

# QR 코드를 활용한 투명 교정장치 관리 시스템 설계 및 개발

장진수<sup>1</sup>, 손호정<sup>2</sup>, 심지영<sup>3</sup>, 강신영<sup>2</sup>, 문준모<sup>4</sup>, 이태노<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 대학원 보건과학과 BK21플러스 인간생명-사회환경 상호작용융합사업단 박사과정,

<sup>2</sup>고려대학교 대학원 보건과학과 치의기공전공 박사과정, <sup>3</sup>고려대학교 보건과학연구소 연구교수,

<sup>4</sup>원광대학교 대학원 치의학과 박사과정,

<sup>5</sup>고려대학교 대학원 보건과학과 BK21플러스 인간생명-사회환경 상호작용융합사업단 교수

## Design and development of clear aligner management system using QR code

Jin-Su Jang<sup>1</sup>, Ho-Jung Son<sup>2</sup>, Ji-Young Sim<sup>3</sup>, Sin-Yeong Kang<sup>2</sup>,  
Jun-Mo Moon<sup>4</sup>, Tae-Ro Lee<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Doctor's Course, BK21PLUS Program in Embodiment: Health-Society Interaction, Department of Health Science, Graduate School, Korea University

<sup>2</sup>Doctor's Course, Department of Health Science, Graduate School, Korea University

<sup>3</sup>Research Professor, Institute for Health Science, College of Public Health Science, Korea University

<sup>4</sup>Doctor's Course, Department of Dental Biomaterials wonkwang University

<sup>5</sup>Professor, BK21PLUS Program in Embodiment: Health-Society Interaction, Department of Health Science, Graduate School, Korea University

요 약 스마트 기술의 도입은 의사와 환자 모두에게 정확성, 안전성, 효율성을 제공한다. 투명 교정장치에 대한 관심은 국내외에서 점점 높아지고 있지만, 현재 투명교정 장치로 치열교정을 할 경우, 환자는 1, 2주에 한 번씩 병원을 방문하여 교체하여야 하며, 약 40~80개 정도의 장치가 제작되고 교정장치의 착용 순서 및 기간 등을 고려해서 교정이 이루어지기 때문에 치과 의사와 환자는 매우 번거롭고 혼란스럽다. 또한 이 과정에서 치과 의사와 환자 간 정확한 의사소통이 필요하다. 따라서 본 연구는 투명 교정장치에 QR 코드를 삽입하여 환자와 의료진 간의 커뮤니케이션이 보다 원활하게 이루어질 수 있도록 투명 교정장치 관리 시스템을 설계 및 개발하였다. 개발 결과 QR 코드의 크기는 구강 내에서 사용 가능한 6 \* 6mm<sup>2</sup> 이상이던 100% 인식하였고, 인식 거리는 12cm 이내에서 100% 인식률을 보였다. 제안한 시스템으로 치과 의사는 환자를 원격으로 관리하며 교정효과를 높여 주기 때문에 국내의 환자는 물론 해외의 환자 관리가 가능하다.

주제어 : 투명 교정장치, QR코드, 원격진료, 유비쿼터스 헬스, 환자 관리 시스템

Abstract The introduction of smart technology provides accuracy, safety, and efficiency to both physicians and patients. Although interest in a clear aligner is increasing among users worldwide, the current clear aligner requires a visit to the hospital every one or two weeks for replacement, which is a very cumbersome process. There is also confusion among dentists and patients because about 40 to 80 devices are made, and calibration is done based on the order and duration of the clear aligner. Therefore, this study designed and developed a clear aligner management system so that communication between the patient and dentist can be smoothly performed by inserting the QR code into the transparent correction device. As a result, the size of the QR code was recognized as 6 \* 6mm<sup>2</sup> which can be used in the oral and the recognition distance was 100% within 12 cm. Since the dentist can remotely manage the patient with the proposed system and improve the correction effect, it is possible to manage patients abroad, as well as domestically.

Key Words : Clear Aligner, QR Code, Telemedicine, U-Health, Patient Management System

\*This work was supported by the Technological Innovation R&D Program (C0531129) funded by the Ministry of SMEs and Startups(MSS, Korea)

\*Corresponding Author : Tae-Ro Lee(trlee@korea.ac.kr)

