

論文2003-40SC-2-4

## 치과병원 전산화를 위한 통합 진료 시스템 구축

## (Development of Medical Examination and Treatment System for Dental Clinic)

蔡玉三\*, 姜勝勳\*

(Ok-Sam Chae and Seung-Hoon Kang)

## 요 약

치과의사는 일반 의사와 다르게 진단과 치료를 위한 거의 모든 과정을 혼자서 처리하는 것이 일반적이다. 이러한 환경에서 치과의사의 진단효율을 향상시키기 위해서는 진단자료와 방사선사진이 동시에 제시되는 효율적인 진료환경이 필요하다. 본 논문에서는 치과병원에서의 진단과 치료를 위한 통합환경을 제안한다. 제안된 시스템은 치과병원의 주요업무인 환자기록생성, 진단을 위한 영상취득과 분석, 치료계획수립, 시뮬시물레이션 등을 하나의 시스템으로 유기적으로 결합함으로써 필름과 종이가 없는 병원환경을 실현하였다. 또한 모든 임상자료의 신속한 검색과 정량적인 분석을 지원함으로써 환자에게 보다 정확하고 예측이 가능한 치료를 제공할 수 있도록 하였다.

## Abstract

Unlike a medical doctor, a dentist performs all the tasks necessary for diagnosis and treatment of a disease all by himself. To increase the diagnostic accuracy, dentists need an efficient working environment providing much more integrated information of clinical data and radiographic image. In this paper, we propose an integrated environment for the dental hospital. It provides paperless and filmless hospital environment by integrating seamlessly three major operations for the dental hospital including patient record generation and management, clinical image acquisition and analysis, and treatment planning and simulation. This system also allows clinicians to provide more predictable dental care for the patients by supporting instant access to all the clinical data and quantitative data analysis.

**Keyword** : 의료영상처리, 디지털 방사선 장치, PACS, Subtraction Radiography

## I. 서 론

모든 의료분야에서 방사선 영상은 진단과 치료를 위해서 없어서는 안될 중요한 위치를 차지하고 있으며 보다 정확한 방사선 영상의 취득과 분석은 많은 연구자들의 관심의 대상이 되고 있다<sup>[1-3]</sup>. 그러나 이러한 궁

정적인 측면이 있는 반면에 촬영시 발생하는 방사선노출에 대한 위험은 환자들에게는 큰 부담이 되기도 한다. 디지털 방사선 시스템은 이러한 부담을 줄이고 진단의 정확도를 높일 수 있는 좋은 대안으로 떠오르고 있다.

방사선 영상을 디지털화 하여 영상처리 기술을 이용하여 보다 객관적인 진단을 수행하기 위한 연구는 1980년대 후반부터 본격적으로 이루어져 왔다<sup>[4-6,13]</sup>. 최근에 들어서 반도체 기술을 이용한 디지털 X-ray 센서 기술이 급속히 진전되고 기존 X-ray 필름의 환경오염 문제

\* 正會員, 慶熙大學校 電子情報學部

(Dept. of Computer Eng. KyungHee University)

接受日:2001年11月1日, 수정완료일:2002年3月4日

가 부각되면서 필름을 사용하지 않고 적은 양의 방사선 노출로 컴퓨터로 바로 방사선 영상을 입력시킬 수 있는 디지털 방사선 시스템에 관한 연구가 이루어지고 있다. 이와 함께 디지털 방사선 영상의 취득과 관리, 진단능을 높이기 위한 영상분석, 방사선 영상을 이용한 환자 설득과 치료계획수립 등에 관한 연구도 함께 진행되고 있으며, 부분적인 기능을 갖춘 시스템이 상용화되고 있다<sup>[7-11]</sup>.

치과 방사선 사진을 출력하고 진단을 위한 기본적인 처리 기능을 갖춘 소프트웨어는 국외에서는 이미 여러 제품<sup>[7,8]</sup>이 출시되었고 국내에서도 일부 회사에서 개발을 시도하고 있다<sup>[9-11]</sup>. 이들 제품은 특정 센서나 하드웨어와 결합되어 영상입출력과 기본적인 영상처리 기능을 수행하는 특수목적 소프트웨어가 주를 이루고 있다. 이들 시스템은 영상처리 기능의 확장이 어렵고 데이터베이스의 기능이 단순하여 영상자료와 기타 환자 자료를 하나로 묶어서 일목요연하게 관리하고 제시할 수 있는 환자정보관리체계의 구축이 어렵다.

일반 치과병원을 유지관리하는 데 필요한 환자관리와 차팅 그리고 보험청구 등과 같은 부분적인 업무전산화에 위한 시스템은 오래 전부터 연구가 진행되어 이제는 많은 병원에서 활용되고 있다. 그러나 이들 시스템은 분야별로 독자적으로 개발되어 시스템간의 자료의 호환성이 부족해서 통합시스템 구성이 어렵다<sup>[12]</sup>.

대부분의 치과병원에서는 한 의사가 방사선 영상의 처방에서부터 분석, 환자의 설득과 치료계획 수립 그리고 수술 등의 업무를 모두 처리한다. 이러한 치과병원의 특성을 고려할 때, 부분적인 기능을 갖춘 시스템보다는 의사가 진단과 치료를 위해서 거치는 전 과정을 전산화하여 각 과정에서 의사가 필요한 자료를 신속하고 정확하게 제공할 수 있는 통합환경이 더 절실하다고 볼 수 있다. 즉, 디지털 방사선 영상의 취득과 진단을 위한 영상분석 기능을 환자의 기록을 관리하고 처방전을 발부하는 기능 등과 함께 연계함으로써 병원에서 일어나는 모든 업무가 끊김 없이 유기적으로 수행될 수 있는 통합 솔루션이 필요하다<sup>[12,13]</sup>. 이러한 시스템은 급속히 진행되고 있는 병원 전산화와 함께 그 필요성이 더욱 증대되고 있다. 특히 인터넷을 통한 업무처리가 일반화되고 처방전달과 보험청구 등이 온라인으로 처리되는 우리 나라의 환경을 감안할 때 이러한 소프트웨어는 외화의 절약과 국내 관련 산업의 활성화를 위해서도 필수적이라 할 수 있다.

본 연구에서는 치과병원의 특성을 살려서 업무의 효율을 증대시키고 진단과 치료의 정확성을 높이기 위한 통합 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 디지털 방사선 영상의 취득/분석/저장/전달을 수행하는 치과병원용 PACS 기능과 진단과 치료계획 수립 그리고 환자관리를 하나의 환경으로 통합하였다. 특히 전문분야별로 진단에 필요한 자료와 이용방법이 다른 치과분야의 특성을 고려하여 대표적인 진료분야(일반진료, 치주 질환 진료, 신경 및 통증 진료, 임플란트 진료)별로 진료의 효율성을 고려한 특화된 인터페이스를 제공한다. 또한 영상자료의 정확한 분석을 위한 다양한 영상처리 기능과 분석도구를 제공하고 수술의 위험성이 높은 임플란트 시술을 위한 시뮬레이션 기능이 마련되었다. 시스템 구현측면에서는 새로운 영상장비를 쉽게 수용할 수 있는 인터페이스와 새로 개발된 영상처리 기능을 간단하게 수용할 수 있는 플러그인 구조를 지원하도록 설계되었다.

