

A New Method of Plaque Scoring and Database Implementation

신승원* · 김경섭† · 이선주** · 김동인*** · 김기덕§ · 박원서§§

(Seung-Won Shin · Kyeong-Seop Kim · Sun-Ju Lee · Dong-In Kim · Kee-Deog Kim · Wonse Park)

Abstract - In this study, a new method of dental plaque scoring is proposed by adopting new criteria to divide the tooth surface with utilizing the geometrical features of a tooth color image. For the possible clinical usage of our new plaque scoring system, GUI(Graphic User Interface) system is also implemented to estimate the numerical plaque index for a specific tooth by designing the supplementary database management module that handles dental plaque scores.

Key Words : Dental Plaque, Plaque Index, Tooth, Database

1. 서론

치주 질환은 현대인들에게 가장 많이 발생하는 질환 중의 하나이지만 대부분의 경우 그 증상의 정도가 심하지 않고 또한 적절한 치료시기를 놓치게 되어서 질환이 계속 진행되는 경우가 많다. 그러나 일단 구강 질환이 악화되면 치아 상실 및 구강 내에서 번식한 세균들이 혈관 속으로 침투하여 여러 가지 합병증들을 유발할 수 있기 때문에 정기적인 구강검사를 통하여 구강 질환을 사전에 예방하는 것이 중요하다[1].

구강 질환의 가장 큰 요인은 치아 플라그(dental plaque)이며, 이 물질은 구강 내 세균들이 번식하여 치아와 잇몸, 혀에 둘러붙어 끈적거리는 얇은 막의 형태를 이루며, 치태라고도 호칭된다. 플라그는 특히 입 안에서 치아와 잇몸이 만나는 부분의 틈새와 치아 자체의 틈새 등 구강 청결 유지에서 매우 취약한 부분에 생성되기 쉬우며, 일단 플라그는 입안에 형성되어 있다가 음식 찌꺼기 등 세균이 번식하기 좋은 환경이 만들어지면 플라그 내의 세균이 빠르게 증식하게 된다. 또한 치아 면에 형성된 플라그는 당분과 반응하여 산을 만들어내어 치아를 손상시켜 썩게 만들고, 독소와 효소를 분비하여 잇몸 염증을 발생시킨다. 따라서 치아에 형성되어 있는 플라그의 정도를 정량적으로 분석하는 일은 구강 질환의 예방을 위한 중요한 과제 중의 하나이다.

플라그의 형성 정도를 정량적으로 분석하기 위한 방법으로 플라그 인덱스(plaque index) 비교표를 사용, 각각의 치아에 대한 플라그 인덱스 값을 도출하는 방법이 널리 사용되고 있다[2]. 그러나 이 방법은 치과 전문의가 환자의 치아를 사진에 정의한 플라그 인덱스 지수와 육안으로 비교하여 인덱스를 도출하고, 수동으로 기록하여 플라그의 진행 정도를 확인해야 되는 단점이 있다. 또한 이로 인하여 환자는 플라그 검사를 할 때 마다 장시간 입을 벌리고 있어야 하는 불편함이 있고, 해당 전문의는 환자 한 사람당 많게는 32개의 치아들을 인덱스 비교표와 하나씩 비교하여 인덱스 값을 산출해야 되는 불편함이 수반되며, 나아가서 환자 정보와 플라그 인덱스 검사 결과들이 유기적으로 연계되지 못하는 단점도 존재한다. 이에 따라서 플라그 인덱스 값을 편리하고 빠르게 검사할 수 있는 사용자 인터페이스 시스템(GUI: Graphic User Interface)의 구현과, 그 결과를 체계적으로 저장, 검색, 관리할 수 있는 데이터베이스 시스템의 구성이 필요하다.

이에 따라서 본 연구에서는 사용자 중심의 GUI 및 데이터베이스 구성을 통하여, 환자의 치아 영상을 분석하고, 이에 따라 플라그 인덱스 값을 체계적으로 도출하는 사용자 인터페이스를 구현하고자 하였으며, 또한 플라그 인덱스 검사 결과들을 효율적으로 저장·검색·갱신하기 위한 데이터베이스 관리 시스템 모듈을 구현하고자 하였다.

2. 본론

2.1 플라그 인덱스 도출

플라그 인덱스는 치아 면에 형성된 플라그의 형성 정도를 객관적으로 평가하고, 이를 치아 관리의 지표로 활용하기 위한 지수를 의미하며, 이 값은 환자가 수행하는 칫솔질의 효율성 평가와 또한 각기 다른 형태의 칫솔의 성능에 대한 비교 분석에 활용되고 있다[3-4].

