

Tele-Experience 서비스를 위한 원격 협업교육 기술

오현택, 김준산, 양진홍, 최준균
한국과학기술원

요약

본고에서는 Tele-Experience 서비스를 위한 원격 협업교육 기술과 개발 현황을 소개한다. 먼저 교육공학관점에서 협업학습의 특징 분석을 통해 협업학습을 지원하기 위한 핵심 기술 요소를 알아보고, 웹 기반 핵심 기술동향 및 서비스를 살펴본다. 그리고 고품질 Tele-Experience 환경에서의 원격 협업 교육의 핵심요소 기술 및 기술개발 추진계획을 기술한다.

I. 서론

인터넷의 광대역화 및 스마트 디바이스의 보급을 통해 스마트 디바이스에서 온라인을 통한 콘텐츠 이용 환경이 보편화되고, 더 나아가 사용자들은 다양한 스크린간의 협업 서비스 및 콘텐츠 이용을 경험하고 있다. 특히 온라인 교육 환경에서도 웹 기반 환경에서 사용자 학습 환경이 일반화 되었을 뿐만 아니라 최근 오픈 코스웨어¹ 및 코세라² 와 같은 무료 온라인 강의 및 강좌의 급속한 확산으로 인해 사용자들의 원격학습에 대한 인식의 재고 및 이용이 늘어나고 있다.

하지만 현재 제공되고 있는 교육 서비스들은 참여의 형태가 아닌 단순히 녹화된 강의의 재생 수준에 그치고 있다. 직접 문제 풀이 등을 제공하는 Khan Academy³의 경우에도 웹 환경을 통해 간단한 문제 풀이의 정답을 입력해 학습 상황에 대한 확인 및 피드백을 받는 수준에 그치고 있다. 이에 사용자들이 기대하는 스마트 단말 환경에서의 기존 경험을 만족하는 양방향성을 가진 교육 환경에 대한 요구를 충족시키지 못하고 있으며, 학습자간의 원격학습 및 협업학습 기능 또한 제공하지 못하고 있다. 특히 개방형 강의 및 강좌들의 경우 표준 웹 환경을 기반으로 서비스를 제공함에 따라 일부 상용 서비스 상에서 제공하던 양방향성

및 협업 도구들을 이용하기 어려운 한계점을 가지고 있다.

스마트 단말에서 브라우저 기반의 웹 환경을 이용하는 학습자간의 원격 협업학습 기능을 개선하기 위해 웹 환경의 요소 기술 및 플랫폼 기능의 개발을 통해 언제 어디서나 웹 기반의 서비스를 이용할 수 있는 단말을 가지고 있는 사용자라면 손쉽고 편리하게 고품질의 Tele-Experience 기반의 협업학습 서비스를 이용할 수 있는 기능 제공을 목표로 한다.

기존의 실감형 원격 영상회의를 위한 텔레프레즌스(Tele-Presence) 기술에서 한 걸음 더 나아간 기술인 Tele-Experience 기술은 원격 환경에서 사용자들의 원격 협업을 위한 실감형 영상뿐만 아니라 관련 서비스, UI/UX 등을 종합적으로 제공하는 것을 목표로 한다.

본 논문에서는 Tele-Experience 서비스를 위해 교육공학 관점에서의 협업학습의 특징에 대해 살펴보고, 이러한 협업학습의 특징을 지원할 수 있는 기술 요소들의 특징과 현재까지의 기술동향을 웹 플랫폼 관점에서 분석한다. 그리고 이러한 기술동향을 기반으로 Tele-Experience 환경에서 목표로 하는 협업학습 환경 및 핵심 요소 기술 개발 내용을 개략적으로 소개하고자 한다.

II. 교육공학 관점에서의 협업학습

본 장에서는 원격 협업교육 기술동향을 알아보기에 앞서 실제 교육공학 관점에서의 협업 학습에 대해 살펴보고, 협업 학습에서 필요한 기술 요소에 대해 알아보하고자 한다.

1. 협업 학습의 개념

협업학습은 학습자가 학습 집단에서 학습활동을 하고 그 집단의 성적에 기초하여 보상과 인정을 받는 교실상황에서의 학습 방법이며 학습능력이 각기 다른 학생들이 동일한 집단목표를 향하여 소집단에서 함께 활동하는 수업방법으로 일반적으로 정의된다[1]. Slavin은 전체는 개인을 위하여 (all for me), 개

1 <http://www.ocwconsortium.org/>

2 <https://www.coursera.org/>

3 <https://www.khanacademy.org/>

인은 전체를 위하여 (one for all)라는 태도를 갖게 함으로써 학습부진을 개선할 수 있다고 보았다[1]. 또한 Cole 과 Chan은 학습자가 그들 집단의 학습수행에 근거해서 보상이나 인정을 받는 협업적 유인 구조와 공동목표를 향해 소집단에서 함께 공부하는 협업적 과제구조를 활용하는 학습 방법이라고 정의하였다 [2].

협업학습 구조에서 학습자들은 교수자의 지식을 단지 수용하는 수동적인 입장에서 벗어나, 다른 구성원들과 상호작용 과정에서 구성원들 간의 차이를 해결하여 지식을 형성해 나갈 뿐 아니라 배움의 과정을 즐기는 능동적인 주체자의 역할을 하게 된다. 그러므로 기존의 전통적 소집단 학습의 단점을 해결하고 학습자간의 협력을 강조한 것이 협업학습이다. 협업학습과 소집단학습과의 차이가 협업학습의 특징이며, 협업학습의 원리로 작용하며, 협업학습과 소집단학습의 차이점은 <표 1>과 같다.

표 1. 협업학습과 소집단 학습

특징	소집단학습	협업학습
상호의존성	없음	있음
개별책무성	없음	있음
구성원의 성격	동질적	이질적
리더십	한 사람에게 집중	리더십 공유
책임	자신에 대한 책임	서로에 대한 책임
과제와 구성원	과제만을 강조	지속적 관계 유지
사회적 기술	배우지 않음	직접 배움
교수자의 역할	무관심	관찰과 개입
소집단 활동	활발하지 못함	활발함

긍정적 상호의존성과 상호작용이 이루어 지지 않는 소집단 학습에는 세 가지 유형의 학생이 나타난다. 첫째는 다른 구성원의 지식산출물을 그대로 베껴내는 무임승차자 (free rider), 지식 생성활동(과제활동)에 적극적으로 참여하지 않는 의욕상실자(sucker), 활동의 목표에 동의하지 않고 불만을 가지고 있는 방해꾼(ganger)이다. 이러한 유형의 학습자를 방지하기 위하여 소집단학습의 단점을 보완한 것이 협업학습이다.

