

상호응답형 3D 전자칠판에 관한 연구

이병권*, 김두훈*, 서유정*, 최진구**, 전중남***

*이술정보통신 부설연구소

**한국산업기술대학교 컴퓨터공학과

***충북대학교 소프트웨어학과

e-mail:sonic747@esolgroup.co.kr

A Development for Interactive 3D Electronic Whiteboard

Byong-Kwon Lee*, Doo-Hoon Kim*, Yu-Jeong Seo*, JinKu Choi**, Joongman Jeon**

*Research Institute of Esol Information & Communication Crop

**Dept of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

***Dept of Software Engineering, Chungbuk National University

요 약

교실 현대화 또는 교과교실 지원 사업에 의하여 현재 대부분의 학교는 2D 형 LCD 타입의 전자칠판을 설치하여 운용하고 있으며, 현재는 3D 전자칠판의 도입이 활성화되고 있는 시기이다.

본 연구는 상호응답형 3D 전자칠판에 대한 연구이다. 상호응답형 3D 전자칠판의 구성은 영상을 제어 위한 AD보드, 3D 변환을 위한 3D변환 포맷터, 해상도 제어를 위한 FRC보드로 결합되며, 상호응답형 전자칠판을 구현하기 위해 {x,y,z} 좌표 축출을 위한 전자펜 및 양안 카메라 기술을 적용했다. 또한 실시간 3D 판서 운용을 위한 3D 판서소프트웨어에 대한 구현 방법과 운용 구성에 대하여 연구했다.

1. 서론

정부의 교육정보화 시책으로 초중고 교실 현대화 사업 예산이 꾸준히 증가하고 있다. 주요 테마로는 교실현대화 사업, 교과교실운용사업, 시설개선사업 등이 있다[1]. 이에 책정된 올해 예산만해도 2,300억이며, 앞으로도 2015년까지 1조원 이상 투자할 계획이다. 이러한 추세를 맞추어 학교는 기존의 청칠판 및 화이트보드와 같이 활용하는 평판형 LCD 또는 LED 타입의 대형 디스플레이 장치를 설치하여 교육에 활용하고 있다[2].

본 연구에서는 최근 큰 이슈로 대두되는 3D 디스플레이를 활용한 3D 상호응답형 전자칠판 연구 및 3D 콘텐츠에 직접 판서가 가능한 3D 전용 판서소프트웨어를 제안한다.

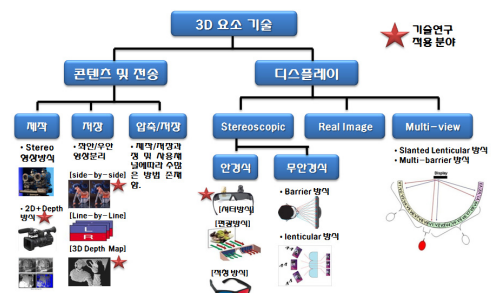
2. 관련연구

3D 디스플레이 분야의 기술은 3D TV에 가장 많이 적용되어 40~50 인치의 중소형 장치가 시장에 가장 많은 수요를 보이고 있다. 하지만 대형 인치의 3D 디스플레이는 가격이 비싸 개인 소비자가 직접 구매하기에는 부담이 있다. 대형 3D 디스플레이는 개인의 소용이 적으므로, 업계는 학교 및 관공서 등 공공기관을 대상으로 시장에 맞는 맞춤형 3D 전자칠판 개발에 주목하고 있다[3]. 이러한 3D에 대한 요소기술은 그림 1과 같다.

본 연구에서 안경식 3D 디스플레이를 통한 전자칠판에

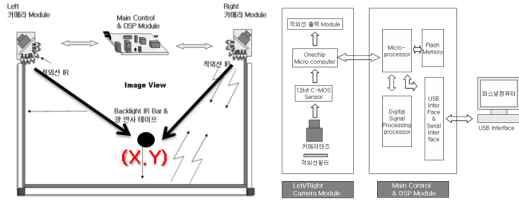
대한 연구와 상호응답형 3D 판서 소프트웨어 연구를 함께 진행했다. 사용된 3D 콘텐츠로 Side-by-Side 형의 멀티미디어 3D 콘텐츠에 판서가 가능 하도록 한다[4].

본 연구에서는 3D형 전자칠판을 구현하기 위해 기존의 여러 가지 터치 방식 중에서 카메라 센서 방식[5]을 채택하였다. 기본 원리는 양쪽 카메라 센서를 통하여 입력된 위치를 삼각 측량법으로 좌표를 산출하는 방식이다.

