

# u-러닝 요소 기술 동향

한국전자통신연구원 | 윤종현 · 지형근 · 김병완 · 명세화 · 노경희

## 1. 서론

사회가 전반적으로 유비쿼터스 사회로 진입함에 따라 교육 분야에서도 새로운 교육 환경과 이에 부응하는 융합 기술 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히 지식기반사회에서 요구하는 자기주도적, 창의적 인재 양성을 위해 유비쿼터스 러닝(u-러닝 : ubiquitous learning)이 새로운 교육 패러다임으로 부각되고 있다[1].

u-러닝은 유비쿼터스 학습환경을 기반으로 시간, 장소, 환경 등에 구애 받지 않고 일상생활 속에서 언제, 어디서나 원하는 학습을 할 수 있게 되는 교육 형태를 말한다[2]. u-러닝은 자기주도적인 학습을 제공하여 학습자 중심의 교육을 수행할 수 있는 환경을 제공하므로 학습자들은 개별화된 욕구에 따라 다양한 학습이 가능하다. 또한 학습자의 수준 정보나 주변의 상황 정보를 결합하여 학습자에게 필요한 학습 상황과 내용을 추정하고, 최적의 학습 환경 및 학습 콘텐츠를 제공할 수 있다.

이러한 u-러닝 환경에서는 동영상 또는 플래쉬 기반의 단순하고 일방형의 교육 콘텐츠에서 벗어난 새로운 형태의 학습 콘텐츠가 요구되고 있다. 또한 개인의 체험을 중시하면서 학습 경험과 지식을 스스로 구성해나가는 구성주의 패러다임의 등장으로, 이를 지원하는 새로운 학습 방법과 기술의 필요성이 증대되고 있다. 이와 같은 차세대 학습 콘텐츠 및 시스템에 대한 사회적 요구에 따라 학습자가 스스로 몰입하여 공부할 수 있는 학습 환경을 제공하고, 학습에 있어서 실재감과 몰입감을 촉진하여 학습효과를 향상시킬 수 있는 다양한 요소 기술에 대한 연구가 활발하게 진행 중이다[3].

본 고에서는 u-러닝 기술 동향을 모색하기 위하여, 2장에서는 u-러닝의 기술 동향을 살펴보고, 3장에서는 u-러닝 학습을 위한 요소 기술로 한국전자통신연구원이 수행하고 있는 다양한 u-러닝 기술에 대

하여 소개한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺고 미래 u-러닝 시스템의 향후 연구방향을 제시한다.

## 2. u-러닝 기술 동향

Ubiquitous와 Learning이 합쳐진 u-러닝은 언제 어디서나 원하는 학습을 할 수 있는 것을 의미한다. 즉 u-러닝 학습은 교실 환경에 얽매이지 않고 일상생활 속에서 시간과 장소에 구애 받지 않고 학습이 가능하며 학생들이 단말기의 제약 없이 학습할 수 있는 환경에서 이루어지는 학습이다[4].

이러한 교육환경을 지원하기 위해서는 CG, AR, VR, 네트워크, 게임, 비전, 인공지능 등과 같은 다양한 IT 기술들이 요구되며, 현재 이와 같은 기술들을 교육의 근본적인 목적에 부합할 수 있도록 하는 융합 기술이 우선적으로 요구되고 있다. 먼저 2장에서는 u-러닝과 관련된 국내외 기술 동향을 학교 모델, 학습 모델, 학습 콘텐츠 순으로 알아본다.

### 2.1 u-러닝 학교 모델

미래 교육 환경 구축을 위한 연구는 국내외에 걸쳐 활발하게 진행되고 있다. 특히 세계 각국은 자국의 IT 인프라를 바탕으로 교육 환경을 개선하고 새로운 학습 모델에 맞는 u-러닝 서비스를 기존 교실 환경에서 제공하기 위해 학교 모델에 대한 여러 연구를 진행하고 있다[4].

싱가포르는 IT 인프라를 기반으로 교육 환경의 혁신을 추구하는 Master Plan I, II, III for Education 프로젝트를 단계적으로 추진하고 있다. Master Plan I, II, III for Education 프로젝트는 초기 정보화 프로젝트를 시작으로 시간과 공간의 제약을 받지 않고 가정과 학교에서 다양한 교육 자료 및 교육 환경 제공을 위한 연구를 진행하고 있다. 특히 이 계획은 새로운 교육 학습법의 일환으로 가상 과학 수업, 세컨드라이프에서의 토론, 모바일 기기를 이용한 교육 등, 다양한 학습 모델을 시험 중이다.

Microsoft사는 필라델피아 주와 협력하여 u-러닝 교육 환경을 구축한 미래학교를 시범 운영 중이다. 이 학교에서 학생들은 교과서 대신 태블릿 PC를 이용하여 수업을 진행한다. 또한 이 미래학교는 Microsoft사의 첨단 IT 기술을 활용하여 학습 콘텐츠, 평가, 행정, 학교생활 등 다양한 분야에서 ICT 기술을 적용한 첨단 미래 교육 환경을 테스트하고 있다.

국내의 경우 교육과학기술부가 2011년까지 660억 원의 예산을 투입, 현재 개발된 5,6학년 수학 디지털 교과서 외에 5,6학년 전 과목, 중학교 1학년 3개 과목(수학, 과학, 영어), 고등학교 1학년 2개 과목(수학, 영어) 디지털 교과서를 연차적으로 개발하여 확대 적용한 후, 문제점을 보완하여 전면적으로 도입할 계획이다. 한국교육학술정보원도 전국 초등학교 112개를 선정하여, 2개의 교실을 멀티미디어 교실로 바꾸고 있다. 또한 교실 당 40대의 태블릿 PC를 확보하여 u-Class 환경 구축 및 시범 서비스를 계획하고 있다. 광주시 교육청은 5년간 281억을 투입하여, 역점 사업으로 “학생중심 u-러닝 교육도시 건설 프로젝트”를 추진 중이다. 이 종합교육 프로젝트는 4개 영역으로 나뉘어 학생 개인의 재능을 진단, 육성하는 다양한 프로그램 개발을 지원하고 있다. 또한 교실수업과 자율학습시스템을 때와 장소에 구애 받지 않는 u-러닝 체제로 바꾸기 위한 물적·인적 인프라를 구축하는 사업으로 진행하고 있다.