본 논문은 제안된 시스템이 여러 개의 독립적인 모듈로 구성된 점을 고려하여 설계, 구현, 결과의 순서를 따르지 않고 모듈단위로 기술된다. 즉 먼저 시스템의 설계목표를 제시하고, 설계된 시스템의 주요 요소와 이들 요소들 사이의 상호관계를 기술한 다음에 각 요소별로 설계방향과 구현결과를 제시한다.

## II. 시스템 분석 및 설계

### 1. 시스템 설계를 위한 고려사항

치과병원에서 이루어지는 주요 업무들을 유기적으로 지원할 수 있는 통합환경 구축을 위해서 다음과 같은 치과병원의 특성을 고려할 필요가 있다.

- 방사선 영상의 처방과 분석 그리고 진단과 치료가 주로 한 치과의사에 의해서 이루어진다.
- 치과병원에서는 고가의 치료를 위한 환자의 설득이 중요하다.
- 방사선 영상은 진단뿐만 아니라 교정과 임플란트 시술 등을 위한 환자설득자료로도 중요한 역할을 담당한다.

위와 같은 치과병원의 특성을 고려하여 본 연구에서는 의사가 방사선 영상의 처방과 분석 그리고 진단과 치료를 하나의 환경에서 수행할 수 있는 다음과 같은 시스템을 설계한다.

- 확장성을 위하여 특정 장치에 의존적이지 않고 다양한 장치를 지원할 수 있는 모듈화된 시스템 구조를 갖는다.
- 방사선 영상을 비롯한 검사자료의 분석과 진단 그리고 치료가 한 사람의 치과의사에 의해서 이루어지는 것을 감안하여 전문분야별로 필요한 기능을 갖춘 특화된 인터페이스를 지원한다.
- 치과의사의 진단능을 향상시키기 위한 영상처리 기능과 영상분석 기능을 갖춘 치과병원에 특화된 PACS 기능을 지원한다. 또한 손쉬운 기능확장을 위하여 플러그인 구조를 지원한다.
- 환자에게 치료에 대한 신뢰감을 주기 위하여, 수술 과정과 수술 후의 모습을 보여줄 수 있는 시뮬레이션 기능을 지원한다.
- 의사의 진료 효율을 높이기 위하여 진료과정에서 키보드 입력을 최소화 할 수 있는 사용자 인터페이스를 설계한다.
- 영상과 병력차트가 연결되어 다차원적인 환자관리와 진료지원이 가능한 데이터베이스를 갖춘다.

2. 통합시스템의 전체적인 구조

위 조건들을 만족시키기 위하여 시스템을 업무별로 모듈화하고 각 모듈의 독립성이 최대한 보장되도록 설계하였다. 또한 효율적인 업무 지원을 위하여 현직 치과 의사들의 의견을 반영하여 설계하였으며 현장 테스트를 통해서 수집된 자료를 바탕으로 여러 번의 수정을 거쳤다. <그림 1>은 제안된 시스템의 기본구성 요소와 요소간의 상호관계를 보여주고 있다. 제안된 시스템은 의사에게 친근감과 쉽게 시작할 수 있다는 느낌을 주는 "Hello-Doctor"라는 이름을 부여하였다.

Hello-Doctor는 크게 인터페이스 층과 기본요소 층 그리고 플러그인 함수 및 데이터베이스 층으로 구분될 수 있다. 인터페이스 층은 의사와 간호사 그리고 환자를 포함하는 사용자들이 직접 접하는 부분으로 진료시스템, 환자관리 시스템, 방사선입력시스템으로 구성된다.

기본요소 층은 인터페이스 층의 각 시스템들이 공통으로 사용하는 영상검색과 출력, 영상분석, 환자기록의 작성과 검색 등의 기능을 효율적인 시스템 구현을 위하여 독립적인 요소로 분리해 놓은 것으로 인터페이스 층의 각 시스템을 내부적으로 지원한다. 함수와 자료 데이터베이스 층은 하드웨어와 영상분석을 위한 플러그인 함수들과 영상과 병력이 함께 관리되는 환자 데

이터로 구성된다.

인터페이스 층의 각 시스템들은 사용자와 설치 장소가 다르기 때문에 사용자에게는 독립적인 시스템처럼 보일 수 있다. 진료시스템은 처방과 진단 그리고 치료를 수행하는 핵심부분으로 의사가 주된 사용자이고 환자관리시스템은 환자의 접수와 문진 등이 이루어지는 부분으로 간호사가 주 사용자라 할 수 있다. 방사선영상입력시스템은 방사선 노출을 막기 위해서 차폐된 공간에 설치된 것으로 주로 간호사나 X-ray 기사가 사용자이다. 이 세 시스템은 통신망으로 연결되어 있으며 데이터베이스를 통해서 자료를 서로 공유한다.

영상입력 시스템은 의사가 처방한 방사선 촬영을 누구나 손쉽게 수행할 수 있는 인터페이스를 갖추고 있다. 환자관리 시스템은 환자가 도착하면 문진 등을 통해서 환자의 정보를 생성하거나 진료를 위한 자료를 준비하여 진료시스템으로 넘기고, 진료가 끝나면 새로운 예약과 처방전발부 등의 업무를 처리한다.

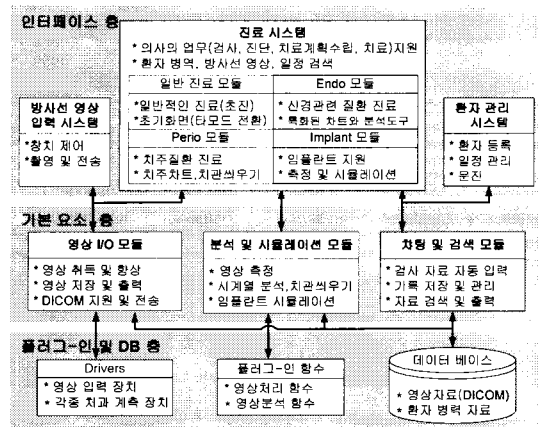


그림 1. Hello-Doctor의 구성도  
Fig. 1. Block diagram of Hello-Doctor.

진료시스템은 환자관리 시스템에서 넘어온 환자의 검사자료와 진료기록을 바탕으로 검사를 위한 처방, 검사자료의 분석과 진단, 치료계획수립, 치료에 대한 환자의 설득 등을 지원한다. 진료시스템은 치료분야별로 특화된 정보와 기능을 일목요연하게 제공하는 4가지 수행모드( 일반, Perio, Endo, Implant )를 갖는다.

일반모드는 전문적인 치료를 하기 전에 초진과 같이 환자의 전반적인 기록을 바탕으로 일반적인 진료를 수행한다. 진단 시스템의 초기 화면이기도 하며 또 다른 전문진료모드로 들어가는 관문 역할도 한다. Perio 모

드는 치근막염과 같은 치주질환 진료를, Endo는 치근관 질환이나 통증 진료를, 그리고 Implant는 인공치아 이식을 위한 전문 모드이다.