Received June 5, 2019

Revised July 10, 2019

Accepted September 20, 2019

Published September 28, 2019

## 1. 서론

과거 구강건강의 가장 큰 문제는 치아우식증과 치주질환이었지만 현재는 치의학의 발전, 소득 수준의 향상 등으로 외모에 대한 심미적인 욕구를 해결하기 위해 교정치료 환자의 수가 증가하고 있다[1]. 그러나 치열 교정치료는 일반 치과 치료와는 달리 구강 내 특수 장치를 부착해야하기 때문에 약간의 통증과 불편함이 지속적으로 발생하며[2], 특히 성인들은 치열 교정치료 중 심미적 문제가 있어 교정치료를 주저하는 경향이 있다[3]. 이러한 심미적인 문제를 개선하기 위해 치열 교정장치와 재료가 많이 개발되고 있다. 초기에는 치열 교정용 밴드에 용접된 브라켓(Bracket)을 사용하다가 직접 결합 기술이 점차 발전함에 따라 심미 브라켓(플라스틱 브라켓, 세라믹 브라켓), 설측 교정장치 및 투명 교정장치 등이 개발되었다[4]. 이와 같이, 심미적 요인으로 인하여 기술발전을 이루었고, 투명 교정장치 시장 또한 점차 성장했다. Azoth Analytics의 Global Invisible Braces Market: Trends, Opportunities and Forecasts(2016)에 의하면 전 세계 투명교정 장치 시장이 2016년부터 2021년까지 연평균 12.16%씩 성장할 것으로 예상되고 있다[5].

투명 교정장치에 대한 관심은 국내에서도 점점 높아지고 있지만, 현재 투명교정 장치로 치열 교정을 할 경우, 환자는 1, 2주에 한 번씩 병원에 가서 새로운 교정 장치를 수령해가는 방식을 취하고 있다. 투명 교정장치는 환자 당 40~80개 정도의 장치가 제작되고, 교정 장치의 착용 순서 및 기간 등을 고려해서 교정이 이루어지기 때문에 치과의사와 환자는 매우 번거롭고, 혼란스럽다. 또한 치과의사와 환자 간 긴밀하게 의사소통이 이루어질 필요가 있다. 왜냐하면 대부분의 치열 교정치료는 장기간 치료를 필요로 하기 때문에 성공적인 치료 효과를 얻려면 환자의 협조가 필수적이다. 고정식 교정장치의 경우, 환자의 의지와는 상관없이 지속적으로 치열 교정력을 발휘할 수 있지만 투명 교정장치와 같은 가철식 교정장치의 경우 장치 장착을 환자의 협조에 의지하여야 하기 때문이다. 따라서 환자의 교정장치 착용 기간 및 순서에 대한 체계적인 관리가 필요하다.

최근 ICT를 이용한 u-Healthcare 분야는 원격의료를 비롯하여 다양한 의료서비스 산업이 활성화 될 전망이다. 특히 스마트 기술의 도입은 의사뿐 아니라 환자에게도 보다 더 나은 서비스를 제공해 줄 수 있게 해준다[6]. 특히, ICT를 활용한 의료 장비 관리 및 환자와의 커뮤니케이션 영역은 꾸준한 발전과 함께 연구 대상이 되

고 있다. 치과분야에서도 예외는 아니며, 의치, 교정장치, 그리고 의료영상 등을 관리하기 위한 방안으로써 다양한 ICT 기술을 활용하고 있다. 또한, 치과의사와 환자 간 커뮤니케이션은 치과진료에서 매우 중요한 부분으로, 커뮤니케이션이 잘 되면 여러 가지 긍정적인 효과가 있다. 이를 테면 환자의 불안감 감소, 환자 만족도 증가, 환자의 동기부여 증가, 환자의 건강행동교육에 대한 이행률 증가, 그리고 보다 나은 건강결과 등을 들 수 있다[7].

현재, 치과분야 환자용 장치를 관리하기 위해서 표면 마킹(Surface methods), 내장 마킹(Inclusion Methods), 금속 ID-Band 마킹, RFID-tags 등 여러 가지 방안에 대한 연구가 진행되어 왔다[8, 9]. 그러나, 투명 교정장치는 구강 내에서 사용된다는 점과 0.5 - 0.75mm 정도의 얇은 두께로 만들어졌기 때문에 기존의 마킹 방법을 장치에 적용하는 데는 적합하지 않다. 이러한 문제를 해결하는 방안으로 QR(Quick Response) 코드를 활용할 수 있다. 스마트폰으로 QR 코드를 스캔하면 각종 정보를 제공할 수 있다는 점과 바코드보다 대용량의 데이터를 저장하고 오류를 복원할 수 있다는 이점이 있다[10]. 이러한 QR 코드기반 기술이 의료분야에서도 주목되어 의료기기를 관리하고 환자를 식별함으로써 의료 환경에서 보다 정확하고 다양한 서비스를 제공할 수 있다[11, 12].

따라서 본 연구에서는 QR 코드를 활용하여 치과의사가 원격지에 있는 환자의 교정장치 착용을 모니터링 할 수 있고, 환자, 치과의사, 치과 기공소 간의 커뮤니케이션을 원활하게 할 수 있는 시스템을 설계 및 개발하였다.

