분적으로 부조화가 나타나고 있다. 둘째, AI 음악생성기는 기계가 원하는 음악을 만들고 있으며, 사용자가 원하는 음악을 얻기 위해서는 사용자 자신의 음악적 역량이 요구된다. 셋째, AI 음악생성기를 활용하여 사용자가 원하는 음악을 얻기 위해서는 음악을 구성하는 요소나 개념에 대해 정확히 이해하고, 그것을 매체에서 구현할 수 있는 AI 음악 리터러시도 요구된다.

주제어: 음악교육, 창작교육, 인공지능, 음악생성기, 음악 분석, 음악 리터러시

Abstract The purpose of this study is to analyze music works created by an AI music generator, and to contemplate the educational implications of music. The four music generators that satisfy following three conditions were chosen as the subject of study: create music automatically, have the variety of voices, and input contents contain musical elements. Then three music works were created by each chosen generator and analyzed. The analysis of music was based on the elemental analysis that have been using traditionally in Western Music. The sub-analysis elements were selected based on the contents presented in the music curriculum, and those are rhythm, melody, harmony, and form. As a conclusion of the study, musical works created by an AI music generator utilize various rhythms and melodic elements, but there is partial mismatch in harmony and form. Another conclusion is that the AI music generator creates the music the machine wants, and the user's own musical capabilities are required to obtain the music the user wants. Lastly, an AI music generator demands the AI music literacy that accurately understand the elements and concepts to make music that can be implemented in a media.

Key words: music education, creative education, artificial intelligence, music generator, music analysis, music literacy

* Corresponding author, E-mail: composer11@hanmail.net

Instructor, Busan National University of Education, 24, Gyodae-ro, Yeonje-gu, Busan, Korea

Received: 30 November 2023, Reviewed (Revised): 31 December 2023 (9 January 2024), Accepted: 30 January 2024

© 2024 Korean Music Education Society.

I. 서론

대한민국은 2024년부터 전국민 AI 일상화에 돌입한다. 과학기술정보통신부(2023)는 대한민국 초거대 AI 도약 행사에서 2024년부터 9천억을 들여 일상생활 전반에 인공지능을 적용한다고 발표하였다. 정부가 발표한 AI 일상화 활용 분야는 복지, 건강, 보육·교육뿐 아니라 전문직, 농어민, 소상공인, 그리고 공공서비스와 국민 안전 행정업무까지 국민이 체감할 수 있는 분야 전반을 포괄한다. 이러한 정부의 노력은 2022년부터 본격화되었으며, 정부는 그해 9월, ‘대한민국 디지털 전략’을 시작으로 2023년 1월 ‘AI 일상화 및 산업 고도화 계획’과 4월, ‘초거대 AI 경쟁력 강화 방안’을 제안하였다.

미래학자, 레이 커즈와일(R. Kurzweil, 1948-)은 자신의 저서 ‘The Singularity is near’(특이점이 온다, 2005)에서 ‘2029년이 되면 인공지능은 사람과 똑같은 지능을 갖게 되며, 2045년이 되면 인공지능이 인류 전체의 지능을 초월하게 될 것’이라고 언급하였다(Kurzweil, 2005, p. 406). 이처럼 현시대를 살아가는 인류에게 ‘포스트 휴먼’인 AI와의 공존은 불가피하다. 이러한 변화에 따라 한국의 교육계를 비롯한 실제 학교 현장에서도 AI 일상화에 대응하기 위한 인공지능교육이 촉구되고 있다. 이미 2020년에는 교육부가 ‘AI 교육 기본계획’을 발표하여 ‘인공지능 시대, 교육정책 방향과 핵심과제’를 제안하였고, AI 기본소양과 AI에 대한 올바른 윤리와 가치관 확립을 위한 방안을 개발한 바 있다(Kim & Kim, 2023).

음악교육뿐 아니라 예술 계통의 각 분야에서도 현시대는 새로운 예술 운동의 정점이라는 주장이 확대되고 있다(Reben, 2022). 미술과 문학 그리고 음악의 영역에 이르기까지 생성형 인공지능(Generative Artificial Intelligence)은 범세계적으로 확장되고 있으며, 현재까지는 인간이 인공지능을 활용하고 있다는 점에서 AI로 만들어진 작품들은 그 예술의 창의성이 인정되고 있다. 실제로 미국 저작권청(USCO)은 인공지능 생성 작품에 사람의 창의성 요소가 개입된 경우, 그 저작권을 인정할 것이라고 밝혔다(남혁우, 2023). 2021년 1월, 한국에서도 결과를 예측하기 위해 대량의 데이터 세트에서 이상점과 패턴 및 상관관계들을 찾아내는 프로세스인 데이터마이닝(Data mining) 면책 규정을 포함한 저작권법 전면 개정안이 발의되었다. 더이상 인공지능을 배제하고는 시대가 요구하는 중요한 가치를 함양할 수 없으며, 현시대는 새로움과 익숙해짐의 가치가 상호조화를 이루어야 하는 시대이다(Kim, 2023, p. 32).

이와 같은 맥락에서 2022 개정 교육과정의 총론에서는 교육과정 구성의 중점으로 인공지능 기술 발전 및 디지털 전환에 따른 미래 사회의 불확실성에 능동적으로 대응할 수 있는 능력을 함양할 것을 언급하였다(Ministry Of Education, 2022). 2024년부터 시행되는 2022 개정 음악과 교육과정에서도 디지털이라는 단어를 명시하면서 AI를 비롯한 다양한 디지털 수업을 확대할 것을 강조하였다. 이미 실제 학교 현장에서는 AI 수업과 체험 활동

의 활성화, 그리고 관련 교육모델 확산을 위해 ‘음성에 반응하는 인공지능 화분 만들기’(제주 동초), ‘마이크로비트 코딩을 활용한 학교 재난 상황 알리미 메이커’(인천 송원초), ‘구글 카드보드를 활용한 AR/VR 체험’(전북 영만초) 등의 AI 융합 수업이 진행되고 있다(Son, 2022).

이처럼 수업 환경이 변화함에 따라 음악과 리터러시에 대한 연구도 꾸준히 진행되고 있다(Choi, 2017; Park, 2017; Oh, 2018; Shin, 2022; Yoon, 2020). 전통적으로는 글을 읽고 쓰는 능력을 말할 때 리터러시라고 설명하곤 했는데, 최근에는 리터러시 앞에 음악적, 디지털 등의 단어를 붙여 그 의미를 활용하고 있다. 음악과 리터러시에 관한 연구자들의 다양한 정의를 종합하면 “음악과 리터러시는 음악하기와 그 저장매체의 규칙과 원리를 이해하여 활용할 수 있고, 개개인의 독특한 관계 속에 존재하는 다양한 사회 환경과 상황에서의 음악문화 경험들을 음악성, 창의성, 음악의 역할과 가치에 대한 안목으로 그 본질을 관철하여 활용할 수 있는 능력”이다(Yoon, 2020, p. 6). 인공지능 시대를 맞닥뜨린 현시점에서 음악 수업에 활용되는 여러 AI 음악 리터러시는, AI 음악생성기를 이해하고, 이를 활용하여 음악을 만들며 즐기는 능력으로 설명할 수 있으며, 이러한 능력은 교육과정의 핵심 역량 중에서도 음악정보처리와 자기관리 역량을 담당하는 도구적 역량을 지원할 수 있다.

앞에서 정리한 AI 음악 리터러시는 생성형 인공지능 즉, 음악생성기를 활용하여 음악을 창작하는 과정을 통해 그 역량이 높아질 확률이 높다. 실제로 생성형 AI는 자연어 처리 모델을 사용하여 인간과 대화하고 다양한 작업을 수행할 수 있는 기능을 갖추고 있으며(Lee, 2023, p. 570), 특별히 음악 연구에서는 새로운 무언가를 만들어낸다는 점에서 작곡 및 작곡 프로그램들과 관련이 깊다. 이와 관련된 연구로는 ‘인공지능 작곡 프로그램 활용에 대한 한계점과 사용성 개선에 관한 연구’(Kang & Pan, 2022), ‘인공지능 기반 작곡 프로그램의 비교분석과 앞으로 나아가야 할 방향에 관하여’(Pack, 2023), ‘인공지능(AI)의 음악창작과 활용성에 관한 논의’(Ryu, 2023), 그리고 ‘인공지능의 음악 그리고 창의성’(Han & Lee, 2023) 등이 있다. 위의 연구 제목에서 드러난 바와 같이, 연구자들은 인공지능을 기반으로 한 작곡 프로그램들의 현황과 여러 프로그램들을 비교분석하고, 그 한계점과 나아가야 할 방향에 대해 제언하였다.

이들은 해당 기술 개발과 관련한 내용에서 음악과 인간의 예술성이 반영되지 못하는 프로그램들의 문제와 데이터베이스화되지 않는 사료들의 누락 등 다양한 각도에서 여러 시사점을 남겼다. 이들이 남긴 연구 결과에 따르면, 인공지능 작곡 프로그램의 활용에 있어 공통된 한계점은 첫째, 사용자가 인공지능 작곡 프로그램을 사용함에 있어 프로그램이 창작자가 의도하고자 하는 문맥을 분명히 파악하지 못하며, 둘째, 사용자가 음악적 결과물을 활용함에 있어 편집과 가공이 용이하지 못하다(Kang & Pan, 2022, p. 1). 이러한

문제점 아래 박은비와 양종모(Park & Yang, 2023)는 ‘인공지능(AI) 음악생성기(Music Generator)의 발달에 따른 음악창작교육의 지향’에서 전문가들이 추천하고 있는 음악생성기들 중 추천 수가 높은 10개의 AI를 선정하여 각각의 생성기가 요구하고 있는 입력값과 출력값의 형식을 분석하였다. 또, 음악과 교육과정과 인공지능 음악생성기의 창작이 요구하는 지식이나 기능을 비교 분석하였다.