## 2.2 u-러닝 학습 모델

유비쿼터스 사회에서는 지적 능력, 관계 능력, 감성 능력, 적응 능력, 테크놀로지 활용 능력, 효과적인 학습 능력 등을 갖춘 창의적 인재가 요구되고 있다. 뿐만 아니라 여러 상황 속에서 능동적이고 타인과의 협력을 통한 지식 습득이 요구된다. 또한 학습자가 언제 어디서나 학습이 가능하기 때문에, 학습자 스스로 새로운 학습 경험을 창조하고, 개별화되고 개인화 된 학습을 수행하게 될 것으로 예측되고 있다[3].

이러한 사회적 요구는 u-러닝의 학습 모델에서도 나타나고 있다. 과거의 단순한 지식 이해에서 탈피하여 지식 체계의 이해와 응용이 학습 목표에 추가되고 있다. 또한 학습 방식에 있어서 학습자가 이해한 것을 자세히 설명하기, 비슷한 수준의 또래들과 토의를 하면서 논리적 추론의 수준을 향상시키기, 프로젝트 학습 등과 같은 협력형 학습 모델이 부각되고 있다[5]. 또한 지식의 적용과 문제 해결이 중요한 학습 목표로 부각되면서 학습자들이 직접 체험하거나 또는 가상의 환경에서 다양한 실험을 수행하는 시뮬레

이션 학습이 강조되고 있다.

예를 들어 미국의 MIT에서 진행하고 있는 증강현실 시뮬레이션 프로젝트는 현실에 대한 직접 체험과 PDA가 주는 디지털 정보 부가가치를 결합하는 증강현실 시뮬레이션을 개발하여 학습자들이 시뮬레이션 게임을 즐기듯이 학습할 수 있는 미래 학습 환경에 대한 연구를 수행 중이다. 또한 대만의 경우 모바일 시스템을 통해 교실 수업과 현장체험 및 관찰학습을 연동한 나비 관찰 현장학습 지원 시스템을 개발하였다.

독일의 Location-Based Interaction (LBI) 시스템은 RFID 기술을 사용하여 사용자들이 부가적인 장치를 사용하지 않고도 공동 작업 공간에서 협동 학습이 가능하도록 구성하였다. LBI 시스템은 2개의 몰입형 환경에 서로 다른 에이전트가 등장하여 학습을 진행하는데 사용자들의 위치에 따라서 학습 전개 시나리오가 달라진다. 또한 독일의 BSCW는 토론 및 프로젝트 학습시스템으로 개발되어, 협력 학습 공간에 참여한 학습자들간의 상호작용 정보를 제공하는 형태로 협력 학습을 촉진하며, 자료 올리기, 북마크, 그룹 구성, 노트하기, 검색하기, 토론방 만들기, 자료 보관함, 일정표, 주소록, 자료 보관들의 기능을 제공하고 있다.

u-러닝의 학습 모델에서 나타나고 있는 또 하나의 학습 모델은 지능형 맞춤형 학습이다. u-러닝 환경에서 학습자들은 기존 교수자 중심의 학습 모델에서 벗어나 스스로 학습목표를 설정하고, 목표를 성취해 나가는 능동적인 학습자로 인식된다. 따라서 기존 교수자 중심에서 학습자 중심으로 교수, 학습 연구 패러다임이 변화하고 있다. 또한 지식 기반 미래 사회에서 자신의 능력을 최대한 발휘할 수 있는 자율적, 능동적, 창의적 인간 양성이란 시대적 요구와 학습자에 대한 심리학 및 신경 과학 등의 연구 성과 및 그 활용에 대한 요구 등으로 학습자의 특성에 맞추어 개별 학습자에게 제공되는 맞춤형 학습이 u-러닝 환경의 새로운 학습 모델로 제시되고 있다[6].

미국의 경우, 장학 및 교육과정 개발 협회(ASCD: The Association for the Supervision and Development of Curriculum)를 중심으로 전통적인 고등학교의 진부한 ‘one-size-fits-all mentality’에서 벗어나도록 하기 위해 학습을 학생들의 미래 계획과 개인적 요구에 맞추도록 해주는 개별화 학습 실천을 제시하고 있다. 또한 학교 현장에서 교사들이 개별화 학습을 운영하는 것을 돕기 위해 수업 동영상에 포함하는 다양한 교수, 학습 자료를 제공하고 있다. 그러나 이러한 학습 모델들을 구현한 시스템은 아직 연구 수준에 머

무르고 있으며 이렇다 할 결과물을 찾아보기가 매우 어려운 상황이다.

### 2.3 u-러닝 학습 콘텐츠

u-러닝 학습 환경에서는 교과서나 칠판 등을 이용한 기존의 지식 전달 과정에서 벗어나, 다양한 멀티미디어 학습자료와 증강현실, 가상현실 등과 같은 다양한 IT 기술들을 사용한 실감적으로 느끼고 체험하는 학습으로 진화할 것으로 예측된다.

국내의 경우 교육부 등 관계 부처에서는 이러한 미래 교육 환경에 대비하여 디지털교과서 개발, u-러닝 학습 콘텐츠 개발 등 다양한 정책을 추진하고 있다. 현재 문화부의 경우 u-러닝 산업을 새로운 지식경제시대 차세대경제성장동력으로 발전시키기 위해서 여러 정책 지원을 하고 있다. 그 중 하나로 첨단 IT 기술을 활용하여 콘텐츠의 실감성을 높인 u-러닝 콘텐츠 개발을 추진하고 있다.

한국전자통신연구원은 혼합현실 기반 이러닝 시스템을 상용화시키기 위해 실제 교재나 워크시트 위에 표기된 기하 마커를 안정적으로 인식하여, 다양한 증강현실 학습콘텐츠를 저작할 수 있는 기술을 개발하였다. 한국전자통신연구원이 개발한 실감형 학습 콘텐츠 저작 기술은 웹캠과 모니터를 이용하여 교재와 함께 가상 콘텐츠를 볼 수 있으며 사용자는 마커가 부착된 카드나 큐브를 활용하여 콘텐츠를 조작할 수 있다.

