

특수교육용 실감형 디지털 마이크로 미러 시스템 설계

최종호*

Design of Realistic Digital Micromirror System for Special Education

Jong-Ho Choi*

요약 지적 장애학생을 대상으로 하는 기존의 주입 및 일방적 학습 방법은 특수교육 성과에서 큰 한계를 노출하고 있다. 따라서 본 연구에서는 증강현실 기술과 다양한 사용자 인터랙션 기술을 활용하여 학습자 스스로가 콘텐츠를 조작하고 다양한 영상콘텐츠를 접하면서 학습에 몰입할 수 있는 디지털 마이크로 미러 시스템을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 시스템을 상용화하여 특수교육 현장에서 수행한 전문가 검증 결과, 본 논문에서 제안한 시스템은 몰입감을 높여 학습효과를 증진시킬 수 있다는 점에서 특수교육에 매우 유용하다는 것을 확인하였다.

Abstract The conventional simple-injection and unilateral-learning methods have the great disadvantages in special education outcomes for intellectual disabilities student. In this paper, we propose a digital micro-mirror system that learners themselves can manipulate the contents by using the various technology on user-interaction and augmented reality. Through the verification tests conducted by special education professionals, it is confirmed that the proposed commercial system can be used as a useful system in the special learning fields requiring high immersion.

Key Words : intellectual disabilities, special education, micro-mirror system, augmented reality

1. 서론

본 논문에서 새롭게 제안한 것은 미국의 ADL, Vision 2020, EU의 Time2Learn, 그리고 교육미래 보고서 제공 기관 NMC 등에서 공통적으로 제시하고 있는 미래 특수교육용 스마트 러닝 시스템[1,2,3]을 제안하여 특수교육은 물론 체험형 과학교육 등 다양한 교육분야에 응용하고자 하는 것이다.

현재 일반인 기준의 교재들이 시장을 점유하고 있는 환경에서 제작된 일부의 특수교육용 교재는 콘텐츠 내용이 매우 부실하고, 지적 장애인을 대상으로 사용하기에는 교육적 성과의 측면에서 매우 미흡하다. 그러므로 e-러닝, u-러닝,

g-러닝 등의 분야에서 증강현실을 이용한 감성 표출형 특수교육용 콘텐츠가 사용될 경우, 그 파급효과는 매우 높을 것으로 예상된다. 따라서 본 논문에서는 지각능력이 일반인보다 미흡한 장애인 교육에 사용하여 호기심을 자극하고 몰입도를 높이며 감성을 자극함으로써 교육 효과를 극대화 할 수 있는 특수교육 시스템을 제안하였다.

아날로그와 디지털 정보를 결합한 콘텐츠는 증강현실을 기반으로 한 전자책의 일종인 디지로그 북(Digilog Book)이 대표적인 예이다[4]. 아날로그와 디지털 정보를 결합한 새로운 형태의 콘텐츠는 종이책 위에 디지털 정보를 투사하여 종이 위에 다양한 멀티미디어 요소를 만들어

This paper is the result of a study by the Kangnam University Intramural Research Support Project 2013.

*Corresponding Author : Department of Electronic Engineering, Kangnam University, Yongin, Korea(jhchoi@kangnam.ac.kr)

Received march 3, 2015

Revised march 24, 2015

Accepted april 1, 2015

내는 방법이다.

일반적인 소형 프로젝터는 고해상도의 영상을 프로젝션 할 수 있는 DMD(Digital Micromirror Device), 이를 구동하고 외부 인터페이스 기능을 제공하는 DMD 컨트롤러, 출력되는 아날로그 신호를 구동하는 DMD 드라이버, 구동 프로그램을 저장하는 Controller Configuration PROM 등으로 구성된다[5].

본 논문에서는 범용의 소형 프로젝터와 차별화하여 일방적 투사방식인 DMD에 CMOS 센서 모듈을 삽입한 일체형 디지털 마이크로 시스템(DMS : Digital Micromirror System)를 제안하였다. 소형 프로젝터를 통한 정보출력과 CMOS 센서를 통한 정보입력이 동시에 가능한 양방향 기능의 구현으로 사용자와의 인터페이스를 강화할 수 있는 전용 시스템이다. 아울러 특수교육용 콘텐츠의 실감성 및 효능성을 높이기 위해 제안 시스템에 4D 모듈을 장착함으로써 분무기, 모터, 초음파 수증기 발생기 등을 제어할 수 있는 기능을 구현하였다.

