

# AI 역량 통합 음악 교육 설계 프레임워크 연구: 클래식 건반악기 학습을 중심으로

김 연 주\*

서울사이버대학교

본 연구는 오르간을 비롯한 클래식 건반악기 학습에서 인공지능(AI)을 단순한 학습 보조 도구가 아닌, 학습자가 습득하고 활용해야 할 인지적·메타인지적 역량으로 재정의하고, 이를 음악 학습에 교육적으로 통합하기 위한 설계 프레임워크를 제안하는 것을 목적으로 한다. 기존의 AI 기반 음악 교육 연구는 특정 기술이나 도구의 기능적 효용성에 초점을 두는 경향이 있었으며, AI가 음악 학습 과정 전반에서 차지하는 교육적 위치에 대한 구조적 논의는 상대적으로 부족하였다. 이에 음악 학습에서의 역량 개념과 AI 역량의 교육적 정의를 검토하고, 클래식 건반악기 학습 과정의 구조적 특성을 분석하여 학습자-AI-교수자 간 상호작용 설계 원리를 도출하였다. 제안된 프레임워크는 학습 단계(분석-계획-수행-점검-성찰)를 중심으로 AI의 역할을 데이터 제공 및 가시화로 제한하고, 해석적 판단과 교육적 의사결정은 학습자와 교수자의 영역으로 유지하도록 설계하였다. 이는 전적인 기술 의존적 학습을 예방하면서도, 학습자가 인공지능을 비판적으로 이해하고 활용하는 역량을 학습 과정에서 체득할 수 있도록 돕는 것이다. 본 연구는 AI를 음악 학습의 외적 도구가 아니라 학습자가 길러야 할 역량의 차원에서 접근함으로써, 클래식 건반악기 교육에서 AI를 책임 있게 통합하기 위한 이론적·실천적 토대를 마련했다는 점에서 의의를 지닌다.

주요어: 인공지능 역량, 음악 교육 설계 프레임워크, 클래식 건반악기 학습, 인지-메타인지, 학습자 - AI - 교수자 상호작용

---

\* 주저자: 김연주/서울사이버대학교 피아노과 조교수/서울시 강북구 솔매로 49길  
/Tel: 02-944-5399/E-mail: org.yjkim@iscu.ac.kr

## I. 서론

### 1. 연구 배경

인공지능(Artificial Intelligence, 이하 AI) 기반 학습도구가 우리 삶에 깊숙이 자리 잡으면서, 우리는 이제 ‘기술을 어떻게 다룰 것인가’를 넘어 ‘어떤 역량을 갖춰야 하는가’라는 더 근본적인 질문에 직면하게 되었다. 이러한 맥락에서 최근 교육계에서는 인공지능을 단순한 도구 활용 능력이 아니라, 특정 교육 맥락 속에서 지식·기술·판단을 통합적으로 활용할 수 있는 역량의 차원에서 재개념화하려는 움직임이 확산되고 있다.

유네스코는 AI가 전통적인 교수자-학생 관계를 교수자-AI-학습자 관계로 변환시켰으며, 이에 따라 교수자의 새로운 역할과 역량이 필요하다고 밝혔다(UNESCO 2024a). 이는 AI 활용의 본질이 개별 소프트웨어 숙련도가 아니라 교육 과정 설계의 문제로 이해되어야 함을 의미한다.

그런데 지금까지 인공지능 기반 음악 교육 연구들을 살펴보면, 상당수가 특정 소프트웨어나 애플리케이션의 기능적 유용성(예: 자동 평가, 연주 분석, 생성·추천)을 중심으로 보고되었고, 이를 교육과정·수업 설계의 논증으로 연결하는 연구는 상대적으로 제한적으로 다루어져 왔다(Merchán Sánchez-Jara et al., 2024; Yu et al., 2023; Peng & Ratnavelu, 2024). 이러한 도구 중심 담론은 인공지능의 작동 원리와 의사결정 구조에 대한 이해가 충분히 동반되지 않을 때, 인공지능을 ‘교수자의 판단을 대체하는 기술’로 오해하게 만들 위험을 내포한다(U.S. Department of Education, 2023; European Commission, 2022; UNESCO, 2023). 이러한 맥락에서 국내에서도 예비교사의 AI 활용 역량을 교육 맥락에 맞게 구성·타당화하려는 시도가 보고되고 있다(유미옥, 임은미, 2024).

이러한 문제의식은 음악 교육 분야, 특히 수행

기반 학습에서 더욱 두드러진다. 오르간을 비롯한 클래식 건반악기 학습은 청각적 인식, 신체적 반응, 해석적 판단이 복합적으로 작동하는 영역이기 때문이다. 따라서 인공지능이 제공하는 데이터 기반 피드백이 학습자의 인지적·메타인지적 과정과 어떻게 결합되는지에 대한 교육 설계 차원의 논의가 필요하다.

### 2. 연구 목적 및 필요성

이 연구는 음악 교육에 있어서 바람직한 학습자-AI-교수자의 역할에 대해 기술하고자 한다. 이를 통해 기존의 도구 중심 AI 음악 교육 논의를 넓혀 나가고, 음악 교육 전반에 적용 가능한 이론적·실천적 토대를 마련하고자 한다.

### 3. 연구 질문

클래식 건반악기(오르간 포함) 학습 과정에서 인공지능을 단순한 학습 보조 도구로 사용하는 것이 아니라, 학습자-AI-교수자의 구도에서 각 구성요소 간의 바람직한 역할 관계와 상호작용 구조는 무엇인가?