기본요소 층은 인터페이스 층의 각 시스템에서 공통으로 사용하는 기능들을 지원하며 영상입출력 모듈, 영상분석 및 시뮬레이션 모듈, 차팅 및 검색 모듈로 구성된다. 영상처리 입출력 모듈은 환자의 병력과 함께 저장된 방사선 영상과 컬러 치아영상자료를 치료분야의 특성에 따라서 여러 형태로 출력하고 정확한 분석을 위한 기본적인 영상처리 기능을 수행한다. 분석 및 시뮬레이션 모듈은 보다 객관적인 방사선 영상분석을 위한 분석 도구들을 지원하고 정확한 치료계획 수립과 환자설득을 위한 시뮬레이션 기능을 지원한다. 현재는 기본적인 측정 기능과 시뮬레이션 기능을 갖고 있으나 새로운 기능을 쉽게 수용할 있도록 플러그인 구조로 설계되었다. 차팅과 검색 모듈은 환자의 병력을 기록하고 다양한 형태로 검색하는 기능을 수행한다.

### III. 기본 처리 모듈 층

기본처리 모듈층은 영상 입출력, 영상분석 및 시뮬레이션, 차팅 및 검색 기능을 수행하는 모듈들로 구성되며 인터페이스 층의 각 시스템을 지원한다. 각 모듈들은 인터페이스 층에서 반복적으로 사용되는데 사용의 일관성을 유지하기 위해서 독자적인 인터페이스를 갖는다.

#### 1. 영상 입출력 모듈

이 모듈은 영상입력과 영상출력 그리고 영상처리 기능을 수행한다. 각 기능들의 설계방향과 결과는 다음과 같다.

**영상입력 기능:** 방사선 CCD 센서와 컬러 구강카메라와 같은 영상입력장치로부터 자료를 디지털 포맷을 받아들여 저장하는 기능을 수행한다. 입력장치와 인터페이스를 갖는 부분으로 시스템의 확장성과 호환성의 결정하는 중요한 부분이다. 본 연구에서는 입출력장치와 독립적인 시스템 구축을 위해서 하드웨어 장치와 운영체제를 연결시켜주는 드라이버(driver) 부분을 <그림 1>에 볼 수 있는 것처럼 시스템의 최하단에 위치하도록 설계하였다. 즉 영상입출력 모듈에 프레임그래버나 디지털 CCD 센서로부터 영상을 입력하는 하드웨어 드라이버를 동적으로 연결하는 드라이버관리 모듈을

두고 이 것을 통해서 하드웨어를 제어하도록 설계함으로써 새로운 하드웨어를 쉽게 수용할 수 있도록 하였다. 드라이버관리 모듈은 동적으로 연결된 하드웨어 드라이버에서 전달된 영상을 버퍼형태로 메모리관리자에 전달하고 메모리 관리자에 의해서 관리되는 영상 자료들은 영상 출력 모듈이나 영상 처리 모듈로 전달되어 임의의 처리를 하게 된다.

**영상 출력 기능:** 입력된 영상을 여러 가지 형태로 원하는 목적에 맞게 프린터와 화면 그리고 네트워크와 같은 매체로 출력한다. 다양한 해상도를 지원하게 함으로써 앞으로 개발될 새로운 방사선 센서를 지원할 수 있도록 하였다.

치과분야에서는 상대적으로 작은 방사선 영상들을 취급하기 때문에 한 번에 여러 장의 영상을 분석하는 것이 일반적이다. 이러한 특성을 고려하여 제안된 연구에서는 치과에서 가장 효과적으로 사용할 수 있는 아래와 같은 3가지 출력모드를 지원하도록 설계하였다.



(a)



(b)

그림 2. (a) 풀마우스 시리즈, (b) 파노라믹 뷰  
Fig. 2. (a) Full mouth series (b) Panoramic view.

- 풀-마우스 시리즈(Full-Mouth Series): <그림 2(a)> 처럼 치과에서 가장 많이 촬영하는 표준 Periapical 방사선 영상을 치아의 배열 형식에 맞추어서 출력하는 모드 풀마우스 시리즈 생성을 위해서 시리즈를 구성하는 영상들에 관한 그룹 정보가 환자기록에 함께 저장된다.

- 단일 영상: 입력받은 영상 독립적으로 보거나 풀마우스 시리즈에서 선택하여 분석하고자 할 때 사용된다.
- 파노라믹 뷰: <그림 2(b)>처럼 Panoramic 방사선영상을 출력하는 모드. 임플란트 시술시 사용하는 출력 모드로 단일영상이나 풀마우스 시리즈 영상과 비교하고 분석하는 데 사용된다.

디지털 방사선 영상을 사용하는 의사들은 디지털 영상과 필름영상 사이에 시각적 차이를 지적해 왔다<sup>[14]</sup>. 본 연구에서는 화면에 출력된 디지털 영상이 필름과 같은 느낌을 줄 수 있도록 영상을 보정하여 출력하였다<sup>[15]</sup>. 입력 화소값 G에 대한 출력화소값 G'를 나타내는 출력함수는 기존의 선형함수(Linear function) 대신에 인간의 시각구조에 가장 적합하다고 알려진 아래와 같은 지수적인 출력함수(Exponential display function)를 사용하였다.

$$G' = 255 - (255^q - (\frac{255 * G}{c})^q)^{\frac{1}{q}} \quad (1)$$

위 식은 최대 gray value값이 255로 가정한 수식이며 상수 c는 gray value의 범위를 255로 사상하기 위한 상수이고 q는 지수함수를 결정한다. 본 연구에서는 기존 관련 연구에서 제시한 c=1.25를 사용하여 영상 보정을 수행하였다.

**기본적인 영상처리 기능 :** 입력장치나 파일로부터 영상이 화면에 출력되면 화질을 개선하거나 진단을 돕기

위해서 특정부위를 강조하기 위한 영상처리 기능이 필요하게 된다. Hello-Doctor에서는 영상이 화면에 출력되면 기본적인 영상처리 함수들이 툴바와 팝업메뉴 형태로 활성화된다. 자주 사용되는 기능들은 <그림 3>과 같이 툴바로 제공되고 그 밖의 영상처리 함수들은 <그림 4>와 같이 메뉴형태로 제공된다. 툴바에 등록된 함수들은 축소/확대, 거리측정, 히스토그램, 이진화 등이 포함된다. 하지만 툴바는 필요에 따라서 사용자가 새로운 함수들로 재구성할 수 있다.

<그림 4>의 Pop-up 메뉴는 Hello-Doctor에서 플러그인 형태로 제공하는 다양한 영상처리 함수들을 그룹별로 분류하여 보여주고 있다. 진료분야마다 그리고 사용자마다 필요한 영상처리 기능들이 다를 수 있다. 따라서 모든 사용자의 요구를 충족시킬 수 있는 영상처리 기능을 제공하는 것은 불가능하다. Hello-Doctor에서는 이러한 점을 고려하여 20여 개의 기본적인 영상처리 알고리즘을 제공하고 사용자나 해당 분야 전문가가 개발한 새로운 알고리즘을 간단하게 연결하여 사용할 수 있는 플러그인 환경을 제공한다. Hello-Doctor의 임출력모듈에 소속된 플러그인 관리자는 특정 디렉토리를 플러그인 함수 그룹으로 인식하고 디렉토리 내의 함수들을 소속함수로 인식하여 <그림 4>와 같은 Pop-up 메뉴를 구성하도록 설계되었다. 이 관리자는 사용자에 의해서 하나의 함수가 선택되면 해당 함수를 메모리에 Load하여 수행하고 결과를 영상 출력 모듈로 전달한다.

