

# Implementation of Low Cost Interactive WhiteBoard System for Improving Teaching-Learning Environment

Kyung Yeul Kim<sup>†</sup> · Ji Su Park<sup>††</sup>

## ABSTRACT

With the recent development of IT technology, various digital media to which new information technology is applied are being developed. In classroom lessons, the learning environment centered on lectures has changed to a learning environment in which learners participate. In particular, Interactive WhiteBoard (IWB) are used as an effective digital medium for teacher-learners to collaborate for interaction. However, existing IWB are expensive to purchase and maintain, and provide various and complicated functions to operate the IWB, which imposes a heavy burden on users. In this paper, we develop a low-cost IWB that supports collaborative learning to facilitate interaction in the space where projectors are installed to improve the teaching-learning environment. In addition, it is implemented so that learning activities using the IWB are interlocked and stored in the learning management system.

Keywords : Interactive WhiteBoard, Teaching-Learning, IT Technology, Interaction, Digital Media

## 교수-학습 환경 개선을 위한 저비용 전자칠판 시스템 구현

김 경 열<sup>†</sup> · 박 지 수<sup>††</sup>

## 요 약

최근 IT 기술의 발달로 새로운 정보 기술이 적용된 디지털 매체들이 다양하게 개발되고 있다. 교실 수업은 강의 위주의 학습 환경이 학습자가 참여하는 학습 환경으로 변화하고 있다. 특히 전자칠판은 교수자-학습자가 상호작용을 위한 협동 학습을 하는데 효과적인 디지털 매체로 사용된다. 그러나 기존 전자칠판은 구매 및 유지보수에 많은 비용이 필요하고, 작동시키는 데 있어 다양하고 복잡한 기능을 제공함으로써 사용자의 부담이 가중된다. 본 논문에서는 개발도상국이나 최빈국을 대상으로 교수-학습 환경 개선을 위해 프로젝트가 설치된 공간에서 상호작용을 촉진하기 위한 협동 학습을 지원하는 저비용 전자칠판을 개발하고, 학습활동이 학습 관리 시스템에 연동되도록 시스템을 구현한다.

키워드 : 전자칠판, 교수-학습, IT 기술, 상호 심사, 디지털 매체

## 1. 서 론

최근 SW교육은 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 창의적인 인재를 키워낼 수 있는 교육 활동이 필요하고, 교실 수업은 강의 중심인 수동적 교육방식에서 벗어나 문제해결능력을 함양할 수 있는 교육방식으로 학습 패러다임이 변화하고 있다[1]. 이러한 학습 패러다임은 디지털 교과서, 증강현실(Augmented Virtual Reality), 가상현실(Virtual Reality) 및 전자칠판(Interaction WhiteBoard: IWB) 등의 디지털 매체를 활용한 학습자 중심의 교수-학습 환경으로 변화하고 있다.

전자칠판은 전자기 기술을 이용한 교수매체로 인터넷, 사

진, 동영상 등 화면을 구성하여 다양한 멀티미디어 자료를 추가 구성하며 학습에 활용한다. 전자칠판은 교수자와 학습자가 만들어낸 콘텐츠로 상호작용을 강조할 수 있어 다수의 학습자를 대상으로 하는 수업에서 효과적이다[2,3]. 이러한 디지털 매체에서 사용되는 학습 콘텐츠들은 다양한 형태로 제작되고 있으며, 디지털 매체를 활용하는 교수-학습 방식은 학습자의 흥미 유발과 학습 이해도의 효과가 높다[4,5]. 교실 수업에서 디지털 매체의 활용성은 교수자-학습자의 상호작용에 직접적인 영향력을 가진다. 따라서 디지털 매체를 활용성을 높이고, 상호작용을 촉진하기 위한 학습 방법이 필요하며, SW교육을 위한 교실을 신규로 설치할 때 전자칠판을 설치할 길 희망한다[6]. 그러나 기존 전자칠판은 구매 및 유지보수에 많은 비용이 필요하고, 작동 시키는데 있어 다양하고 복잡한 기능을 제공함으로써 사용자의 부담이 가중된다[7].

