

MR 기반 침술 훈련 시스템을 위한 침술 컨트롤러 및 인체모형 설계

(Design of Acupuncture Controller and Dummy for Acupuncture Training System based MR)

류창주*, 이상덕**, 한승조***

(Chang Ju Ryu, Sang Duck Lee, Seung Jo Han)

요약

현재 교육시장의 추세는 4차 산업혁명과 ICT의 발전으로 다양한 기술이 교육 시스템에 접목된 에듀테크 기술로 발전하고 있다. 특히 가상공간에서 실제와 같은 몰입감 있는 학습효과가 가능한 에듀테크 시스템 시장이 확대되고 있다. 하지만 국내 한의학 교육은 침술을 훈련하고 평가하기 위한 교육시뮬레이터 및 시스템의 부재로 객관적이지 못한 교육이 진행되고 있다. 본 논문에서는 “침술 훈련 시스템을 위한 경혈점 콘텐츠 및 인체모형 설계”의 후속연구로 경혈점 교육 효과의 증대를 위한 침술컨트롤러 및 인체모형을 제안한다. 제안하는 침술컨트롤러와 인체모형을 통해 경혈점 데이터 정확도 측정 및 콘텐츠 모션 인식률에 대한 침술부위의 정확성을 제시한다. 또한 컨트롤러의 환경신뢰성 평가를 위한 온습도 및 온도변화 시험 결과를 제시한다.

■ 중심어 : 혼합현실 ; 침술 컨트롤러 ; 인체모형 ; 경혈점 ; 침술훈련

Abstract

The current trend of the education market is the development of the fourth industrial revolution and the development of ICT, and various technologies are developing into edu-tech technology that is integrated into the education system. In particular, the market for edu-tech systems capable of lifelike immersive learning effects in virtual space is expanding. However, education in Korean medicine is not objective because of the absence of educational simulators and systems to train and evaluate acupuncture.

In this paper, we propose an acupuncture controller and a human body model to increase the effectiveness of acupuncture point training as a follow-up study of “Design of Acupuncture Contents and Dummy for Acupuncture Point Training System”. Through the proposed acupuncture controller and Dummy, the accuracy of acupuncture points for the acupuncture point data matching and content motion recognition rate is presented. In addition, the results of temperature and humidity and temperature change tests for evaluating the environmental reliability of the controller are presented.

■ keywords : Mixed Reality ; acupuncture controller ; dummy ; acupuncture point ; acupuncture training

I. 서론

통신 산업의 발전과 4차 산업혁명의 도래, 5G 구축과 더불어 ICT 분야에서 미래 유망 원천기술 확보 및 4차 산업혁명 기술 혁신을 표방하면서 디지털 콘텐츠 분야인 혼합현실 기술 고도화를 통해 초실감을 제공하고 다양한 사회적 경험을 증폭시키는 콘텐츠와 이를 구동할 수 있는 통합 시스템 개발이 증가하고 있는 추세이다[1-2].

자동화와 인공지능 기술의 발달에 따라 대규모 직업기술 재교육에 대한 투자가 이루어질 것으로 예상되며, 특히 AR, VR 기술을 활용한 교육 콘텐츠 시장은 2025년까지 150억 달러 규모로 성장할 전망이다. AR, VR 및 MR 등 에듀테크 시장을 이끄는 첨단 디지털 기술의 발전으로 현실공간에서도 실제와 같은 학습효과가 가능한 가상현실 관련 기술 시장이 확대되고 있다. 이러한 경향은 전통적인 강의 일변도의 교육에서 벗어나 구체적인 임상기술을 전달 할 수 있는 교육이 병행되어야 함을 피력하고 있으며, 특히 생명을 다루는 의학교육 및 의료현장에서 디지털 기술을 기용한 실감 체험형 학습의 중요도는 더욱 높아지고 있다.

* 정회원, 조선대학교 정보통신공학과 박사과정

** 정회원, 조선대학교 정보통신공학과 공학박사

*** 정회원, 조선대학교 정보통신공학과 교수

접수일자 : 2020년 01월 29일

수정일자 : 2020년 05월 27일

게재확정일 : 2020년 06월 02일

교신저자 : 한승조, e-mail : sjbhan@chosun.ac.kr

표준화된 교육과정을 통한 첨단 의료 교육 활성화를 위해 인공적인 신체모형을 만들거나 햅틱장비 등을 이용하여 다양한 의료 시뮬레이터 교육이 증가하는 상황에서 한의학 교육 현장에서는 의료 기술을 객관적으로 평가할 수 있는 표준화된 모델의 부재로 개인의 감에 의존한 의료기술 및 훈련이 이루어지고 있는 실정이다.[3,4]

현재 4차 산업혁명 시대에서 가상현실 기술은 고비용, 고위험을 동반하는 다양한 상황들을 가상수술, AI 의사 등 첨단 기술을 도입하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 수행 할 수 있도록 개발되고 있으며, 다양한 기술 개발을 통해 가상현실 기술 및 콘텐츠의 기대효과를 제고할 수 있다[5-8].