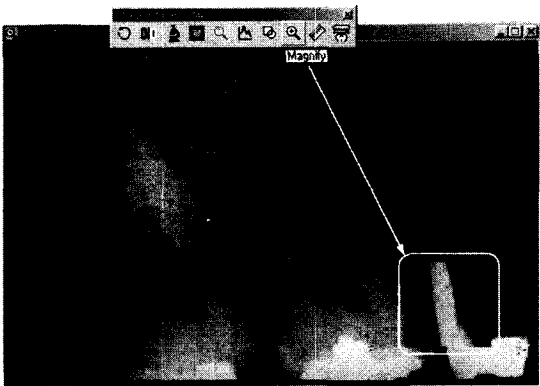


그림 3. 영상처리 함수 툴바와 처리 예  
Fig. 3. Image processing toolbar and the processing result.

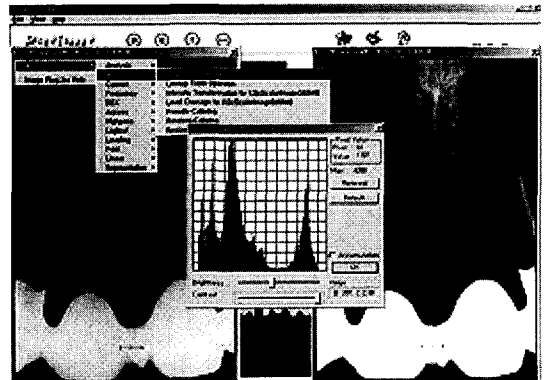


그림 4. 플러그인 함수 메뉴 및 수행결과  
Fig. 4. Plug-In function menu and the processing result

2. 영상분석 및 시물레이션 모듈

정확하게 진단을 내리기 위해서는 영상의 질을 향상시키는 기본적인 영상처리 기능 외에 방사선 영상내의 이상 부위를 강조하거나 분리하여 수치화 하는 기능이 필요하다. 진단 후에는 정확한 수술이나 치료 계획을 수립하기 위해서 영상자료로부터 치료부위에 대한 보다 객관적인 수치자료를 수집하는 것도 필요하다. 또 수술 성공률을 높이기 위해서는 컴퓨터를 이용한 수술 시물레이션 기능도 필요하다. 시물레이션은 환자에게 치료에 대한 두려움을 없애고 신뢰감을 심어주는데 크게 기여할 수 있다. 환자의 설득을 위해서는 시물레이션 기능 외에 시술과정을 동영상으로 보여주는 멀티미디어 자료 기능도 중요한 역할을 한다. Hello-Doctor 이러한 기능을 직접 지원하거나 플러그인 기능을 이용하여 간접적으로 지원할 수 있도록 설계되었다.

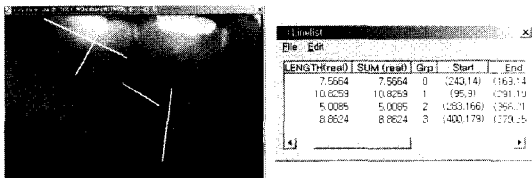
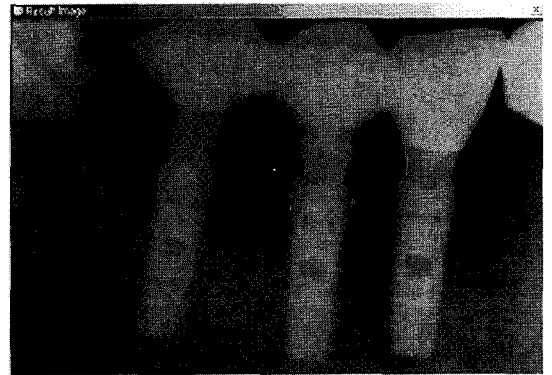


그림 5. 치아영상에서 실제 길이측정을 위한 분석도구  
Fig. 5. Image analysis tool for real distance measurement in a dental X-ray image.

<그림 5>는 화면에 출력된 영상으로부터 인텔액티브하게 특정부위의 실제 거리를 측정하는 기능을 보여주고 있다. 측정기능은 출력된 영상에 마우스로 선을 그리면 오른쪽 창에서 볼 수 있는 것처럼 출력되는 영상의 크기에 무관하게 치아의 실제 길이를 출력한다. 연속적으로 선을 그릴 경우에는 누적길이도 함께 출력된다. 거리측정은 Hello-Doctor에 내장되어 직접적으로 지원된다. <그림 6>은 최근에 치과 방사선 영상처리 분야의 커다란 축을 이루고 있는 Subtraction radiography 기능<sup>16)~18)</sup>을 수행하는 분석도구의 수행결과이다. 이 도구는 시차를 두고 촬영한 치아영상으로부터 경조직의 변화를 수치화 하는데 도움을 준다.

현재 시물레이션 기능으로는 방사선영상을 이용한 2차원 임플란트 시물레이션과 치관 씌우기 시물레이션이 지원되고 있다. 환자의 설득을 위한 멀티미디어 기능으로는 동영상 자료를 play할 수 있는 기능이 지원된다. 이 기능은 교정이나 임플란트 시술 과정을 상세하

게 보여주는 동영상상을 환자에게 보여줌으로써 환자에게 치료에 대한 신뢰감을 심어줄 수 있다.



(a) 검출된 이상부위  
(a) Suspicious regions detected

Number	Perimeter	Area	Width	Height	Diameter	Ratio(W/H)	Start X	Start Y
1	30	22	18	17	131	656	137	132
2	40	21	10	21	156	656	456	176
3	2	2	2	2	5203	656	356	176
4	18	14	10	7	642	656	446	121
5	10	7	4	5	1025	656	356	125
6	1	1	1	1	12546	656	356	130
7	10	9	5	5	752	656	412	131
8	10	9	2	5	732	656	422	128
9	156	124	73	81	18	656	483	145
10	2	2	1	2	5213	656	424	132

(b) 이상 부위의 수치자료  
(b) Numerical feature of the suspicious regions

그림 6. Subtraction radiography 결과  
Fig. 6. Result of the subtraction radiography.

3. 차팅 및 검색 모듈

차팅 및 검색 모듈은 환자의 기록을 등록하고 등록된 환자를 검색하며, 진단과 치료과정을 기록하는 데 필요한 기본적인 기능을 지원한다. 등록된 환자 기록을 위해서는 흔히 사용되는 환자의 이름, 주민등록번호, 진료카드번호 등과 같은 키워드를 이용한 검색 기능을 지원하며, 검색된 기록은 여러 진료모드를 지원할 수 있도록 여러 형태로 화면에 출력된다.

진료 모드에 따른 인터페이스에서 화면에 나타나는 자료는 현재 수행하고 있는 진료모드에 특화되어 출력되도록 설계되었다. 즉 Perio 진료모드일 경우에는 치주 질환의 진단과 기록을 위한 Perio 차트가 출력된다. 환자의 진료기록은 치료 날짜별로 출력된다. 진료기록 창에서 특정 날짜의 진료기록을 선택하면 해당 날짜에 촬영한 방사선 사진이 영상출력 창에 디스플레이 된다.

이는 한 페이지에 여러 가지 치과 진료형태를 표시

하려 함으로서 정보가 산만하고 방사선 영상과 같은 검사자료와 차트가 분리됨으로써 관리와 검색이 어려웠던 기존의 종이기반 차트 시스템의 문제를 해결하기 위한 노력이다. 또한 두 가지 이상의 치료를 진행하는 경우에 보다 정확한 진단을 위해서 다른 진료기록을 쉽게 참조할 수 있도록 설계되었다. 진료와 치료과정을 기록하는 차팅도 각 치료모드의 특성에 맞게 여러 형태로 설계되었다. 각 진료모드에서의 차팅과 출력방법은 다음절에서 기술된다.