본 논문에서 제안한 시스템을 상용시스템으로 개발하고, 전문가의 시연을 통해 정량적 평가를 수행한 결과, 교육성과의 측면에서 매우 유용한 시스템으로 평가되었다. 향후, 스탠드형 DMS 전용 HUI(Human- User Interface)와 브라우저, 특수교육용 증강현실 콘텐츠의 개발 등을 병행할 경우 본 시스템의 활용도는 다양한 교육 분야에서 그 활용도가 매우 높을 것으로 기대된다.

2. DMS 모듈 구성

본 논문에서 제안한 DMS의 구성도를 그림 1에 나타냈다. 아날로그 인쇄매체에 디지털 학습 콘텐츠를 투사함으로써 학습효과를 제고할 수 있는 시스템이다. 제안한 시스템에는 아날로그 인쇄물에 XVGA 및 HVGA급 디지털 콘텐츠의 투사가 가능한 DLP(Digital Light Processing) 피코 프로젝션 디바이스를 장착하였다. 7 lumens의 밝기와 1000 : 1 대비, USB 2.0, 130

만 화소, 30fps, 최대 1280 × 1024 해상도를 갖는 시스템이다.

4D 모듈은 콘텐츠에 부합하는 바람, 수증기, 안개 등을 발생시키기 위한 USB/Serial 통신용 이벤트 발생 장치로서 통신 프로토콜이 포함된 수증기 발생기, 분무기, 모터 제어장치 등으로 구성되는 시스템이다.

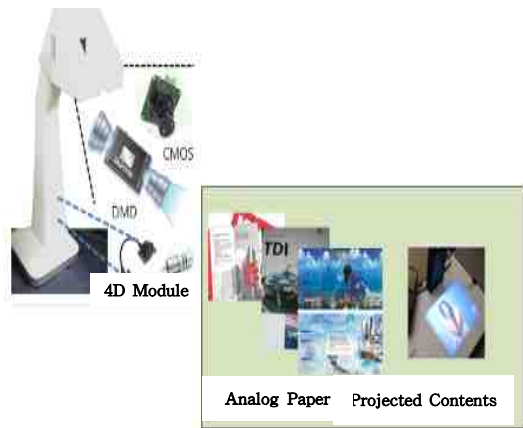


그림 1. 스탠드형 DMS 블록도
Fig. 1 DMS block diagram of stand type

3. 프로젝터 카메라 일체형 DMS

일방적 투사방식인 프로젝터의 DMD에 CMOS 카메라 모듈을 삽입한 일체형 DMS 시스템을 설계하는 것을 목표로 프로젝터를 통한 정보출력과 CMOS 카메라 모듈을 통한 정보입력이 동시에 가능한 양방향 기능을 구현함으로써 사용자 인터페이스를 강화하였다. RGB/IR 광원 기반 DMS, 적외선 가시패턴 프레임 제어 기술 등이 포함된다.

본 논문에서 제안한 일체형 DMS 모듈은 일정 높이에서 디지털 콘텐츠를 투사할 수 있고, 손끝 인식 인터랙션을 위한 적외선 카메라와 실사물 인식을 위한 RGB 카메라를 내장한 시스템이다.

본 시스템에 내장된 주요 모듈의 구체적인 명세를 표 1에 나타냈다.

표 1. DMS 모듈의 명세

Table 1. Specifications of DMS modules

Classification	Specification
RGB CMOS 카메라	: Image Size : VGA(640x480) : Sensor Size : 1/4" : Max. Image Transfer Range : 30fps for VGA : Interface : USB 2.0 : Output Format Support : MJPEG, YUV
Infrared CMOS 카메라	: HUV09+IR Filter : Image Size : VGA(640x480) : Sensor Size : 1/4" : Max. Image Transfer Range : 30fps for VGA : Interface : USB 2.0 : Output Format Support : MJPEG, YUV
Pico-Projector	: Optoma PK320(TI DLP Tech., 120x70x30mm) : Resolution : WVGA(854x480) : DLP 0.3", 100 ANSI : Contrast Range : 3000:1

프로토타입 형태의 스탠드형 플랫폼 디자인을 그림 2에 나타냈다. 그림 2에 나타낸 바와 같이 상단 높이를 줄이기 위해 프로젝터를 눕혀 영상을 아래쪽으로 투사할 수 있도록 거울을 이용하고, 상단 내부에는 프로젝터, IR 레이저 다이오드, CMOS RGB 카메라, CMOS IR 카메라가 장착되는 시스템으로 상단과 하단으로 구분된다.

