

디지털 치과 방사선 중심의 통합 치과 임상 진단시스템 (Hello-Doctor™) 개발

연세대학교 치과대학 치주과학 교실/연세대학교 치과대학 부속병원 세브란스 치과병원

이 승 원

ABSTRACT

Development of the integrated diagnostic system using digitized radiological images and clinical data in dentistry

Part 2 Prototype of the integrated diagnostic system

Yi Seung-Won

Dept.of Periodontics, College of Dentistry, Yonsei University

With the advent of new technology of image processing and radiation image detectors, several systems to provide the radiographic images are now developed and utilized in dental market but have not been developed to provide the integrated diagnostic information and to help the clinicians to make the treatment plan and electrocharting. The integrated system will be a great help to the clinicians in terms of cost-effectiveness, diagnostic accuracy and efficacy.

For the development of **Hello! Doctor™**, the probability theory is utilized and the other information is included to prevent under/over diagnosis and under/overtreatment. The sophisticated techniques of image processing are applied to interpret radiographic images for the higher accuracy in diagnostic decision making. The clinical data in the diagnostic system is also included on the base of cost-effectiveness of diagnostics and the probability theory. The easiness of the diagnostic system is also strengthened by the utilization of user interface theory and esthetic improvement. The algorithm of treatment plan based on the evidence-based treatment strategy and the causality theory is well implemented in the integrated diagnostic system. As the integrated diagnostic system, **Hello! Doctor™** has the superior advantages in theoretical background and clinical applicability over the current systems in dental market in terms of clinical effectiveness and socio-economical efficacy.

Key words : digitized radiographical image, Hello! Doctor™, image processing technique, integrated diagnostic system, multidisciplinary system, user interface.

서론

치과방사선 이미지를 이용하여 상용화된 시스템들 대부분은 방사선 이미지 capturing과 display에 머무는 초기단계이며 진단에 필요한 정보를 제공하는 기준

차트와의 연계성이 없이 개발되어 진단에 특별한 기여를 하지 못하고 있다. 이미 상술한 통합 진단 소프트웨어 시스템은 진단 기기, 사용자 인터페이스^{1,2,8}, 진단적

※ 본 연구는 보건복지부 보건의료기술연구개발사업의 지원에 의하여 이루어진 것임.(HMP-98-G-1-022)

개념¹⁴, 체계적인 치료를 위한 진료 전략^{15,16,22} 등을 기반으로 개발되어야 한다. 이러한 임상적 자료와 방사선학적 자료를 통합한 진단시스템은 실제 임상에는 진단의 정확성을 높일 수 있을 뿐만 아니라 환자, 보험 정책 당국 및 임상사들을 만족시킬 수 있는 효용가치가 높다. 또한 객관적인 치료 서비스를 받을 수 있고 의료 자원의 효율적인 사용 그리고 진료상의 신뢰성제고 등의 장점을 제공한다.

치과 진료의 정확도를 위하여 판독방법의 향상과 오류를 예방하기 위한 여러 가지 이론적 개발과 소프트웨어적인 지원이 요구되고 있다. 현재 여러 가지 영상 처리 기법의 도입과 함께 임상적으로 필요한 기법들이 실제 임상에서 쉽게 사용되고 치과 질환의 진단과 치료에 적용될 수 있도록 연구되어야 할 과제이다.

상술한 방사선 이미지의 판독의 중요성이 부각되면서 다양한 방법의 영상 처리 기법들이 개발, 응용되고 있다¹⁹. 또한 치료 방법의 객관적, 체계적 평가를 위한 증거 중심의 임상정보를 진단 소프트웨어 시스템에 첨가함으로써 예측 가능한 치료 결과를 얻을 수 있도록 도와 주는 시스템 개발은 의료 서비스가 한 국가의 기본적 인프라로써 그 역할을 올바르게 시행하기 위한 필수적인 과제로 부각됨에 따라 국가 기관의 지원이 요구되고 있다.

이러한 지원으로 치료 전략의 한 모델위에 치과 진료에 필요한 방사선학적 정보의 객관성과 높은 정확성을 이미지 처리 기법을 이용하여 확보하고 또한 임상적 진단 검사의 정보를 통합 분석 처리하여 올바른 의사결정을 하도록 도와 줄 수 있는 시스템의 개발은 많은 임상적 편이성과 높은 정확도를 얻는데 크게 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 이 논문의 목적은 전술한 치료 전략을 모델로 하여²⁵ 진단학적 이론을 근거로 한 통합된 치과 진단 시스템의 상용전 prototype을 개발하는데 있다.

연구내용과 방법

기존의 방사선 진단 소프트웨어들은 확장성과 편의성, 기능성 등에서 진단 소프트웨어라고 하기에는 미흡한 면들을 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는 기존 시스템들을 분석하면서 나타난 여러 가지 문제점들을 고

려하여 전체적인 시스템을 설계, 구현하였다. 본 연구에서 개발하는 방사선 진단 소프트웨어 시스템은 의사의 직관적인 사용이 가능하고 실제적인 임상 진단 절차를 고려하여 전체적인 구조와 프레임워크를 설계하였다.

시스템의 설계

상술된 모든 목표를 위한 이상적인 치과 방사선을 기반으로 한 진단용 소프트웨어 시스템의 요구사항과 도달 목표를 다음과 같이 설정하였다.^{7,8}

- X-ray sensor 및 여러 가지 sensor들과 연결되어 사용이 간편해야 하며 병력 차트와 연결되어 체계적인 관리가 가능해야 한다.
- 임상에서 편리하게 사용할 수 있도록 직관적 사용자 인터페이스를 지원해야 한다.
- 방사선 영상의 객관적 판단과 수술시의 빠른 상황 판단을 도울 수 있어야 한다.
- 짧은 시간에 모든 정보를 알 수 있고, 영상을 통하여 치료 전후의 비교 설명이 가능하게 하여 환자에게 치료에 대한 신뢰감을 제공할 수 있어야 한다.
- 영상과 병력 차트가 연결되어 다차원적인 환자 관리가 가능해야 한다.
- 새로운 기능의 확장이 쉬워야 하고 필요한 기능만을 연결하여 사용할 수 있어야 한다.
- 임상시 사용이 가능하도록 안정적으로 수행되어야 한다.

또한, 전술한 이상적인 소프트웨어를 개발하기 위해서는 다음과 같은 기술적인 조건들이 고려되어야 한다.

