

한국차세대컴퓨팅학회 논문지 Vol.14 No.3

ISSN : 1975-681X(Print)

장비 독립성 향상을 위한 웹기반 판서 소프트웨어 개발

김윤지, 오경우, 최진혁, 위승현, 문미경

To cite this article : 김윤지, 오경우, 최진혁, 위승현, 문미경 (2018) 장비 독립성 향상을 위한 웹기반 판서 소프트웨어 개발, 한국차세대컴퓨팅학회 논문지, 14:3, 45-55

① earticle에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 학술교육원은 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다.

② earticle에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포, 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우, 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

www.earticle.net

장비 독립성 향상을 위한 웹기반 판서 소프트웨어 개발

Development of Web-based Writing Software to Improve Equipment Independence

김윤지, 오경우, 최진혁, 위승현, 문미경¹⁾

Yunji Kim, Gyeongwoo Oh, Jinhyeok Choi, Seunghyun Wi, Mikyeong Moon

(47011) 부산 사상구 주례로 47 동서대학교 U-IT관 컴퓨터공학부
normaltic@naver.com, ssokwoo@outlook.com, wlsure@naver.com,
wesh614@gmail.com, mkmoon@dongseo.ac.kr

요 약

4차 산업혁명의 기술 발전에 따라 학교에서의 교육환경도 점점 스마트하게 변하고 있다. 교육을 위한 장비들도 보다 첨단화되고 있으며, 이로 인해 전자칠판이 교실환경에 보편화되고 있다. 그러나 지금의 전자칠판은 터치가 되는 장비에 판서 소프트웨어가 포함되어 배포되고 있기 때문에, 판서 작업을 수행하기 위해서는 소프트웨어가 탑재된 장비가 필요하다. 또한 판서 소프트웨어의 기능이 수정, 변경될 경우 각 장비마다 일일이 소프트웨어를 재 설치하거나 업데이트를 수행해야 한다. 본 논문에서는 전자칠판 장비의 독립성을 향상시키기 위하여 웹기반 판서 소프트웨어의 개발 내용에 대해 기술한다. 웹기반의 판서 소프트웨어는 터치로 입력이 가능하고 인터넷이 되는 모든 장비에서 웹을 통해 판서 기능을 사용할 수 있게 함으로써 장비 독립성 통해 소프트웨어 유지보수 비용을 줄이고 사용 접근성을 높여준다.

Abstract

According to development of the 4th Industrial Revolution technology, the educational environment in schools is gradually changing digital-smart and high-tech. At this time, electronic board system has come into wide use in school. However, since today's electronic board system is distributed by including the writing software in the touching equipment, the equipment with built-in software is needed to write on the board. In addition, if the functions of the software are modified or changed, the software of each device must be reinstalled or updated. In this paper, we describe the development of web-based writing software to improve the independence of electronic board equipment. Because the web-based writing software can be used through the web on all the Internet and touch-typing enabled devices, the equipment independence reduces software maintenance costs and improves accessibility.

※ This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education(No.NRF-2017R1D1A3B03032789).

1) 교신저자

키워드: 판서 소프트웨어, 전자칠판, 스마트보드, 터치스크린, 스마트 교육환경, 웹기반 판서, 장비독립성

Keyword: Writing Software, Electronic board, Smart board, Touch screen, Smart educational environment, Web based writing software, Equipment independence

1. 서론

21세기 정보통신기술의 발달을 통해 4차 산업혁명의 시대가 왔으며, 이로 인해 사물, 공간들이 디지털화되어 가고 있다 [1]. 사물 및 공간은 정보통신기술을 통해 상호 연결되어 통신됨으로써 스마트라는 단어를 붙여 스마트 사물, 스마트 공간들로 서비스되고 있다. 이러한 스마트 사물과 공간이 인재 양성을 위한 교실에 적용되어 스마트 교실로, 연구와 회의를 위한 공간에 적용되어 스마트 회의실, 스마트 오피스로 변화되고 있다 [2]. 스마트 공간에서는 4차 산업혁명 사회에 맞추어 더욱 효율적인 성과를 내기 위해서 이전에 사용하던 칠판과 책상들을 대체하여 전자칠판과 스마트책상들이 도입되고 있다 [3]. 전자칠판은 기존의 칠판을 디지털화하여 분필을 사용하는 판서가 아닌 터치가 되는 디스플레이를 통해서 손 또는 터치펜으로 판서할 수 있다. 전자칠판은 순수한 PC로도 사용할 수 있고, 판서 소프트웨어를 통해 프레젠테이션을 하고 회의에 관련된 자료나 문서를 출력해 줄 수 있기 때문에 원할하고 간편한 수업과 회의 환경을 만들어 준다 [4]. 그러나 현재 사용되고 있는 전자칠판에는 다음과 같은 몇 가지 문제점을 가지고 있다.

첫째, 전자칠판 장비에 내포된 소프트웨어의 유지보수 문제이다. 전자칠판의 판서, 프리젠테이션, 공유 기능을 사용하려면 사용자가 소프트웨어를 설치하여 사용해야 한다. 개발자 입장에서는 운영체제별로 소프트웨어를 개발해야 하며, 운영체제에 따라 하드웨어의 구조나 비용이 증가할 수 있다. 또한 소프트웨어 업데이트를 하려면 전자칠판을 사용하는 사용자가 직접 업데이트를 해주어야 하는 불편함이 있다. 둘째, 사용자들의 사용접근성의 문제이다. 사용자는 전자칠판을 사용하기 위해서 반드시 전자칠판 장비가 설치되어 있는 곳으로 가야한

다. 여러 사용자가 함께 모여서 수업과 회의를 할 때는 이 제약은 더욱 불편해진다. 만약 전자칠판 장비가 설치된 A강의실에서 부득이한 사유로 B강의실로 이동해야 한다면 전자칠판 장비를 모두 옮겨야 한다. 만약 이 장비가 고정되어 있는 상황이라면 B강의실에서는 전자칠판을 사용하지 못하게 된다. 즉, 전자칠판 기능을 사용하기 위해서 전자칠판 장비에 공간적으로 의존하게 된다.

