

# 치아교정과 턱수술용 컴퓨터 영상분석 및 진단 시스템 개발에 관한 연구

김정환, 김동윤, 이원유\*, 하은호\*\*

연세대학교 보건과학대학 의용전자공학과, \*연세대학교 치과대학 교정과,

\*\*연세대학교 문리대학 통계학과

## A study on the development of the computerized imaging system for diagnosis and treatment planning of orthodontics and orthognathic surgery

J. H. Kim, D. Y. Kim, W. Y. Lee\*, E. H. Ha\*\*,

Department of Biomedical Engineering, College of Health Science, Yonsei University.

\* Department of Orthodontics, College of Dentistry, Yonsei University.

\*\* Department of Statistics, College of Liberal Arts and Science, Yonsei University.

### ABSTRACT

In this paper, we present the software on the development of the computerized imaging system for diagnosis and treatment planning of orthodontics and orthognathic surgery.

Soft tissue changes followed by orthognathic surgery mainly depends on surgical movements of hard tissue. Then, the stepwise multiple regression method was used to investigate the soft tissue changes followed by hard tissue changes. As a result of this research, we were able to develop a system which diagnoses automatic X-ray images and predicts soft tissue changes after orthognathic surgery.

### 1. 서 론

교정과에서 행하여지는 치아교정 및 턱수술을 하기 위해서는 환자의 사진, 구강내 사진, 두부 방사선 사진등이 필요하다. 지금까지는 수술 전 환자에 대한 골격적 구조의 분석과 치료계획 수립을 위해 수작업으로 두부 방사선 사진의 tracing을 하여왔으며 이에 따른 시간 및 인력의 낭비를 초래해 왔다. 1980년대에 들어서 컴퓨터를 이용한 수술후 변화를 예측하는 다양한 방법들이 개발되었다. Wolford등이 경조직 이동에 따른 연조직의 산술적 변화비율을 적용한 프로그램 개발하였고, Chernoff등이 영상재현 프로그램을 이용하여 수술 후 연조직 이동량에 따른 회귀 방정식을 구하였다. Henderson, Delaire, Fish, Epker<sup>[1]</sup>등에 의해 모의수술 프로그램의 개발하였고, 80년대 후반부터 두부 방사선 계측 사진과 실제 측모 사진을 합성하여 가시화한 Video imaging 프로그램이 개발되기 시작하였다. 국내 연구에는 이와 박<sup>[2]</sup>등이 하악 전돌증 수술후의 예측프로그램 개발을 위한 다변수 회귀방정식을 구하였고 남과 정등<sup>[3]</sup>이 모의 악교정

수술 전후 영상개발에 관한 연구를 시행하였다.

본 연구에서는 두부 방사선 사진 계측법을 전산화 작업으로 처리하여 임상에서 신속하고 효율적으로 진단을 할 수 있는 시스템을 구현했다. 또한 턱수술의 경우 경조직을 수술할 때 연조직의 변화가 생기는데 이러한 변화량의 관계를 단계적 다변수 회귀 분석법(Stepwise Multiple Regression Analysis)을 통해 구하여 이로부터 환자의 수술 후 예측을 할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 Windows 95의 환경에서 마우스를 사용하여 입력점(landmark)을 받아서 기준점, 기준선, 기준각도 등을 자동으로 측정하고 진단하는 시스템을 Visual C++ 5.0을 이용해 시스템을 구성하고 개발하였으며, 40명의 환자의 데이터로부터 수술시 경조직과 연조직의 이동량을 조사해 다변수 회귀 방정식을 구하여, 이를 실제 수술 환자에게 적용하여 수술후 연조직 예측에 도움이 되도록 하였다.

