

태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간의 연동 기술 연구

최윤수¹ · 황민태^{2*}

A Study on the Interconnection Technology between Tablet Device and Interactive White Board System

Yun-Su Choi¹ · Min-Tae Hwang^{2*}

¹Department of Eco-friendly Offshore Plant FEED Engineering, Changwon National University, Changwon 641-774, Korea

^{2*}Department of Information & Communication Engineering, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

요 약

본 논문에서는 스마트 교육 관련 기술 개발의 일환으로 태블릿 기기와 전자칠판 시스템간의 연동 기술에 대해 연구하였다. 이를 위해 우선적으로 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 상에서 강의 자료 관리, 페이지 전환 및 기본적인 판서가 가능한 판서 소프트웨어를 구현하였다. 그리고 이들 판서 소프트웨어들 간에 제어 정보 및 판서 정보를 주고받기 위한 데이터 포맷을 정의한 다음 소켓 프로그래밍을 통해 두 디바이스 간에 실시간 양방향으로 연동하는 기능을 구현하였다. 그 결과로 태블릿 기기 상에서의 페이지 전환 이벤트나 판서 정보는 전자칠판 시스템에 실시간으로 전달되어 대형 스크린에 디스플레이 되고, 반대로 전자칠판에서의 이벤트나 판서 정보는 태블릿 기기에 실시간 표출이 된다. 태블릿 기기와 전자칠판 시스템간의 양방향 연동 기능의 성능을 응답 오류율, 지연시간 및 통신 커버리지 측면에서 자체 평가를 실시하고, 필드테스트를 통해 실제 교육 환경에 적용 가능한 우수한 성능임을 입증하였다.

ABSTRACT

In this paper we have studied about the interconnection technology between tablet device and interactive white board(IWB) system. For this study we have implemented the board writing software for both tablet device and interactive white board system which has contents management, page turning and basic writing functions. Then we defined the data format to communicate the control information and board writing information between two devices, and implemented the communication module for the real-time bidirectional communication by using the Socket programming. The page turning or writing information on tablet device were transferred to the IWB system in real-time and vice versa. From the result of performance test based on the error rate, latency time and communication coverage we derived that our implementation software has good performance between tablet device and IWB system. Also from the result of field test we proved that our solution is well suitable to use in real education environment.

키워드 : 스마트 교육, 전자칠판 시스템, 태블릿 기기, 판서 소프트웨어

Key word : SMART Education, Interactive White Board(IWB) System, Tablet Device, Board Writing Software

Received 03 June 2015, Revised 22 June 2015, Accepted 06 July 2015

* Corresponding Author Min-Tae Hwang(E-mail:professorhwang@gmail.com, Tel:+82-55-213-3832)

Department of Information & Communication Engineering, Changwon National University, Changwon 641-774, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkice.2015.19.7.1719>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

2011년 6월 교육과학기술부는 2015년까지 약 9천억 원 규모의 예산을 지원해 스마트 기기와 디지털 콘텐츠 그리고 무선 인터넷 등을 학교 교육에 효과적으로 활용하도록 해 기존의 교육 체제를 혁신하도록 하는 스마트(SMART: Self-directed, Motivated, Adaptive, Resource Enriched, Technology Embedded) 교육 추진 전략을 발표하였다[1]. 이처럼 스마트 교육이 정부 차원에서 확대 실시됨에 따라 태블릿 PC와 같은 스마트 기기, 전자칠판 시스템 그리고 디지털 콘텐츠 산업 등이 크게 성장할 것으로 예상되고 있다[2].

기 구축되어 사용되고 있는 학교의 첨단 강의실을 살펴보면 대부분 그림 1과 같이 PC와 터치 모니터를 탑재한 전자교탁, 전자칠판 그리고 빔 프로젝터를 위주로 하여 판서 소프트웨어를 통해 운용하는 형태이다. 이러한 환경에서는 PC 모니터 스크린에 나타난 강의 자료에다 판서를 하면 PC와 연결되어 있는 빔 프로젝터를 통해 모니터 영상이 전달되어 전자칠판에 투영이 된다. 그리고 터치센서 기능을 가진 전자칠판에 직접 판서를 하는 경우에도 이와 USB 인터페이스로 연결된 PC로 판서 좌표 정보가 전달되어 PC의 모니터에 나타남과 동시에 이는 다시 빔 프로젝터를 통해 전자칠판 스크린을 비추게 되어 결과적으로 전자칠판에서의 판서 내용이 고스란히 전자칠판에 표출되는 방식이다[3]. 이러한 전자교탁과 전자칠판을 이용하는 방식은 판서 위주의 교육에 있어서는 강사가 전자교탁이나 전자칠판에서 벗어나 강의를 진행하기에 불편함이 따른다.