본 논문에서는 전자칠판 기기의 독립성을 향상시키기 위하여 웹 기반의 판서 소프트웨어의 개발내용에 대해 기술한다. 웹 기반의 판서 소프트웨어는 터치스크린이 설치되어 있고 인터넷이 되는 곳이라면 판서 기능에 접속하여 언제든지 사용할 수 있다. 전자칠판 사용자 측면에서는 전자칠판 활용을 위한 전용 판서 기능이 내포된 장비를 구매할 필요가 없으며, 판서 기능 업데이트를 사용자가 직접 할 필요가 없다. 사용자는 판서 기능 서비스 페이지에 접속하여 더욱 쉽게 판서 기능을 사용할 수 있으며, 판서 서비스 제공자의 측면에서는 웹으로 서비스를 제공하게 되어 소프트웨어의 유지, 보수에 대한 절제적인 부담감을 줄일 수 있다.

2. 관련 연구

스마트한 교육환경과 효율적인 협업 시스템을 구축하기 위해 전자칠판이 많이 활용되고 있으며, 성능이 좋은 상품들이 많이 출시되고 있다. 현재 출시되고 있는 전자칠판의 대부분은 터치 모듈을 가진 디스플레이와 PC를 내장한 올인원(All-In-One) 형태를 갖추고 있다. 이들은 빠른 반응속도의 고감도 터치를 강조하고 있으며, 디스플레이의 크기나 고화질 해상도에 초점을 두고 있다. 전자칠판 인터페이스의 터치를 검출하기 위해 정전식, 감압식의 형태로 구성된 필름 타입의 터치기술과 초음파 방

식의 터치기술, 적외선 스캔 기술 등이 있으며, 최근에는 레이저와 카메라를 이용한 제품들도 나오고 있다. 관련 연구 [5]에서도 상업용 전자칠판의 인터페이스에서 마우스 더블클릭 이벤트의 인식률을 높이기 위한 연구방법에 대해 제시하고 있다. 전자칠판에 들어가는 판서 소프트웨어는 다양한 펜 종류, 선 굵기, 색상이 선택 가능하고 필기 인식기능, 화살표, 도형 그리기 기능 등을 기본으로 가지고 있다. 연구 [6]에서는 기본 판서 기능 이외에 사용자의 제스처를 인식하여 해당 패턴에 해당하는 기능을 수행하는 기능을 추가하였다. 연구 [7]에서는 태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간의 연동 기술에 대해 연구하여 두 시스템 간에 판서 정보를 주고받을 수 있도록 하였다. 최근에는 클라우드 기반의 문서 작성과 관련된 협업을 위한 연구도 선행되었다 [8,9]. 이 연구들에서 제안한 시스템은 한 문서에 대하여 여러 사용자가 동시에 작성하고 다른 사용자가 작성한 부분에 코멘트를 남기는 등, 문서를 의사소통 수단으로 활용한다. 이는 협업의 규모가 문서 작성으로 한정되어 있고, 칠판 기능, 즉 글을 적고 그림을 그리고 지우는 기능이 극히 제한되어 있기 때문에 수업이나 회의 시 칠판의 용도로 사용하기에는 많은 불편함이 있다.

전자칠판용 판서 소프트웨어는 대부분 전자칠판 개발 업체에서 자체 시스템에 탑재하기 위한 목적으로 개발되어 이를 다른 장비에서 사용하기는 어려운 형편이다. 또한, 판서 소프트웨어의 유지보수는 항상 업체에서 직접 와서 해야 하는 번거로움이 있다. 본 연구에서는 전자칠판 장비에 독립적으로 사용될 수 있도록 판서 소프트웨어를 웹 기반으로 개발하고자 한다.

3. 설계

본 논문에서 제안하는 판서 소프트웨어의 전체 시스템 개념도는 다음 (그림 1)과 같다. 본 시스템은 판서 소프트웨어를 제공하는 웹 페이지와 웹 페이지를 제공할 서버로 구성되며, 판서 소프트웨어

는 페이지에 접속하는 사용자마다 독립적으로 제공되고, 사용자는 해당 소프트웨어를 소속 그룹 내에서 칠판의 용도로 활용한다.



(그림 1) 시스템 개념도

3.1 웹 기반 판서 소프트웨어 요구사항

판서 소프트웨어에서 제공할 기능들은 영역별로 툴과 페이지 서비스로 나뉜다.

툴 영역에는 사용자가 입력하거나 설정할 수 있는 펜, 지우개, 도형, 색상, 굵기 조절, un-redo 기능이 있다. 펜은 사용자가 화면에 터치하는 대로 그려지는 기본 기능뿐만 아니라 먼 거리를 빠르게 그리거나 방향을 급격하게 바꿀 경우에도 그려지는 선이 각이 지지 않도록 미려하게 표현되어야 한다. 지우개는 사용자가 터치하는 대로 화면의 내용이 자연스럽게 지워져야 하며, 띄엄띄엄 지워지거나 사용자가 선택한 좌표 주위만 사각형으로 지워지는 현상이 발생하지 않도록 해야 한다. 도형그리기 기능은 사용자가 지정한 영역만큼의 타원형과 직사각형을 그릴 수 있는 기능이며, 색상과 굵기 조절은 사용자가 지정한 설정대로 펜, 지우개, 도형의 설정값이 변경되는 기능이다. re-undo 기능은 판서 화면을 이전 상태로 되돌리는데 기능인데, 이때 오직 사용자 자기 자신이 입력했던 내용만 되돌려 지도록 해야 한다.

