

## 청음연습을 위한 시스템에 관한 고찰

김성은\*, 송은지\*\*

### 요약

청음이란 어떤 음악을 듣고서 그 음의 높이를 음계적 혹은 화성적으로 측정할 수 있는 능력을 말한다. 본 연구에서는 현대 일상생활의 필수품인 컴퓨터를 이용하여 음악교육에서 가장 중요한 청음연습을 위한 시스템에 대한 고찰을 하고자 한다. 제안하는 시스템은 한글화를 통해 초보자나 아동들이 쉽게 청음 연습을 할 수 있도록 하였고 음악을 전공하는 이들에게도 유익하도록 다양한 기능이 가능하게 하였다. 또한 실질적인 기능의 충실함과 더불어 여러 학습자 등록 기능을 추가하여 다른 사용자와 비교할 수 있으며 성적을 수치화, 그래프화하여 확인 가능하므로 학습 성취도를 높일도록 하였다. 효과적인 청음연습을 위한 시스템에 대한 본 논문의 제안은 향후 체계적인 청음훈련을 위한 시스템개발에 관한 관심을 높이는데 기여하리라 사료된다.

## A Consideration on the System for Ear Training

Seoung-eun Kim\* , Eun-je Song\*\*

### Abstract

Ear training is said to be the ability to measure sound either in terms of musical scale or cord by listening to music acoustically. This is the most basic subject and the most practical technique in any music genre; also, the most crucial factor for individuals who are studying music. Ear training is an important skill to develop when learning to play the piano, or learning any kind of musical instrument. It is also the key factor in a successful music education. Everyone can develop their musical ability if ear training is provided during childhood. The aim of this study is to develop an ear training system whereby beginners or children can learn music with ease in terms of computer access which is part of their daily life. This system is devised so that children can practice ear training easily. This system is also beneficial to others who plan to major in music.

Keywords : Ear training, Music education on computer, Pitch

### 1. 서론

정보화 사회인 현대사회에서 빼놓을 수 없는 것은 컴퓨터이다. 최근 몇 년 동안 우리 사회는 엄청난 정보화 인프라를 구축하였고 또한 이 인프라로 인해 정치, 경제, 문화적으로 전 세계에 어느 나라에도 뒤지지 않는 새로운 사회를 구축하게 되었다. 이러한 정보화 사회가 이전 사회와 다른 것은 지역적, 문화적, 사회적 제한이

사라져 시간적 공간적 제약을 극복했다는 것이다.

교육도 학교에서만 이루어졌던 폐쇄적이고 제한적이며 시간적 공간적 단절된 교육의 형태가 아닌 어떤 장소, 시간에도 학습활동에 참여할 수 있는 새로운 교수학습 방법의 필요성이 대두되었다. 이러한 필요성에 따라 최근 컴퓨터를 통한 수많은 학습프로그램과 인터넷을 이용한 온라인 교육프로그램이 개발 되고 있다.

그러나 음악교육의 기본이 되는 청음연습을 할 수 있는 프로그램은 아직 일반화 되어 있지 않다[1][2]. 청음능력이라는 것은 음의 절대 값(주파수)을 측정할 수 있는 기준이 뇌 속에 인지 되어 있어 음을 듣는 즉시 음의 높이를 지각하는 능력을 말한다. 음악을 하는 사람에게 있어 악보는 눈으로 보고 귀로 듣는 것이 아니라 ‘눈

※ 제일저자(First Author) : 김성은  
접수일자:2008년08월30일, 심사완료:2008년09월16일  
\* 남서울대학교 아동복지학과  
sekim@nsu.ac.kr  
\*\* 남서울대학교 컴퓨터학과

으로 듣고 귀로 본다' 의 능력이 되었을 때 가장 이상적인 악보 보기가 된다. 성공적인 음악교육을 위해서는 무엇보다 먼저 귀를 여는 청음 훈련을 시켜주는 것이 보다 효과적이다. 그러나 우리나라 음악 교육은 아직도 피아노 건반을 두드리는 것부터 배우고 나서 나중에 청음 교육이 이루어지는 것이 현실이다. 절대음감에는 선천적으로 유전적 요인에 의해 타고 나는 경우와 후천적으로 학습에 의해 터득되는 경우가 있는데, 후자의 경우는 조기교육일수록 효과적이라고 한다. 따라서 절대음감은 타고 난다기 보다는 길러진다는 게 더 정확한 표현일 것이다[3][4].