미국 Education Department와 IES(Institute of Education Sciences)에서는 과학교육을 위한 3D 시뮬레이션에 지속적인 투자 중에 있다. 이들 기관에서는 개구리 가상 해부 시뮬레이션인 V-Frog나 실제 물리 및 행동 프로그래밍을 갖춘 물리학을 위한 온라인 3D 시뮬레이션 플랫폼 등과 같은 과학 학습에서 배운 학습 내용들을 시뮬레이션 할 수 있는 가상의 실험실을 만들었으며, 2008년에는 인터랙티브 시뮬레이션 기반 과학 러닝 환경을 구축하였다.

또한 미국 국립과학재단에서도 대학 물리교육을 위한 가상 학습 환경 구축 및 번역생물학의 고등교육을 지원하는 인터랙티브 3D 학습 환경 등과 같이 지속적으로 3D 시뮬레이션과 관련된 투자를 진행하고 있다.

싱가포르 난양기술대학의 혼합현실 Lab에서는 독자적인 마커인식 방법을 개발하여 3D Magic Story Cube, 교토가든, 3D 매직랜드 등 AR기술을 적용한 동화책 및 에듀테인먼트용 콘텐츠를 개발하였다. 3D 매직랜드는 놀이공원의 다양한 오브젝트를 사용자가 선

택하고 옮기거나, 오브젝트 간 상호작용을 조작할 수 있는 사용자 인터페이스를 포함하고 있다. 3D Magic Story Cube는 실제 큐브를 펼치는 조작을 하면서 음성과 가상 콘텐츠를 볼 수 있다.

## 3. u-러닝 학습시스템 요소 기술

3장에서는 u-러닝과 관련되어 한국전자통신연구원이 진행 중인 학습시스템 요소 기술 및 연구 내용에 대해 알아본다.

### 3.1 실감형 학습시스템 기술

실감형 학습시스템은 혼합현실 기반으로 고품질의 3D 학습 콘텐츠를 현실 장면에서 증강시켜 학생들로 하여금 몰입감을 느끼면서 학습할 수 있는 환경을 제공하는 것이다. 그림 1과 같이 기하 마커가 부착된 교재를 카메라 앞에 비추면, 화면에는 실제 교재 위에 가상의 3D 학습 콘텐츠가 증강되어 나타나며 학생들은 마커를 이용하여 가상의 3D 객체들을 선택, 확대, 회전, 삭제, 이동 등의 방법으로 조작할 수 있다. 이와 같은 실감형 학습시스템을 활용하여 화산의 분화 과정, 인체의 신비와 같은 실제 눈으로 보기 어려운 교과 과정을 흥미롭게 구성할 수 있어 특히 초·중학생들의 학습 효과를 극대화할 수 있다.

#### 3.1.1 실감형 학습시스템의 구성 및 기능

실감형 학습시스템은 그림 2에서 제시한 것처럼 실감형 렌더링 엔진, 혼합 현실 클라이언트, 실감형 콘텐츠 저작도구, 그리고 실감형 렌더링 엔진으로 구성되어 있다. 실감형 렌더링 엔진은 혼합현실을 구현하기 위하여 3차원 물체를 삽입하거나 간단한 애니메이션을 지원하는 다양한 함수들로 구성되어 있는 엔진이다. 혼합 현실 클라이언트는 저작된 실감형 콘텐츠를 구동하여 보여주는 역할을 하며, 실감형 콘텐츠 저작도구는 실감형 콘텐츠를 손쉽게 제작하기 위한 기능들로 구성되어 있다.

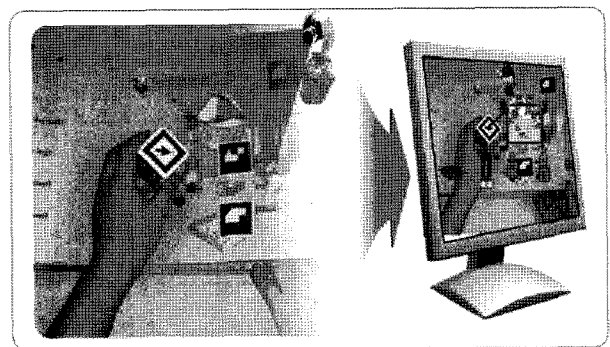


그림 1 실감형 학습시스템에서의 사용자 수행 모델

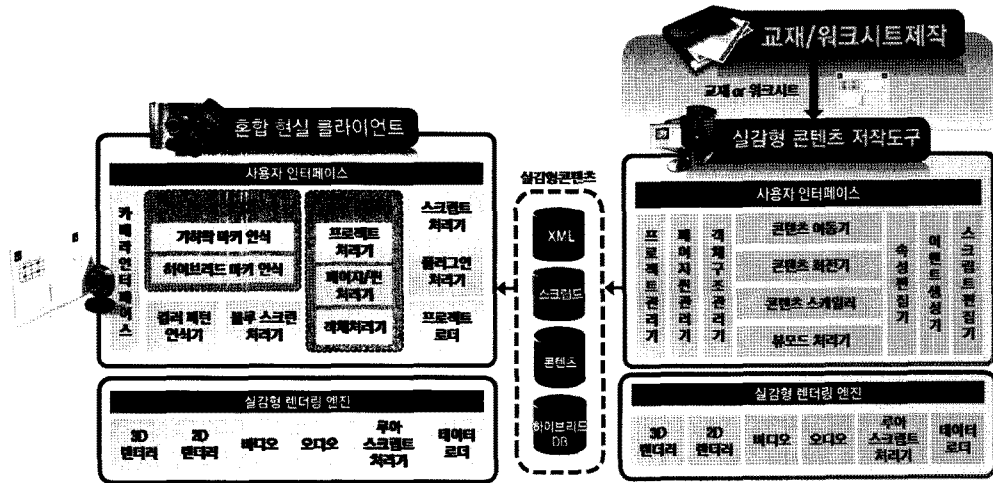


그림 2 실감형 학습시스템 구성도

### 3.1.2 혼합 현실 클라이언트

혼합 현실 클라이언트는 마커 인식기와 실감형 콘텐츠 뷰어 모듈이 있다. 카메라를 통해 입력된 영상에서 마커를 검출해 내고, 검출된 마커의 종류나 자세 정보를 이용하여 그에 해당하는 실감형 콘텐츠를 로딩하고 실감형 콘텐츠 뷰어를 통해 실시간으로 사용자에게 보여주게 된다.

