

# 부정 교합 진단을 위한 두부(頭部)방사선 분석 시스템

이창현, 박승훈

건국대학교 의과대학 의학공학과

## An Automated Cephalometric Analysis System

Chang-Heon Lee, Seung-Hun Park

Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Konkuk University

### ABSTRACT

To make correct prognoses in the area of orthodontics, dentists use cephalometric analysis methods. Currently, most of them involve two main steps: initial diagnosis and treatment establishment. Currently, dentists work manually on X-ray film to measure the cephalometric parameters. The work is tedious and time-consuming, and sometimes produces incorrect results. We developed an automated cephalometric analysis system, in which dentists can easily locate reference points needed for the analysis and get the results almost at the same time.

뜨리는 요인이 되어왔다. 따라서, 이러한 작업을 컴퓨터를 이용하여 정확하고 신속하게 하려는 시도가 많이 있어 왔다.

외국에서는 이미 Ricketts, Kiliany, Schulhof, Buschang, Roth, Scholz 등의 학자들과 여러 관련 회사들에 의해 환자 관리, 분석, 성장 예측, 악 교정 수술 후 예측 등에 관한 연구가 수행되어 왔으며, 최근에는 개발이 완료되어 상용화된 것도 있다.

국내에서도 1992년 서울 대학교 치과 대학 교정학 교실에서 디지털이저를 사용하여 입력하고 그 결과를 플로터로 출력하는 프로그램을 개발하였다.

본 연구에서는 수작업에 의해 이루어지던 이러한 모든 작업을 컴퓨터를 사용하여 정확하고 신속하게 수행할 수 있는 소프트웨어 시스템을 개발하였다.

### 서론

다른 의학 분야에서와 마찬가지로 치의학 분야에서도 컴퓨터를 사용하는 과학적이고 정밀한 새로운 진단과 치료 방법들이 소개되고 있다. 특히, 치과 교정학 분야에서는 컴퓨터를 사용하여 두개 안면부의 구조를 계측 분석하고, 기능 상의 문제점을 밝혀내어, 교정 계획을 수립하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 소독 수준의 향상, 서구적 음식물 섭취 등으로 치아 건강에 대한 문제가 심각해지고, 미용을 위한 치아 교정에 대한 관심이 지대해짐에 따라 아동기(여아의 경우 12세, 남아의 경우 13세)에 실시되는 치과 부정 교합 교정술은 최근 들어 급속도로 그 수요가 늘고 있는 의료 기술의 한 종류이다.

부정 교합 환자의 치아 교정을 위해서는 경조직 분석, 연조직 분석, 성장과 치료에 의한 효과와 예후의 분석이 필요하다. 이러한 분석을 위해서는 우선 머리의 측면 부분을 촬영한 방사선 영상이 필요하며, 이 영상 위의 특정한 2점들이 이루는 직선들의 거리와 이러한 직선들이 이루는 각도, 그리고 특정한 직선들 간의 거리 비율 및 각도들 간의 비율 등을 측정해야 한다.

현재까지 이러한 계수들은 방사선 영상 위에서 전문가들의 수작업에 의존하여 측정되어 왔다. 이러한 작업은 전문가들로 하여금 많은 시간과 노력을 소모하게 하였을 뿐 아니라, 객관성과 정확성을 떨어

### 두부 방사선 계측법

골격 형성 장애는 심한 부정 교합과 밀접한 관계가 있기 때문에 치료를 시작하기 전에 두개의 안면 형태를 면밀히 분석하지 않으면 안된다. 이를 위해서 치과 교정학에서는 두부 방사선 계측법(cephalometry)이라고 불리워지는 표준화된 X선 규격 사진의 계측 방법을 사용하여 분석한다.

두부 방사선 계측법은 복잡한 생체 두부의 구조를 곡선의 형태와 상대적인 위치를 나타내는 계측점들로 간략하게 나타내는 기하학적 표현 방법으로, 최근에는 표준화된 2차원 X선 영상인 세팔로그래프(cephalogram)를 사용하고 있다.

두부 방사선 계측은 우선 기하학적 구조를 이루는 구성 성분들의 거리와 각도를 계측한 다음, 여기에서 얻은 계측값들을 연령별, 성별 표준치, 이상치, 및 자신의 과거 계측 값들과 비교, 분석하여 평가하는 2 단계로 진행된다.