2. 협업학습의 특성

기존의 연구에 의해서 협업학습의 특성은 크게 상호의존성, 정보의 통합, 독립성의 세 가지로 나뉜다[3][4][5]. 상호의존성은 과제를 달성하는데 팀원들이 서로 영향을 주고받는 정도를, 정보의 통합은 새로운 정보나 아이디어를 종합하고 지식을 재생산하는 활동을, 독립성은 교수자의 도움 없이 팀 스스로 계획을 세우고 주도적으로 과제를 수행하는 정도를 의미한다.

상호의존성은 개인의 수행 및 팀의 학습결과에 영향을 미친다. 특히 개인들의 학습은 경쟁으로 방해받거나, 다른 참여자의 학습에 무관심한 것이 아니라 긍정적인 상호의존성을 통해 촉진된다[3]. 또한 팀의 목표를 달성해야만 개인의 목표가 달성 가능하기 때문에 참여자는 팀의 과제뿐 아니라 다른 구성원에게 정보를 제공하는 것에도 책임감을 갖게 된다. 이렇듯 상호작용은 모든 구성원의 참여를 요구하며 거기에서 나아가 참여자들이 다른 구성원들의 활동에 응답, 혹은 반응하는 것을 기대한다.

정보의 통합은 개인이 기여하는 지식과 구별하여 팀 차원의 학습결과물을 강조한다. 협업은 지식이나 정보를 교환하는 것 이상의 의미를 갖는데, 따라서 개인은 팀 내에서의 다른 참여자들 사이의 토론을 통해 새로운 시야를 가지게 된다. 개인적인 지식들을 종합하는 것은 각 부분의 합 그 이상을 의미하며, 팀은 목표를 공유하기 때문에, 개인들이 혼자 결과물을 만들어 내는 것과는 달리 창조적인 지식을 재생산하는 것이 가능하다.

독립성은 협업학습에 있어서 팀이 교수자에게 의존적인 성향을 벗어나, 교수자의 질문 혹은 문제 상황에 습관적으로 대답하는 것이 아닌 학습자가 다른 학습자들과의 협력을 통해서 새로운 해결책을 찾는 것을 의미한다.

협업학습의 세 가지 특성으로 상호의존성, 정보의 통합, 독립성을 생각할 때, 이 속성들을 기준으로 협업학습을 분석할 수 있다. 협업학습은 협업과 비 협업 활동이 명확하게 나뉘기 보다는 연속되는 활동 안에서 그 두 가지가 모두 존재하기 때문에 그 둘을 구분하는 기준을 정하는 것이 어렵다. 따라서 상호의존성, 정보의 통합, 독립성은 상대적인 방법으로 측정되어지는 것이 바람직하며, 다른 팀이 나타내는 협업을 여러 방법으로 분석하는 것이 필요하다[4].

협업학습에 있어서 각 학습자들의 활발한 기여를 기대하는 상호의존성은 간단하게 각 학습자들이 협업학습 동안에 제시한 메시지, 횟수 등으로 파악할 수 있다. 하지만 동등한 참여가 이루어질 경우 이 방법만으로는 불충분하며 문제해결을 위한 상호작용이 얼마나 일어났는지를 파악해야 한다[3]. 새로운 지식의 창출을 요구하는 정보 통합의 경우 참여자가 자신의 의견을 제시한 후 일어나는 상호작용의 유형 및 의견과 최종 지식산출물 사이의 관계를 설명하는 것을 통해 분석될 수 있다. 또한 마지막으로 독립성은 참여와 상호작용에 있어서 교수자의 영향력 정도를 통해서 알 수 있다[5].

협업학습을 분석하는 방법은 크게 참여와 상호작용으로 구분된다[5]. 참여의 분석은 협업학습에 있어 상호의존성과 독립성을 판단하는데 중요하며 특히 참여는 상호작용을 뒷받침하는 프레임을 형성한다. 참여는 기본적으로 학습자가 올린 메시지나 의견의 수를 계산하여 측정되며 웹 기반 협력학습에 있어 컴

퓨터 기술에 의해 자동적으로 계산되어진다. 하지만 많은 경우 같은 메시지가 반복되어 제시되거나 사전에 올라온 메시지를 모방할 수 있기 때문에 양적으로 파악되는 참여만으로는 협업 학습을 분석하는데 한계가 있다. 따라서 상호작용에 대한 분석이 필수적이라고 할 수 있다.

3. 협업학습에 대한 이론적 배경

3.1 분산인지이론

분산인지는 공유된 공동의 목적을 위해 사람들이 협력할 때 발생하는 것으로 분산인지이론은 동일한 목적을 위한 인간의 집단적 활동을 가능하게 하는 인지 및 자원이 상황 전체에 분산 배치되어 있다는 것을 의미한다[7].

개인의 인지는 개인의 머릿속에만 존재하는 것이 아니라 함께 활동하는 타인의 머리와 이를 위한 도구들을 사용하는 전체 상황에서 발현된다는 것이다. 분산인지 이론 역시 활동이론과 같이 인공물이 인간의 활동을 증대한다는 입장을 취하고 있으며, 활동 자체를 하는 것은 인간이지만 이러한 활동을 안내하고 분산되어 있는 인지를 한 곳에 모아서 공동의 목적을 수행할 수 있게끔 촉진하는 것은 인공물의 역할이라고 본다. 따라서 인공물의 특성에 따라 공동의 목적 수행을 위한 인지는 증폭될 수도 있으며, 감소될 수도 있다.

분산인지 이론에서 지식의 가치는 누구의 머릿속에 얼마나 많이 존재하는가가 아닌, 지식이 어떻게 표현되고 얼마나 접근이 용이한지에 따라 결정되며, 이러한 시각은 협력적 지식구축의 개념에 영향을 미친다[8].

3.2 활동이론

활동이론에서 인간의 의식은 주체인 인간이 활동하면서 객체인 환경과 상호작용 할 때 형성되고 존재하게 된다. 이때 인간의 활동은 주체와 객체를 연결하는 도구에 의해 증대된다. 도구에는 사회문화적 속성이 내포되어 있으며, 도구의 사용은 그 사회와 문화 속에 있는 사람들의 행동과 행위방식을 규정하고 변형시키며 내면화의 과정을 통해 정신발달에 영향을 미친다. 주체인 인간의 활동은 사회문화적으로 특성화된 도구의 중재를 통해 객체인 환경을 변형시키고, 이렇게 인간의 활동에 의해 변형된 객체의 특성은 다시 주체에 영향을 미친다. 이것은 인간의 경험이 인간에 의해 만들어진 사회맥락적 특성을 지닌 인공물에 의해 형성된다는 뜻이며, 학습의 경험 역시 마찬가지로 이해될 수 있다. 활동이론은 본래 매개(mediation)의 개념을 적용한 Vygotsky[6]의 이론에 근원을 찾을 수 있으며, Leont'ev[9]를 통해서 활동의 개념이 도입되었다.