† 교신저자, 정회원 : 건국대 의료생명대 의공학학부 부교수,
건국대 의공학실용기술연구소 · 공박

E-mail : kyeong@kku.ac.kr

* 정 회원 : 건국대 의공학학부 박사과정

** 준 회원 : 건국대 의공학학부 석사과정

*** 준 회원 : 건국대 의공학학부 학부생

§ 비 회원 : 연세대 치과대학병원 통합진료과 교수

§§ 비 회원 : 연세대 치과대학병원 통합진료과 임상조교수

접수일자 : 2009년 4월 20일

최종완료 : 2009년 5월 8일

일반적으로 플라그 인덱스를 도출하는 방법은 우선적으로 피검자의 치아에 '치면 착색제'를 도포하여 치아에 형성된 플라그를 염색하는 과정을 거치게 되는데, 전문의는 최적의 플라그 인덱스 도출 방법을 선택한 다음에, 그에 따른 비교표를 착색된 각각의 치아와 육안으로 대조하여 인덱스를 도출하는 방법을 사용한다.

플라그 인덱스의 도출 방법은 기존에 제시된 검출 방법들을 세분화하여 수정한 플라그 인덱스 도출 방법들이 많이 사용되고 있다. 이 중에서 대표적인 인덱스 도출 방법으로는 'MNI (Rustogi Modification of the modified Navy Plaque Index)', 'DMPI (Distal Mesial Plaque Index)', 'PMI (Proximal Marginal Index)' 방법이 있고, NMPS (New Method of Plaque Scoring) 방법도 사용되고 있다[5]. 그림 1은 현재 널리 사용되고 있는 플라그 인덱스 도출 방법들을 설명하고 있다.

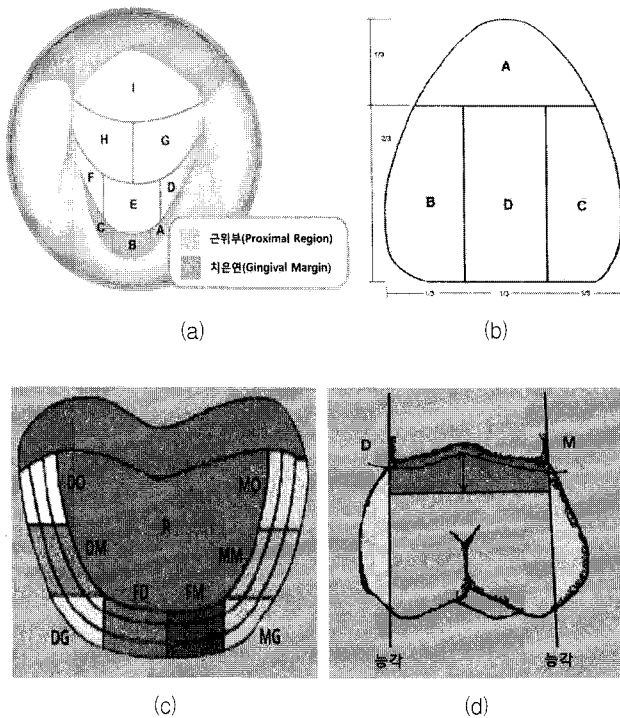


그림 1 4가지 플라그 인덱스 도출 방법
 (a) MNI (Rustogi Modification of the modified Navy Plaque Index)
 (b) NMPS (New Method of Plaque Scoring)
 (c) PMI (Proximal Marginal Index)
 (d) DMPI (Distal Mesial Plaque Index)

Fig. 1 Four methods of dental plaque scoring

본 연구에서는 칫솔의 성능 평가와 칫솔질의 효율성 평가에 대한 지표로 현재 많이 활용되는 MNI 방법을 새로운 플라그 인덱스 도출 방법으로 활용하였다. 그러나 MNI 방법은 치아의 영역이 곡선 형태로 나누어지고, 곡선의 형태 또한 치아의 형태마다 다르기 때문에 플라그 인덱스 도출을 위한 치아 영역의 분할이 어렵다는 단점이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 MNI 방법에서 사용하는 치아 영역의 도출 방법을 간략화 하여 직선 형태로 영역을 도출하는 새로

운 방법을 제시하고자 한다. 그림 2는 새롭게 제시된 치아의 플라그 설정 영역들의 경계 범위를 보여주고 있다.

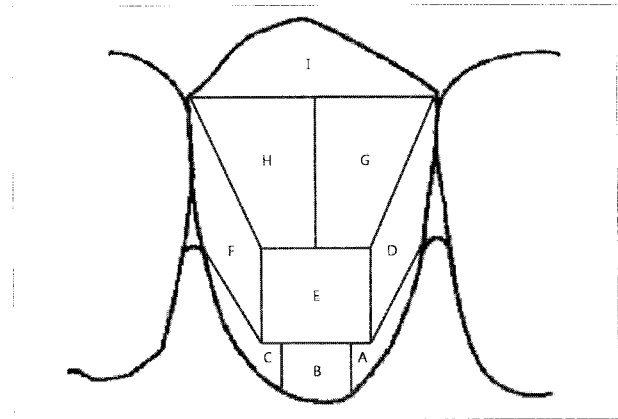


그림 2 본 연구에서 제시된 플라그 인덱스 경계 영역
 Fig. 2 Our suggested method of plaque index scoring