두부 방사선 계측법은 여러 종류가 알려져 있으며, 각 방법마다 측정하는 계수들의 종류가 다르다. Steiner 분석법, Tweed 분석법, Jarabak 분석법 등이 흔히 쓰이는 대표적인 분석법들이다.

Steiner 분석법에서는 악골 관계(jaw relationship)를 나타내는 SNA, SNB, ANB, SND와 상악 절치(maxillary incisor)의 위치를 나타내는 Upper-1-to-NA의 거리와 각도, 하악 절치

## 부정 교합 진단을 위한 두부방사선 분석 시스템

(mandibular incision)의 위치를 나타내는 Lower-1 -to-NB의 각도와 거리, Pog-to-NB, Pog 및 Lower-1 -to-Pog-to-NB(holdaway), Interincisal angle, 그리고 하악골(mandibular)의 위치중 하악골의 회전위를 나타내는 SN-GoGn과 교합 평면(occusal plane)의 경사도를 나타내는 Occusal-plane-to-SN 등에 대해 계측한다.

Tweed 분석법에서는 Tweed triangle에 해당하는 세가지 각도 FMA(Frankfort mandibular plane angle), IMPA(Incisor mandibular plane angle), FMLA(Frankfort mandibular incisor angle)를 계측하여 총 10 단계의 분석 단계를 거친다.

Jarabak 분석법에서는 saddle angle, articular angle, gonial angle, gonial upper angle, gonial lower angle, saddle angle과 articular angle 및 gonial angle의 합, posterior to anterior face height ratio, mandibular body length to anterior cranial base ratio, posterior cranial base to Ramus ratio등을 계측한다.

### 전체 시스템의 구조

본 연구에서 개발한 부정 교합 진단을 위한 두부방사선 분석 시스템은 크게 계측 정보 관리부, 계측 상태 표시부, 보고서 작성부, 분석법 관리부 및 사용자 인터페이스부로 나뉘어 진다.

계측 정보 관리부는 수집된 계측 점들로부터 추출한 거리와 각도에 대한 분석 계수들을 관리하는 부분이다. 계측점들과 분석 계수들은 계층적 상속 관계를 갖는 클래스 구조로 표현하였으며, 생성된 객체들의 구조와 내용을 파일의 형태로 저장하였다가 나중에 원래의 상태로 복구할 수 있도록 하였다. 그림 1은 이러한 계층적 상속 관계를 갖는 계측 점들과 분석 계수들의 클래스 구조를 보인 것이다.

계측 상태 표시부는 사용자가 입력한 점이나 선들의 실제 좌표를 화면에 테이블의 형태로 표시해주는 부분으로, 사용자들이 입력 작업을 할 때 상대적인 위치를 결정하는데 도움을 준다. 현재 사용 중인 도구를 알려주는 기능도 구비하고 있다.

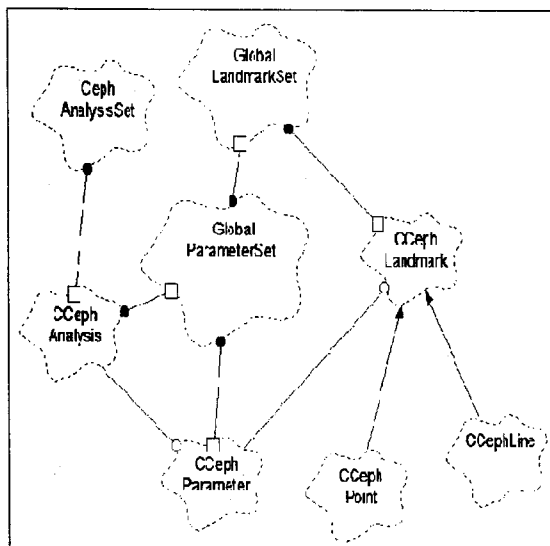


그림1. 정보 관리부 클래스 구조

보고서 작성부는 분석법에 따라 분석된 결과를 보고서의 형태로 출력하는 부분이다. 각 분석법마다 분석계수들이 달라서 각기 다른 고유의 보고서 양식이 필요하다. 이번 연구에서 구현한 분석법 중 Tweed 분석법과 Steiner 분석법의 경우는 특수한 양식이 있지만, 다른 분석법들은 measure value table이나 polygonal table등으로 출력되는 것이 일반적이다. 대부분의 경우, 보고서에는 계측 요소의 명칭, 평균, 표준 편차, 실제 측정치 등을 출력한다. 그림2는 출력된 보고서들의 예를 보인 것이다.