- 의사가 자신의 필요에 따라 원하는 기능만을 사용할 수 있도록 체계적으로 모듈화 되어야 한다.
- 방사선 영상 입력을 위한 입력 부분은 방사선 영상 장치에 의존적이지 않도록 개발하여 방사선 영상 입력 장치가 바뀌더라도 소프트웨어 전체가 영향을 받지 않도록 모듈화 하여 개발되어야 한다.
- 기존 X-ray 필름을 대체할 수 있을 정도로 고해상도의 영상을 지원해야 한다.
- 의사로 하여금 진단의 객관성을 가질 수 있도록 객관성을 증가시켜줄 수 있는 영상 처리 모듈들이 영상판독에 지원되어야 한다.

- 치료 전후의 치료 효과를 객관화하기 위하여 변화량을 수치화 할 수 있는 기능이 필요하다^{11,12}.
- 방사선 영상이 병력 차트와 연결되어 다차원적인 환자 관리를 가능하게 하여 의사로 하여금 환자의 모든 정보를 빠르고 쉽게 알 수 있도록 한다.
- 환자에게 치료의 전후를 영상으로 이해하기 쉽게 비교 설명할 수 있게 하여 신뢰감을 줄 수 있어야 한다.
- 의료 보험 시스템과 진단 및 치료의 객관화와 수량화된 자료가 쉽게 접목될 수 있는 데이터 베이스가 구축되어야 한다.

전술한 조건들을 고려하여 다음과 그림 1과 같은 5개의 구성 요소로 이루어진 전체 소프트웨어 구조가 설계되었다.

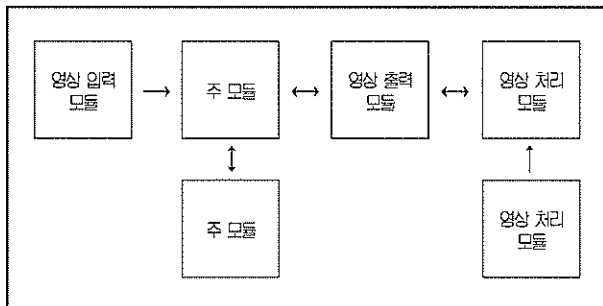


그림 1. 제안된 통합 진단 소프트웨어의 구조도

주 모듈은 사용자가 소프트웨어를 처음 사용하면서 접하게 되는 부분이며, 영상 입력 모듈과 영상 출력 모듈을 호출하여 영상 입력과 출력을 데이터베이스 파일과 연결 시켜주는 부분이기도 한다. 이 부분은 특히 사용자 인터페이스와 밀접하게 연결된 부분으로, 병력 데이터베이스 부분은 환자에 대한 병력 차트 및 입력받은 영상들을 환자의 정보들과 연결시켜 다차원적인 환자 관리가 가능하게 하는 부분이다.

영상 입력 모듈은 개발된 영상 센서로부터 영상을 입력받을 수 있도록 하드웨어와 제안된 소프트웨어를 연결시켜주는 부분이고, 영상 출력 모듈은 입력된 영상을 여러 가지 형태로 원하는 목적에 맞게 빠르게 고해상도로 출력해 주는 부분이다. 영상 처리 모듈은 진단이나 환자의 치료 효과 등을 객관적으로 판단할 수 있도록 수치화 시켜 주는 부분이다.

제안된 연구의 산물인 소프트웨어를 "Hello!Doctor™"라고 명명하였고, Hello!Doctor™에서 이와 같은 플러그인 파일을 이용하여 구현될 기능들은 주로 다음과 같이 영상의 질을 개선할 수 있으면서 영상처리를 통하여 진단의 정확도와 편리성을 증가시킬 수 있는 기능²⁰들을 구현하였고, 각 기능들에 대한 설명과 구현결과는 뒤에 결과에서 설명하기로 한다.

- Brightness/Contrast
- Pseudo Coloring
- Invert
- Rotate/Flip
- Sharpening
- Zoom In/Out
- Magnification
- Simple and Normal Measurement
- Simulation

사용자 인터페이스와 병력 차트 데이터베이스

수용하기 위해서 사용자들의 다양성과 기능적 변이성을 고려하여 실제 임상에서 가상할 수 있는 사고 패턴과 행동양식에 대한 많은 정보의 수렴 과정을 통하여 많은 정보를 일목요연하게 정리 보고하여 사용자들의 논리적 의사결정을 도와주고 또한 직관적 의사결정에서도 논리적인 오류가 없도록 인터페이스가 디자인 되어야 한다. 또한 심미성, 편리성 그리고 진단, 치료 면에서 독립적인 장점을 제공하여야 한다. 이것이 충분히 실현되지 않으면, 아무리 좋은 기능을 가지고 있더라도 사용자들은 시스템의 사용을 외면할 것이다. 그래서 최적의 사용자 인터페이스는 다음과 같은 사항들을 고려해야 한다²¹.

- ① 공학적인 관점보다 사용자적 입장에서 고려되어야 하고, 보다 사회심리학적 접근 방법을 가지고 수정, 보완되어야 하며, 여러 차례를 걸친 현장감사인 임상시도를 해야 한다.
- ② 지역화와 보편성을 모두 충족시키기 위하여 직관적 인식과 심미적 관점을 중요시해야 한다.
- ③ 인체 공학적 관점, 사용자들과의 밀접한 접촉과 면밀한 임상 시도를 통하여 많은 조정과 수정 보완이

필요하다.

전술한 내용 외에 Hello!Doctor™는 임상용으로 개발되는 시스템이라는 특수성으로 인하여 실제 임상에서 사용되는 치료의 종류나 진료의 순서에 맞춰 그림 2와 같은 구조를 가진 사용자 인터페이스를 설계하였다. 그림에서 보듯이 처음 환자를 선택하게 되면 그 환자에 맞는 치료의 종류를 선택하여 이동할 수 있으며, 같은 종류의 진료에 관한 내용들을 한곳에 모아놓아서 한 화면에서 모든 진단 및 진료가 가능하다. 또한, 상술한 치료 전략⁵⁾에 따라 작성된 치료 순서대로 표시를 해줌으로써 환자나 의사 모두가 쉽게 치료 단계와 상태를 파악할 수 있다.

