

원 저

치과의료관리 영역에서 증강현실의 프로토타입 개발

박선규^{1†}, 이종기²

¹S리더치과병원, ²서울웰치과의원

The development of an augmented reality prototype in dental practice management

Seon Gyu Park^{1†}, Jongki Lee²

¹S-Leader Dental Hospital, ²Seoul Well Dental Clinic

Abstract

With the advancement of information technology, the application of augmented reality (AR) in dentistry is an emerging research field of image-guided surgery and dental education. In addition, the digital approach to incorporating AR in dental practice management is considered to be feasible. A prototype is developed to apply AR to dental daily clinical practice in order to help dentists to access electronic dental records. This prototype delivers patients' information and related clinical data to dental clinicians directly without the need to search for the appropriate patients. Wearable AR devices are considered to be a convenient tool for practicing dentists because dental practitioners are not always able to use a computer during active clinical sessions, such as implant placement, root canal treatment, and patient-doctor communication. The use of AR to visualize passive transferred patient data would be valuable for practicing dentists.

Key Words: Augmented reality, Dentistry, Prototype

Received: May 16, 2020 **Revised:** December 22, 2020 **Accepted after revision:** December 26, 2020

†Correspondence to Seon Gyu Park

S-Leader Dental Hospital, Dongseo Building, 103 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05017, Korea
Tel: +82-2-466-7528, **Fax:** +82-2-466-7628, **E-mail:** iontiger@gmail.com

I. 서론

정보기술의 발달이 치과의 미래에 많은 영향을 미치고 있다. 특히, 4차혁명으로 일컬어지는 기술이 사회전반적으로 퍼지기 시작하면서 치과의료 영역에서도 다양한 연구가 이루어지고 있다. 최근 Joda et al(2020)은 디지털 시대에 치과의료에서 떠오르는 미래의 연구분야 5가지로 rapid prototyping, augmented/virtual reality, artificial intelligence & machine learning, personalized (dental) medicine 과 tele-healthcare를 꼽았다. 그 중에서 Augmented Reality (AR, 증강현실)은 가상현실(VR)의 한 분야로 실제로 존재하는 환경에 가상의 사물이나 정보를 합성하여 마치 원래의 환경에 존재하는 사물처럼 보이도록 하는 컴퓨터 그래픽 기법이다. (<https://ko.wikipedia.org/wiki/증강현실>) 치과의료 분야에서 AR은 치과 악안면 외과술식과 치과대학의 교육 분야에서 주로 연구되어 왔다(Huang et al, 2018). 치과대학에서 임상 전단계 교육의 목적으로 도입되는 기술은 AR 보다는 Virtual Reality (VR, 가상현실) 기술이 더 많은 비중으로 연구되고 있다. 이는 모든 환경을 통제하여 가장 적절한 치과의료 환경을 시뮬레이션해야 교육의 목적이 달성되기 때문이다. 치과 악안면 외과 분야에서 AR은 방사선 사진에서 사전에 매핑된 이미지를 현실공간에 투영시켜 치과의사의 술식을 돕는데 쓰인다(Takato, 2011). 이는 외과적 술식 이외에도 근관치료와 같은 방사선 사진의 도움이 필요로하는 진료 분야에도 적용이 가능하다.

의학분야에 AR을 적용할 때 고려해야할 사항들이 있다. 현실 공간에 투영되는 가상 물체의 지터링(jittering; 투영된 가상 물체가 현실 공간의 앵커와의 상대적인 위치를 잡지 못하고 흔들리는 현상)이 대표적이다(Carmigniani et al, 2011). 이런 현상 때문에, 정밀한 투영을 요구할 경우에는 의학적 의사결정에 혼선을 줄 수 있다. 예를 들어, 임플란트의 정확한 위치와 깊이를 투영된 AR만을 기준으로 하여 수술을

진행하기 어려울 수 있는 것이다. 게다가, AR의 가상 물체가 현실공간을 오버랩하면서 수술 사이트의 직접적인 확인을 어렵게 할 수 있다. 깊이 인식(depth-perception)을 또 하나의 제한점으로 제시한 연구도 있다(van Krevelen and Poelman, 2010). 정밀한 의료수술과 같은 분야에 AR을 적용하는 것은 아직까진 어려움이 있을 것으로 보인다.

이러한 AR의 제한점도 있지만 이를 치의학 분야에 적용함으로써 얻을 수 있는 장점도 있다. 현실 공간과 공존하는 가상의 물체 또는 텍스트를 이용하여 진료 정보를 제공함으로써 술자는 시야를 바꾸지 않으면서 즉각적인 정보를 확인할 수 있다. 자동차를 운전할 때 안내하는 네비게이션 방향 지시선과 같은 AR이 대표적인 예이다(Narzt et al, 2006). 치의학분야에서 동시적인 AR 정보가 유용한 경우의 예는 환자-의사 커뮤니케이션 도중이거나 치료 중에 확인해야할 정보가 있을 때이다. 구체적으로, 근관치료용 근관의 길이 및 이전까지 사용했던 파일의 종류를 참조한다거나, 환자의 지난 의무기록을 간단히 훑어볼 수 있다면 유용할 것이다.