PARAMETERS	MEAN	S.D.	
FMA	26.000000	5.000000	-1.4#1200
IMPA	66.000000	5.000000	39.6#6002
FMA	90.000000	5.000000	-1.4#1200

PARAMETERS	MEAN	S.D.	
Saddle Angle	122.000000	5.000000	10.12#987
Articular Angle	143.000000	5.000000	26.3#1263
Gonial Angle	130.000000	7.000000	61.2#1163
Anterior Cranial Base Length	396.000000	5.000000	3.7#9392
Posterior Cranial Base Length	122.000000	5.000000	2.5#3514
Gonial Angle(Upper)	182.000000	15.000000	16.8#4299
Gonial Angle(Lower)	22.000000	70.000000	49.9#7035
Ramus Height	122.000000	5.000000	1.22#006

TWEED ANALYSIS	FMA	FMA	IMPA
IDEAL			
PRESENT			
DESIRED			
CORRECTION	FACTOR	IN	DEGREES
CORRECTION	FACTOR	IN	DEGREES

그림2 보고서 출력 예

분석법 관리부는 이번 연구의 핵심적인 부분으로 각종 분석법들의 분석 계수들의 종류와 분석 계수 연산 방법들을 대한 정보를 관리한다. 분석 계수들을 구하기 위한 연산 방법들은 연산식의 형태로 나타낼 수 있다. 분석법 관리부는 분석법 정의 파일을 읽어

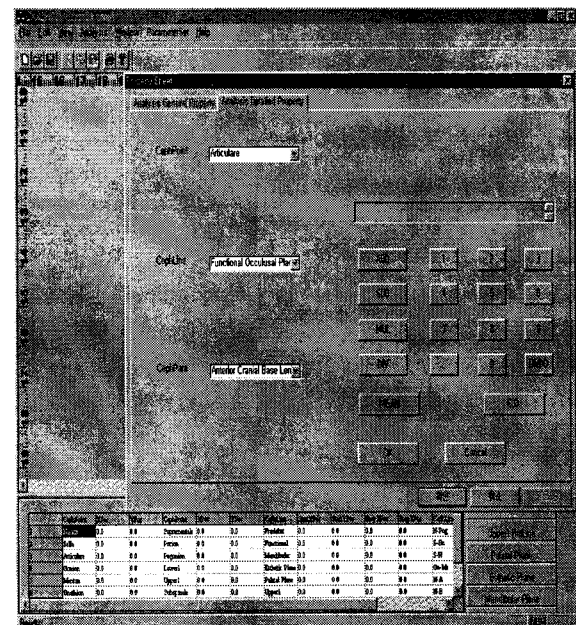


그림3. Parameter의 저장 형태

서 그 분석법에서 구하는 분석 계수들의 종류와 형태, 연산법 및 분석에 필요한 계측점들에 대한 자세한 정보를 얻는다. 분석 계수의 정의는 계수 이름, 계수 값의 유형 (거리, 각도 혹은 비율), 분석 계수의 연산에 필요한 계측점들과 계측선들의 종류, 연산에 필요한 다른 분석 계수들의 종류, 연산법 등에 대한 정보를 포함한다. 그림 3은 분석 계수 사용자 정의를 대화 상자를 이용하여 사용자가 직접 정의 하는 모습을 보인 것이다.