본 논문에서는 개발도상국이나 최빈국을 대상으로 사용하

<sup>†</sup> 비 회 원 : 대구가톨릭대학교 SW중심대학 강의전담교수

<sup>††</sup> 정 회 원 : 전주대학교 컴퓨터공학과 교수

Manuscript Received : June 16, 2020

Accepted : July 18, 2020

\* Corresponding Author : Ji Su Park(jisupark@jj.ac.kr)

기 단순하고 유지비용이 저렴하며, 교수-학습 환경 개선을 위한 저비용 전자칠판 시스템을 구현한다. 특히 저비용 전자칠판은 강의용 프로젝터가 설치된 장소 어디에서 누구나 쉽게 센서를 설치하여 사용할 수 있다. 또한 저비용 전자칠판 시스템에서는 학습에서 교수자-학습자의 상호작용 로그와 협동 학습 결과물인 콘텐츠를 학습 관리 시스템(Learning Management System: LMS)에 저장한다. 저장된 데이터는 학습자들의 학습 수준과 학습 준비 상황, 학생들의 수업에 대한 데이터를 즉각적으로 저장하게 되고 이후 데이터 분석을 통하여 학습자들의 흥미와 부족한 부분을 보충할 수 있는 학습 데이터로 활용한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 상호작용과 전자칠판의 효과

상호작용은 둘 이상의 대상이 서로 영향을 주고받는 일종의 행동이다[8]. 이는 교수자-학습자, 학습자-학습자 사이에 일어나는 것으로 정의한다. 상호작용의 본질적 특징은 언어적/비언어적, 의식적/무의식적, 지속적/우연적 관계들의 무한한 다양성 속에서 행동과 반응의 상호보완성이다[7]. 근접발달영역(Zone of Proximal Development: ZPD) 이론에서 인지적인 상위 영역의 문제를 해결하기 위해서는 동료나 교사의 도움이 필요하다. 이는 사회적인 상호작용을 통해서 획득할 수 있고, 화자와 청자, 환경 사이의 관계를 확립하는 것이고, 상호작용을 통해서 학생들은 더 잘 이해하고 기억할 수 있다[9].

전자칠판의 사용 목적은 학습자가 학습에 몰입하고, 상호작용의 협력학습을 향상 시키는 학습 도구로 사용된다. 전자칠판은 터치 방식을 이용해 프레젠테이션 할 수 있는 기자재이다. 전통적인 강의 학습을 대상으로 하는 수업에서 멀티미디어를 효과적으로 사용한다[10,11]. 전통적인 수업에서 불가능했던 각종 멀티미디어를 효과적으로 사용하면서 수업에서 동기부여 및 교실에서 상호작용과 협동 학습을 강화한다. 컴퓨터의 활용 측면에서는 교수 학습에서 컴퓨터 사용에 대한 태도에 긍정적인 영향을 가진다[12]. 또한 학습에서 전자칠판을 활용하면 학습 내용을 관리할 수 있어 이전 단원 학습에 대한 접근이 간단하다. 교수자와 학습자는 전자칠판을 효과적으로 사용함으로써 학습에서 독립성이 나타나며, 부드럽고 빠르게 단원 학습을 연결하고 접근하며 공유하거나 개별 학습에 도움을 준다[13]. 이는 학생들의 참여와 활용으로 학습과정을 촉진시키는 수단이 되며, 전자칠판의 반응성은 학생들에게 흥미를 유발시키고, 시각적 학습 내용은 사회 언어적 학습과 더불어 학습에 대한 견해가 나타난다[11]. 시청각 매체의 중요성으로 동기유발과 파지(retention), 사고력 배양, 문제해결력 신장, 효율적인 교육, 이해 증진, 다인의 집합 수업, 의사소통 능력의 배양과 기능의 통합적 지도에서 시청각 매체는 상당히 중요하다. 학습자는 저비용 전자칠판을 사용함으로써 스크린에 제시된 문자, 그림, 도표, 동영상 자료와 음성 자료를 통하여 학습 목표, 학습 내용을 접하고, 학습자 자신의 지식체계를 형성한다[12].

### 2.2 저비용 전자칠판을 활용한 상호작용의 역할

저비용 전자칠판을 이용한 교실 수업환경에서 교수자와 학습자가 함께 수업의 내용을 구성하면 교수자가 상호작용적인 접근을 할 수 있다. 이는 교수자가 학습자의 학습 과정에 좀 더 집중할 수 있으며 교수자와 학습자의 원활한 의사소통이 가능하다[14]. 컴퓨터에 연결된 프로젝터 투사 화면에서 사용자가 화면에서 전자펜을 사용하여 학습에서 학습의 상호작용을 일으킨다. 상호작용을 매개하여 학습성취도도 직접적인 영향이 있으며, 학습성취도에 직접적인 영향을 가진다[15]. 디지털 매체의 활용성이 상호작용 및 지각된 유용성에 직접적인 영향력을 가지고 있으며, 상호작용적 콘텐츠를 활용할 수 있다. 이러한 자신감이 활발한 상호작용을 일으키며 자신의 학습 경험이 유용하도록 느끼게 한다는 매체 활용의 긍정적 필요성이 제기되었다[16].

