

웹 기반의 인공지능을 이용한 교정분석 프로그램 “WebCeph”의 임상활용 (양악수술 증례보고, 교정진단부터 치료평가까지)

장민석

서울클리어치과교정과치과의원

ABSTRACT

Clinical Utilization of Web based and Artificial Intelligence driven Orthodontic Analysis Program “WebCeph” (Case report of orthognathic surgery, from orthodontic diagnosis to treatment evaluation)

Min-Seok Chang, DDS, Ph.D

Seoul Clear Orthodontics Clinic

Artificial intelligence is expected to play an important role, especially in the field of orthodontics. Web based and artificial Intelligence driven orthodontic analysis program “WebCeph” was introduced and evaluated recently. This study reviewed a orthognathic surgery case using WebCeph, from orthodontic diagnosis to treatment evaluation. WebCeph, an artificial intelligence-based orthodontic analysis program, helped to shorten the time it takes to find anatomical landmarks on lateral cephalogram. It allowed dentists to evaluate clinical data and analyze results from anywhere.

Key words : Artificial intelligence, WebCeph, Orthodontic analysis

Corresponding Author
Min-Seok Chang, DDS, Ph.D,  <https://orcid.org/0000-0003-1795-5738>
Seoul Clear Orthodontics Clinic
E-mail : dashers@hanmail.net

I. 서론

인공지능 기술의 발달과 함께 산업 전반에 걸쳐 인공지능 기술을 활용하려는 다양한 시도가 이루어지고 있다. 교정학은 인간의 골격과 치열에 대한 정량적 분석을 바탕으로 치과의사가 종합적인 판단을 내리는 임상분야이다¹⁾. 따라서 인공지능 기술은 수치에 의존하는 교정학의 임상적, 학술적 특성으로 인해 특히 치열교정분야에서 중요한 역할을 할 것으로 기대되며, 특히 영상인식과 영상처리는 데이터 분석의 근간으로 이 분야에서 인공지능은 괄목할 만한 성과를 거두고 있다¹⁾. 이러한 인공지능 기반 영상인식 기술을 의료영상 분야에 도입하려는 시도가 있어왔다. 치열 교정 분야에서도, 특히 두부 계측 분석을 위해 디지털 영상 인식 및 영상 처리 기술을 활용하려는 시도가 많았고 최근 인공지능 기술의 발달로 성능이 비약적으로 향상되고 있다^{2~7)}.

대표적으로 머신러닝 알고리즘을 사용하여 자동화된

두부 랜드마크 측정을 지원하는, 웹 기반의 인공지능을 이용한 교정분석 시스템 “WebCeph (Assemblecircle, Korea)”에 대해 논문으로 발표된 바 있으며¹⁾, WebCeph의 정확도를 평가한 다른 연구도 이루어졌다⁸⁾.

본 논문에서는 실제 임상에서 WebCeph을 사용하여 교정진단부터 치료평가까지 진행하는 양악수술 케이스 증례를 기술해보고자 한다. 이를 통해 어떻게 효율적으로 임상에 인공지능을 이용한 교정분석 프로그램을 사용할 수 있을지를 살펴보고자 한다.

II. 양악수술 케이스 증례보고

상기 환자는 비대칭, 주걱턱, 덧니를 주소로 내원한 환자로 당일 구강내, 구강외사진, 파노라마 방사선사진, 측면두부방사선사진, 정면두부방사선사진을 촬영하고 교정모형제작을 하였다(Fig. 1~3).