또한 플라그 인덱스 도출 방법은 각각의 치아마다 지수 값이 도출되므로, 인덱스 도출 및 이에 따른 데이터베이스 구축을 위해서는 치아 식별자를 설정할 필요가 있다. 이를 위해서 현재 국제 표준(ISO-3950)으로 등록되어 있는 '치아 및 구강영역 명명체계(FDI Two-Digit notation)'를 치아 번호 표시 방법으로 채택하였다[6]. 이 식별 방법은 치아 전체를 4개의 부분들로 나누어 각각의 부분에 1~4까지 번호를 부여하고, 또한 각각 부분의 치아의 순서에 따라 다시 번호를 부여하는 방식을 사용한다. 결과적으로 이 두 번호들을 합성하여 두 자리 수의 번호로서 치아의 위치를 표시하게 되며, 그림 3은 '치아 및 구강영역 명명체계'에 따른 각각의 치아 식별자 값을 보여주고 있다.

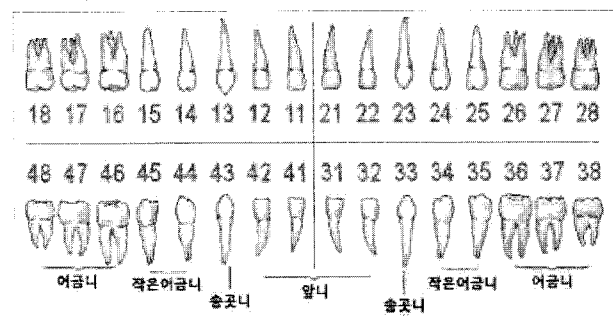


그림 3 치아 및 구강영역 명명 체계에 따른 치아 식별자
 Fig. 3 FDI Two_Digit notation for identifying a tooth

2.2 관심 영역 ROI(Region Of Interest) 설정

전체 치아 영상에서 관심 대상이 되는 치아 영역만을 선택하기 위해서, 관심 영역 내의 모든 화소 값을 정확하게 추출해야 하는데, 이를 위해서 관심 영역의 모든 경계 부위를 반드시 결정해줘야 한다. 그러나 영상 처리 응용 프로그램을 구동 시, 마우스와 같은 입력 장치를 이용하여 관심 영역을 설정하므로, 입력 장치의 이동 속도에 따라 관심 영역의 경계 값이 설정되지 않는 경우가 발생할 수 있는데, 이러

한 경우 지정되지 않은 관심 영역의 경계 값을 자동적으로 지정해 주는 작업이 필요하다. 따라서 그래픽 처리 기법에서 사용되는 중요한 알고리즘 중의 하나인 레스터 변환 알고리즘을 이용하여 관심 영역에 속하는 모든 경계 값을 빠짐없이 설정하고자 하였다.

레스터 변환 알고리즘은 물체를 표현할 때 사용되는 점, 선, 면들을 화소공간으로 사상(mapping) 시킬 때, 어느 위치의 화소값을 선택할 것인지를 결정하는 알고리즘이다. 레스터 변환 알고리즘의 종류로서 i)교차점 계산 알고리즘, ii)DDA(Digital Differential Analyzer) 알고리즘, iii)브레스넴(Bresenham) 알고리즘 등이 있다[7]. 본 연구에서는 가장 속도가 빠르고 정확하게 레스터 변환을 수행하는 브레스넴 알고리즘을 이용하여 관심 영역의 경계 값을 정확하게 설정하고자 하였다. 그림 4는 브레스넴 알고리즘의 개요도를 보여주고 있다.

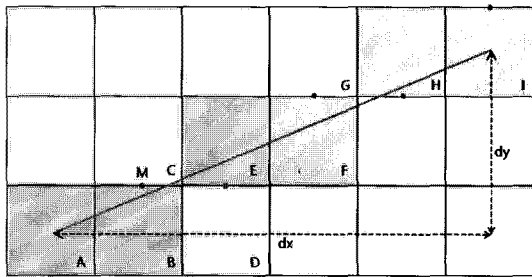


그림 4 브레스넴 알고리즘의 개요도
Fig. 4 A schematic diagram of Bresenham algorithm

그림 4에서 화소 A의 중심이 선의 시작점이고, 화소 I의 중심이 선의 끝점이라고 가정하면, 이 선은 기울기가 1이하이므로 화소 A를 기준으로 다음에 선택될 화소는 반드시 B와 C 중 하나가 된다. 이 두 화소 사이의 경계선의 가운데에 위치한 M을 사용하여 실제의 선이 M보다 아래에 있으면 화소 B를, 위에 있으면 화소 C를 선택한다. 그림 4에서는 실제의 선이 M보다 아래에 있으므로 화소 B가 선택되었음을 인지할 수 있다. 그리고 선택된 화소를 기준으로 다음 화소를 결정할 때에도 동일한 판단 과정을 통하여 선이 표시될 다음 화소를 선택하게 된다. 식 (1)~(5)는 브레스넴 알고리즘의 작동 원리를 순차적으로 표현하고 있다.