### 4. 연구 범위 및 방법

본 연구는 클래식 건반악기 중 오르간을 핵심 사례로 설정하되, 다른 건반악기로 확장 가능한 범용적 프레임워크를 제안한다. 오르간은 손과 발의 동시 사용, 음색 조합 등 다층적 과제 수행으로 인한 높은 인지적 부담과 순환적 학습 구조로 인해, AI 지원 설계의 필요성과 효과를 검토하기에 적합하기 때문이다.

연구 방법으로는 먼저 AI 리터러시 및 역량에 관한 이론적 논의와 주요 교육정책 문헌(UNESCO, OECD 등)을 검토하고, 음악 학습의 자기조절학습

(SRL) 이론 및 연주 수행-해석 특성에 관한 선행 연구를 종합하였다. 이를 바탕으로 음악 학습 단계를 분석-계획-수행-점검-성찰의 다섯 단계로 구조화하고, 각 단계별 학습자 역량과 AI 지원 기능을 매핑하여 설계 원리를 도출하였다. 마지막으로 이를 토대로 AI 역량 통합 음악 학습 설계 프레임워크를 구조화하고, 교육적 적용 방안과 윤리적 고려사항을 논증하였다.

## II. 이론적 배경

### 1. 음악 학습에서의 역량 개념

역량(competency)은 단순한 지식이나 기능의 습득을 넘어, 특정 맥락에서 문제를 인식하고 해결하기 위해 지식, 기술, 태도, 판단을 통합적으로 활용할 수 있는 능력을 의미한다(OECD, 2019). 이러한 관점은 교육 패러다임이 결과 중심의 성취 평가에서 과정 중심의 수행 능력 평가로 이동하고 있음을 보여준다. 음악 교육에서의 역량 역시 연주 기술의 정확성이나 이론 지식의 축적에만 국한되지 않는다. 음악 학습자는 악보 해석, 청각적 판단, 신체적 조절, 음악적 의미 구성이라는 복합적 과정을 지속적으로 경험하며, 이 과정에서 자신의 학습 전략을 점검하고 수정하는 메타인지적 활동을 수행한다(McPherson & Renwick, 2001).

### 2. 인공지능 리터러시(AI Literacy)의 교육적 정의

AI 리터러시는 인공지능 기술을 단순히 사용할 수 있는 능력을 넘어, 인공지능의 작동 원리를 이해하고, 그 한계와 가능성을 비판적으로 판단하며, 학습 및 문제 해결 과정에서 이를 책임감 있게 활용할 수 있는 능력을 의미한다(Long & Magerko, 2020). 최근 교육 분야에서는 AI 리터러시를 디지털 리터러시의 하위 영역이 아닌, 독립적인 핵심 역량으로

재정립하려는 논의가 활발히 이루어지고 있다. UNESCO는 교사-학생 대상 AI 역량 프레임워크를 제시하며, AI 이해-활용 역량뿐 아니라 윤리-비판적 판단과 책임 있는 활용을 교육 맥락별로 구체화하였다(UNESCO, 2024a; UNESCO, 2024b).

이러한 맥락에서 본 연구는 ‘AI 리터러시’와 ‘AI 역량’을 구분하여 사용한다. AI 리터러시는 기술적 이해와 비판적 사고를 아우르는 기초 능력을, AI 역량은 음악 학습이라는 특수한 맥락 속에서 지식과 판단을 통합하여 실천하는 상위 개념을 의미한다.

### 3. 음악 학습의 특수성

음악 학습은 지식의 습득과 이해를 넘어, 신체적 숙련과 예술적 해석이 유기적으로 결합된 복합적 과정이며, 특히 연주 수행은 실시간 감각-운동 순환과 피드백을 통해 암묵적·절차적 지식이 형성되는 영역이다(Reybrouck & Schiavio, 2024; Geeves & Sutton, 2015). 특히 클래식 건반악기 숙달 과정은 단순한 정보의 입력을 넘어, 학습자가 자신의 신체적 반응을 실시간으로 점검하고 이를 음악적 맥락 안에서 끊임없이 조정해야 하는 고도의 자기조절 과정을 요구한다. 이 과정에서 발생하는 오류는 정답과 오답의 이분법적 논리로 해석하기 어렵다. 예컨대 템포의 불안정은 기술적인 숙련도 부족일 수도 있지만, 때로는 음악적 해석에 의한 연주자의 의도된 행위일 수도 있기 때문이다. 따라서 동일한 테이터라도 그것이 어떤 맥락에서 생성되었느냐에 따라 음악 교육의 해석은 완전히 달라질 수밖에 없다.

이러한 특수성은 오르간 학습에서 더욱 두드러진다. 오르간은 악기 자체의 물리적 구조와 음향적 환경이 연주 결과에 직접적인 영향을 미치므로, 연주자는 연주 순간마다 이러한 요소들을 인식하고 조정해야 한다. 피아노와 달리 오르간은 스톱(Stop) 배합에 따른 음색의 구성(Registration), 여러 단의 건반(손)과 페달 건반(발)의 독립적 움직임, 그리고