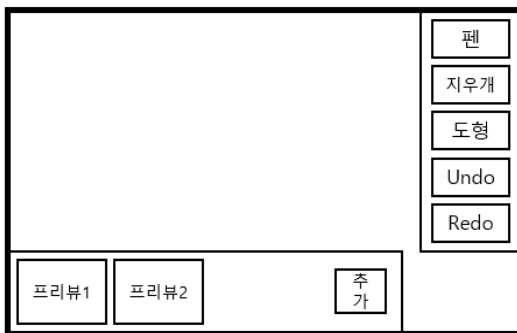
페이지 영역에서는 새로운 화면을 추가하는 기능, 현재 존재하는 화면을 제거하거나 다른 화면으로 전환할 수 있는 다중페이지 기능, 다른 화면으로 전환하기 전에 페이지 바 상에서 미리 화면을 볼 수 있는 페이지 프리뷰 기능을 가진다.

3.2 소프트웨어 전체 구조

(그림 2)는 판서 소프트웨어의 전체 화면구조도

이다. 화면은 그림을 그릴 수 있는 전체화면, 화면 우측의 펜, 지우개, 도형, Redo, Undo 기능을 사용할 수 있는 버튼으로 구성된 ToolBar, 화면 하단의 현재 만들어져 있는 페이지들의 프리뷰를 볼 수 있는 PageBar로 구성되어 있다.

전체화면은 그림을 그릴 수 있는 화면으로 판서를 할 수 있는 영역이다. 전체화면에서는 배경화면을 변경할 수 있고 배경화면을 변경하더라도 판서 부분인 그림 데이터에는 영향을 끼치지 않도록 설계를 했다. 각각 화면 우측과 하단에 위치하는 ToolBar와 PageBar는 토글 형식으로 화살표 버튼을 클릭하여 토글할 수 있어 전체화면의 활용도를 높여 더 넓은 영역에서 많은 판서를 가능하도록 한다. ToolBar는 펜, 지우개, 도형, Redo, Undo 버튼으로 구성되며 각 버튼을 클릭하여 기능을 사용할 수 있고 펜, 지우개, 도형의 경우 더블 클릭하여 툴의 색상 또는 굵기를 설정할 수 있다. PageBar는 프리뷰 이미지를 클릭하여 선택한 페이지로 화면을 전환할 수 있으며 PageBar 우측의 추가 버튼을 클릭하여 새로운 페이지를 만들 수 있다.

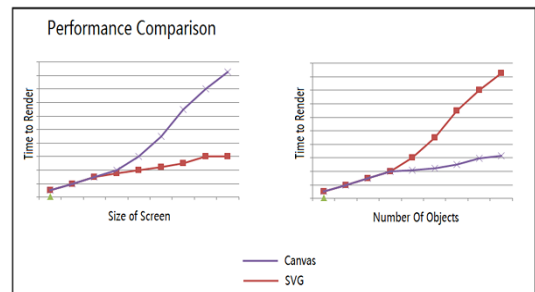


(그림 2) 판서 소프트웨어의 화면구조도

3.3 보드의 구조

웹 기반 판서기능이 적용되는 물리적인 공간, 즉 웹 보드는 화면 전체에서 그림 작업이 되어야 한다. 그림 작업을 하기 위해 가변 벡터 도형 (Scalable Vector Graphics, SVG) 방식과 Canvas 방식 중 하나를 사용할 수 있다 [10]. SVG는 XML 기반의

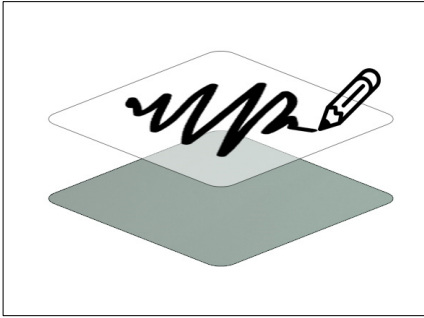
2차원 벡터 이미지 형식이다. SVG 그래픽은 파일 형식으로 코드 내에서 지정한 오브젝트의 특성(x좌표, y좌표, 투명도)에 따라 오브젝트를 화면에 그릴 수 있기 때문에 그림을 확대하거나 크기를 변경해도 품질 손상이 없다. 그러나 DOM이 복잡해지면 렌더링 시간도 증가하기 때문에 웹 보드에서 그리기는 개체가 많아질수록 성능이 떨어진다. 반면에 Canvas는 HTML 요소 중 하나로서, 스크립트를 사용하여 픽셀 단위로 이벤트마다 그림을 그릴 수 있으며 그림을 확대하거나 크기를 변경할 경우 품질 손상이 있다. 또한, 픽셀은 화면이 클수록 화면을 구성하는 픽셀이 늘어나기 때문에 화면이 큰 경우 성능이 떨어진다. (그림 3)은 개체 수와 화면크기의 변화에 따라 SVG와 Canvas의 성능을 비교한 것이다. 본 논문의 판서를 위한 웹 보드에서는 화면의 크기보다 개체 수에 더 많은 영향을 받기 때문에 작은 화면과 많은 수의 개체, 전체적으로 많은 부분의 변경을 원활하게 수행할 수 있게 하기 위해 Canvas를 사용한다.