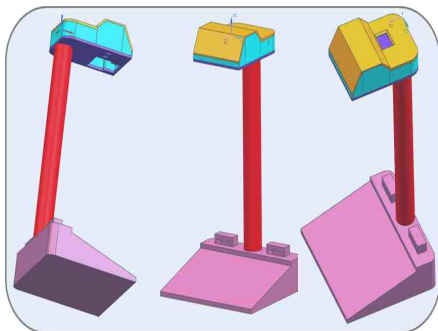


그림 2. 스탠드형 플랫폼 디자인

Fig. 2. Platform design of stand type

본 논문에서 제안한 DMS는 프로젝터부, 카메라부, 스피커부, 4D 모듈부, 커넥터부, 전원부 등으로 구성된다. 그림 3에 제안 시스템의 부품 배치도를 나타냈다.

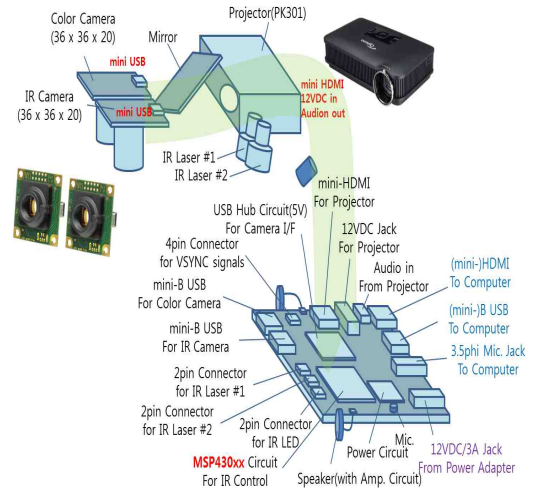


그림 3. DMS 부품 배치도

Fig. 3. DMS components layout

콘텐츠의 실감성 및 효능성을 높이기 위한 목적으로 콘텐츠에 부합하는 바람, 수증기, 안개 등을 발생시키기 위한 4D-모듈은 MCU 코어를 기준으로 스탠드형 기구 하단 부분에 장착하는 것으로 설계하였다. 외부 전압 12V를 고려하여 파워 레귤레이션 부분에는 LM7805 레귤레이터로 설계하였고, 4D 효과를 발생시키기 위한 장치는 2.54mm 커넥터로 연결하도록 하였으며, 릴레이를 통해 마이크로컨트롤러가 제어할 수 있도록 하였다. 그림 4에 4D 모듈 시스템의 블록도를 나타냈다.

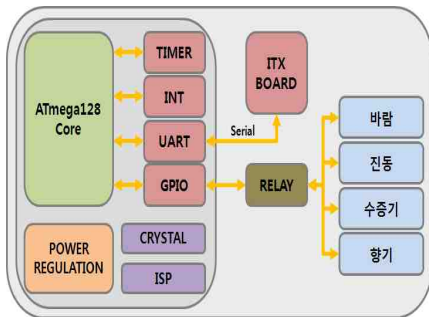


그림 4. 4D 모듈 시스템의 블록도

Fig. 4. Block diagram of 4D module system

4D 모듈이 포함되는 회로 보드의 크기는 60x60(mm)로 상단에 대부분의 부품들을 배치하여 디버깅하기 편하도록 설계하였으며, 모듈의 소형화를 위해 릴레이 방식이 아닌 디지털 포토 커플러 방식을 사용하였다. 그림 5에 4D 모듈의 아트워크 결과를 나타냈다.

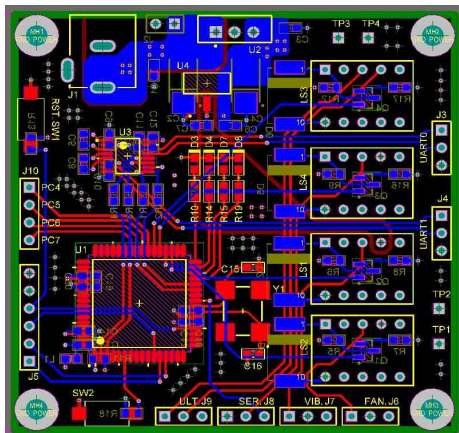


그림 5. 4D 모듈 아트워크

Fig. 5. Artwork of 4D module

최종적으로 개발한 상용 스탠드형 DMS 를 그림 6에 나타냈다.