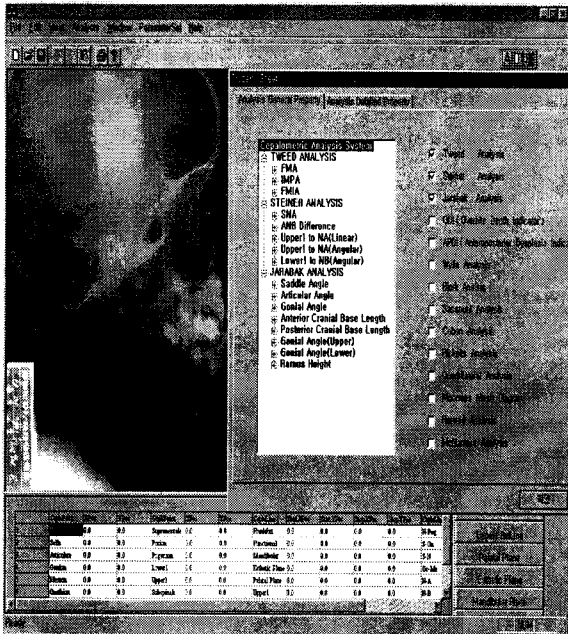


그림 4. 분석법 보기

사용자 인터페이스부는 실제 영상을 화면에 출력하고, 출력된 영상을 보면서 계측점과 계측선들의 위치를 입력할 수 있게 한다. 영상의 절대적인 위치를 파악하기 위한 수평과 수직 방향의 눈금자와 격자를 선택적으로 화면 상에 나타내고 있으며, 입력할 항목을 쉽게 선택하도록 계측점과 계측선 도구 상자를 두고 있다. 그림 4는 도구 상자와 눈금자 등 사용자 인터페이스의 예를 보인 것이다. 화면에 출력된 영상은 지정된 배율대로 확대 및 축소가 가능하고, 원하는 영역을 선택하여 확대할 수도 있다. 그림 5는 사용자 인터페이스부를 보인 것이다.

### 시스템 구현

전체 시스템은 객체 지향 개념에 의거하여 분석, 설계되었으며, Windows 환경에서 도구 상자, 데이터 테이블 등의 그래픽 인터페이스를 충분히 사용하여 구현되었다.

객체 지향 분석 방법의 일종인 Booch 방법을 사용하여 문제를 분석하였으며, 분석된 내용을 바탕으로 추출된 구성 요소들은 C++의 클래스 형태로 표현하였다.

사용자가 원하는 새로운 분석 방법들을 사용자가 프로그램의 수정 없이 직접 대화 상자를 사용하여 추가할 수 있도록 하였다.

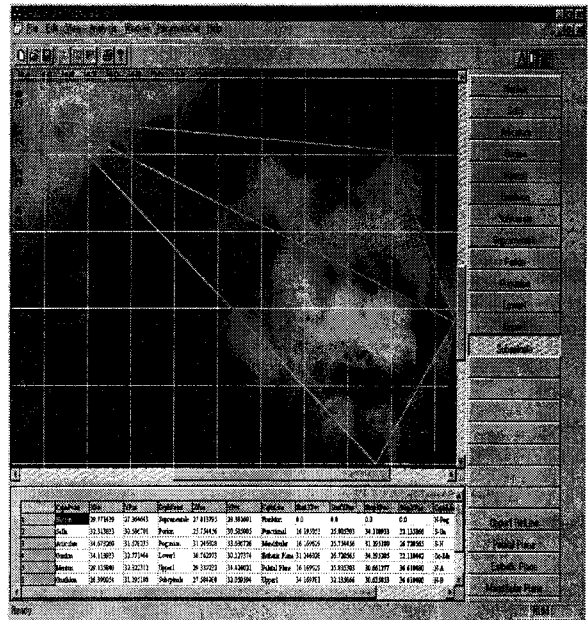


그림 5. 사용자 인터페이스의 예

### 결론

본 연구에서는 치과 교정학 분야에서 널리 사용되는 부정 교합 진단을 위한 두부 방사선 분석을 컴퓨터를 사용하여 수행할 수 있는 객체 지향 개념에 의거한 소프트웨어 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 국내의 우수 대학들에서 널리 사용되고 있는 Steiner 분석법, Tweed 분석법, Jarabak 분석법 등을 포함하고 있으며, 새로운 분석 방법을 시스템의 변경 없이 사용자가 직접 추가할 수 있다. 윈도우를 포함한 그래픽 사용자 인터페이스를 기반으로 구현되어 있고, 화면에 나타난 영상을 직접 관찰하면서 입력할 수 있기 때문에 효율적으로 작업할 수 있다. 각 분석법을 위한 보고서 작성 기능도 포함하고 있다.

앞으로, 본 연구에서 개발한 시스템은 환자 정보와 분석 정보 및 영상 정보들을 관리하는 데이터베이스 시스템이 추가 개발되고, 임상 시험이 끝나면 임상 현장에서 실제로 사용할 수 있을 것이다.

### 참고 문헌

- [1] Robert E. Moyers, Handbook of Orthodontics, 과학 서적 센터, 1993
- [2] 양원식, 치과 교정 진단학, 서울, 지성출판사, 1995
- [3] David J. Kruglinski, Inside Visual C++, Microsoft press, 1996
- [4] James L. Conger, Windows API Bible, Waite group press
- [5] W. K. Pratt, Digital Image Processing, New York: Wiley, 1978
- [6] B. R. Hunt and J. R. Breedlove, Scan and display considerations in processing images by digital computer, IEEE Trans. Computers, Vol. C-24, Aug. 1975, pp. 845-853.