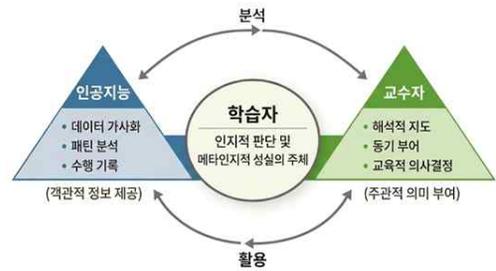
교회나 연주 홀에 따라 달라지는 잔향의 공간적 특성이 연주 해석의 핵심 요소로 작용한다. 그 결과 오르간 학습은 결과 중심의 평가보다 과정 중심의 학습 설계를 요구하는 영역이 되며, 실제 학습은 악보 분석, 연습 전략 수립, 반복 연습과 수행, 자기 점검 및 수정이라는 단계가 단선적으로 진행되기보다 상호 중첩된 채 순환적으로 반복된다. 예를 들어 연습 중 발생한 문제는 단순한 실수로 끝나지 않고, 악보 해석을 수정하거나 손·발의 사용 방식을 바꾸며, 때로는 오르간 음색 선택을 재고하는 계기로 이어지기도 한다. 이러한 순환적 학습 구조에서 가장 중요한 것은 학습자가 자신의 연습 과정을 어떻게 인식하고 조절하는가이다. 연습의 양이나 반복 횟수보다, 연습 과정에서 발생하는 문제를 인식하고 원인을 분석하며 전략을 수정하는 능력이 학습의 질을 결정한다(McPherson & Renwick, 2001).

이러한 학습의 특수성은 음악 교육 체제에 인공지능을 도입할 때 매우 중요한 설계적 시사점을 제공한다. 일반 교육공학적 관점에서는 인공지능이 학습자의 문제를 즉각 교정하는 ‘튜터(Tutor)’로서의 기능을 강조하지만(Luckin et al., 2016), 음악 교육 환경에서 인공지능이 제공하는 정량적 데이터는 그 자체로 완성된 정답이 될 수 없다. 인공지능의 분석 결과는 반드시 교수자의 예술적 통찰과 학습자의 주제적 해석이라는 필터를 거쳐야만 비로소 진정한 ‘음악적 의미’를 가지게 되기 때문이다(Lerch et al., 2020). 결국 음악 교육에서의 AI 통합 설계는 단순한 학습 효율화를 넘어, 인공지능이 제공하는 객관적 지표와 인간이 지닌 주관적 해석 사이의 간극을 어떻게 교육적으로 매개할 것인가에 대한 본질적인 고민을 함께 요구한다. 바로 이 지점에서 인공지능은 단순한 피드백 제공 도구를 넘어, 학습자가 자신의 학습 과정을 인식하고 구조화하도록 돕는 매개로 기능할 수 있다.

### III. 음악 학습을 위한 AI 역량 통합 설계 원리

#### 학습자 - AI - 교수자 상호작용 구조

기존의 일부 AI 음악 교육 논의에서는 인공지능이 교수자의 역할을 대체하거나, 학습자의 판단을 자동화하는 방향으로 이해하기도 하였다(Luckin et al., 2016). 그러나 이러한 관점은 음악 교육의 핵심인 주관적인 해석과 교육적 중재의 가치를 약화시킬 위험을 안고 있다. 이에 이 연구는 학습자-AI-교수자 관계를 상호 보완적인 삼각 구조로 재정립하고자 한다.



[그림 1] AI 역량 통합 음악 학습 설계 모델 (AI-Competency Integrated Music Learning Design Model)

[그림 1]은 학습자를 중심으로 AI와 교수자가 각각 객관적 정보 제공과 해석적 지도를 담당하는 지원 체계를 도식화한 것이다. 이 구조에서 학습자는 이전과 같은 학습의 중심 주체로서 자신의 연주와 학습 과정을 성찰하고 조절한다. 인공지능은 학습자의 수행 과정에 대한 데이터를 제공하고 특정 패턴이나 변화를 가시화하는 역할을 맡으며, 교수자는 이러한 정보와 학습자의 반응을 종합하여 교육적 판단을 내리고 예술적·해석적 지도를 제공한다.

이처럼 역할을 분명히 구분하면, 기술이 교육적 판단을 대체하는 상황을 예방할 수 있다. 동시에 교수는 인공지능이 제공하는 정밀하고 즉각적인 연습 데이터를 바탕으로 학습자의 상태를 더 세심하

게 파악할 수 있으며, 이는 개별화된 지도와 피드백을 강화하는 토대가 된다. 단, 이러한 구조가 교육적 실효성을 거두기 위해서는 교수자의 역할 또한 변화해야 한다. 교수는 단순히 음악적 지식을 전달하는 것을 넘어, 인공지능이 산출한 데이터를 맥락 속에서 해석하고 그 기술적 한계를 식별할 수 있어야 한다. 이는 교수자에게 인공지능 데이터에 대한 비판적 이해 능력, 즉 AI 역량이 요구됨을 의미한다. 교수가 이러한 역량을 갖출 때, 비로소 학습자에게 올바른 데이터 독해 방법을 지도하고 기계적 수치에 매몰되지 않는 음악적 안내를 제공할 수 있다. 이때 인공지능은 교수자와 학습자의 상호작용을 약화시키는 요소가 아니라, 오히려 그 상호작용을 매개하고 확장하는 역할을 수행한다(Luckin et al., 2016).

결국 AI 역량 통합 설계의 핵심은 기술을 도입할 것인가의 선택이 아니라, 학습자-AI-교수자 간 관계를 어떤 구조로 구성할 것인가의 문제이다. 본 장에서는 클래식 건반악기 학습의 구조적 특성과 음악 학습에서 요구되는 인지적-메타인지적 역량을 바탕으로, 인공지능 역량을 음악 학습 과정에 통합하기 위한 설계 원리를 제시하였다. 특히 해석적 판단과 교육적 중재의 주도권은 학습자와 교수자에게 유지되어야 하며, 인공지능은 학습자의 사고를 대신하는 존재가 아니라 사고를 촉진하고 구조화하는 매개로 기능해야 한다는 점을 강조한다. 즉, 인공지능을 사용할지의 여부보다, 음악 학습 과정 속에서 인공지능이 어떤 위치와 역할을 차지하는지가 교육적으로 더 중요하다.