$$y = \frac{dy}{dx} \cdot x + b \quad (1)$$

$$y \cdot dx = x \cdot dy + b \cdot dx \quad (2)$$

$$f(x,y) = y \cdot dx - x \cdot dy - b \cdot dx = 0 \quad (3)$$

$$F(x,y) = 2y \cdot dx - 2x \cdot dy - 2b \cdot dx = 0 \quad (4)$$

$$F(x,y) = dx - 2dy \quad (5)$$

여기에서 x 와 y 는 화소의 위치를, $f(x,y)$ 는 그려지는 선분의 식을 나타내며, $F(x,y)$ 는 $f(x,y)$ 에 2를 곱한 결과를 나타낸다. 식 (5)의 우변은 결정변수(decision variable) D라고 하며, D의 값에 따라서 선을 표현할 다음 화소가 선택된다. 또한 첫 번째 결정변수의 값이 계산되면 이를 기준으로 다음 단계의 결정변수의 값은 간단하게 계산될 수 있

다. 또한 동일한 방법을 사용하여 직선뿐만 아니라 곡선으로 그려지는 영역의 경계도 빠짐없이 도출할 수 있다.

2.3 2차 모멘트를 이용한 치아 영역 검출

관심 영역 설정을 통하여 선택된 치아 영역에서 플라그 인덱스를 효과적으로 도출하기 위한 인덱스 경계 영역을 분할하려면, 선택된 치아 영역에 대한 여러 가지 기하학적인 정보가 필요하다. 이를 위해서 치아의 형태인 타원 모양의 특성과 2차 모멘트를 기반으로 선택된 영역의 중심좌표와 2차 모멘트, 장축과 단축의 길이 등을 도출하였다[8]. 식 (6)~(12)는 선택된 관심 영역의 중심 좌표와 2차 모멘트, 장축과 단축의 길이를 도출하는 수식을 각각 보여주고 있다.

$$i_c = \frac{1}{A} \sum_{(i,j) \in R} i \quad (6)$$

$$j_c = \frac{1}{A} \sum_{(i,j) \in R} j \quad (7)$$

$$\mu_{ii} = \frac{1}{A} \sum_{(i,j) \in R} (i - i_c)^2 \quad (8)$$

$$\mu_{ij} = \frac{1}{A} \sum_{(i,j) \in R} (i - i_c)(j - j_c) \quad (9)$$

$$\mu_{jj} = \frac{1}{A} \sum_{(i,j) \in R} (j - j_c)^2 \quad (10)$$

$$l = \sqrt{2} \sqrt{\mu_{ii} + \mu_{jj} + \sqrt{(\mu_{ii} - \mu_{jj})^2 + 4\mu_{ij}^2}} \quad (11)$$

$$s = \sqrt{2} \sqrt{\mu_{ii} + \mu_{jj} - \sqrt{(\mu_{ii} - \mu_{jj})^2 + 4\mu_{ij}^2}} \quad (12)$$

여기에서 i_c 와 j_c 는 화소 (i,j) 중심좌표를, A 는 선택된 ROI 영역의 넓이를 나타내고, μ_{ii} , μ_{jj} , μ_{ij} 는 2차 모멘트, l 와 s 는 장축과 단축의 길이를 나타낸다. 이렇게 도출된 값들을 통하여 선택된 치아 영역을 중심으로 플라그 인덱스 값의 도출을 위한 영역 분할 좌표들을 도출할 수 있다. 그림 5는 식 (6)~(12)에서 도출된 기하학적 정보들을 이용, 치아의 플라그 인덱스 도출을 위하여 9개의 영역들로 분할한 결과를 보여주고 있다.

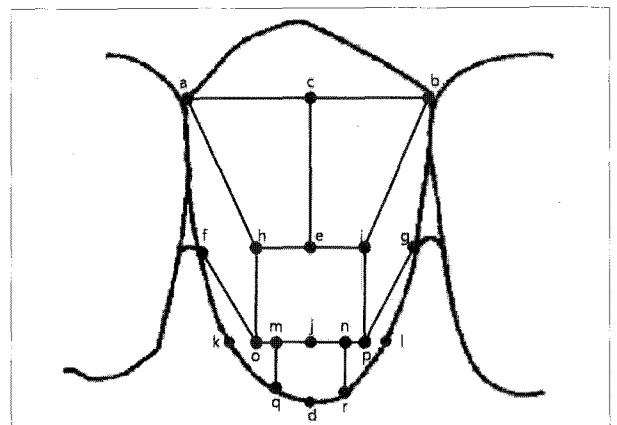


그림 5 치아 플라그 경계 영역
Fig. 5 The divided tooth surface for scoring plaque index

그림 5에서 선 \overline{ab} 는 식 (12)에서 구한 단축을 나타내고, 선 \overline{ce} 는 선 \overline{ab} 의 중심점 c 와, 점 c 와 전체 치아 영역의 최하위 경계점 d 를 연결한 직선의 중심점 e 를 연결한 선을 나타낸다. 이러한 방법으로 치아 영역의 경계점들을 선택하여 총 18개의 영역 분할 좌표들을 도출하였다. 또한 분할된 치아 영역에 대한 플러그 인덱스 값을 도출하려면, 분할된 영역에 대한 RGB 컬러 영상 정보도 필요하다. 이를 위하여 '주사선 채움(Scan Line Fill)' 알고리즘[9]을 이용하여 선택된 영역의 전체 RGB 컬러 정보를 도출하고자 하였으며, 그림 6은 주사선 채움 알고리즘의 개요도를 설명하고 있다.