최근 모바일 단말기 기술과 첨단 디지털 기술의 발전으로 등장한 태블릿 기기를 교육 분야에 활용하고자 하는 노력이 진행되고 있다. 강사가 태블릿 기기를 이용해 판서를 하고 이를 학생 태블릿이나 전자칠판 시스템으로 전달하게 되는 경우 강사의 강의실 내 이동이 자유로울 뿐만 아니라 전자칠판에 직접 판서하는 경우에 야기되는 화면 가림 문제를 최소화할 수 있어 교육 효과를 극대화할 수가 있다[4].

본 논문에서는 스마트 교육 환경을 구축하기 위한 일환으로 강사의 태블릿 기기와 기존의 전자칠판(IWB: Interactive White Board) 시스템 간의 연동 기술에 대해 연구하고자 한다. 이를 위해 기존의 전자칠판 시스템에서 이용 가능한 판서 소프트웨어와 태블릿 기기용 판서 소프트웨어를 직접 설계 구현한 다음 이들 소프트웨어 간에 판서 좌표 정보 및 제어 데이터를 실시간 양방향으로 교환 가능한 통신 모듈을 추가해 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간에 연동 기능을 제공하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 국내의 스마트 교육과 관련된 솔루션과 판서 소프트웨어 기술 개발 동향에 대해 살펴보았으며, III장에서는 직접 구현한 전자칠판용 및 태블릿 기기용 판서 소프트웨어에 대해 소개하며, 그리고 IV장에서는 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간 연동 기능의 구현 결과를 소개하며, V장에서는 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간 연동 기능의 성능 평가 결과를 제시하며, 마지막으로 VI 장에서 결론을 기술하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 국내의 스마트 교육과 관련된 솔루션과 판서 소프트웨어 기술 개발 동향에 대해 살펴보았으며, III장에서는 직접 구현한 전자칠판용 및 태블릿 기기용 판서 소프트웨어에 대해 소개하며, 그리고 IV장에서는 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간 연동 기능의 구현 결과를 소개하며, V장에서는 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간 연동 기능의 성능 평가 결과를 제시하며, 마지막으로 VI 장에서 결론을 기술하였다.

II. 스마트 교육 솔루션과 판서 소프트웨어 개발 동향

표 1은 스마트 교육과 관련해 국내 업체에서 개발 중인 교육 솔루션 제품과 특징을 보여주고 있다. 주로 전자칠판을 중심으로 태블릿 기기 간의 실시간 양방향 교육을 지원하거나 스마트 기기 간에 웹 기반 혹은 클라우드 서비스를 이용해 교육 콘텐츠를 공유하는 방식을 지원하고 있다. 이들 제품들은 교육 박람회 전시 등을 통해 홍보 활동을 적극적으로 추진하고 있으며, 일부 제품들은 시범학교를 선정해 설치 운영하는 등 스마트 교육 시장 선점을 위한 경쟁이 갈수록 치열해지고 있다. 이들 업체에서 개발한 솔루션들은 대부분 시장 경쟁에서 우위를 점하기 위해 사용자 중심보다는 독자적인 기능 개발에 초점을 맞추고 있어 복잡성이 높아지고 있으며, 더불어 이러한 기능 활용을 위해서는 새로운 전자칠판 시스템 도입을 요구하는 추세이다.

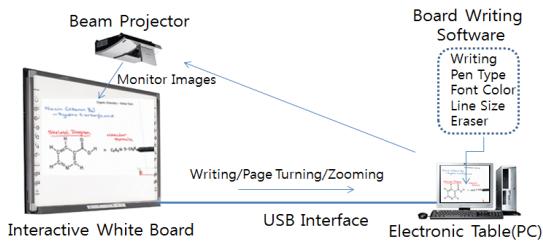


그림 1. 기존의 첨단 강의 환경
Fig. 1 The Existing Advanced Lecture Environment

표 1. 국내 스마트 교육 솔루션

Table. 1 Domestic Smart Education Solutions

Company/Product	Specifications
i-KAIST/SchoolBox [5]	Bi-directional solution supporting interactive class among teacher pad and student pads
Includ/iClass[6]	Web-based and Bi-directional smart education solution using both smart device and IWB
U-Hwan I-Tech/UIT Cloud Class[7]	Cloud-based educational contents sharing service among smart devices using Internet and cloud server
SK Telecom/T Smart Learning[8]	Bi-directional private education service platform using tablet PC and contents of educational partner company
Samsung Electronics/Samsung School[9]	Education solution which has both multi-way screen sharing function for discussing among teacher and students and synchronized screen function among teacher's tablet and students' tablet
LG CNS/Smart School[10]	Bi-directional education system using wide IWB and tap book to communicate informations