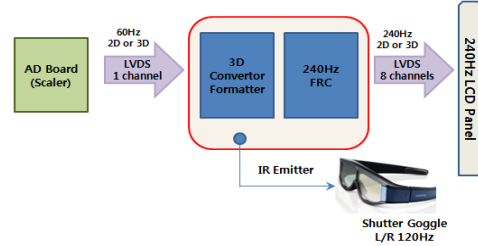


(그림 1) 3D 요소기술

그림 2는 Left 카메라 모듈과 Right 카메라 모듈을 이용하여 손(hand) 또는 딱딱한 물체가 입력될 경우 {x, y} 좌표를 산출하여 DSP 모듈로 전달하고, DSP 모듈은 USB 통신으로 PC에 좌표 데이터를 전달하는 과정을 보여준다. 수신된 좌표 데이터는 HID(Human Interface Device) 형태의 마우스로 동작하여 화면 터치 기능이 가능하도록 변환된다[6].



(그림 2) 터치원리와 데이터 전송



(그림 4) 3D 디스플레이장치 구성도

3. 상호응답형 3D 전자칠판

3.1 운용

상호응답형(인터랙티브:Interactive) 3D 전자칠판은 2D 전자칠판을 3D 전자칠판으로 새롭게 개발하는 것으로 2D 형은 단지 {x, y} 좌표만 산출하여 PC에 전달한다. 하지만 3D 전자칠판은 {x, y, z} 좌표를 전달해야 한다. 이때 {z} 좌표는 깊이(depth)를 나타낸다.



(그림 3) 좌표산출 방법과 3D운용 및 관리

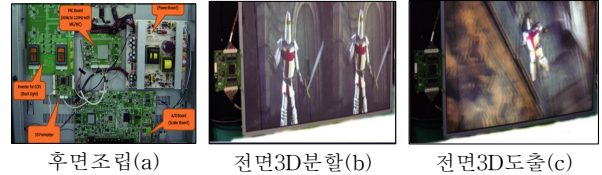
그림 3은 3D 좌표 산출하는 방법과 3D 운용 및 관리 방법이다. 좌표 산출은 수동 방법과 자동으로 구분된다. 수동 방법은 카메라 센서를 활용하여 {x, y} 좌표를 수집하고 {z} 좌표는 전자펜을 활용한 깊이 값을 조절로 수집한다. 자동방법은 {x, y, z} 좌표를 양안 카메라를 활용하여 측정하는 방식이다[7]. 기존 3D 콘텐츠에 대한 실시간 판서는 3D 전용 재생기를 통하여 3D 멀티미디어 콘텐츠 재생하고 판서시 판서할 영역에 대한 오버레이(Overlay) 작업을 통하여 진행한다. 또한, 3D 콘텐츠 관리는 판서된 내용을 녹화하여 실시간으로 기록한 후 3D 전용 관리시스템인 CMS(Content Management System)에 보관하여 운용 한다[8].

3.2 3D 전자칠판 구성

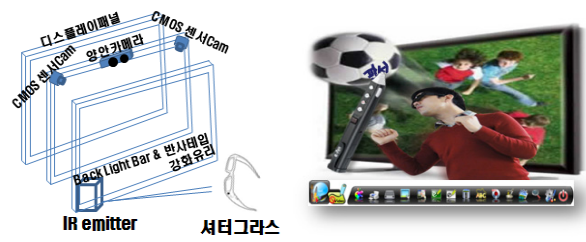
3D 전자칠판은 신호변환 및 해상도 조절을 위한 스케일러(AD Board), 3D 변환을 위한 3D 포맷터(3D Converter Formatter), 주파수 변환을 위한 FRC(Frame Rate conversion) 및 3D 디스플레이 패널로 구성된다. 기존 2D 형 디스플레이 장치와 3D 변환 포맷터가 있다는 점이 다르다[9].

그림 4는 3D 디스플레이 장치의 구성도이다. AD Board 를 통하여 RGB, DVI, HDMI 신호를 입력받아 해상도에 맞도록 신호를 변환하고, LVDS(Low Voltage Differential Signalling) 통하여 신호를 LCD 패널로 전달한다. LVDS 에서 수신된 신호는 3D 변환 포맷터를 이용하여 3D 영상으로 변환되고 셔터 방식의 경우 안경과 IR Emitter 간의 동기화 통하여 안경의 셔터와 매칭 된다. 3D로 변환된 신호는 FRC보드를 통하여 영상 주파수를 결정한다. 최종적으로 1 채널의 영상을 최대 8 채널까지 확장하여 3D를 구현할 수 있다[10].

그림5는 3D 디스플레이 조립 및 시험 테스트 결과이다. 그림 5-a는 시스템을 구현한 사진이고, 그림 5-b는 Side-by-Side 형태로 두 개로 분할된 영상이며, 그림 5-c는 분할된 화면을 한 개의 영상으로 합성하여 3D 화면으로 표현된 것이다.