다만 이러한 설계 원리만으로는 실제 연습 장면에서 학습이 어떻게 진행되는지를 충분히 설명하기 어렵다. 학습자가 연습 과정에서 어떤 사고 흐름을 거치고, 각 단계에서 인공지능과 교수의 개입이

어떻게 엮이는지에 대한 보다 구체적인 틀이 필요하다. 다시 말해, 앞서 도출한 원리를 실제 음악 학습의 단계적 흐름에 배치하고, 각 단계에서 AI 역량이 작동하는 양상을 구조적으로 보여 줄 수 있는 모형이 요구된다. 다음 장에서는 이러한 필요에 따라 음악 학습 단계를 중심으로 한 AI 역량 통합 음악 교육 설계 프레임워크를 제안하고, 학습자-AI-교수자 간 역할 관계가 실제 학습 흐름 속에서 어떻게 구현될 수 있는지를 제시하고자 한다.

#### IV. AI 역량 통합 음악 교육 설계 프레임워크

##### 1. 프레임워크 구조 개요

이 논문에서 제안하는 AI 역량 통합 음악 교육 설계 프레임워크는 실제 연습의 진행 과정을 기준으로, 각 단계에서 학습자, 인공지능(AI), 교수의 역할이 어떻게 나뉘고 서로 연결되는지를 구조적으로 설명한다. 여기서 인공지능은 독립적인 교수 주체나 단순한 보조 도구가 아니라, 학습자의 인지적-메타인지적 사고를 자극하고 정교화하는 매개로 기능한다.

프레임워크는 음악 학습 과정을 분석, 계획, 수행, 점검, 성찰의 다섯 단계로 구분하고, 각 단계에서 학습자가 수행하는 핵심 활동, AI 역량이 작동하는 방식, 교수의 교육적 개입을 구체적으로 제시한다. 단, 실제 연습은 정해진 순서를 따라 일직선으로 진행되는 것이 아니라, 필요에 따라 앞뒤 단계로 이동하며 반복 순환된다는 점을 전제한다(Zimmerman, 2002; Panadero, 2017; McPherson & Renwick, 2001).

<표 1> AI 역량 통합 음악 교육 설계 프레임워크 구조

음악 학습 단계	학습자의 핵심 활동	AI 역량의 작동 방식	교수자의 교육적 개입
① 분석 단계	악보 해석, 곡의 구조 인식, 연주 목표 설정	프레이즈의 구조·패턴 가시화, 반복 구간 제시	해석 방향 제시, 음악적 맥락 설명
② 계획 단계	연습 전략 수립, 연습 순서 결정	연습 데이터 기반 전략 제안	전략 적합성 검토 및 조정
③ 수행 단계	연주 및 반복 연습	실시간·사후 수행 데이터 제공	기술·해석적 피드백 제공
④ 점검 단계	문제 인식, 원인 분석	문제점 패턴 시각화, 비교 자료 제공	문제 원인 해석 지도
⑤ 성찰 단계	학습 전략 재구성, 목표 수정	학습 이력 요약, 변화 추적	메타인지적 질문 유도

<표 1>은 제안된 프레임워크의 전체 구성을 한 눈에 보여 주는 표로, 음악 학습의 각 단계에서 학습자의 활동, 인공지능의 기능, 교수자의 역할이 어떻게 구분되면서도 서로 맞물리는지를 요약한다. 특히 인공지능의 역할을 데이터 제공, 패턴 가시화, 제한적 제안에 머물게 하고, 해석적 판단과 교육적 의사결정은 학습자와 교수자의 책임 영역으로 남겨 두는 설계 원리가 구조적으로 드러난다.

## 2. 프레임워크 설계 목표

프레임워크의 설계 목표는 다음 세 가지로 정리할 수 있다.

첫째, 인공지능을 음악 학습 과정에 나중에 덧붙이는 기술이 아니라, 학습 단계 전반에 걸쳐 구조적으로 통합된 역량으로 재정립하는 것이다. 이를 통해 ‘어떤 도구를 사용하는가’보다 ‘학습의 어느 지점에서 어떤 인지적·메타인지적 활동을 지원하는가’를 중심으로 AI 활용을 설계하도록 한다(UNESCO, 2024a; Long & Magerko, 2020).

둘째, 인공지능이 학습자의 사고 과정을 대신하는 것이 아니라, 그 과정을 풍부하게 만드는 방향으로 설계하는 것이다. 프레임워크는 인공지능의 기능을 데이터 제공과 패턴 시각화에 두고, 이러한 정보를 해석하고 의미를 구성하는 과정에서 학습자의

인지적·메타인지적 성찰이 일어나도록 한다.

셋째, 교수자의 교육적 판단과 해석적 중재가 인공지능에 의해 희석되거나 대체되지 않도록 역할 경계를 분명히 하는 것이다. 인공지능 기술은 교수자가 학습자의 연습 과정을 더 깊이 이해할 수 있도록 돕는 자료와 도구를 제공하고, 교수자는 이를 바탕으로 개별 학습자에게 적합한 목표 설정과 피드백을 제시한다(Selwyn, 2024; Luckin et al., 2016).