활동이론의 입장에서 사회맥락적 속성을 가지고 형성된 인공물은 학습의 경험을 결정짓는 중요한 요소가 되며[10], 이러한 시각은 CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) 환경과 협력적 지식구축의 연구에 영향을 주었다.

3.3 상황학습이론

상황학습이론에서 인간의 활동은 상황의 특수성을 기반으로 하여 발생한다. 상황학습이론에서 학습은 실천공동체의 한 부분이 되고 공동체 구성원으로서의 정체성을 형성하여 핵심 구성원으로 이동하는 것을 말한다[11]. 이것은 사회적, 제도적 특징을 가지고 있는 실천 공동체 안에서 새롭게 투입되는 학습자가 기존의 학습자와의 상호작용과 참여를 통해 공동체의 목적 및 활동을 배우고 유지하며 동시에 기존의 실천들을 진화시키는 것을 일컫는다. 따라서 상황학습이론에서는 그룹 구성원들의 참여와 상호작용이 강조되며, 이러한 시각은 CSCL 환경과 참여자의 상호작용 및 상호작용의 촉진 연구에 영향을 주었다.

3.4 CSCL이론

CSCL(Computer Supported Collaborative Learning) 이론은 공동체 안에서의 구성원의 협력을 통한 지식구축을 목적으로 한다. 이때 지식구축이란 개인의 지식을 단순히 모아놓은 형태가 아니라 개인의 인지가 모여 새로운 인지로 진화되는 것을 말한다. 따라서 CSCL은 구성원간의 협력활동을 증대하는 환경이며, 도구인 동시에 협력활동을 통해 생성되는 사회맥락적 특성을 지닌 인공물(artifacts)의 의미를 가진다.

CSCL은 Hutchins와 Salomon의 분산인지이론(Distributed Cognition Theory), Leont'ev 와 Vygotsky의 활동이론(Activity Theory), Lave의 상황학습이론(Situated Learning Theory) 등을 그 이론적 기저로 하며, 학습에 대한 지식창조의 관점을 바탕으로 집단의 지식구축을 위한 상호작용을 강조한다[12]. CSCL에 관련된 연구는 어떻게 ICT (Information and Communications Technology)가 그룹 구성원간의 협력, 동료간의 상호작용과 지식의 분배 및 목표달성을 지원할 수 있을 것인가에 있다.

4. CSCL 기반 협업학습모형

4.1 CKB 모형

Stahl[13]의 CKB (Collaborative Knowledge Building) 모형은 지식구축의 메커니즘을 개인의 이해와 아이디어가 다른 구성원과 상호작용 할 수 있도록 공동의 약속된 형태로 시각화되고, 이러한 개개의 표상된 이해와 아이디어들이 집단의 합의

의 과정을 거쳐 그룹의 인공물로 표상이 되어 다시 개인의 지식으로 환수되는 과정으로 설명하고 있다. 이때 집단의 지식구축 과정은 개인의 지식구축과 협업적 지식구축 과정의 순환을 통해 이루어진다.

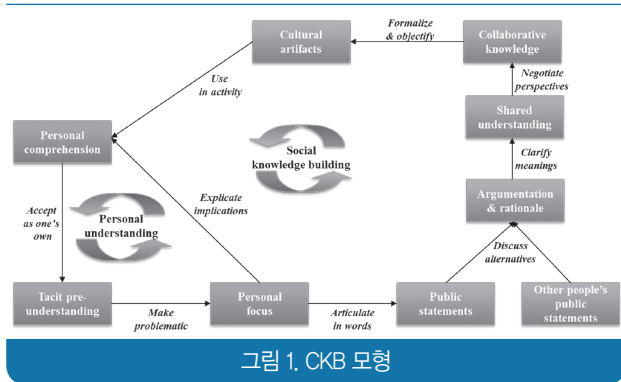


그림 1. CKB 모형

〈그림 1〉은 CKB 모형에 따른 학습 순서를 나타낸 것이다. 먼저 개인의 단계에서 학습자는 암묵적으로 내재되어 있는 자신의 지식에 배치되는 문제들을 인식하고, 명확하게 하는 단계를 거친다. 개인의 단계에서 구명된 문제는 구성원 모두가 공유할 수 있도록 공동의 공간에서 약속된 형태의 공동 언어로 표출된다. 공동의 공간에서 구성원 각자가 표출한 문제들은 구성원간의 논의, 상호작용을 통해 이해의 공유과정을 거쳐 하나의 협업된 지식으로서 구성원간의 공유가 가능한 형태의 인공물로 외현화(externalization)된다. 학습자는 이렇게 외현화된 공동의 인지적 인공물을 다시 내면화(internalization) 함으로써 개인의 지식구축이 일어나게 된다. 이때, 학습자간 상호작용은 개인의 지식구축과 집단의 지식구축을 연결해주는 연결고리가 되며, 공유된 이해와 지식을 구축하도록 하는 중요한 요소가 된다.

CSCAL에서 학습을 바라보는 인식론적 관점과 지식구축의 과정에서 공통적으로 강조되고 있는 것은 학습자간 상호작용이다. 협업적 지식구축에 참여하는 구성원간의 상호작용은 외현화와 내면화가 순환적으로 일어나고 계속적 의미협상이 일어날 수 있도록 하는 중요한 요소이다. 따라서 올바른 상호작용 없이는 협업적 지식구축이 이루어지기 힘들다. 여기에서 올바른 상호작용은 두 가지의 의미를 가지는데 첫 번째는 화자(sender)가 전달하고자 하는 메시지가 오개념 없이 의도대로 청자(receiver)에게 전달되고, 청자의 피드백 역시 오개념 없이 의도대로 화자에게 전달되는 것을 말한다. 두 번째는 피상적이거나 단순한 의사소통, 의견의 교환이 아닌 상호 이해의 공유와 재개념화를 위한 깊은 사고의 과정을 거치는 비판적이고 반성적인 상호작용을 말한다.

4.2 PI 모형

CSCAL 환경에서 협업적 탐구활동의 과정을 설명한 PI(Progressive Inquiry) 모형은 학습자들 간의 질문과 설명으로 이루어지는 협업적 탐구과정에 적극적인 참여를 통해서 학습하도록 하고 있다. PI 모형은 학습자의 지식수준 향상과 발달, 관련 기술의 개발을 구조화하고 지원하는 모형이다[14].