본 연구에서는 이러한 필요성을 바탕으로 현대 일상생활의 일부분인 컴퓨터를 이용하여 음악교육의 기초가 되는 청음 연습을 위한 시스템에 대한 고찰을 한다. 현재 우리나라에서 온라인으로 음악교육을 하고 있는 대표적인 사이트에서 제공하고 있는 청음시스템과 외국에서 최근에 개발되어 시판되고 있는 청음연습 프로그램을 분석하여 보다 효과적인 프로그램을 제안하고자 한다[7][8].

제안하는 시스템은 초보자나 아동들이 쉽게 청음 연습을 할 수 있도록 하였을 뿐 아니라 음악전공자들에게도 유익하도록 기능이 다양하도록 하였다. 또한 실질적인 기능의 충실함과 더불어 학습자의 학습능력을 향상할 수 있도록 하는 기능을 추가하였다.

## 2. 관련 연구

청음에 대한 측정능력에는 2종류가 있다. 절대음감과 상대적 절대음감으로 구분한다. 여기서 음감(音感) 이라함은 말 그대로 '음정을 느끼는 감각'을 이야기하는데 절대음감은 사람의 머릿속에 음의 절대적 기준이 되는 장치가 존재하여 외부의 도움 없이 자기가 들은 음의 음정을 파악할 수 있는 능력을 말하며 상대음감은 자신의 머릿속에 음의 절대적 기준이 되는 장치가 존재하는 절대음감과 달리 외부의 기준장치의 도움을 받아 음정을 파악할 수 있는 능력을 말한다. Perfect Pitch 소유자를 절대음감 소유자로 표현하며 Relative Pitch 소유자를 상대음감소유자를 뜻한다. 절대음감 소유자는 전 세계 전체

인구 중에서 0.01% 미만 (인구2천명에 1명) 이 있는 것으로 추정하고 있으며 음악가중 에서는 약 15%가 절대음감자인 것으로 조사되고 있다. 절대음감이 과거에는 유전적으로 부여받은 능력으로 선천적으로 이러한 능력을 가졌다고 생각하였으나 1998년 캘리포니아 주립대 연구팀이 600명의 음악가들을 대상으로 한 연구에 따르면, 절대음감을 지닌 사람들은 대개 5-6세 이전에 음악 교육을 시작한 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 음악 교육을 받기 시작한 시기가 빠를수록 절대음감을 갖게 될 확률이 높다는 것을 말해주는 것이다[5][6].

우리가 현재 사용하는 피아노의 한 옥타브 안의 건반 수는 모두 12개이다. 이 12개의 건반에 자연 배열 음을 각자 비율(일정한 공비)에 의하여 동일하게 나뉜다. 일정한 공비를 가진 주파수를 화음으로 나타내는데 주파수비가 4:5:6의 비가 되는 것을 장화음이라 하며, 이러한 장화음을 상하로 3조 릴레이식으로 나열해 놓은 것을 장음계라하며 미~파, 시~도 사이가 반음으로 구성된 음계이다.



(그림 1)과 같이 주파수를 배열하여 음계를 만들면 1옥타브 내에 12개의 음이 생기는데 음정의 주파수를 산출하기 위해서는 기본옥타브의 [라] 음의 주파수가 국제적인 표준으로 440hz로 정해져 있다. 그 다음 한 옥타브위의 [라]의 주파수는 880hz이며 한 옥타브 아래 [라]의 주파수는 220hz이다. 즉, 한 옥타브 올라가거나 내려갈 때 주파수를 2 씩 곱하거나 나눠주면 되는 것이다. 한 옥타브에는 반음까지 포함하여 12음이 들어있으므로 반음을 올리려면 어떠한 특정값을 해당 음의 주파수에다 곱하거나 나눠주면

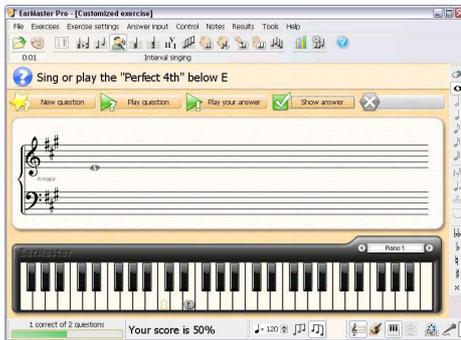


체크할 수 있다. 이 시스템에서는 난이도별 문제를 지원하여 초보자에서부터 고급사용자까지 다양한 레벨의 학습자가 연습을 할 수 있고 사용법이 매우 간단하여 누구나 이용할 수 있도록 하였다. 그러나 이러한 단순한 구성은 청음 학습에 집중성을 높여 주는 장점을 제공하지만 학습자의 지속적인 학습 유도 와 학습 효과의 극대화라는 목표를 달성하기에는 어려움이 있는 단점이 있다.