사용자 인터페이스와 연결되어 사용되어야 하는 것이 바로 환자의 병력을 기록하고 있는 병력 차트 데이터베이스이다. 이상적인 사용자 인터페이스가 되기 위해서는 의료영상과 병력 차트를 연결시킨 다차원적인 환자 관리용 데이터 베이스를 구축할 수 있어야 한다. 진단을 위한 영상 시스템의 경우, 영상 정보만이 환자에 대한 유일한 정보의 원천이 아니기 때문에 병력, 신체검사, 임상 혹은 이학적 진단 검사 등의 다양한 정보를 기초로 방사선 촬영을 통한 확진을 도모함으로써, 민감도와 특이도를 충족시킬 수 있는 상대성과 통합성을 겸비한 진단시스템이다. 시스템의 정보의 질과 양에 대한 유연성을 확보하는 것은 정확성이 부족하더라도 저렴한 진단방법으로도 충분한 정보를 얻을 수 있다면 그것이 오히려 진단능을 향상시키는데 도움을 줄 수 있기 때문이다. 그리고, 예후를 판단하고 치료에 대한 의사 결정, 그리고 cost-benefit 관점들이 모든 진단 과정에서 고려될 수 있도록 다차원적인 환자 관리용 데이터 베이스가 구축되어 있다.

Hello!Doctor™에서는 사용자의 편리성을 위하여 이러한 데이터베이스속에 실제 임상에서 쉽게 사용할 수 있도록 병력 차트들의 형태를 가지고 있기 때문에 실제 임상에서 바로 사용 가능하다.

이러한 다차원적인 환자 관리용 데이터 베이스는 빠른 시간 안에 환자에 대한 모든 정보를 알 수 있어 환자 치료에 편의를 제공한다. 시계열적으로 데이터베이스가 연계되어 있어 치료 전후의 비교 설명이 가능하기 때문에 환자에게 의사의 치료에 대한 신뢰감을 제공해줄 수 있을 뿐만 아니라, 사용자의 진단 판단이 객관적인 수량화된 정보를 이용하기 때문에 높은 진단능을 가지고 있다.

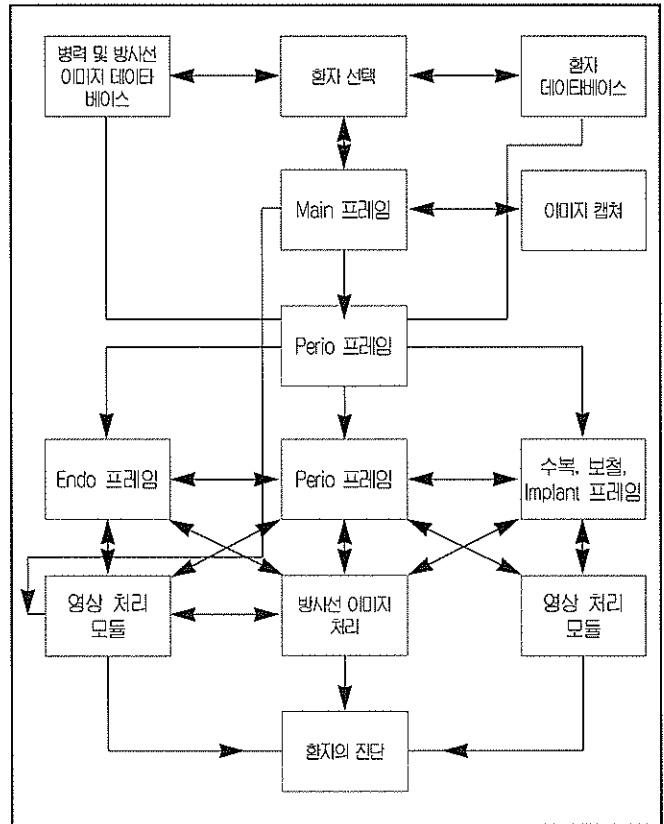


그림 2 사용자 인터페이스의 관계도

연구결과

실제 개발된 진단시스템의 형태

전술한 이상적인 시스템의 구조 및 원리⁶⁾에 맞추어 개발된 Hello!Doctor™의 구성 및 기능들을 주제로 설명하기로 한다. Hello!Doctor™의 기능들은 전술한 연구내용에 따라 이전 논문에서 상술한 치료 전략을 기반으로 개발되어 있어 사용하는 순서도 진료 및 치료의 순서와 동일하다.

Hello!Doctor™의 전체 구성

Hello!Doctor™는 치과 임상에서 의사들의 진료 및 치료의 단계를 고려하여 환자를 선택한 후에 그 환자의 전반적인 부분을 판단할 수 있는 단계를 거쳐서 각 환자별로 필요한 치료에 적합한 작업을 할 수 있도록 프로그램 상에서 각 단계별로 적합한 화면구성과 기능들을 제공한다.

① 환자 선택 프레임

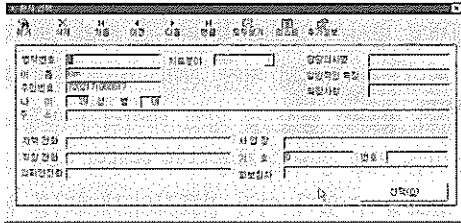


그림 3. 환자를 선택하거나 검색할 수 있는 화면

이 신규로 등록할 수 있는 기능들을 가지고 있다. 일반적으로 수천명 이상의 환자를 관리할 수 있는 데이터베이스의 확장성과 편리성을 고려할 때 환자 선택은 쉽고 일반적인 방법으로 검색되어질 수 있어야 한다. 따라서 Hello!Doctor™에서는 환자의 이름이나 등록된 환자번호를 이용하여 환자를 검색할 수 있게 지원한다. 그림 4와 같이 이름순이나 환자번호순으로 정렬된 환자들 중에서 직접 선택할 수도 있으며 환자의 삭제나 환자정보의 수정까지 이 프레임에서 가능하게 설계되어 있다.

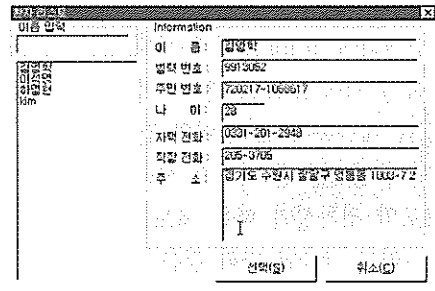


그림 4. 환자정보검색

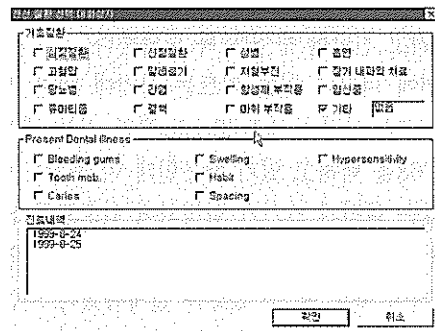


그림 5. 환자의 과거병력에 대한 입력창

과 임상적 병력 정보를 제공한다. 과거의 병력에 대한 사항도 체크되어야 한다. 이 정보는 환자의 신상명세와 함께 데이터베이스에 기록되어져 의사가 어떤 처방이나

이 프레임에서는 현재 진료하고자 하는 환자를 데이터베이스에서 선택하거나

환자의 등록 시에는 환자의 기본적인 신상 정보 외에 그림 5와 같이 전술한 치과 질환의 발생과 관련된 위험인자 (risk factors)와

치료 시에 주의가 필요한 전신 질환의 병력 정보를 제공할 수 있도록 하고 추

시술을 할 때에 적절하게 판단할 수 있도록 주의와 치료 계획에 도움을 준다. 따라서 실제로 임상에서 환자를 진단 및 치료로 생길 수 있는 후유증과 부작용을 최소화할 수 있게 한다.