(그림 3) SVG와 Canvas의 성능 비교

웹보드에서 그림을 그릴 수 있는 전체화면은 CSS의 z-index 속성을 통해 총 2개의 태그를 겹쳐서 구성한다. 이는 배경색을 변경하더라도 Canvas의 그림 데이터에는 영향을 끼치지 않도록 하기 위해 배경 화면 영역과 그림 작업 공간을 분리하는 것이다. (그림 4)와 같이 웹 보드의 바깥쪽에는 그림 작업을 할 수 있는 Canvas 태그, 그 아래에 바탕을 보여줄 수 있는 img태그가 있다. Canvas 태그는 배

경을 투명으로 설정하고 img태그를 사용하여 배경 화면을 설정함으로써 배경과 그림을 구분하여 사용할 수 있도록 한다.

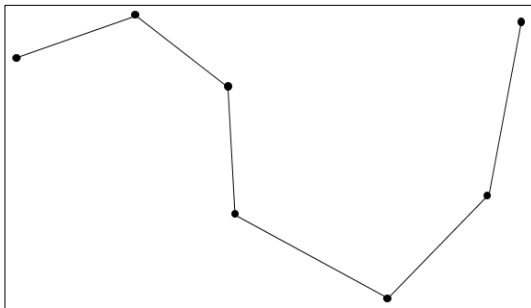


(그림 4) 보드 화면의 구조도

4. 개발 및 구현 방법

4.1 미려한 펜 그리기 기능

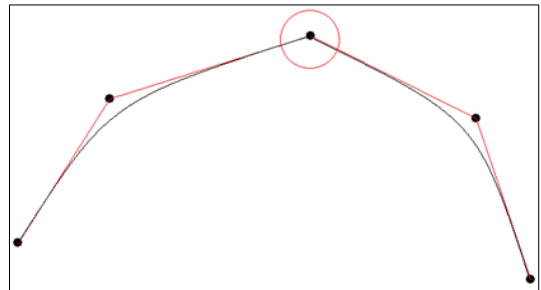
Canvas를 써서 구현한 일반적인 웹 그림판의 경우, 마우스의 이벤트 발생 시 마다 이전 위치와 이벤트 발생 위치 간 `lineTo` 메서드를 통해 직선을 그리는 방식으로 펜 기능을 구현한다. 그러나 이 경우 급격한 움직임과 방향전환을 할 경우, 그려지는 선들이 (그림 5)와 같이 각이 지는 현상이 생긴다. 이는 `lineTo` 메서드가 두 좌표를 끝으로 하는 직선을 그리기 때문이었다. 본 논문에서는 선을 그릴 때 사용하는 메서드를 `lineTo` 메서드 대신 Canvas의 `quadraticCurveTo` 메서드를 사용하였다.



(그림 5) `lineTo` 메서드를 이용한 선 그리기

`quadraticCurveTo`는 Canvas에서 제공하는 메서드로써 두 좌표를 제어점과 목표점으로 입력받아 현재위치에서 목표점으로 제어점을 참조하며 2차 베지에 곡선을 그리는 메서드이다. 이를 이용해 임의의 제어점을 활용하여 각 좌표를 곡선으로 연결하면 부드러운 결과물을 얻을 수 있기 때문에 입력되는 좌표들을 참고하여 제어점을 선정한다. 그러나 제어점과 목표점을 설정하는 방법에 따라 다른 결과가 나온다.

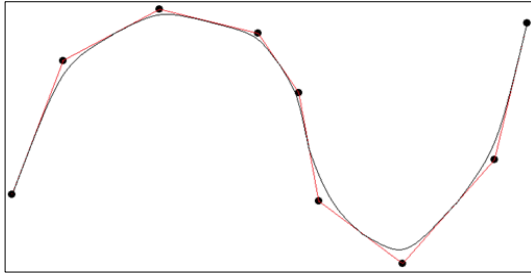
그중 하나는 짝수 번째에 입력되는 좌표를 제어점으로 선정하는 것이다. 마우스의 `MouseMove` 이벤트 발생 시 마다 좌표를 저장해 두고, 좌표의 개수가 홀수일 때, 이전 좌표를 제어점으로, 발생 좌표를 목표점으로 하여 `quadraticCurveTo` 메서드를 호출한다. 그러나 (그림 6)과 같이 짝수 번째의 선만 굴곡이 생길 뿐, 다음 좌표의 방향이 많이 바뀔 경우 곡선과 곡선 사이가 각지는 현상은 여전히 생긴다. 이는 몇 번 째 좌표를 제어점으로 하여도 마찬가지이다.



(그림 6) 짝수 번째의 좌표를 제어점으로 한 `quadraticCurveTo` 메서드

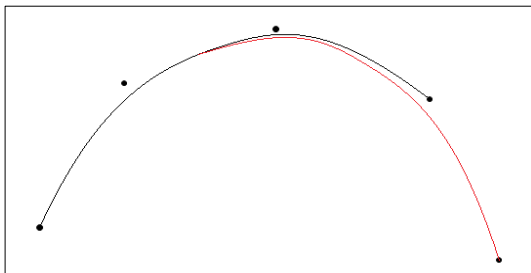
본 논문에서는 특정 좌표 (x_1, y_1)을 제어점으로, (x_2, y_2)와의 중간지점을 목표점으로 선정한다. N 개의 좌표가 있을 경우, 시작점 (x_0, y_0)에서 시작하여 (x_1, y_1)를 제어점으로, ($(x_1 + x_2)/2, (y_1 + y_2)/2$)를 목표점으로 `quadraticCurveTo` 메서드를 $N-2$ 번째 좌표까지 반복하여 호출한다. 그 후 $N-1$ 번째 좌표를 제어점, N 번째 좌표를 목표점으로 하는 `quadraticCurveTo` 메서드를 호출

하여 선을 그릴 수 있다 (그림 7).