### 3.2 CD로 된 청음프로그램

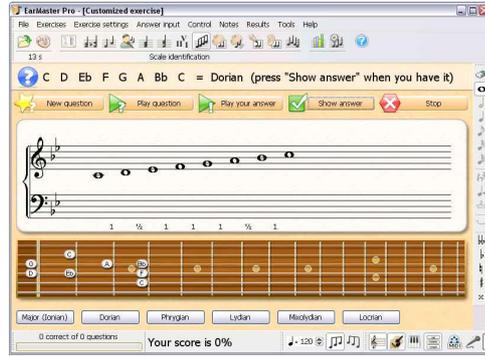
다음은 최근에 판매되고 있는 청음연습을 위한 프로그램을 살펴보도록 한다[8]. 여기서는 가장 최근에 개발된 청음프로그램인 EarMaster pro 5.0의 구성을 분석해 본다.

먼저 종류와 난이도를 선택하면 그림3과 같은 화면이 나타난다. 문제를 듣고 피아노 건반을 두드리면 해당하는 음을 들려주고 점수를 알려준다. 정답은 악보보기로 체크한다.



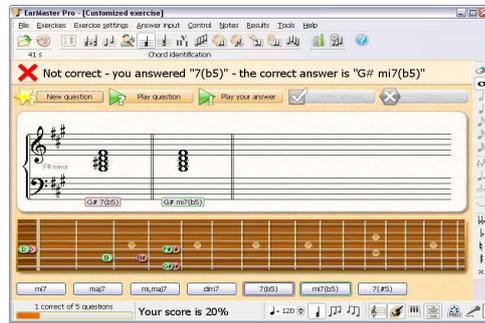
(그림 3) 기본 청음연습화면(EarMaster pro)

이 시스템은 단순하게 음을 알아맞히는 수준에서 벗어나 스케일, 화성, 리듬등을 위한 연습이 각각 구체적으로 주어져서 보다 전문적으로 청음연습을 할 수 있도록 구성되어있다. 예를 들어 스케일을 기본으로 청음 연습을 위한 프로그램을 시행하면 그림4와 같은 화면이 나타난다.



(그림 4) 스케일 기본 청음연습화면

또한 (그림 5)와 같이 화성을 기본으로 하여 청음연습을 할 수도 있도록 구성되어있다. 뿐만 아니라 정답을 피아노 건반을 두드리서 맞추는 방법과 함께 (그림4)(그림 5)에서처럼 악보에 음을 표기함으로 정답을 맞출 수 있도록 구성되어 있다.



(그림 5) 화성 기본 청음연습화면

이 패키지는 2005년 덴마크에서 개발된 제품으로 1994년부터 꾸준히 청음프로그램을 개발해 오고 있어 기능이 매우 다양하다. 난이도에 따라 문제가 주어질 뿐 아니라 음감과 함께 화성, 스케일등 다양한 문제를 선택할 수 있어 수준 높은 청음연습을 할 수 있다. 또한 문제마다 자신의 점수를 알 수 있도록 하였고 건반과 함께 음표를 그릴 수 있도록 구성하였다. 그러나 영문으로 되어 있고 사용법이 다소 복잡하며 가격이 비싸 쉽게 접근하기 어려운 단점이 있다.

## 4. 효과적인 청음연습 시스템 제안

### 4.1 시스템 요구분석

현재 가장 많이 알려져 사용되고 있는 청음연습프로그램을 3.1과 3.2에서 분석하였다. 여기서는 분석을 토대로 다음과 같은 기능이 가능한 보다 효과적인 청음연습 시스템을 제안하고자 한다.

(1) 난이도별 문제 지원 : 초보자에서부터 실제업시나 임용시험을 대비하는 사용자 위해서 난이도별 학습이 가능 하여야 한다.

(2) 한글화 지원: 영어를 배우기 전의 아동기의 학습자가 어려움을 느끼지 않도록 프로그램 모든 내용을 한글로 지원한다.

(3) 도움말 지원: 누구나 사용할 수 있도록 사용법을 간단히 하며 도움말을 지원한다.

(4) 악보에 음표 입력가능 : 피아노 건반 입력뿐만 아니라 오선지에 음 입력 및 수정이 가능하도록 하여 음표와 음감에 대해서 동시 학습이 가능하도록 한다.

