

# 모바일 형광영상기반 치아우식증 조기진단시스템 개발

박성경\*, 박서호\*, 김은빈\*, 계슬아\*, 위예진\*, 이언석\*

\*순천향대학교 의료IT공학과

e-mail : leeos@sch.ac.kr

## Development of early diagnosis system of caries based on mobile fluorescence imaging

Sung-Kyong Park\*, Seoho Park\*, Eunbin Kim\*, Seula Kye\*, Yejin Wee\*, Onseok Lee\*

\*Dept of Medical IT Engineering, SoonChunHyang University

### 요 약

치아는 식사 등의 일상생활에서 중요 역할을 하는 부위로 구강 건강을 지속적으로 관리하는 것이 중요하다. 최근 모바일에서는 의료 영상을 얻을 수 있을 만큼의 해상도를 갖춘 이미지를 얻을 수 있으며 디지털 의료기기로서의 가능성을 보여준다. 본 연구에서는 스마트폰을 사용한 가시광선 영역의 파장대를 이용하여 치아의 초기 우식병소 진단에 도움을 받고 효율적인 관리를 할 수 있도록 하는 형광영상기반 치아분석시스템을 개발하였다. 시스템은 405 nm 파장대의 가시광선과 515 nm 이하의 단파장을 차단하는 필터를 고정하는 장치를 3D 프린터를 기술을 통해 고안 및 제작하여 스마트폰으로 치아의 영상을 얻고, 병소를 검출하여 정량적인 데이터를 제공한다. 제안한 시스템은 사용자의 시간적, 공간적 제약 없이 객관적인 데이터를 기반으로 사용자의 구강위생관리상태를 제시하여 조기진단 및 예방이 가능하다.

### 1. 서론

치아는 소화기계통의 첫 부분으로 음식을 씹고 부수어 소화하기 쉽게해주고, 정확한 발음 및 발성에도 도움을 주는 부위로 일상생활에 많이 쓰이는 부분이다. 치주염, 치아 우식증 등의 치아 질환은 세균이 있는 치석, 치태 등이 주 원인이며 통증이나 자작운동에 영향을 주어 식사 등의 일상생활에 불편함을 준다. 따라서 적절한 시기의 치료와 예방을 위한 지속적인 관찰로 자칫 심각해질 수 있는 치아 질환을 막을 수 있으며 기능회복에도 도움을 준다[1]. 하지만 초기 치아우식병소는 육안관찰 시 표면층의 소실이 없으며 정상 법랑질과 비슷한 흰색을 띄기 때문에 백색반점이라 불리며 치아 질환의 객관적인 진단과 예방에 어려움을 준다.

QLF (Quantitative Light-induced Fluorescence)란 가시광선 영역의 빛을 치아에 조사하여 초기 치아 우식증을 탐지할 수 있는 장비이다[2]. 최근에는 디지털 카메라와 QLF가 결합된 새로운 형태의 제품(QLF-digital, QLF-D)이 개발되었으며, 새롭게 추가된 특수 필터는 치아의 녹색 형광을 치아 본연의 색으로 구현하고 미생물에 의한 붉은색 형광을 보다 강화함으로써 임상에서의 활용가능성을 더 높아졌다고 평가된다[3].

본 연구는 3D 프린팅 기술과 QLF-D에 사용되는 LED와 필터를 이용하여 모바일 카메라에 부착하는 광조사 장치를 고안 및 제작하고, 치아 영상의 취득을 통해 사용자

가 환경적 제약 없이 구강위생상태를 관찰하며 분석을 통해 치아 질환의 일상적인 관리를 할 수 있는 진단 및 예방 도구로써 사용할 수 있는 시스템을 개발하였다.

### 2. 시스템 구성

본 논문에서는 초기 치아의 우식병소를 탐지하기 위해 가시광선 영역의 LED와 특수 필터를 사용하여 사용자의 입안을 관찰한다. 관찰시 치아의 세균이 존재하는 치석, 치태, 치아 우식증의 부위에서 적색 형광이 나타나게 되며 이를 영상으로 취득하여 형광의 정도를 정량화하는 방법을 구현한다. 개발한 모바일 형광영상기반 치아우식증 조기진단시스템의 구성도는 다음과 같다.



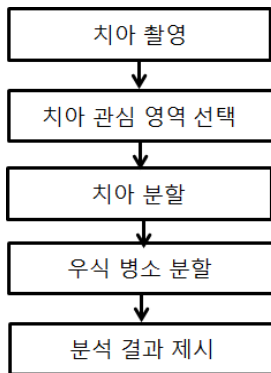
(그림 1) 개발 시스템 구성도

1. 모바일 부착형 장치의 제작

모바일 부착용 광조사 장치를 구현하기 위해 Autodesk Inventor Professional 2016을 이용하여 3D 모델링으로 장비를 설계한 후 3D 프린터를 이용하여 장비를 출력하였고, 가시광선 영역의 405 nm파장의 LED와 515 nm이하의 단파장을 차단하는 필터를 출력물에 부착하였다. 제작된 장비는 모바일 카메라 앞에 장착되어 치아 영상을 취득하는데 이용된다.