표 2는 국외 관련 제품 개발 현황을 보여주고 있는데 주로 웹-기반의 LMS(Learning Management System)가 대학 및 기관에서 많이 사용되고 있는 추세이다. 현재 Blackboard사의 LMS인 Blackboard Learn이 전 세계적으로 가장 많이 활용되고 있으며, 최근 모바일 기기를 이용해 강의가 가능하도록 이를 확장한 Blackboard Mobile Learn이라는 제품을 출시해 인기를 얻고 있다.

표 2. 국외 스마트 교육 솔루션

Table. 2 Foreign Smart Education Solutions

Company/Product	Specifications
Blackboard/Blackboard Mobile Learn[11]	Most popular LMS solution supporting lecture notes for mobile devices but highly priced
Moodle/Moodle[12]	Free solution based on open-source supporting mobile devices but not supported bi-directional education
Sakai/Sakai[13]	Same specifications with Moodle[12]
eBeam/eBeam System [14]	Real-time remote education using IWB(Interactive White Board), pen and various softwares
SMART Technology /K-12 Solution[15]	Education solution supporting both IWB and mobile devices

그 외에 오픈 소스 기반의 LMS인 Moodle이나 Sakai, 그리고 전자칠판을 활용한 여러 교육 솔루션들이 모바일 기기를 통한 원격 강의를 지원하고는 있으나 실시간 양방향 교육 기능은 제공하지 않고 있어 이 측면에서 볼 때 국내 기업들의 기술 수준이 국외 기업들에 비해 앞서있는 상태라 볼 수 있다. 모든 전자칠판에는 판서 소프트웨어가 기본적으로 탑재되어 있다. 판서 소프트웨어는 강사로 하여금 펜 종류, 선 굵기, 선 색상, 지우개 기능을 선택해 강의 자료상에 기본적인 판서를 지원하는 기능을 제공한다. 표 3은 현재 국내에 출시되어 있는 대표적인 전자칠판용 판서 소프트웨어들의 특징 비교를 보여주고 있다.

표 3. 국내 판서 소프트웨어의 비교

Table. 3 Comparison of Domestic Board Writing S/W

Company/Product	Supporting Various Data Format	Gesture Recognition	Smart Device Connectivity
EJ Info System/Chalkbox [16]	None	None	None
Thinkboard/Thinkboard [17]	Yes	None	None
Esol Info & Com/e-Mouse SE [18]	Yes	Yes	None
JNG Korea Co./Smart Class [19]	Yes	None	Yes

전자칠판용 판서 소프트웨어는 보급형으로 개발되기 보다는 주로 전자칠판 개발 업체에서 자체 시스템에 탑재하기 위한 목적에서 개발되고 있기에 성능에 대한 상대적인 비교는 다소 어려운 편이다. 하지만 일반 사용자 관점에 비추어 볼 때 판서 소프트웨어는 교사뿐만 아니라 학생도 쉽게 사용할 수 있어야 하므로 사용자 접근성이 용이해야 할 것이며, PDF나 PPT와 같은 다양한 형식의 전자책 포맷을 지원해야 할 것이다. 그리고 원활한 강의 진행을 위해 전자칠판 상에서의 제스처(Gesture) 인식을 지원하거나 스마트 기기와의 연동 기능을 지원할 수 있어야 할 것이다.

지금까지 살펴 본 스마트 교육 솔루션 및 판서 소프트웨어에 대한 산업체의 개발 활동과 더불어 전자칠판 시스템 자체의 성능 향상을 위한 연구[20]나 스마트 기기와의 연동에 관한 연구[21-23] 등에 대한 학계의 연구 관심도 높은 편임을 알 수 있다.

III. 태블릿 기기와 전자칠판 시스템용 판서 소프트웨어의 설계 및 구현

본 논문에서는 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간의 연동 기능을 구현하기 위해 우선적으로 태블릿 기기와 기존의 전자칠판 시스템 상에서 동작하게 될 판서 소프트웨어를 설계 및 구현하였다.

3.1. 소프트웨어 설계 요구사항 및 개발 환경

본 논문에서 구현하고자 하는 판서 소프트웨어는 기존의 상업용 판서 소프트웨어와는 달리 필요 최소한의 기능을 적용함으로써 사용자의 접근성을 용이하게 하고, PPT/PDF/GIF/JPG 등 다양한 파일 포맷을 지원할 뿐만 아니라 페이지 전환이나 판서 도구 선택에 대해서는 사용자의 제스처 인식을 지원하도록 설계하였다.