## 2. 관련연구

### 2.1 치아 교정 장치

치아교정이란 단순히 고르지 못한 치아를 가지런히 조정하는 것으로 성장 과정에서 발생할 수 있는 여러 가지 골격적 부조화를 바로잡고 정상적인 기능을 갖게 하여 건강한 구강 조직 및 아름다운 얼굴 모습을 만드는 것을 의미한다. 이러한 치아 교정에는 가철식 교정장치와 고정식 치아 교정장치가 있다. 기존에 사용하던 브라켓을 사용하는 고정식 교정 치료의 경우 교정에 필수적인 적절한 교정력을 사용할 수 있다는 장점이 있으나 구강 내 청결을 유지하는데 불편함이 있다. 또한 장치를 부착, 제거하는데 있어서 치아에 손상을 줄 수 있고, 심미성을 저해한다는 단점이 있다. 1945년 Kesling에 의해 소개되었

으며 1997년부터 Align Technology사에 의하여 제작되고 있는 가철식 장치는 이러한 단점을 보완하였다 [13-15]. 가철식 투명 교정 장치의 경우 환자의 구강 내 청결 유지가 용이하고 장치 제거 시에 치아의 크랙을 방지할 수 있으며 교정이 끝난 후 특별한 보정장치 없이 바로 보정장치로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 그리고 장치를 주기적으로 교체하므로 위생적이며 브라켓과는 달리 치료기간 동안 뺨이나 입술 등에 자극이 극히 적다. 또한 최근 사용되고 있는 투명 교정 장치는 CAD-CAM을 이용하여 정밀한 장치제작이 가능하다. 브라켓의 경우 장치의 탈락 시 바로 치과에 내원해야 하는 불편함이 있으나 투명 교정 장치는 착탈이 가능한 장치라 치과에 내원하지 않아도 해결할 수 있다. Fig. 1은 고정식 치아 교정장치인 브라켓(왼쪽 그림)과 가철식 치아 교정장치인 투명 교정장치(오른쪽 그림)의 예이다.



Fig. 1. Bracket and clear aligner

브라켓을 이용한 교정의 경우 기술자의 숙련도에 따라 교정 결과의 차이가 많이 나타나지만 투명 교정 장치의 경우 컴퓨터를 이용한 장치 제작으로 보다 정확하고 균일한 교정이 가능하다. 브라켓을 이용한 교정의 경우 기술자가 와이어 밴딩을 직접하거나 장치를 끼우고 교체하는데 오랜 시간이 걸리지만 투명 교정 장치의 경우 환자의 진료시간이 짧으므로 기술자와 환자 모두에게 좋은 시스템이다.

치과에서는 투명 교정 장치를 제작하기 위해서 환자의 정밀인상을 채득한다. 즉, 교합과 파노라마 방사선 영상, 측방 두부방사선 영상 및 치아 영상을 획득하고, 이 데이터를 토대로 환자의 치아 이동 방향을 예측한다. 투명 교정장치를 제작하는 Invisalign System의 특허에 따르면 [15], 치아에 대한 삼차원 스캔 자료를 치과용 CAD프로그램을 이용하여 컴퓨터 상에서 치아를 하나씩 자르고, 가상 시뮬레이션을 통해 최종적으로 치아들이 이동해야 하는 위치까지 단계별로 20~30쌍의 모형을 만든 후, 각각의 모형 별로 치아 이동이 가능한 투명한 플라스틱 틀

을 제작하여 환자에게 주는 것이다. 환자는 이 20~30쌍의 장치들을 단계별로 장착함으로써 교정되어야 할 치아를 조금씩 최종 목표지점으로 이동시킨다. 이 장치들은 투명한 플라스틱 재질로 만들어져 장착 시 장치의 착용 여부를 타인이 잘 느끼지 못하게 한다. 때문에 교정 환자들은 일상적인 사회생활에 불편함을 느끼지 않고 환자가 필요에 따라 교정장치를 손쉽게 착탈할 수 있다.

과거에는 투명 교정장치를 손으로 제작하여 정교함이 부족하다는 평가를 받았으나 근래에는 진단과 치료계획의 수립은 물론 치아 이동 디자인, 장치 제작에 이르기까지 컴퓨터 첨단기술을 이용하여 치아의 교정효과가 증가하고 장치 제작 기술 또한 하루가 다르게 발전하고 있다. CAD-CAM을 이용한 치아 교정술의 발달로 인하여 투명 교정 장치가 보급된 이후 심미적인 이유로 교정을 꺼려왔던 환자들의 진입이 가능하게 되었다. CAD-CAM으로 제작한 투명 교정 장치는 프로그램을 통하여 치료 중 일어나는 치아 이동을 미리 확인할 수 있으므로 교정이 끝난 후의 치아 상태를 미리 볼 수 있다는 장점도 있다[16, 17].