PI 모형에 의한 학습과정은 순환적 구조로 되어 있으며, 그 과정은 〈그림 2〉와 같다.

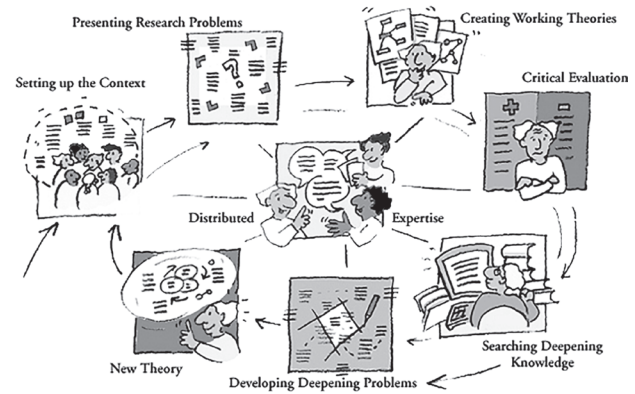


그림 2. PI (Progressive Inquiry) 모형

- (i) 상황맥락의 창출
- (ii) 연구문제의 수립
- (iii) 작업가설 설정
- (iv) 비평
- (v) 심화정보 탐색
- (vi) 하위 연구문제 도출
- (vii) 진보된 작업가설 개발

이러한 순환적 구조에서 활동의 조정과 관련 있는 부분은 주로 상황맥락 창출, 연구문제 수립, 가설설정이다. 먼저, 상황맥락의 창출에서는 탐구의 과정을 통해서 해결해야 하는 문제가 왜 중요하고 어떤 가치가 있는지를 학습자들 상호간 이해가 필요한 단계이며 여기서는 협업계획이나 공동목표를 수립함으로써 학습공동체를 만들게 된다. 또한 협업적 탐구활동은 과제수행을 위한 계획이나 전략을 학습자 스스로 수립하고 진행하게 되는데, 이 때 연구문제는 논리적으로 타당한 근거와 조사 자료를 가지고 도출해 내는 것이어야 한다.

PI 모형의 핵심요소는 학습자 스스로 문제와 질문을 만들고 탐구를 진행하는 것으로 학습공동체는 이러한 질문의 생산을 권장하고 스케폴딩 할 수 있는 환경을 지원해야 한다. 끝으로 작업가설의 설정단계는 학습자 자신이 직관적인 가설을 구성하는 것을 말하는바, 이는 제시된 문제에 대한 학습자의 생각을 드러내고 동료에게 설명하도록 함으로써 학습자 생각의 일관성

또는 잘못된 개념을 검증할 수 있고, 학습자의 사고를 더욱 명료화시킬 수 있다.

Ⅲ. 원격 협업학습을 위한 기술 및 서비스 동향

앞선 장에서는 교육공학 관점에서의 협업학습과 CSCL 기반의 협업 학습 이론에 대해 알아보았다. 이를 바탕으로 본 장에서는 실제 협업학습 플랫폼에서 필요한 기술 요소들을 알아보고, Tele-experience 서비스를 위한 원격 협업학습 플랫폼에서 목표로 하는 웹 기반 협업 학습용 요소 기술들의 발전 방향을 살펴보고자 한다.

1. N스크린 기술

스마트폰의 등장으로 모바일 단말기에서의 인터넷 이용이 급속하게 용이해졌다. 그리고 스마트폰에 이어 태블릿 PC, 스마트 TV 등 다양한 스크린이 스마트 기기로 진화하고 상용화되면서, 단말기와 플랫폼에 관계없이 언제 어디서나 콘텐츠를 접근하고 소비할 수 있는 미디어 이용과 콘텐츠 소비 환경이 만들어지고 있다.

N스크린은 인터넷을 통해 연결된 여러 플랫폼과 단말기에서 여러 콘텐츠(음악, 사진, 동영상 등)에 끊김 없이 접근할 수 있으며, 콘텐츠를 이동시켜 소비하거나 여러 이용자가 협동적으로 공유 또는 소비하는 환경을 의미한다[15].

N스크린 환경의 정의에 따라 N스크린은 연결성, 이동성이라는 두 가지 특성을 갖는 미디어 이용과 콘텐츠 소비 환경으로 정의할 수 있다[16]. 연결성은 이용자가 접근하고자 하는 콘텐츠를 중심으로 플랫폼과 단말기가 서로 교차하거나 연계되는 현상이다. 이동성은 이용자가 하나의 콘텐츠를 여러 단말기에서 공유하고 이동시켜가면서 소비할 수 있도록 해주는 서비스 방식이다. <그림 3>은 N스크린 환경의 특성을 지원하는 DLNA(Digital Living Network Alliance)⁴ 예제를 나타낸다.

N스크린 환경을 고려할 때 사용자의 입장에서는 대표적인 N스크린 서비스인 동기화, 이동성, 스트리밍 등을 활용하며, 콘텐츠와 단말기의 이용 특성에 따라 두 가지 형태가 가능하다.

우선, 콘텐츠 활용에 따라 하나의 동일한 콘텐츠를 여러 기기에서 사용하는 OSMU(One Source Multi Use)와 기기별 특성에 맞는 콘텐츠를 이용하도록 하는 ASMD(Adaptive Source Multi Device)로 구분한다[17]. 또한, 단말기 활용에 따라 단말



그림 3. N스크린 연결성, 공유성 예제 (DLNA)

기 간 동기화를 통해 특정 단말기가 다른 단말기 운영과 조정에 사용되는 '중속적 연계 서비스'와 각 단말기의 장점을 서로 보완시켜 보조적, 부가적 서비스를 제공하는 '보완적 연계 서비스'로 구분이 가능하다[17].

이러한 N스크린 관련 기술은 Intel사의 WiDi, Apple사의 Airplay, 삼성의 AllShare 등의 개별적인 하드웨어 및 소프트웨어 환경에서 각각의 프로토콜을 이용해 서비스를 제공 중에 있으나, 최근 웹 기술의 발달로 관련 기능들이 웹 브라우징 기능 제공 단말(Web-enabled Device)상에서 범용적으로 이용할 수 있게 변화되고 있다.

여러 단말 간에서 교육 콘텐츠를 주고받는 N스크린 기반의 교육은 e러닝 플랫폼 때부터 주목 받아왔으며, 스마트러닝 플랫폼 환경을 보조할 수 있는 중요 기술로 인식되고 있다. N스크린을 교육환경에 적용한 예제로는 유비온에서 개발한 N스크린 기반 Learning Eco-system이 있으며 해당 기술 시연 영상이 YouTube에 공개되어 있다[18].