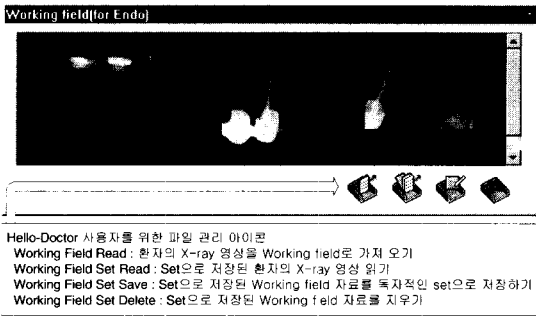


그림 7. 영상의 비교분석을 위한 작업영역  
Fig. 7. Working field for image analysis.

방사선 영상과 컬러구강영상은 진단과 치료를 위해서 가장 자주 사용된다. 특히 진단을 위해서는 시차를 두고 촬영한 여러 영상들이나 특정 패턴 영상들을 서로 비교하여 분석하는 경우가 많다. Hello-Doctor에서는 이러한 작업을 효율적으로 지원할 수 있도록 <그림 7>과 같은 제시된 작업영역(working field)을 제공한다. 작업영역은 필요한 영상을 끌어와 다양한 영상처리 기능을 적용하여 분석하고 그 결과를 따로 저장하거나 그냥 지워버릴 수 있는 유틸리티 창이라 할 수 있다. 이것은 사용자가 지금까지 하던 것에 구애를 받지 않고 자유롭게 필요한 영상자료를 분석하다가 이전 진료 상태로 복귀할 수 있게 하는 편리한 기능이다.

#### IV. 인터페이스 층

방사선 입력 시스템, 진료시스템, 환자관리 시스템으로 구성된 인터페이스 층은 Hello-Doctor의 편의성과 효율성을 결정하고 외관상으로는 최종 제품의 품질을 결정하는 중요한 부분이다. 본 연구에서는 효율적인 치료업무 수행을 위해서 다음과 같은 사항들을 고려하여 인터페이스를 설계하고 현직 의사들의 의견을 청취하

여 여러 번의 수정을 거쳐 완성하였다.

- 간결하고 직관적인 인터페이스를 위하여 가장 빈번한 업무의 흐름을 자연스럽게 따라 갈 수 있도록 기능을 배치하고 꼭 필요한 명령만을 선택하여 비교적 큰 아이콘으로 표시한다.
- 키보드를 이용한 입력을 최소화하여 진료업무의 흐름을 끊지 않도록 한다. 이를 위하여 빈번히 사용하는 처방을 묶음으로 제시하고 터치 스크린을 이용한 명령입력방법을 채택하고 특정 차팅에서는 펜 마우스나 음성인식기를 활용한다.
- 화면출력은 공학적인 관점보다는 치과 의사의 입장을 고려하여 가능한 많은 정보를 출력하면서도 전체 내용을 일목요연하게 파악될 수 있도록 설계한다.
- 인터페이스는 임상 사용자의 의견을 충실히 반영하면서도 디자인 적인 측면을 고려하여 딱딱한 특수 목적 소프트웨어보다는 평소에 늘 접하는 소프트웨어와 같은 친숙한 느낌이 들도록 설계한다.

위와 같은 조건들을 고려하여 각 시스템의 인터페이스를 설계하였다. 특히 여러 모드에서 공통으로 사용되는 기능들은 사용의 일관성과 개발의 효율성을 위해서 독자적인 인터페이스를 갖도록 설계하였다.

#### 1. 진료 시스템

진료 시스템은 치과 의사가 환자의 자료를 검색하여 분석하고, 분석결과를 바탕으로 치료계획을 세우며, 치료과정을 기록하는 치료의 전과정을 실제로 지원하는 부분이다. 의사들은 진료 시스템을 통해서 시스템에서 제공하는 기능들을 접하게 되기 때문에 그들에게는 이 부분이 Hello-Doctor의 전부인 것처럼 보일 수도 있다.

진료 시스템은 치료하고자 하는 질환에 따라서 진단과 치료의 효율을 극대화할 수 있도록 설계되었다. 현재는 일반, Perio, Endo, Implant를 포함하는 4개의 진료모드를 지원한다. 그러나 앞으로 좀 더 세분화된 진료모드와 지원 기능들이 보강될 예정이다. 각 진료모드는 해당 질환의 진단과 치료를 효율적으로 지원할 수 있도록 필요한 기능들을 하나의 환경에서 수행할 수 있도록 설계되었다. 이러한 구조는 검사, 진단, 치료가 주로 한 의사에 의해서 수행되는 치과분야의 특수성을 고려할 때 매우 효율적이라 볼 수 있다. 하지만 이러한 구조는 분야가 세분화되고 각 분야에서의 요구가 다양해지면 시스템이 복잡해지고 구현 비용이 커지는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서

Hello-Doctor는 모듈화된 구조와 새로운 기능들을 쉽게 수용할 수 있도록 플러그인 구조를 지원한다.

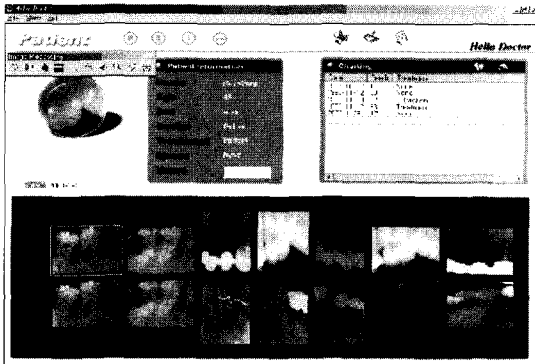


그림 8. 진료 시스템의 주화면  
Fig. 8. Main interface in proposed system.

1) 일반진료 모드

일반진료 모드는 진단 시스템의 주화면(main screen)으로서 초진 때와 같이 진단을 시작하기 위한 검사처방과 전반적인 진단을 수행하며, 다른 전문 진료모드로 들어가기 위한 초기화면 역할을 한다. 일반적인 진료를 지원하기 위해서 환자의 병력기록 검색, 차팅, 예약, 처방 등과 같은 기본적인 기능과 방사선검사를 처방하고 검사자료를 분석하기 위한 기능을 지원한다.

<그림 8>은 Hello-Doctor의 주화면으로 현 환자에 대한 간단한 신상정보와 진료기록 그리고 방사선 사진이 출력되는 3개의 창으로 구성된다. 영상출력 창에는 디폴트로 가장 최근에 촬영된 full mouth 방사선영상이 출력된다. 그러나 차팅 창에서 이전의 촬영기록이 선택되면 선택된 기록과 함께 저장된 방사선 영상이 출력된다. 상단에는 전문 진료모드인 Perio, Endo, Implant 모드로 들어가기 위한 버튼 P, E, I 버튼과 현 환자 진료를 종료하기 위한 Exit버튼이 위치해 있다.

화면의 우측 상단에는 바로 X-ray 디지털 X-ray를 촬영할 수 있는 기능과 환자에 대한 진료 정보를 프린트하는 기능 그리고 다른 환자로 전환하기 위한 기능을 아이콘으로 제공되었다.