#### (1) 마커 인식기

##### 가. 기하학 마커 인식기

실감형 학습시스템에서 가장 중요한 요소 중에 하나는 기하학적인 마커를 인식하여 정확한 위치에 가상의 콘텐츠를 정합할 수 있게 하는 기술이다. 그림 3은 기하학 마커를 이용한 실감형 워크시트이다. 기하학 마커 인식기는 이러한 워크시트를 인식하는 시스템의 안정성을 확보하기 위해 조명 변화나 마커의 기울임 현상에 강인하게 인식을 해야 한다. 하지만 이와 같은 마커를 사용하는 마커 트래킹 방식은 시

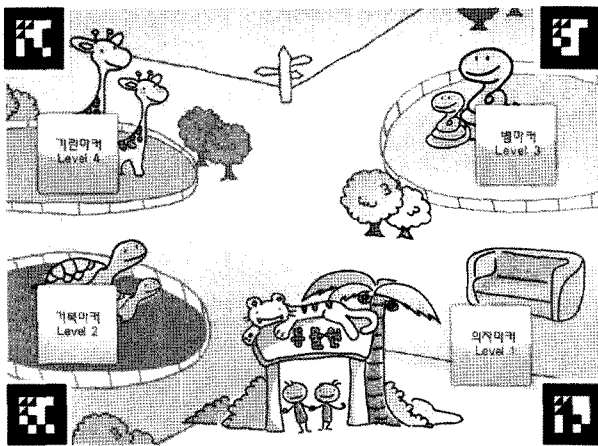


그림 3 기하학 마커를 이용한 실감형 워크시트 예

각적인 학습 방해 문제와 함께 작은 크기의 마커가 유발하는 불안정한 자세추정 문제를 발생시킨다.

#### 나. 하이브리드 마커 인식기

마커를 사용하지 않는 마커리스 트래킹 방식은 페이지 전체의 특징점들을 이용하기 때문에 3D 객체의 안정적인 자세 추정이 가능하지만 많은 양의 페이지를 구별하기 어렵다는 단점이 있다. 하이브리드 마커 인식 기술은 조그만 크기의 페이지 마커를 통해 현재 페이지를 알아내고 특징점들을 이용한 마커리스 트래킹 방식을 통해 3D 객체의 자세를 추정하는 방식이다. 따라서 이 방식은 마커의 장점인 충분한 ID 표현 방식과 특징점 매칭 방식의 장점인 정확한 자세 추정을 이용한 방식이다. 그림 4는 하이브리드 마커를 이용한 실감형 워크시트의 예이다. 표 1은 하이브리드 마커 인식과 다른 마커 인식 방법의 장단점을 비교한 것이다.

#### (2) 실감형 콘텐츠 뷰어

실감형 콘텐츠 뷰어는 실사 영상인 교재 위에 가상



그림 4 하이브리드 마커를 이용한 실감형 워크시트 예

표 1 마커 인식 방법의 장단점

항 목	마커 트래킹	하이브리드 트래킹	마커리스 트래킹
시각적 불편함	큼	약간	없음
자세 정확도	낮음	높음	높음
아이디 표현	충분	다수	제한적
계산량	적음	중간	많음
페이지 중복 구분	가능	가능	불가능

의 3D 학습 콘텐츠를 합성하여 학습자에게 제공한다. 뷰어에서는 실감형 콘텐츠 저작도구로부터 만들어진 시나리오를 씬그래프로 구성하고, 렌더링 엔진을 통해서 실감형 콘텐츠를 사용자에게 보여지게 된다. 또한 3D 콘텐츠 렌더링을 통하여 사용자의 인터렉션에 대하여 실시간으로 반응하게 된다. 그림 5는 혼합 현



그림 5 혼합 현실 클라이언트의 콘텐츠 뷰어 시연 예제

실 클라이언트의 콘텐츠 뷰어 시연 예제이다. 학습자는 기하 마커로 구성된 학습자 인터페이스를 사용하여 화면상에 증강된 3D 학습 콘텐츠인 심장의 구조를 다양한 각도로 회전시킴으로써 보다 현실감 있는 학습을 수행할 수 있다.

### 3.1.3 실감형 콘텐츠 저작 도구

실감형 콘텐츠 저작도구는 혼합현실 기반 학습 환경에서 사용할 콘텐츠를 손쉽게 저작할 수 있게 하는 저작도구이다. 그림 6에서 보는 바와 같이 실감형 콘텐츠 저작도구는 실감형 콘텐츠의 전체 구조를 보여주는 프로젝트 구조창, 페이지 내의 콘텐츠 그룹들의 3D 객체의 구조를 보여주는 객체 구조창, 실제 3D 객체를 배치하고 위치, 회전, 크기를 조정할 수 있는 작업창, 마지막으로 다양한 학습 시나리오에 따른 인터랙션들을 쉽게 제작할 수 있는 루아 스크립트 작업창이 있다.

또한 실감형 콘텐츠 저작도구는 실감형 콘텐츠 뷰어와 동일한 엔진을 사용함으로써 저작창 자체가 뷰어창과 동일한 화면을 제공하고 실제 작업한 결과를 뷰어 모드라는 것을 이용해 실시간으로 증강된 화면으로 확인해 볼 수 있다. 본 저작도구를 이용하여 혼합현실 환경에서 마커를 정의하고 마커와 3D 콘텐츠 간의 연관성을 맺어주며, 마커 위치에 따른 3D 콘텐츠의 위치와 애니메이션 방법, 동영상, 오디오의 재생, 사용자 반응에 따른 콘텐츠 제시 및 사용자 상호 작용 요소 등을 저작하게 된다.