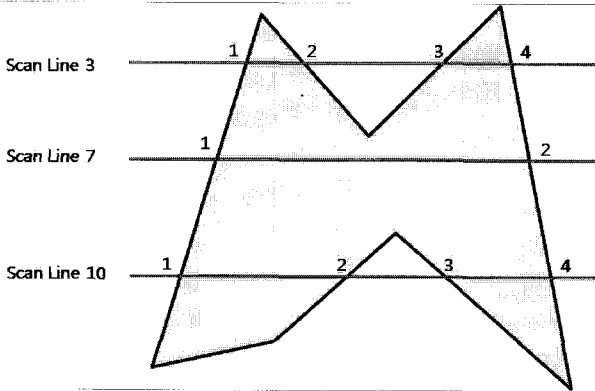


그림 6 주사선 채움 알고리즘의 개요도
Fig. 6 Schematic diagram of Scan Line Fill algorithm

그림 6에서, 주사선 채움 알고리즘을 구현하기 위해서 우선적으로 주사선과 선택 영역의 교차점을 계산한 다음에, 홀수 규칙(odd parity rule)에 따라 현재 교차점의 번호가 홀수이면 교차점의 번호가 짝수가 되기 직전까지 연속으로 화소를 획득해 나가는 방법을 사용한다. 예를 들어서, 주사선 3번의 경우 교차점 번호가 1인 지점을 만나는 순간부터 번호가 2인 지점을 만나기 직전까지는 교차점 번호가 홀수이기 때문에 이 구간의 화소 값들이 RGB 컬러 정보의 도출에 사용된다. 그러나 번호가 2인 지점부터 3인 지점을 만나기 직전까지는 교차점 번호가 짝수이기 때문에 화소 값이 고려되지 않는다. 결과적으로 이와 같은 방법으로 화소 값들을 도출하면 관심 영역 설정을 통하여 선택된 영역 내의 모든 화소 값들의 RGB 컬러 정보를 도출할 수 있다.

2.4 데이터베이스 구성

환자 정보와 검사 결과를 효율적으로 저장, 관리하기 위하여 Microsoft Access를 활용한 데이터베이스를 구축하였다. 데이터베이스는 환자 정보를 저장하고 관리하는 환자 테이블과, 각각의 환자에 대한 검사 정보를 저장하는 검사정보 테이블, 각각의 검사 정보에 대한 결과를 저장하는 검사결과 테이블로 구성된다. 또한 환자의 ID를 기본키(primary key)로 하여 각각의 환자에 대한 검사 정보를 저장하도록 하였고, 검사 정보의 검사 횟수를 외래키(foreign key)로 하여 검사가 수행될 때마다 검사 결과를 저장할 수 있도록 하였다. 결과적으로 동일한 환자가 반복적으로 검사를 받을 경우에도 검사 결과 데이터를 용이하게 저장하고 관리할 수

있다. 표 1~3은 앞에서 언급된 3개의 테이블에 대한 구성 필드를 보여준다.

표 1 환자 정보 테이블 구성 필드
Table 1 Table structure for patient information

PID		
PName	PLicense	PGender
PAGE	PAddress	PContact

표 2 검사 정보 테이블 구성 필드
Table 2 Table structure for test information

PID	TestNumber
TestDate	TestFile

표 3 검사 결과 테이블 구성 필드
Table 3 Table structure for test result

PID	TestNumber	ToothNumber
Index_1	Index_2	Index_3
Index_4	Index_5	Index_6
Index_7	Index_8	Index_9

표 1에서 'PID'는 처음 환자 정보를 등록했을 때 부여되는 ID를 나타내고, 'PName'은 환자의 이름, 'PLicense'는 주민등록번호, 'PGender'와 'PAGE'는 각각 환자의 성별과 나이를 나타내고, 'PAddress'와 'PContact'는 각각 환자의 주소와 전화번호 정보를 나타낸다.

표 2에서 'TestNumber'는 해당 환자가 검사한 횟수를 나타내고, 'TestDate'는 검사를 수행한 날짜, 'TestFile'은 플러그 인덱싱 도출에 사용된 치아 영상 파일의 이름을 나타낸다. 또한 표 3에서 'ToothNumber'는 선택된 관심 영역의 치아 번호를 나타내고, 'Index_번호'는 선택된 치아의 분할된 9개 영역에 대한 플러그 인덱스 값을 나타낸다.

그림 7은 치아 플러그 인덱스를 관리하기 위하여 구성된 데이터베이스의 ER(Entity-Relation) 스키마 다이어그램을 보여준다[10].