② 기본 프레임

이 화면 구성에서는 실제 임상에서 증거 수준에 따라 필요한 병력자료들이 계속적으로 주의를 환기시킬 수 있도록 설계하였다. 환자에게 필요한 치과 질환의 진단과 치료 방법을 올바르게 판단하기 위하여 환자의 기본적인 개인정보, 환자의 전신 질환 병력, 이전의 치료에 대한 차트, 현재 상태를 보기 위한 방사선사진 등의 정보들이 제공되고, 화면구성이 실제 환자를 보는 상황과 흡사하도록 디자인되어 있다.

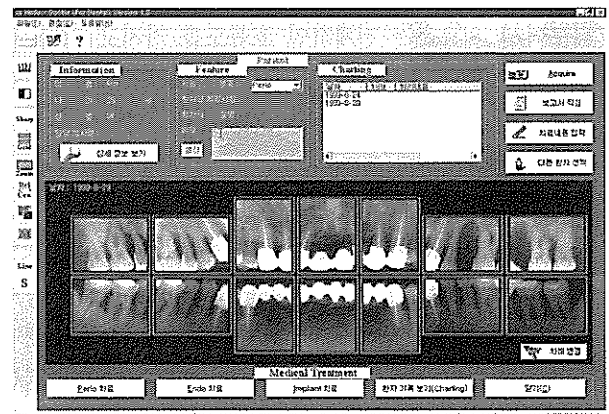


그림 6. 기본 프레임의 화면구성

그림 6에서 보듯이 기본 프레임에서는 어떤 환자에 대하여 기본적인 환자정보와 이전 치료 시에 촬영했던 풀 마우스 시리즈(Full Mouth Series)의 영상, 그리고 그동안 치료했던 차트의 내용들을 한 화면에서 모두 보여 준다. 따라서 현재 그 환자에게 필요한 치료를 적절하게 판단하여 결정할 수 있도록 한다. 이 단계에서 사용자는 필요에 따라서 풀 마우스 영상을 촬영할 수도 있으며 보다 정밀한 진단을 위하여, 그 영상에 대한 객관적 진단능을 증가시킬 수 있는 상술한 영상처리 기능들을 이용한 영상 분석을 실시할 수 있다.

의사의 결정에 따라서 치주치료 프레임을 기본으로 하여 원인 관련치료 단계에서 출발하여 치근관 치료 프레임, 조정단계 치주 치료 프레임, 수복 보철 혹은 임프란트 치료 프레임 등 필요한 시술의 단계로 넘어가게 된다(그림 6).

그리고 환자에 대한 기본적인 리포팅 기능이나 현재 치료에 대한 차팅, 다른 환자를 선택하는 등의 기능들을 가지고 있다.

Hello!Doctor™의 데이터 베이스내의 구체적인 정보와 사용은 사용자들이 데이터베이스에 대한 이해가 부족하더라도 사용 시에 불편하지 않도록 각 프레임의 차트 및 여러 가지 인터페이스와 잘 연계되어서 관리되도록 설계 되어 있다.

③ 치주 관련 프레임

이 프레임에서는 치주 치료에 필요한 차트 및 단계, 영상 분석 기능들을 제공한다.

상술한 치료 전략 개념을 기반으로 설계된 치과 치료는 원인 치료기, 수정 치료기, 유지 치료기의 세 단계로 나누어서 치료하는 전체적인 흐름도를 가지고 있다. 각 단계의 치료가 종료되면 그 단계의 치료에 대한 평가를 하여 다음 단계의 치료로 넘어갈 것인지 치료를 종료할 것인지를 결정하게 된다. 원인 치료기와 함께 조정기 치료기에서도 연계된 치료 프레임으로 진료 행위에서 도움을 얻을 뿐만 아니라 진료의 종료에 대한 판단을 내릴 수 있다. 유지 치료기의 경우에는 그 단계의 치료가 종료된 후에도 질병의 활성도를 평가할 수 있고 그 결과에 따라 순환적인 치료를 할 수 있도록 지속적인 유지 관리 치료가 가능하도록 되어 있다. 이와 같은 전략에 따라 치료 단계의 흐름도가 요약 icon화되어 있고, 단계별 치료 상태로 바로 접근할 수 있도록 우측에 치료 흐름도가 icon 형식으로 디자인되어 있다(그림 7 우측).

각 과정마다 환자의 풀 마우스 시리즈 방사선 영상이 촬영되어져야 하고 이것을 바탕으로 각 단계에서 차팅이 된다. 각 단계별로 방사선 영상의 풀 마우스 시리즈와 차트가 데이터 베이스화 되어서 저장, 관리되어야 하며 환자의 치료기록과 방사선 영상 및 차트 데이터가 연동되어야 한다. 이는 치료 중에도 사용자가 환자의 이전 단계의 기록을 참고할 수 있다. 이전 진료시의 데이터를 볼 때는 환자의 진료기록에서 보기 원하는 날짜를 선택하면 연동되어진 해당날짜의 치주치료와 풀 마우스 시리즈가 화면에 나타나게 된다. 이것이 필요한 이유는 전후 차팅 자료의 비교 검토만이 치주질환의 유무상태와 질환 활성 상태를 감별 진단할 수 있기 때문이다.

주 차트에 있어서 치료중에 일일이 각 치아에 대한 측정결과를 차트에 기입하는 불편함과 낮은 시간적 효율도를 획기적으로 향상할 수 있도록, Hello!Doctor™에서는 그림 7의 차트 부분에서 보여지듯이 각 항목에 대해 적절한 범위의 데이터를 녹음기능 모듈에 음성으로 확인하여 마우스만으로도 선택하여 기입할 수 있는 방법을 우선 선택하고 있다. 이 차팅모듈은 automatic probing instrument와 연결되어 probing과 동시에 자동 기입도 가능하다. 또한 음성 인식 모듈로 연계되어 음성에 의한 차팅이 가능하도록 개발중에 있다. 이와 같이 치주낭 깊이의 측정이 상단의 정밀한 풀 마우스 시리즈 방사선 영상¹⁰과 함께 고도의 정확성과 빠른 속도로 가능하도록 설계되어 있다. 그리고 상술한 바와 같은 높은 특이도를 가지고 있는¹¹, 치주낭 검사후 BoP (bleeding on probing)상태와 연계되어 질환의 유무에 대한 명확한 진단 개념을 가지고 진단할 수 있도록 도와준다.