개발도상국이나 최빈국을 대상으로 저비용 전자칠판을 사용한 학습자는 자신이 만들어낸 콘텐츠를 사용함으로써 보다 익숙한 상호작용 학습을 한다. 그리고 학습에 하나의 수단이 되어 학습자들이 발표하거나 토론하는 하나의 학습 수단으로 사용한다. 이에 전자칠판은 학습자-콘텐츠 간에 학습과정에서 전달되는 학습내용과 학습자간에 이루어지는 상호작용의 역할을 한다.

### 2.3 교수-학습 환경변화에 사용되는 저비용 전자칠판의 학습방법 매개효과

교수-학습 환경에 새로운 변화를 주기 위한 저비용 전자칠판은 기존 칠판 위에 콘텐츠를 영사하고 전자펜을 이용하여 터치 스크린처럼 사용하여, 판서, 밑줄 긋기, 강조 등을 표현할 수 있다. 뿐만 아니라, 전자칠판 사용으로 멀티스크린과 같은 표현뿐만 아니라 학습자의 수업에 상호작용을 위한 학습 방법을 수행하기에 효과적인 매체이다. 이는 전통적인 분필 강의에서 불가능 했던 각종 멀티미디어를 효과적으로 통합하여 수업에서의 동기 부여 및 교실에서의 상호작용과 협동학습을 강화한다[17]. 저비용 전자칠판의 기능을 활용한 입력의 제공은 학생의 동기부여와 보고, 듣고, 만지는 감각적 학습, 색깔과 움직임으로 제시되는 정보를 통해 학생들에게 동기를 부여한다. 또한 집중력과 참여를 강화 하며 교사와 매체, 학습자 간의 상호작용을 증가시켜 학습을 돕는다[18]. 또한 저비용 전자칠판을 사용하여 학생들에게 흥미를 일으키며 다양한 멀티미디어 자료를 이용하여 학습자가 직접 사용하면 흥미와 관심을 유발시킨다.

교수자는 학습자의 저비용 전자칠판에서 콘텐츠의 이용과 학습의 상호작용을 보면서 학습자들의 수준 진단이 가능하고, 학습자가 필요한 지도를 알 수 있으며, 학습 진단과 개별 평가가 동시에 가능하다. 이는 교수자의 학습자 관리에 도움이 된다. 학습자의 진단을 통해서 학습자의 능력에 따라 교수가 보충지도를 제공할 때 전자칠판을 사용하는 경우 학습자의 인지적 영역에 긍정적인 효과를 준다. 전자칠판 활용은 학습자의 동기유발, 학습자 중심의 학습, 다양한 멀티미디어 자료의 이용, 풍부한 자료 활용, 기억과 파지의 도움 등에

서 효용성이 있다. 이는 전자칠판을 이용한 상호작용의 증대로 수업의 효과가 극대화 된다.

### 3. 저비용 전자칠판 시스템

#### 3.1 저비용 전자칠판 시스템 구성

저비용 전자칠판 시스템은 크게 하드웨어와 소프트웨어 두 부분으로 구성 한다. 하드웨어에서 필요한 장치는 동작모션 리모트 컨트롤러와 블루투스 동글 그리고 IR LED(InfraRed Light Emitting Diode)가 필수적이다. 그 외에도 동작모션 리모트 컨트롤러를 고정시킬 삼각대, 전자칠판으로 사용할 칠판(화이트보드), 노트북 및 컴퓨터 그리고 빔프로젝터 등이 필요하다.

#### 3.2 저비용 전자칠판 시스템 동작

저비용 전자칠판에 메시지를 쓰게되면 동작모션 리모트 컨트롤러에 내장된 적외선 센서를 이용하여 프로젝터가 나타나는 2차원 평면에서 IR LED가 움직이는 X, Y 좌표를 계산한다. 위치 계산 값을 블루투스 통신을 사용하여 컴퓨터에 움직인 좌표 데이터를 전송한다. 프로젝터 화면의 크기는 100인치 대형화면에서도 민감하게 작동한다.