치과의료관리 영역에서의 AR은 전자의무기록(EMR, Electronic Medical Records)의 임상정보 또는 환자 개인정보 확인 과정에서 유용할 수 있다. AR을 이용한 환자확인을 하는 방법(Diaz-Cortes, 2011)을 특허로 제출한 내용을 살펴보면, 안면인식을 기반으로 EMR에서 생년월일과 이름을 배치시키는 방법을 제시하였고, 응급실에서 EMR의 데이터를 AR형태로 불러오는 방식에 관한 연구(Vesto, 2013; Ierache et al, 2016)가 보여주듯이, 컴퓨터 키보드와 마우스 같은 입력장치에 대한 접근이 용이하지 않은 경우에 AR이 특히 효과적임을 보여주고 있다. 치과임상의 경우도 응급실의 상황과 다를 바 없다. 일반적으로, 치과 유닛체어에서 컴퓨터 입력장치에 대한 접근이 용이하지 않기 때문이다. 게다가, AR을 기반으로하는 웨어러블 디바이스를 착용한 치과의사만 환자 개인정보인 EMR 내용을 확인가능하다는 점은 개인정보를 보호

할 수 있다는 장점(Roesner et al, 2014)도 있다.

AR은 떠오르고 있는 연구 분야이며, 치의학 분야에서는 주로 임상적이거나, 교육적인 목적에 초점을 맞추어 연구되고 있다. 한편으로 AR의 직관적인 시각화 특성은 치과의료관리 영역에서도 AR이 도입 가능한 기술일 수 있다. 이에, 본 연구는 AR을 치과의료관리 영역에서 활용하는 방안을 프로토타입으로 보여주고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

가상의 시나리오를 설정하고, 임상의 작업흐름 (clinical workflow) 순서대로 전자의무기록에 저장된 환자의 임상적, 비임상적 정보를 AR형태로 가공하여 개발하였다(Fig. 1). AR은 3D 입체 모형의 제작과 가상의 입체 평면의 배치로 이루어졌다. 환자의 임상적인 정보는 전자의무기록에 기록된 내용이고, 비임상적 정보는 환자이름, 생년월일, 기존의 예약된 내용과 당일 접수하면서 전자의무기록에 등록된 주소(chief complaint)로 구분하였다. 치아입체모형의 제작과 배치는 Reality Composer (<https://developer.apple.com/augmented-reality/reality-composer>)를 이용하여 개발하였다. 이 프로그램은 오픈소스로 공개된 상태는 아니지만, iOS, iPadOS와 macOS를 사용

하는 누구나 이용할 수 있도록 허가되어 있다.

본 연구에서 사용된 치아의 모델 제작은 다음의 과정을 거쳤다. 발치한 하악 대구치를 마이크로 전산화 단층 촬영장치(SkyScan 1172; SkyScan, Aartselaar, Belgium)를 이용하여 31.8 micro meter의 해상도로 촬영 후 3차원 모델링 소프트웨어인 V-works 4.0 (Cybermed Inc., Seoul, Republic of Korea)을 이용하여 제작하였다.

가상의 시나리오는 하악 좌측 제1대구치 신경치료 중인 기존의 환자가 치과에 내원한 것으로 설정하였다. 접수과정에서 환자는 ‘씹을 때 약간 아팠어요’라는 주소를 호소하였고, 전자의무기록에 그 내용이 기록되었다. 그리고 환자 차트번호에 대응하는 QR코드를 출력했다고 가정했다. 이후, 치과 유닛체에 환자가 앉고, 치과의사는 AR이 적용된 웨어러블 장치를 하고 진료를 시작하려 한다. 먼저, 치과의사는 환자확인을 위해 출력된 QR코드를 인식시키면, 환자이름과 생년월일이 AR형태로 나타난다. 진료내용을 확인하기 위해, 기존의 예약내용과 접수내용도 함께 보여진다. 환자확인이 끝나면, 신경치료를 할 때 필요한 근관장 측정 길이와 #36번 3D 치아모형을 보여주는 가상의 시나리오대로 AR을 개발하였다.