(그림 7) 중간점을 목표로 하는 quadraticCurveTo 메서드

그러나 N 개의 좌표에 대해 원하는 부드러운 선의 결과물은 얻을 수 있지만, K 개의 좌표를 추가하여 끝부터 이어 그릴 경우 (그림 6)과 같은 현상이 다시 발생한다. 이를 해결하기 위해 N 개의 좌표에서 좌표가 추가될 때마다 (x_0, y_0) 부터 추가된 좌표까지의 결과물을 다시 그려줘야 한다. 하지만 N 개의 좌표 결과물과 $N+1$ 개의 좌표 결과물이 달라, 겹쳐 그릴 경우 (그림 8) 처럼 이전 선과 어긋나게 된다. 이 때문에 좌표가 추가되어 선을 다시 그리기 이전에, 이전 그림을 먼저 지우고 나서 좌표가 추가된 새 그림을 그려야 한다. 즉, 그림 작업을 시작하는 MouseDown 이벤트 발생 시, 해당 시점의 Canvas 상태를 저장한다. 그 후 MouseMove 이벤트 발생 시 마다, Canvas를 저장해둔 상태로 되돌려 이전 결과물을 지우고, 추가된 좌표를 포함하여 선택한 방법으로 Canvas에 그림을 그린다. 이를 통해, 기존의 각 진 펜 기능의 품질을 향상시켜 부드러운 펜 그리기 기능을 구현한다.



(그림 8) 좌표가 추가된 경우의 어긋남

4.2 지우개

Canvas에는 특정 영역의 그림 데이터를 지우는 clearRect 메서드가 존재한다. clearRect 메서드는 좌표 두 개를 인자로 받아, 두 좌표를 점으로 하는 직사각형 내의 그림 데이터를 지우는 메서드이다. 해당 메서드를 MouseMove 이벤트 발생 시 마다 호출하여 발생 좌표 주위를 지울 수 있으나, 이는 이벤트 발생 좌표들의 거리가 멀 경우 띄엄띄엄 지워지는 현상이 발생한다. 이 때문에 대부분의 Canvas 예제는 지우개 툴을 자체적으로 구현하거나, 지우개 대신 Canvas 전체를 초기화 하는 기능으로 대체한다.

본 연구에서는 판서 작업을 지우는 기능을 위해, Canvas의 속성 중 하나인 globalCompositeOperation 속성과 기존의 펜 툴을 혼합하여 지우개 툴을 구현한다. globalCompositeOperation 속성은 Canvas에 그림을 그릴 때, 이미 그려져 있던 도형과 어떻게 조합, 합성할 것인지에 대한 속성이다. 기본값으로 이미 그려진 도형 위에 덧대어 그리게 설정되어 있고, 변경을 통해 여러 옵션을 선택할 수 있다. globalCompositeOperation 속성의 설정값 중 하나인 'destination-out'은 기존 그림과 새 그림이 겹치는 부분을 사라지게 하는 옵션이다. 이를 적용하게 되면, 그려져 있는 아이템 위에 새 아이템을 그리면 이전 아이템에 겹쳐 그리지 않고, 기존 그림의 겹치는 부분을 지우고 새로 그리게 되는 형식으로 바뀌게 된다. globalCompositeOperation 속성을 'destination-out'으로 적용하고 펜의 색상을 투명색으로 바꾸게 되면, 이전 그림을 지우고 투명색 그림을 덧그리면서 지우개 역할을 할 수 있다. 색상은 Canvas의 context에 있는 color 속성값을 변경하여 바꿀 수 있는데, color속성의 기본값은 투명색이기 때문에 기존의 펜 툴에서 color 속성을 기본값으로 변경하고, globalCompositeOperation 속성값을 'destination-out' 값으로 변경한다. 즉, 기존 그림의 겹치는 부분을 지우고 투명한 색상으로 덧그리는 방식으로 자연스러운 지우개 기능을

구현할 수 있다.

4.3 Redo 및 Undo

Undo는 실행을 취소하고 이전 상태로 돌아가는 기능이다. 이는 새 그림이 그려질 때 마다 Canvas의 이전 상태들을 보관해 두었다가, Undo 기능 버튼 클릭 시 보관해둔 데이터를 참조하여 이전 상태로 되돌림으로써 구현할 수 있다. Redo 기능은 실행 취소한 것을 복구하는 기능이다. 이는 Undo 작업 수행 시 Canvas의 현재 상태를 보관하였다가, Redo 기능 버튼 클릭 시 역시 보관해둔 상태를 참조하여 복구함으로써 수행할 수 있다.

단일 그림 작업에 대한 데이터의 구조는 해당 그림 작업을 수행한 툴의 이름, 색상, 굵기 등의 설정 값과 그림에 대한 좌표 리스트로 구성된다. 위 구조를 가진 그림 데이터들은 각 페이지마다 작업이 진행된 순서대로 나열시켜 보관해야 정확한 Undo, Redo 수행이 가능하다. 그러므로 각 페이지별로 그림 데이터를 저장 할 스택(itemList)과, Undo 되어진 데이터를 보관하기 위한 스택(undoList)을 추가한다. Undo, Redo 기능은 이 두 스택을 활용하여 구현할 수 있다.