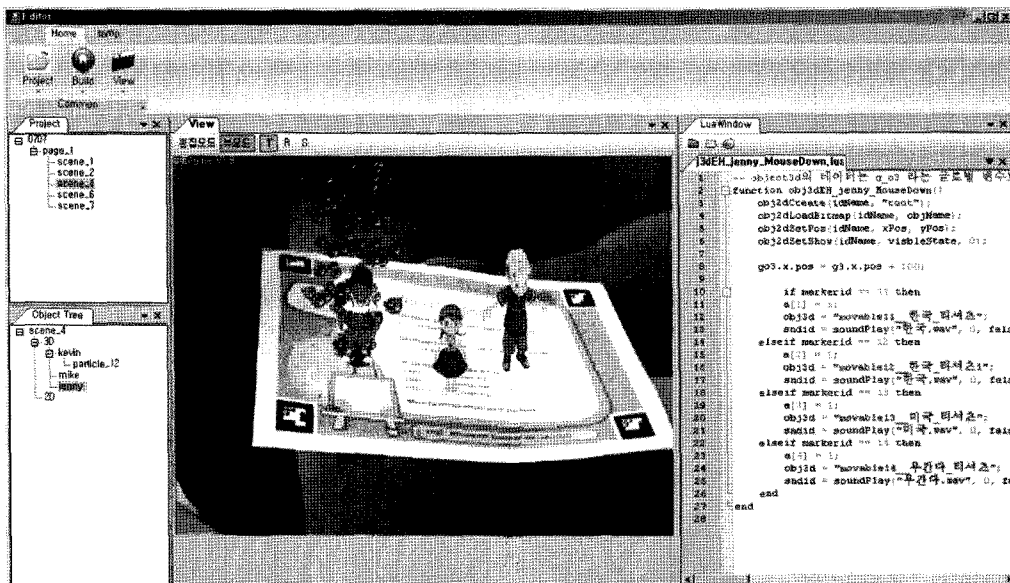


그림 6 실감형 콘텐츠 저작도구 화면

표 2 실감형 콘텐츠 저작도구 특징

항 목	내 용
손쉬운 콘텐츠 제작	- 3D 기반의 작업창 제공 - 실감형 뷰어와 동일한 카메라 시점 저작 및 미리보기 기능 제공 - 파라미터 세팅을 통한 손쉬운 특수 효과 제작
다양한 시나리오 지원	- 시뮬레이션 개발자를 위한 C++용 엔진 API 제공 - 콘텐츠 개발자를 위한 스크립트용 엔진 API 제공 - 이벤트 기반의 동작 인터렉션 저작

### 3.2 가상체험형 학습시스템 기술

교육 공학에 있어 학습의 효과가 높은 방법 중 하나는 학습자가 실제 상황을 체험하는 것이다. 가상체험 학습시스템은 교육을 위해 물리적 거리가 멀고 시간이 많이 걸리는 외국이나 실제로 체험하기에 현실적으로 불가능한 우주와 같이 학습자가 현실세계의 교육 환경을 접하기 힘든 경우 현실세계와 똑같은 현장감을 주는 환경을 만들어 교육의 효과를 높이고자 하는 시스템이다. 따라서 가상체험 시스템은 파급 효과가 큰 공교육에 그 활용도가 높다.

#### 3.2.1 가상체험형 학습시스템의 구조 및 기능

가상체험형 학습시스템은 크게 3차원으로 실제 현장의 모습을 보여줄 대형 스크린과 빔 프로젝터, 학습자의 움직임을 감지하는 전방 카메라, 학습자의 영상을 캡처하는 후방카메라로 구성된다. 그림 7은 실제 보스톤 지하철역과 똑 같은 모습으로 구성된 환경에 학습자가 영어로 티켓을 사고, 제시된 미션 수행과 목적지 도착을 목적으로 하는 영어 가상 체험 학습시스템이다. 이 시스템은 원격지 원어민 교사와 학습자의 자연스러운 상호 작용을 위하여 교실의 모습을 원어민 교사에게 보여주는 교실 모니터링 카메라와 원어민의 모습을 학습자 대형 스크린에 합성하기 위한 원어민 카메라를 사용하고 있다. 고해상도 초대형 화면을 통해 학습자는 마치 현장에 있는 것과 같은 몰입감을 받게 된다. 또한 정교한 혼합현실 기술을 사용하여 대형 스크린 화면에는 실제 보스톤 지하철역의 현장 모습과 원어민 및 학습자 자신의 모습이 실시간 합성되어 보여진다. 이를 통해 3차원 가상공간에 보스톤 지하철역의 모습과 학습자의 모습, 원어민의 모습이 혼합되어 마치 현실처럼 보이게 되고, 이 환경 속에서 학습자는 다양한 과제를 원어민과 함께 수행한다. 이로써 학습자는 보스톤의 지하철역에 가지 않고도 이를 직접 경험한 것과 같은 교육 효과를 가지게 된다.

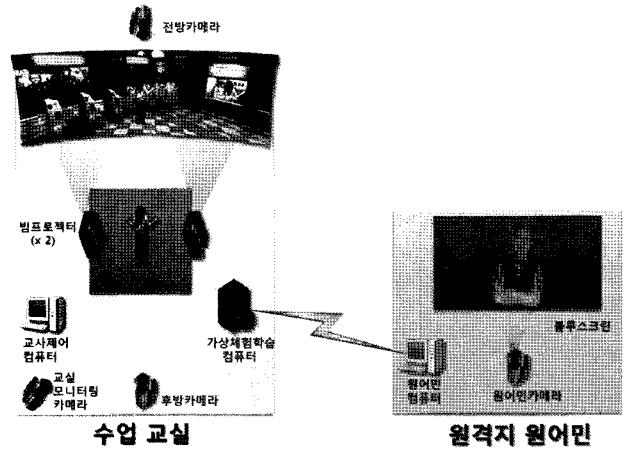


그림 7 영어 가상 체험 학습시스템 구성도

#### 3.2.2 가상체험형 학습시스템의 주요 기술

가상체험형 학습시스템의 실제감과 몰입감은 증강 가상(Augmented Reality) 기술을 통해 이루어진다. 세부 기술로 객체 추출 기능, 3차원 가상현실 재현 기능, 사용자 인터페이스 기능 등이 있다. 가상 체험 시스템은 3차원으로 구성된 가상현실 환경 콘텐츠에 학습자의 영상을 혼합하기 위해 객체 추출 기능을 사용하며, 학습자의 체험 효과를 높이기 위해 사용자 인터페이스 기능이 사용된다. 그리고 이벤트 처리 및 데이터 전송을 위한 네트워킹 기술이 사용된다.

가상체험형 학습시스템에서 현장감을 높이기 위해 가장 중요한 것은 학습자가 3D 가상공간에 얼마나 자연스럽게 혼합 되느냐에 달려있다. 이를 위해 학생의 영상 윤곽을 더욱 매끈하게 추출하는 방법과 더 높은 해상도의 대형 스크린 혹은 전 방향 스크린이 요구 된다.