본 연구는 “침술 훈련 시스템을 위한 경험점 콘텐츠 및 인체모형 설계”의 후속연구로 국내 한의대에서 가장 많은 숙달을 요구하는 경험점 교육 효과의 증대를 위해 MR 기반 침술훈련을 위한 인체모형 및 침술 컨트롤러를 제안한다[9].

제안하는 시스템은 한의학 교육을 위한 침술 컨트롤러 시스템으로 혼합현실 기반의 교육용 콘텐츠, 이를 사용하기 위한 컨트롤러 및 인체모형으로 구성된다. 본 연구에서는 제안하는 시스템의 인체모형과 경험점 데이터 정합도 측정 및 콘텐츠 모션인식률에 대한 침술부위의 정확성을 측정하여 제시한다. 또한 제작하는 컨트롤러의 환경신뢰성 평가를 위해 고온고습, 온도변화 시험을 진행하여 측정 결과를 제시한다.

II. 본 론

1. 침술훈련 시스템 설계

가. 시스템 구성

사용자가 사용하는 HMD, 컨트롤러, 인체모형과 서버내의 콘텐츠, 인터페이스로 크게 구분한다. 서버내에서는 MR 엔진에 의해 각 콘텐츠와 인터페이스가 유기적으로 연계되며, 서버와 컨트롤러는 Immersive MR Training 시스템을 통해 연동된다. 그림 1은 전체 시스템 구성 개념도를 나타낸다.

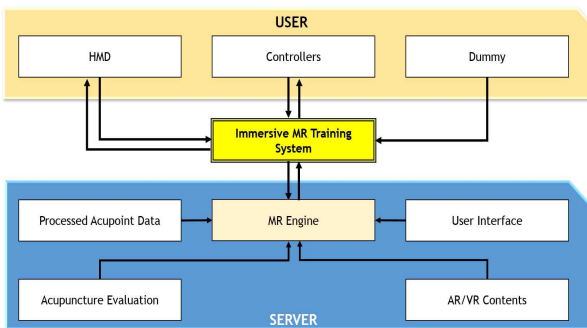


그림 1. 전체 시스템 개념도

나. 데이터 흐름도

콘텐츠를 구현하기 위해 컨트롤러에서 위치추적 데이터와 압력 데이터를 받고, 인체모형으로부터 콘텐츠 정합을 위한 위치추적 데이터를 받아 서버로 전달하면, 서버는 3D 데이터 및 각종 정보를 센서에서 받은 데이터와 결합하여 MR 콘텐츠로 HMD에 디스플레이 한다. 그림 2는 제안하는 시스템의 데이터 흐름도를 나타낸다.

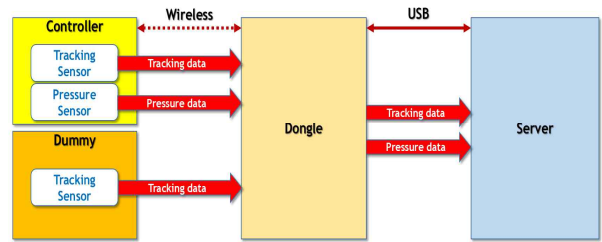


그림 2. 데이터 흐름도

2. 제안하는 컨트롤러 및 제어 인터페이스

가. 컨트롤러

시침시 깊이 및 압력데이터를 위한 압력센서와, 인체모형 위에서 컨트롤러 위치 추적을 위한 위치센서를 포함하며 서버와의 통신을 위한 신호발신모듈 및 전원충전부로 구성된다.