## 2.2 QR(Quick Response) 코드

QR 코드는 가장 많이 사용되는 2D 바코드 유형으로 보편적인 기능은 장소와 객체를 웹 사이트에 연결하는 물리적 하이퍼링크이다. QR 코드는 약 30% 정도 손상된 기호 영역을 복구 할 수 있는 오류 수정 코드를 설정함으로써, 좋지 않은 이미지 조건 하에서 크기와 방향을 잘 인식하도록 설계되었다. ISO/IEC 표준 18004로 정의된 QR 코드 심볼은 데이터, 버전 정보 및 오류 수정 코드 외에도 위치 심볼을 갖는다. 위치 심볼은 QR 코드 외곽에 3개 파인더 패턴(Finder patterns), 파인더 패턴 사이에 2 개의 타이밍 패턴(Timing patterns), 데이터 영역 내의 N 정렬 패턴(N alignment patterns)이 있으며, Fig. 2와 같다.

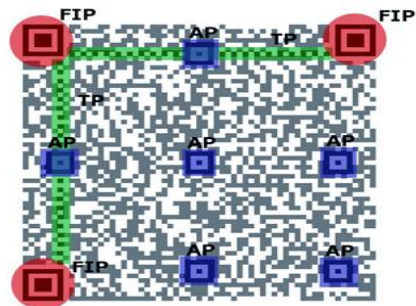


Fig. 2. QR code structure

파인더 패턴은 어떤 방향에서 스캔하더라도 검은색, 흰색 순서로 인식하도록 설계되었다. 타이핑 패턴과 N 정렬 패턴은 내부 구조를 제어하는 데 사용된다. 내부 구조는 인코딩된 데이터의 양에 따라 구조적으로 다른 내부 비율을 가질 수 있다.

병원에서 QR 코드의 활용사례를 보면, 환자의 이름, 생년월일, 성별, 병동 및 침대 번호 등의 정보가 담긴 QR 코드를 환자의 손목 밴드에 인쇄하여 환자 식별에 사용하고[18], 물리 치료가사 회복을 위한 운동 동영상을 환자에게 제공할 때, QR 코드를 이용하여 웹상의 멀티미디어 소스에 쉽게 접근 할 수 있도록 하며[19], 혈액 검사에 사용되는 테스트 튜브(Test tube)에 QR 코드를 마킹하여 혈액 검사 프로세스 관리에 도움을 주는 사례[20] 등이 있다.

이렇듯 QR 코드는 환자 또는 장비를 식별하고 관리하는데 폭넓게 사용되고 있지만[21-23], 보안에 취약하다는 단점을 가지고 있다. 따라서 의료분야에 QR 코드를 사용하기 위해서는 보안을 고려한 시스템의 개발이 필요하다.

### 3. 시스템 설계

#### 3.1 전체 시스템

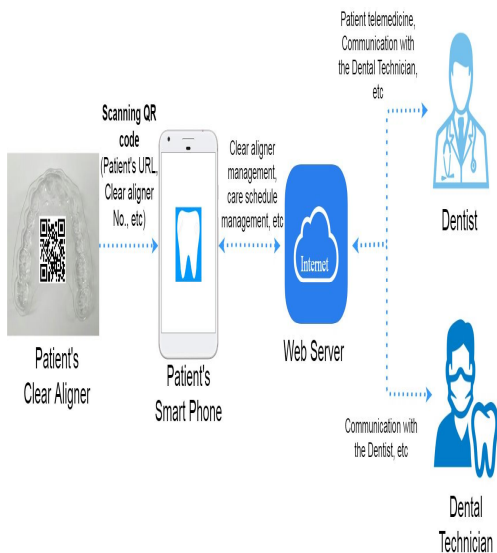


Fig. 3. Overall system configuration

제안한 시스템은 치과 기공소에서 투명 교정장치 생산 시점에 QR 코드를 삽입하고, QR 코드가 마킹된 교정장

치를 수령 받은 환자 자신이 교정장치에 마킹되어 있는 QR 코드를 스마트폰으로 스캔하여 환자고유의 URL로 웹서버에 접속한다. 보안을 유지하기 위하여 웹서버에서 로그인 과정을 거치며, 로그인 후 교정장치의 순서, 착용법, 주의사항, 치료일정 등의 다양한 정보를 확인한다. 이 과정에서 환자가 스마트폰으로 스캔한 QR 코드 정보(투명 교정장치 번호, 스캔 시간 등)는 서버에 저장되며 의료진과 치과 기공소에서는 이 정보를 바탕으로 현재 치료의 경과를 알 수 있기 때문에 앞으로의 치료계획을 수립할 수 있다. Fig. 3은 스마트 투명 교정장치 관리 시스템의 전체 구성도이며 환자, 의료진, 치과 기공소로 역할을 분류할 수 있다.