2. WebSocket/WebRTC 기술

웹 브라우저에서 N스크린 기능을 이용하기 위해서는 웹 브라우저상에서 클라이언트-서버 및 클라이언트-클라이언트 통신을 할 수 있어야 한다. 이러한 요구사항의 증가는 서버와 보다 쉽게 상호작용하는 웹 페이지를 위한 브라우저와 웹 서버 사이에 더 자유로운 양방향 메시지 송수신(Bi-directional full-duplex communication)에 대한 요구의 증가로 이어졌고, 그 결과 HTML5 표준안의 일부로 WebSocket 표준이 등장했다[19].

기존 HTTP 프로토콜은 Polling 방식을 이용하기 때문에 서버와의 통신이 늘어날수록 전송되는 오버헤드의 양이 늘어나 네트워크에 큰 부담을 주는 단점이 있다. 다시 말하면, Polling의

4 <http://www.dlna.org/>

경우 한 번의 요청으로 하나의 응답을 받는 방식에 의존하기 때문에 여러 번의 응답을 받기 위해서는 그에 맞는 요청 수가 필요하다. 하지만 WebSocket의 경우 이러한 단점을 개선하여 한 번의 요청으로 여러 데이터를 추가적인 요청 오버헤드 없이 설계되었기 때문에 불필요한 요청횟수를 줄일 수 있는 장점이 있다. <그림 4>는 기존 Polling 방식과 WebSocket의 차이를 나타낸다[20].

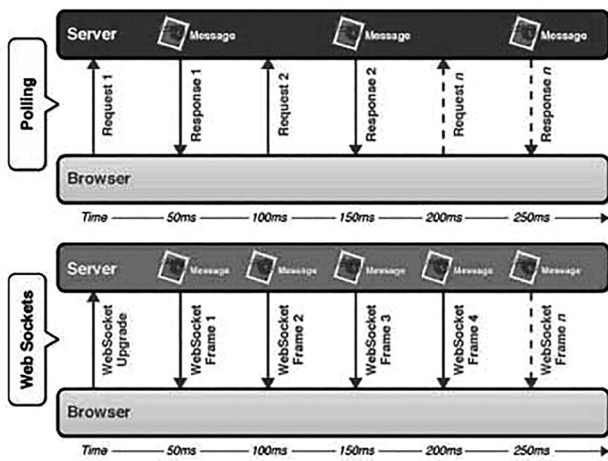


그림 4. Polling 방식과 WebSocket 방식의 차이점

클라이언트-서버 간 양방향 통신을 지원하는 WebSocket 표준에서 더 나아가 브라우저-브라우저 간 통신을 위해 개발된 것이 WebRTC 프로토콜이다[21].

구글은 웹에서 실시간 통신을 하기 위한 WebRTC 프레임워크를 HTML5 표준에 포함시키는데 주도적인 역할을 함과 동시에 그들이 개발한 브라우저인 구글 크롬에서 관련 기능을 지원하고 있다. <그림 5>는 Chrome 브라우저상에서 WebRTC 기술을 적용하여 다른 사용자와 동영상을 공유하는 모습이다[22].

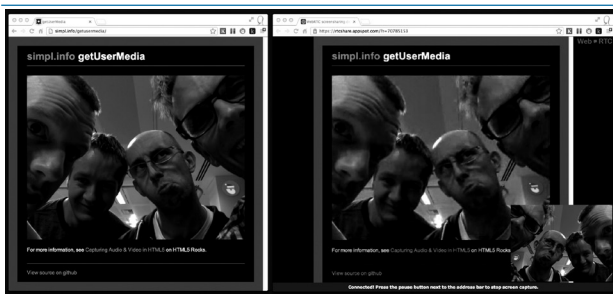


그림 5. WebRTC 기반 브라우저 동영상 공유 기술

작년 중순부터는 모질라의 파이어폭스 역시 WebRTC 기능의 지원 및 사용을 기본으로 하고 있어, 앞으로 각종 멀티미디어 콘텐츠를 별도의 플러그인 없이 인터넷 브라우저만으로 처리할 수 있을 것으로 기대되고 있다[23].

WebRTC 표준의 등장으로 웹브라우저의 능력은 더욱 향상되

었고, 이를 기반으로 웹 표준을 이용하여 N스크린 서비스를 지원하려는 움직임도 계속되고 있다. WebSocket과 WebRTC 콘셉트를 이용하여 웹 기반 N스크린 플랫폼 예제는 한국과학기술원에서 연구한 Shift.io가 있다[24]. Shift.io는 자바스크립트 기반의 N스크린 라이브러리로, WebSocket 기능을 이용하여 웹브라우저에서 사용자가 원하는 콘텐츠(텍스트, 그림, 동영상 등)를 연결된 다른 사용자나 자신의 다른 디바이스에 전송할 수 있는 플랫폼을 제공한다.

3. UI/UX 기술

웹브라우저 상에서 사용자에게 향상된 UI/UX 환경을 제공하기 위한 방법으로는 사용자의 단말 사용 환경에 따라 그에 맞는 웹 페이지 디자인을 제공하는 반응형 웹 (Responsive Web) 기술이 있다[25]. 스마트 디바이스의 보급으로 N스크린 환경이 빠르게 확산되는 가운데 사용자들은 다양한 단말 사용 환경에서 다른 UI/UX를 가지고 같은 웹 페이지 서비스를 이용하고 있다. 반응형 웹은 사용자의 다양한 단말 사용 환경에 맞춰 최적의 UI/UX를 제공하는 것을 목적으로 한다. <그림 6>은 단말 환경에 따라 반응형 웹 페이지의 표시 예를 나타낸다.⁵

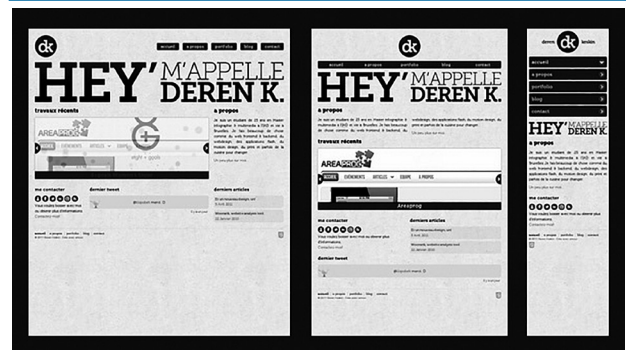


그림 6. 단말 환경에 따라 다르게 나타나는 반응형 웹 페이지 (Deren Keskin)

원격으로 학습에 도움을 줄 수 있는 체험을 하기 위해서는 종래의 GUI 기반의 터치 UI/UX 기술을 한 단계 넘어선 방법론이 필요하다. 현재 UI/UX 기술은 2차원적인 인터페이스 내에서 사용자에게 최대한의 편의성과 시각적인 직관성을 줄 수 있는 디자인을 추구하고 있으나, 원격 경험이라는 목표에 도달하기 위해서는 인간의 오감과 직접적인 상호작용이 가능한 UI/UX 기술들이 도입될 필요가 있다.