이처럼 AI 음악생성기와 관련된 연구들은 꾸준히 계속되고 있다. 또한, AI 음악생성기는 실제 일부 교육현장에서 사용되고 있으며, 앞으로 더 많이 활용될 것으로 예상된다. 그러나 앞서 언급한 것처럼 이와 관련한 선행 연구들은 대부분 AI 음악생성기의 구조와 원리 이해(Park, 2023), 작동 방법 이해(Park & Yang, 2023), 학생들의 적용 방법 이해(Kang & Pan, 2022; Kim & Kim, 2023; Kim, 2015; Moon & Seung, 2022; Yun, 2021) 등 AI 자체에 대한 연구와 적용 방법에 대해 주목해왔다. 이러한 상황 속에서 AI 음악생성기가 만들어 내는 음악 작품에 대한 특징들은 “미적으로 한계가 있다”, “인간이 만든 악곡으로 보기 어렵다” 등 연구자 개인적 견해에 의한 결과들이 주장되었다. 그러나 AI 음악생성기를 학교 현장에서 활용하기 위해서는 AI 음악생성기가 만들어 낼 수 있는 음악은 어떤 특징을 가지고 있는지에 대한 이해가 우선되어야 할 것이다.

따라서 이 연구의 목적은, AI 음악생성기를 활용하여 생성한 음악 작품의 특징을 음악 요소별로 분석하고, 음악교육적 시사점을 고찰하는 것이다. 이는 AI 음악생성기를 음악 교육에 활용할 때, AI 음악생성기에 대한 이해를 돕기 위함이다. 연구 대상은 AI와 관련한 세계적인 잡지 기자, 엔지니어, 인공지능 작가 등 AI 음악생성기에 관한 리포트를 쓴 저술가들이 우수하다고 언급한 것 중에서 자동으로 음악을 생성하고, 다양한 성부를 가지며, 입력값의 내용이 음악 요소와 관련된 것을 포함하는 경우를 모두 포함하는 생성기 4개를 선정하였다. 이후 선정된 생성기 4개를 활용하여 각각 3개씩 작품을 만들고, 완성된 작품은 요소별로 분석한다. 음악 요소에 따른 분석은 음악과 교육과정에서 제시되고 있는 음악 요소의 7가지 중에서 4개의 음악생성기가 만들어 낸 음악이 공통적으로 표현하고 있는 요소인 리듬, 가락, 화성, 형식의 4가지로 한정한다. 분석을 통해 얻어지는 결과들은 음악창작 교육의 발전에 중요한 기반이 될 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

1. 인공지능(AI) 음악생성기(Music Generator)의 원리

AI 음악생성기(Music Generator)는 생성형 인공지능(Generative artificial intelligence)의 하

나로, 여기서 생성형 인공지능이란 어떤 새로운 내용을 결과물로 산출할 수 있는 능력을 갖춘 인공지능이다(Oh & Kim, 2023, p. 10). 생성형 인공지능이 산출해내는 다양한 결과물들은 문장이나, 그림, 음악 등 매우 다양하다. 이 인공지능은 딥러닝 알고리즘을 사용하고 있으며, 데이터의 패턴과 구조를 학습하여 유사한 특징을 가진 새로운 창작물을 만든다. 생성과 관련한 중요한 개념 중 하나인 프롬프트는 주어진 데이터와 학습 알고리즘을 활용하여 새로운 무언가를 만들어 낼 수 있는데 이는 자동으로 창작되거나 이전에 존재 하던 작품들을 모방하는 방식으로 전개된다.

AI 음악생성기의 알고리즘 모델에는 크게 세 가지 방식이 있다. 이는 첫째, 마르코프 연쇄(Marcov Models), 둘째, 진화 알고리즘(Evolutionary Algorithm), 셋째, 인공 신경망(Artificial Neural Network, ANN)이다. 먼저, 마르코프 연쇄는 러시아 수학자, 안드레이 안드레예비치 마르코프(Andrei Andreyevich Markov, 1856-1922)에 의해 연구된 것으로, 미래의 상태 변화가 현재 상태에 의해 결정되며 현재를 알면 과거의 변화와는 무관한 성질을 갖는 확률 과정이다(Kim, 2015, p. 6). 이러한 성질을 활용하여 다양한 음악들을 분석하게 되면, 작곡가들이 선택하여 변형된 여러 가지 수들을 파악할 수 있게 될 뿐 아니라 미래에 선택하게 될 음악적 요소들을 예측할 수 있게 된다. 이를 통해 작곡자, 또는 학습자의 음악적 선호도가 예측 가능해지면, 이 알고리즘은 규칙을 생성할 수 있다. 이는 AI 음악생성기에 사용되는 기본적인 알고리즘이다. 그러나 마르코프 연쇄가 알고리즘 작곡에 대한 좋은 대안을 설명하지 못하면서, 목적 없이 방황하는 이상한, 즉, 작품이 음악적이지 않다는 의견이 있다(Bae, 2021, p. 30).

두 번째 알고리즘은 진화 알고리즘이다. 진화 알고리즘은 자연 생태계의 자연선택(Natural selection)과 적자생존(Survival of the fittest)의 원리에 근거한 탐색 알고리즘이다(Jang, 2004, p. 4). 이 알고리즘은 유전학을 배경으로 하며, 음들의 수평, 혹은 수직적 집합인 음악에 적용하기 용이하다(Han & Lee, 2023, p. 3). 이 알고리즘의 가장 유명한 예증 하나는 하드웨어 이아무스가 계속 증가하고 있는 음악 주제와 요소들을 관리하는 프로젝트 멜로믹스다(Bae, 2021, p. 29). 이 시스템은 2010년 10월 15일 인간의 개입 없이 최초로 작곡한 것으로 알려졌으며, 오케스트라가 이 소프트웨어로 작곡한 음악을 지속적으로 연주하고 있다(J. D. Fernandez & F. Vico, 2013, p. 48).

마지막으로 인공 신경망은 사람의 뇌 작동 원리에서 영감을 받아 디자인된 기계 학습 알고리즘의 한 종류이다. 인공 신경망은 주로 데이터 처리와 패턴 인식 작업에 사용되며, 그 효과를 인정받아 딥러닝 분야와 함께 발전되었다. 인공 신경망의 주 작동 원리에는 뉴런 모델링, 계층 구조, 가중치 학습, 활성화 함수가 있다. 이를 바탕으로 한 다양한 예술 계통에서도 이미지 인식, 자연어 처리, 음성 인식 등과 같은 분야에 사용된다. 음악 생성을 위한 인공 신경망 중 일반적인 유형을 정리하면 아래의 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Algorithm model of AI music generator

	Technology	Detail
1	Recurrent neural networks, RNN	<ul style="list-style-type: none">• Sequential data processing and music generation• Temporal dependence modeling and music time series data• Creating the melody or rhythm of music
2	Long-short-term memory, LSTM	<ul style="list-style-type: none">• Long-term and short-term memory use• Capturing temporal dependencies• Learn and create long structures and patterns of music
3	Transformer	<ul style="list-style-type: none">• Ability to model and create various musical characteristics such as melody, harmony, and rhythm.
4	Generative adversarial network, GAN	<ul style="list-style-type: none">• Constructing a generator and discriminator• Distinguish between real music and fake music
5	Autoregressive model	<ul style="list-style-type: none">• Predict next data based on previously generated data• Use RNN, LSTM, or transformer models
6	Rule-based and symbolic music creation algorithm	<ul style="list-style-type: none">• Create music based on music theory and rules• Strictly control the structure, harmony, beat, scale, etc. of the music

위 <Table 1>에 제시된 내용 중 첫 번째 순환신경망(RNN)은 순차적인 데이터나 시계열 데이터를 모델링 하는데 특히 유용한 모델이다. 다음으로 제시된 LSTM은 장기 의존성 문제를 해결하기 위해 설계된 신경망으로서, 기본 RNN이 시간이 지남에 따라 기억해야 할 정보를 소실하거나 장기적인 의존성을 잘 학습하지 못하는 문제를 해결하기 위해 고안되었다. Transformer는 자연어 처리의 주된 모델로, 기존의 RNN, LSTM과는 다르게 순서 정보를 직접 처리하지 않고 입력 시퀀스의 각 위치에 대한 중요도를 계산하고 이를 사용하여 출력을 생성한다. 음악생성기를 제외하고, Transformer를 활용한 대표적인 예로는 OpenAI의 ‘GPT’가 있다. Autogressive Model은 시계열 데이터나 시퀀스 데이터의 현재 값이 이전 값들에 의존한다는 가정을 기반으로 한다. 이는 주로 확률 분포를 모델링하여 조건부 확률을 계산하고, 가장 가능성 있는 값을 선택한다. 마지막으로 제시된 Rule-based and symbolic music creation algorithm은 음악을 생성함에 있어 규칙과 기호를 기반으로 하며, 음악이론이나 작곡 규칙 및 음악적 기호에 대한 지식을 활용하여 음악을 생성한다. 즉, 조건부 규칙을 사용하여 특정 상황에 따라 규칙을 적용하고, 변수를 활용하여 다양한 음악적 요소를 조절한다.