#### 3.1.1 치과 병원

의료진은 환자의 이름, 성별, 생년월일, 국가코드, 교정 시작일, 진행상태 등의 정보를 바탕으로 환자 계정을 만든다. 그리고 환자의 X-RAY 영상 등의 임상정보를 채득, 서버에 업로드 함과 동시에 치과 기공소에 제작을 의뢰한다. 치과 기공소에서는 제작의뢰 정보(서버에 있는 임상정보)를 바탕으로 셋업 이미지를 제작하여 업로드하고 의료진의 확인(confirm)을 받는다. 그리고 제작 결정이 확인되면 셋업 이미지를 바탕으로 제작한다. 이와 같이 의료진과 치과 기공소간에 임상정보는 물론 디테일한 의견까지 웹을 통하여 시간과 장소에 구애받지 않고 커뮤니케이션이 가능하다. 투명 교정장치가 제작되어 환자에게 배포한 후에는 웹을 통해 환자의 진료 일정을 관리하고, 현재 교정장치의 착용기간을 파악하여 진료계획을 수립한다. 또한, 환자 Q&A를 통해 환자와 보다 적극적인 커뮤니케이션을 통해 치아 교정의 효과를 극대화할 수 있다. Fig. 4는 치과 의료진 웹 아키텍처 스키마이다.

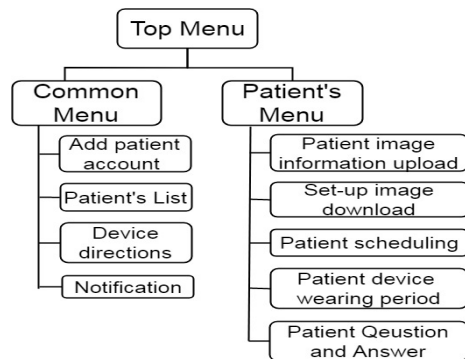


Fig. 4. Dentist web architecture scheme

### 3.1.2 치과 기공소

치과 기공소는 치과 병원에서 채득한 환자의 임상정보를 웹을 통해 다운로드하여 셋업 이미지를 생성하고 치과에서 확인할 수 있도록 이미지를 업로드한다. 교정장치 제작이 결정되면 셋업 이미지를 바탕으로 교정 장치를 제작하는데 이때 각 교정 장치마다 고유의 QR 코드를 삽입한다. QR 코드는 시스템 전용 웹에서 자동으로 생성되며 교정 장치에 필름형태로 부착한 후 레진을 씌워서 외부와 접촉을 차단한다. Fig. 5는 치과 기공소 웹 아키텍처 스키마이다.

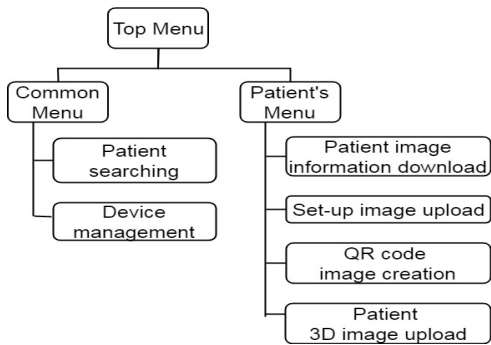


Fig. 5. Dental laboratory web architecture scheme

### 3.1.3 환자

환자는 의료진에게서 수령한 투명 교정장치를 착용하기 전에 교정장치 내 QR 코드를 본 시스템의 환자용 어플리케이션을 통해 스캔한다. 스캔과 동시에 웹서버에 로그인 할 수 있어, 환자는 교정 장치의 착용 순서가 맞는지, 전체 교정과정 중 어느 정도 교정이 진행되었는지 확인할 수 있을 뿐 아니라 QR 코드 정보와 함께 착용 시간 정보 등이 웹에 저장된다. 이러한 정보는 의료진이 진료 계획을 수립하는데 활용된다. 또한, 의료진과 다음 치과 방문 일정과 상담을 어플리케이션을 통해 할 수 있다. Fig. 6는 환자 어플리케이션 아키텍처 스키마이다.

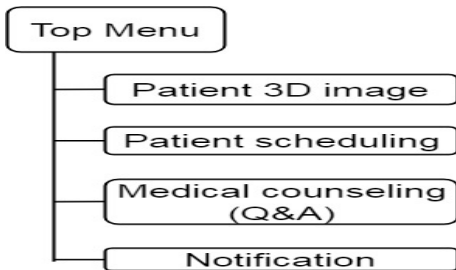


Fig. 6. Patient application architecture scheme

## 4. 시스템 구현 결과

### 4.1 시스템 구현 환경

웹 시스템 구현 환경은 Table 1과 같다.