(5) 개인성적 지원: 학습자 스스로 평가 진단을 쉽게 할 수 있도록 성적을 지원한다.

(6) 성적누적 그래프지원 : 학습자의 이전성적이 그래프로 누적되어 실력향상 여부를 확인하여 학습효과를 높이도록 한다.

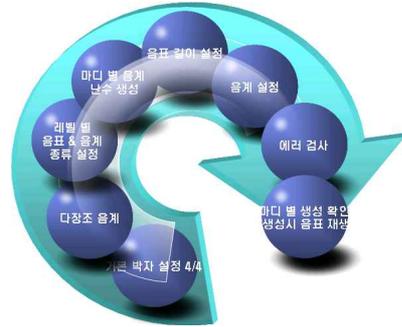
(7) 멀티 사용자지원 : 하나의 컴퓨터로 여러명이 함께 학습을 하더라도 프로그램을 한번만 설치하면서 사용자를 구분할 수 있도록 한다.

(8) 다양한 음색지원 : 피아노뿐만이 아니라 바이올린 등의 악기와 음성 등의 다양한 음색을 지원하도록 한다.

(9) 음표생성 랜덤지원: 한정된 문제로 인한 학습효과에의 제한이 발생 하지 않도록 가능하면 문제에서 제시한 환경에 적합한 음표생성을 랜덤으로 한다.

### 4.2 시스템설계

제안하고자 하는 프로그램을 위한 설계는 다음과 같이 구성한다. 먼저 난이도별로 악보데이터를 생성하는 흐름은 (그림 6)과 같다. 이것은 각 사용자마다 청음능력의 차이와 학습 진도에 대한 성취도를 높이기 위해서 레벨화 하여 각각의 조건에 적합한 문제 생성 알고리즘이다.



(그림 6) 난이도별 문제 생성 흐름

청음난이도에 따른 등급은 표3와 같이 한다.

<표 3> 청음 난이도

등급	설 명
Level 1	4분의 4박자 2분 음표만
Level 2	4분 음표 추가
Level 3	4분의 2박자, 8분 음표 추가
Level 4	점 4분 음표 추가
Level 5	당김음
Level 6	16분 음표 추가
Level 7	점 8분 음표 추가
Level 8	8분의 6박자

난이도별로 악보 데이터 생성 알고리즘을 위하여 Make Question 함수를 사용한다.



(그림 7) 악보음표 입력 및 편집 흐름

(그림 7)은 악보음표 입력 및 편집의 흐름을 나타낸 것이다. 음표의 변경 시는 마우스 오른쪽버튼 클릭이벤트를 이용, 이동시에는 마우스이동 이벤트를 사용하며 악보 영역을 벗어나는 음

표에 대해서는 Del Note 함수를 사용하여 삭제함으로써 마우스만으로도 삭제기능이 가능하도록 한다. 악보음표를 입력하는데 마우스의 클릭좌표를 음표정보로 변경 한다. 악보 편집 툴의 표시하는 부분에 Draw Score 함수를 사용한다. 악보편집 알고리즘을 위하여 마우스 이벤트를 사용하며 악보 데이터를 정답으로 표시하는 부분에 Draw Score Answer 함수를 사용한다. 문제 악보 데이터 연주 부분을 위하여 On Timer에서 처리하도록 한다.



(그림 8) 주파수 변환 흐름

주파수 변환을 위한 작업의 흐름은 (그림 8)과 같다. 여기에는 다이렉트 사운드를 사용하여 음원버퍼의 데이터를 직접 바꾸는 기술을 사용한다. 주파수변환 알고리즘을 위해서는 Change Pa함수를 사용한다. (그림 9)는 음계 생성 흐름을 나타낸 것이다. 이 작업에서는 하나의 음정소스를 입력받아 음계 별 고유하게 반복되는 주파수를 검색하여 입력받은 소스의 음정을 찾아 이후 해당하는 하나의 옥타브를 생성하여 음정사운드 데이터를 생성한다. 음계생성 알고리즘을 위해서는 Make Sound함수를 사용한다.