(그림 5) 3D 디스플레이 구성

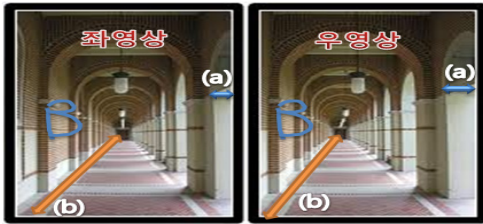


(그림 6) 상호응답형 3D 전자칠판

그림 6은 상호응답형 3D 전자칠판의 구성을 보여준다. 3D 디스플레이 장치에 터치가 가능하도록 카메라 센서인 CMOS 센서를 부착하고, 양안 카메라를 활용하여 자동으로 거리를 측정하도록 설계되었다. 그리고 그 위에 사용자 보호(눈부심현상, 유리파손)를 위해 무반사 강화 유리가 부착되어 있다.

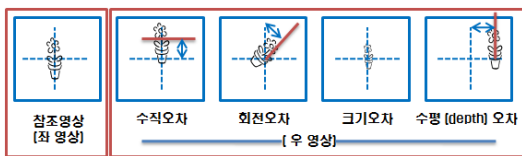
3.3 3D 판서 소프트웨어

3D 판서 소프트웨어는 기존 2D 판서 소프트웨어와 차이가 있다. 2D의 경우, 2차원 평면에 {x, y} 좌표를 수집하여 선(line) 형태의 자유 곡선으로 판서를 진행한다. 하지만, 3D 판서는 기본적인 2D 판서에 깊이 조절({z} 좌표 축출)하는 기능이 추가되어야 한다. 3D 판서의 원리는 3D 콘텐츠에 따라 정해지는데 side-by-side 형 콘텐츠 경우 왼쪽과 오른쪽 공차가 판서의 깊이를 조절한다[11].



(그림 7) 3D 판서의 원리

그림 7은 side-by-side 형 콘텐츠에 대한 좌영상과 우영상의 차이를 도식화한 것이다. 좌영상과 우영상이 얼마나 틀어져 있는가가 깊이를 조절하는 단초가 되어 3D의 깊이가 결정된다. 그림 7에서 (a)는 왼쪽으로 우영상이 이동한 것을 알 수 있고, 이를 3D로 변환하면 앞으로 튀어나오게 되는 것이다. 또한 (b)의 경우 오른쪽으로 우영상이 이동되어 보여 안쪽으로 더 들어가 보이는 원리이다. 이러한 원리를 이용하여 두 영상에 대한 잉크 캔버스(판서도구: ink-canvas)를 두 개로 만들어 판서를 진행한다 (예 "B"). 그림 8은 그림 7의 기본 이론을 바탕으로 오차를 이용한 좌표 산출이론을 설명한 것이다. 결론은 좌영상과 우영상의 차이로 3D 콘텐츠에 판서가 진행된다.



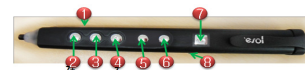
(그림 8) 3D 좌표 산출을 위한 기본 산출방법

그림 9는 자동으로 {x, y, z}를 산출한 결과이며, 양안 카메라를 활용하여 원격에서 판서가 가능함을 설명하고 있다. 양안 카메라를 이용하여 손의 위치를 파악하고, 깊이를 조절하기 위해 교수자가 앞으로 이동 가능하거나 혹은 그림 9와 같이 특정 면적을 산출하여 크기 오차로 깊이를 측정할 수 있다.



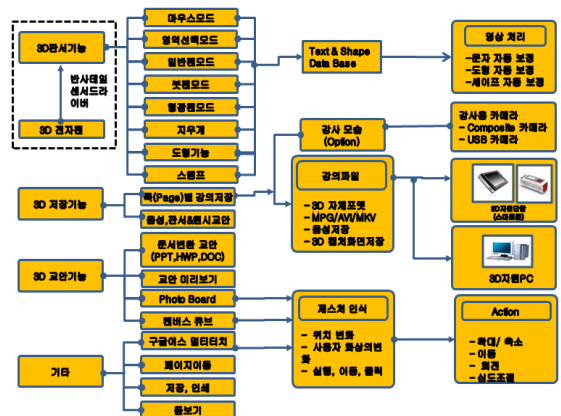
(그림 9) 원격지 마우스 제어 및 깊이 조절

하지만, 이와 같은 방법은 깊이 {z} 값의 조절이 세밀하지 못하여 원격지 판서시 정확도 면에서 떨어진다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 수동으로 깊이를 보정하도록 만들 수 있다. 자이로(Gyro) 기능이 탑재된 전자펜을 사용하면 깊이를 좀 더 쉽게 조절할 수 있다. 제안하는 두 가지 방법은 솔루션 측면에서 적절히 선택하여 사용해야 될 것이다. 본 연구에서는 그림 10과 같은 자이로 전자펜을 사용하였다. 이 전자펜은 3D 판서를 위한 깊이(심도) 조절은 물론 마우스의 기본 제어 기능과 레이저 포인트, 그리고 자이로 on/off 기능을 포함하고 있다.