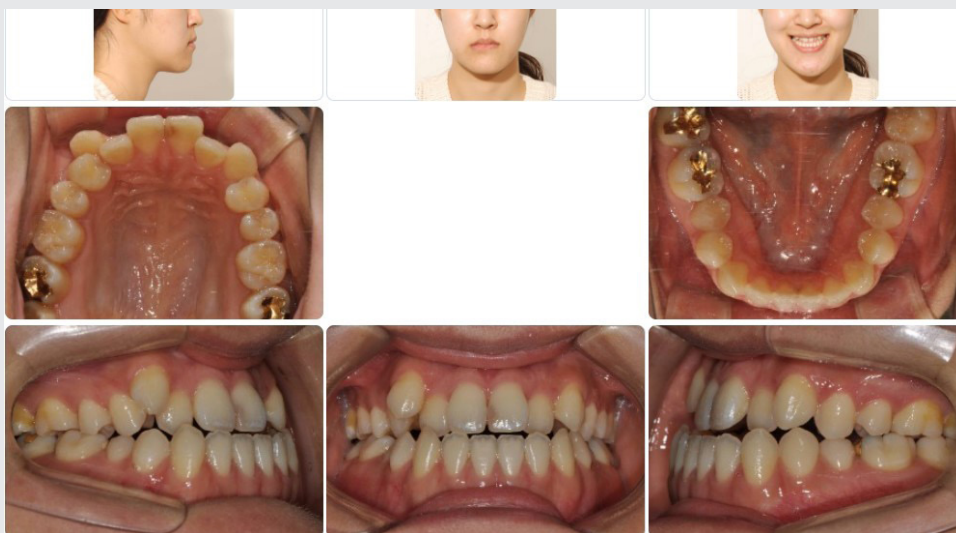


Fig. 1. 구강내, 구강외 사진

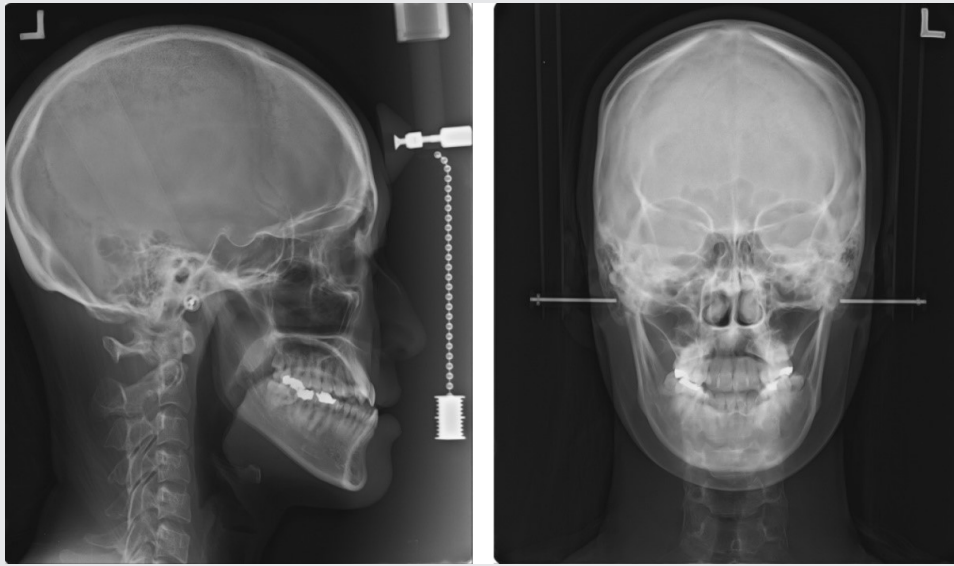


Fig. 2. 측면, 정면 두부방사선사진



Fig. 3. 파노라마 방사선사진

먼저 WebCeph에 환자 자료를 업로드를 하였다. 업로드한 환자 자료는 웹 기반의 클라우드에 저장되기 때문에 병원 밖 인터넷이 연결되는 곳이면 어디서든 환자 정보를 확인할 수 있다.

1. 해부학적 랜드마크의 자동감지와 두부계측 분석

먼저 웹앱 내의 계측탭에서 "자동계측" 버튼을 누르면, 인공지능을 이용하여 학습된 머신러닝알고리즘을 이용하여 자동으로 해부학적 랜드마크를 탐지한다. 계측탭

에서 자동계측 버튼을 눌러서 위 환자의 측면 두부방사선 사진의 해부학적 랜드마크를 탐지하였다(Fig. 4).

이렇게 감지된 랜드마크를 기초로 라인분석, 프로파일로그램 분석 및 다양한 두부계측법의 차트 분석을 확인할 수 있으며 본인이 자주 쓰는 계측치만 볼수있도록 설정할 수 있다. 개인적으로 자주보는 계측치를 모아서 설정해 놓은 환자의 차트분석결과를 보면 환자는 골격적 III급, hypodivergent pattern, 상악전치는 정상각도, 하악전치는 설측경사가 심한 것을 알 수 있다(Fig. 5).

