

머신러닝 모델을 이용한 복부 대 동맥류 팽창의 추정

두환, 최종은, 이활, 백승익

Growth Prediction of Abdominal Aortic Aneurysm using Machine Learning Model

Huan N. Do¹²⁾, Jongeun Choi*, Whal Lee¹³⁾, Seungik Baek¹⁴⁾

Abstract : An abdominal aortic aneurysm (AAA) is a permanent focal dilatation of the aorta at the abdominal level, which is a form of vascular disease. It can lead to death if ruptured. Surgical treatments are not recommended with AAAs less than 5.5cm in diameter. Clinical monitoring is necessary for patients with small AAAs periodically. In this paper, we develop a machine learning model that may help clinicians to manage AAAs by providing growth prediction and its confidence regions based on previous longitudinal computer tomography (CT) scans. Our model consists of two stages : observation model and dynamical Gaussian process implicit surface. First, from the longitudinal CT data, we build our observation model via Gaussian process regression. We then learn linear dynamics of the hidden field via Expectation-Maximization algorithm. Finally, we compute the prediction of the AAA using the predicted hidden field via the learned Kalman filter model at future time. Our approach was applied to real medical CT data sets and show promising results.

1. 서론

복부 대 동맥류는 복부쪽의 동맥혈관이 점점 커지는 혈관 질환의 한 형태이다. 파열할 경우 사망을 초래할 수 있다. 직경 5.5cm 이하 복부 대 동맥류는 수술 치료를 하지 않는 것으로 권해진다. 작은 복부 대 동맥류 환자는 모니터링이 주기적으로 필요하다. 최근 최대 반경을 센터 라인에서 추출하는 방법 [1] 및 복부 대 동맥류를 예측하는 기술 [2] 등이 연구되고 있다. 본 논문에서는 시리얼의 컴퓨터 단층 촬영 검사를 기반으로 성장 예측 및 신뢰 영역을 제공함으로써 복부 대 동맥의 관리에 도움이 될 수 있는 기계 학습 모델을 개발한다. 우리의 기계 학습 모델은 다음의 두 단계 즉 관측 모델과 동적 가우시안 프로세스 암시적 표면으로 구성된다. 첫째, 시리얼 CT 데이터에서, 우리는 관찰 모델 가우시안 프로세스 회귀를 구축 할 수 있다 [3]. 우리는 기대 - 극

대화 (EM) 알고리즘을 통해 숨겨진 필드의 선형 역학을 학습한다 [4]. 마지막으로, 우리는 트레이닝 데이터에서 학습된 칼만 필터 모델을 통해 예측된 숨겨진 필드를 사용하여 복부 대 동맥의 예측을 계산한다. 우리의 접근 방법은 서울대학 병원에서 실제 의료 CT 데이터 세트 (예 그림 1)를 받아서 적용되는 양호한 결과를 보여준다.

2. 결과 및 토론

그림 2는 제안된 머신러닝 모델에 의한 예측 (왼쪽) 과 그의 참값(오른쪽)의 복부 대 동맥의 팽창을 비교한다. 마지막 3 CT 이미지 셋을 사용한 예측형태는 러닝에 사용하지 않은 참값과 많은 차이 없이 좋은 예측결과를 도출한다.

¹²⁾3 Mechanical Engineering, Michigan State University

* Mechanical Engineering, Yonsei University

(jongeunchoi@yonsei.ac.kr)

¹³⁾ Radiology, Seoul National University Hospital

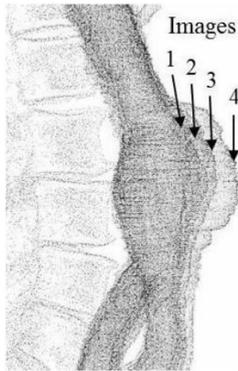


그림 1 복부 대동맥류의 팽창을 보여주는 시리얼 데이터



그림 2 예측 (왼쪽)과 참 (오른쪽) 복부 대동맥

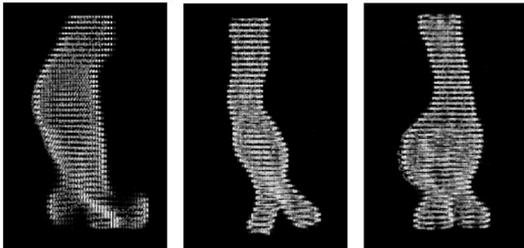


그림 3 예측된 복부 대동맥(붉은 색)과 신뢰 영역(회색)

그림 3은 예측된 복부 대동맥과 그의 신뢰 영역들을 세명의 환자에 대해 시행한 결과이다.

최근 연구된 성장과 리모델링 (growth and remodeling) 모델을 사용하여 복부 대동맥의 성장을 예측할수 있다 [5]. 환자의 데이터를 이용하여 환자별화를 위하여 모델 파라미터들을 찾기에는 현재 성장과 리모델링 방법은 계산시간이 많이 걸린다. 이 논문에서 제시하는 방법은 성장과 리모델링을 쓰지 않고 복부 대동맥의 팽창 추정의 환자별화를 할 수 있는 방법중의 하나이다.

3. 결론

머신러닝 모델을 통한 복부 대동맥의 팽창을 과거의 CT 데이터 셋을 이용하여 구축하였다. 여러 환자들에 적용시 대체적으로 좋은 결과를 보여주었다. 예측과 그의 신뢰성 계산은 환자별 모니터링에 쓰일 수 있을 것이다.

후 기

이 논문은 다음의 지원을 받았다. National Heart, Lung, and Blood Institute of the National Institutes of Health (R01HL115185 and R21HL113857), National Science Foundation CAREER Award (CMMI-1150376), and the Vietnam Education Foundation (Huan Do).

참고 문헌

- [1] H. Gharahi, B. A. Zambrano, C. Lim, J. Choi, W. Lee, and S. Baek, "On growth measurements of abdominal aortic aneurysms using maximally inscribed spheres," *Medical Engineering & Physics*, vol. 37, no. 7, pp. 683 - 691, 2015.
- [2] A. Ijaz, J. Choi, W. Lee, and S. Baek, "Prediction of abdominal aortic aneurysms using sparse gaussian process regression," in *ASME 2013 Summer Bioengineering Conference*. American Society of Mechanical Engineers, 2013, pp. V01BT28A011 - V01BT28A011.
- [3] Y. Xu and J. Choi, "Adaptive sampling for learning Gaussian processes using mobile sensor networks," *Sensors*, vol. 11, no. 3, pp. 3051 - 3066, 2011.
- [4] R. H. Shumway and D. S. Stoffer, "An approach to time series smoothing and forecasting using the EM algorithm," *Journal of Time Series Analysis*, vol. 3, no. 4, pp. 253 - 264, 1982.
- [5] M. Farsad, S. Zeinali-Davarani, J. Choi, and S. Baek, "Computational growth and remodeling of abdominal aortic aneurysms constrained by the spine," *Journal of Biomechanical Engineering*, vol. 137, no. 9, p.091008, 2015.