(그림 9) 음계 생성 흐름

그 외에 건반 눌림으로 마우스의 클릭좌표를 계산하였으며 건반그림을 출력하는 부분에 Draw Gunban 함수를 사용한다. 건반을 눌렀을 때 소리 나는 부분에는 마우스 클릭이벤트를 사용한다. 도움말을 위한 사용자설명 메시지 표시 부분에 Draw Message 함수를 사용한다. 또한 학습자 개인성적 지원에 있어서 사용자 실력증진을 위해 기록 저장 및 확인 소스를 제작 한다. 표4 는 본 연구에서 제안한 청음연습 시스템을 시중에 나와 있는 다른 제품과 성능을 비교하여 정리한 표이다. 앞서 3.1절에서 살펴본 청음 연습 프로그램은 단순히 청음에 대한 학습 방법만을 위주로 구성되어 있는 것이 특징이다(<표 4> A항목 참조).

< 표 4> 기존 청음시스템과의 성능비교

비교 항목	제안 시스템	A	B
①악보에 음표 직접입력	○	X	○
② 난이도별 문제 지원	○	○	○
③ 음표생성 랜덤지원	○	X	X
④ 다양한 음색 지원	△	X	○
⑤ 사용자 등록	○	X	○
⑥ 멀티사용자 지원	○	X	X
⑦ 개인 성적 지원	○	X	○
⑧ 성적누적 그래프	△	X	X
⑨ 한글화 지원	○	○	X

△: 진행 중 ○: 지원함 X: 지원안함

이러한 단순한 구성은 청음 학습에 집중성을 높여 주는 장점을 제공하지만, 학습자의 지속적인 학습 유도와 학습 효과의 극대화라는 목표를 달성하기에는 어려움이 있는 단점이 있다.

3.2절에서 분석한 최근에 개발하여 시판되고 있는 청음연습 프로그램은 다양한 기능을 포함하고 있으나 영어로 되어 있고 사용법이 다소 복잡하고 가격이 비싸다. 특징은 표4의 B항목에 나타내었다. 본 논문에서 제안하고자하는 시스템은 기존의 청음연습 시스템을 분석하여 단점을 보완하고 학습자의 성취도를 높일 수 있도록 하는데 중점을 두고 기능을 추가하였다.

특징은 다음과 같다.

① 멀티사용자 등록 : 다른 사용자와 비교 할 수 있으며 성적을 수치화, 그래프화 하여 현재 실력을 확인할 수 있어 학습 성취도를 높인다.

② 다양한 음색지원: 과거 프로그램의 일방적이며 제한된 제공에서 사용자가 필요로 하는 악기 음색을 별도의 음계를 고려하지 않고 녹음한 wave 음을 불러들여 디지털 악기를 제공하는 기능을 지원하도록 한다.

③ 악보에 음표입력 : 피아노 건반 입력뿐만 아니라 오선지에 음 입력 및 수정이 가능하도록 하여 음표와 음감에 대해서 동시 학습이 가능하도록 한다.

④ 음표생성 랜덤지원 : 한정된 문제로 인한 학습효과의 제한이 발생 하지 않도록 문제에서 제시한 환경에 적합한 음표생성을 랜덤으로 한다.

## 5. 결론 및 향후과제

최근 정보통신 기술의 발달로 컴퓨터 및 인터넷 환경에서의 학습이 증가하고 있다. 수많은 온라인 학습프로그램이나 컴퓨터를 이용한 학습프로그램이 있으나 음악교육프로그램은 다른 학습프로그램에 비해 매우 열악한 실정이다. 특히 음악교육에서 가장 중요하고 기초가 되는 청음을 연습하는 프로그램은 일반화되어 있지 않다. 청음능력이란 고유의 음의 높이를 판별할 수 있는 능력이다. 이것은 단순히 음악적인 기능뿐 만 아니라 풍요로운 삶의 질에도 관련되어 있다. 현대 사회의 문제점으로 많은 심리학자나 사회학자들은 타인의 소리를 듣지 않는 의사소통의 부재를 들고 있다[10]. 사실 청음을 잘 하는 학생들을 살펴보면 단순히 소리를 잘 듣는 것이 아니라 음높이의 관계, 음길이의 관계, 화성간의 연결성, 곡의 구조 등을 알고 예측하며 듣는다. 결국 청음연습은 단순한 음악적 훈련이 아니라 철학적 논리, 물리적 관계, 수학적 조합(화성청음의 경우), 감성적 표현 등을 가능하게 하는 통합적 교육의 좋은 예가 될 수 있다. 따라서 청음능력의 개발은 단순히 음을 분류할 수 있다는 단순한 영역을 넘어서 더욱 풍요로운 정서적 지적 경험을 체험할 수 있는 부분이라는 관점에서 결코 소홀히 다루어져서는 안 될 것이다.