위에 제시된 알고리즘에 따라 각각의 AI 음악생성기는 음악을 생성하는 일반적 단계를 거쳐 음악을 생성한다. 여기서 AI 음악생성기가 음악을 생성하는 일반적인 과정은 네 가지 단계로 구성된다. 먼저, AI 음악생성기는 대규모 음악 데이터베이스에서 음악

파일들을 수집하는데, 이 데이터는 다양한 장르와 스타일을 포함한다. 수집된 데이터는 기계 학습 모델이 이해할 수 있는 형식으로 다시 치환되며, 이 과정에는 음악을 숫자로 나타내거나 음악의 구조와 리듬, 선율, 화성 등을 추출하는 작업이 포함된다.

다음 단계에서는 AI 모델을 선택한다. 대부분 순환 신경망(RNN), 장단 메모리(LSTM), 변형자(Transformer)와 같은 딥러닝 모델이 사용된다. 선택된 모델은 학습 데이터를 사용하여 학습되며, 여기서 모델은 입력 데이터와 출력 데이터 간의 관계를 학습하고, 음악의 패턴과 구조 및 특징을 습득한다.

모델이 학습되고 난 후에는 본격적으로 음악 생성이 시작된다. 음악 생성은 일반적으로 특정 시작 지점인 한 지점에서부터 시작한다. 이때, 그 지점은 사용자가 모델에 입력하는 장르나 무드, 조표와 화성, 형식 등 음악 요소가 포함될 수도 있다. 이러한 내용을 토대로 AI 음악생성기는 다음에 생성할 음악을 예측하여 음악을 생성한다. 생성된 음악은 미디 형식이나 오디오 파일로 출력될 수 있으며, 몇몇 음악생성기는 편집툴을 제공하면서, 음악을 듣고 수정할 수 있게 하고 있다. 생성된 음악은 평가자나 사용자에게 제공되며, 음악의 품질과 만족도를 평가한다. 마지막으로 AI 음악생성기는 반복적으로 학습 및 생성 과정을 거치며 더 나은 음악을 생성하도록 향상된다. 결국, 더 많은 데이터를 학습하고 그 모델을 개선하면서 음악의 품질과 다양성 모두를 발전시킨다.

<Table 2> Music creation stage of AI music generator

Step	Principle	Detail
1	Data collection and imputation	<ul style="list-style-type: none">• Collect music files from large music databases• Convert it into a format that machine learning models can understand
2	Model selection and training	<ul style="list-style-type: none">• Select AI music generator• Learning relationships between input and output data
3	Music creation	<ul style="list-style-type: none">• Create music (starting from a specific starting point, a 'seed')
4	Evaluation and Adjustment	<ul style="list-style-type: none">• Quality and satisfaction evaluation• Adjust and modify generated music

위의 <Table 2>에 제시된 바와 같이 AI 음악생성기는 다양한 음악을 자동으로 생성하며, 작곡가나 음악 프로듀서에게 창의적인 다양한 옵션들을 제공한다. 여기서 만들어진 음악들은 음악교육, 예술적 실험 및 매우 다양한 용도에서 활용되고 있다.

2. AI 음악생성기의 종류와 기능

현재, AI 음악생성기는 그 플랫폼의 종류에서 이전과는 다른 성장궤도를 보여주고 있다. 작곡가를 비롯한 많은 음악 프로듀서, 예술가 및 교육자들은 AI 음악 생성기를 활용하여 음악을 만들고 다양한 실험을 계속하고 있다. 이러한 AI 음악생성기는 음악창작, 예술적 표현, 음악 제작, 게임 개발, 영화 음악, 교육 등 다양한 목적을 위해 활용된다. 시중에 가장 많은 판매 수를 기록하고 있는 AI 음악생성기로는 Open AI's MuseNet, AIVA, LANDR, Google's Magenta 등이 있다. 이와 관련한 정보는, 일차적으로 AI 음악생성기를 연구하는 세계적인 잡지 기자, 엔지니어, 인공지능 작가 및 AI 음악생성기에 관한 리포트를 쓴 저술가들의 추천을 종합하였고, 다음으로는 순수음악작곡에 유용하다고 평가되는 것들로 재구성하였다. 이들은 학습자에게 각기 서로 다른 입력값을 요구하면서 음악을 생성시킨다.

먼저, Open AI's MuseNet은 강력한 음악 생성 인공지능 모델로 클래식, 재즈, 팝, 락, 일렉트로닉 등 다양한 음악 장르에서 음악을 생성할 수 있다. MuseNet은 고급 음악 생성 모델을 기반으로 작동하기 때문에 실제 음악 작품과 유사한 품질을 제공한다. 사용자는 자신이 원하는 스타일과 분위기, 박자, 악기 등을 설정할 수 있으며, 이를 통해 자신이 표현하고자 하는 음악의 개인적 의미를 부여하고 조정할 수 있다. 이 과정에서 MuseNet은 사용자가 입력한 음악의 일부를 기반으로 다른 사용자가 생성한 음악을 부분적으로 사용하여 자신의 음악을 확장할 수 있는 환경을 제공하기도 한다. MuseNet을 통해 생성된 음악은 악보 또는 미디 형식으로 출력되며, 여기서 제공된 미디파일은 음악 제작 및 편집 소프트웨어에서도 사용될 수 있다.

AIVA는 생성된 음악을 악보로 표시할 수 있고, 악기 부분과 보컬 부분을 분리하여 스코어를 생성할 수도 있다. 이 음악생성기는 음악의 창작성과 다양성을 높일 수 있는 강력한 도구로 많은 전문가에게 추천받는 생성기 중 하나이다.

LANDR는 음악 마스터링을 위한 자동화된 도구를 제공한다. 마스터링은 음악을 제작하는 과정 중에서 중요한 단계 중 하나로, 음악의 품질을 향상시키고 상업적으로 사용 가능한 수준으로 만들어준다. 즉, LANDR는 음악 파일을 업로드하고 자동으로 마스터링을 적용하여 고품질의 마스터링 파일을 생성한다. 여기서 마스터링 기술은 인공지능과 기계 학습을 기반으로 한다. 또, LANDR는 DAW(Digital Audio Workstation)에 통합할 수 있는 플러그인을 제공하여 사용자가 마스터링 프로세스를 실시간으로 모니터링하고 조정할 수 있도록 하고 있다.

구글의 머신러닝 인프라 중 하나인 텐서플로를 기반으로 구축된 Google's Magenta는 음악의 특징을 추출하고, 멜로디를 추적하거나 하모니를 분석하는 작업을 수행하며 음악

이론과 음악의 구조를 학습한다. 이러한 과정은 사용자가 음악을 이해하는 능력을 개발하는 데 도움을 준다. 또, Magenta는 음악을 변환하거나 리믹스 하는 데도 사용된다. 이 AI 음악생성기는 기존의 음악을 다른 스타일로 재해석하거나, 이미 AI가 작곡한 음악을 다양한 형태로 변환할 수 있다.

Soundful은 비교적 최근에 생성된 음악 생성기이다. 이 음악생성기는 장르나 스타일의 선택 하나만으로 작곡가가 원하는 분위기의 음악을 생성해준다. 주로 배경음악을 만드는 데 중점을 두고 있으며, 50개 이상의 옵션이 제공된다. 다운로드 과정이 다소 복잡하지만, 간단하게 음악을 생성하고 소셜 미디어에서 수익 창출용으로 사용이 가능하다.

Soundraw.io는 웹을 기반으로 한 생성기로, 작곡을 직관적으로 시각화하고 작업하기 위한 도구로 유용하다. 사용자는 생성된 음악을 화면에 보이는 인터페이스를 조절함에 따라 음악을 편집할 수 있다. 또, 만든 곡을 다운로드하여, 미디 파일로 내보내거나 다른 사람과 공유할 수 있으며, 실시간 협업을 지원하여 여러 사용자가 동시에 작업하거나 함께 음악을 만들 수도 있다.

Amadeus Code(IOS)는 사용자에게 작곡을 쉽게 할 수 있는 AI 도우미와 음악 라이브러리를 제공한다. 이 생성기는 음악 작곡 프로세스를 혁신적으로 개선하고, 다양한 작곡가들을 지원하고 있다. 이 생성기는 웹 버전과 IOS버전을 모두 제공하고 있으며, 작곡 및 편집, 저장 및 내보내기 등 사용자의 아이디어를 발전시킬 수 있는 도구로 그 능력을 인정받고 있다.

Crome's Song Maker는 구글의 Chrome Music Lab 프로젝트의 일부로 개발되었다. 이 도구는 웹 브라우저에서 음악을 만들고 실험할 수 있는 간단한 웹으로, 교육적 목적을 가진 웹 기반 음악 실험과 교육 도구의 모음으로 구성되어 있으며, 사용자가 음악과 음악 이론을 즐기고 배울 수 있도록 돕는 것을 목표로 한다.