Table 1. Software development environment

	Programming Language	Programming Tool
Server	Java jdk 8.0	Spring Tool Suite
Web	HTML5, JQuery, Javascript	
Application	Android Java	Android Studio
Database	MySQL 5.0.9	Sqlog

### 4.2 스마트 투명 교정장치 제작

제한한 스마트 투명 교정장치는 Fig. 7과 같이 투명 교정장치에 QR 코드가 인쇄된 필름을 넣고, 그 위에 레진을 씌워 인체에 무해하면서 정보의 손실을 줄이도록 제작하였다. 제작된 스마트 투명 교정장치 내의 QR 코드는 고유의 URL 주소, 국가코드, 병원코드, 환자 고유 번호, 교정장치 번호 등이 포함되어 있어 본 시스템을 통해 국내의 환자는 물론 해외의 환자들을 효율적으로 관리할 수 있도록 설계하였다. QR 코드는 Zxing 라이브러리를 이용하여 생성한다.

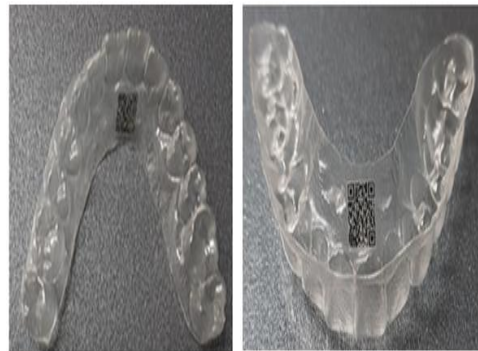


Fig. 7. Front and back of smart clear aligner

### 4.3 스마트 투명 교정장치 관리 웹 시스템 구현

본 연구에서 구현한 시스템은 2개의 웹과 1개의 어플리케이션으로 구성되어 있으며 모두 반응형 웹으로 제작되어 모든 스마트 디바이스에서 동작할 수 있도록 구현하였다.

의료진이 사용하는 웹의 메인 페이지는 아래의 Fig. 8과 같다. 앞(3.1.1)에서 설계한 대로 환자 공통의 메뉴로 “환자 계정 추가”, “환자 리스트”, “장치 사용법 업로드”, “공지사항”을 왼쪽에 배치하였고, 개별 환자의 메뉴로는 “환자 사진 정보 업로드”, “셋업 사진 업로드”, “환자 일정 관리”, “환자 교정장치 착용기간”, “환자 Q&A”를 오른쪽에 배치하였다. 이와 같이 공통 메뉴와 개별 환자 메뉴를 분리함으로써 사용상 편리성을 높였다.

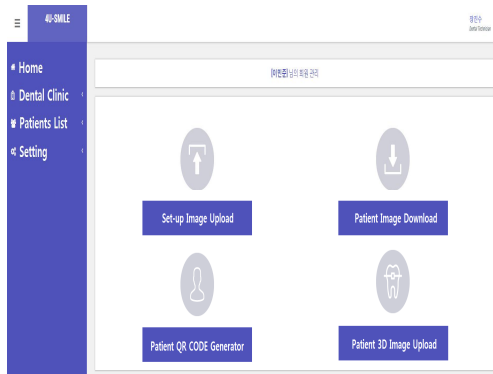


Fig. 8. Screen shot of web for dentists

환자의 경우에는 스마트 폰의 어플리케이션을 실행한 후, Fig. 9와 같이 QR 코드를 스캔하면 환자 개인의 고유 URL로 웹에 접속되어 로그인하게 된다. 환자는 구현된 어플리케이션을 통해 치과 방문 일정, 교정 상담 및 공지사항을 확인할 수 있고, 3D 이미지를 통해 교정 전후의 모습을 확인할 수 있으며, 화면 하단에 half circle bar를 통해 현재 교정 단계가 어느 정도 진행되었는지 확인할 수 있다.



Fig. 9. Screen shot of execute patient-specific hybrid application and web access

## 5. 시스템 평가

본 시스템을 평가하기 위해 QR 코드의 크기와 거리에 따른 인식률 및 인식 시간을 테스트하였다. 투명 교정 장치가 구강 내라는 특수 환경에서 사용되기 때문에 QR 코드의 손상, 인식률, 크기 등이 고려되었다. 다행히 QR 코드를 레진으로 씌워 손상을 막을 수 있었다. 그래서 레진을 씌운 상태의 QR 코드를 다양한 크기로 제작하여 거리별로 인식해 보았다.

QR 코드의 크기에 따른 데이터 인식률을 확인하기 위해 본 연구에서 개발한 어플리케이션으로 4가지 크기의 샘플을 제작하여 20번씩 측정하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다. Table 2에서 보는 바와 같이 넓이 5\*5mm<sup>2</sup>의 QR 코드의 경우 20번의 측정 중 단 한번만 인식하였으며, 넓이 6\*6mm<sup>2</sup> 이상부터는 100%의 인식률을 보였다. 따라서 QR 코드는 최소 6\*6mm<sup>2</sup> 이상으로 제작해야 한다는 것을 확인하였다. 이는 투명 교정장치에 삽입 가능한 크기이며 장치의 디자인과 기능에 전혀 영향을 미치지 않는다는 것을 확인하였다.