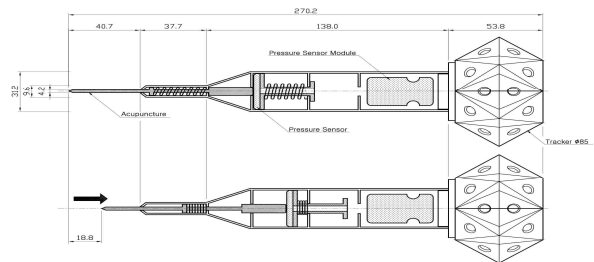


그림 3. 제안하는 컨트롤러 평면도

(1) 침술 컨트롤러 제작



그림 4. 3D 프린팅을 이용한 케이스 제작

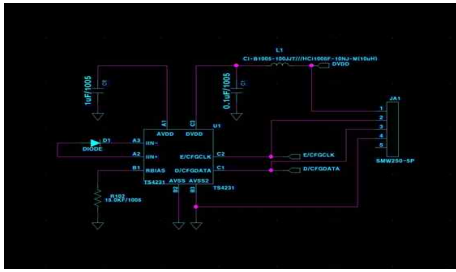


그림 5. 메인 컨트롤러 센서부 회로도

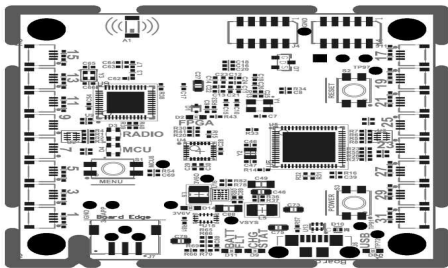


그림 6. 메인 컨트롤러 PCB Artwork

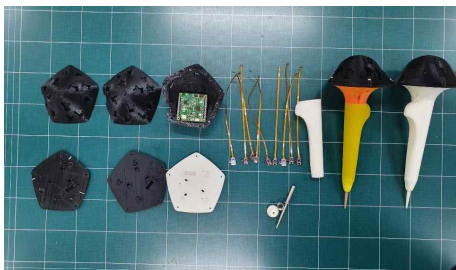


그림 7. 컨트롤러 최종 프로토타입

나. 컨트롤러 센서 데이터 추출

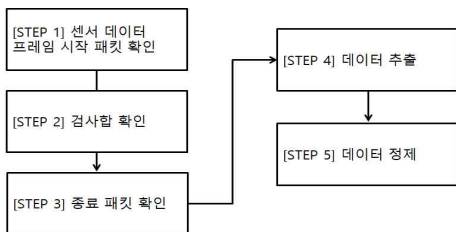


그림 8. 센서 데이터 추출과정

모든 확인 절차 종료 후 압력센서 데이터와 위치추적 센서 데이터를 추출하고 추출된 데이터는 x, y, z축 순으로 저장된다. 센서로부터 수신되는 데이터는 범위가 넓어 센서의 환경 및 외부적인 영향에 의해 데이터의 과동이 생길 수 있으므로 수신된 데이터의 정제를 위한 평균 필터 알고리즘을 적용하였다.

3. 제안하는 시스템의 인체모형

가. 침술훈련 및 평가 시스템을 위한 인체모형

인체모형은 아시아 남성을 모델로 180cm 기준으로 제작하였으며 한의학 전문가의 자문을 받아 최종적으로 외형을 제작하였다. 3D 스캐닝을 진행하기 위해 인체모형위에 스티커를 이용하여 경혈점을 표시하였으며 노이즈 최소화를 위해 다양한 특징점을 입력하였다. 침술 훈련을 위한 인체모형으로 혈자리의 기본이 되는 골격과 근육을 가시적으로 제작하였으며 FRP 재질을 사용하여 견고함을 부각시켰다.

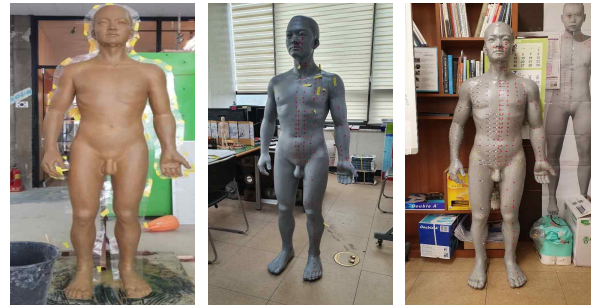


그림 8. 침술훈련 및 평가를 위한 인체모형

4. 제안하는 시스템의 성능평가

시험환경은 표 1과 같다.

표 1. 측정 시스템 사양

| 구분 | 사양 |
|-------|---|
| 구동 PC | - OS : Windows 10 64bit - CPU : Intel Core i5-7500 @3.40GHz - RAM : 16GB - VGA : NVIDIA GeForce GTX 1050 |
| HMD | - 제품명 : VIVE Pro - 재생 빈도 : 90Hz - 시야 : 110° - 해상도 : 1080 X 1020 |

가. 인체모형과 경혈점 데이터 정합도 측정

인체모형과 경혈점 데이터간의 정상정합 여부를 측정하기 위한 실험으로 트래킹 센서를 OFF->ON 후 2초 안에 인체모형과 경혈점 데이터가 정합이 되면 성공으로 판단하였으며, 총 50회 반복하여 평균값을 계산한 결과 96%의 정확도를 만족하였다. 표 2는 트래킹 센서를 이용한 인체모형과 경혈점 데이터의 결합 결과를 나타낸다.