그림 7의 화면에 나타나 있는 차트는 상악에 대한 부분만이 나타나 있다. 이것은 Hello!Doctor™의 기본 해상도가 1024 X 768을 택하고 있기 때문인데 이 해상도에서 나타낼 수 있는 화면의 크기가 한정되어 있으므로 많은 데이터를 한 화면에서 제공하여야 하기 때문에 상악과 하악을 구분하여 따로 볼 수 있도록 설계하였다. 이는 추후에 터치 스크린을 도입하였을 경우에 보다 쉽고 정확하게 차팅할 수 있다는 점을 고려한 결과이다. 상악/하악을 선택하여 볼 수 있지만 한번에 상/하악을 동시에 보기 원하는 경우에는 따로 보기의 버튼을 누르면 상하악의 치주 차트가 한번에 같이 보여진다. 또한 이전 치주

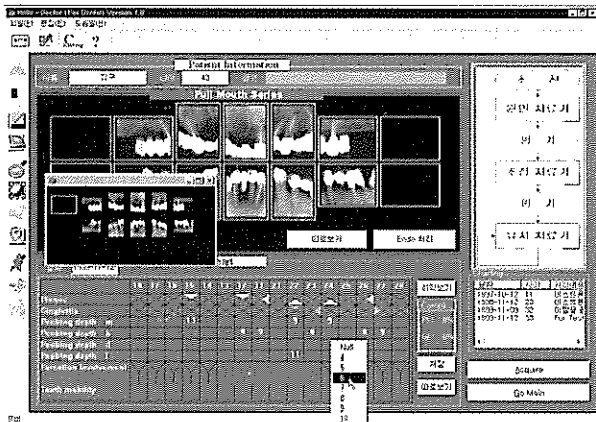


그림 7. 치주프레임

차트도 화면상에 입체적으로 중첩되어 나타나게 하여 비교 검토가 신속 정확하게 되도록 하였다. 그리고 그 하단 차트에서는 치료 방법의 선택이 쉽게 되고 기입되도록 과학적 증거를 확보한 치료 방법들을 증례 별로 선택할 수 있도록 되어 있다^{2, 18}.

④ 치근관 치료(endodontic treatment) 프레임

이 프레임은 치근관 치료를 하기 위한 것으로, 메인 화면에서 치근관 치료가 필요한 치아를 선택한 후 이 프레임이 수행되면 그림 8과 같은 화면이 나타난다.

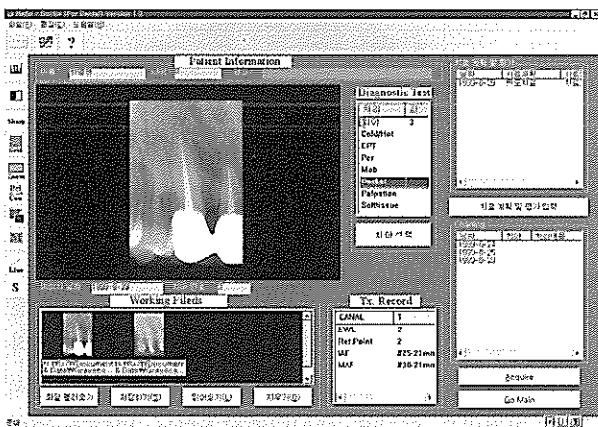


그림 8. 치근관 치료 프레임

치근관 치료의 화면은 치료의 대상이 되는 치아의 방사선 영상²³과 진단 검사 차트(Diagnostic Test), 치료 단계별 레코드(Treatment Record), 치료계획 및 결과, 치료 중에 바로 방사선 영상을 얻어 검토할 수 있는 작업 면(Working field)으로 구성된다.

각 기능 모듈에 대한 설명은 Diagnostic Test에서 수행하는 각각의 처리에 의한 값들을 표에서 제공하는 적절한 값들에 따라 표에 기입하면 데이터 베이스에 저장되어진다. Treatment Record는 대상 치아의 근관 개수에 따라 다르게 기입되어야만 한다. 최고 5개까지 치근관(Canal)이 존재하는 치아가 있으므로 치근관수가 최대한 표시될 수 있도록 하였다. 각 치근관(Canal)마다 그림 9와 같은 레코드 입력상자를 이용해서 데이터를 입력한다. 또한 치료일자에 따라 치료 계획 및 평가를 할 수 있고 데이터베이스에 저장되어진다.

동시에 여러 개의 치아에 대한 치근관 치료를 하는 경우에는 치아선택 버튼을 이용하여 다른 치아를 선택할

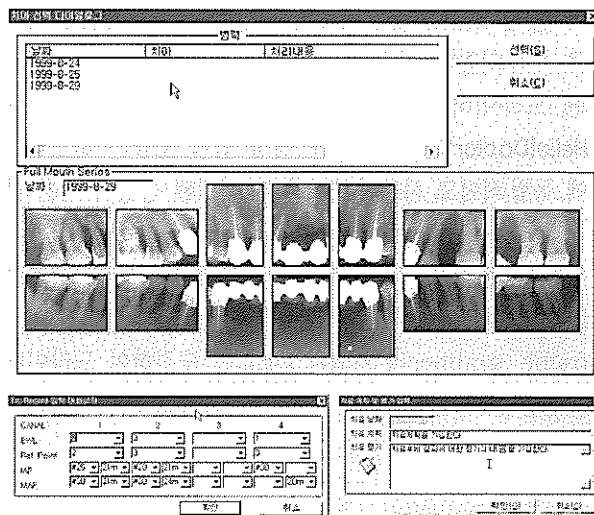


그림 9. Endodontic frame의 여러 가지 입력 / 선택 화면

수 있다. 이전 치료시에 촬영하였던 방사선 영상을 각 날짜별로 등록되어 있는 폴 마우스 시리즈중에서 원하는 치아를 선택할 수 있도록 되어 있다.