본 논문에서는 이러한 필요성을 바탕으로 컴퓨터를 이용한 기존의 청음프로그램을 분석하여 보다 효과적인 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템의 특징은 실질적인 기능에 충실하면서 누구나 사용할 수 있도록 사용법을 쉽게 하였다는 점과 자신의 성적이 누적되고 여러 학습자의 등록 기능을 추가하여 다른 사용자와 비교 할 수 있도록 성적을 수치화, 그래프화 하여 학습 성취도가 배가 되도록 하였다는 점이다. 최근 컴퓨터를 이용한 다양한 학습프로그램이 개발되고 있으나 청음연습에 관련한 프로그램은 그리 많지 않으므로 본 논문에서 제안하는 시스템은 향후 체계적인 청음훈련을 위한 시스템 개발에 대한 관심을 고양하는데 기여하리라 사료된다.

본 시스템에서 제시하는 부분에서 학습자를 평가하고 성적을 그래프로 누적하여 지원하는 부분은 보완해야 할 부분이 있으며 음표 표기에 대한 수정, 다양한 난이도 학습 코스의 제작과 실제 음과 프로그램 상으로 구현한 음과의 차이 상쇄 또한 향후 해결해야 할 과제이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김귀중, "e-Learning을 위한 자기 주도적 학습능력 향상", 청소년포럼, Vol.17, 2001.
- [2] 지정임, "컴퓨터를 이용한 청음지도와 평가에 관한 연구" 청주대 선업경영대학원 전자계산학 석사논문, 1990.
- [3] 양성연, "듣기교육 활동이 유아의 청음능력에 미치는 영향에 관한 연구", 경기대학교 석사논문, 2005.
- [4] 신혜승, "(눈과 귀를 열어주는)새로운 스타일의 시창과 청음", 예술, 2004.
- [5] 조경자, "초등학교 학생의 청음력향상을 위한 연구" 영남대학교 음악교육 석사논문, 1996.
- [6] 신승식, "절대음감자의 음정지각과 산출" 연세대 대학원 심리학 석사논문 1998.
- [7] 온라인 음악교육 사이트 : [www.eartraining.co.kr](http://www.eartraining.co.kr)
- [8] 청음 시스템 개발업체 사이트 : [www.earmaster.com](http://www.earmaster.com)
- [9] 이충자, "단계적 청음훈련", 중앙대학교 출판부, 1997.
- [10] 장근주, "음악이론 수업의 인지적 학습접근법(화성학,시창청음 중심으로)" 한국음악교육학회 논문지 제 17집, 1998.
- [11] Harcourt, "Ear Training, Volume I-III :Scale Forms Through Six Basic Tetrachords with CD (Audio

)”, Encore Music Publishing Company Programmed Ear Training.

[12]김용성. “ Visual C++ 6 완벽가이드 2nd Edition ”, 영진.COM .

[13] 김선우외, “윈도우 프로그래밍 Visual C++ MFC Programming” , 한빛미디어.

[14] 김정덕,“CD로 듣는 청음실습1,2” 삼호출판사, 2000.

[15] 그 외 참고사이트: www.earpower.com, www.good-ear.com

### 김 성 은



1988년 : 이화여자대학교 성악과 졸업

1994년 : 독일 베를린 교회음악학교 지휘과 수료

1998년 : 독일 베를린 국립예술대학 대학원 합창지휘 졸업 (Diplom)

1999년~2003년 : 월드비전 어린이 합창단 지휘

1999년~2004년 : 이화여자대학교, 남서울대학교, 협성대학교 출강

2005년~2007년 : 남서울대학교 특임교수

2006년~현재 : 휴먼경영연구소 연구위원 (아동음악 교육)

2008년~현재 : 남서울대학교 아동복지학과 전임강사  
관심분야 : 아동음악교육, 합창지휘, 발성법, 교회음악 등

### 송 은 지



1984년 : 숙명여자대학교 수학과 (이학사)

1988년 : 일본 나고야(名古屋) 국립대학 정보공학과(공학 석사)

1991년 : 일본 나고야(名古屋) 국립대학 정보공학과 (공학박사)

1991년~1992년 : 일본 나고야(名古屋)국립대학 정보공학과 객원 연구원

2007년 : 오클랜드대학교 컴퓨터학과 교환교수

1996년~현재 : 남서울대학교 컴퓨터학과 교수 멀티미디어 기술사

관심분야 : 디지털 콘텐츠, 웹서비스, 수치해석, 암호학 등