저비용 전자칠판 동작 방법은 우선 화면의 메시지를 확인 한다. 화면에서 동작모션 리모트 컨트롤러와 블루투스 연결 기기 등록 작업을 마우스로 클릭하여 오픈한다. 동작모션 리모컨의 1, 2 버튼을 눌러서 리모컨의 하단부에 파란 불이 들어오는 지를 확인한다. 오픈된 블루투스 등록 작업자에서 동작모션 리모트 컨트롤러의 고유번호 보이면 화면에서 설치 지시를 순번대로 차례로 수행한다. 동작모션 리모컨 과 블루투스 연결의 연동이 자연스럽게 연결 가능하면 좋으나 PC 혹은 노트북 OS버전이 낮은 윈도우 XP (32-bit)에서는 블루투스와 연동할 수 없으므로 따로 블루투스 연동기인 동글을 사용한다. 블루투스 연동기기는 노트북 또는 PC에 연결하여 동작모션 리모컨과 상호작용할 수 있는 기능을 하지만 블루투스의 특성으로 인한 연결에 주의한다. 블루투스를 연결시 사용하는 다양한 프로그램이 있지만 그중에서 페어링 또는 핀번호를 묻지 않는 프로그램으로 본 연구에서는 BlueSoleil 6.2 프리버전을 사용하였다.

동작모션 리모컨과 PC 또는 노트북의 블루투스가 설치된 후 동작모션 리모트 컨트롤러가 프로젝터 화면에서 IR LED 펜 사용자의 움직임과 동작모션 리모컨이 간섭을 최소화 하는 위치인 프로젝터와 동작모션 리모트 컨트롤러와의 각도 20~40도로 위치하여 삼각대 위에 고정시켰다. 동작모션 리모트 컨트롤러와 PC 또는 노트북 블루투스가 연결 되면 교수자, 학습자가 사용할 IR LED펜을 준비한다. 무료로 제공되고 있는 사용자 인터페이스 프로그램을 오픈한다. 프로젝터 화면 끝 모서리에 네 개의 IR LED 동작 초점이 화면에 나타난다. 동작모션 리모컨에서 인식하는 동작 초점을 화면에 나타나는

네 개의 초점에 IR LED로 위치 초기화 시킨다. 이는 프로젝터 임의의 평면 투영 디스플레이를 컴퓨터 화면의 좌표 값으로 변환하여 IR LED가 움직이는 대로 프로젝터 화면에 text나 이미지를 그리는 펜으로 사용할 수 있다. 이제 프로젝터 화면은 이제 저비용 인터랙티브 전자칠판으로 교수자, 학습자들은 각자의 IR LED펜을 활용하여 상호작용 학습방법에 활용한다. 저비용 전자칠판 시스템 동작흐름을 Fig. 1로 나타내었다.

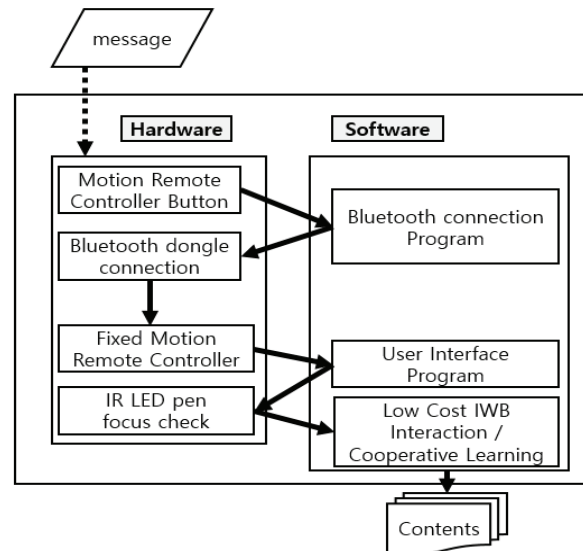


Fig. 1. Flow Chart of Low Cost IWB System

### 4. 저비용 전자칠판 시스템 구현

#### 4.1 저비용 전자칠판 하드웨어

동작모션 리모트 컨트롤러는 블루투스 기술과 적외선 동작모션 기술을 내장하고 있어 전 세계 사용자들에 의해서 다양한 응용에 활용되고 있다[19]. 모든 관련 라이브러리 파일 및 소스를 인터넷에 공개하고 있어 프로그래밍이 가능한 여러 사례를 만들어 낼 수 있다[20]. 저비용 전자칠판 하드웨어 구성을 Fig. 2로 나타내었다.