치근관 치료는 각 단계별 치근장의 측정이 필수적이므로 바로 방사선 촬영과 함께 길이 측정과 그의 병변을 확인하기 위하여 영상처리를 바로 할 수 있는 작업 윈도를 통하여 시술 도중에 필요시마다 방사선 촬영을 하여 그 영상을 확인하면서 작업 할 수 있다. 작업윈도에는 계속하여 여러 장의 영상을 받아 드릴 수 있으며 하나의 치아에 대한 file 종류별 작업상 file길이 정보로 구성된 working set을 저장하거나 읽어올 수 있다.

방사선 영상의 입력에 사용된 frame grabber의 종류 및 설명

Hello!Doctor™에서는 우리 연구팀에서 개발하고 있는 직접 방사선 FOS 부착 CCD device를 통해서 엑스레이 영상을 입력받는다. 이 입력영상이 ROM 내부에 background의 잡음을 기본적으로 제거되고 동영상 처리 할 수 있는 모듈이 embedding되어 있는 자체 개발 frame grabber를 이용하여 디지털이 되고 필요한 각종 처리 및 저장되고 모니터에 출력되어진다. 이때 중요한 것은 이 소프트웨어가 하드웨어에 의존적이지 않고 독립적으로 동작해야 한다는 것이다. 그러기 위해서는 목적에 맞는 보드마다 드라이버 루틴이 다른 frame grabber를 사용하는 인터페이스가 모듈화 되어

야 한다. frame grabber의 커널은 하나의 DLL 형태로 제작되었다. 장착된 frame grabber에 따라서 적절한 드라이버 루틴이 자동적으로 선택하여 동작한다. Hello!Doctor™에서 사용한 영상 입력 모듈은 하드웨어에 독립적이고 사용자의 요구나 지정된 상황에 따른 특정 frame grabber를 지원이 가능하도록 모듈화되어 있어서, 확장성 및 안정성이 극대화 되어있다. 새로운 frame grabber나 입력장치가 계속 향상된 경우에도 frame grabber의 커널과 DLL만 수정하여 드라이버 루틴을 추가하면 바로 사용이 가능하도록 디자인되어 있다.

영상 출력 모드

Hello!Doctor™에서 다음과 같은 세 가지의 출력모드를 가지고 있다.

- 풀마우스 시리즈(Full-Mouth Series) - 개개 방사선 영상을 치아의 배열형식에 맞추어서 배열한 영상 출력 양식으로 Hello!Doctor™에서는 기본적인 영상출력을 이 양식으로 출력한다. 이 모드는 높은 해상도와 적절한 영상처리 기술로 인하여 panoramic view에 비해 상당히 높은 정밀성과 편리성을 제공한다³⁾(그림 10).

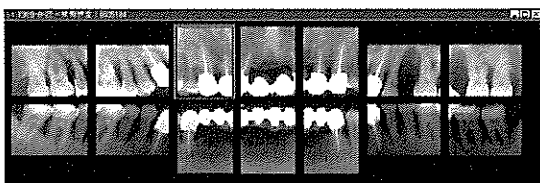


그림 10. Full Mouth Series View

- 단일 영상 - 방사선 영상입력장치에서 입력받은 영상 하나를 보거나 풀마우스 시리즈에서 선택하여 어떤 처리를 하기 위한 대상이거나 자세히 관찰하고자하는 영상일 경우에는 단일 영상만으로 출력을 한



그림 11. 단일영상 출력화면

다. Hello!Doctor™에서는 영상처리를 위한 모든 기능들은 이 모드의 출력창을 기본으로 한다(그림 11).

- 파노라믹 뷰 - 파노라믹 영상으로 찍혀진 영상용을 출력하는 모드이다. 전술했듯이 전체적인 진단을 위하여 그리고 임플란트 시술시에 진단과 수술 계획용으로 사용하는 출력 모드이다. 단일영상이나 풀마우스 시리즈 영상과 비교하고 분석하는 데 사용된다(그림 12).



그림 12 파노라믹 뷰

- 프린터 출력 - 영상 및 차트, 각종 리포트등의 출력을 화면이 아닌 프린터로 출력해 주는 기능이다.
- 파일 출력 - 방사선 영상 입력 장치를 이용해서 입력받은 영상을 데이터베이스와는 별도로 파일로 출력해서 관리 할 수 있는 기능이다. 이 기능은 다른 유사 시스템에서도 Hello!Doctor™와 동일하게 사용할 수 있도록 지원해 준다. 표준화된 파일 포맷을 사용함으로써 데이터의 호환성 및 범용성을 증가시켜 준다. 파일 입출력은 기존에 사용하던 방사선 필름의 데이터베이스화를 위해서도 반드시 필요한 기능이다. 필름 스캐너등을 이용하여 기존 환자의 방사선 필름에 대한 디지털이징 작업을 할 수 있는데 이렇게 작업되어진 영상화일을 Hello!Doctor™에서 입력받아 데이터베이스화 할 수 있다.

플러그-인으로 된 영상 분석 기능

각각의 영상 분석 기능들은 플러그-인 형태로 제작하였다. 이런 형태의 개발 방법은 최근들어 각광받고 있는 방식으로 개발시간의 단축 효과와 함께 시스템의 기능 추가 및 안정성에도 적합한 형태이다. Hello!Doctor™

에서는 현재 20여 가지의 영상 처리 기능들을 지원하고 있다. 다음은 그 각각에 대한 설명과 실제 수행 결과이다. Hello!Doctor™에서 등록된 각종 플러그 인의 기능은 다음 그림에서처럼 팝업메뉴로 등록이 되므로 쉽고 편하게 각각의 기능을 사용할 수 있다(그림 13).

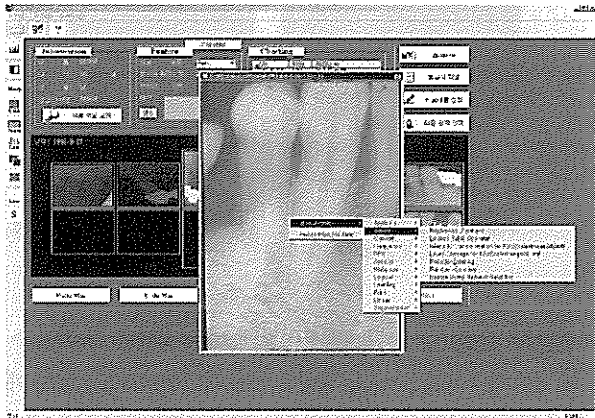


그림 13. 플러그-인의 사용 예

1 Brightness/Contrast - 입력된 영상을 대비와 밝기를 조정하면서 사용자가 관찰하기 원하는 정보를 눈으로 확인할 수 있다(그림 13). 어두운 부분과 밝은 부분에 대한 밝기값의 차이를 크게 함으로써, 시각적으로 잘 보이지 않는 부분을 분석이 가능하게 해준다(그림 14).