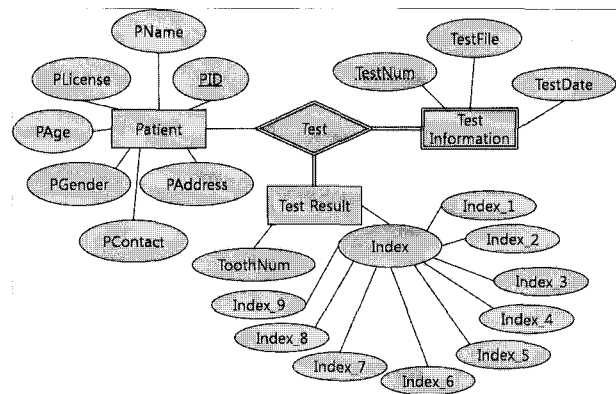


그림 7 ER 모델 스키마
Fig. 7 ER diagram for implementing database module

3. 결 과

3.1 플라그 인덱스 검출을 위한 GUI 시스템 구현

플라그 인덱스 검출을 위한 GUI 시스템을 구현하기 위하여 Microsoft 사의 Visual C++ 6.0과 Microsoft Platform SDK(Software Development Kit)를 이용하였다. 그림 8은 플라그 인덱스 GUI 시스템의 전체 구성 프로토콜을 보여준다.

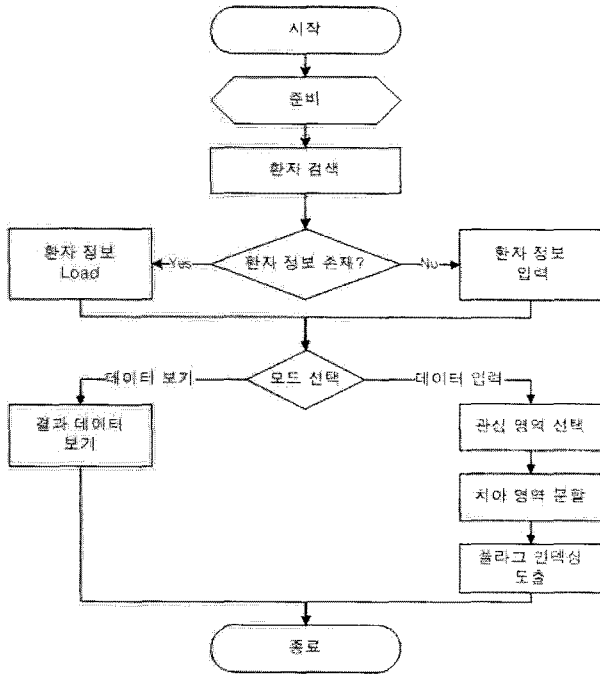


그림 8 플라그 인덱싱 시스템의 프로토콜
 Fig. 8 A protocol for implementing GUI system to manage plaque indexing system

그림 9는 구현된 플라그 인덱스 도출을 위한 GUI 시스템의 초기 화면을 보여주고 있다.

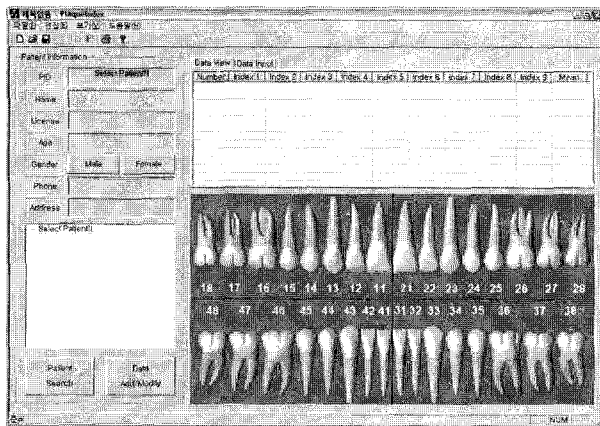
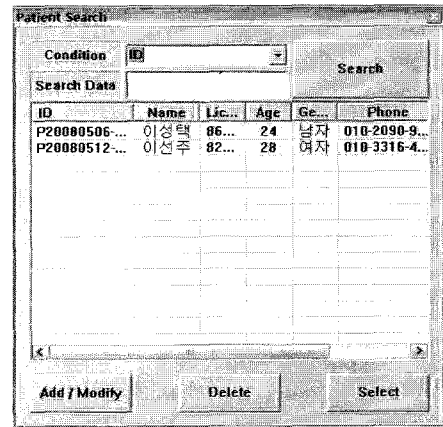
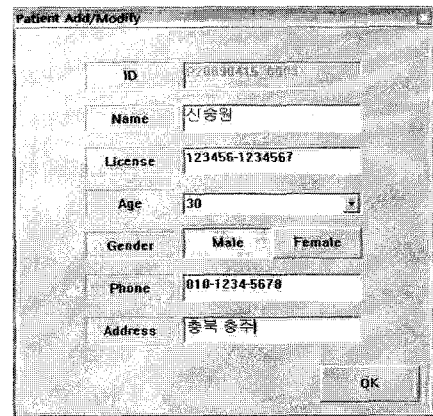