구강사진을 보면 상악치열의 crowding, 정면두부방

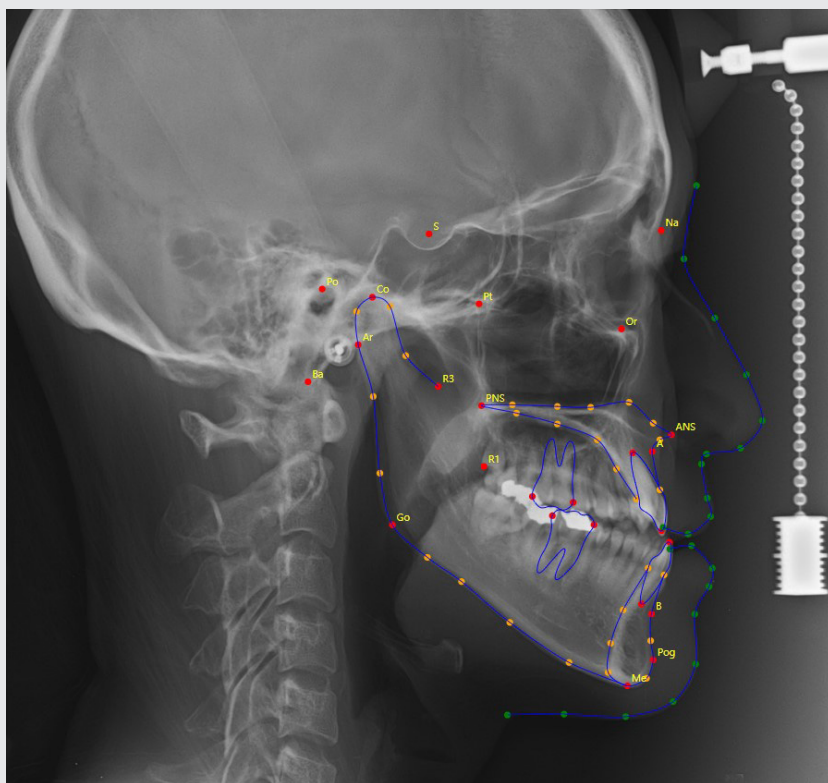


Fig. 4. 머신러닝알고리즘을 이용하여 자동으로 탐지된 해부학적 랜드마크



Fig. 5. 환자의 차트분석결과

사선사진에서 좌측비대칭을 보인다. 환자분은 주걱턱, 비대칭을 고치고 싶어했기 때문에 악교정수술을 동반한 교정치료를하기로 결정하였다. 상악 Crowding을 해소하기 위해 상악 제1소구치발치를 동반한 술전교정을 계획하였다.

2. 자동화된 이미지 정렬 및 시각화된 치료 시뮬레이션

웹셋에서 인공지능을 사용하여 자동으로 환자의 측모 얼굴이미지를 측면두부방사선사진에 맞춰 중첩하고 정렬할 수 있다. 감지된 지점을 기반으로 상악, 하악, 턱, 연조직, 치아의 윤곽이 자동으로 생성되어 화면에 표시되며, 가상 교정치료 및 악교정 수술을 수행하기 위해 개별적으로 이동 및 회전될 수 있다. 가상치료가 완료되면 이

미지 워핑 기능을 사용하여 환자의 연조직 윤곽의 변화를 예측할 수 있다(Fig. 6).

치료시뮬레이션에서 이동한 양도 표시되기 때문에 실제 양악수술에서 수술양도 예측해볼 수 있고, 환자에게 치료시뮬레이션을 보여줌으로서 치료에 대한 이해와 동의율도 높일 수 있다.

위의 진단 및 치료계획에 대해 환자분께 설명드리고 동의하에 술전교정을 시작하였다. 상악 제1소구치 발치를 하고 leveling & alignment를 진행하였다(Fig. 7).

이후 공간폐쇄까지 완료하여 술전교정이 완료되었고 술전교정에 총 13개월이 소요되었다(Fig. 8).