태블릿 기기용 판서 소프트웨어는 표 4에서 보는 바와 같이 안드로이드 기반의 모바일 운영체제를 기반으로 하여 Java 프로그래밍을 통해 구현하였다. 마찬가지로 전자칠판 시스템의 PC에 탑재될 판서 소프트웨어 역시 동일한 Java 프로그래밍을 통해 구현함으로써 두 기기 간에 대부분의 소스 코드를 공유하고 사용자 인터페이스만 일부 수정해 쉽게 구현할 수가 있었다.

표 4. 소프트웨어 개발 환경

Table. 4 Environments for the Software Development

Category	Descriptions
O/S and Programming Language	Android, Java
PC Specifications	Intel Core i5-2320CPU 30MHz
IWB for Testing	MIT-LED 50 Inches
File Format(PPT/PDF) Library	Apache POI API & Apache PDFBox Library

전자칠판 시스템의 전자칠판 역할은 터치 스크린 기반의 50인치 대형 모니터를 이용하였으며, 다양한 파일 포맷을 지원하기 위한 라이브러리를 활용하였다.

태블릿 기기의 경우 작은 화면 상에서 모든 동작이 이루어지기 때문에 별도의 제스처 기능이 필요 없다. 따라서 본 논문에서는 전자칠판 시스템용 판서 소프트웨어에 대해서만 기본적인 제스처 인식 기능을 구현 적용하였다.

3.2. 태블릿 기기용 판서 소프트웨어 구현

그림 2는 본 논문에서 구현한 태블릿 기기용 판서 소프트웨어의 동작 모습이다.



그림 2. 태블릿 기기용 판서 소프트웨어

Fig. 2 Board Writing Software for the Tablet Device

구현한 태블릿 기기용 판서 소프트웨어의 주요 기능을 간단히 소개하면 다음과 같다.

- ① 강의자료 관리 기능
화면 상단에 위치한 아이콘은 서버 시스템에 저장되어 있는 강의 자료를 불러오거나 판서 내용을 저장하는 기능을 제공한다.
- ② 기본 판서 기능
기본적으로 제공하는 펜과 색깔을 이용해 강의 자료 상에 판서가 가능하며, 강의 자료가 없는 빈 화면에서도 기본적인 판서가 가능하다.
- ③ 팔레트 기능
메뉴에서 상단 두 번째에 있는 팔레트 아이콘을 클릭하면 팔레트 창이 나타나 펜의 굵기와 색상을 선택할 수가 있다.
- ④ 지우개 기능
판서한 내용의 일부를 지우는 기능을 제공한다. 한 번에 지워지는 크기를 슬라이드 바(Slide Bar)를 이용해 조절할 수 있으며, 전체 판서 내용을 한꺼번에 지우는 지우개 기능을 별도의 아이콘으로 구현하였다.
- ⑤ 페이지 넘김 기능
다수의 페이지로 구성된 강의 자료의 경우 앞뒤 페이지 전환 아이콘을 터치함으로써 페이지 전환이 가능하다. 페이지 전환 시에는 판서 내용이 자동으로 저장될 수 있도록 구현하였다. 그림 3은 태블릿 기기에서 페이지 넘김 기능이 동작하는 모습을 보여주고 있다.



그림 3. 페이지 넘김 기능 동작 예
Fig. 3 Example of Page Turning Function

3.3. 전자칠판 시스템용 판서 소프트웨어 구현

앞서 언급한 바와 같이 전자칠판 시스템용 판서 소프트웨어는 화면 해상도를 제외하고는 태블릿 기기와 개발 환경이 동일하므로 그림 4에서 보는 바와 같이 사용자 인터페이스만 수정해 기본 기능을 쉽게 구현할 수 있었다.

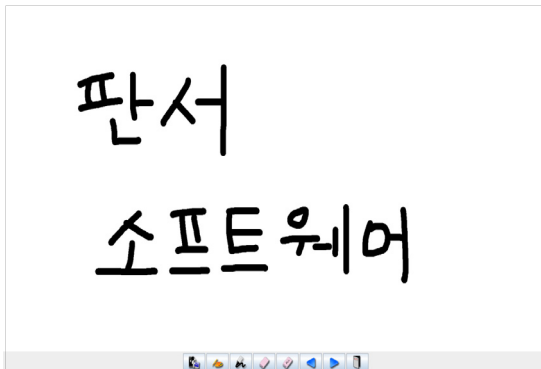


그림 4. 전자칠판 시스템용 판서 소프트웨어
Fig. 4 Writing Software for the IWB System

전자칠판 시스템용 판서 소프트웨어는 태블릿 기기와 마찬가지로 강의자료 관리, 기본 판서, 팔레트, 지우개, 페이지 전환 및 종료 기능을 기본적으로 제공한다. 전자칠판 시스템용 판서 소프트웨어는 태블릿 기기용 판서 소프트웨어와는 달리 대형 스크린 상에서 판서를 하게 되므로 제스처 기능이 있는 경우 불필요한 이동을 줄일 수 있어 편리하다.