## 3. 프레임워크의 구조적 구성 원리

이 프레임워크는 다섯 단계로 음악 학습을 구조화했으나, 이는 고정된 절차나 일방향적 순서가 아니다. 실제 연습에서는 단계들이 서로 겹치고 반복되며, 한 단계에서의 문제 인식이 자연스럽게 앞선 단계에 대한 재검토로 이어지기도 한다.

이러한 순환적 구조 속에서 인공지능은 학습자의 수행 결과를 단순히 정답과 오답으로 나누어 판단하지 않는다. 대신 연습 과정에서 축적되는 데이터를 정리하고 시각화하여, 학습자가 자신의 연습 상태를 객관적으로 바라보고 스스로를 점검할 수 있도록 돕는다. 교수는 이 정보를 바탕으로 학습자의 상황을 해석하고 교육적 의미를 부여함으로써, 데이터를 단순한 수치가 아니라 수업 설계와 피드백의 근거로 전환한다(Luckin et al., 2016).

특히 이 프레임워크는 인공지능의 개입 범위를 의도적으로 제한하여, 연습의 중심이 항상 학습자에게 놓이도록 설계하였다. 이는 인공지능이 학습을 자동화하거나 효율성만을 강조하는 도구로 오해되는 것을 막고, 학습자의 사고를 촉진하고 구조화하는 인지적 발판으로 기능하도록 하려는 취지이다 (U.S. Department of Education, 2023; European Commission, 2022).

나아가 이 프레임워크가 실질적인 학습 도구로 작동하기 위해서는 학습자와 교수자 간의 교육적 활동이 데이터로 수집되는 과정이 수반되어야 한다. 이를 위해 본 연구는 수집 대상을 단순한 연주 결과물에 한정하지 않고, 교수자의 피드백, 학습자의 연습 일지 등 상호작용 내용까지 포함하도록 설정하였다. 즉, 인공지능은 학습자의 연주 수행(performance) 데이터뿐만 아니라, 그 연주에 대해 교수자가 제공한 지도 내용과 학습자의 성찰 기록 등 교육적 맥락(pedagogical context)을 함께 학습한다. 이는 인공지능이 기계적인 오류 관독을 넘어, 학습자의 의도와 교수자의 지도 방향을 반영한 맞춤형 정보를 제공하기 위한 필수 조건이 된다.

## 4. 음악 학습 단계별 AI 역량 작동 방식

### 4.1 분석 단계

분석 단계에서 학습자는 악보를 읽고 곡의 구조를 파악하며, 자신이 지향하는 연주 목표를 설정한다. 이때 인공지능은 프레이즈, 반복 구간, 형식 구조 등 악곡의 핵심 요소를 시각적으로 드러내 주어, 학습자가 음악적 구조를 보다 선명하게 이해하도록 돕는다(Chen & Sun, 2024; Li & Wang, 2024).

복잡한 다성음악(polyphony)의 경우, 각 성부의 흐름을 그래픽으로 가시화하거나, 오르간 작품의 경우 시대와 양식에 적합한 스톱 배합(registration)을 위한 역사적 데이터베이스를 제공함으로써 초기 해

석의 방향을 제시할 수 있다. 다만 인공지능이 제공하는 정보는 하나의 가능성을 보여 주는 참고자료이며, 학습자는 이를 토대로 자신만의 음악적 해석을 발전시킨다. 교수자는 이러한 해석이 악곡의 맥락과 연주 관습, 양식적 특성에 비추어 타당한지 살피면서 방향성을 제시하는 역할을 맡는다.

### 4.2 계획 단계

계획 단계에서 학습자는 어떤 순서와 전략으로 연습을 진행할지 구체적인 계획을 세운다. 인공지능은 그동안의 연습 데이터에 기반하여 집중 연습이 필요한 구간이나 반복이 요구되는 부분을 제안하고, 난이도나 실수 빈도에 따라 연습 순서를 제안한다.

그러나 이러한 제안은 어디까지나 선택 가능한 여러 안 중 하나에 불과하다. 학습자는 자신의 신체적·정서적 상태, 연습 시간, 연주 일정 등을 함께 고려하여 최종 전략을 구성하고, 교수자는 그 전략이 학습 목표와 음악적 요구에 적합한지 검토하면서 필요할 경우 조정한다. 이때 인공지능은 연습 계획을 대신 결정하는 주체가 아니라, 학습자가 충분한 정보를 바탕으로 한 선택을 할 수 있도록 정보를 제공하는 조력자로 기능한다.

### 4.3 수행 단계

수행 단계에서는 실제 연주와 반복 연습이 이루어진다. 인공지능은 템포, 리듬 정확도, 음정, 다이내믹 변화 등 연주 결과에 관한 실시간 혹은 사후 데이터를 제공하지만, 그 목적은 학습자의 연주를 ‘관정’하는 것이 아니라 연습 과정을 기록하고 시각화하는 데 있다.

교수자는 이러한 데이터를 참고해 기술적 문제와 해석적 선택을 구분하고, 각각에 대해 구체적인 피드백을 제시한다(Chen & Sun, 2024; Li & Wang, 2024). 학습자는 자신의 연주 경험과 데이터를 함께

보면서, 왜 특정 구간에서 어려움이 반복되는지, 그 원인이 기술적 한계인지 해석상의 선택인지 등을 음악적 맥락 안에서 이해해 나간다. 이 과정에서 인공지능은 연습의 흔적을 ‘보이는 정보’로 남겨, 교수자와 학습자 간 대화의 공통 기반을 마련한다.