IBM은 2012년도에 작성된 다음 5년간 우리의 삶을 바꿀 혁신들이란 보고서에서 센서 및 인식기술의 발달로 전자기기가 인

5 <http://designmodo.com/responsive-design-examples>

간과 같은 오감을 갖게 될 것이라고 전망하고 있다[26]. 최근에는 시청각뿐만 아니라 촉각, 후각, 미각에 관한 특허가 증가하며 전체 오감인식 관련 특허의 10% 이상을 차지하고 있다[27].

오감인식 기술은 학습자에게 보다 다양한 경험을 제공하고 학습의 진척에 대한 정보를 파악하는 등 교육 분야에서 다양한 활용 방안이 기대된다. 시선인식 기술은 이미 다양한 분야에 적용되어 있다. 도요타는 운전자가 졸음이나 감정적으로 불안한 상태에 있지 않은지 파악하여 경고하는 기술을 자사 제품에 탑재하였다. 프랑스의 In Vivo BVA사는 <그림 7>과 같이 시선인식기의 정보를 분석하여 대형마트 등에서 인기 없는 품목을 가려내는데 활용하고 있다[28]. 이러한 움직임들이 사용자 UX를 증가시키는데 큰 도움이 되고 있다.



그림 7. In Vivo BVA사의 시선인식 기술

이러한 오감 인식 기술들이 점점 발전하여 교육에 응용된다면 학습자에게 더 나은 UI/UX를 제공할 수 있게 될 것이다.

4. 적응형 스트리밍 기술

적응형 스트리밍 (Adaptive Streaming) 기술은 클라이언트 측에서 다운로드 속도와 클라이언트의 CPU 점유율 등 현재 네트워크와 단말의 자원 상황을 모니터링하며, 다음에 요청할 비디오의 품질을 결정하고 서버에 요청하는 방법이다. <그림 8>은 적응형 스트리밍 기술을 나타낸 개념도이다[29].

대역폭이 충분한 기존의 유선망에서는 서버와 클라이언트 간

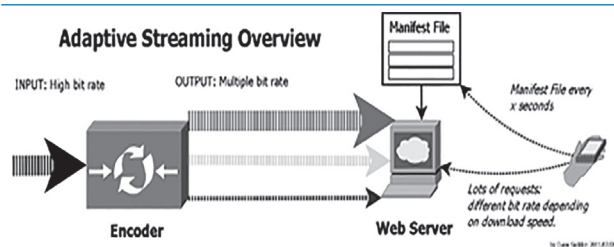


그림 8. 적응형 스트리밍 기술 개념도

에 가용한 최대 속도로 비디오를 다운로드 받으며 동시에 재생을 하는 HTTP Progressive Download 기술이 사용되었으나, 네트워크 자원이 비싼 무선망과 PC에 비해 한정된 스펙을 가진 스마트폰을 이용한 멀티미디어 콘텐츠 사용이 증가하면서 적응형 스트리밍 기술이 더욱더 많은 각광을 받고 있다.

HTTP PDL 기술은 네트워크 상황에 대한 적응력이 없기 때문에 다운로드 속도가 비디오의 인코딩률보다 낮으면 로딩이 발생하여 QoE를 보장하지 못한다[29]. 다운로드 속도가 인코딩률보다 높을 때도 문제는 존재한다. 사용자가 비디오를 재생하다 그만 둘 경우, 미리 받아놓고 시청하지 않은 만큼의 대역폭이 낭비된다. 적응형 스트리밍 기술은 이러한 문제에 대해 사용자와 네트워크 사업자 모두에게 이점을 갖고 있어, 인코딩 및 스토리지 비용이 비싸다는 단점이 존재함에도 불구하고 여러 사업자에 의해 도입이 되고 있다.

현재 시장에는 애플의 HTTP Live Streaming, 마이크로소프트의 HTTP Smooth Streaming, 어도비의 HTTP Dynamic Streaming 이라는 3개의 솔루션이 경쟁하고 있다. 이들은 각자 다른 규격을 사용하며, 표준이나 호환성에 있어 문제를 안고 있으나 이를 해결하기 위한 방안 역시 MPEG 국제 표준기구를 중심으로 모색되고 있다.

서비스 사업자 역시 적응형 스트리밍 기술에 대해 높은 관심을 보이고 있으며, 유튜브에서는 2012년부터 적응형 스트리밍 기술을 도입하여 유튜브에서 제공하는 동영상 서비스 전체의 버퍼링이 20% 감소되는 효과를 얻을 수 있었다[30].

IV. Tele-experience 서비스를 통한 원격 협업교육 기술

본 장에서는 원격 협업교육 기술에 대한 개괄적인 소개와 기술적 특징에 대하여 서술하고, 각각의 기능이 가져야 할 요구사항들에 대해 알아본다.

1. 서비스 시나리오

원격 협업교육 서비스 시나리오는 <그림 9>와 같이 원격 환경에서 광대역 기가 네트워크를 이용해 사용자 입장에서의 실감형 원격 협업교육 환경을 제공하는 것을 나타내고 있다. 먼저 교수자가 원격으로 수업을 듣고 있는 학생에게 실시간 원격 알림 및 문제 출제를 학생의 단말기에 직접 표시하면, 그 문제를 해결하기 위해 학생들은 N스크린 기반 원격 협업학습 플랫폼을 통해 주어진 문제를 해결한다. 학생이 문제를 해결하다가 궁

금한 점이 생겨 플랫폼에 검색을 하면 콘텐츠 매쉬업을 통해 학생이 필요한 정보를 알려준다. 원격지에 있는 학생이 문제를 다 풀고 나면 교수자는 실시간으로 원격 첨삭 지도를 하여 학생의 궁금증을 해결해주고, 학생은 자신이 관심 있는 주제 등을 소셜 서비스 연동을 통해 다른 학생들과 공유한다.

2. 요구사항 분석

주어진 시나리오에 따른 플랫폼 사용자의 요구사항은 다음과 같다.

실시간 원격 협업 및 N스크린 기반 원격 협업학습을 위해서는 사용자가 자신이 가진 콘텐츠를 콘텐츠 타입과 관계없이 협업 학습 환경에서 쉽게 공유할 수 있어야 하며, 또한, 자신이 가진 하나 이상의 스크린들을 조합 또는 통합하여 콘텐츠를 이용할 수 있어야 한다. 나아가 사용자는 현재 이용하고 있는 콘텐츠를 다른 사용자와 실시간으로 함께 이용하는 협업 활동을 할 수 있어야 하며, 이때 사용되는 콘텐츠의 변화는 관련 있는 모든 사용자와 동기화 되어야 한다.