또한 풍부한 가상공간 사용자 인터페이스 기술이 요구된다. 3차원 공간 정보 인식 기술은 카메라에 담긴 학습자의 좌표를 가상공간상에 나타나는 학습자의 좌표로 매칭시켜 주어 실제 학습자의 모습이 가상 공간에 자연스럽게 정확하게 나타나도록 하여 풍부한 가상공간 사용자 인터페이스가 가능하게 한다. 끝으로 그림 7의 영어 가상체험시스템의 경우 원어민 교사와 학습자의 유기적 상호작용을 위하여 화상/음성 통신 기술이 요구된다.

#### 3.3 시뮬레이션 학습시스템 기술

u-러닝에서 시뮬레이션은 현실에서 환경적, 물리적 요소제한으로 인해 학습할 수 없는 부분을 디지털화하여 모방해서 가르침으로써 학습의 동기와 효과를 높일 수 있다. 시뮬레이션을 이용한 학습 콘텐츠는 단순화되고 체계화 된 모의 현실 상황에서 컴퓨터

와 상호작용을 통해 학습자의 능동적인 참여를 유도하기 때문에 학습효과가 극대화하는데 매우 중요한 기술이 되고 있다.

시뮬레이션 학습시스템은 학습자가 교육 내용에 대해 실세계와 동일한 사이버 환경에서 시뮬레이션 할 수 있는 콘텐츠를 사용하여 교육 영역에서의 실습 및 실험 환경을 제공한다. 따라서 공간적이나 물리적 제한으로 학습자에게 제공해 줄 수 없는 학습 도구나 현실 세계에서 직접 관찰하기 어려운 부분들은 시뮬레이션을 통해 간접 체험할 수 있다. 이를 통해 학습자들에게 유연하고 다양한 학습 활동을 제공하고 학습자의 지속적 관심 및 자기 주도적인 학습 능력과 창의력, 동기 유발을 통한 능동적 학습 활동 참여를 유도할 수 있다.

### 3.3.1 시뮬레이션을 이용한 학습 콘텐츠

시뮬레이션을 적용한 u-러닝 콘텐츠 중의 하나가 입체 도형 학습이다. 그림 8은 그림 단면을 이용한 회전체 생성 시뮬레이션 예제이다. 학습자들은 터치펜을 사용하여 자신이 원하는 모양의 회전체 단면을 스케치하고 이를 360도 회전시켜 단면에 의해 생성되는 회전체를 만들 수 있다. 이는 회전체 단면에 대한 조작을 통해 회전체를 이해하고 회전체의 특징을 알 수 있도록 함으로써 분석적인 파악과 공간 감각의 체계적인 훈련을 할 수 있다. 실제로 학교 수업시간에 교구의 부족이나 표현 부분의 한계 등의 이유로 입체 도형 학습은 초등학교 수학 수업 시간의 애로 사항이지만 시뮬레이션 기술을 활용하여 현행 교육과정을 보조하는 도구로 손쉽게 활용될 수 있다.

### 3.4 맞춤형 학습시스템 기술

맞춤형 학습이란 학습자의 특성에 맞추어 개별 학

습자에게 제공하는 모든 교육적인 노력을 의미한다. 즉 학습자의 학업 능력뿐만 아니라 다양한 흥미와 필요를 고려하여 적절한 교수, 학습 계획을 수립하고, 학습내용, 학습과정, 학습결과에서 다양한 접근을 시도하는 것이다. 맞춤형 학습을 컴퓨터 환경에서 구축하려는 연구는 이미 70년대 CAI(Computer Assisted Instruction) 등과 같이 컴퓨터를 활용한 자동 교육 시스템으로 시도되었다. 최근까지 지속적인 연구가 진행되고 있는 ITS(Intelligent Tutoring System)는 맞춤형 학습시스템에 가장 근접한 시스템이라고 볼 수 있다. 2003년 ADL(Advanced Distributed Learning)이 발표한 e-learning 표준화 로드맵에서도 2004년부터 ITS의 표준화에 대한 연구가 잡혀있고, 이를 위한 표준화 작업 등이 진행되고 있다.

맞춤형 학습시스템은 LMS 혹은 LCMS의 기능을 고도화, 지능화함으로써 학생들의 학습능력과 학습방식 등 개인적인 특성을 고려하여 그에 따른 맞춤형 학습콘텐츠와 동적 시나리오 재구성을 통한 학습 콘텐츠를 제공하는 것을 목적으로 한다. 자율학습 환경에서, 맞춤형 학습시스템은 IRT(Item Response Theory) 또는 규칙장 이론(Rule Space Theory) 등과 같은 학습 평가 기술 및 학습자의 인지 및 정의적 특성을 고려한 학습자 중심 적응형 학습 지원 기술을 활용하여 학습자의 능력과 필요한 학습 특성들을 동적으로 정확히 측정하고, 이에 따라 가장 적절한 학습 콘텐츠와 평가 문제들을 적응적으로 제공함으로써 마치 학생들 각각에 대하여 개인교사가 제공되는 효과를 얻을 수 있다.

한국전자통신연구원은 맞춤형 학습시스템을 개발하기 위한 다양한 요소 기술들에 대한 연구를 진행하고 있다. 특히 u-러닝의 효과를 제고하기 위한 기본