Table 2. QR code size recognition rate comparison

QR code size	Number of attempts	Number of recognition	Recognition rate
5*5mm <sup>2</sup>	20	1	5%
6*6mm <sup>2</sup>	20	20	100%
7*7mm <sup>2</sup>	20	20	100%
8*8mm <sup>2</sup>	20	20	100%

10cm 거리에서 5개의 서로 다른 QR 코드를 인식하는 테스트를 한국산업기술시험원에 의뢰하여 나온 결과는 Table 3과 같이 평균 1초 이내를 보였다. 또한, QR 코드 인식 거리 시험은 10cm, 11cm, 12cm 거리에서 인식률 100%를 보였다. 이와 같은 결과는 어플리케이션의 사용자에게 처리속도에 대한 만족감과 정확도에 대한 신뢰감을 줄 것으로 예상된다.

Table 3. QR code recognition time of hybrid application

Production sample	Number of experiments			Average time
	1st	2nd	3rd	
QR code-1	0.92 sec	0.91 sec	0.91 sec	0.913 sec
QR code-2	0.85 sec	0.85 sec	0.92 sec	0.873 sec
QR code-3	0.91 sec	0.98 sec	0.79 sec	0.893 sec
QR code-4	0.72 sec	0.78 sec	0.92 sec	0.806 sec
QR code-5	0.78 sec	0.91 sec	0.72 sec	0.803 sec



## 5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서 개발한 투명 교정장치 관리시스템을 이용하면 환자, 의료진, 치과 기공소 간의 커뮤니케이션이 원활하게 이루어져 잘못된 정보로 인한 실수를 최소화 시킬 수 있으며, 의료진은 환자가 순서에 맞는 교정장치를 착용하였는지, 착용 기간을 준수하고 있는지 등을 원격지에서 모니터링할 수 있어서 향후 치료계획을 세울 때 이러한 정보를 활용하여 더욱 더 정밀한 계획을 수립할 수 있을 것이다. 치과 기공소에서는 치과의사가 채득한 임상 정보를 바탕으로 셋업 이미지를 업로드하여 치과의사의 확인 후 제작함으로써 정확성을 높일 수 있다. 또한 환자의 실수로 분실 혹은 파손 시에 교정장치 식별 코드를 이용하여 교정장치를 다시 제작하는데 시간을 단축할 수 있다. 환자는 온라인 상에서 의료진의 지속적인 의료지도, 교정과정 확인 등을 통해 보다 섬세하게 관리 받으며 불안감을 줄이고, 만족도 및 동기부여를 증가시켜 교정효과를 높일 것이다.

본 연구의 제한점은 투명 교정장치 관리 시스템을 설계 및 구현을 하였지만 실제 치열 교정 환자에게 적용해 보지 못한 점이다. 향후 임상영역에서 실제로 적용하여 성능을 개선하는 연구를 할 계획이다.