#### 4.4 점검 단계

점검 단계에서 학습자는 연습 과정에서 겪은 어려움과 문제점을 의식적으로 돌아본다. 인공지능은 실수가 자주 발생한 구간이나 템포·리듬의 불안정이 두드러지는 부분을 패턴으로 정리해 보여 주면서, 학습자가 자신의 연습 상태를 일정 거리에서 객관화하도록 돕는다.

그러나 이러한 패턴이 의미하는 바를 해석하는 일은 인공지능이 아니라 학습자와 교수자의 몫이다. 교수는 데이터에 드러난 문제를 ‘실패’로 규정하기보다는 학습 과정에서 나타난 유의미한 단서로 다루도록 안내하고, 그 원인이 기술적 습득, 해석상의 선택, 혹은 연습 환경과 같은 외적 요인 중 어디에 있는지를 함께 탐색한다(McPherson & Renwick, 2001). 이를 통해 학습자는 데이터에 지배되기보다, 데이터를 활용해 자신의 연습을 재구성하는 주체로서게 된다.

#### 4.5 성찰 단계

성찰 단계는 학습자가 일정 기간의 연습을 되돌아보며, 자신의 연습 방법과 성취 수준, 남은 과제를 재점검하는 단계이다. 인공지능은 연습 이력과 수행 변화의 추이를 시간의 흐름 속에서 요약해 제시함으로써, 학습자가 단기성적을 넘어 장기적인 성장 곡선을 인식하도록 돕는다.

교수는 이러한 정보를 바탕으로 학습자에게 메타인지적 질문을 던지며 성찰을 심화시킨다. 예를 들어 “어떤 연습 전략이 가장 효과적이었는가”, “데

이터에 나타난 변화가 음악적으로 어떤 의미를 가지는가”와 같은 질문을 통해, 학습자가 자신의 학습 방식을 재구성하고 다음 목표를 스스로 설정하도록 지원한다(McPherson & Renwick, 2001). 이처럼 성찰 단계에서 이루어진 재구조화는 다시 분석·계획 단계로 이어지며, 프레임워크 전체의 순환 구조를 완성한다.

이상의 5단계 프레임워크가 실제 학습 현장에서 어떻게 구현되는지 구체적으로 살펴보기 위해, J. S. Bach의 오르간 코랄 전주곡 <Ich ruf zu dir, Herr Jesu Christ BWV 639> 학습 사례를 적용해 보겠다.

우선 ① 분석 단계에서 학습자는 AI를 통해 3성부(멜로디 선율, 반주, 페달)의 구조를 시각화하여 성부 간의 균형을 파악하고, 교수자와 함께 건반 별 음색 분리와 같은 레지스트레이션 전략을 논의한다. 이어 ② 계획 단계에서는 AI가 이전 데이터를 기반으로 식별한 왼손 반주의 리듬 불안정 구간을 토대로, ‘왼손-페달 분리 연습’을 우선순위로 설정한다. ③ 수행 단계에서는 학습자가 연주를 수행하면 AI가 건반을 누르는 시점(Attack)과 떼는 시점(Release)을 정밀하게 기록하는데, 이는 오르간 연주에서 핵심적인 아티클레이션을 객관적으로 확인하는 자료가 된다. 이후 ④ 점검 단계에서 학습자는 16분음표의 간격이 일정하지 않은 패턴을 보여주는 그래프를 자신의 청각적 판단과 비교하며, 이것이 기술적 오류인지 의도된 루바토인지 스스로 질문한다. 마지막으로 ⑤ 성찰 단계에서 교수는 “데이터상의 리듬 변화가 음악 전달에 어떤 영향을 미치는가?”와 같은 질문을 통해 학습자가 자신의 연주 습관을 재해석하고 다음 학습 목표를 수립하도록 돕는다. 이는 학습자가 인공지능 데이터를 주도적으로 해석하며 연주를 개선해 나가는 실천적 역량을 보여준다.

### 5. 교수자 개입과 AI 역할 분리 원칙

이 프레임워크는 교수자와 인공지능의 역할을 분

명히 구분하는 것을 중요한 원칙으로 삼는다. 인공지능은 데이터를 수집·제공하고 이를 가시화하거나, 연습 전략과 관련된 제한적인 제안 기능을 수행하는 데에 역할이 국한된다. 반대로 해석적 판단과 교육적 의사결정, 그리고 그에 따른 책임은 교수자의 전문 영역으로 유지된다.

이러한 원칙 아래에서 인공지능은 교수자를 대체하는 존재가 아니라, 교수자의 교육적 판단을 뒷받침하는 도구이자 자료원으로 기능한다(Luckin et al., 2016; Selwyn, 2024). 교수는 인공지능이 제공하는 정량적 지표를 바탕으로 학습자의 연습 과정을 더 면밀히 이해하고, 그 위에 예술적 통찰과 교육적 경험을 결합해 개별 학습자에게 적합한 피드백과 과제를 설계한다. 이를 통해 기술은 교육의 방향을 결정하는 주체가 아니라, 교육적 결정을 보다 풍부하게 만드는 수단으로 기능한다.

## V. 논의 및 결론

### 1. 핵심 결과

본 연구는 클래식 건반악기(오르간 포함) 학습에서 인공지능을 특정 도구의 기능으로 소비하는 접근을 넘어, 학습자가 학습 과정에서 이해·활용·판단해야 할 인지적·메타인지적 역량으로 재정의하고 이를 교육적으로 통합하기 위한 설계 프레임워크를 제안하였다. 제안된 프레임워크는 분석-계획-수행-점검-성찰의 순환적 학습 단계를 중심으로 학습자, AI, 교수의 역할을 구분하여, 인공지능은 데이터 제공과 가시화·제안에 국한하고 해석적 판단과 교육적 의사결정은 학습자와 교수의 영역으로 유지하도록 설계하였다. 이를 통해 학습자는 AI 결과를 '정답'으로 수용하는 존재가 아니라, 근거 자료를 비판적으로 해석하고 연습 전략을 조절하는 주체로 위치한다.