Brain.fm은 음악 및 소리를 사용하여 집중, 휴식, 수면 및 창의성을 촉진하기 위해 과학적으로 개발된 음악 스트리밍 플랫폼이다. 이 서비스는 사용자의 뇌파와 생체리듬에 맞게 조절된 음악을 제공하여 명상이나 집중, 수면 향상, 스트레스 완화 등 다양한 신경과학적 목표를 달성하도록 도와준다. 이 음악생성기는 뉴로사이언스 및 의학 연구 분야에서 연구 결과를 기반으로 하기 때문에 과학적이며, 음악을 활용한 정신적 및 감정적 웰빙을 촉진하기 위한 도구로 유용하게 사용될 수 있다.

Boomy는 음악 제작과 작곡에 대한 전문 지식이 없는 사용자들도 쉽게 작곡할 수 있는 도구 및 커뮤니티를 제공한다. Boomy는 사용자가 작성한 가사나 멜로디를 기반으로 곡을 생성하고 제안한다. 사용자는 생성된 음악을 수정하거나 세부 조정할 수 있으며, 보컬 및 기타 요소들을 추가할 수도 있다. 또, Boomy 웹 안의 커뮤니티 공간에서 사용자들은 자신의 음악을 공유하고 다른 사용자들과 상호작용할 수 있다.

<Table 3> Types and functions of AI music generators

	Name(year of release)	Company	Function
1	Open AI's MuseNet(2019) 	Open AI	File, TV, Video game, Online Video, Promotion Video, Commercial music production
2	AIVA(2016) 	AIVA Technologies	Video game, Film, Soundtrack
3	LANDR(2014) 	LANDR Audio, Inc.	Music production, Recording studio, Video and Medio Production, Streaming
4	Google's Magenta(2016) 	Google	Composition, Education, Recommendations, App development, AI Research
5	Soundful(2021) 	Soundful	Video, Stream, Pot Cast, Background music
6	Sounddraw.io(2020) 	Sounddraw.Inc.	Game, Animation, Film
7	Amadeus Code(10S)(2017) 	Amadeus Code, Inc.	Classic, Composition and Lyrics, Film, Game music, Education, Online Video, Commercial music production
8	Crome's Song Maker(2016) 	Chrome Music Lab (Google)	Education, Practice music, Entertainment, Personal Creation
9	Brain.fm(2015) 	Brain.fm, Inc.	Meditation, Focus, Sleep, Stress relief
10	Boomy(2020) 	Boomy Corporation	Music Writing, Producing, Film, Game music, Education, Video content, Commercial production

<Table 3>에 제시된 다양한 음악생성기들은 이를 지칭하는 이름, 연도, 회사도 다르지만, 음악을 생성하기 위해서는 사용자가 ‘무엇인가’를 입력해 주어야 한다는 공통점을 갖는다. 예를 들어 키보드로 가락을 입력하여 리듬이나 화성을 생성할 수도 있고, 장르나

분위기, 템포 등을 입력하여 음악을 생성할 수도 있다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상

1) AI 음악생성기 선정

본 연구의 대상은 다음과 같은 단계를 거쳐 선정되었다. 첫째, 인공지능 분야의 전문가들이 추천하는 빈도수에 따라 우수하다고 평가되는 인공지능을 취합하였다. 이미 박은비와 양종모(Park & Yang, 2023)는 ‘인공지능(AI) 음악생성기의 발달에 따른 음악창작교육의 지향’에서 전문가들이 추천한 전체 인공지능 음악생성기의 목록을 정리한 바 있다. 아래의 <Table 4>에 그 내용을 제시하였다.

<Table 4> Full list of AI music recommended by experts(numbers in parentheses are recommendation numbers)(Park & Yang, 2023, Requoted from p. 11)

Number of recommenders	AI music generator	Research subject
7 people recommended	AIVA, Boomy, Soundraw.io	Research subject (10)
6 people recommended	Ecrett, Soundful	
5 people recommended	Amper Music	
4 people recommended	Amadeus Code	
3 people recommended	Chrome Song Maker, Magenta Studio, MuseNet	
2 people recommended	Algonaut-Atlas, Brain fm, Melobytes, MuseNet Code	Exclusion from research subjects (23)
1 people recommended	Bandlab, Beatoven.ai, Humtap, Image to Sound Effect, Jukebox, Jukedeck, Key Facts, Landr, Loudly, Melodrive, MuseNet Midi Generator, My LyricsTopline, Voicemod Text to Song Converter	

위 <Table 4>에 제시된 것처럼 전문가들이 추천한 음악생성기는 모두 33개이지만, 이들 중 여러 명의 전문가들이 공동으로 추천한 것들이 있다. 이 중 AIVA, Boomy, Soundraw는 9명 중 7명이 추천했고, Ecrett과 Soundful은 6명, Amper Music은 5명이 추천했다. Amadeus Code는 4명이 추천하였으며, Crome’s Song과 Magenta Studio, Open AI’s MuseNet은 3명이 추천하였다(Park & Yang, 2023, p. 11).

둘째, 일차적으로 취합된 AI 음악생성기 중 자동으로 음악을 생성해주는 음악생성기를 분류하였다. AI 음악생성기가 갖는 여러 특징 중 가장 대표적인 것은 자동으로 음악을 생성하는 능력이다. 이 능력은 AI의 필수 기능이자 동시에 학생들이 쉽게 음악을 만들 수 있는 방법이 되어준다. 그러나 위 <Table 4>에 제시된 생성기 중 구글의 Crome's Song Maker는 자동으로 음악을 생성하는 것이 아닌 사용자가 마우스로 각각의 블록을 클릭하며 음악을 만들어야 한다. AI가 갖는 자동음악생성 능력은 학생들이 음악적 결과물을 손쉽게 얻을 수 있는 주된 능력이 되며, 이와 동시에 음악 수업에서 학습을 용이하게 한다는 장점을 갖는다. 따라서, 자동음악생성기능을 포함하지 않는 음악생성기는 연구 대상에서 제외하였다.

다음으로는 생성된 음악이 여러 성부를 가지고 있는 경우를 찾아 선별하였다. 음악에서 여러 성부가 있다는 것은, 성부 간의 대위, 화음, 조직(Texture) 등 음악의 내재적 요소로부터 비롯한 음악에 대한 다양한 사고를 가능하게 한다. 이는 곧 학생들이 만들어 낼 음악에서 폭넓은 표현을 가능하게 하며, 음악의 구조와 형식을 이해하는 데 도움이 된다.

셋째, 선별된 음악생성기가 학습 관점에서 유용한 것인지 판단하였다. 이를 위해 AI 음악생성기가 요구하고 있는 입력값과 출력값의 내용이 음악 요소에 따른 지식과 기능, 예를 들어 길이, 속도, 악기, 가락, 화음 등을 포함하고 있는 경우를 찾아 취합하였다. 이는 AI 음악생성기를 활용해 만든 음악 결과물이 저작권 심사를 받는 과정에서 핵심 요소인 사람의 창의성이 드러나야 한다는 최근 발표(美 저작권청)를 고려한 것으로 즉, 음악을 완성하는 데 있어 온전히 AI만의 역할만 적용되는 것이 아닌, 사용자가 음악적 요소에 대해 어느 정도 개입하여 음악을 수정 및 보완할 수 있는 생성기를 선정하였다. 이는 음악을 만들어 내는 데 있어 학생의 역할이 요구되는 음악생성기가 음악 학습에 더 효과적이며, 궁극적으로 이 지점에서 개인의 창의성이 발현될 수 있다고 판단하였다.

<Table 5> List of research subjects

AI music generator	Automatic music generation	Existence of multiple Voices	Music elements of input
AiVA	○	○	○
Boomy	○	○	×
Soundraw.io	○	○	○
Ecret Music	○	○	×
Soundful	○	○	×
Amper Music	○	○	○
Amadeus Code	○	○	○

위에서 언급한 단계를 거쳐 최종적으로 취합된 음악생성기는 총 4개로 그 내용은 위의

<Table 5>와 같다. AIVA는 음악의 여러 요소 중, 가락, 화음, 코드, 베이스를 입력값으로 요구하며 입력이 끝난 후에는 자동으로 음악을 생성해준다. Soundraw는 길이와 속도, Amper Music은 길이, 속도, 악기에 대한 정보를 입력해야 하며 이는 곧 음악 요소에 관한 지식과 음악을 만드는 기능에 대한 입력값을 뜻한다(Park & Yang, 2023, p. 21). 마지막으로 Amadeus Code는 화음과 주선율, 베이스와 박과 관련된 내용을 입력값으로 요구한다.

2) AI 음악생성기를 활용한 음악 작품 만들기

선정된 4개의 AI 음악생성기를 통해 만든 음악은 각각 3개씩, 총 12개의 음악이며 음악을 만드는 방법은 각각의 생성기의 프로그램이 구성하고 있는 방법을 따랐다. 각각의 음악생성기에서 3개의 음악 작품을 만들 때에는 입력값의 내용을 다르게 넣었다. 이 과정에서는 생성된 음악별로 음악적 스타일을 다르게 하고, 템포나 리듬이 중복되지 않게 유의하였으며, 악기 설정 및 음악적 감정이나 무드를 나타낼 수 있는 조건을 다르게 하였다.

아래의 <Table 6>의 상단에 표시된 내용은 AIVA에서 요구하는 입력값의 내용을 의미하며, 곡을 생성할 때 입력한 세부 내용은 표 아래 항목에 제시하였다.

