

# 미디어키보드를 사용한 지능형 피아노 교습 시스템의 설계\*

김희성, 최창민, 김성훈†

경북대학교 소프트웨어공학과

## A Design of Intelligent Tutoring System for Piano Playing using MIDI Keyboard

Hee Sung Kim, Chang Min Choi, Seong Hoon Kim

Dept of Software Engineering, Kyungpook National University

E-mail : {shkim1454}@knu.ac.kr

### 요 약

이 논문에서는 멀티미디어 컴퓨터에 연결된 미디어키보드를 사용하여 피아노 연주를 혼자서 배우고 연습할 수 있도록 하기 위한 지능형 교습 시스템을 개발하기 위하여, 시스템 구조 및 모듈별 기능과 기본적인 사용자 인터페이스를 설계하였다. 시스템의 구조는 미디어 키보드의 실시간 연주 샘플링 모듈, 미디어 데이터의 시퀀싱 모듈, 사운드 합성 모듈과 연결된 지능형 교습 시스템이 된다. 세분화된 모듈별 기능에서는 학습 콘텐츠, 학습자 모델, 진단 평가 모듈, 진도 관리 모듈, 등의 세부적인 기능 설계가 필요하다. 학습자 모델을 기반으로 진단 평가 및 진도 관리를 지능적으로 처리하기 위해서 CLIPS를 사용한 전문가시스템 접근을 사용한다. 컴퓨터 화면상의 악보 디스플레이, 실시간 연주 화면, 진단 평가 디스플레이를 위한 GUI 설계가 필요하다. 그리고, 향후 콘텐츠 구축 및 시스템 구현 시에 예상되는 문제점과 해결 방안을 논의한다.

### 키워드

ITS, Piano E-Learning, Diagnostic Student Model, CLIPS, Linux Midi and Sound System

### 1. 서 론

지능형 학습 시스템(ITS: Intelligent Tutoring System)은 인공지능 기법을 사용하여 컴퓨터로부터 인간의 학습을 보조하는 프로그램으로, 지능형 컴퓨터 보조 교육(ICAI: Intelligent Computer Assisted Instruction)이라고 하기도 한다. 초기의 1세대 ITS는 인지심리학적인 관점에서 인간 교육자의 역할을 그대로 닮으려고 하는 원대한 목표를 세우고서, 3가지 전형적인 구성요소를 전문가 시스템의 모델로 갖도록 하였다[1]. 즉, 학습하고자 하는 분야의 전문가의 지식을 가진 도메인 모델(Domain Model), 학습자의 미숙한 상태의 지식을 반영하는 학습자 모델(Student Model), 그리고 미숙한 학습자 모델을 전문가 수준의 도메인 모델로 만들기 위해서 교육과정과 학습전략을 결정하는 교수법 모델(Pedagogical Model)을 만들면 원대한 목적이 달성될 것으로 기대하였다. 하

지만, 도메인 모델의 측면에서 우선, 전문가시스템을 구축하는 것이 제안된 영역을 제외하고는 쉽지 않은 작업이므로, 전문가시스템으로 구축이 가능한 분야에서 제한적으로 일부 성공한 사례를 보였고, 그렇지 않은 분야에서는 전통적인 CAI 방식이 주로 적용되어 왔다[2].

2세대 ITS에서는, 초기의 ITS 연구에서 제시된 모델 구조를 축소하면서, 각 모델의 기능적인 측면은 반영하되 지식표현 방식을 변형하여 적용하고, CAI 분야의 멀티미디어와 애니메이션 기법을 이용한 학습 전략을 수용한 ICAI가 관심을 끌었다. 교육과정에 대한 판단은 학습자 주도로 이루어졌고, 전문 지식의 분야보다는 유아 및 초등 교육의 기초 지식의 분야에 많이 활용되었다[3][4].