### 2. 기존 AI 활용 중심 음악 교육 연구와의 차별성

기존 AI 기반 음악 교육 연구가 자동 평가, 연주 분석, 생성·추천 등 개별 기능의 효용성에 집중해 온 데 비해, 본 연구는 '어떤 도구를 쓰는가'보다 '학습 과정 속에서 어떤 사고 활동이 일어나는가'를 중심으로 AI 통합의 교육적 조건을 제시한다. 이 관점은 기술 변화로 특정 애플리케이션이 빠르게 대체되는 현실에서도, 교육 설계의 지속 가능성을 확보할 수 있는 원리(역량·과정·관계 구조)를 제공한다.

### 3. 교육 설계 시사점

첫째, AI 도입은 기술 선택이 아니라 학습 단계와의 정합성 문제로 다루어져야 한다. 즉, AI 기능은 음악 학습의 어느 단계에서 어떤 인지적·메타인지적 활동을 지원하는지를 기준으로 배치되어야 한다. 둘째, 교수자와 AI간의 명확한 역할 분리는 본 설계의 핵심 기제이다. 인공지능이 제시하는 정량 지표는 학습 상태를 객관화하는 단서가 될 수 있으나, 그 의미화(우선순위 결정, 표현·해석의 맥락화, 평가 기준의 정당화)는 교수의 예술적 통찰과 교육적 판단을 통해 이루어져야 한다. 셋째, 학습자에게는 AI 결과를 검증·재해석하는 질문('왜 이런 패턴이 나타났는가', '이 변화가 음악적으로 의미 있는가')을 지속적으로 요구하는 메타인지적 스킴이 필요하며, 이는 단기 수업이 아니라 장기 교육과정 설계 차원에서 논의될 필요가 있다.

### 4. 교육적·윤리적 고려

AI 기반 연주 데이터와 연습 이력은 민감한 학습 정보이므로 수집·저장·활용 범위와 소유권, 삭제 권한, 제3자 제공 여부 등 데이터 거버넌스가 선행되어야 한다. 또한 알고리즘이 제시하는 '최적' 경

로가 예술적 다양성을 표준화된 정답으로 오인하게 만들 수 있으므로, 교수자는 AI 출력의 한계와 편향 가능성을 설명하고, 학습자가 결과를 비판적으로 사용하도록 증재해야 한다. 마지막으로 접근성 격차가 학습 기회의 불평등으로 이어지지 않도록 교육 환경(장비·라이선스·네트워크)의 형평성을 함께 고려할 필요가 있다.

## 5. 오르간 학습 맥락에서의 적용 가능성

오르간 학습은 음색(레지스트레이션), 공간 잔향, 손·발의 독립적 움직임 등 복합적 요소들이 연주 결과에 직접적으로 영향을 미친다. 이러한 맥락에서 AI의 데이터 가시화는 학습자가 자신의 연습을 객관화하고 변화 추이를 추적하는 데 유용할 수 있으나, 레지스트레이션 선택이나 해석적 결단은 악기·공간·양식에 대한 교수자의 전문적 판단과 학습자의 미적 의도 속에서 결정되어야 한다. 특히, 터치와 뉘앙스가 연주의 주된 변수인 피아노와 달리, 오르간은 수많은 스톱의 조합(registration)을 사전에 계획하고, 여러 단의 건반과 페달을 동시에 통제해야 하는 등 학습자가 다루어야 할 인지적 부하(cognitive load)가 매우 높은 악기이다. 따라서 본 연구가 제안하는 AI의 ‘데이터 가시화’ 및 ‘패턴 제공’ 기능은 오르간 학습자에게 있어 단순한 보조를 넘어, 보이지 않는 음향적 변수를 시각적으로 통제하게 해주는 필수적인 인지적 스캐폴딩(scaffolding)으로 작용한다.

예를 들어, AI 기반의 시각화 도구는 오르간 파이프의 물리적 응답 특성과 음의 발현 속도에 따른 지속 시간(duration)과 공백(rest)을 ‘피아노롤(piano-roll)’이나 ‘파형(waveform)’ 형태로 정밀하게 시각화하여 보여줄 수 있다. 또한, 연주 공간의 잔향 시간(reverberation time)을 시뮬레이션하여, 공간의 울림에 따라 음을 끊는 타이밍(articulation)이 어떻게 달라져야 하는지를 시각적 그래프로 비교 제시

할 수 있다. 이는 청각에만 의존했을 때 놓치기 쉬운 미세한 아티클레이션의 차이를 객관적으로 인지하게 함으로써, 학습자가 공간과 악기 특성에 맞는 터치를 조절하는 데 구체적인 도움을 준다. 따라서 본 프레임워크는 오르간 학습에서 ‘정량 정보-예술적 의미’의 간극을 교육적으로 매개하는 구조로 확장 적용될 수 있다.