사용자가 판서 도중에 전자칠판 화면을 약 1초 정도 터치한 상태에서 그림 5와 같은 제스처를 입력하면 페

이지 전환이나 지우개/펜 선택 기능이 동작하도록 구현하였다[24].

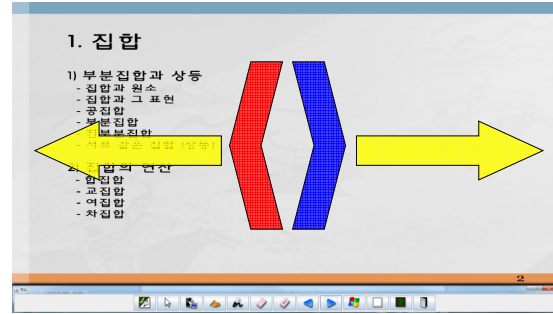


그림 5. 제스처 기능의 동작
Fig. 5 Operation of Gesture Function

부가적으로 윈도우 모드와 판서 모드의 변환 기능, 배경화면 선택 기능 등을 메뉴 상에서 선택할 수 있도록 하여 전자칠판 시스템용 판서 소프트웨어를 완성하였다.

IV. 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간 연동 기능 구현

4.1. 연동 모델

앞서 구현한 판서 소프트웨어를 각각 탑재한 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간에 연동 기능을 제공하기 위한 연동 모델은 그림 6에서 보는 바와 같다.

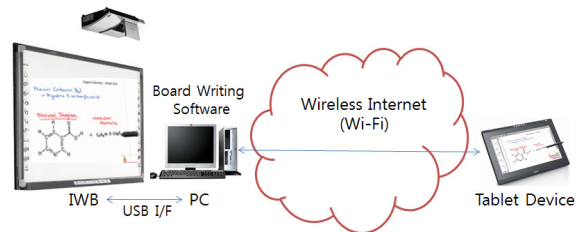


그림 6. 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간의 연동 모델
Fig. 6 Interconnection Model between Tablet Device and IWB System

태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간에는 기본적으로 무선 인터넷(Wi-Fi) 환경에서 연동 기능을 제공하며, 태블릿 기기 상의 판서 내용은 전자칠판 상에 동기화되어

표출된다. 반대로 전자칠판 스크린 상에서의 강의 및 판서 내용 그리고 제스처 인식 기능은 태블릿 기기에 동기화되어 나타나게 된다. 전자칠판 시스템을 구성하는 PC의 경우 판서 소프트웨어를 탑재해 판서를 지원함과 동시에 태블릿 기기와 이벤트 기반의 데이터를 양방향으로 교환하기 위한 소켓(Socket)을 관리하는 통신 서버 역할을 수행하도록 하였다.

4.2. 연동 데이터 포맷

태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간에 실시간 양방향 통신을 지원하기 위해 그림 7에서 보는 바와 같은 데이터 포맷을 설계하였다.

Transmitted Data Type	Socket No	X-axis Coordinates on Screen	Y-axis Coordinates on Screen	Tablet or IWB
-----------------------	-----------	------------------------------	------------------------------	---------------

(a) Data Format

startpoint	1	521	365	tablet
------------	---	-----	-----	--------

(b) An Example of Transmitted Data

그림 7. 데이터 포맷과 전달 예

Fig. 7 Data Format and Transferring Example

첫 번째 필드는 전송되는 정보의 타입(Type) 필드로서 표 5에서와 같이 태블릿의 화면이나 전자칠판을 터치했을 때 활성화되어 있는 기능에 따라서 전송되는 정보의 타입이 결정된다.

표 5. 동작 이벤트에 따른 데이터 타입

Table. 5 Data Types based on the Operation Events

Data Type	Function
startpoint	Writing Start Coordinates on Tablet
movepoint	Writing Continuing Coordinates on Tablet
uppoint	Writing End Coordinates on Tablet
color	Font Color and Size Changes
eraser	Eraser Selection and Eraser Size Changes
allclear	Clear all Writings on Screen
left	Previous Page on Lecture Notes
right	Next Page on Lecture Notes
getfilename	Requesting Lecture Notes List from Server
sendfile	Requesting Lecture Note Download from Server and Transferring it to Tablet

두 번째 필드에 소켓 번호를 기록하는 이유는 통신 서버로 데이터를 보낸 사용자를 제외한 나머지 사용자에게 소켓 데이터를 전송하기 위해 사용한다.