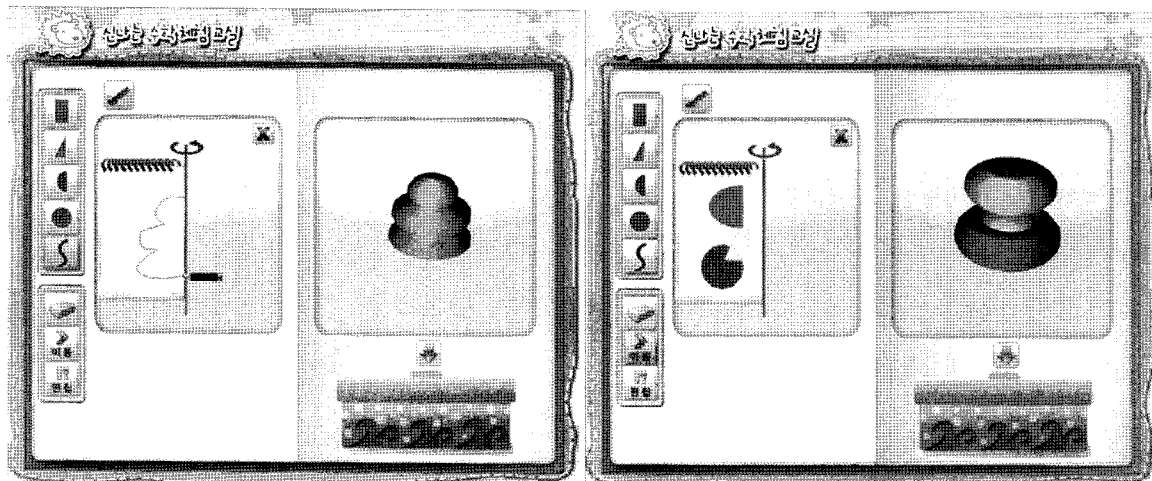


그림 8 그림 단면을 이용한 회전체 생성



교육 요소들 즉, 학습자 평가, 피드백, 학습자 인지 프로세스를 고려한 맞춤형 학습 엔진에 대한 연구를 수행하고 있으며 기계학습과 같은 인공지능 기술을 u-러닝에 접목시키기 위한 시도 역시 진행되고 있다.

### 3.5 협력형 학습시스템 기술

협력 학습이란 교수자와 학습자 그룹이 자원을 공유하고 상호작용을 통하여 공동의 학습목표를 성취할 수 있도록 설계된 학습 과정의 한 형태를 말한다. 즉, 다수의 참가자들은 협력 학습 과정에서 발표자와 청중, 토론의 찬성자와 반대자 등의 다양한 역할을 수행하며 개별적 학습목표 및 그룹의 학습목표를 달성하기 위해 함께 노력한다.

협력형 학습시스템은 다자간 3D 학습콘텐츠 인터랙션 기술을 활용하여 이기종 단말을 통해 학습에 참여하는 학생들로 하여금 공동의 목표를 이루기 위한 학습을 진행할 수 있는 환경을 제공한다. 개인용 컴퓨터, PDA, Navigation, Mobile Phone 등 다양한 단말기를 통하여 여러 학습 콘텐츠를 공유할 수 있다. 특히 u-러닝 학습 환경에서 다자간 협력을 통하여 학습을 진행함으로써 지식의 공유, 수정, 합성, 발전 등을 도모하고, 위키피디아(wikipedia : <http://www.wikipedia.org/>)와 같은 집단 지성의 구성이 가능하다.

한국전자통신연구원은 협력 학습을 지원하기 위한 시스템의 한 예로 협력학습지원 에이전트(Extensible Collaborative Learning supporting Agent: ECOLA)를 개발하였다[5]. 협력학습지원 에이전트는 협력학습활동 정보를 수집하는 ‘모니터링 에이전트’와 Workplace Reference Model에서 추출된 데이터를 저장한 ‘Workplace DB’, 그리고 조언생성 및 참여촉진 메시지를 생성하는 ‘촉진자 에이전트’로 구성된다.

모니터링 에이전트는 학습자의 협력학습 정보를 패킷 필터링을 통하여 수집, 가공하고 이를 Workplace에 저장하는 역할을 수행한다. Workplace는 협력학습의 활동 데이터가 저장되는 공간을 의미하며, Workplace Reference Model은 협력학습 행위를 정형화한 데이터 구조를 말한다. 모니터링 에이전트는 Workplace Reference Model에 의해 정의된 형식에 따라 학습자의 협력활동과정의 행위를 자동적으로 추적하고 이를 구조화하여 저장한다. 이러한 자료를 활용하여 촉진자 에이전트는 협력학습 조언 생성, 개별 학습자의 참여 촉진을 위한 알림 메시지 생성, 그리고 개인 및 팀의 협력학습 통계분석 결과를 제공한다.

### 3.6 교육용 콘텐츠 적응화 기술

u-러닝환경에서는 다양한 학습 기기들이 사용되며, 이들 기기들은 저마다 하드웨어 성능이 다르다. 이들 환경에서 다양한 학습 콘텐츠를 제공하기 위해서는 각 기기의 하드웨어 성능을 고려하여, 최적의 학습 콘텐츠 재생 환경을 제공하는 콘텐츠 적응화 기술이 요구된다. 이미 이러한 적응화 기술이 다양한 분야에서 연구 중에 있으며, 특히 3D 콘텐츠에 기반한 서비스에서 활발하게 진행되고 있다.

구글의 Goole Earth 그리고 Google Map은 다양한 성능을 갖는 PC에서 적응화 기술을 기반하여 대용량 지도, 지형, 3D 콘텐츠 데이터를 가시화 하고 있다. 또한 고성능 및 저성능 데스크탑 컴퓨터에서 실시간 게임 성능을 지원하기 위해 많은 게임 엔진에서는 3D 콘텐츠 데이터에 대한 적응화, 특히 levels-of-detail (LOD) 기술에 대한 연구가 수행 중에 있다.

한국전자통신연구원 역시 제안하는 학습시스템에서 다양한 학습 기기들을 지원하기 위해 콘텐츠 적응화

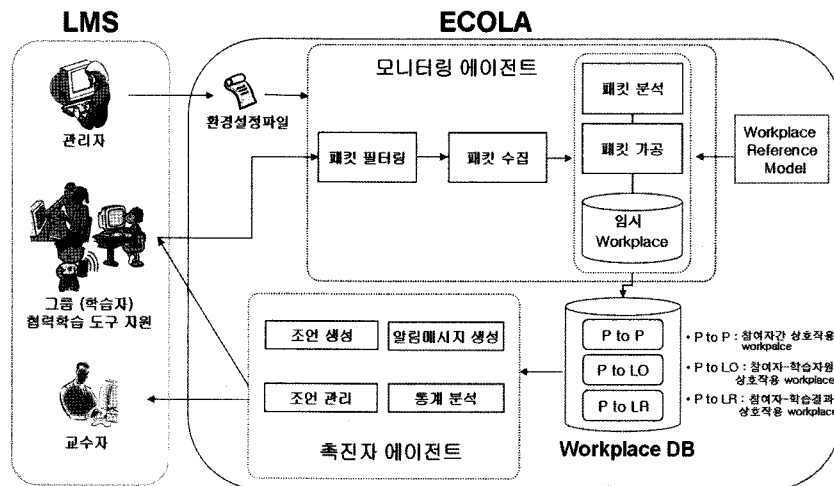


그림 9 협력학습지원 에이전트(ECOLA)의 구조



표 3 집단별 검사점수의 평균과 표준편차

구 분(사례수)		실험집단(86명)	통제집단(56명)	전체(142명)	비고
학업성취 사전검사	평균	71.63	72.77	72.08	100점 만점 (총20문항)
	표준편차	28.080	26.882	27.523	
학업성취 사후검사	평균	86.80	80.09	84.15	100점 만점 (총20문항)
	표준편차	18.342	19.598	19.065	
수업흥미	평균	19.10	16.98	18.27	25점 만점 (총5문항)
	표준편차	4.488	3.878	4.369	
학습몰입	평균	57.05	51.11	54.70	80점 만점 (총16문항)
	표준편차	10.974	7.7963	10.287	