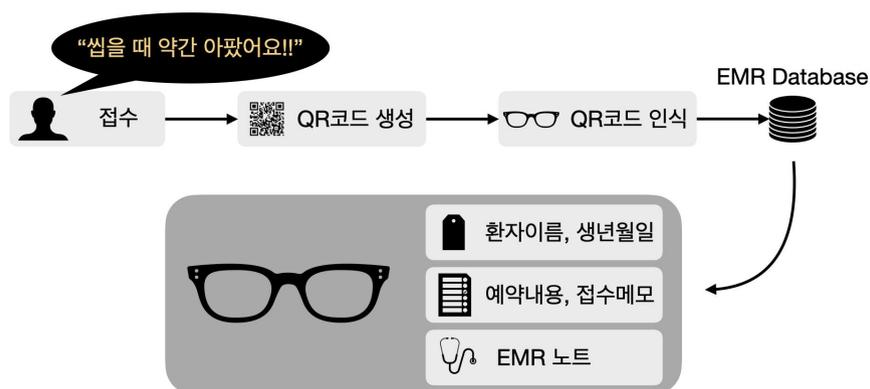


Fig. 1. 가상의 시나리오에 따른 증강현실의 구현 순서.



Fig. 2. 증강현실 스크린 샷 (1).

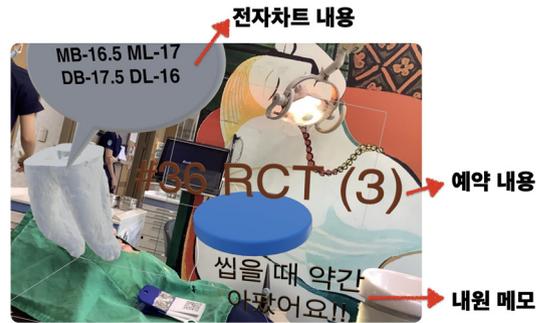


Fig. 3. 증강현실 스크린 샷 (2).

III. 결과

구현된 AR 모습은 다음의 URL (<https://youtu.be/49A91FedtCo>)에서 동영상의 형태로 볼 수 있다. 인식된 QR코드에 맞는 환자 이름과 생년월일을 확인 할 수 있고 (Fig. 2), 기존 예약내용, 내원 메모와 함께 3D 치아모형에 근광장 길이를 볼 수 있다 (Fig. 3).

IV. 고찰

AR을 구현하는데 QR코드를 이용하여 환자를 확인하고, 해당하는 임상정보를 전자의무기록으로부터 불러오는 것은 다소 번거롭다. 환자검색을 위한 별도의 입력작업이 선행되어야 한다면, 환자정보를 비주얼하게 즉각적으로 파악할 수 있다는 AR의 장점이 희석되어 버리기 때문이다. 최근 다양한 입력방법에 대한 연구가 진행되고 있다. 제스처를 이용해 AR환경의 가상물체를 직접 제어하는 연구(Liang et al, 2015)와 환자의 운동능력을 파악하여 재활을 돕는 연구(Da Gama et al, 2016)가 있었다. 한편으로는 검색을 위한 타이핑을 줄이기 위해 음성인식을 이용하여 AR 결과물을 도출하는 것이 좀 더 간편하고, 효율적일 수 있다(Bailey et al, 2014). QR이라는 마커를 인위적으로 설정을 해야하는 단계를 제외하기 위해, 기계학습을 통해 오브젝트를 자동적으로 식별하여 AR에 투영하는 연구(Alhaija et al, 2018)도 진행중이다. 결국, AR에 투영될 문자 또는 도형을 불러오기 위한 다양하고

손쉬운 입력방법이 좀 더 연구되어야 할 것이다.

본 연구에서 사용한 치아모델은 수진자의 영상이 아니라 기존에 만들어 놓은 것을 적용했다는 점에서 한계를 가진다. 그러나 치과용 전산화 단층 촬영장치가 보편화되고 영상소프트웨어도 발전하는 추세라 환자의 치아 모형을 AR 환경을 통해 구현할 수 있는 기술이 개발될 것으로 기대된다. 이 경우 치료에 필요한 수치 데이터를 포함하여 치아 내부 해부학적 형태까지 AR 환경에서 보여준다면 진료의 정확도와 질을 높일 수 있을 것이다.