그림 9 플라그 인덱스 도출을 위한 GUI의 초기 화면
 Fig. 9 GUI system for handling plaque indices

그림 9를 살펴보면, 화면의 왼쪽은 데이터베이스에 저장된 환자 정보와 각 환자에 대한 검사정보를 표시하는 화면과 환자 정보의 검색, 저장 및 수정, 삭제 등의 기능을 사용할 수 있는 'Patient Search' 버튼과 플라그 인덱스 값을 저장 및 수정 등의 기능을 사용할 수 있는 'Data Add/Modify' 버튼으로 구성되어 있다. 화면의 오른쪽은 선택된 환자 정보와 검사정보에 대한 결과를 보여주는 기능과 새로운 치아 영상 데이터를 입력받아 플라그 인덱스 검사를 수행하고 결과를 저장하는 기능을 선택적으로 수행할 수 있다. 그림 10은 'Patient Search' 버튼을 눌렀을 때 나타나는 환자 정보 관리 화면을 보여주고 있다.



(a)



(b)

그림 10 환자 정보 관리 화면
 (a) 환자 정보 검색 화면
 (b) 환자 정보 저장 및 수정 화면
 Fig. 10 Patient information management module

그림 10의 (a)는 그림 9의 'Patient Search' 버튼을 눌렀을 때 나타나는 환자 검색 화면으로서, 데이터베이스에 저장되어 있는 모든 환자들을 검색할 수 있다. 또한 검색된 환자를 리스트에서 선택하고 'Select' 버튼을 누르면 그림 9의 화면의 왼쪽에 선택된 환자의 정보와 검사 정보가 표시되며, (b)는 환자 검색 화면의 'Add/Modify' 버튼으로 수행할 수 있는 환자 정보 저장 및 수정 화면으로서, 새로운 환자를 등

특하고, 기존의 환자 정보를 수정하는 기능을 수행한다. 그림 11은 환자를 선택한 후 선택된 환자에 대하여 데이터베이스에 저장된 환자 정보와 검사 정보를 표시하는 화면을 보여주고 있다.

Patient Information

PID: P20080512-0002

Name: 이선주

License: [Redacted]

Age: 28

Gender: Male Female

Phone: 010-3316-4847

Address: 충북 청원군 기덕면 안치리 11-

(a)

P20080512-0002 : 이선주

- 1 : 2008-05-12
- 2 : 2008-05-21

Patient Search Data Add / Save

(b)

그림 11 환자 정보 표시 화면

(a) 선택된 환자 정보 표시 화면

(b) 선택된 환자의 검사 정보 표시화면

Fig. 11 Patient information display module

그림 11의 (b)에서 상위 목록은 선택된 환자의 ID와 이름을 나타내고, 하위 목록은 검사한 횟수와 검사한 날짜를 나타낸다. 이로써 선택된 환자가 검사를 받은 횟수와 날짜를 파악할 수 있다. 그림 12는 선택된 환자의 저장된 검사 결과를 나타내는 화면을 보여주고 있는데, 앞에서 소개된 치아의 식별자 값에 따라 9개의 영역별로 '0'은 플라그가 없음을 나타내고 '1'은 플라그가 존재한다는 사실을 의미하고 있다.

그림 12를 살펴보면, 왼쪽 상단에는 선택된 환자의 신상 정보를 보여주고, 왼쪽 하단의 트리 컨트롤 화면은 선택된 환자의 검사 횟수와 날짜 등의 검사 정보를 보여주고 있다. 이 검사 정보 중의 하나를 선택하면, 오른쪽 상단의 리스트 컨트롤에 검사 결과 정보가 나타나게 된다. 그림 13은 획득한 치아 영상을 활용하여 치아의 플라그 인덱스 값을 도출하는 과정을 보여주고 있다.

그림 13에서 오른쪽 상단의 'Data Input' 탭을 선택하면 치아 영상 파일을 불러오는 화면이 나타나고, 선택된 영상

파일은 오른쪽 하단에 나타나는데, 입력장치를 이용하여 치아 영역을 선택하면 자동으로 선택된 영역을 9개의 영역으로 분할하여 플라그 인덱스를 도출하게 된다.

Tooth	Index 1	Index 2	Index 3	Index 4	Index 5	Index 6	Index 7	Index 8	Index 9	Mean
18	1	0	1	0	0	1	0	1	1	5
12	1	1	1	0	0	1	1	1	1	6
11	0	1	1	1	1	1	1	1	0	7
21	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
22	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
23	1	1	0	1	1	0	1	1	0	6
43	1	1	1	1	1	1	1	0	1	7
42	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
41	0	0	1	1	1	1	0	1	0	5
31	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
32	0	0	1	0	0	1	0	1	0	3
33	0	0	1	0	0	1	0	1	0	3