## REFERENCES

- [1] Y. R Kim. (2006). *Three-Dimensional analysis of tooth movement with the three dimension of NiTi arch wire in self-ligating bracket* [Master's thesis]. Seoul: The Graduate School of Clinical dentistry Ewha Womans University.
- [2] H. Kim, J. H. Ahn & R. L. Boyd. (2003). Diagnosis and Treatment of Malocclusions using the Invisalign System. *Korean Journal of Orthodontics*, 33(1), 21-29.
- [3] K. Y. Lee & E. J. Go. (2010). Factors of influencing satisfaction with orthodontic treatment in orthodontic patients. *Journal of Dental Hygiene Science*, 10(2), 85-94.
- [4] S. W. Lee. (2009). *Preference for various orthodontic appliances* [Master's thesis]. Seoul: Univ. of Korea,
- [5] A. Analytics. (2016). Global Invisible Braces Market : Trends, Opportunities and Forecasts (2016-2021)
- [6] S. Jeong, Y. W. Kim & C. H. Youn. (2014). Personalized healthcare system for chronic disease care in cloud environment. *ETRI Journal*, 36(5), 730-740.
- [7] R. G. Rozier, A. M. Horowitz & G. Podschun. (2011). Dentist-patient communication techniques used in the United States: the results of a national survey. *The Journal of the American Dental Association*, 142(5), 518-530.
- [8] C. H. Stavrianos, N. Petalotis, M. Metska, I. Stavrianou & C. H. Papadopoulos. (2007). The value of identification marking on dentures. *Balkan Journal of Stomatology*, 11(3), 212-216.
- [9] R. Richmond & I. A. Pretty. (2006). Contemporary methods of labeling dental prostheses—A review of the literature. *Journal of forensic sciences*, 51(5), 1120-1126.
- [10] C. W. Jeong, S. G. Lee & S. C. Joo. (2014). Study of Platform for Real-Time Medical Information Protection and Management. *KIPS Transactions on Computer and Communication Systems*, 3(8), 245-250. DOI : 10.3745/ktccs.2014.3.8.245
- [11] S. G. Lee, C. W. Jeong & S. C. Joo. (2015). Design and Implementation of Medical Information System using QR Code. *Journal of Internet Computing and Services*, 16(2), 109-115. DOI : 10.7472/jksii.2015.16.2.109
- [12] P. Mersini, E. Sakkopoulos & A. Tsakalidis. (2013). APPification of hospital healthcare and data management using QR codes. *In IISA 2013* (pp. 1-6). IEEE.
- [13] H. D. Kesling. (1945). The philosophy of the tooth positioning appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 31(6), 297-304.
- [14] L. H. Truax. (1997). U.S. Patent No. 5,683,244. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [15] L. Galan-Lopez, J. Barcia-Gonzalez & E. Plasencia. (2019). A systematic review of the accuracy and efficiency of dental movements with Invisalign®. *The Korean Journal of Orthodontics*, 49(3), 140-149.
- [16] M. Chishti, A. Lerios, B. Freyburger, K. Wirth & R. Ridgley. (2001). U.S. Patent No. 6,217,325. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office
- [17] M. Tepedino, V. Paoloni, P. Cozza & C. Chimenti. (2018). Movement of anterior teeth using clear aligners: a three-dimensional, retrospective evaluation. *Progress in orthodontics*, 19(1), 9.
- [18] M. R. Del Rosario-Raymundo. (2017). QR codes as mobile learning tools for labor room nurses at the San Pablo Colleges Medical Center. *Interactive Technology and Smart Education*, 14(2), 138-158.
- [19] V. Uzun & S. Bilgin. (2016). Evaluation and implementation of QR Code Identity Tag system for Healthcare in Turkey. *SpringerPlus*, 5(1), 1454.
- [20] R. I. Garcia-Betances & M. K. Huerta. (2012). A review of automatic patient identification options for public health care centers with restricted budgets. *Online journal of public health informatics*, 4(1).
- [21] S. R. Moon & J. H. Cho. (2019). Study on IoT-based Map Inside the Building and Fire Perception System. *Journal of Digital Convergence*, 17(1), 85-90.
- [22] J. S. Yu & S. J. Kim. (2012). Educational possibilities the use of QR codes in prior educational materials for field trips with theme. *Journal of Digital Convergence*, 10(10), 439-445.

[23] J. H. Lee & M. G. Cho. (2017). A Study on Emergency Medical Information Management Methods for Elderly Patients using QR code and Finger-print Recognition. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(6), 135-141.

장진수(Jin-Su Jang) [장학원]



- 2017년 2월 : 고려대학교 보건과학과 석사
- 2017년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 보건과학과 박사과정
- 관심분야 : u-Healthcare, Health Information Technology, Deep Learning

· E-Mail : runmc@korea.ac.kr

손호정(Ho-Jung Son) [장학원]



- 2006년 2월 : 신구대학 보건학 전문학사
- 2009년 2월 : 방송통신대학 일본학과 문학사
- 2011년 2월 : 고려대학교 보건과학과 석사
- 2012년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 보건과학과 박사수료

· 관심분야 : 치의학, 센서

· E-Mail : yamuhj@naver.com

심지영(Ji-Young Sim) [장학원]



- 2012년 2월 : 고려대학교 보건과학과 석사
- 2018년 2월 : 고려대학교 보건과학과 박사
- 관심분야 : 3D printer, digital dentistry

· E-Mail : jysim01@korea.ac.kr

강신영(Seen-Young Kang) [장학원]



- 2016년 2월 : 김천대학교 보건 학사
- 2016년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 보건과학과 석박사 통합과정
- 관심분야 : Digital dentistry, CAD/CAM

· E-Mail : seenyoung@korea.ac.kr

문준모(Joon-Mo Moon) [장학원]



- 2017년 2월 : 원광대학교 치의학과 석사
- 2018년 9월 ~ 현재 : 원광대학교 치의학과 박사과정
- 관심분야 : 3D printer, digital dentistry
- E-Mail : j-f-club@hanmail.net

이태노(Tae-Ro Lee) [장학원]



- 1984년 2월 : 광운대학교 전산학과(이학사)
- 1989년 8월 : 경희대학교 교육대학원 전산학 전공(교육학 석사)
- 2001년 2월 : 경희대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학 박사)
- 2005년 9월 ~ 2006년 8월 : Visting Professor of Griffith University

· 1996년 9월 ~ 현재 : 고려대학교 보건과학대학 보건정책관리학부 교수

· 관심분야 : Hospital Information System, u-Healthcare, MIS, Signal Processing

· E-Mail : trlee@korea.ac.kr