AR은 치과의료 관리 영역에서 보다 다양하게 적용할 수 있다. 적용해 볼 수 있는 분야로 환자 교육과 치과경영 영역이 있을 것이다. 황수정과 한양금의 연구(2019)에 따르면, 실제로 치과위생사의 업무 빈도와 소요시간에서 치과경영 관리와 환자 위생교육이 차지하는 비중이 높다고 한다. 게다가, 치과의사의 관점에서 치과위생사가 환자상담에 높은 직무 중요도를 부여하고 있었다(한양금 등, 2019). 이러한 업무 부담은 활발히 연구중인 얼굴인식 기반의 AR (Kurze and Roselius, 2011)이라면 좀더 즉각적이고, 효율적인 환자상담이 가능할 것으로 보인다. 환자상담을 위한 기초자료가 AR을 통해 제공되면, 치과위생사가 별도의 환자 검색업무를 수행하지 않아도 될 것이기 때문이다. 또한 치과경영 관리를 위한 데이터들이 AR을 통해 투영된다면, 업무에 소요되는 시간을 줄여줄 수 있을 것이다. 환자 위생교육도 치과대학생을 위한 AR개

발과 다르지 않다. 최근 스마트폰을 활용하여 임플란트 환자에게 비주얼 교육자료를 제공하는 시도(양현우 등, 2019)가 있었고, 이러한 환자 위생교육에 AR을 적용하면 효과적이고 실제적인 환자교육이 될 수 있을 것이다.

V. 결론

치과의료관리 영역에서 일상적으로 발생하는 시나리오에 맞춰 AR을 적용한 프로토타입을 개발하였다. QR코드를 인식하여 치과 전자의무기록에서 적합한 임상, 비임상 정보를 추출하여 AR형태로 재가공하여 치과 의사에게 보여주는 형태이다. 이는 치과 의사가 재확인해야 하는 정보 또는 데이터를 손쉽게 확인 가능하게 만들어 줄 것이다.

VI. 참고문헌

- Alhaija HA, Mustikovela SK, Mescheder L, Geiger A, Rother C. Augmented reality meets computer vision: efficient data generation for urban driving scenes. *Int J Comput Vis* 2018;126(9):961-72.
- Bailey DV, Dürmuth M, Paar C. "Typing" passwords with voice recognition: how to authenticate to Google Glass [abstract]. *Symp Usable Priv Secur* 2014:1-2.
- Carmigniani J, Furht B, Anisetti M, Ceravolo P, Damiani E, Ivkovic M. Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimed Tools Appl* 2011;51(1):341-77.
- Da Gama AE, Chaves TM, Figueiredo LS, Baltar A, Meng M, Navab N, et al. *MirrAR*bilitation: a clinically-related gesture recognition interactive tool for an AR rehabilitation system. *Comput Methods Programs Biomed* 2016;135:105-14.
- Diaz-Cortes A, inventor; General Electric Co., assignee. Methods and systems for use of augmented reality to improve patient registration in medical practices. United States Patent US 12/640,950. 2011 Jun 23.
- Han YK, Kim SH, Yang JY, Yoo JS, Bae SM. A survey of dentists' opinions on the performance of dental hygienists. *J Korean Acad Dent Adm* 2019;7(1):1-9.
- Huang TK, Yang CH, Hsieh YH, Wang JC, Hung CC. Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *Kaohsiung J Med Sci* 2018;34(4):243-8.
- Hwang SJ, Han YK. Frequency and time of actual duties of some dental hygienists. *J Korean Acad Dent Adm* 2019;7(1):10-20.
- Ierache JS, Duarte ND, Montalvo C, Verdicchio NN, Petrolo F, Sanz D, et al. Augmented reality card system for emergency medical services; 2016 Apr 20 [cited 2020 May 15]. Available from: URL: <https://repositorio.unlam.edu.ar/handle/123456789/432>
- Joda T, Bornstein MM, Jung RE, Ferrari M, Waltimo T, Zitzmann NU. Recent trends and future direction of dental research in the digital era. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(6):1987.
- Kurze M, Roselius A. Smart glasses linking real live and social network's contacts by face recognition [abstract]. AH '11: Proceedings of the 2nd Augmented Human International Conference 2011:1-2.
- Liang H, Yuan J, Thalmann D, Thalmann NM. AR in hand: egocentric palm pose tracking and gesture recognition for augmented reality applications [abstract]. MM '15: Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Multimedia 2015:743-4.
- Narzt W, Pomberger G, Ferscha A, Kolb D, Müller R, Wiegardt J, et al. Augmented reality navigation systems. *Univers Access Inf Soc* 2006;4(3):177-87
- Roesner F, Kohno T, Molnar D. Security and privacy for augmented reality systems. *Commun ACM* 2014;57(4):88-96.
- Takato T. New technologies in oral science. *JMAJ*

- 2011;54(3):194-6.
- van Krevelen DWF, Poelman R. A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *Int J Virtual Real* 2010;9(2):1-20.
- Vesto GR, inventor; General Electric Co., assignee. Augmented reality enhanced triage systems and methods for emergency medical services. United States Patent US 13/204,524. 2013 Feb 7.
- Yang HW, Kim J, Choi H, Fang Y, Kim SY, Lee C. Oral hygiene management of patients with dental implants using electronic media (smartphone). *J Korean Acad Dent Adm* 2019;7(1):39-43.