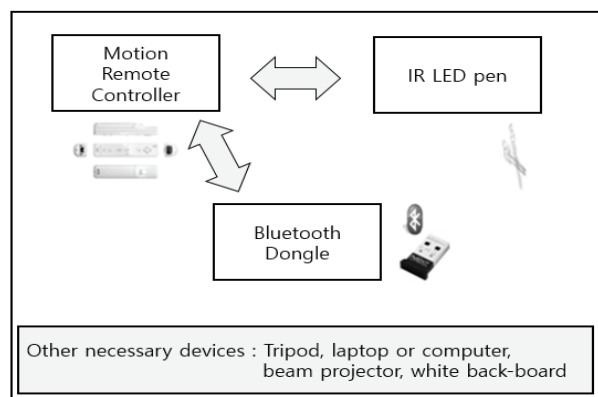


Fig. 2. Low cost IWB Hardware Configuration Diagram

저비용 전자칠판 하드웨어 동작모션 리모트 컨트롤러의 주요기능은 사용자 상호작용 제스처 인식 및 가속도계와 광학 센서 기술을 사용하여 포인팅을 통해 화면의 항목을 조작하도록 움직임을 감지한다. 또한 적외선 센서를 내장하고 있어서 프로젝터의 화면에서 2차원 좌표를 프로그램과 IR LED의 움직임을 읽어 좌표를 계산할 수 있는 기능을 갖고 있다. 블루투스 동글은 동작모션 리모트 컨트롤러와 컴퓨터 혹은 노트북을 연결하기 위해 사용하며, 블루투스 기능이 탑재되어 있는 노트북이라면 블루투스 동글은 사용할 필요가 없다. IR LED의 파장은 가시광선보다 파장이 길어서 사람의 눈으로 볼 수 없으므로, IR LED의 가동 불빛은 카메라기기 또는 디지털 감응기기로 확인해야 한다. IR LED의 종류가 다양하지만 정격 전압 1.5V 이하, 파장은 960nm에서 작동하는 수신부 IR LED를 사용하면 무리가 없다. 이를 벗어나면 저항을 사용해야 하며, 동작센서의 감응이 느리거나 오류가 날 가능성이 높다.

4.2 저비용 전자칠판 소프트웨어

소프트웨어로는 블루투스 연결 프로그램과 사용자 인터페이스 프로그램이 필요하다. 블루투스 연결 프로그램은 동작모션 리모트 컨트롤러와 페어링 또는 핀번호를 무시할 수 있는 프로그램을 사용하면 된다. 저비용 전자칠판 소프트웨어 블록을 Fig. 3으로 나타내었다.

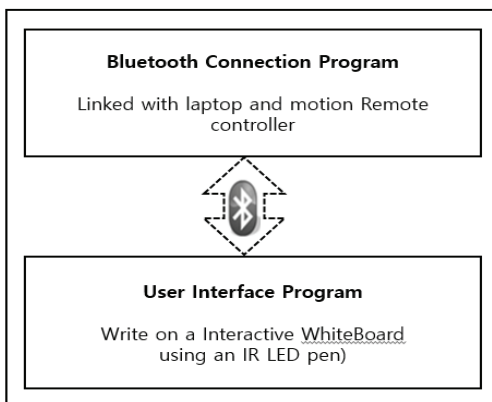


Fig. 3. Low Cost IWB Software Block Diagram

공개 프로그램인 사용자 인터페이스 프로그램은 빔프로젝터 화면에서 IR LED 펜의 움직임을 감지하고 좌표값을 측정 한 다음 IR LED의 움직임을 화면에 나타내 준다.

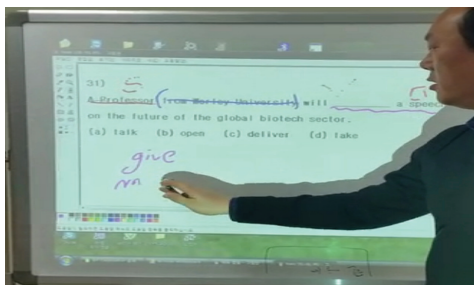


Fig. 4. Low Cost IWB Demonstration Photo

IR LED 펜의 움직임에 따라 빔프로젝트 화면에 판서, 밑줄, 강조, 저장 등을 사용함으로써 교육적 상호작용을 촉진하여 협동학습을 극대화 할 수 있다. Fig. 4는 저비용 전자칠판을 활용하는 사진이다.