AIVA를 통해 만든 세 개의 작품은 각각 ‘Tchaikovsky’와 ‘String Ostinatos’, ‘Dark Epic Orchestra’의 장르를 바탕으로 생성되었다. 장르 선택 이후 입력한 음악의 세부 요소는 조성(Key), 악곡의 길이(Length), 생성할 음악의 수(Number of music)이다.

AIVA에서 조성은 장조와 단조 모두 15개씩 제시하고 있으며, 이와 동시에 어떤 조성이든 자동으로 정해지는 방식을 선택할 수도 있다. 이 중 첫 번째 작품에서는 임의의 장르를 자동으로 선택하게 하였고, 악곡의 길이는 30초로 설정하였다. 마지막 입력값인, 음악을 생성할 수 있는 악곡의 수는 각각 1개로 입력하였다.

두 번째 작품은 d minor, 마지막 작품에서는 F Major로 조성을 지정하였다. 두 곡 모두 악곡의 길이는 30초에서 1분 내외로 한정하였다.

<Table 6> AIVA input and edit

	Genre	Key	Length	Number of music
1	Tchaikovsky	Any Major	0'30-1'00	1
2	String Ostinatos	d minor	1'00-1'30	1
3	Dark Epic Orchestra	F Major	1'30-2'00	1

Soundraw.io를 통해 음악을 만들기 위해서는 길이와, 템포, 장르(무드, 주제)의 내용을 입력해야 한다. 첫 번째 곡에 사용된 입력값의 내용은 15초의 길이로 구성된, 느린 템포의

Acoustic 장르의 음악이다. 두 번째 곡은 30초 길이의 보통 빠르기의 Tropical House의 장르이다. 마지막으로 생성한 음악은 1분 길이의 빠른 Orchestra의 장르로 음악을 생성하였다. 아래의 <Table 7>은 Soundraw.io를 활용하여 음악을 생성했을 때, 각 입력값의 내용을 정리한 것이다.

<Table 7> Soundraw.io input and edit

	Length	Tempo	Genre
1	1:00	Slow	Acoustic
2	1:30	Normal	Tropical house
3	2:00	Fast	Orchestra

Amper Music을 통해 음악을 생성하기 위해서는 장르와 무드, 길이와 BPM, 그리고 악기를 선택해야 한다. 첫 번째 곡에 사용된 장르와 무드는 클래식과 평안이며, 길이는 1분 40초, BPM은 60으로 설정하였다. 악기 선정은 이전에 선정된 장르와 무드에 따라 선택 옵션이 달라지는데, 첫 번째 곡에 사용될 수 있는 악기는 베이스와 첼로, 더블베이스, 패드, 피아노, 라이즈, 신시사이저, 비올라, 바이올린이다. 이 곡에서는 제시된 악기 전부를 선택하였다.

두 번째 작품은 뉴에이지 장르의 포근한 분위기로 장르와 무드를 설정하였다. 악곡의 길이는 2분이며, BPM은 120이다. 제시된 악기는 베이스와 첼로, 더블베이스, 패드, 피아노, 라이즈, 신시사이저, 비올라, 바이올린의 총 9개이지만 이 중에서 첼로와 더블베이스, 피아노, 바이올린 4개만 선택하였다.

마지막 작품은 합창/그룹 장르의 침울하고, 우울한 분위기의 음악을 생성하였다. 악곡의 길이는 2분 30초이며, BPM은 145이다. 사용할 수 있는 악기의 옵션은 13개로 제시되었으나, 이 곡에서는 합창과, 하프, 키보드, 퍼커션, 바이올린의 다섯 개의 악기를 선정하여 입력하였다. 아래의 <Table 8>은 Amper Music을 활용하여 음악을 생성할 때 적용한 입력값을 정리한 것이다.

<Table 8> Amper music input and edit

	Genre	Mood	Length	BPM	Instruments
1	Classic	equability	1:40	60	Bass, cello, double bass, pad, piano, rise, synthesizer, viola, violin
2	New age	Cozy	2:00	120	Cello, Double Bass, Piano, Violin
3	Chorus/Group	moody/depressed	2:30	145	Chorus, harp, keyboard, percussion, violin

마지막으로 활용된 AI는 Amadeus Code이다. 이 생성기는 IOS를 기반으로 한 스마트폰 및 태블릿 PC를 활용하여 음악을 생성할 수 있다. Amadeus Code는 화면 맨 하단의 두 번째 항목에 위치한 ‘Song’에서 음악을 생성할 수 있으며, 입력해야 할 내용은 장르와, 화음 및 선율, 베이스와 비트, BPM이다. 그러나 여기서 화음과 선율은 일반적인 화음 및 선율의 의미보다는 화음과 선율을 구성하는 악기의 세트값을 의미한다. 여기서 제시된 악기의 세트값은 앞서 선정된 장르에 따라 제공되는 악기 옵션들이 달라지며, 하나의 악기만 선정할 수 있다.

첫 번째 작품의 장르는 Songwriting Mode로 설정하였다. 화음을 구성하는 악기는 제시된 옵션 중 Piano 1을 선정하였다. 멜로디를 구성하는 AI TopLine의 악기는 Flute으로 선택하였으며, 베이스와 비트는 각각 Electric 1과 Synth 1로 입력하였다.

두 번째 생성할 음악의 장르는 HipHop & Rap이다. 화음을 구성하는 악기는 Strings으로 선정하였으며, 멜로디는 Guitar, 베이스와 비트는 각각 Slap 1과, Analog 1로 입력하였다.

세 번째 음악의 장르는 Film이며, 화음을 구성하는 악기는 Acoustic Guitar이다. 멜로디는 Harmonica가 담당하게 하였고, 베이스와 비트는 Fretless와 Vintage를 적용하였다. 특별히 템포와 관련한 입력값에서, 세 곡 모두 이전에 입력한 장르와 화음, 멜로디, 베이스, 비트 선정에 따라 BPM이 자동으로 입력되었다. 아래의 <Table 9>는 Amadeus Code를 활용하여 음악을 생성할 때 적용한 입력값의 내용을 정리한 것이다.

<Table 9> Amadeus code input and edit

	Genre	Harmony	AI TopLine	Bass	Beats	BMP
1	Songwriting Mode	Piano 1	Flute	Electric 1	Synth 1	70
2	HipHop & Rap	Strings	Guitar	Slap 1	Analog 1	92
3	Film	Acoustic Gtr	Harmonica	Fretless	Vintage	146

2. 분석 방법

1) 분석 요소

AI 음악생성기를 활용하여 생성된 음악을 분석하기 위해 설정된 기준은 서양 전통 분석 방법을 따른 것으로, 이는 즉 음악 요소에 따른 분석 방법을 의미한다. 그로브 사전에 따르면, 음악 분석이란 음악적 구조를 상대적으로 보다 단순한 구성 요소들로 풀어 설명하거나 그러한 구성 요소들이 바로 그 구조 속에서 가지는 기능들을 탐구하는 작업을 의미한다(Sadie, 1980, p. 340). 이러한 음악분석은 하나의 음악 구조 안에서 분석자가 어떤

개별적 요소를 분석 대상으로 선택하고 있는지에 따라, 또, 그 요소들이 작품 안에서 어떤 구조적 관계를 갖는지에 따라 다양한 분석 방법들이 연구되었다(정소희, 2007, p. 37).

또, [초등학교 3~4학년]과 [초등학교 5~6학년]의 음악과 교육과정의 내용을 살펴보면, 음악의 요소는 ‘리듬’, ‘가락’, ‘화성’, ‘형식’, ‘셈여림’, ‘빠르기’, ‘음색’의 7가지로 제시된다. 여기서 각각의 생성기가 만들어 낸 음악은 리듬, 가락, 화성, 형식의 네 가지 요소를 모두 공통적으로 포함하고 있으며, 이는 서양 음악 분석의 전통 요소이기도 하다. 따라서 이 연구에서는 7개의 음악 요소 중 4개로 그 분석 요소를 한정하여 음악 작품을 깊이 있게 분석하고, 음악 작품을 개괄적으로 분석하고자 한다.

2) 음악 요소별 분석 방법

음악 요소를 분석하기 위한 주요 요소와 하위 요소 내용은 아래의 <Table 7>과 같다. 먼저, 각 작품의 주요 요소를 분석하고, 하위 요소에 대한 내용을 살펴본다. 이 과정에서는 각각의 AI 음악생성기를 활용하여 생성한 3개의 작품에서 공통적으로 드러나는 부분과 다른 부분을 고려한다.

<Table 10> Analysis method for each music element

Main elements	Sub elements contents
Rhythm	Basic beat, type of beat, rhythm pattern, presence or absence of rhythm pattern
Melody	Sequential progression, leap progression, major scale, scale, harmonic minor scale, whole tone scale, church mode, presence or absence of modulation
Harmony	Major triad, minor triad, harmonic syntax, cadence
Structure	presence or absence of ab, aba, AB, repetition, contrast, similarity

위 <Table 7>의 내용에서 리듬 분석을 위한 하위 요소는 기본박과 박자의 종류, 사용된 리듬꼴과 리듬패턴의 유무이다. 즉, 음악에서 리듬의 어떤 패턴이 보이고 있느냐 하는 것이고, 두 번째로는 사용된 리듬이 변주된 형태로 등장하고 있는지 아니면 기존의 리듬을 그대로 동일하게 사용하고 있는지 살펴본다.