표 2 트래킹 센서를 이용한 인체모형과 경혈점 데이터 정합 결과
(정합결과 : T : True, F : False)

| 횟수 | 정합결과 | 횟수 | 정합결과 | 횟수 | 정합결과 | 횟수 | 정합결과 | 횟수 | 정합결과 |
|-------------------------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|
| 1 | T | 11 | T | 21 | T | 31 | T | 41 | T |
| 2 | T | 12 | T | 22 | T | 32 | T | 42 | T |
| 3 | T | 13 | T | 23 | T | 33 | T | 43 | F |
| 4 | T | 14 | T | 24 | T | 34 | F | 44 | T |
| 5 | T | 15 | T | 25 | T | 35 | T | 45 | T |
| 6 | T | 16 | T | 26 | T | 36 | T | 46 | T |
| 7 | T | 17 | T | 27 | T | 37 | T | 47 | T |
| 8 | F | 18 | T | 28 | T | 38 | T | 48 | T |
| 9 | T | 19 | T | 29 | T | 39 | T | 49 | T |
| 10 | T | 20 | T | 30 | T | 40 | T | 50 | T |
| 인체모형과 경혈점 데이터 정합도 측정 결과 | | | | | | | | | 96% |



나. 경혈콘텐츠 모션인식을 측정

컨트롤러를 이용하여 특정 경혈점 10개를 5회씩 반복하여 사용자가 경혈점을 선택(모션)했을 때 정상 인식 인식을 시험하고 그에 대한 평균값을 계산한다. 컨트롤러로 경혈점을 선택하여 동일위치 정상인식시 True, 실패 시 False로 판단하며 100% 모션 인식을 만족하였다. 표 3은 경혈 콘텐츠 모션인식 측정 시험 결과를 나타낸다.

표 3. 경혈콘텐츠 모션인식 측정 시험 결과
(정합결과 : T : True, F : False)

| 1. 음교 | | | | | 2. 상곡 | | | | |
|-------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|
| 1 | T | 2 | T | 3 | T | 4 | T | 5 | T |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| 3. 보랏 | | | | | 4. 천주 | | | | |
|-------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|
| 1 | T | 2 | T | 3 | T | 4 | T | 5 | T |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| 5. 석관 | | | | | 6. 영허 | | | | |
|-------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|
| 1 | T | 2 | T | 3 | T | 4 | T | 5 | T |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| 7. 수도 | | | | | 8. 옥예 | | | | |
|-------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|
| 1 | T | 2 | T | 3 | T | 4 | T | 5 | T |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| 9. 중부 | | | | | 10. 화개 | | | | |
|-------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|
| 1 | T | 2 | T | 3 | T | 4 | T | 5 | T |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

다. 환경 신뢰성 평가

제안하는 컨트롤러의 환경 신뢰성 평가를 위해 (재)중소조선연구원에서 온습도와 온도변화 시험을 진행하였다. 표 4는 시험장비 사양을 나타낸다.

표 4. 고온고습, 온도변화 시험 장비 사양

| 구 분 | 사양 |
|-----------|----------------------------|
| 온도 범위 | (-40 ~ 150)°C |
| 온도 분포 정밀도 | ± 1.0 °C at 20 °C |
| 온도 상승시간 | RT to 100 °C within 30 min |
| 온도 하강시간 | RT to -40 °C within 30 min |
| 습도 범위 | (20 ~ 85) °C ~ ~ 95% R.H |
| 습도 분포 정밀도 | ± 0.5 % at 80 % |

시험절차는 시험 전 점검, 시험, 시험 후 점검으로 진행하였으며, 시험 전 균열, 변형 여부확인 및 LED 동작확인, (온도 : 5°C 4h-60°C 4h 온도시험, 온습도 : -35 °C, 55 % R.H., 8h(Temp & R.H. Ramp:1h)) 시험 후 균열, 변형 여부확인 및 LED 동작 확인 순으로 진행하였다. 시험결과 온습도 : -35 °C, 55 % R.H., 8h(Temp & R.H. Ramp:1h), 온도변화 : 5°C 4h-60°C 4h에서 개발 컨트롤러의 이상 없음을 확인하였으며, 표 5는 시험결과를 나타낸다.