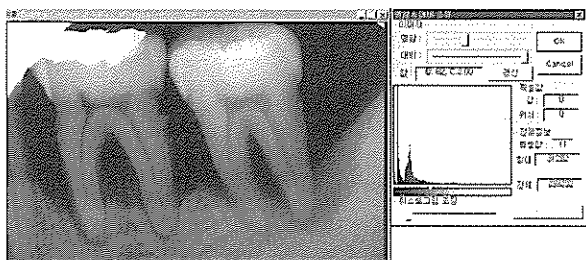


그림 14. Brightness/Contrast

2 Pseudo coloring - 입력된 영상을 임의의 컬러로 컬러링을 하여 영상의 각 부분을 쉽게 구분할 수 있게 한다(그림 15, 16).

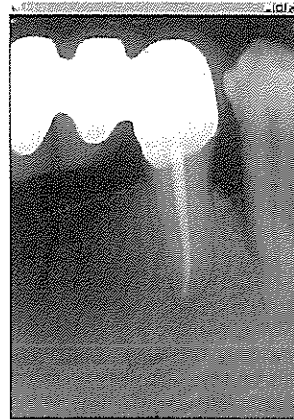


그림 15. Pseudo Coloring 전

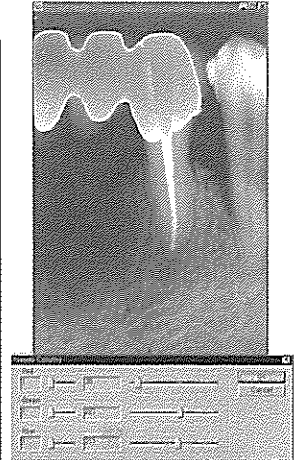


그림 16. Pseudo Coloring 후

3 Invert - 영상을 반전시키는 기능이다. 반전된 영상을 사용함으로써 신경이나 치근에 대하여 더욱 자세하게 관찰할 수 있다(그림 17).

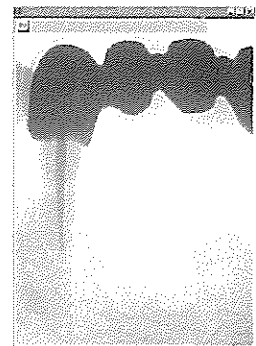
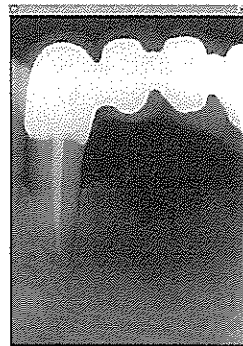


그림 17. Invert 처리의 예

4 Geometric - 치아의 영상을 잘못된 모양으로 입력 받았거나 데이터 베이스에 저장된 영상의 모양을 수정하고자 할 경우에 사용되는 기능이다. 좌우로 90도씩 회전시키는 기능과 미러플립, 원영상 복구등의 기능을 가지고 있다. 경우에 따라서 두 가지 이상의 기능을 조합하여 사용할 수도 있다(그림 18).

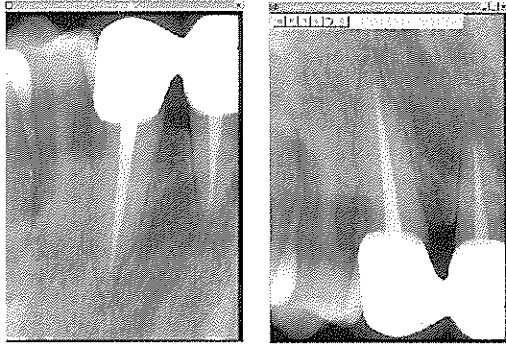


그림 18. 영상의 Geometric 기능의 예

5 Sharpening - 희미하거나 경계선이 애매한 영상인 경우에 좀더 명확하게 경계선을 강조할 수 있다. 샤프닝 알고리즘은 여러번 누적하여 사용할 수 있다. 예제의 영상은 2번의 샤프닝을 수행한 결과이다(그림 19).

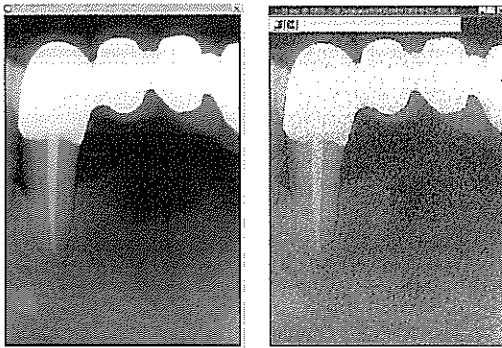


그림 19. 샤프닝을 이용한 영상의 경계선 강조 예

6 Zoom In/Out : 영상을 확대/축소하는 기능이다(그림 20).

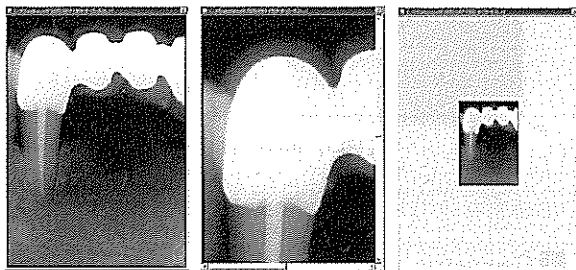


그림 20. Zoom In/Out

7 Magnify - 특정한 부분만을 확대해서 보고 싶을 때 사용할 수 있는 기능이다. 돋보기의 크기는 마우스를 이용해서 조절 할 수 있고 선택된 돋보기의 위치에 있는 부분이 확대되어 보인다. 전체적인 확대보다는

특정한 사이트부분만 확대하고자 하는 경우가 많은 치과치료에 적합한 분석 기능이다(그림 21).

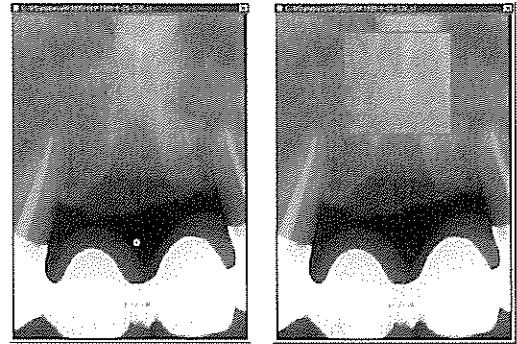


그림 21. Magnify를 이용한 영상의 부분 확대 예

8 Measurement - 특정 사이트에 대한 길이를 측정할 수 있는 기능이다. 하나의 직선에 대해서만이 아니라 여러 개의 선의 길이를 누적 계산해주는 것과, 여러 개의 선을 계산해주는 기능 등 사용하기 쉽고 편한 기능들을 지원한다. 그림은 두 개의 선의 길이를 측정하는 데 여러 개의 참조점(reference point)을 사용함으로써 곡선에 가까운 모양의 길이를 측정하는 예제이다(그림 22).