다음으로 가락 분석에서는 가락의 진행에 있어 순차 진행과 도약 진행 중 어떤 형태의 진행이 주로 등장하는지 살펴본다. 특별히 반음계적 진행과 온음계적 진행 중 많이 사용되고 있는 가락 진행을 분석한다. 마지막으로 장음계, 단음계, 화성단음계 등 서양음악에서 보편화된 음계들이 사용되는지 살펴본다.

화음 분석에서는 서양음악에서 주가 되는 화성구문(I-iii-Vi-IV-ii-V-I)의 진행을 추출해 본다. 만약 화성구문론과 그 진행이 다르다면 어떤 화음의 진행이 사용되는지, 또는 여러

음악생성기에서 나타나는 서로 다른 화음 패턴을 분석해본다. 이 과정에서는 서양음악에서 중요하게 다루어지는 종지의 사용 즉, 반종지(HC)와 정격종지(PAC)의 사용으로 조성을 분명히 확립하고 있는지, 아니면 종지가 회피되고 있는지 그 내용을 세부적으로 분석한다.

마지막으로 형식과 관련한 분석에서는 생성된 악곡이 반복-대조-유사의 형태를 갖고 있는지 파악한다. 또, 만들어진 음악의 형식이 ab, aba, AB의 형식을 갖추고 있는지, 아니라면 그 형식은 어떠한지 분석한다.

3) AI 음악생성기에 따른 작품 비교

이전 단계에서는 4개의 AI 음악생성기를 활용하여 생성한 음악 작품의 특징을 요소별로 이해하였다. 다음으로는 각각의 작품들을 요소별로 특징짓고, 공통점과 차이점을 진술한다. 진술된 내용을 바탕으로 각각의 음악적 특징을 AI 음악생성기 간에 비교한다. 이 과정을 통해 결과적으로 각각의 음악생성기가 만들어 내는 음악적 특징들을 정리할 수 있다.

IV. 연구 결과

이 연구에서는 각각의 AI 음악생성기를 활용하여 만든 음악 작품을 리듬, 가락, 화성, 형식의 요소로 구분하여 분석하였다. 이 과정에서 음악 작품뿐 아니라 AI 음악생성기의 특성을 함께 이해하기 위해 각각의 AI 음악생성기가 만들어내는 음악의 공통점과 차이점을 이해하였다. 분석 내용은 4개의 프로그램이 갖는 리듬적 특징과, 화음가락적 특징, 화성적 특징, 형식적 특징의 단계로 진술한다.

1. AI 음악생성기 작품들의 리듬적 특징

AI 음악생성기를 활용해 만든 음악은 전체 12개의 음악 중에서 자동으로 박자를 설정할 경우 9개의 음악이 4/4박자로 만들어졌다. 나머지 3개의 음악은 3/4박자 2개와, 6/8박자로 2개로 생성되었다. 중간에 박이 변화된 경우는 없으며, 편집툴을 사용하여 전체 악곡의 일부분을 지정하여 박을 변화시킬 수 있다. 단, Amper Music과 Amadeus Code는 생성된 박자를 변화시킬 수 없으며, 변박 또한 불가능하다.

AIVA를 통해 만든 3개의 음악 중 고정된 리듬패턴을 갖는 경우는 2가지이다. 주제에 사용된 특정 리듬은 1분의 기간 동안 최소 5차례 이상 반복되면서, 음정의 형태를 전위시

키거나 주 리듬을 베이스 성부로 옮겨 진행시킨다. 리듬을 변주하기 위한 형태는 첫째, 악기가 추가되어 유니즌 형태로 진행할 때 악상만을 변주하거나, 둘째, 템포를 변화시키면서 리듬을 변주시킨다. 즉, 실제 제시된 리듬을 분할하거나 늘리는 것이 아니라 다이내믹과 템포 등 다른 외부 요소를 통해 장단을 변화시킨다. 템포는 50, 60, 80, 110, 170 등 매우 다양하게 설정되었다.

Soundraw.io를 활용해 만든 음악은 하나의 곡 안에 다양한 리듬풀이 제시되면서, 주제를 변화시킨다. 리듬의 형태는 고정된 박자 패턴이나 규칙적인 리듬이 아닌, 불규칙하고 유연한 리듬이 제시된다. 서로 다른 리듬이 다른 성부에 동시에 진행되면서, 서로 다른 박자를 가진 여러 리듬이 조합된 형태도 만들어진다. 4분음표를 기본박으로 하는 경우, 점음표와 당김음이 자주 사용되며, 붙임줄을 통해 음가를 늘리거나 마디를 연장하기도 한다.

Amper Music로 만든 음악은 주로 기타나 베이스, 키보드의 악기에서 중요한 멜로디나 리듬 패턴을 반복한다. Amper Music을 활용해 만든 첫 번째 음악에서 뉴에이지 장르를 바탕으로 한 음악의 전체 구조는 기타 리프가 담당하였으며, 나머지 두 곡 모두 단순한 형태의 리듬이 키보드에서 반복되었다. Amadeus Code의 음악은 짧은 리듬 모티브를 반복하면서, 세 곡 모두 리듬 캐논의 특징을 보인다. 동일한 리듬과 가락을 담은 모티브가 한 마디의 베이스 반주의 차이를 두고 반복된다.

<Table 11> Rhythm characteristics of AI music generator works

AI Music generator	Rhythm
AIVA	Regular rhythm, ostinato
Soundraw.io	Irregular rhythm, polyrhythm, syncopation
Amper Music	riff, syncopation
Amadeus Code	Hemiola, rhythm cannon

2. AI 음악생성기 작품의 가락적 특징

4개의 AI 음악생성기를 통해 만든 음악의 가락의 형태는 모두 순차와 도약 진행이 어우러져 연주된다. 4개의 생성기 모두 하나의 음계가 제시되면 전조를 하지 않은 상태에서 음악을 이끌어가며, 온음음계는 사용되지 않는다. 먼저, AIVA의 경우 제시된 메인 주제가 순차 진행으로 제시된 경우, 이를 바탕으로 한 반음계적 형태의 선율이 주를 이룬다. 마찬가지로 메인 주제가 도약 진행으로 제시된 경우, 뒤따르는 가락의 형태는 도약 진행을 주로 하는 가락으로 제시된다. 즉, 처음에 제시된 리듬과 가락의 형태를 뒤따르는 리듬 가락의 형태가 그 범주를 크게 벗어나지 않는다.

Soundraw.io와 Amper Music의 음악은 연속적이고 부드러운 선율이 사용되면서 음계의 순차적인 진행을 주로 한다. 또, 일부 음이나 음계가 반복되면서 단순하지만 중요한 선율 패턴을 강조한다. 특별히 Amper Music에서 여러 성부를 포함한 음악의 경우, 서로 다른 악기나 음악적 요소가 서로 다른 선율을 생성하기도 하며, 하나의 성부로 다시 변환될 때는 모노폴리 선율의 특징도 발견된다.

Amadeus Code의 음악은 하나의 음악 선율이 독립적으로 나타나는 모노폴리 선율이 주로 생성된다. 이 과정에서 베이스는 설정한 악기 세트값에 따라 비트만을 반복하고, 윗 성부는 첫 번째 멜로디 선율이 솔로 연주로 반복된다. 어떤 음악은 음계를 구성하고 있는 일련의 음을 따라 선율을 만들기도 한다.

<Table 12> Melody characteristics of AI music generator works

AI Music generator	Melody
AIVA	Sequential progression, leap progression, chromatic progression
Soundraw.io	Sequential progression, leap progression, Repetitive melody
Amper Music	Sequential progression, leap progression, Repetitive melody, Layered melody, Monophonic melody
Amadeus Code	Sequential progression, leap progression, Monophonic melody

3. AI 음악생성기 작품들의 화성적 특징

AI 음악생성기로 만든 음악의 화음 진행은 비교적 단순한 화음 형태가 일정하게 유지 되는 형태를 보인다. 또한, 화음의 전개에 있어 종종 장3화음과 단3화음을 전환시켜 음악 적인 긴장과 해소를 추구하고 있다. 이 과정에서는 하나의 화음을 길게는 4마디까지 연장 시키면서, 선율과 다이내믹을 통해 변주하는 양상을 자주 보였다. 특별히 클래식 장르를 바탕으로 생성된 음악은 일정한 고정 패턴을 제시한 뒤 장·단조의 악곡에서 모두 ‘I-V’ 진행을 빈번하게 사용하였다. 또다른 장르에서는 ‘I-ii-Vi-IV’와 ‘I-iii-Vi-IV’, ‘I-Vii^o-iii-Vi-IV’의 형태의 진행이 나타나면서 마디 중간마다 비화성음과 부속화음도 등장하였다.

AIVA의 경우, 다른 생성기에 비해 비교적 화음의 가장 기본적이고 안정적인 진행이 제시된다. 길이가 긴 음악의 경우 섹션 구분을 위한 용도로 V-I를 사용하고 있으며, 섹션 별로 화음이 계속해서 변화한다. Soundraw.io는 Acoustic과 Tropical House를 장르로 한 경우, ‘I-IV-V-I’의 순서로 진행되는 형태를 자주 사용하였다. 특히 이 형태의 화음 진행을 일부 구간에서 반복하면서 미니멀리즘 음악의 형태를 나타내기도 했다.