협업 활동을 하면서 사용자는 자신의 학습 상태와 현재 협업 상태에 알맞게 재구성된 콘텐츠를 이용할 수 있어야 하며, 자신이 이용한 콘텐츠에 대한 다른 사용자들의 사용 내역을 메타데이터에 따라 구성된 시각적인 자료를 통해 열람할 수 있어야 한다.

소셜 네트워크 서비스를 이용한 협업을 위해서는 자신의 소셜 네트워크 정보를 학습 시스템과 연동 및 제어 할 수 있어야 한다.

마지막으로 이러한 서비스를 운영하기 위해서는 사용자가 망 상태와 관계없이 실시간성을 유지할 수 있어야 하며, 다른 디바

이스 환경에서도 동일한 품질의 학습 환경을 제공받을 수 있어야 한다.

3. 핵심요소 기술

주어진 서비스 사용자 요구사항을 만족하기 위한 원격 협업교육을 위한 핵심 요소 기술들을 나열하면 다음과 같다.

■ 웹 기반 실시간 객체 공유 기술

N스크린 기반 실시간 원격 협업학습을 위한 기술로 이를 위해서는 실시간 객체 전송 기능, 공유 가능 객체 식별 기능, 그리고 실시간 객체 공유를 위한 세션 제어 기능이 개발되어야 한다.

■ 웹 기반 협업 스트리밍 기술

원격 협업학습에 지장이 없도록 영상 및 음성을 웹 환경에서 사용자의 이용 환경에 맞게 스트리밍 해야 하며 이를 위해서는 망 상태에 따른 스트리밍 품질 제어 기능 및 WebRTC 표준 기반 스트리밍 세션 제어 기능이 개발되어야 한다.

■ 협업 콘텐츠 신디케이션 기술

원격 협업교육에 제공되는 콘텐츠를 수집, 매쉬업 및 배포를 담당하는 기능이다. 이를 위해서는 협업 콘텐츠의 메타데이터 생성 및 수집, 협업 콘텐츠 저장 및 선택적 재생 기술이 개발되어야 한다.

■ 협업 콘텐츠 시각화 기술

협업 콘텐츠에 대한 사용자들의 상호작용을 관계 그래프로 정리하고, 이를 시각화하여 학습을 지원하는 기능이다. 학습자와

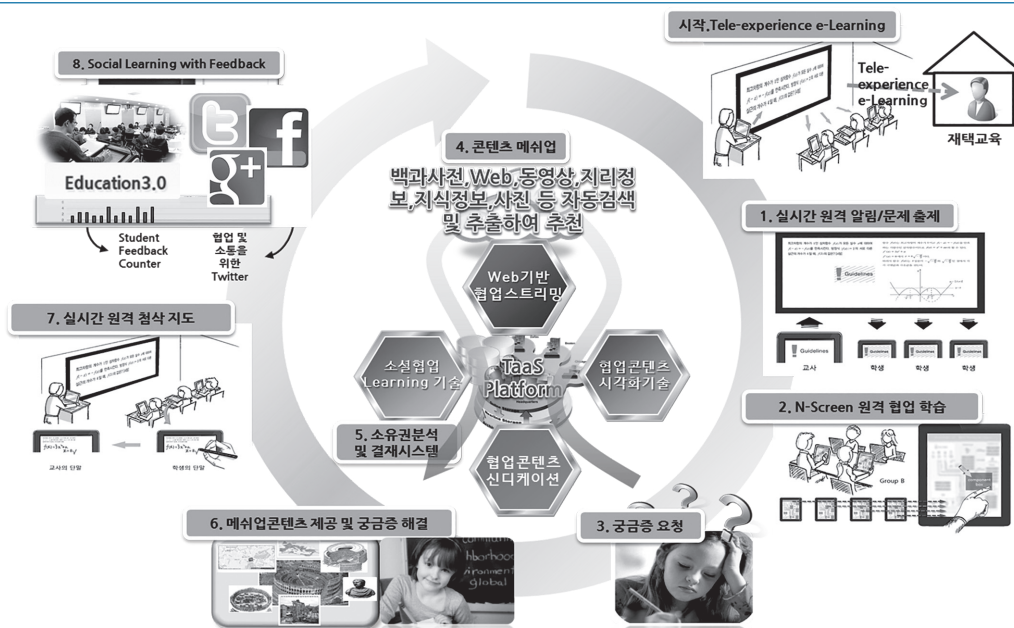


그림 9. 협업교육 서비스 시나리오

콘텐츠 관계망 시각화를 통해 학습자의 학습을 지원하며, 소셜 협업 학습 기능과 연계하여 소셜 네트워크 서비스 기반 원격 협업 학습을 지원할 수 있는 기술이 개발되어야 한다.

■ 소셜 러닝 기술

같은 주제에 대한 학습자의 사회적 연결망을 이용한 협업 학습을 지원하기 위한 기능이다. 이를 위해서는 SNS 연동형 학습 의사/상태 수집 기능이 필요하다.

Tele-experience 서비스를 위한 원격 협업교육 플랫폼은 한국과학기술원 Education 3.0 플랫폼과 연동되어 구성캠퍼스와 문지캠퍼스에서 시범적으로 적용될 예정이며, 현재 서비스 중인 원내의 교육 플랫폼과 연동되어 테스트될 예정이다. <그림 10>은 원격 협업교육 플랫폼의 테스트베드 구성도를 나타낸다.

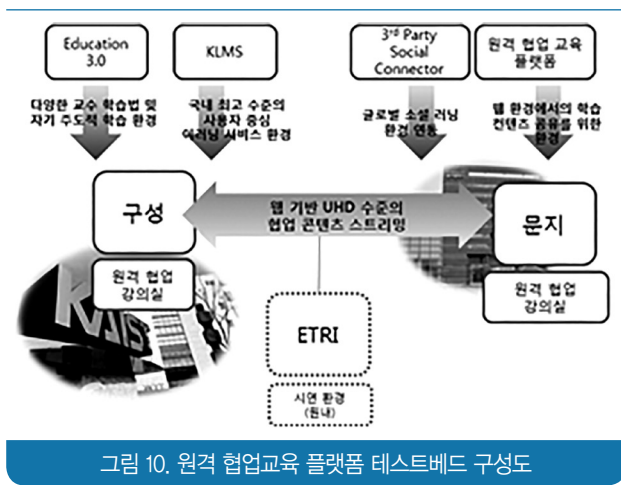


그림 10. 원격 협업교육 플랫폼 테스트베드 구성도

V. 결론

앞으로는 스마트 디바이스의 확산 및 웹 기술의 빠른 발전을 통해 기존의 웹 환경에서 제공이 어려웠던 풍부한 사용자 경험을 제공하는 서비스들이 제공될 것으로 예상된다. 교육 환경의 경우 사용자의 단말과 같은 이용 환경에 따른 차별 없이 누구나가 보편적으로 이용할 수 있는 서비스의 보편성이 강조됨으로 웹을 통한 교육 서비스의 제공은 교육 민주주의를 위해서도 중요한 요소라 볼 수 있다.