3세대 ITS는 가상현실(VR) 기술의 발전으로 사람과 컴퓨터 간에 고도의 상호 연동 인터페이스(highly-interactive interface)이 가능해짐에 따라 직접 조작(direct manipulation)과 같은 HCI 기술과 ITS 기술이 접목되어 실기 실습의 교육 분야로 확대되었다. 즉, 학습자의 행동을 정확히 센싱하여 학습자의 실습 상태를 정확히 파악하는 것

\* 이 논문은 2008학년도 경북대학교 신입교수정착연구비에 의하여 연구되었음.

† 교신저자: 김성훈

이 가능하며, 이에 따른 지능적인 판단의 즉시적인 응답 피드백을 할 수 있다는 점을 강점으로 의료 분야, 체육 분야, 예술 분야의 실기 실습 교육으로 응용이 확대되고 있다[5][6][7].

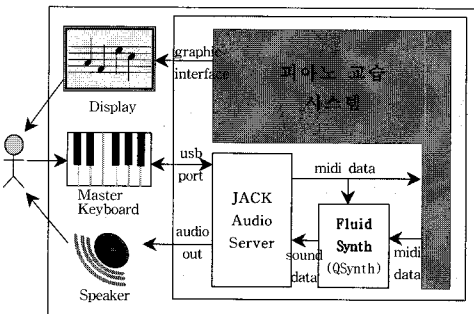
피아노 교습 시스템의 경우, 외국에서는 1993년 미국 카네기멜론대학교에서 다넨버그 교수의 연구팀의 PianoTutor[8], 1995년 싱가포르대학교에서 개발된 PianoForte가 있다[9]. 최근 5년 전부터는 상업화된 제품들도 소개되었다[10]. 그러나, 이들 제품은 ITS 기법은 생략되거나 축소된 형태로, 학습자 모델과 학습과정과 전략에 대한 교수법 모델의 기능은 없거나 극히 미미하다.

이 논문은 피아노 교습 시스템에서 ITS의 지능적인 처리와 판단 능력을 강화시키는데 주안점을 두었다. 학습자의 수준을 판단하여 학습과정을 결정하는 것뿐만 아니라, 학습자의 학습 스타일까지도 지능적으로 판단하여 그에 맞는 학습전략을 맞춤형으로 결정할 수 있도록 하고자 한다. 이러한 지능형 피아노 교습 시스템을 개발하기 위하여, 이 논문에서는 시스템 구조 및 모듈별 기능과 기본적인 사용자 인터페이스를 설계하였다.

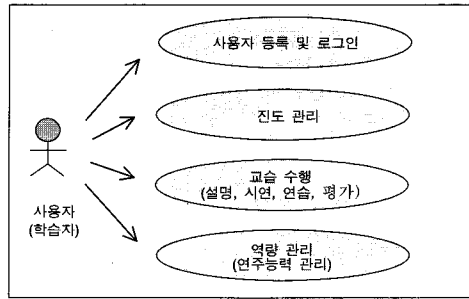
## II. 요구사항 분석

학교에서 배우는 피아노 교습은 연습량이 부족하고 시간에 제약을 받는 경우가 많아 피아노 교습을 포기하는 경우가 많다. 그렇기에 어느 때든 자신이 원하는 시간에 연습할 수 있는 프로그램이 필요하며, 가정이나 학교에서도 손쉽게 피아노 연습 환경을 구축하는 것이 가능해야 한다.

피아노 연습 환경을 구축하기 위해서는 리눅스 플랫폼과 USB 미디 키보드를 사용하였으며, <그림 1>에서 피아노 연주와 교습을 가능하게 하는 시스템의 구성도를 보이고 있다. 마스터키보드로부터 컴퓨터의 USB 포트를 통하여 미디 이벤트가 입력된다. 미디 이벤트는 JACK Audio Server를 통해 연결 설정이 되어 있는 FluidSynth에 midi event를 전송하여 소리를 합성하여 사운드 카드로 출력된다. 이와 동시에, 입력된 미디 데이터는 피아노 교습 시스템에게도 전달된다.



<그림 1> 시스템 구성도



<그림 2> 유즈케이스 다이어그램

요구되는 피아노 교습 프로그램은 <그림 2>에 보이듯이, 크게 사용자 등록 및 로그인 단계, 진도관리 단계, 교습 수행 단계, 역량관리 단계의 4단계로 볼 수 있다.