우선 판서를 진행할 때, 그려지는 모든 작업들은 작업이 종료되는 시점에 그림에 대한 데이터를 itemList에 푸쉬(push)한다. Undo 작업 수행은 itemList에서 팝(pop)하여 제일 최근에 그린 그림 데이터를 꺼내고 해당 데이터를 undoList에 푸쉬한다. 그 후 Canvas를 초기화 하고, 변경된 itemList를 참조하여 Canvas에 다시 그려줌으로써 최근 작업이 Undo 되는 기능을 구현할 수 있다. Redo 기능은 작업 수행 시 undoList에서 제일 최근에 Undo 작업이 진행된 그림 데이터를 꺼낸다. 그 후 꺼낸 데이터를 Canvas에 그려주고, itemList에 푸쉬하여 페이지에 그림 데이터를 다시 추가한다. 위와 같이 각 페이지 마다 두 스택을 추가하여 페이지별로 그림 데이터를 개별적으로 관리한다. 그리하여 Undo, Redo 기능을 수행할 수 있고, 또 페이지마다 독립적으로 사용이 가능하도록 구현할 수 있다.

4.4 다중 페이지

한 클라이언트에서는 여러 개의 판서 페이지를 가질 수 있고, 앞뒤 판서 페이지로 전환이 용이하게 되어야 한다. 이를 위해 각 페이지의 상태를 보관해 두었다가, 페이지 전환 시 현재 페이지의 상태를 저장하고, 전환하려는 페이지의 상태를 불러옴으로써 다중 페이지 및 페이지 전환을 구현할 수 있다. 상태 저장과 페이지 전환 방법으로 Canvas 태그를 각 페이지별로 두어, 페이지 전환 시 Canvas 태그를 직접 전환하는 방법이 있다. 그러나 이 방법은 이미 브라우저 DOM에 추가되어 있는 태그를 교체 하는 것에 대한 오버헤드가 발생하고 불필요한 부분까지 보관해야 한다. 또한 툴 기능들의 초기화는 Canvas의 context를 통하여 진행되기 때문에 Canvas가 여러 개일 경우 페이지 전환 시마다 툴을 초기화하거나 각 Canvas마다 별도의 툴을 가지고 있어야 한다.

본 연구에서는 페이지의 상태 유지를 위해 꼭 필요한 정보만을 선정하고 이를 구조화 하여 보관할 수 있도록 한다. 각 페이지를 표현할 수 있는 정보는 해당 페이지의 인덱스와 페이지의 그림 작업 리스트, 페이지의 배경화면이다. 해당 데이터 만으로 각 페이지를 구분하고 페이지의 상태를 나타낼 수 있기 때문에, 각 페이지의 위 데이터를 구조화하여 한 곳에 리스트의 형태로 보관하고 참조한다. 그 후 표현하려는 페이지의 배경화면과 그림 작업 리스트를 참조하여 배경화면용 img태그를 갱신하고 그림 작업들을 Canvas에 그려낸다. 페이지 전환 시, 전환하려는 페이지의 인덱스로 페이지 리스트에서 해당 페이지의 데이터를 탐색한다. 그 후 해당 페이지의 데이터를 바탕으로 배경화면을 전환하고 그림 데이터를 참조하여 Canvas에 페이지 상태를 그려낸다. 이를 통해 다중 페이지 및 페이지 전환 기능을 구현할 수 있다.

페이지의 프리뷰 기능은 프리뷰를 위해, 각 페이지별로 프리뷰 이미지를 저장할 공간을 추가한다. 그리고 판서 작업을 하나씩 완료할 때 마다 Canvas의 getImageData 메서드로 현재 Canvas의 이미지 데이터를 받아와 페이지 데이터의 프리뷰 이미지를

갱신한다. 그리고 각 페이지별 프리뷰 이미지를 하단 프리뷰 탭에 뿌려줌으로써 각 페이지에 대한 프리뷰를 구현한다.

4.5 기타 기능

이 외 나머지 기능들은 Canvas에서 지원하는 메서드를 사용하여 구현할 수 있다. 도형의 경우, Canvas에서 제공하는 rect, arc 메서드를 사용하여 직사각형과 타원형을 그린다. 도형을 그릴 때 펜과 비슷한 방법으로MouseDown 이벤트 발생 시, Canvas의 상태를 저장한다. 이후MouseMove 즉, 마우스가 이동할 때마다 Canvas를 이전상태로 돌리고 시작 점과 현재 마우스의 위치를 참조하여 해당하는 메서드를 호출하며 도형을 그린다. 이를 통해 최종적으로 도형 그리기를 완료하기 전에 도형의 예상 결과물을 보여준다.

펜과 지우개, 도형 등 판서작업에 사용하는 툴들은 작업의 시작인MouseDown이벤트 발생 시 이벤트 발생 좌표와 색상, 굵기를 그림 작업 데이터로 초기화한다. 이 때 색상과 굵기는 툴 옵션에 있는 설정 값을 참조하여 정해진다. 해당 옵션의 설정 값들은 툴 버튼을 더블 클릭하여 열리는 옵션창을 통해 해당 툴의 색상과 굵기 등을 설정할 수 있다. 도형의 경우 내부에 채울 수 있는 기능이 있으며, 선택에 따라 직사각형은 rect 메서드 대신 fillRect 메서드를 호출하고, 타원은 fill 메서드를 추가로 호출함으로써 도형 내부에 색을 채울 수 있다.

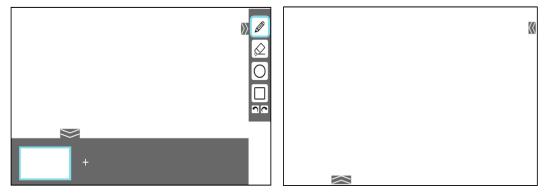
5. 실험 및 평가

본 논문에서는 해당 소프트웨어의 여러 가지 측면에 대한 실험 및 평가를 진행하였다. 평가는 크롬 웹 브라우저를 통해 웹 페이지에 접속하였고, 각각 Window와 Android OS가 설치된 데스크톱과 태블릿 PC로 진행하였다.