Amper Music은 화음이 계속해서 변화하면서 예측할 수 없는 화음 진행이 드러난다.

모던한 음악이나 실험적인 음악에서처럼 가락과 화음이 다소 어울리지 않거나, 분명한 종지를 피하면서 섹션 구분을 회피하기도 한다. Amadeus Code 또한, ‘V-I’진행이 거의 등장하지 않으면서, 일반적으로 전통 음악에서 피하는 병진행과 ‘V-IV-V’의 진행이 드러나 궁극적으로 분명한 종지를 하지 않고 있다. 즉, AI 음악생성기를 활용하여 만든 모든 장르에서의 음악은 궁극적으로 분명한 종지를 하지 않는다. 모든 곡은 동일한 리듬과 가락 패턴을 가진 모티브를 네다섯 번 반복하다가 ‘V-I’의 종지를 제시하지 않고 곡을 끝내고 있다.

<Table 13> Harmony characteristics of AI music generator works

AI Music generator	Rhythm
AIVA	I-ii-Vi-IV, I-iii-Vi-IV, I-Vii ^o -iii-Vi-IV, V-I
Soundraw.io	I-IV-V-I, simple repetition
Amper Music	V-IV-V, Parallel progression
Amadeus Code	V-IV-V, Parallel progression, simple repetition

4. AI 음악생성기 작품들의 형식적 특징

AI 음악생성기로 만든 작품들은 길이와 무관하게 형식이 구분되지 않는 하나의 악곡 또는 2부분 형식으로 구성되었다. 형식 구분이 없는 하나의 작품 안에서는 a와 b처럼 분명한 대조가 이루어지는 것이 아니라 a의 형태를 a’로 반복하는 형태로 구성된다. 처음 등장한 주제와 모티브는 매우 유사한 형태로 제시되면서 뒤따르는 a’를 담당하는데, 이 과정에서 분명한 종지나 화음 진행의 특이점이 발견되지 않아 하나의 악곡 안에서도 a와 a’를 구분하는 것이 분명하게 설명되기 어렵다. 또한, 반복-유사 이외에 주제를 발전 시킬 만한 요소나 원 주제와 대조되는 새로운 요소가 제시되지 않는다.

AIVA와 Soundraw.io로 만든 음악의 형식은 주로 처음 제시된 주제가 여러 번 반복되기 때문에, 1분 이내의 곡 안에서는 2부분 형식, 또는 3부분 형식이라고 부를만한 새로운 주제가 나오는 지점이 없다. 따라서 주된 형식은 하나의 주제를 가진 1부분 형식이다. 그러나 본 주제의 제시에 앞서 Intro가 자주 등장하며, 화음의 종지가 아닌 급변하는 다이내믹을 통해 Codetta, 또는 Coda가 존재하는 경우가 있다. 정리하자면, 메인 주제와 유사한 형태를 반복하고, 고집하는 음악들이 많고 주제와 대비되는 새로운 주제, 즉, 제 2주제라고 부를만한 모티브가 등장하지 않는다.

Amper music은 생성된 3개의 음악 모두 그 형식이 자유롭게 구성되어 있어, 장르나 무드의 입력에 따라 매우 자유롭게 변경되었다. 주요 주제의 대비나 발전 요소보다는

하나의 주제가 담고 있는 모티브 특징을 유사하게 변주 및 반복하는 형태가 주를 이룬다. Amadeus Code에서는 재즈 음악에서 많이 사용되는 빅 밴드 형식이 발견되었다. 이는 섹션 간의 상호 작용과 솔로 부분을 돋보이면서, 응집력 있는 형식을 보여준다. 그러나 구체적인 세부 구성에 있어 종지가 없고, 동일한 리듬이나 주제를 변주하며 곡을 이끌어 가기 때문에, 이 음악 또한 형식 구분의 대조적인 특성이 떨어진다.

<Table 14> Structure characteristics of AI music generator works

AI Music generator	Rhythm
AIVA	a-a', 1 part form
Soundraw.io	1 part form, 2 part form
Amper Music	Free form
Amadeus Code	Big band arrangement

V. 결론 및 제언

이 연구의 목적은 AI 음악생성기를 활용하여 생성한 음악 작품을 분석하고, 음악 교육적 의미를 이해하는 것이다. 연구의 대상은 AI 전문가들이 추천한 대중적 음악생성기 중에서 자동으로 음악을 생성하고, 다양한 성부를 가지며, 입력값의 내용이 음악 요소를 포함하고 있다는 3가지 조건을 동시에 만족하는 4개의 음악생성기로 선정하였다. 위 단계를 거쳐 선정된 AI 음악생성기는 AIVA, Soundraw.io, Amper Music, Amadeus Code이며, 이를 활용하여 각각 3개씩 음악 작품을 음악 요소별로 분석하였다. 음악 작품에 대한 분석은 서양 음악 분석에서 전통적으로 활용해 온 요소 분석에 근거하였으며, 하위 분석 요소는 음악과 교육과정에 제시된 내용을 바탕으로 생성기가 만들어 낸 음악이 모두 포함하고 있는 리듬, 가락, 화성, 형식의 4가지 요소로 한정하였다. 작품 분석 결과에 따른 내용은 다음과 같다.

AI 음악생성기를 활용하여 만든 음악 작품들은 다양한 리듬과 가락 요소를 활용하고 있지만, 화성과 형식적 측면에서 부분적으로 부조화가 나타난다. 리듬적 측면에서, AIVA를 비롯한 3개의 음악생성기에서는 모두 고정된 리듬 패턴인 오스티나토, 폴리리듬, 헤미올라, 싱코페이션, 리프, 등 다양한 리듬꼴과 이를 변주하는 리듬적 특징들이 발견되었다. 그러나 여기서 사용되는 리듬은 서양 음악에서 추구하는 규칙적인 형태에서 비롯한 모티브의 발전보다는 불규칙한 1-2개의 리듬꼴을 반복적으로 사용하면서 특정 리듬패턴이나 독특한 리듬적 특징을 부각시키는 특징을 갖는다. 또한 가락적 측면에서, 음악생성기를

통해 만든 음악은 순차 진행과 도약 진행을 비롯한 장음계와 단음계의 활용, 반음계적 진행을 포함한다. 장음계와 단음계가 사용되는 경우, 일부 음악은 음계를 순차적으로 진행시키면서, 음계의 일부를 따라가게 연출하기도 하며, 하나의 음악 선율을 독립적으로 부각시키기도 한다. 이러한 다양한 가락 형태는 사용자가 입력한 감정, 무드에 따라 여러 창의적인 음악을 제공한다.

반면, AI 음악생성기를 통해 만든 음악은 서양 전통 음악의 화성구문론을 일부 내포하고 있으나 곡의 끝마침에 있어 반종지나 완전종지, 정격종지를 포함하지 않는다. 또, 미니멀리즘 음악처럼 동일한 화음이나 어떤 화음 진행을 반복하면서 급작스럽게 이질적인 화음 결합을 시도하면서 긴장을 높인다. 화음의 사용에서는 장3화음과 단3화음이 고루 사용되지만, 장·단 화음이 계속 전환되면서 긴장과 해소를 추구한다. 또, AI 음악생성기를 통해 만든 음악은 형식이 구분되지 않는 1부분, 2부분 형식에 국한된 짧은 규모의 악곡을 생성한다. 이 과정에서 섹션을 구분할 만한 뚜렷한 대조, 발전적 요소 및 종지가 드러나지 않는다. 즉, 형식은 장르와 무드와는 무관하게 주제를 소개하고 이를 약간 변주하는 매우 단순한 형태만이 사용된다.

본 연구에서 분석된 결과를 토대로 고찰한 음악 교육적 의미는 아래와 같다.

첫째, AI 음악생성기는 음악창작에 초보자도 쉽게 새로운 음악을 만들 수 있도록 해준다. AI 음악생성기는 아주 간단한 조건을 선택하면 그에 따라 음악을 완성시켜준다. AI 음악생성기의 이런 특성은 음악 교과에서 학생들의 흥미나 능력 수준에 맞는 활동 방식을 제공하는 창작 수업을 할 수 있게 할 것이다.

둘째, AI 음악생성기의 종류나 사용 방법에 따라 사용자의 의도를 반영하는 방법이 다양하며, 이 점에 유의하여 교육에서 활용해야 한다. 전통적인 창작은 리듬, 가락, 화음, 형식, 셈여림, 빠르기, 음색 등의 요소를 정확히 계획하고 제시해야 하지만, AI 음악생성기는 생성기에 따라 입력값들이 다양하다. 박자와 빠르기만 입력하면 가락이나 화음 등은 자동으로 생성하는 것이 있는가 하면(Soundraw), 리듬 이외에 가락과 음색을 입력하고 나머지를 자동으로 생성하는 것도 있다(AIVA). 따라서 AI 음악생성기를 교육 현장에서 활용하려고 할 때는 교육적 목적이나 학생들의 음악 이해 수준 등을 고려하여 AI 음악생성기를 선정해야 한다.