세 번째 및 네 번째 필드는 발생한 이벤트가 가지는 화면상의 X축 및 Y축 좌표 정보, 글자의 색이나 크기 등을 지정한다. 그리고 마지막 필드는 이벤트 발생의 주체를 나타내고 있다.

4.3. 연동 기능 구현 결과

앞서 언급한 연동 데이터 포맷에 기반을 둔 실시간 양방향 통신 모듈을 추가로 구현해 태블릿 기기용 판서 소프트웨어와 전자칠판 시스템용 판서 소프트웨어에다 탑재한 다음 그림 8에서 보는 바와 같이 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간의 상호 연동에 성공하였다.

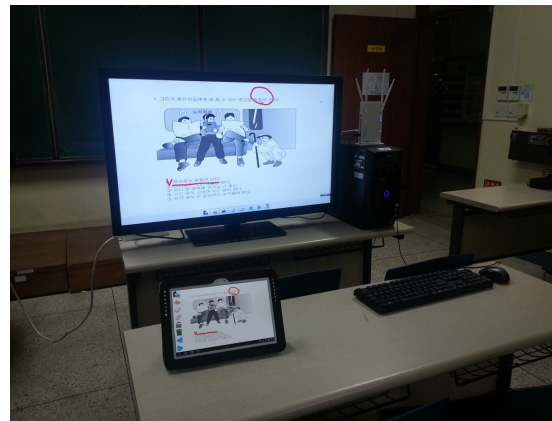


그림 8. 연동 기능 구현 결과

Fig. 8 Implementation Result of Interconnection

그림에서 보는 바와 같이 태블릿 기기에서의 강의 및 판서 내용이 무선 공유기를 통해 실시간으로 전자칠판 시스템에 전달되며, 반대로 전자칠판 시스템의 터치 모니터에서의 판서 및 페이지 전환 내용이 태블릿 기기에 실시간으로 전달됨을 확인하였다.

아울러 태블릿 기기나 전자칠판 시스템 상에서 통신 서버에 저장된 강의 자료를 오픈하는 경우 자동적으로 상대 기기의 화면상에도 동기화 되어 강의 자료가 나타남을 확인할 수 있었다.

V. 성능 평가

태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간의 상호 연동 기능 구현에 따른 성능을 응답 오류율, 지연 시간 및 통신 커버리지 측면에서 분석하고 그 결과를 제시하였다.

5.1. 성능 시험 환경

태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간의 연동 성능 시험을 위해 그림 9와 같은 자체 성능 시험 환경을 구축하였다.

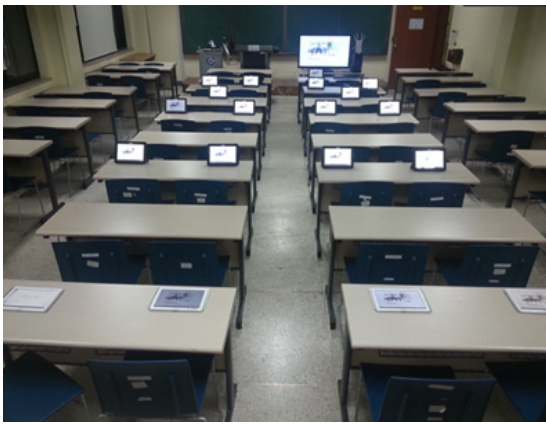


그림 9. 성능 시험 환경
Fig. 9 Performance Measurement Environment

자체 성능 시험은 본 논문과 별개로 추진한 강사 태블릿과 학생 태블릿 간의 실시간 양방향 통신 기술[23]의 성능 시험과 병행해서 진행되었으며, 사용된 기기는 1대의 강사 태블릿, 20대의 학생 태블릿, 1대의 전자칠판 시스템 그리고 무선 공유기로 구성되어 있다.

5.2. 성능 시험 결과

5.2.1. 응답 오류율

응답 오류율은 강사 태블릿과 전자칠판 시스템에서 번갈아 가며 이벤트(페이지 전환과 판서)를 발생시켜 상대 기기로 전달할 때 이를 수신한 기기에서 정상적으로 표출하지 못하는 횟수를 측정하여 다음 비율을 계산한 것이다.