그림 12 치아 플라그 인덱스의 표시 화면

Fig. 12 Displaying plaque indices

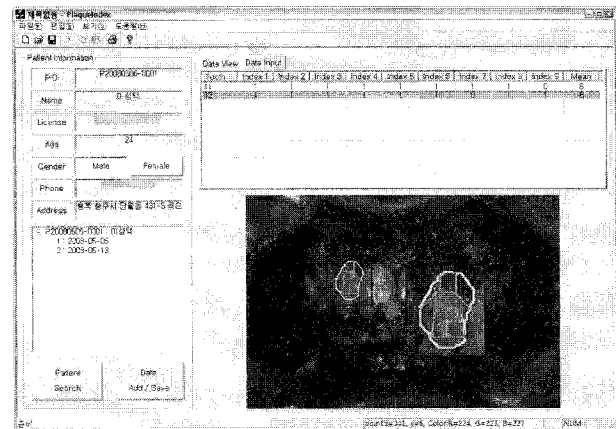


그림 13 관심 영역 설정 및 플라그 인덱스 도출 화면

Fig. 13 Selection of ROI and assessment of its plaque index

4. 결 론

본 연구에서는 기존에 제시된 플라그 인덱스 도출 방법의 단점을 보완하고, 또한 플라그 인덱스 값을 편리하고 빠르게 검사하기 위하여, 새로운 플라그 인덱스 도출을 위한 치아 영역 분할 방법을 제안하였고, 또한 이에 따른 사용자 인터페이스 시스템을 구현하였다. 아울러서 환자 정보와 플라그 인덱스 검사 결과들을 체계적으로 관리하기 위한 데이터베이스 시스템을 구축하였다. 추후에는 현재 널리 사용되고 있는 플라그 인덱스 도출 방법과 이번 연구를 통하여 제안된 플라그 인덱스 도출 방법을 비교하여, 제안된 방법의 유의성을 확인하는 연구가 필요할 것으로 사료되며, 또한 임상적으로도 의미가 있는 치의학 연구 결과를 도출하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] 홍석진, 배정식, 정성숙, 손재범, 강지영, "영상분석기법을 통한 구강내 치면세균막 치면부착을 측정," 대한구강보건학회지, Vol. 24, No. 3, pp. 229-237, 2000.

[2] M. Cugini, M. Thompson and P. Warren, "Correlations Between Two Plaque Indices in Assessment of Toothbrush Effectiveness," The Journal of Contemporary Dental Practice, Vol. 7, No. 5, 2006.

[3] J. Strate, M. Cugini, P. Warren, J. Qaqish, H. Galustians and N. Sharma, "A comparison of the plaque removal efficacy of two power toothbrushes: Oral-B Professional Care Series versus Sonicare Elite," International Dental Journal, No. 55, pp. 151-156, 2005.

[4] U. Gursoy, D. Eren, O. Bektas, F. Hurmuzlu, V. Bostanci and H. Ozdemir, "Effect of external tooth bleaching on dental plaque accumulation and tooth discoloration," Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 13(4):E, pp. 266-269, April 2008.

[5] R. Dababneh, A. Khouri, R. Smith and M. Addy, "A new method of plaque scoring: a laboratory comparison with other plaque indices," J Clin Periodontol, No. 29, pp. 832-837, 2002.

[6] "ISO 3950:1984 Dentistry-Designation system for teeth and areas of the oral cavity," <http://www.iso.org/>, 1984.

[7] W.E. Wright, "Parallelization of Bresenham's Line and Circle Algorithms," IEEE Computer Graphics & Applications, Vol. 10, Issue 5, pp. 60-67, 1990.

[8] 신승원, 김경섭, 윤태호, 한명희, 김인영, "적외선 영상에서의 얼굴 영역 자동 추적," 정보 및 제어 심포지엄, pp. 57-59, May 2005.

[9] 주우석, "OpenGL로 배우는 컴퓨터 그래픽스," 한빛미디어, 2006.

[10] 홍의경, "데이터베이스 배우터," 생능출판사, 2007.

감사의 글

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. R01-2008-000-21000-0).

저 자 소 개



신 승 원 (辛承元)

2005년 건국대학교 의공학부 졸업. 동대학원 석사(2007). 2007년~현재 동대학원 박사과정 재학 중.



김 경 섭 (金敬燮)

1979년 연세대학교 전기공학과 졸업. 동대학원 석사(1981). The University of Alabama in Huntsville, Ph.D. (1994). 2001년~현재 건국대학교 의공학부 부교수.



이 선 주 (李善柱)

2008년 건국대학교 의공학부 졸업. 2008년~현재 동대학원 석사과정 재학 중.



김 동 인 (金東仁)

2004년~현재 건국대학교 의공학부 재학 중.



김 기 덕 (金起德)

1998년 연세대학교 치과대학 졸업. 동대학원 석사(1992) 및 박사(1997). 연세대학교 치과대학병원 구강악안면 방사선과 수련, The Univ. of Iowa 방문교수. 1996년~현재 연세대학교 치과대학병원 통합진료과 교수.



박 원 서 (朴原緒)

1997년 연세대학교 치과대학 졸업. 동대학원 석사 (2006). 연세대학교 치과대학병원 구강악안면외과 수련, 강사, 임상전임강사. 2006~현재 연세대학교 치과대학병원 통합진료과 임상조교수