5.1 결과화면

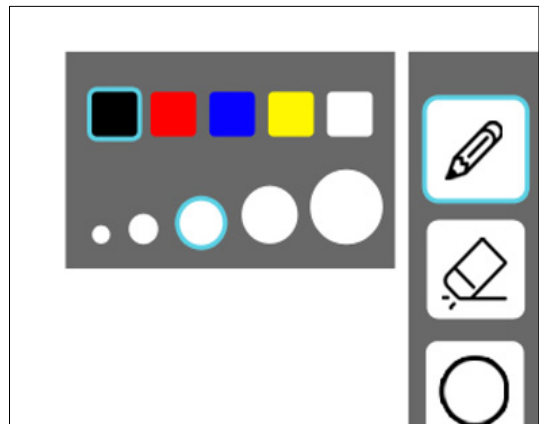
(그림 9)는 개발이 완료된 소프트웨어의 전체 화

면과 메뉴 바들을 토글한 화면이다. 사전 설계에서 계획한 대로 전체 화면을 판서할 수 있는 영역으로 구성했으며, 화면 우측과 하단에는 툴과 페이지를 위한 토글 바를 위치시켰다. 각 토글 바는 토글 버튼을 통해 토글할 수 있게 하였으며, 원하는 경우 특정 토글 바를 숨길 수도 있게 하였다. 각 기능들을 나타내는 아이콘들은 사용자가 특정 아이콘이 무슨 기능인지 바로 알아볼 수 있도록 직관적으로 표현하였다.



(그림 9) 판서 소프트웨어의 전체 화면(좌)과 메뉴 바들을 토글 한 화면(우)

Undo, Redo를 제외한 나머지 툴은 아이콘을 더블 클릭하면 (그림 10)과 같은 메뉴가 나타나고, 해당 메뉴를 통해 툴의 굵기나 색상을 설정할 수 있다. 지우개의 경우 색상 선택이 생략되며, 도형의 경우 내부에 채우는 색상을 선택하는 항목이 추가로 나타나게 하였다.



(그림 10) 색상, 굵기 선택 메뉴

5.2 기능 평가

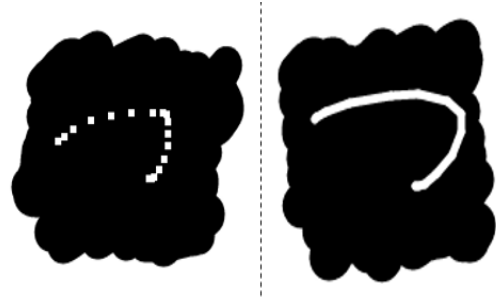
해당 소프트웨어의 각 기능들이 요구사항을 충족하고, 정상적으로 작동하는지 테스트 해보고, 기존의 툴 수행 결과와 비교해 보았다.

펜의 경우, 기존의 lineTo 메서드를 사용한 펜과, 본 소프트웨어에서 구현한 quadraticCurveTo 메서드를 활용한 펜 툴을 사용하여 각각 그림을 그려보고, 두 개를 비교해보았다. (그림 11)에서 보여주는 것과 같이 각 좌표를 직선으로만 연결하여 각이 지는 기존 펜과 달리, 본 소프트웨어에서 개발한 펜은 빠른 입력에도 부드러운 결과물을 만들어 내었다.



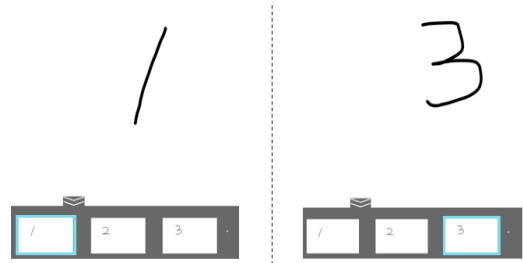
(그림 11) lineTo 결과물(좌) 와 quadraticCurve To 결과물(우)

본 소프트웨어에서 지우개 기능도 기존의 방법과는 다르게 자체적으로 개발하였다. 기존 방법은 clearRect 메서드를 활용하여 구현하거나, 지우개 툴을 생략하고 화면 전체를 지우는 기능으로 대체하였다. 이에 clearRect 메서드를 사용한 지우개 툴을 비교 대상으로 선정하여, 본 소프트웨어의 지우개 툴을 각각 사용해보고 결과물을 비교하였다 (그림 12).



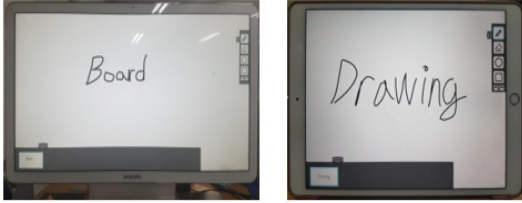
(그림 12) clearRect 결과물(좌) 와 자체 구현 지우개 툴 결과물(우)

다음으로, 다중 페이지 및 페이지 전환과 페이지 프리뷰를 실험 해 보았다. 하위 페이지를 두 개를 추가하고 각각 1, 2, 3을 그려보며 그림 작업이 완료 되는 시점에 각 페이지 프리뷰에 정상적으로 반영 되는지 확인하였다 (그림 13). 그 후 다른 페이지의 프리뷰를 선택하여, 해당 페이지로 전환이 이루어지는지 확인하였다. 해당 실험을 통하여 각 페이지의 프리뷰와 다중 페이지 및 페이지 전환이 제대로 수행됨을 확인할 수 있었다.