표 6. 응답 오류 횟수

Table. 6 The Number of Response Errors

No. of Trials	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	Total
No. of Errors	2	0	1	1	2	1	0	0	3	1	11

표 6은 각 차수별로 1,000회의 이벤트를 전달하고 이에 대한 응답 오류 횟수를 측정하는 시험을 총 10차에 걸쳐 실시한 결과를 보여주고 있다.

10,000개의 이벤트를 전송한 결과 상대 기기에서 수신하지 못한 횟수는 11회로서 이를 통해 응답 오류율은 0.11%(총 응답 오류 횟수/총 이벤트 발생 횟수)로 나타났다. 약 1,000회 이벤트에 대해 1회 오류 발생에 불과해 연동 기능의 성능이 우수함을 알 수 있다.

참고로 한 번 응답 오류가 발생한 경우에는 이후의 모든 이벤트가 전달이 되지 않기 때문에 이 경우에는 태블릿과 전자칠판 시스템의 판서 소프트웨어를 재구동한 후에 성능 시험을 진행하였다.

5.2.2. 지연시간

지연시간은 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간에 시간 동기화를 취한 후 태블릿이나 전자칠판 시스템에서 발생시킨 이벤트를 상대 기기로 전달한 좌표와 송신 시각을 스크립트로 기록하고, 상대 기기에서는 이를 수신한 좌표와 시각을 스크립트로 기록하게 한 다음 두 데이터 간의 시간 차이를 계산해 분석하였다.

2,000회의 이벤트에 대한 스크립트를 비교하였을 때 누적 지연시간은 178초였으며 결과적으로 평균 응답 속도는 0.556초임을 확인할 수 있었다. 1초 미만의 응답 속도는 태블릿과 전자칠판 시스템 간에 사용자가 시간차에 대한 불편을 거의 느끼지 못하는 수준으로 여겨진다.

5.2.3. 통신 커버리지

통신 커버리지에 대한 성능 측정은 다음 두 가지 환경에 대해 실시하였다.

먼저 118m² 크기의 대학교 강의실에서 태블릿 기기를 전자칠판 시스템으로부터 2m, 4m, 6m 및 8m 거리로 점차 멀어지도록 하면서 판서 내용이 전자칠판 시스템에 정상적으로 디스플레이 되는지 여부를 확인하였다.

시험 결과 118m² 규모의 대학 일반 강의실 내에서는 송수신이 원활히 진행되는 것을 확인할 수 있었다. 또 다른 환경에서의 시험은 건물 복도에서 강사 태블릿을 전자칠판시스템으로부터 점차 멀리 떨어져 최대 16미터 거리까지 위치시킨 뒤 성능을 측정한 것으로 첫 번째 시험의 결과와 마찬가지로 정상 동작함을 확인하였다.

5.3. 필드 테스트

본 논문에서 구현한 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간의 상호 연동 기술을 그림 10에서 보는 바와 같이 대학교 강의실에서 실제 수업 시간을 이용해 필드테스트를 실시하고서 정상 동작을 확인할 수 있었다. 이 경우 대형 스크린이 필요한 관계로 터치 모니터 대신에 빔프로젝트가 연결된 전자칠판 시스템을 사용하였다. 필드 테스트 결과 강사가 태블릿 기기를 가지고 강의실 내를 이동하면서 수업을 진행함으로써 학생들의 수업 집중도를 높일 수 있음을 알 수 있었다.



그림 10. 연동 기능 필드 테스트
Fig. 10 Field Test of Interconnection Function

VI. 결 론

본 논문에서는 스마트 교육 관련 기술 연구의 일환으로 태블릿 기기와 기존의 전자칠판 시스템간의 연동 기술에 대해 연구하였다. 이를 위해 기존의 전자칠판 시스템에서 이용 가능한 판서 소프트웨어와 태블릿 기기용 판서 소프트웨어를 직접 구현한 다음 이들 소프트웨어 간에 판서 좌표 정보 및 제어 데이터를 실시간 양방향으로 교환 가능한 통신 모듈을 추가해 태블릿 기기와

전자칠판 시스템 간에 연동 기능을 구현하였다.

구현한 판서 소프트웨어는 강의 자료 관리, 페이지 전환 및 기본적인 판서가 가능하며, 태블릿 기기 상에서의 페이지 전환 이벤트나 판서 정보는 전자칠판 시스템에 실시간으로 전달되어 대형 스크린에 디스플레이된다. 반대로 전자칠판에서의 각종 이벤트나 판서 정보는 태블릿 기기에 표출이 된다.