2. 영상 취득 및 우식병소의 분석

본 연구에서는 모바일 부착형 장비를 이용하여 치아의 전면부, 상악, 하악을 촬영하였다. 획득한 영상은 치아 관심 영역을 지정하여 이용하였다. 분석 시스템은 다음 그림 2와 같은 구성을 가진다.



(그림 2) 분석 시스템 구성도

(1) 치아 부위 영역 분할

잇몸이나 구강 내부는 치아 영역 분할시 구분이 용이하지 않아 정확도를 떨어트리게 된다. 이러한 문제점을 해결하고자, RGB공간의 B와 HSI공간의 I의 색차를 이용하여 치아 강조 영상을 획득하였다[4]. 얻어진 치아 강조 영상을 지역적 이진화를 수행한 후 영상에서 모폴로지 기법의 열기 연산을 통해 노이즈를 제거하여 치아 영역의 마스크를 얻었다. 이후 원 영상에 치아 영역 마스크를 더하기 연산하여 치아 부위 영역을 분할할 수 있다.

(2) 우식 병소 분할

우식병소의 분석을 위하여 치아 분할 영상에서 병소인 적색 형광을 분할하는 것이 필요하다. 영상 분할 알고리즘 중 Interactive Graph Cut(IGC) 알고리즘의 최적화 연구를 통해 치아 관심영역내의 적색 형광만을 검출하여 이를 정량화하였다. Interactive Graph cut이란 영상으로부터 객체를 분리하는 영상분할 알고리즘 중 하나이다. 기존의 영상 분할과 달리 사용자가 개입해 Seed를 주어 그 정보를 이용해 영상분할에 있어서 하나의 추가적인 정보의 소스로 사용한다. 이는 영상분할의 정확도 향상에 기여하여 정량적인 분석에 많은 도움이 된다. 또한 사용자의 개입은 즉각적인 피드백을 제공하여 결과를 구체화하는데 활용된다 [5]. IGC를 이용하여 결과적으로 적색 형광만을 분할하여

정량적인 데이터를 검출할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 치아의 병소를 관찰 및 분석하여 사용자의 구강상태를 보여주고, 이를 객관적인 데이터로 얻어내는 시스템을 개발하였다. 공중 보건적 측면에서 구강위생의 관리는 중요한 부분이며 지속적인 진단과 예방을 통해 구강건강의 증진을 목표로 하고 있다. 또한 사용자의 구강건강에 대한 동기 부여를 위해 많은 방법이 사용되고 있다. 본 논문은 간단한 부착장치를 통해 모바일로도 손쉬운 치아 촬영을 할 수 있도록 하고 취득한 영상의 분석을 통해 치아 위생상태를 관찰하고 사용자에게 동기를 부여하며 지속적인 치아 질환의 관리가 가능한 시스템을 개발하였다.

향후 연구과제로 개발 시스템을 이용해 치아 우식증에서 더 나아가 육안으로 확인이 어려운 치아의 크랙 등을 광조사를 통해 검출한다면 구강관리 효과의 극대화를 기대할 수 있을 것이다.

4. 감사의 글

이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국과학창의재단(2018년도 학부생 연구프로그램)의 지원을 받아 수행된 연구임(SBJ000029027).

참고문헌

[1] 서울대학교병원 신체기관정보. <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=938775&cid=51006&categoryId=51006>

[2] 김백일 (2011). QLF의 원리와 임상적 활용. 대한치과 의사협회지, 49(8), 443-450.

[3] 강시묵, 민지현, 김한나, 김백일, 김진범, 정승화 (2014). QLF-D, ICDAS, DIAGNOdent를 이용한 발견된 치아의 교합면 우식증의 정량화 비교. 대한구강보건학회지, 38(2), 105-110.

[4] 나승대, 이기영, 이정현, 김명남 (2014). 형태학적 특징을 이용한 향상된 치아 검출 방법. 멀티미디어학회논문지, 17(10), 1171-1181.

[5] 김태완 (2017). 소동물을 위한 영상 시스템에서의 Interactive Graph Cuts 기반 영상분할 알고리즘 최적화. 순천향대학교 대학원 석사논문.

[6] 김민정, 진보형, 임범순, 이인복 (2015). 광원과 필터가 형광에 의한 치아우식탐지에 미치는 영향. 대한치과재료학회지, 42(3), 187-196.

[7] Lena Gorelick, Olga Veksler, Yuri Boykov, Claudia Nieuwenhuis (2014). Convexity Shape Prior for Segmentation. Computer Vision(ECCV)