기술을 연구하고 있다. 특히 실감형 콘텐츠, 시뮬레이션 콘텐츠와 같은 3D 학습 콘텐츠들을 효과적으로 지원하기 위한 기술들을 연구 중이다. 또한 3D 학습 콘텐츠를 구성하는 3D 모델의 삼각형 메쉬 (triangle mesh) 데이터의 레이아웃 최적화 및 간략화(simplification) 연구를 통해 최적의 콘텐츠 서비스 환경을 구축할 예정이다.

### 3.7 u-러닝 콘텐츠의 적용효과 분석

개발된 u-러닝 학습콘텐츠의 현장적용을 위하여 한국전자통신연구원은 2008년 한 해 동안 경기, 부산, 대전지역 총 10개 초등학교 1700여명을 대상으로 영어, 수학, 과학과목의 시범서비스를 실시하였다. 또한 콘텐츠의 교육적 효과를 검증하기 위하여 실험연구를 실시하였는데, 본 실험연구의 목적은 u-러닝 콘텐츠를 활용한 집단과 활용하지 않은 집단이 학업성취, 학습흥미, 학습몰입에 있어서 차이를 나타내는지 알아보기 위한 것이었다. 실험은 2009년 3월 대전 B초등학교 6학년 142명을 대상으로 실시되었고, 실험집단과 통제집단을 동질집단으로 구성하여 사전-사후 통제집단 실험 설계로 수행되었다. 수집된 자료는 SPSSWIN15.0 통계패키지를 이용하여 분석되었고, 기초통계치를 제시하면 표 3과 같다.

수집된 자료의 통계 분석방법은 연구문제에 따라 공변량분석과 분산분석을 실시하였는데, 분석결과 두 집단은 학업성취도와 학습몰입에서는 1% 유의수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였고 수업흥미에 있어서는 5% 유의수준에서 차이를 나타냈다. 즉, 학업성취, 수업흥미, 학습몰입에 있어서 u-러닝 콘텐츠를 활용한 집단이 활용하지 않은 집단에 비해서 더 학습효과가 좋은 것으로 나타났다.

## 4. 결론

본 고에서는 u-러닝의 기술 동향을 알아보고 한국전자통신연구원이 진행하고 있는 u-러닝 학습을 위한 요소 기술 사례에 대하여 살펴보았다. 현재까지 대부분의 컴퓨터를 활용한 e-러닝 또는 u-러닝 학습은 단순한 동영상 또는 2D 기반 텍스트와 이미지 등으로 진행되고 있으나, 점차 AR, VR, CG, 게임 기술, 네트워크 기술 등이 교육 콘텐츠 제작 및 교육 환경 구축에 적용되면서 다양한 형태의 학습 콘텐츠와 시스템들이 출현하고 있다.

그러나 u-러닝이 성공을 거두기 위해서는 기술적인 진보뿐만 아니라 IT와 교육이 체계적으로 결합된 융합 기술이 먼저 연구, 개발되어야 한다. 실제 환경에서 적용 가능한 u-러닝 기술이 창출하기 위해서는 IT 기술 및 교육학, 교육공학의 체계적인 접근을 통해 새로운 융합 기술을 찾아내고, 시장성 있는 아이템을 발굴하여 지원할 필요가 있다.

## 참고문헌

- [1] 류영달, “유비쿼터스 발전 추세와 미래 전망”, 유비쿼터스 사회 연구 시리즈, 한국전산원, 2005.
- [2] 한국교육학술정보원, “u-러닝의 이해”, KERIS 이슈리포트 연구자료 RM 2005-24, 2005.
- [3] 한국교육학술정보원, u-러닝 지원시스템(u-LSS) 연구 및 프로토타입 개발, 한국교육학술정보원 연구보고서 KR2007-14, 2007.
- [4] 한국소프트웨어진흥원, “첨단 IT와 교육의 만남 : u-러닝”, 한국소프트웨어진흥원 정책리포트 10월호, 2008.
- [5] 한국전자통신연구원, 협력 학습을 위한 Cybergogy 모델 연구, 한국전자통신연구원, 2005.
- [6] 한국교육과정평가원, 교실 내 맞춤형 학습 지원 방안연구 I, 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2008-3-1, 2008.



### 윤종현

2005 충북대학교 정보통신공학과(석사)  
2009 충북대학교 정보통신공학과(박사)  
2009~현재 한국전자통신연구원 연구원  
관심분야: u-learning, 파일시스템, 데이터베이스  
E-mail : nctdb@etri.re.kr



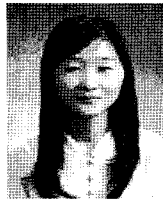
### 지형근

2001 성균관대학교 정보공학과(석사)  
2001~현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
관심분야: 패턴인식, 영상처리, 증강현실  
E-mail : hkjee@etri.re.kr



### 김병완

2009 KAIST 전산학과(석사)  
2009~현재 한국전자통신연구원 연구원  
관심분야: 정형검증, 영상처리  
E-mail : kani22@etri.re.kr



### 명세화

2008 숭실대학교 미디어학과(석사)  
2008~현재 한국전자통신연구원 연구원  
관심분야: u-learning, 컴퓨터 그래픽스, 가상현실  
E-mail : mingsh@etri.re.kr



### 노경희

1999 충남대학교 교육학과(석사)  
2008~현재 한국전자통신연구원 위촉연구원  
관심분야: u-learning, 뉴미디어 활용수업  
E-mail : khroh@etri.re.kr

---

---