태블릿 기기와 전자칠판 시스템간의 양방향 연동 기능의 자체 성능 평가 결과로 응답 오류는 약 1,000회 이벤트에 대해 1회 정도의 오류가 발생하는 수준에 불과하며, 지연시간 역시 0.55초에 불과해 사용자 입장에서 거의 불편을 느끼지 못하는 정도이다.

본 논문에서 구현한 연동 시스템을 실제 수업시간에 활용해 본 결과 실제 교육 환경에 적용 가능한 우수한 성능을 보여주고 있음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research is financially supported by Changwon National University in 2013~2014.

REFERENCES

- [1] Ministry of Education, "The Strategy and Action Plan of Smart Education for the Talented People Power," <http://www.moe.go.kr>, Oct. 2011.
- [2] National IT Industry Promotion Agency, "Smart Education, the Big Issue in Education Environment," WEBZINE, October 2012.
- [3] Y. S. Choi, J. W. Choi, M. T. Hwang and K. H. Jin, "Development of Board Writing Software of Electronic Board System for the Smart Education", *Proceedings of Korea Information Processing Society(Spring)*, Vol. 21, No. 1, pp. 1043~1046, 2014.
- [4] Y. R. Hwang, "Effectiveness of smart devices and contents in smart education environments," M.S Thesis, Gongju University, 2014.
- [5] Schoolbox by I-KAIST, Available: <http://www.i-kaist.com>
- [6] iclass by Includ, Available: <http://blog.naver.com/includ5600?Redirect=Log&logNo=100190277615>

- [7] UIT Colud Class by Yuhan iTech, Available: <http://www.uhitech.co.kr/>
- [8] T-Smart Learning by SK Telecom, Available: <http://www.tsmartlearning.com/>
- [9] Samsung School by Samsung Electronics, Available: <http://www.samsung.com/global/business/mobile/samsungschool/release/>
- [10] Smart School by LG CNS, Available: <http://www.lgensblog.com/tag/smart-school/>
- [11] Blackboard Mobile Learn by Blackboard, Available: <https://www.blackboard.com/platforms/mobile/products/mobile-learn.aspx>
- [12] Moodle, Available: <https://moodle.org/>
- [13] Sakai, Available: <https://sakaiproject.org/>
- [14] eBeam Systems, Available: <http://www.e-beam.com/products/overview.html>
- [15] k-12 Solution by Smart Technology, Available: <http://smarttech.com/Home+Page/Solutions/K-12>
- [16] ChalkBox by Nuribom, Available: http://www.habilience.com/product_chalkbox/
- [17] Thinkboard, Available: <http://www.thinkboard.kr>
- [18] e-Mouse SE by Esol Information Communication Co., LTD, Available: <http://www.esolgroup.co.kr>
- [19] Smart Class by JNG Korea Co., LTD, Available: <http://www.ejboard.com>
- [20] E. S. Ko, Y. W. Lee and C. W. Lee, "Performance Improvement of User Interface for Interactive Whiteboard based on User Experience", *Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol. 19, No. 9, pp. 451-455, 2013
- [21] D. H. Sung and J. H. Lee, "Design and Implementation of Synchronous Mobile Distance Learning System on Android Smart Phone" *Journal of Korea Institute of Information Technology*, Vol. 9, No. 2, pp. 1-13, 2011.
- [22] D. H. Kim, "Development of Lecture and Learning System based on the Interactive White Board and Smart Phone", *Korea Science and Art Forum*, pp. 266~278, 2013.
- [23] W. Y. Lee, "A Study on the Real-time Bi-directional Education Solution using Smart Devices," M. S thesis, Changwon National University, 2015.
- [24] Y. S. Choi, J. U. Jung, M. T. Hwang and K. H. Jin, "The Development of the Writing Software for the Electronic Blackboard supporting the User Action Recognition Functions," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 19, No. 5, pp. 1213-1220, 2015.



최윤수(Yun-Su Choi)

2014 창원대학교 정보통신공학과 공학사
 2014 ~ 현재 창원대학교 친환경해양플랜트FEED공학과 대학원 석사과정
 ※관심분야 : 스마트 교육, 인공 지능, 자연 언어 처리



황민태(Min-Tae Hwang)

1990 부산대학교 컴퓨터공학과 공학사
 1992 부산대학교 컴퓨터공학과 공학석사
 1996 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 1996 ~ 1999 한국전자통신연구원 표준연구센터 선임연구원
 1999 ~ 2000 인제대학교 정보컴퓨터공학부 전임강사
 2000 ~ 현재 창원대학교 정보통신공학과 교수
 ※관심분야 : 웹(Web) 프로그래밍, 안드로이드 응용, 매체접속제어 프로토콜, 비접촉 근거리무선통신