그림 6. 상용 스탠드형 DMS

Fig. 6. Commercial DMS of stand type

4. 특수교육용 콘텐츠 및 시스템 평가

본 논문에서 제안한 시스템의 활용 목적은 스탠드형 프로젝터에서 각종의 디지털 콘텐츠를 아날로그 북에 투사하여 학습효과를 극대화하는 교육서비스를 제공하는 것이다[6]. 지적 장애인을 대상으로 하는 콘텐츠를 최우선적으로 고려한 애니메이션을 목표로 플래시를 이용하여 제작하였다. 표 2에 디지로그 북의 일부 구성 내용을 나타냈다.

표 2. 디지로그 북의 구성내용
Table 2. Contents of digilog book





본 논문에서는 제안된 시스템 및 콘텐츠의 유용성을 정량적으로 평가하기 위해 특수교육 관련 종사자를 대상으로 설문조사를 시행하였다. 상용시스템의 개발에서 콘텐츠의 화질 및 동기 에 관한 사용자 평가는 매우 중요한 요소이기 때문이다. 전문가 설문을 통해 평가한 정량적 평가결과를 표 2에 나타냈다.

표 2. 제안 시스템 및 콘텐츠 사용자 만족도 평가
Table 2. User satisfaction assessment of proposed system and contents

문항		평가 (10점 만점)		
		남	여	전체
수요성	사용자라면 본 콘텐츠의 구매의사가 얼마나 되는가?	9.3	8.7	9.0
편의성	손인식 기반의 인터페이스의 편리함은 어느 정도인가?	9.7	9.8	9.7
콘텐츠 만족도	특수교육 콘텐츠 내용의 만족도는 어떠한가?	9.5	9.0	9.3
전문성	시스템 구현의 어려움은 어느 정도 인가?	9.8	9.6	9.7
가독성	프로젝션 환경에서 투사되는 콘텐츠 UI의 시인성은 어느 정도인가?	9.0	8.6	8.8
디자인	콘텐츠 UI 환경이 현재의 스마트폰 UI 환경과 비교했을 때 경쟁력이 있는가?	8.0	8.4	8.2
실용성	LiveBook을 실생활에서 사용할 경우 유용할 것으로 보이는가?	9.2	9.3	9.3
총 평점			9.2	

5. 결론

본 논문에서는 특수교육은 물론 체험형 과학 교육 등 다양한 교육분야에 응용할 수 있는 미래 특수교육용 스마트 러닝 시스템을 제안하고, 이를 상용시스템으로 개발하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 일방적인 투사방식인 피코 프로젝터의 DMD에 CMOS 센서모듈을 삽입한 일체형 DMS로 디지털 콘텐츠 출력과 사용자 인터랙션을 위한 정보 입출력이 동시에 가능한 양방향 기능을 갖는 시스템이다.

본 논문에서는 제안한 DMS와 디지로그 북의 유용성을 평가하기 위해 전문가 설문평가를 수행하였다. 그 결과, 수요성, 편의성, 가독성, 실용

성 등의 측면에서 특수교육 현장에서 활용도가 매우 높을 것으로 평가되었다.

향후 연구과제는 전용 인터페이스 및 브라우저와 다양한 증강현실 지원 시스템을 개발하는 것이다.

REFERENCES

- [1] "The Korean Contents Industry Trend Analysis Report on Quarter 2010," KOCCA, July 2010.
- [2] Gum-Sook Hoang, "An Experimental Study on Reading Effect of E-book," Korean Biblia Society for Library and Information Science, No. 17, Issue 1, pp.47-62, July 2006.
- [3] Seong-Won Park, Duk-Shin Oh, "Mobile Contents for Learning of English Presentation based on Android Platform," Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 16, No. 5, pp.41-50, 2011.
- [4] T. Ha, Y. Lee, W. Woo, "Developmental Status and Prospect of Digilog Book based on the Interactive AR," Korea Multimedia Society, No. 13, Issue 3, pp.89-98, Sept. 2009.
- [5] "Pico Projector Market and Technical Trend Report," IT Parts Monitoring Report, 09-26, NIPA.
- [6] Chul-Su Lim, Jong-Ho Choi, Jae-Wan Choi, "Live Book Service System Mixed Analog and Digital Contents". Journal of the Korea Society of Computer and Information, Vol. 16, No. 9, pp.97-105, 2011. 9.

저자약력

최 종 호(Jong-Ho Choi)

[중신회원]



- 1982년 2월 : 중앙대학교 전자공학과 (공학사)
- 1984년 2월 : 중앙대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1987년 2월 : 중앙대학교 전자공학과 (공학박사)
- 1990년 3월 ~ 현재 : 강남대학교 전자공학과 교수

<관심분야>

영상정보통신, 제스처인식, 혼합현실 설계