

머신러닝에 기반한 척추 회전 예측 모델 개발

강태석, 허승찬, 김상혁, 유승만
전주대학교 방사선학과
email: ysm9993@gmail.com

Development of Spine Rotation Prediction Model Based on Machine Learning

Tae-Seok Kang, Seung-Chan Hur, Sang-Hyeok Kim, Seung-Man Yu
Dept. of Radiology, Jeonju University

요약

본 연구는 X-선 진단만으로도 척추 측만증의 수평면에 대한 척추 회전 각도를 정확하게 추정할 수 있는 측정시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다. 척추측만의 진단에 있어 컴퓨터 단층촬영 영상(CT)는 모든 면에서 척추의 각도 및 길이를 정확하게 계측할 수 있지만 진단 비용, 피폭선량이 일반 X-선 영상보다 크다는 점, 빈번하게 검사하기 용이하지 않은 점에 대해 X-선 영상으로 척추체 회전 각도를 측정하는 것이 중요한 지표가 된다. 20대 성인 5명을 대상으로 3번에서 12번까지의 spine을 CT데이터로 획득, 수치상 데이터를 수집하였다. 데이터는 spine의 길이, 각 spine의 회전된 정도, 여러 각도 안에서 선행 spine과 후행 spine의 회전된 정도이다. 이렇게 수집된 데이터를 토대로 빅데이터를 수집 후 새로운 환자의 spine X-ray에 대한 정보를 얻을 수 있다. 결론적으로 피폭량이 상대적으로 적은 X-선 영상으로 수평면 상에서 척추체의 좌우 회전 각도를 진단할 수 있도록 함으로써 진단의 용이성, 환자의 비용 절감 효과를 기대할 수 있고, X-선 영상에 의지하여 교정 수술을 행하는 임상에서 보다 정확한 평가 지표를 실시간으로 제공함으로써 의료 기술의 효율성을 증대할 수 있다고 판단된다.

1. 서론

척추측만의 진단에 있어, 바르게 누운 양와위(Supine Position) 자세에서 3D볼륨 데이터가 획득되는 컴퓨터 단층촬영 영상(CT)은 3개의 모든 면에서 척추의 각도 및 길이 등을 정확하게 계측할 수 있는 장점이 있다. 따라서 수평면(transverse plane)에서 척추(Spine)의 좌우 회전각도 또한 정확히 계측 가능하다. 그러나 단순히 진단 비용의 문제 외에도 피폭량이 X-선 영상보다 크다는 점, 임상에서 빈번하게 검사하기에 용이하지 않은 점, 교정 수술시 환자가 엎드린 상태에서 CT 영상 없이 X-선 영상에 의존하여 수술하게 된다는 점에서 X-선 이미지 상에서 척추체 회전 각도를 측정하는 것은 중요한 데이터 지표가 된다. 그러나 X-선 영상은 정면에서 바라보는 2D 영상이므로, 척추의 이마면과 시상면의 각도를 측정하는 데는 적합하지만 수평면에서의 회전 각

도를 정확히 실측할 수 없어 실제 임상에서는 척추측만을 평가하고 진단하는 지표로 이마면 상에서의 척추 기울임 각도인 코브각(Cobb's Angle)만을 주로 사용하고 있다. 이 각도로 척추측만에서 중요하게 다루는 수평면에서 척추체의 회전정도를 측정하기는 곤란하므로, X-선 상으로 보이는 척추체의 너비 및 척추경(Pedicle) 간의 이격 등을 매개변수로 하여 회전 각도를 추정하는 방식 등이 대한민국 공개특허 공개번호 제10-2020-0073402호, <척추체 회전 측정 방법, 이를 수행하기 위한 장치 및 기록매체>에 의해 제시된 바 있으나 개인별로 차이가 있는 척추체의 다양한 크기와 완곡을 반영한 정밀한 회전 각도를 추정하기에 어려움이 있다. 따라서 본 연구가 이루고자 하는 목적은 CT 촬영 상의 3D 영상 데이터베이스에 기반하여 척추 영상에서 척추체(Vertebral Body)에 대한 좌우 회전 처리를 수행한 후 X-선 상에 보여지는 것과 같은 2D 이미지로 재구성하여 머신러닝(Machine Learning)을 수행함으로써, X-선 진단만으로도 척추 측만증의 수평면에 대한 척추 회전 각도를 정확하게

추정할 수 있는 측정시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

2. 실험 및 방법

본 실험은 20대 성인 5명을 대상으로 3번에서 12번까지의 spine을 CT데이터로 획득, Xelis 프로그램을 통해 수치상 데이터를 수집하였다. 데이터는 spine의 길이, 각 spine의 회전된 정도, 여러 각도 안에서 선행 spine과 후행 spine의 회전된 정도이다. 이렇게 수집된 데이터를 토대로 빅데이터를 수집 후 새로운 환자의 spine X-ray에 대한 정보를 얻을 수 있다.