발치된 상악 제1소구치 공간을 폐쇄하여 상악전치는 설측이동되었고 설측경사된 하악전치는 탈보상이 일어나 순측경사되어 negative overjet가 증가된 모

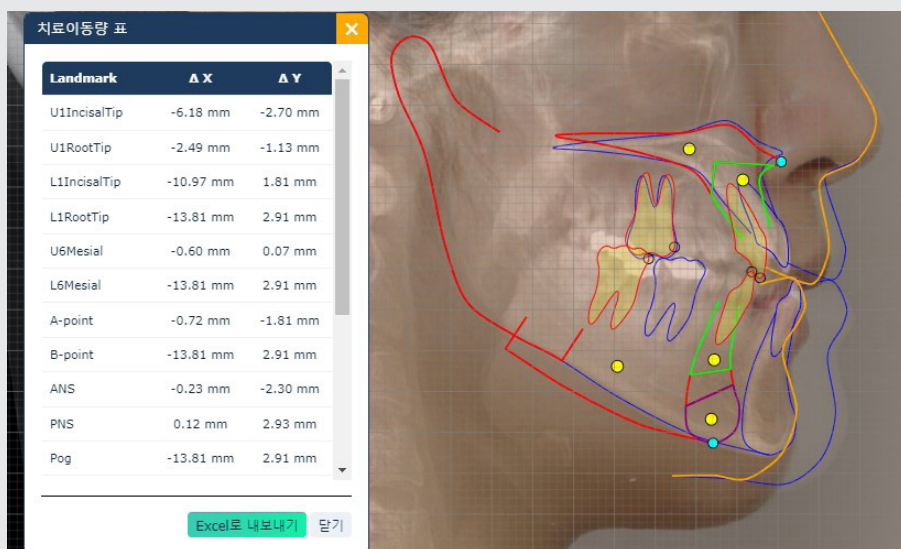


Fig. 6. 자동화된 이미지 정렬과 가상수술 시뮬레이션



Fig. 7. 술전교정에서 leveling & alignment 단계



Fig. 8. 술전교정이 완료된 상태

습을 보인다.

3. 측면두부방사선사진의 자동 중첩

환자는 양악수술을 하고 내원하였고 술후 두부방사선사진을 채득하였다. 술전 측면두부방사선과 비교해보니 상악 Leport I osteotomy posterior impaction, 하악 setback을 하였고 genioplasty는 실시하지 않았다(Fig. 9).

수술 전후 더 정확한 비교를 위해서는 중첩이 필요하다. WebCeph은 인공 지능 기술을 사용하여 자동으로 치료 중간 또는 치료 종료 시에 촬영한 두부방사선사진을 초기 두부방사선사진과 중첩하는 과정을 수행한다. 위 환자에서 WebCeph을 사용하여 자동중첩을 시행하였다(Fig. 10).

양악수술 이외에도 환자가 교정치료경과를 궁금해하거나 치과 의사가 교정치료의 진행상황을 확인하고 싶을

때에는, 기록을 채득한 당일에 중첩을 하여 결과를 확인함으로써 치료에 대한 확신을 높이고 환자와 치과의사의 친밀도를 높일 수 있다.

수술직후에는 와이어를 얇은 stainless steel 와이어로 낮추고 고무줄을 걸어서 교합은 안정시킨 후 이후 술후 교정을 실시하여 마무리 교정을 하였다(Fig. 11).

이후 장치제거를 하고 치료종료 하였다. 상악제1소구치 발치를 해서 구치는 II key로 마무리되었고 양호한 교합을 얻을 수 있었다. 양악수술 후 주걱턱, 비대칭이 개선되어 환자는 매우 만족하였다(Fig. 12~14).

총 치료기간은 1년 7개월 소요되었고 이후 치료결과를 WebCeph을 사용하여 평가해보았다.

먼저 위에서 설명한 자동중첩을 이용하여 치료 전, 후 중첩을 하였고 웹셉에서 치료전후 트레이싱을 비교하여 치료결과를 평가하였다. 또한 웹셉에서 치료전후 차트 분석 결과를 같이 놓고 볼수있어서 치료전후 계속치의 변화를 확인할 수 있다(Fig. 15).