4.3 저비용 전자칠판 시스템 연동

저비용 전자칠판 시스템은 저비용 전자칠판과 Moodle (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment) LMS를 활용하여 저장된 학습이력을 사용하여 상호작용할 수 있는 협동학습을 제공한다. Moodle은 오픈소스 LMS로 전세계적으로 넓게 사용되고 있다. 오픈소스 이기 때문에 LMS 도입 비용이 거의 들지 않으며 필요한 기능을 추가해서 콘텐츠 활용을 개선하고 활용할 수 있다[21]. 포럼 게시판의 글을 자동으로 이메일과 연계되고, 학습 활동에 점수를 줄 수 있으며, 퀴즈 출제, 동영상 링크, 위키 등 다양한 학습활동을 설정하는 다양한 기능과 저장된 학습이력을 활용 한다. 또한 Moodle은 다양한 장점을 갖고 있는 오픈소스 LMS로서 여러 가지 기능과 학습 설정을 통하여 교수자, 학습자 들이 만들어 낸 콘텐츠들을 재사용한다[22]. Moodle은 여러 형태의 학습 자원과 다양한 학습활동을 누구나 쉽게 활용하여 학습자들로 하여금 학습활동에 직접 참여하게 하여 상호작용 학습활동을 한다. Moodle LMS 시스템을 활용한 저비용 전자칠판 구성을 Fig. 5로 나타내었다.

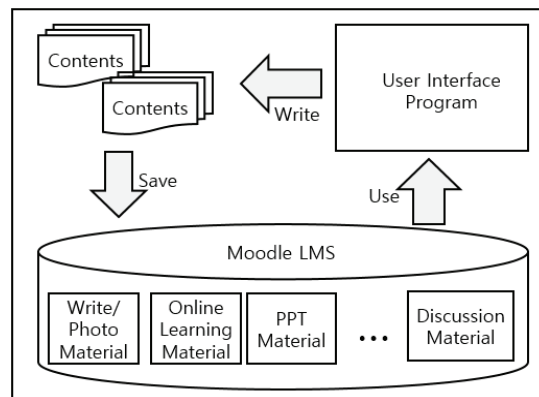


Fig. 5. Moodle LMS System Configuration Diagram

강의실에서는 저비용 전자칠판을 사용하여 교수-학습 활동을 수행한다. 상호작용에 따라 발생하는 콘텐츠인 텍스트 파일, 그림파일, 로그파일 등은 Moodle LMS에 누적되어 학습이력으로 저장된다. 학습이력 파일에 저장되는 콘텐츠와 데이터는 학습자 정보, 문제등급, 종류, 사용시간, 횟수 등 학습활동에 사용된 학습정보를 포함한다. 또한 수업시 교수 학습 활동이나 결과물을 직접 녹화하여 1-2분 내외의 미니콘텐츠를 Moodle LMS에 저장한다. 외부에서 동영상으로 녹화되거나 촬영된 영상 중에서 편집 등이 필요하면 무료 및 오픈소스 프로그램으로 콘텐츠의 파일형식과 크기 등을 정하여 편집 및 저장한다. 교수자 또는 학습자가 상호작용 학습에서 발생한 데이터 정보는 후에 학습자 분석에 사용할 수 있다.

## 5. 결 론

개발도상국이나 최빈국을 대상으로 테크놀로지를 활용한 교육에서 교수자, 학습자 모두에게 교수-학습 환경에 능동적 변화와 더불어 교육에 효과적인 개선을 나타냈다[23]. 개발도상국이나 최빈국을 대상으로 테크놀로지 변화의 방법에 있어서 고비용의 전자칠판 기능을 대체하여 저비용의 센서와 무료 및 오픈소스 프로그램을 사용하는 저비용 전자칠판을 활용하는 것이다. 본 연구에서는 유지 보수가 어렵지 않고, 사용방법이 보다 편리하며, 저렴한 비용으로 빔프로젝터가 있는 곳 어디에서나 누구나 활용하는 저비용 전자칠판을 구현하였다. 개발도상국이나 최빈국을 대상으로 교수자-학습자들이 저비용 전자칠판을 사용하여 협동학습의 학습결과물을 직접 또는 편집을 통하여 학습 관리 시스템에 저장하였다. 이는 상호작용이 적용된 협동학습에서 고비용의 전자칠판이 없어도 저비용 센서를 활용한 전자칠판에서 보다 편리하며 다음 학습과 연결되는 콘텐츠를 만들 수 있는 효과적인 학습 도구매체로 활용한다. 또한 학습자들의 적극적인 저비용 전자칠판의 활용은 기존 고가의 전자칠판을 사용하는 유지비용의 부담을 제거하여 학습의 상호작용에 적극적인 활용이 가능하다.