2.1 Transverse Angle

보고자하는 spine과 선행 spine과의 회전된 차이를 관찰하는 방법으로 기준 spine과 선행 spine과의 경계지점을 잇는 선을 하나 그은 후 수평선을 따로 생성 이 두 개의 기준선에 대한 각도 차이를 데이터로 수집 하였다.

2.2 T-Spine의 길이

기준이 되는 spine의 상단 마진에 대한 기준선, 하단에 기준선을 생성한 이후 상단 중심을 기준으로 90도가 되는 각을 설정한 후 90도 설정된 곳을 따라 상단과 하단 기준에 딱 맞는 길이를 측정하였다.

2.3 Rotation Angle

CT Axial 영상을 토대로 기준 spine에 대한 회전된 정도를 확인하는 방법으로 CT Axial 영상에서 양측 Pedicle이 보이는 지점을 잇는 선을 형성 이후 수평선을 생성하여 둘의 각도를 측정하였다.

2.4 Pedicle 기준 양측 기준선 설정

Transeverse Angle 측정시 사용한 기준선을 Pedicle의 가장 긴 부분에 위치시키고 그 기준선을 따라 Pedicle의 길이[B] 그리고 양측 spine의 말단까지 측정한다. 그 이후 spine의 양 끝단에서 기준 spine의 양 끝단을 잇는 2개의 좌,우 기준선을 생성 후 Pedicle 길이를 제외한 좌,우 spine 길이 측정선[A,C]을 연장하였

다.

3. 결과

총 5명의 성인을 대상으로 획득된 컴퓨터 단층영상을 기반으로 흉추의 3번부터 12번까지의 척를 대상으로 -20부터 +20까지 회전하여 총 366개의 데이터를 획득하였다. 획득된 데이터는 실험 및 방법에서 설명한 바와 같이 rotation angle을 기준으로 하였으며, 총 4개의 변수로 예측 결과 값을 도출하였다. MatLab software를 사용하여 회귀분석방법을 이용한 머신러닝기법을 사용하였다. A, B, C, Transverse Angle, T-spine Length 값을 입력하여 가우스 과정 회귀(GPR) 제공지수 방법으로 학습하여 얻은 결과로 Root Mean Square Error(RMSE) vlaue는 4.5966, 결정계수 값은 0.43, Mean Square Error(MSE)는 21.129이었으며, Mean Absolute Error(MAE) 3.6554이었다.

4. 결론

본 연구에 의한 척추회전각도 측정 방법은 다수의 실제 CT-촬영 영상을 기반으로 3D 상에서 척추체를 다양한 각도로 회전시킨 데이터를 2D 영상으로 구성한 후, 머신러닝을 통한 학습을 통해 최적의 파라미터를 구성함으로써 척추의 횡측 기울임 각도 뿐 아니라 척추의 크기 등의 다양한 변수를 적용하여 척추체 회전각도를 산출할 수 있다.

결론적으로 피폭량이 상대적으로 적은 X-선 영상으로 수평면 상에서 척추체의 좌우 회전 각도를 진단할 수 있도록 함으로써 진단의 용이성, 환자의 비용 절감 효과를 기대할 수 있고, X-선 영상에 의지하여 교정시술을 행하는 임상에서 보다 정확한 평가 지표를 실시간으로 제공함으로써 의료 시술의 효율성을 증대할 수 있다고 판단된다.

참고문헌

- [1] Gabrielle C Lam¹, Doug L Hill^{1,2}, Lawrence H Le³, Jim V Raso^{1,2} and Edmond H Lou^{*1,2}, Vertebral rotation measurement: a summary and comparison of common radiographic and CT methods, 2 November 2008