일반진료모드에서 의사는 질환에 대한 환자의 의견을 청취하고 이를 바탕으로 초진을 수행하며, full mouth 방사선 영상 촬영과 같은 초기 검사를 처방한다. 영상분석 도구 등을 이용하여 검사자료를 판별하고 치료계획을 세운 다음에 필요하면 전문 치료모드로 이

동하여 전문적인 치료를 수행할 수 있다. 치료계획은 처음 내방한 환자의 체계적인 치료와 유지관리를 위해서는 필수적인 부분이다. Hello-Doctor는 체계적인 치료계획 수립과 효율적인 실행을 지원하는 기능을 제공한다. 의사는 이 기능을 이용하여 <그림 9>와 같은 진료 플로우 생성하고 정해진 순서대로 치료를 수행할 수 있다. 각 치료 단계에서 생성된 진료자료를 체계적으로 관리하고 간단한 마우스 클릭으로 각 단계별 자료를 일목요연하게 검색할 수 있게 함으로서 업무의 효율을 높여준다.

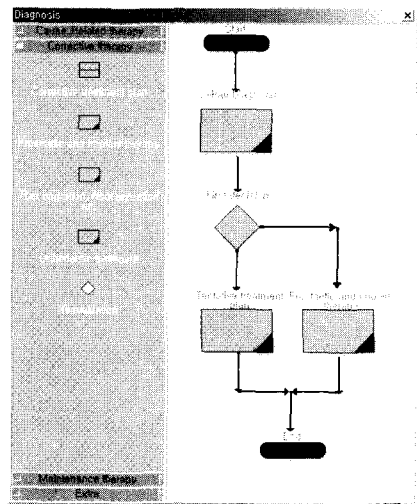


그림 9. 진료 계획 수립을 위한 플로우 작성  
Fig. 9. Flow diagram generation for the treatment plan.

2) Perio 모드

Perio 모드는 치근막염과 같은 치주 질환을 진단하고 치료하기 위한 전문모드이다. Perio 모드는 치주 질환 진료에 필요한 기능들을 한 화면에 표시하여 최소의 키보드나 마우스 조작으로 진료업무를 효율적으로 수행할 수 있도록 설계되었다. <그림 10>에서 볼 수 있는 것처럼 Perio 모드 화면은 영상자료 출력 창, 환자 기록 검색과 갱신을 위한 창, 그리고 치주 차트 창으로 구성된다. 치주 차트는 각 치아의 건강상태를 파악할 수 있는 중요한 자료이지만 이 자료를 수집하고 기록하는 데는 많은 노력이 필요하여 시간에 쫓기는 의사들이 기피하는 대상이기도 하다. <그림 10>은 Hello-Doctor에서 제공하는 Perio 치료를 위한 인터페이스 화면이다.



환자의 치아건강을 위해서 필수적인 치주 차트를 활성화하기 위해서는 의사의 노력을 최소화하면서 치주 차트를 작성할 수 있는 방안이 필요하다. 이를 위해서 Hello-Doctor에서는 음성인식 방법을 차트작성 방법과 Probe를 이용한 자동인식 방법을 지원하도록 설계하였다. 음성인식 방법은 의사가 각 치아의 상태를 측정하면서 구술하면 바로 치주 차트로 입력되는 시스템으로 저렴하면서도 편리한 방안임이 증명되었다. 하지만 음성인식 모듈의 인식률이 아직은 화자에 따라서 편차가 커서 실용화에는 어려움이 있었다. Probe는 치아와 잇몸 사이의 간격을 측정하여 그 결과를 컴퓨터로 직접 전송하는 장치로 가장 현실적인 시스템이기도 하다. 하지만 Probe 시스템이 아직은 고가이어서 일반화적으로 사용되기에는 문제가 있었다. 따라서 Hello-Doctor에서는 마우스를 이용한 직접입력방법을 기본으로 하고 음성인식 방법과 Probe를 이용한 방법은 옵션으로 제공하였다.

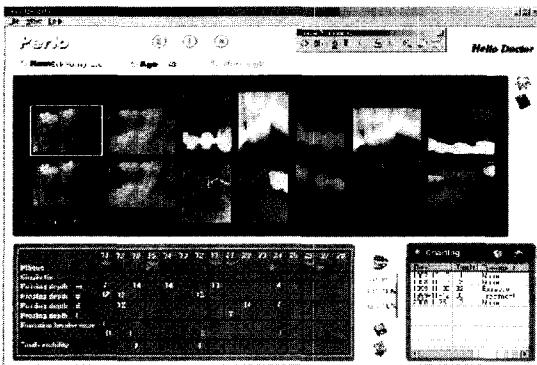


그림 10. Perio 치료를 위한 인터페이스 화면  
Fig. 10. Interface for periodontal treatment mode.

### 3) Endo 모드

Endo 모드는 치통을 포함한 신경과 관련된 질환의 진단과 치료를 담당한다. 보통 치료할 치아를 선택하여 이 모드로 진입하게 되는데 인터페이스는 <그림 11>에 제시된 것처럼 치료할 부위의 X-ray 영상과 환자의 진료기록을 검색하고 갱신하기 위한 창 그리고 Endo 치료결과를 기록하기 위한 기록 창으로 구성된다.

Endo 치료는 신경을 다루기 때문에 시술 중에 신경을 건드리어서 위험을 초래할 수 있다. 이러한 점을 감안할 때 시술 중간 중간에 현재 치근의 위치를 확인하고 이전의 치근 정보와 비교하여 시술이 정확하게 진행되

고 있는지를 파악할 수 있는 편리한 환경이 필요하다. 이를 위하여 앞 절에서 기술한 working field가 이용되었다. 시술 도중에 필요할 때마다 촬영한 X-ray 영상과 기존의 영상자료를 working field에 출력하여 서로 비교할 수 있고, 필요하면 독립된 working set을 저장할 수 있다. 오른쪽 상단의 “Tx. Record” 창은 Endo 치료 결과를 효율적으로 입력하여 저장하기 위한 창이다.

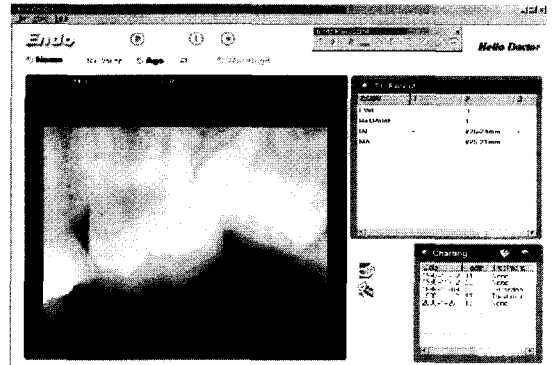


그림 11. Endo 모드를 위한 인터페이스  
Fig. 11. Interface for the endodontic treatment mode.

### 4) Implant 모드

임플란트(Implant) 모드를 위한 인터페이스는 기본적인 형태는 페리오 모드와 유사하지만 임플란트 시술을 위한 여러 가지 기능들을 효과적으로 지원할 수 있도록 설계되었다. 제안된 인터페이스는 <그림 12>에 제시되었다. 먼저 임플란트 인터페이스에는 임플란트 시술시에 빠나 신경조직을 건드리는 실수를 미연에 방지하기 위하여 시술 과정에서 수시로 사진을 찍어서 치근의 위치와 임플란트의 위치를 확인할 수 있는 working field가 지원된다. 또한 임플란트 시술에서는 안면부위에 대한 전반적인 관찰과 분석이 필요하기 때문에 파노라믹 영상을 함께 볼 수 있는 인터페이스가 추가되었다.