사용자 등록 및 로그인 단계에서는 학습자에 대한 정보를 기록하기 위해 사용자 등록 및 로그인과정을 통하여 학습자에 대한 정보를 수집하고 저장한다.

진도관리 단계에서는 각 학습자마다 개인 차가 크고 배우는 속도가 자기 다르기에 학습자 개인의 특성과 문제점들을 파악하고 이렇게 수집된 학습자모델을 토대로 학습자의 진도를 관리한다. 진도관리에 기록되는 데이터로는 학습자의 현재 진도 수준 및 이 진도 수준을 토대로 앞으로 나아가야 할 진도과정을 계획하고 과거의 데이터에 대한 평가 및 통계를 알 수 있다.

교습 수행 단계는 설명, 시연(데모), 연습, 평가의 4가지 과정을 사이클로 형성하여 단계가 흐를수록 학습자의 부족한 부분을 보완해나갈 수 있게 교습을 수행한다.

먼저, 설명과정은 학습자에게 음악 기초이론이나 연습에 대한 소개를 설명하는 과정이고, 시연 과정은 학습할 연주 부분을 악보와 함께 멀티미디어적 요소들을 가미해 선생인의 연주 시범을 보이는 단계이고, 연습과정은 학습자가 직접 연주를 할 수 있도록 화면에 악보 등을 제공하여 연습을 할 수 있게 한다. 이 과정에서 학습자가 연주시 틀리는 부분이 있으면 바로바로 체크가 되어 화면에 실시간으로 보여준다.

평가과정은 연습과정에서 학습자가 연습한 연주 데이터를 분석하여 학습자가 부족했던 부분을 실시간으로 평가하고 통계를 내어 교정되어야 할 부분이나 보완해야 할 부분에 대해서 진단평가를 해준다. 이러한 과정이 반복되어 학습자가 원하는 목표에 근사치로 다가갈 수 있게 한다.

역량관리 단계에서는 전체적인 평가 및 통계를 내어 학습자 역량을 관리한다. 즉, 학습자의 문제점을 파악하여 어떻게 교정하고 보완해야 하는지를 알려주며, 지금까지의 성장률이나 목표치에 얼마나 근접했는지에 대한 통계를 낼 수 있다.

이러한 단계를 거침으로 인해 개인의 맞춤형 1:1 학습이 가능하게 된다.

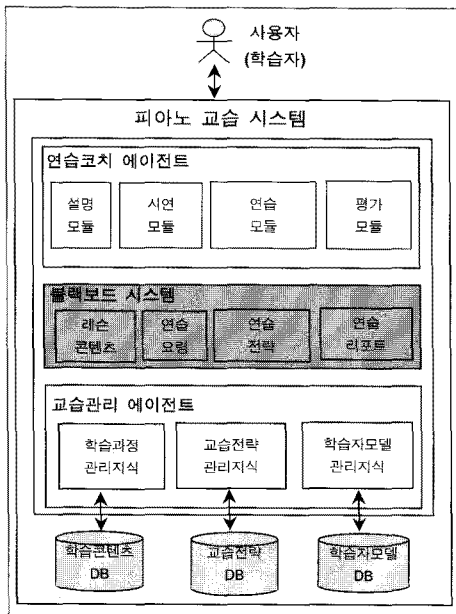
### III. 시스템의 구조 및 기능 설계

지능형 피아노 교습 시스템을 개발하는데 있어서, 핵심적인 문제는 학습자의 개인별 맞춤형 교육이 가능하도록 정확한 학습자 모델이 구축되어야 하며, 이에 따라 학습자의 스타일에 맞는 교습 전략을 판단하고 단계별 교습 과정의 진도 관리가 이루어져야 한다. 즉, 지능적인 처리의 기능을 강화하기 위해, 다중 에이전트의 구조를 취하였다. 즉, 시스템을 교습 관리 에이전트와 연주코치 에이전트로 분리하고 블랙보드 시스템으로 상호 연결된다.