### 2. 입력점 처리 알고리즘

두개골 방사선 사진은 안면기형과 부정교합의 분석에 매우 중요하다. 1931년 Broadbent에 의해 두개골 방사선 계측사진이 교정학 영역에 도입된 이래 현재까지 큰 비중을 차지한다.<sup>[4]</sup> 이것은 부정교합과 골격 부조화에 대한 분석, 교정치료의 평가, 성장 예측에 사용된다<sup>[5]</sup>. 교정치료는 장시간에 걸쳐 이루어지므로 치료예측은 치료계획 수립시에 매우 중요하다. 현재까지 시행된 여러 교정 술식들에 따른 변화량을 조사하는 것은 앞으로의 치료변화를 예측할 수 있기에 영상 분석 시스템에서 매우 중요한 부분이다.

교정환자와 턱수술환자의 경우 임상에서 가장 먼저 하는일은 두부방사선의 분석이다. 두부방사선 계측법에는 여러종류가 있으며 이를 바탕으로 교정과 수술 계획을 세우게 된다. 본 연구에서는 교정과에서 진단에 필요한 입력점을 모니터의 두부방사선 영상 위에서 마우스 클릭을 하면 그 좌표를 받으면 각각의 입력점간의 수평, 수직적 길이, 각도 혹은 비율 분석을 할 수 있게 하였다. 마우스 드래깅을 통해 Profile을

트레이싱(Tracing)할 수 있도록 하였다.

본 연구에서는 경조직(hard tissue)에서 계측점(landmark)은 기존의 분석 방법들에서 쓰이는 Sella, Porion, Nasion, Orbitale, A-point, B-point, Pogonian, Menton, Corpus left, Ramus down, Articular, R3, R1, PNS, ANS, Mx 1 crown, Mx 1 root, Mn 1 crown, Mn 1 root, Mx 6 distal, Mx 6 root의 입력점 21개를 선택하였다. 경조직의 점들은 골격적 구조를 각도와 거리등을 계측하고 분석하게 한다. 연조직(soft tissue)을 포함한 트레이싱에 필요한 44개의 점들을 선택하여 Bezier 곡선을 사용해 경조직과 연조직의 모양을 알 수 있도록 하였다. 이렇게 입력된 점들은 연세대학교 치과대학에서 사용하는 연세분석법을 이용하여 자동으로 분석하여 임상에서 의사들이 판단할 수 있게 하였다.

방사선 영상에서 트레이싱의 정보를 기록하기 위해 서 두 가지의 digitization 방법이 사용될 수 있다.

첫 번째 Point mode digitization은 계측점의 불연속 위치를 말한다. 임상에서 의사는 미리 결정된 순서에 따라 각 계측점 위에 위치시키고 마우스 버튼을 클릭한다. 이렇게 한 개의 좌표가 각 계측점에 대해 전달되어진다. 최종 출력은 각 계측점을 Spline과 Bezier 곡선으로 연결함으로써 얻는다. 이때 입력점을 적당히 선택하고 근접시키면 결과적인 벡터 트레이싱은 원래의 방사선 영상 형태를 효과적으로 트레이싱하고 표현할 수 있다. 두 번째, Stream mode digitization은 좌표의 stream이 마우스 버튼을 누른 상태에서 드래깅을 할 때 좌표값들이 프로그램에 전달되는 것을 말한다. 첫 번째 방법은 간편하지만 완전한 정보를 담을 수 없지만 간편하고 두 번째 방법은 좀더 정밀한 트레이싱을 할 때 사용된다. 본 연구에서는 두가지 방법을 모두 사용하였다.

턱수술시 경조직의 이동으로 생기는 연조직의 변화를 나타내는 다변수 회귀방정식은 신촌 세브란스와 원주 기독교병원의 턱수술환자 40명의 두부방사선 사진의 측정으로 구하였다. 경조직의 ANS, A-point, Mx 1 crown, Mn 1 crown, B-point, Pg, Me의 6개 점의 수직, 수평 이동량과 연조직의 Pn, Sn, soft A-point, Ls, Stms, Stmi, Li, soft B-point, soft Pg, soft Me의 10개의 계측점의 수직, 수평 이동량을 측정해 턱수술시 경조직과 연조직의 이동량의 관계를 다변수 회귀 방정식으로 구하였다.