셋째, AI 음악생성기가 만든 음악은 기계적인 음악, 비인간적인 음악적 느낌을 주기 때문에 자연스러움을 위해서는 부가적인 작업이 필요하다. AI 음악생성기가 만든 음악은 기본적으로 데이터를 기반으로 패턴을 학습하기 때문에, 이를 모방하고 재현하는 데 중점을 둔다. 따라서 창의적 측면에서 이렇다 할 새로운 감정이나 아이디어를 가져오기 어렵다. 또한, AI 음악생성기로 만든 음악은 감정이나 맥락적 흐름을 표현하고 전달하는 데 어려움이 있다. AI 음악은 데이터에서 학습한 패턴을 따르기 때문에, 장르나 무드를 입력

하는 것만으로는 인간의 여러 감정이나 특정 맥락의 흐름을 읽어내지 못한다. 즉, 기계가 원하는 데이터에 의존한 예측 가능한 창조성을 갖는다. 따라서, AI 음악생성기를 활용하여 자연스러운 음악을 만들기 위해서는 생성된 음악의 부분적인 강세나 빠르기와 같은 부분적 요소들을 세부적으로 조절하는 사용자 자신의 음악적 감각 및 역량이 요구된다.

넷째, AI 음악생성기를 활용하는 방법을 배우고, 새로운 음악을 만드는 수업을 통해 음악생성기에 대한 기본소양 즉, AI 음악 리터러시를 배양할 수 있도록 한다. 서론에서 강조한 바와 같이 우리는 인공지능 시대에 살고 있으며, 이에 따라 인공지능의 활용성을 높여야 한다. 만일 음악교육에서 AI 음악생성기를 활용한다면, 이 과정에서 인공지능을 활용하는 방법에 익숙해질 것이며, 자연히 AI 음악생성기뿐만 아니라 다양한 영역의 AI 프로그램을 활용하는 기초소양 능력이 높아질 수 있을 것이다.

다섯째, 음악생성기가 만들어내는 음악은 음악의 기본적인 요소, 개념들을 다수 포함하고 있다. 따라서, 사용자가 음악에 대한 개념을 잘 알고 있다면, AI 생성기의 결과물을 조정하고 개인적인 취향에 맞게 수정하는 데 도움이 된다. 이번 연구에서도 사용자가 어떤 종류의 리듬이나 가락을 더 선호하는지 알면 AI는 더 정확하게 해당 요소들을 반영함을 확인하였다. 또, 음악에 대한 기본적인 이해는 사용자가 AI에게 인간의 창의적이고 특별한 아이디어를 제시할 수 있게 돕는다. 궁극적으로 사용자가 원하는 음악을 얻기 위해서는, 음악을 구성하는 음악 개념이나 요소에 대해 정확한 이해가 필수적이다.

이 연구는 후속 연구를 제안할 필요가 있다. AI 음악생성기를 음악 수업에 적용하기 위해서는 사전에 다음의 연구가 선행될 필요가 있다.

첫째, 학생의 음악창작에 대한 흥미나 능력에 따른 AI 음악 생성기의 선택 기준에 관한 연구가 필요하다. AI 음악생성기의 활용성을 높이기 위해서는 학생들의 특성에 맞는 프로그램을 찾는 것이 중요하다. 특히, 학생들의 음악적 흥미나 능력에 적절한 프로그램을 제공할 수 있다면 효과적인 학습이 될 수 있을 것이다. 이와 관련된 연구는 학생들의 수준을 단계별로 나누고, 각각의 단계별로 적절한 프로그램을 찾아 제시하는 연구가 될 수 있다.

둘째, AI 음악생성기를 활용하여 예측 가능한 결과를 얻는 방법 연구가 필요하다. 현재 AI 음악생성기를 활용할 때, 예측되는 음악의 모습은 사전에 알 수 없다. 프로그램별로 입력값과 그 결과로 얻어지는 음악 간의 관계를 연구함으로써 음악에 대한 예측 가능성을 높이면 원하는 음악을 얻을 수 있을 것이다.

셋째, AI 음악생성기가 만드는 음악을 마스터링하는 방법 연구가 필요하다. AI 음악생성기가 만드는 음악은 미디 사운드로 구성된다. 앞선 음악교육적 의미와 관련된 결론에서 언급한 것처럼, 이 음악들은 각 부분을 세밀하게 조절하면 더 좋은 음악으로 발전될 수 있다. 따라서 좀 더 우수한 음악을 얻을 수 있는 여러 방법에 대한 연구가 필요하다.

References

- Bae, J. (2021). Study on the Korean traditional music melody generator using artificial intelligence. Doctorial dissertation, Suwon University.
- Choi, E. A. (2017). A study on the instructional design plan for developing musical literacy. *Journal of Music Education Science*, 31, 61-77.
- Choi, H. S. (2022). Teaching method of the music classes using artificial intelligence programs for social and emotional learning. Master thesis, Chungnam University.
- Choi, J. K. (2023). The direction of AI-based music education implied by Heidegger's ontology. *Korean Journal of Research in Music Education*, 52(4), 259-281.
- Chung, S. H. (2007). The musical forms: A theoretical prospect of its development in the history of the western music. *Journal of Ewha Music Research Institute*, 11(1), 35-67.
- Fernandez, J. D., & Vico, F. (2013). AI methods in algorithmic composition: A comprehensive survey. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 48, 513-582.
- Han, N. R., & Lee, S. Y. (2023). Music and creativity in artificial intelligence. *Journal of Korea Entertainment Industry Association*, 6, 1-8.
- Jang, S. H. (2004). A study on multi-objective optimization using evolutionary algorithms. Doctorial dissertation, Myongji University.
- Kang, H. K., & Pan, Y. H. (2022). A study on the limitations and usability improvement of the use of artificial intelligence composition. *Proceedings of Spring Conference of ESK*, 4, 39.
- Kim, I. Y., & Kim, H. R. (2023). Development of music content elements and performance expectations to cultivate artificial intelligence(AI) literacy. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 23(18), 675-689.
- Kim, K. H. (2022). Educational recasting AI-based music education: The discussion on the role of music educators. *Korean Journal of Research in Music Education*, 51(4), 55-75.
- Kim, K. H. (2023). Exploring philosophical issues in AI artistic creation activities: Educational discussion based on Susan Langer's art philosophy. *Journal of Music Education Science*, 56, 29-49.
- Kim, T. W. (2015). A study on the teaching method for finale and cubase software based creative music: Centering on the extracurricular class in the middle school. Master

- thesis, Kookmin University.
- Kim, Y. B. (2015). Design of mobile office application menu applying Markov Chain adaptive user interface. Master thesis, Yonsei University.
- Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near: When humans transcend biology*. United States: Viking.
- Lee, D. H. (2023). A Study on the use of generative AI in creative and artistic fields. *Journal of Korea Computer Information Society*, 31(2), 569-572.
- Ministry of Education (2022). *2022 revised music curriculum*. No. 2022-33. [Supplementary 12]. Sejong: Author.
- Ministry of Science and ICT (2023). Announcement of strategies for South Korea's artificial intelligence leap. Retrieved October 31, 2023, from <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do>
- Moon, H. J., & Seung, Y. H. (2022). Research on understanding artificial intelligence (AI) and examples and utilization of artificial intelligence-based music tools. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(4), 341-358.
- Nam, H. W. (2023). The U.S. copyright office recognizes AI creations demonstrating human creativity. *ZENET Korea*. Retrieved November 19, 2023, from <https://zdnet.co.kr/view/?no=20230319092526>
- Oh, J. H. (2018). The need for and measures to strengthen the role of media literacy education in music. *Journal of Future Music Education*, 3(1), 27-48.
- Oh, M. J., & Kim, J. K. (2023). A new transformation of literacy education in the era of generative AI. *Journal of the Humanities*, 89, 255-285.
- Park, E. B., & Yang, J. M. (2023). Direction of music creation education according to the development of artificial intelligence(AI) music generator. *Journal of Music Education Science*, 56, 1-27.
- Park, E. J. (2023). Comparative analysis of and future directions for AI-based music composition programs. *The Journal of the Convergence on Culture Technology(JCCT)*, 9(4), 309-314.
- Park, J. E. (2018). Consideration on music and education in the 4th industrial revolution. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(21), 1371-1385.
- Park, J. H. (2017). An exploration on the key competency for enhancing musical literacy in Korea. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 7(4), 723-731.
- Reben, A. (2022). Artificial Intelligence in Art: Will AI give birth to new forms of art? *BBC News Korea*. Retrieved November 18, 2023, from <https://www.bbc.com/korean/fe>

atures-63844037

- Ryu, E. J. (2023). Discussion on music creation and usability of artificial intelligence(AI). *Human and Nature*, 1(4), 168-179.
- Sadie, S. (1980). *The new grove dictionary of music and musicians*. London: Macmillan Publishers Limited. I.
- Shin, Y. J. (2022). Research on media literacy education for middle school music class, Master thesis, Ewha University.
- Son, D. Y. (2022). A study on the teaching plan of music creation class using Magenta in AI music program. Master thesis, Ewha University.
- Yoon, S. W. (2020). A study on the music subject literacy. *Journal of Music Education Science*, 43, 1-19.
- Yun, G. K. (2021). A study of teaching instruction for creative music class in music subjects using artificial intelligence(AI). *Education Research*, 80, 369-385.
- Yun, G. K. (2022). A study on the teaching method of melody creation using Minecraft note block. *Korean Journal of Research in Music Education*, 51(4), 119-141.