(그림 13) 1페이지 화면(좌) 와 3페이지 화면(우)

판서 소프트웨어의 장비 독립성을 확인하기 위해 일반 데스크톱과 태블릿에서 웹 페이지에 접속하여 판서 작업을 수행하여 보았다 (그림 14). 그 결과, 데스크톱과 태블릿에서 판서 소프트웨어의 화면이 모두 동일하게 나왔고, 판서 작업 또한 두 장비 모두 아무 이상 없이 수행할 수 있었다.



(그림 14) 데스크톱과 태블릿에서의 판서 소프트웨어 화면

마지막으로 기능 추가 및 수정, 보완 등 유지보수와 관련하여 평가를 진행하였다. 유지보수 평가는 판서 소프트웨어의 UI 구조를 바꾸어, 변경된 내용이 별도의 과정 없이 반영되는지 확인하는 것으로 진행하였다. 우선 태블릿과 데스크톱에서 웹 페이지에 접속하여 판서 소프트웨어를 실행한 뒤, UI를 수정하여 보았다(그림 15). 변경된 내용은 웹 페이지에 재접속 하거나, 브라우저 새로고침 기능을 사용해 갱신함으로써, 변화가 즉각적으로 반영이 됨을 확인할 수 있었다.



(그림 15) UI 변경 전(좌) 와 변경 후(우)

6. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 전자칠판 장비의 독립성을 향상시키기 위하여 웹 환경에서 사용할 수 있는 판서 소프트웨어의 개발 내용에 대해 기술하였다. 판서 소프트웨어의 기본기능 중 그리기 펜기능은 빠르게 필기를 할 때 나타나는 각짐 현상을 없애고 부드럽고 미려하게 나타날 수 있도록 하였다. 또한 지우개 기능도 특정 영역을 지우는 방식이 아니라 기존 그림의 겹치는 부분을 지우고 투명한 색상으로 덧그리는 방식으로 원하는 객체의 일부분만 자연스럽게

지워지도록 하였다. 본 연구를 통해 개발한 웹기반의 판서 소프트웨어는 터치로 입력이 가능하고 인터넷이 되는 모든 장비에서 웹을 통해 판서 기능을 사용할 수 있게 함으로써 장비 독립성을 갖출 수 있도록 하였으며, 이를 통해 소프트웨어 유지보수 비용을 줄이고 사용 접근성을 높여 줄 수 있게 하였다.

참고문헌

- [1] 임철수, "IoT 서비스 활용사례 분석 및 산업 활성화 이슈", 한국차세대컴퓨팅학회 논문지, 제 11권 6호, pp.41-50, 2015.
- [2] 김영록, 정미현, 김재현, "스마트기기의 교육적 이용 실태 및 활용 방안 연구", 인터넷정보학회논문지, 제 14권 3호, pp.47-55, 2013.
- [3] 임종현, 유경훈, 김병찬, "4차 산업혁명사회에서 교육의 방향과 교원의 역량에 관한 탐색적 연구", 한국교육, 제 44권 2호, pp.5-32, 2017.
- [4] Young Im Cho, Aigerim Bakatkaliyevna Altaeva, "Android-Based E-Board Smart Education Platform Using Digital Pen and Dot Pattern", INTERNATIONAL JOURNAL of FUZZY LOGIC and INTELLIGENT SYSTEMS, 제 15권 4호, pp.260-267, 2015.
- [5] 고은상, 이양원, 이창우, "사용자 경험에 기반한 전자칠판의 사용자 인터페이스 성능개선", 정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터, 제 29권 9호, pp.451-455, 2013.
- [6] 최윤수, 정진욱, 황민태, 진교홍, "사용자 동작 인식 기능을 지원하는 판서 소프트웨어 개발", 한국정보통신학회논문지, 제 19권 5호, pp.1213-1220, 2015.
- [7] 최윤수, 황민태, "태블릿 기기와 전자칠판 시스템 간의 연동 기술 연구", 한국정보통신학회논문지, 제 19권 7호, pp.1719-1727, 2015.
- [8] S. Yim, M. Warschauer, B. Zheng, and J. F. Lawrence. "Cloud-based collaborative writing and the common core standards", *Journal of Adolescent*

and Adult Literacy, vol. 58, no.3, pp.243–254, 2014.

- [9] J. Kim, K. Mohan, B. Ramesh, "Functional and nonfunctional quality in cloud-based collaborative writing: An empirical investigation", *IEEE Trans. Prof. Commun.*, vol. 57, no. 3, pp.182–203, 2014.

- [10] Microsoft, "SVG vs canvas: how to choose".
Microsoft Docs - HTML5 Graphics

저자소개

◆ 김윤지



- 동서대학교 컴퓨터공학부 재학
- 관심분야: Web-based software, React.js, View.js, Responsive Web, Cross Browsing, Linux OS

◆ 오경우



- 동서대학교 컴퓨터공학부 재학
- 관심분야: distributed processing system, Hadoop, Linux OS, React.js, Vue.js

◆ 최진혁



- 동서대학교 컴퓨터공학부 재학
- 관심분야: Software Engineering, Software design, PHP, Hybrid web

◆ 위승현



- 동서대학교 컴퓨터공학부 재학
- 관심분야: Web-based software, Android Application, Web-App

◆ 문미경



- 이화여자대학교 전자계산학과(학사)
- 이화여자대학교 전자계산학과(석사)
- 부산대학교 컴퓨터공학부(박사)
- 2005년~2006년 부산대학교 컴퓨터 및 정보통신 연구소 기금교수
- 2006년~2008년 부산대학교 정보컴퓨터공학부 연구교수
- 2008년~현재 동서대학교 컴퓨터공학부 부교수
- 관심분야: IoT응용개발 방법, 소프트웨어 품질평가, 소프트웨어 프로덕트라인 개발 방법 등