#### 3.1 시스템의 구조

이 시스템은 크게 교습관리 에이전트(Tutoring Manager Agent)와 연습코치 에이전트(Training Coach Agent), 그리고 두 에이전트를 연결하기 위한 블랙보드 시스템(Blackboard System), 3부분으로 구성된다.

연습코치에이전트는 학습자의 연주 연습을 담당하는 부분으로, 설명모듈, 시연모듈, 연습모듈, 평가모듈로 구성된다. 에이전트간의 상호 연결을 위해 사용되는 블랙보드 시스템은 레슨콘텐츠, 연습요령, 연습전략, 연습리포트로 구성되어 있다. 교습관리에이전트는 개개인에 대한 1:1 맞춤형 학습이 가능하도록 학습자에 대한 정보를 처리하는 부분으로, 교습전략 관리지식, 학습과정 관리지식, 학습자모델 관리지식으로 구성되어 있다.



<그림 3> 피아노 교습 시스템의 구조 설계

### 3.2 모듈별 기능 설계

#### 3.2.1 연습코치 에이전트

연습코치에이전트는 앞서 보았던 유즈케이스 다이어그램의 교습 수행 단계를 주로 처리한다. 설명 모듈은 시연모듈에서의 학습을 보다 수월하게 하기 위해 멀티미디어적 요소를 가미하여 이론을 설명하는 모듈이다.

#### 3.2.2 블랙보드시스템

블랙보드시스템에는 전반적인 연주 연습에 대한 연습전략, 연습곡의 연습요령 및 부분학습을 위한 연습요령, 단계별 학습 콘텐츠, 즉 악보나 MIDI 데이터를 관리하는 레슨콘텐츠, 이 레슨콘텐츠에 있는 악보 및 MIDI 데이터와 학습자의 연주 연습을 비교하여 나온 평가 및 통계자료를 담은 연습리포트가 있다.

#### 3.2.3 교습관리 에이전트

교습관리 에이전트는 전문가시스템으로 크게 3가지 지식베이스로 이루어진다.

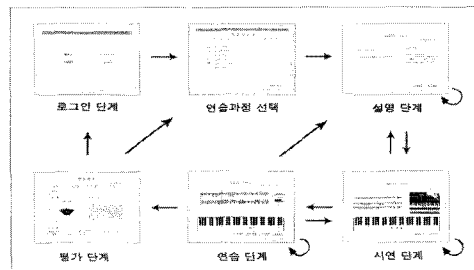
먼저 학습자의 현재 연주 능력과 학습 이력 정보를 바탕으로 다음 학습과정을 결정하는 학습과정 관리지식이다. 그리고, 학습자의 학습 스타일에 대한 정보를 바탕으로 학습전략을 결정하는 학습전략 관리지식이 있다.

학습 이력 통계 정보, 연주 능력, 그리고 학습 스타일, 등의 학습자 모델을 수립하기 위해, 필요한 정보를 수집하고 이로부터 적절한 판단을 내리는 지식을 학습자 모델 관리지식이 담당한다.

교습관리 에이전트의 지식획득은 문헌상으로 현존하는 여러 교수법[11][12]을 바탕으로 다양한 교수법의 콘텐츠를 구축하고, 일선의 피아노 지도 교사로터 경험적 지식을 획득하여[13] 교육관리 지식 및 학습전략 관리지식이 구축되도록 한다.