Tele-experience 기술들을 통해 기존 웹에서 제공하기 힘들었던 고품질의 원격 협업학습 기능을 제공함에 따라 향후 디지털 교과서 시장에서 또는 원격 강의 시장에서 관련 기술 및 Tele-experience 플랫폼 기반의 서비스들이 쉽게 생성 및 서비스 것으로 예상된다.

특히 실시간 원격 객체 공유 및 협업 스트리밍 기술 등 실제

교육 환경에서 유용한 기능들의 제공을 통해 교육 현장에서도 손쉽게 관련 기능을 이용, 원격 협업 학습 현장에 적용함으로써 교육의 만족도를 향상 시킬 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 ‘범부처 Giga KOREA 사업’의 일환으로 수행하였음.[GK13P0100, Giga Media 기반 Tele-experience 서비스 SW플랫폼 기술 개발]

참고 문헌

- [1] E. R. Slavin, “Cooperative Learning and Cooperative School,” Educational Leadership, vol. 45, pp. 7-13, 1987.
- [2] P. G. Cole and L. K. Chan, Teaching principles and practices. New York: Prentice Hall, 1987.
- [3] D. W. Johnson, et al., “Cooperative learning returns to college,” Change, vol. 30, pp. 26-35, 1998.
- [4] A. Ingram, L. and L. G. Hathorn, “Methods for Analyzing Collaboration in Online Communications,” in Online Collaboration in Online Collaborative Learning: Theory and Practice, T.S.Roberts, Ed., ed Hershey, PA: Idea Group, Inc., 2004.
- [5] K. Laffey, et al., “A computer-mediated support system for project-based learning,” Educational Technology Research and Development, vol. 46, pp. 73-86, 1998.
- [6] L. Vygotsky, S., Mind in Society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
- [7] E. Hutchins, Cognition in the wild. Cambridge: MIT Press, 1995.
- [8] G. Salomon, “No distribution without individuals’ cognition: a dynamic, interactional view,” in Distributed cognitions, G. Salomon, Ed., ed New York: Cambridge University Press, 1993.
- [9] A. N. Leontev, Activity, Consciousness, and Personality. NJ: Prentice-Hall, 1978.
- [10] B. A. Nardi, Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

- [11] J. Lave, "Situating learning in communities of practice," in Perspectives on socially shared cognition, L.B.Resnick, et al., Eds., ed Washington, DC: American Psychology Association, 1991.
- [12] L. Lipponen, et al., "Practices and orientations of CSCL," in What We Know About CSCL and Implementing It In Higher Education, J.W.Strijbos, et al., Eds., ed: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [13] G. Stahl, Group Cognition: Computer Support for Building Collaborative Knowledge. Cambridge: MA: MIT Press, 2006.
- [14] H. Muukkonen, et al., "Technology-mediation and tutoring: how do they shape progressive inquiry discourse?," The Journal of the Learning Sciences, vol. 14, pp. 527-565, 2005.
- [15] 최세경, N스크린 서비스의 확산과 콘텐츠 비즈니스의 미래 전망, KOCCA 포커스, 한국콘텐츠진흥원, 39호, 2011.
- [16] 최세경, N스크린 시대에 TV 비즈니스의 전망과 대응 전략: 콘텐츠 유통과 소비 패러다임의 변화를 중심으로. 『방송문화연구』, 22권 2호, 7~35, 2010.
- [17] 이종근, 스마트기기 대중화 시대 N스크린 개념이 현실화되고 있다, LG Business Insight, 1146호, 2011.
- [18] 유비온, N스크린 기반의 Learning Eco-system 기술 개발, 2013[Online]. Available: <http://www.youtube.com/watch?v=ILD-0ZBLMHs>
- [19] RFC 6455, The WebSocket Protocol, IETF, Dec. 2011.
- [20] <https://www.websocket.org/quantum.html>
- [21] <http://datatracker.ietf.org/wg/rtcweb/>
- [22] <http://updates.html5rocks.com/tag/webrtc>
- [23] <http://www.webrtc.org>
- [24] S. An et al., "Browser-based Web Content Sharing System," The 11th Annual IEEE Consumer Communications & Networking Conference (CCNC 2014), pp. 1155-1156, Jan. 2014.
- [25] E. Marcotte, Responsive Web Design, Alistapart, no. 306, May 2010.
- [26] IBM, Innovations that will change our lives in the next five years, The 5 in 5, 2012, <http://www.ibm.com/5in5>.
- [27] 삼성경제연구소, 오감인식 기술이 불러오는 혁신, SERI 경영 노트, 제180호, 2013.03
- [28] Eye tracking - The eyes have it, The Economist,

Dec. 2012.

- [29] Adaptive Bitrate Streaming, Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_bitrate_streaming
- [30] 손장수, 이동 통신 사업자를 위한 Mobile Video Optimization 기술, 넷매니아즈, 2012.02
- [31] Janko Roettgers, How Youtube is bringing adaptive streaming to mobile, TVs, GIGAOM, Mar. 2013

약 력



오 현 택

2012년 한국과학기술원 공학사
2014년 한국과학기술원 공학석사
2014년~현재 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사과정
관심분야: Web, N스크린, 사물인터넷



김 준 산

2012년 한국과학기술원 공학사
2012년~현재 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사과정
관심분야: Web, N스크린



양 진 홍

2003년 인제대학교 공학사
2005년 인제대학교 공학석사
2008년~현재 한국과학기술원 정보통신공학과 박사과정
관심분야: 사물인터넷, Web of Object



최 준 균

1982년 서울대학교 공학사
1985년 한국과학기술원 공학석사
1988년 한국과학기술원 공학박사
1986년~1997년 한국전자통신연구원 책임연구원
1998년~2009년 한국정보통신대학교 공학부 교수
2009년~현재 한국과학기술원 전기및전자공학과 정교수
2011년~현재 한국과학기술원 KI IT융합연구소 소장
관심분야: Web, N스크린, UI/UX, 에너지