Functions의 방법을 사용하였다. 화면상에 표시된 입력점은 연속적으로 디지털 두부방사선 영상의 superimposition을 위해 사용되고, 세 번째 필름의 입력점은 이동이 되고 회전 되어져 목적이 되는 입력점에 의해 기준이 되는 필름의 입력점과 겹쳐진다. 계측점 위치에서의 공간적 변형은 변화의 양과 방향을 포함하는 벡터로써 표현된다.

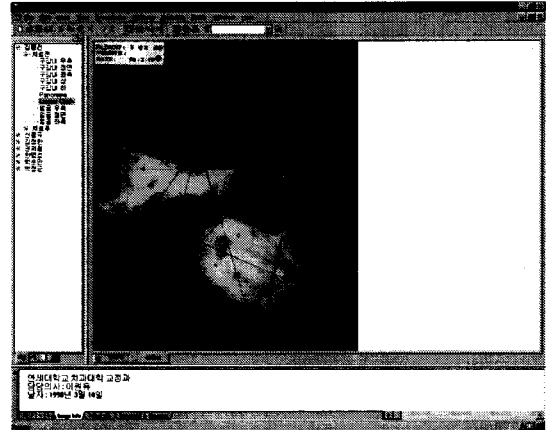


그림 2 계측점 입력과 분석

### 3. 결론

본 연구에서는 기존의 수작업을 대신할 수 있는 치아교정 및 턱수술 영상진단 시스템을 구축하고 수술환자의 데이터로 다변수 회귀 방정식을 구해 실제 수술환자의 수술계획을 시뮬레이션을 통해 임상에서 진단과 치료예측에 사용될 수 있도록 하였다. 교정과 치료에 필요한 영상을 효율적으로 화면에 출력하고 두부방사선 사진에 필요한 계측점을 마우스로 입력을 하면 자동으로 두부 방사선 계측법에 의하여 각도, 거리, 거리와 각도의 비율등을 계산하여 진단과 치료계획 수립에 도움이 되도록 하였으며 수술의 경우에는 수술할 경조직의 변화와 각도를 입력하면 연조직 계측점이 다변수 회귀 방정식에 따라 각도와 거리를 계산하고 이동하여 안면 측모 영상을 보여주어 치료 후 예측에 도움이 되도록 하였다.

### 참고 문헌

[1] Moss, J.P., et al. "A computer system for the interactive planning and prediction of mixlllofacial surgery". Am J. Orthod., 42: 154-164, 1972.  
 [2] 이충국, 박영철 "하악전돌증으로 인한 악교정 수술후의 안면 연조직변화 예측을 위한 프로그램", 대한 구강.악안면외과학회지, Vol. 16, No. 3, 15-21, 1990.  
 [3] 남일우 외 3인 "컴퓨터를 이용한 모의 악교정 수술 전후 영상개발에 관한 연구", 대한구강악안면학회지, 17:4:22-32, 1991  
 [4]. Killiary, D.M. "Cephalometrics spreadsheets", J. Clin. Orthod., 19:266-267, 1985.  
 [5]. Steiner C.C, "The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontics treatment" Am. J. Orthod., 46:721-735, 1960.

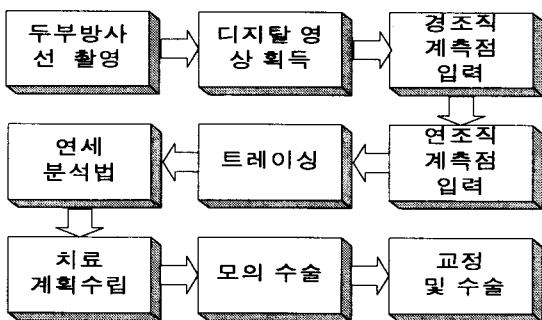


그림 1 프로그램과 작업의 흐름도

계측점 사이의 선형거리, 그리고 두선 사이의 각, 한 점에서 한 직선에 이르는 수직 거리를 포함하여 널리 사용되는 계측 측정치의 다양성을 계산하기 위해 벡터 수학이 사용되는 Static Cephalometrics