번호	Mode		설명	비고
	3D제어모드	3D판서모드		
(1)	Mode1	Mode2	Mode 1, Mode2 변경	
(2)	심도+	색변경	심도 및 색변경	
(3)	심도Offset 설정	판서/마우스	심도 및 판서/마우스	
(4)	심도-	지우개	심도 및 지우개(부분, 모두)	
(5)		마우스왼쪽	실행 및 판서용	
(6)		레이저포인트	프리젠테이션용	
(7)		Air 마우스 on/off	자이로센서 동작여부	
(8)		PenPower On / off	펜의 전원 On/off	

(그림 10) 수동깊이 조절 및 원격판서용 도구



(그림 11) 3D 판서소프트웨어 메뉴구성

그림 11은 3D 판서 소프트웨어의 메뉴 구성이다. 자이로 전자펜은 무선 RF 통신을 사용한 USB 수신 동글을 통하여 컴퓨터와 연결되어 3D 전자칠판과 연동된다.

또한, 3D 콘텐츠 입력으로 정지영상 및 동영상 지원하며 원격지에서 제어 가능하도록 제스처 인식기능(예, 부

분 및 전체 지우개 기능)을 지원한다.

4. 결론

2D 전자칠판 시장은 10년 전에 시작되어 지금까지 학교 시장에서 큰 호응을 보이며 활용되고 있다. 디스플레이 시장이 3D로 옮겨가면서 3D 전자칠판의 시장이 도래하고 있다. 3D 디스플레이는 학교와 같은 교육기관에 도입되고 있는 초기 단계이며, 아직까지 콘텐츠의 부재와 학습효과를 향상시킬 수 있는 솔루션이 부족하여 3D 전자칠판의 보급효과는 좋지 못한 실정이다.

이에 본 연구에서 3D 전자칠판을 제안하고 3D 콘텐츠에 판서가 가능한 솔루션을 개발하였다. 이로써, 향후 3D 전자칠판의 활성화에 큰 기여를 할 것으로 판단된다. 향후 진행 방향으로 3D 콘텐츠 관리시스템에 대한 연구가 필요하고 협업을 통한 학습이 가능한 솔루션 개발이 필요하다.

본 연구는 2011년 중소기업청 창업성장지원사업 과제로 수행되었음.

참고문헌

- [1] "2012년 교육청 계획", <http://blog.daum.net/ghkdgdwn/17429762>
- [2] "교실에서 전자칠판, 테블릿PC 등 첨단 IT 시스템 사용 시작돼", <http://www.boannews.com/media/view.asp?idx=24703&kind=1>
- [3] "3D 전자칠판까지, 차세대 프로젝트", http://www.ebuzz.co.kr/content/buzz_view.html?uid=84182
- [4] Weiyi Wang, Kaye, W.R. "Improvement of Compton imaging efficiency by using side-neighbor events" Nuclear Science Symposium Conference Record(NSS/MIC), 2010 IEEE, Oct. 30 2010–Nov.6 2010 pp 1101–1103.
- [5] 주성신, "3D-TV 기술 및 표준화" 삼성전자, Feb.2, 2011.
- [6] Slay, H., Siebörger, I., and Hodgkinson-Williams, C. Interactive whiteboards: Real beauty or just "lipstick"? Comput. Educ. 51, 3 (Nov. 2008), 1321–1341.
- [7] Kinect From Wikipedia, the free encyclopedia, <http://www.scribd.com/doc/35396405/Kinect-Abstract>.
- [8] Sookhanaphibarn, K., Thawonmas, R. "A Content Management System for User-Driven Museums in Second Life", Cyberworlds, 2009, CW'09. International conference on, 7–11 Sept. 2009, pp 185–189.
- [9] Pourazad, M.T., Nasiopoulos, P.; Ward, R.K., "Conversion of H.264-encoded 2D video to 3D format, consumer Electronics(ICCE), 2010 Digest of Technical Papers International conference on, 9–13 Jan. 2010, pp 63–64.

[10] Christensen, H.V., "Retrieval of 3D-position of a passive object using infrared LEDs and photodiodes", Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2005. Proceedings. (ICASSP '05). IEEE International Conference on, 18–23 March 2005, pp1093–1096 Vol.4

[11] C. J. Lim, Y.M. Lee, Yun-Guen Jeong "Development of eye tracking interface for 3D contents control", Vol. 24, No.1, pp.13~20, March 2011.