개발도상국이나 최빈국을 대상으로 저비용 전자칠판을 교수-학습의 디지털 매체로 활용하여 상호작용의 촉진을 위한 다양한 학습 모델을 사용하여 다음과 같은 변화를 기대한다. 첫째, 교실학습에서 디지털 기기를 활용하여 교수자, 학습자 사이에 상호작용 학습을 하는 것이 학습자의 학습몰입과 협력학습에 더욱 효율적이다. 이는 면대면 수업에서 교수자와 학습자, 또는 학습자와 학습자 사이에 토론하며 학습 할 수 있는 협력학습의 상호작용 기회를 제공할 수 있다. 둘째, 상호작용 학습방법에서 나타나는 저비용형 전자칠판의 학습 결과물을 짧은 동영상으로 녹화하거나 text 또는 이미지로 미니콘텐츠화 하며 LMS에 저장한다. 저장된 학습 결과물인 미니콘텐츠들은 Chapter별 복습과 또 다른 전자칠판을 사용하는 타 학습그룹과의 학습연동에 LMS를 활용한다. 서로 학습 결과물을 주고받으며 확장된 토론과 참여를 하는 상호작용 학습의 기능으로 활용할 수 있다. 또한 다른 학습자와 커뮤니케이션을 통해 협력이 가능할 뿐만 아니라 누구나 쉽게 수정이 가능한 개방형 학습 콘텐츠가 가능하다. 셋째, 학습에서 디지털 기기의 고비용을 낮춤으로써 교수자, 학습자 모두 상호 연동되는 협력 학습은 프로젝터가 설치된 장소 어디에서나 쉽게 이동이 가능하며, 유지보수가 저렴하게 학습에 활용할 수 있는 이러닝의 상호작용의 학습기회를 넓힐 수 있다.

향후 연구로는 저비용 전자칠판 시스템에서 상호작용을 통한 협동학습에서 발생하는 학습결과물의 데이터를 LMS에 저장하고 저장된 데이터의 세부적인 학습결과의 분석을 통한 교수-학습 환경을 개선하고 오픈소스를 활용한 LMS를 개발할 필요가 있다.

## References

- [1] Korean Institute of Education and KERIS., "2017 SW Education Leading Teacher Training Materials(Elementary school)," TM 2017-38, 2017
- [2] D. Passey, C. Rogers, J. Machell, G. McHugh and D. Allaway, "The motivational effect of ICT on pupils. Department of Educational Research," from the World Wide Web: <http://tinyurl.com/m7kcocd>, 2004.
- [3] Kim MinKyung, Jeong Sun Lee, and Ku Joing Yoo, "An analysis of social skills and verbal interaction in large-group discussion activities using smart devices -focusing young children safety education using electronic board-," *The Korea Open Association for Early Childhood Education*, Vol.21, No.2, pp.263-289, 2016.
- [4] Don Han Kim, "Development of Learning System based on Electronic White Board and Smart Phone," *The Korean Society of Science & Art*, Vol.13, No.1, pp.51-63, 2013.
- [5] Eunsil Hong, "Adopting SMART Learning for Korean as Foreign and Second Language," *Korean Language Education Research*, Vol.44, pp.585-612, 2012.
- [6] Sung Hun Ahn, "Analysis of Overseas Cases and Field Requirements for SW Education Classrooms," *The Korean Society for Creative Information Culture*, Vol.5, No.3, pp.355-364, 2019.
- [7] EungSeo Park, "Developing an Electronic Board for Supporting a Mathematics Classroom Environment in an Extremely Low-Cost," *KU Center for Curriculum and Instruction Studies*, Vol.4, No.1, pp.175-197, 2011.
- [8] Sungyong Lee, Hyeongmin Kim, "Interactivity Analysis of Korean Learning Websites," *The Studies of Korean Language and Literature*, Vol.65, pp.371-403, 2019.
- [9] G. Wells and A. Bridges, "Learning through interaction: volume 1: the study of language development (Vol. 1)," Cambridge University Press. 1987.
- [10] Jeongryeol Kim, "English Teaching and Learning Model Development Using Interactive White Boards," *Korean Journal of Teacher Education*, Vol.25, No.1, pp.109-141, 2009.
- [11] K. Wall, S. Higgins and H. Smith, "The visual helps me understand the complicated things: Pupil views of teaching and learning with interactive whiteboards." *British Journal of Educational Technology*, Vol.36, No.5, pp.851-867, 2005.
- [12] Kung-Teck, Wong, Kuan Nien Tan, and Chia Ying Lin, "Innovative improvised low-cost wiimote interactive whiteboard (lw-iwb) learning tool for teaching chinese as a second language (TCSL)," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, Vol. 9, No.1, pp.2233-2237, 2019.