## IV. GUI 설계

### 4.1 피아노 연습과정

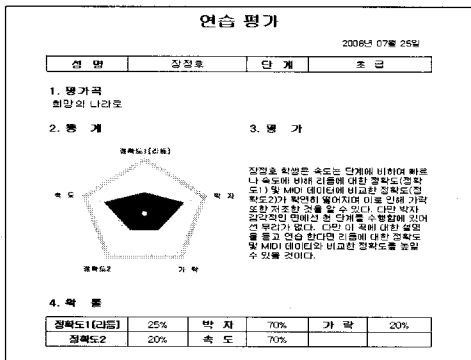


<그림 4> 연습과정 흐름도

4.2. 화면 설계



<그림 5> 연습단계의 화면



<그림 6> 연주 평가의 화면

V. 결론

이 시스템은 피아노 학습을 단순히 연주 연습만을 하는 것이 아닌 개개인의 성향에 맞춰 1:1 맞춤 학습이 가능하도록 하는 시스템이다. 교수관리 에이전트(Tutoring Manager Agent), 연습코치 에이전트(Training Coach Agent), 블랙보드 시스템(Blackboard System)이라는 세 가지 구조를 가지고 있으며, 이러한 각각의 구조는 정형화된 전문가 시스템으로써의 기능을 수행하여 좀 더 지능적인 피아노 교습을 가능하게 한다. 그리고 실기뿐만 아니라 이론의 기초를 다져 좀 더 쉽게 피아노 학습을 할 수 있게 하며 획일화된 학습이 아닌 개개인의 맞춤 학습으로 어렵게 느끼는 피아노 학습을 누구나 가볍고 즐거운 마음으로 하고자 하는 것이 이 시스템의 목표이다.

ITS는 기계가 인간을 교육시키는 것이므로 단순히 쉽게 생각할 문제가 아니다. 특히, 피아노

교육 시스템은 단순히 이론만을 교육을 하는 것이 아니라 실질적인 실기기법을 익히도록 하는 것이므로 더욱 어렵고 복잡하다. 하지만 이 연구는 HCI 기술과 인공지능 기술을 접목하여 차세대 ITS를 예고하는 새로운 접근방식이기도 하다. 머지않은 미래에, 많은 사람들이 클래식, 재즈, 대중가요, 등 장르를 가리지 않고 노래연습장에서 자신의 노래실력을 뽐내듯, 피아노 연주를 어렵게 생각하지 않고 쉽고 즐겁게 연주하는 날이 올 것이라 기대해본다.

참고문헌

- [1] Sleeman, D. and J.S. Brown, Intelligent Tutoring Systems, Academic Press, Inc., 1982.
- [2] 최영미, 컴퓨터 보조 학습과 지능형 교수 시스템의 비교 고찰, 정보산업기술연구, 제2집, pp.45-57, 1997.
- [3] 전영국, 지능형 교수 시스템 개발을 위한 학습자 모델링 연구, 한국컴퓨터교육학회논문지, 제2권 제2호, pp.51-61, 1999.6.
- [4] 이재인, 이재무, 지능형 교수시스템에서 동적 레슨플랜생성기의 설계, 한국정보교육학회논문지, 제1권 제2호, pp.17-35, 1998.
- [5] O. Cakmakei and et.al, An Augmented Reality Based Learning Assistant for Electric Bass Guitar, Proc. 10th International Conference on Human Computer. Interaction, June 22-27, 2003.
- [6] B. Zhang and et.al, Visual Analysis of Fingering for Pedagogical Violin Transcription, Proceedings of MM'07, pp.521-524, Sep. 2007.
- [7] E. Schoonderwaldt, et.al, IMUTUS - an interactive system for learning to play a musical instrument, 2003.
- [8] R B. Dannenberg, et.al., Results from the Piano Tutor Project, Proceedings of the 4th Biennial Arts and Technology Symposium, pp. 143-150, Mar. 1993.
- [9] S. W. Smoliar, et.al., PianoForte - A system for piano education beyond notation literacy, in Proceedings of ACM Multimedia95, p p. 457-465, 1995.
- [10] MusicOnMyPc, "http://www.musiconmypc.co.uk/art\_what\_keyboard\_tutor.php", 2008.
- [11] 황희숙, 한국 어린이용 피아노 문헌연구, 한양대학교 음악연구소, 음악논단, 제8집, pp. 157-182, 1994.12.
- [12] 김보검, 피아노 초보자를 위한 현대적 교수법, 교수논문, 1972.
- [13] 고정화, 피아노 실기지도를 위한 교육방법의 개선요구-초등교육을 중심으로, 1990.