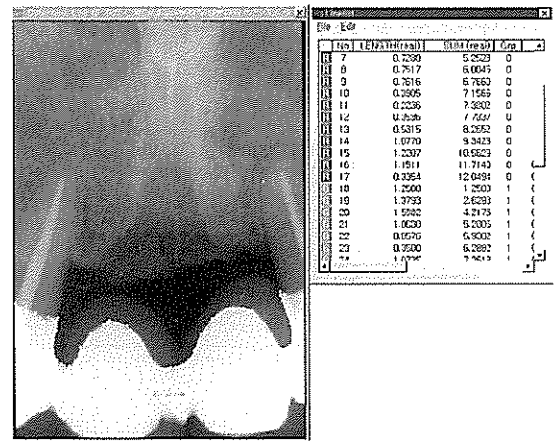


그림 22 여러 개의 참조점을 사용한 곡선에 가까운 선들의 measurement

결론

이와 같은 내용의 병력 정보, 수량화된 치주 및 치근관 진단 및 치료를 위한 방사선 이미지에 대한 영상 처리와 수량화된 차트의 결합을 통하여 임상가들에게 보

다 높은 수준의 예견성을 가진 치료를 제공할 수 있을 것이다. 체계화된 의료 정보의 이용을 돕도록 디자인된 통합 진단 시스템의 사용으로 객관적이며 유용가치를 최대한 제공할 수 있는 치료에 대한 의사 결정을 할 수 있도록 한다. 또한 객관적 정보를 제공함으로써 얻을 수 있는 신뢰성 그리고 체계화된 진단정보를 제공받을 수 있을 것이다. Hello!Doctor™은 어디서나 모든 의료 정보를 공유할 수 있는 telemedicine을

대비한 치료 영역의 진일보된 시스템이다. 그리고 올바른 치료 전략에 따라 디자인된 치료 흐름도에 따라 진료가 행해짐에 따라 치료의 체계화가 가능하며, 정밀한 진단 기능을 보완 제공함으로써 체계적인 치료결과의 평가가 가능하므로 환자, 의료 정책자 및 의료보험 정책자 그리고 치과임상의사들을 모두 만족할 수 있는 수준 높은 진단 시스템으로 사용 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. Audet AM, Greenfield S, Field M. Medical practice guidelines: current activities and future directions. *Ann Int Med* 1990;113(9):709-14.
2. Axelsson P and Lindhe J. Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. *J Clin Periodontol* 1981;8:239-48
3. Braer, U. Digital imaging in periodontal radiography. A review. *Journal of Clinical Periodontology* 1988;15:551-557.
4. Cox K & Walker D. User Interface Design. 1997; Prentice Hall.
5. Deas, D.E., Pasquali, L.A., Yuan, C.H. & Kornman, K.S. The relationship between probing attachment loss and computerized radiographic analysis in monitoring progression of periodontitis. *J Periodontol* 1991;62:135.
6. Duckworth, J. E., Judy, P. F., Goodson, J. M. & Socransky, S. S. A method for standardization of intraoral radiographs. *Journal of Periodontology* 1983;54:435.
7. Fernandes T. Global Interface Design. 1995. Americal Press
8. Galitz W O. The Essential guide to user interface design. 1997; Wiley Co.
9. Grodahl, K. & Groendahl, H.G., Wennstroem, J. & Heijl, L. Examiner agreement in estimating changes in periodontal bone from conventional and subtraction radiographs. *J Clin Periodontol* 1987;14:74.
10. Grodahl, K., Kullendorff, B., Strid, K.G., Grodahl, H.G. & Henrikson, C.O. Detectability of artificial marginal bone lesions as a function of lesion depth. *J Clin Periodontol* 1988;15:156.
11. Jeffcoat MK, Reddy MS, Van den Berg R, Bertens E. Quantitative digital subtraction radiography for the assessment of peri-implant bone change. *Clin Oral Impl Res* 1992;3:22.
12. Jeffcoat MK, Reddy MS. Digital subtraction radiography for longitudinal assessment of peri-implant bone change method and validation. *Adv Dent Res* 1993;7:196.
13. Kaimenyi, J.T. & Ashley, F.P. Assessment of bone loss in periodontitis from panoramic radiographs. *J Clin Periodontol* 1988;15:170.
14. Lang NP, Adler R, Joss A, Nyman S. Absence of bleeding on probing. an indicator of periodontal stability. *J Clin Periodontol* 1990;17:714-721.
15. Lang NP. Periodontal considerations in prosthetic dentistry. *Periodontol* 2000 1996;10.
16. Lange DE. Attitudes and behaviour with respect to oral hygiene and periodontal treatment need in a selected group in West Germany. In: Frandsen A. (Ed) *Public Health Aspects of Periodontal Disease*. Berlin, Quintessence, 1934, pp 83-97
17. McHenry, K., Hausmann, E., Wikes, U., Dunford, R., Lyon-Butterfield, E. & Christersson, L. Methodological aspects and quantitative adjuncts to computerized subtraction radiography. *J Periodont Res* 1987;22:125.
18. Nyman S and Lindhe J. A longitudinal study of combined periodontal and prosthetic treatment of patients with advanced periodontal disease. *J*

- Periodontol 1979;50: 163-9.
19. Parker J. R., Practical Computer Vision Using C, John Wiley & Sons, Inc. 1995.
 20. Russ JC, The Image Processing Handbook. 2nd edition, CRC Press, 1995.
 21. Shneiderman B. Designing the User Interface. 1998; 3rd ed. Addison-Wesley.
 22. Tugwell P, Bennett KJ, Sackett DL, et al. The measurement iterative loop: a framework for the critical appraisal of need, benefits and costs of health interventions J Chron Dis 1985;4:339-351
 23. Tyndall DA, Kapa SF, Bagnell CP. Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the region. J Endodon 1990;16:173.
 24. Verdonchot, E.H., Sanders, A.J. & Plasschaert, A.J. Applicability of an image analysis system in alveolar bone loss measurement. J Clin Periodontol 1991;18: 30-36.
 25. 이승원. 디지털 치과 방사선 중심의 통합 치과 임상 진단시스템 개발. Part I 임상적 전제 및 전략. 대한 치과의사협회지. 2000; in press.