표 5. 온습도 및 온도변화 시험 결과

| | 온습도 시험 | 온도변화 시험 |
|-------|--|---|
| 시험 결과 |  <p>그림 2. 시험 전 시험품목 외관 확인</p>  |  <p>그림 2. 시험 전 시험품목 외관 확인</p>  <p>그림 3. 시험 전 시험품목 내부 확인</p> |



III. 결론

본 논문에서는 “침술 훈련 시스템을 위한 경혈점 콘텐츠 및 인체모형 설계”의 후속 연구로 MR 기반 침술 훈련 시스템을 위한 침술 컨트롤러 및 인체모형을 제안하였다. 제안하는 시스템은 한의학 교육을 위한 침술 컨트롤러 시스템으로 침술 컨트롤러와 인체모형, 기존 연구의 콘텐츠로 구성된다. 제안하는 시스템에서 트래킹 센서를 이용한 인체모형과 경혈점 데이터의 정합도는 96%를 보였으며, 컨트롤러를 이용하여 특정 경혈점을 인식하는 모션인식율은 100%를 보였다. 또한 컨트롤러의 환경 신뢰성 평가 결과 -35 °C, 55 % R.H., 8h(Temp & R.H. Ramp:1h)와, 5°C 4h - 60°C 4h에서 컨트롤러의 이상 없음을 확인할 수 있었다.

교육 패러다임의 변화와 디지털 융·복합 환경의 지속적인 발전에 따라 교육 콘텐츠 서비스 요구가 증가하고 있는 시점에서 제안하는 시스템을 통해 에듀테크의 발전과 한의학 의료 기술 교육 및 훈련을 체계화 하고 의료 교육용 시뮬레이터 부문에서 기술을 확보할 수 있었다. 향후 한의학의 글로벌 진출을 위한 통합교육 시스템 개발에 대해 연구하고자 한다.

REFERENCES

- [1] Bashima Islam Md Tamzeed Islam, Shahriar Nirjon, "Glimpse.3D: a motion-generated stereo body camera for 3D experience capture and preview," *IPSN'18: Proc. of the 17th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks*, IEEE Press, Apr. 2018.
- [2] S. Lee, G. Lee, G. Cho, B. Roh, J. Kang, "Integration of One M2M-based IoT Service Platform and Mixed Reality Device," *IEEE ICCE 2019*, Jan. 2019.
- [3] S.J. Park, S.J. Kim, H.S. Kwon, "A Study on th Trend of Technologies and Markets in Mixed Reality," *The HCI Society of Korea*, pp. 903-908, Feb. 2019.
- [4] D. Cearley, B. Burke, "Top 10 Strategic Technology Trends for 2019," *Gartner*, Oct. 2018.
- [5] H. Ohba, K. Ogasawara and T. Aburano, "Survey and analysis of radiation safety education at radiological technology schools," *Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi*, vol. 60, no. 10, pp. 1415-1423, 2004.
- [6] M. C. Hsieh and Y. H. Lin, "VR and AR Applications in Medical Practice and Education," *Hu Li Za Zhi*, vol. 64, no. 6, pp. 12-18, 2017.
- [7] S. M. Kwon, J. G. Shim and K. S. Chon, "Implementation of Radiotherapy Educational Contents using Virtual Reality," *J. Korean Soc. Radiol.*, vol. 12, no. 3, pp. 409-415, 2018.
- [8] J. S. Lee, D. H. Kim, "Development of Radiation Safety Education Contents for the Radiographic Test (RT) using Unreal Engine base on the 3D Simulator," *Journal of the Korean Society for Nondestructive Testsing*, vol. 40, no. 1, pp. 33-41, Feb. 2020.
- [9] C.J. Ryu, S.D. Lee, S.J. Han, "Design of Acupuncture Contents and Dummy for Acupuncture Point Training System," *Journal of Advanced Engineering and Technology*, vol. 13, no.1, pp. 45-50, Mar. 2020.

저자 소개



류창주(정회원)

2012년 조선대학교 정보통신공학과 학사 졸업.
 2014년 조선대학교 정보통신공학과 석사 졸업.
 2016년 조선대학교 정보통신공학과 박사 수료.

<주관심분야 : 네트워크 보안, IoT 플랫폼 설계, VR, AR, MR 콘텐츠 설계>



이상덕(정회원)

1997년 조선대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1999년 조선대학교 전자공학과 석사 졸업.
 2008년 조선대학교 전자공학과 박사 졸업.

<주관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 정보보안, 임베디드 시스템>



한승조(정회원)

1980년 조선대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1982년 조선대학교 전자공학과 석사 졸업.
 1994년 충북대학교 전자계산학과 박사 졸업.
 1998년~현재 조선대학교 정보통신공학과 교수.

<주관심분야 : 통신보안시스템설계, S/W 불법복제 방지 시스템, ASIC 설계>