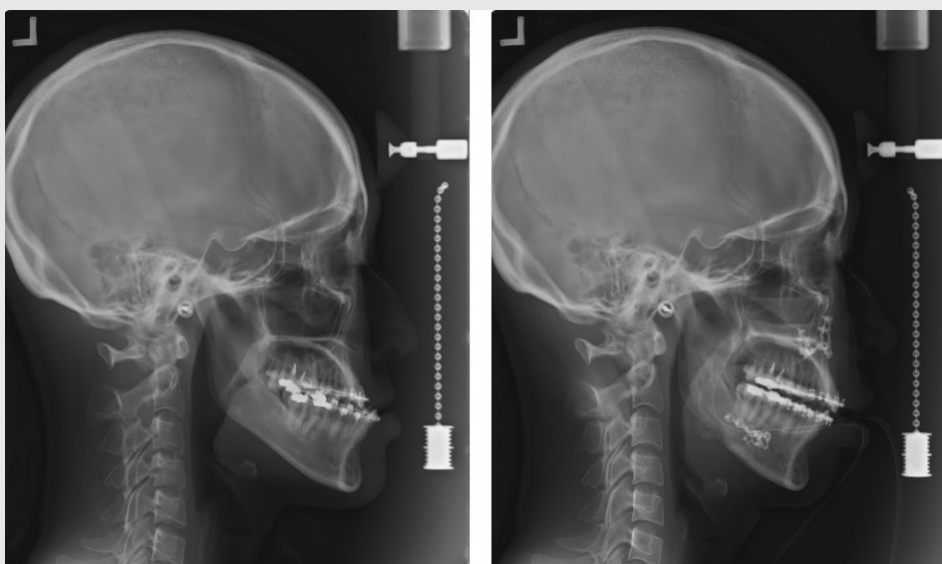


Fig. 9. 양악수술 직전, 직후 측면두부방사선사진



Fig. 10. 측면두부방사선사진의 자동중첩



Fig. 11. 술후교정 진행중

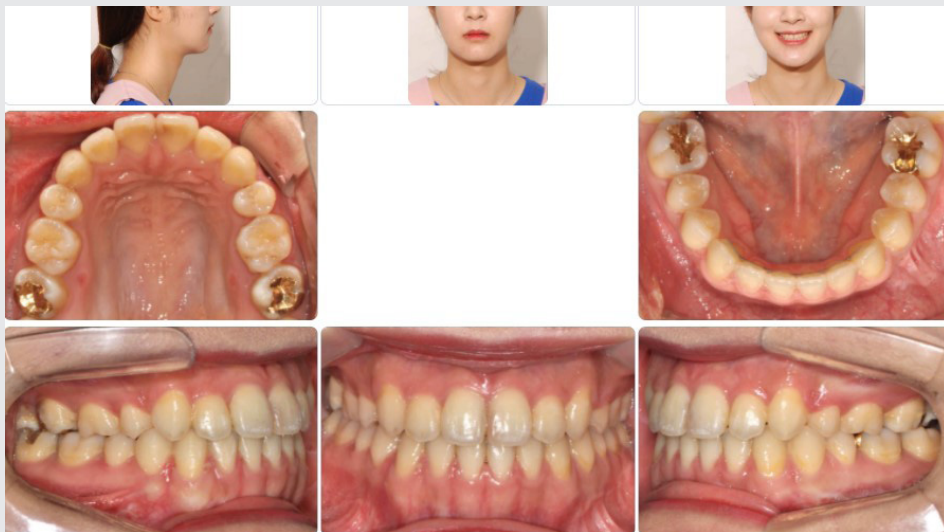


Fig. 12. 치료종료 후 구강내, 구강외 사진

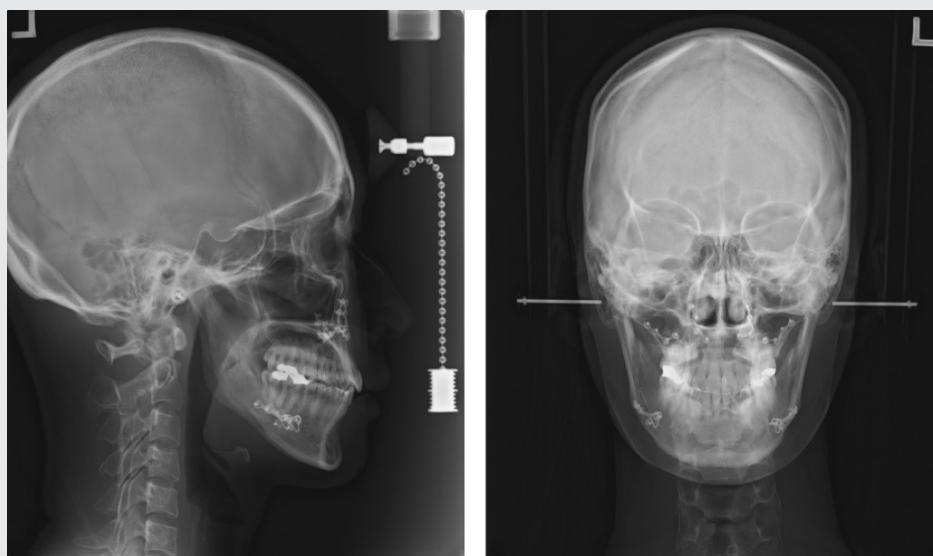


Fig. 13. 치료종료 후 측면, 정면 두부방사선사진



Fig. 14. 치료종료 후 파노라마방사선사진

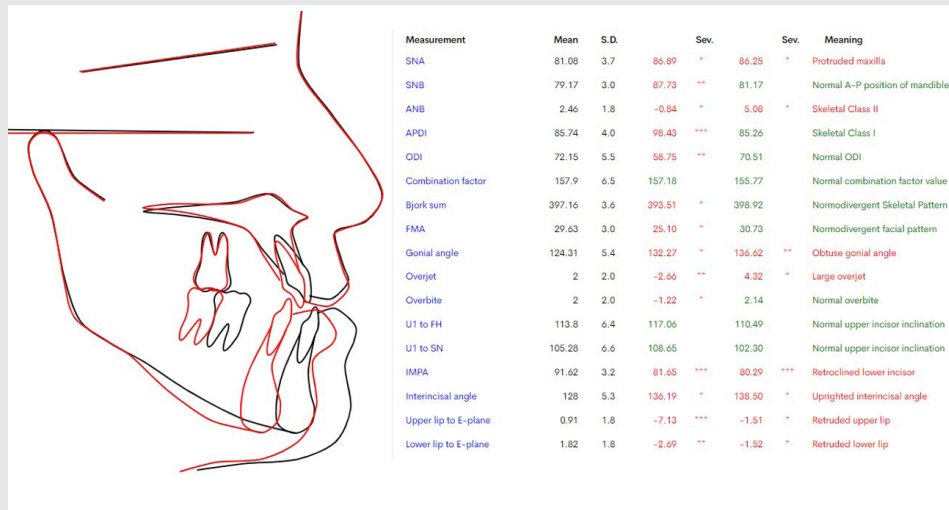


Fig. 15. 치료전후 트레이싱 및 차트분석 비교

III. 결론

양악수술 케이스 증례를 WebCeph을 사용하여 교정 진단부터 치료과정, 치료 후 평가까지 리뷰해보았다. 인공지능 기반 교정분석 프로그램 WebCeph은 측면두 부방사선사진에서 해부학적 랜드마크를 찾는 데 걸리는 시간을 단축하는 데 도움이 되었고, 웹 기반으로 시스템

이 구축되어 어디에서나 임상 데이터 및 분석 결과를 볼 수 있어 치과의사의 편의를 높였다. 또한 시각적 치료 시뮬레이션 기능은 환자의 치료 계획에 대한 이해를 높이는 데 도움이 되었다. 이러한 인공지능 기술은 앞으로 교정분석에 더 많이 사용될 것으로 예상되며, 전문적인 의사 결정을 돕고 임상치의 판단 오류를 줄이는 데 중요한 역할을 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Kim YH. Web based and Artificial Intelligence driven Orthodontic Analysis System. J Clin Digit Dent. 2019;1(2):24-28.
2. Jackson, P., Dickson, G. and Birnie, D. Digital Image Processing of Cephalometric Radiographs: A Preliminary Report. British Journal of Orthodontics.1985;12(3), pp.122-132.
3. Cardillo, J. and Sid-Ahmed, M. An image processing system for locating craniofacial landmarks. IEEE Transactions on Medical Imaging.1994;13(2), pp.275-289.
4. Rudolph, D., Sinclair, P. and Coggins, J. Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.1998;113(2), pp.173-179.
5. Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. Angle Orthod.2000 Oct;70(5):387-92.
6. Grau, V., Alcaz, M., Juan, M., Monserrat, C. and Knoll, C. Automatic Localization of Cephalometric Landmarks. Journal of Biomedical Informatics.2001;34(3), pp.146-156.
7. El-Feghi, I., Sid-Ahmed, M. and Ahmadi, M. Automatic localization of craniofacial landmarks for assisted cephalometry. Pattern Recognition.2004;37(3), pp.609-621.
8. Kim HK. 2020. Comparative evaluation of the accuracy and reliability of automated cephalometric radiography landmarks estimation program "Webceph". Masters thesis., The catholic university, Korea.