임플란트 수술은 고가의 시술이기 때문에 환자의 설득이 매우 중요하다. 환자를 효과적으로 설득하는 데는 수술과정을 가시적으로 시뮬레이션 하여 보여주는 기능이 필요하다. 또한 시뮬레이션 기능은 시술 전에 정확한 두께와 길이를 갖는 implant fixture를 선정할 수 있게 하고 이상적인 시술 방법을 결정할 수 있게 한다. 그 결과 의사에게 시술에 대한 자신감을 갖게 하고 시술의 성공률을 향상시킬 수 있다.

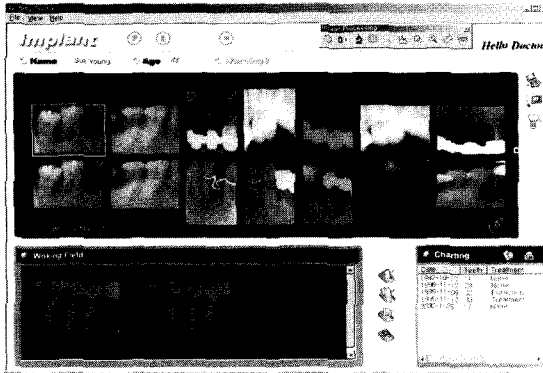


그림 12. 임플란트 모드를 위한 인터페이스  
Fig. 12. Interface for the implant treatment mode.

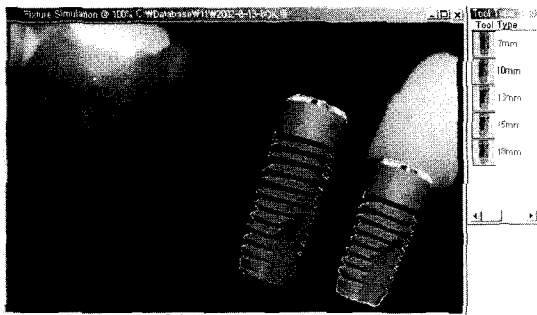


그림 13. Implant 시뮬레이션 화면  
Fig. 13. Implant simulation screen.

Hello-Doctor에서는 <그림 13>에 제시된 임플란트 시술 시뮬레이션 기능을 지원한다. 시뮬레이션 화면에는 시술 부위의 방사선 영상이 출력되고 implant fixture가 영상과 같은 비율로 조정되어 출력된다. 사용자는 시술 부위를 측정도구를 이용하여 수술에 필요한 자료를 수집할 수 있고 이를 바탕으로 적합한 크기의 fixture를 마우스를 이용하여 시술부위에 인텔액티브하게 위치시킬 수 있다. <그림 13>은 실제로 Implant Fixture를 삽입한 결과이다. 임플란트 시뮬레이션은 <그림 13>의 우측상단의 세 개의 아이콘 중 세 번째 아이콘에 의해서 실행된다. 같은 위치의 첫 번째 아이콘은 동영상 플레이 기능으로 임플란트 시술 장면이나 기타 환자 설득을 위한 동영상 자료를 화면에 출력한다.

## 2. 방사선 영상 입력 시스템

방사선 영상입력 시스템은 방사선이 차폐된 별도의 공간에 설치되며 통신망을 통해서 인터페이스 층의 다른 시스템과 교신한다. 의사가 필요한 종류의 방사선 사진촬영을 처방하면 처방 기록은 바로 입력 시스템으

로 전달되어 초기화면에 나타난다. 초기 화면에 떠 있는 환자이름을 클릭 하면 촬영할 부위와 방법이 <그림 14> 같이 제시된다. 촬영 기사는 스크린에 지시된 대로 센서를 환부에 위치시키고 촬영 장비를 구동시키면 된다. 입력된 영상은 바로 화면상의 지정된 위치에 출력된다. 이때 입력된 영상을 향상시키고자 할 때는 영상 처리 툴바의 기능을 이용하여 영상을 향상시켜 저장할 수 있다.

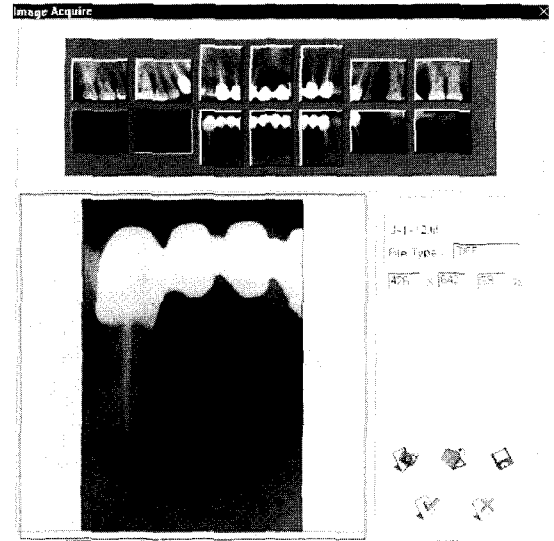


그림 14. 방사선 영상 입력 시스템 인터페이스  
Fig. 14. Interface for the X-ray image acquisition system.

## 3. 환자 관리 시스템

환자관리 시스템은 일반적으로 간호사들이 사용하는 시스템으로 새로운 환자를 문진하고 등록하는 업무와 진료를 예약하고 관리하는 업무를 담당한다. <그림 15>는 환자관리 시스템의 여러 인터페이스 중 초기환자를 등록하는 화면이다. 새로운 환자 등록을 위해서는 환자의 신상기록 입력하고 진료에 필요한 주요 병력 정보를 입력하기 위한 인터페이스가 필요하다. 그밖에도 의사의 일정관리, 의사의 일정과 연계된 예약관리, 치료후의 수납과 처방전 발부와 같은 인터페이스가 개발되었다. 특히 수납과 처방전 발부 기능은 환자 차팅 시스템과 연계되어 동작되며, 병원의 운영을 위해서 핵심적인 역할을 수행한다. 그러나 이 기능은 병원마다 요구가 달라서 한 번에 모두를 만족시킬 수 있는 시스템을 개발하는 데는 어려움이 있었다. 따라서 본 연구에

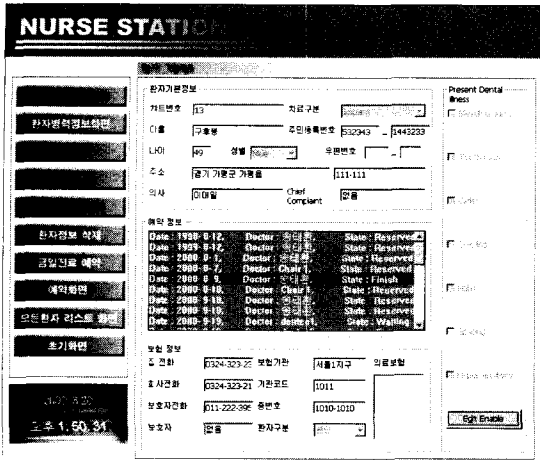


그림 15. 환자 관리 시스템의 한 화면  
Fig. 15. An interface for patient information management system.