## 6. 연구의 한계와 후속 연구 제언

본 논문은 설계 논증 중심의 기술 논문으로서 (1) 실제 수업·연습 환경에서의 실증적 효과 검증은 포함하지 않았고, (2) 클래식 건반악기 맥락에 초점을 두었으며, (3) 구체적 시스템 구현·알고리즘 설계에 대한 논의를 의도적으로 제한하였다. 후속 연구에서는 프레임워크를 실제 학습 환경에 파일럿 적용하여 학습자의 수행 변화와 자기조절학습, AI 결과의 비판적 해석 역량이 어떻게 발달하는지 경험적으로 검토할 필요가 있다. 또한 시창·청음, 합주, 작곡 등 다른 영역에 적용하여 공통 원리와 영역 특수성을 비교하고, OECD 및 UNESCO 등 AI 역량 준거와의 체계적 매핑을 통해 음악 교육 맥락의 AI 역량 지표를 정교화하는 연구가 요구된다. 마지막으로 예비·현직 음악교사 교육에서 본 프레임워크를 활용한 수업 설계·평가·윤리 교육 모델을 개발하는 연구도 중요한 확장 방향이 될 수 있다.

## 참고문헌

- 유미옥, 임은미 (2024). 예비교사의 AI 활용 진로지도 역량 척도 개발 및 타당화. *미래사회*, 15(1), 242-263.
- Chen, Y., & Sun, Y. (2024). The usage of artificial intelligence technology in music education system under deep learning. *IEEE Access*, 12, 130546-130556.

- <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3442766>  
European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators*. Publications Office of the European Union.  
<https://data.europa.eu/doi/10.2766/153756>
- Geeves, A. M., & Sutton, J. (2015). Embodied cognition, perceptual expertise, and skilled action: Comments on the target articles. *Empirical Musicology Review*, 9(3-4), 247-253. <https://doi.org/10.18061/emr.v9i3-4.4538>
- Lerch, A., Arthur, C., Pati, A., & Gururani, S. (2020). An interdisciplinary review of music performance analysis. *Transactions of the ISMIR*, 3(1), 221-245. <https://doi.org/10.5334/tismir.53>
- Li, P. P., & Wang, B. (2024). Artificial intelligence in music education. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(16), 4183-4192. <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2209984>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1, 1-16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- McPherson, G. E., & Renwick, J. M. (2001). A longitudinal study of self-regulation in children's musical practice. *Music Education Research*, 3(2), 169-186. <https://doi.org/10.1080/14613800120089232>
- Merchán Sánchez-Jara, J. F., González Gutiérrez, S., Cruz Rodríguez, J., & Syroyid, B. S. (2024). Artificial intelligence-assisted music education: A critical synthesis of challenges and opportunities. *Education Sciences*, 14(11), 1171. <https://doi.org/10.3390/educsci14111171>
- OECD. (2019). *The OECD learning compass 2030: A series of concept notes. OECD Future of Education and Skills 2030*. <https://www.oecd.org/en/data/tools/oecd-learn-ing-compass-2030.html>
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, 422. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Peng, S., & Ratnavelu, K. (2024). Artificial intelligence-assisted music learning: A systematic review of the risks and crises of higher music education. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*, 7(2), 466-476. <https://doi.org/10.63278/jicrcr.v7i2.1776>
- Reybrouck, M., & Schiavio, A. (2024). Music performance as knowledge acquisition within the creative process. *Frontiers in Psychology*, 15, 1331806. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1331806>
- Selwyn, N. (2024). On the limits of artificial intelligence (AI) in education. *Nordisk Tidsskrift for Pedagogikk og Kritik*, 10, 3-14. <https://doi.org/10.23865/ntpk.v10.6062>
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>
- UNESCO. (2024a). *AI competency framework for teachers*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391104>
- UNESCO. (2024b). *AI competency framework for*

students. UNESCO.

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391105>

U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. (2023). *Artificial intelligence and the future of teaching and learning: Insights and recommendations*. U.S. Department of Education. <https://www2.ed.gov/documents/ai-report/ai-report.pdf>

Yu, X., Ma, N., Zheng, L., Wang, L., & Wang, K. (2023). Developments and applications of artificial intelligence in music education. *Technologies, 11*(2), 42.

| <https://doi.org/10.3390/technologies11020042>

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice, 41*(2), 64-70.

[https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2)

투고일자: 2025. 12. 30.

심사일자: 2026. 1. 28.

게재확정일자: 2026. 2. 2.

# Design Framework for AI Competency–Integrated Music Education: Focusing on Classical Keyboard Instrument Learning

Yeonju Kim

Seoul Cyber University

This study aimed to redefine Artificial Intelligence (AI) not merely as an auxiliary learning tool but as a cognitive and metacognitive competency that learners must acquire and utilize in classical keyboard instrument learning, including the organ. Furthermore, this study proposes a design framework for educationally integrating this competency into music learning. Previous research on AI-based music education has focused on the functional utility of specific technologies or tools, lacking structural discussions regarding the educational position of AI throughout the entire music learning process. Accordingly, this study examined the concept of competency in music learning and the educational definition of AI competency. By analyzing the structural characteristics of the classical keyboard learning process, design principles for the learner–AI–instructor interaction were derived. The proposed framework was designed around five learning stages (analysis, planning, performance, monitoring, and reflection), limiting the role of AI to data provision and visualization while maintaining interpretive judgment and educational decision-making within the domains of the learner and instructor. This approach is intended to prevent totally technology-dependent learning while enabling learners to acquire the competency to critically understand and utilize AI throughout the learning process. This study is significant because it provides a theoretical and practical foundation for the responsible integration of AI in classical keyboard instrument education by approaching AI as a competency to be cultivated by the learner rather than as an external tool for music learning.

*Key words:* AI Competency, Music Education Design Framework, Classical Keyboard Instrument Learning, Cognition/Metacognition, Learner–AI–Instructor Interaction