[13] C. Gray, L. Hagger-Vaughan, R. Pilkington, S. A. Tomkins, "The pros and cons of interactive whiteboards in relation to the key stage 3 strategy and framework," *Language Learning Journal*, Vol.32, No.1, pp.38-44, 2005.

[14] Kim Jeongryol and Kim Kyeongchul, "A Study on the effects of English classes in elementary school using the interactive whiteboard," *Primary English Educator*, Vol.15, No.1, pp.113-146, 2009.

[15] Min Seok Kang and Lim Keol, "Structural Analyses on the Effects of Self-regulated Learning and Learning Motivation on Learner-instructor Interactions and Academic Performance in College Learning Environments with e-Learning Contents," *The Korea /Contents Association*, Vol.13, No.11, pp.1014-1023, 2013.

[16] Eun Hwan Lee and Jong Yeon Lee, "Analysis of Structural Relationships of Learner Characteristics, Interactions Flow, Perceived Usefulness and Learning Satisfaction in SMART Education Environments: Focused on Elementary School," *Korea Association of Educational Information & Media*, Vol.19, No.3, pp.573-603, 2013.

[17] Eunsang Ko, Rhee Yang Weon, and Chang Woo Lee, "Performance Improvement of User Interface for Interactive Whiteboard based on User Experience," *Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol.19, No.9, pp.451-455, 2013.

[18] Jeongryeol Kim and Kim Eunsook, "Development of teaching and learning model using interactive white board for language input enhancement," *Multimedia Assisted Language Learning*, Vol.13, No.1, pp.121-145, 2010.

[19] TED Johnny Lee. [http://johnnylee.net/projects/wii/\(2014.12.31.\)](http://johnnylee.net/projects/wii/(2014.12.31.))

[20] Sungsook Yoo, "Development and utilization of low-cost Wii-Mouse to improve the teaching-learning environment," KOREA University Master's Thesis, 2010.

[21] Sin-Wung Kim, Sung-Ho Kim, Jong-Reol Choi, Oh-Bong Kwon, and Yong-Sung Kim, "Design and Implementation of Program for Expanded Module of Open-Source Moodle LMS," *Journal of The Korean Society for Computer Game*, Vol.25, No.3, pp.157-164. 2012.

[22] JongKi Lee, "A Case Study on the Use of Moodle Learning Management System in 4th Industry and Future Design Liberal Arts Classes: Focusing on Individual Differences in Participation of Learning Activities," *The Korean Research Association for the Business Education*, Vol.33, No.4, pp.25-42, 2019.

[23] Davaasuren, B., "Structural Relationship among School Support, TPACK, and Technology Use among Mongolian Teachers," 2020.



**김 경 열**

<https://orcid.org/0000-0002-3420-7611>

e-mail : [aooskrap6920@korea.ac.kr](mailto:aooskrap6920@korea.ac.kr)

2016년 한국방송통신대학교 이력학학과 (이학석사)

2018년 고려대학교 컴퓨터학과(박사수료)

2019년~현 재 대구가톨릭대학교

SW중심대학 강의전담교수

관심분야 : 데이터 마이닝, 정보교육, e-Learning



**박 지 수**

<https://orcid.org/0000-0001-9003-1131>

e-mail : [jisupark@jj.ac.kr](mailto:jisupark@jj.ac.kr)

2013년 고려대학교 컴퓨터교육과(박사)

2015년~2018년 충남대학교 초빙교수

2018년~2019년 경기대학교 교양학부

조교수

2019년~2020년 동국대학교 융합교육원 교수

2020년~현 재 전주대학교 컴퓨터공학과 교수

2020년~현 재 한국정보처리학회 이사 및 JIPS 간사

관심분야 : 분산 시스템, 모바일 클라우드 컴퓨팅, e-Learning,

SW교육, 빅데이터 분석, IoT