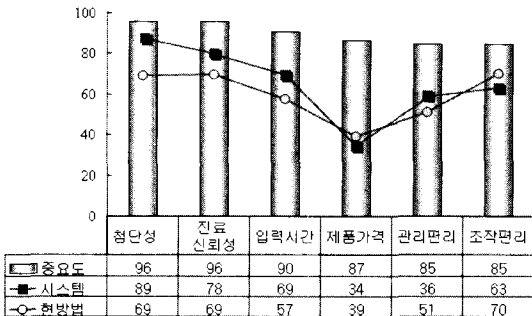


그림 16. 임상 평가 결과  
Fig. 16. A clinical testing report.

서는 기본적인 기능만을 제공하고 사용자의 필요에 따라서 새로운 기능을 보강할 수 있도록 하였다.

### V. 결 론

본 연구에서는 치과병원의 특성을 살려서 업무의 효율을 증대시키고 진단과 치료의 정확성을 높이기 위한 통합 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 메디컬 PACS 시스템이 일반화되면서 필요성 대두되고 있는 치과용 PACS 기능을 구현하고 이를 치과병원에서 수행되는 다른 진료와 환자관리 업무를 지원하는 기능들과 결합함으로써 치과병원 전산화에 이정표를 마련하였으며, 임상 실험 결과 <그림 16>에서 보는 것과 같이 치과 의사들의 많은 호응을 얻을 수 있었다<sup>[9]</sup>. 검사와 분석 그리고 진단과 치료를 하나의 환경에서 지

원하고 영상자료와 차트를 하나로 결합으로서 종이차트와 필름이 없는 효율적인 진료환경을 구축할 수 있었다. 특히 전문분야별로 진료의 효율성을 고려한 특화된 인터페이스와 정확한 진단을 위한 영상처리 기능 그리고 정확한 수술계획을 위한 시술 시뮬레이션 기능은 의사에게는 진단능을 그리고 환자에게는 치료에 대한 신뢰감을 높여줄 것으로 기대된다. 본 연구에서 개발된 시스템은 치과병원에 설치되어 오랜 필드테스트를 거쳤으며, 임상 실험 결과 필름과 X-ray 영상간의 차이와 인터페이스의 사용의 숙련도가 떨어지는 문제가 발생하였다. 첫 번째 문제점인 필름과 X-ray영상간의 차이는 영상 출력 장치인 LCD나 CRT의 특성상 8bit 화면을 출력하지만 영상 입력 장치의 경우 12~16bit의 영상을 보내주고 있기 때문에 실제 필름과의 차이를 느끼게 된다. 이 문제는 현재 사용자가 원하는 부분의 영상만을 좀더 선명하고 높은 분해도를 갖도록 출력하는 기술을 개발하고 있다. 두 번째 문제점은 현재 계속적인 교육과 인터페이스 단순화를 이루도록 노력하고 있다. 테스트 과정에서 나타난 문제점을 보완하여 새로운 이름으로 상품 되어 판매되고 있다.

### 참 고 문 헌

[1] Groendahl, H.G. and Gmdahl, K., "Subtraction radiography for the diagnosis of periodontal bone lesions", *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, Vol. 55, pp.208, 1983.

[2] Wiro Niessen, "New image processing techniques to improve quality of digital X-ray image sequences", *Virtual Medical Worlds*, Oct. 1998.

[3] Jeffcoat MK, Reddy MS., "Digital subtraction radiography for longitudinal assessment of peri-implant bone change method and validation". *Adv. Dent Res.* Vol. 7, p. 196, 1993.

[4] Hasegawa BH, "The Physics of Medical X-Ray Imaging, 2nd Edition", Medical Physics Publishing: Madison, 1991.

[5] Schmitt, H., Grass, M., Rasche, V., Schramm, O., Haehnel, S. and Sartor, K., "An X-ray-based method for the determination of the contrast agent propagation in 3-D vessel

structures”, *IEEE Transactions on Medical Imaging*, Vol. 21 No. 3, pp. 251~262, March 2002.

[6] Chan, R.C., Karl, W.C. and Lees, R.S., “A new model-based technique for enhanced small-vessel measurements in X-ray cine-angiograms” *IEEE Transactions on Medical Imaging*, Vol. 19, No. 3, pp. 243~255, March 2000.

[7] McDonnel, D., Price, C., “An evaluation of the Sens-A-Ray digital dental image system”, *Dentomaxillofac. Radiol.*, Vol. 22, pp. 21~26, 1993.

[8] [http://www.planmeca.com/pages/products/2\\_15\\_sw.htm](http://www.planmeca.com/pages/products/2_15_sw.htm)

[9] [http://www.sseminar.net/cgi-bin/tech/read.cgi?board=total&y\\_number=542&nnew=2](http://www.sseminar.net/cgi-bin/tech/read.cgi?board=total&y_number=542&nnew=2).

[10] <http://retis.10dr.com/About.asp>

[11] <http://www.dcm.co.kr/product1.htm>

[12] 최현정, 월간 개원, pp. 30~32, June 2002.

[13] Brggger, U. “Digital imaging in periodontal radiography. A review”. *Journal of Clinical Periodontology*, Vol. 15, pp. 551~557, 1988.

[14] Hans G. Grondahl, “An Image Plate System for Digital Intra-oral Radiography.”, *Dental Radiography*, 1996.

[15] Molteni, R., “An Improved mode to display images form a digital X-ray sensor”, *Dentomaxil - lofac. Radiol.* Vol. 4, pp. 96~97, 1995.

[16] G.C.Burdea, S.M.Dunn and C.Immendorf, “Robotic System for Dental Systraction Radiography”, *Proceedings of the 1991 IEEE international conference on Robotics and Automation*, pp. 2056~2062, Sacramento, California, USA, April 1991.

[17] Grigore C. Burdea, Stanley MDunn, Charles H. Immendorf and Madhumita Mallik, “Real-Time Sensing of Tooth Position for Dental Digital Subtraction Radiography”, *IEEE Trans. on Biomedical Engineering*, Vol 38, No. 4, pp. 366~378, April 1991.

[18] Mao. F, Ruan S., Bruno A., Toumoulin C., Collorec R. and HaiGron P., “Extraction of Structural Features in Digital Sybraction Angiography”, *International Biomedical Engineering Days*, pp. 166~169, 1992.

[19] 이승원, 채옥삼, 황주호, 치과 임상용 디지털 방사선 진단 시스템 개발, 한국 보건의료기술 연구단, 2001

[20] <http://research.microsfot.com/speech>

저 자 소 개



蔡玉三(正會員)

1977년 인하대학교 전자공학과 학사. 1979년 8월~1980년 7월 Texas Computer Production Co., Tulsa, Oklahoma 연구원, 1982년 Oklahoma State Univ. 전기 및 전자공학과 석사. 1986년 Oklahoma State Univ. 전기 및 전자공학과 박사. 1986년 8월~1988년 7월 Texas Instruments Co. 선임 연구원, 1998년 8월~현재 경희대학교 전자정보학부 교수. <주관심분야 : 영상처리 개발 환경, 이동물체 추적, 의료 영상 처리, 문자인식, 3차원 물체 인식>



姜勝勳(正會員)

1994년 경희대학교 컴퓨터공학과 학사. 1996년 경희대학교 컴퓨터공학과 석사. 1996년 3월~현재, 경희대학교 컴퓨터공학과 박사과정, 2001년 3월~2002년 12월 (주) 메디코텍 연구원, <주관심분야 : 이동물체 추적, 영상처리 개발 환경, 의료 영상 처리, 문자 인식>