

머신러닝 기법을 활용한 수술기 저혈압 발생 환자 예측

이지현*, 강아름*, 김상현^o, 우지영*

^o순천향대학교 빅데이터 공학과

*순천향대학교 부천병원 마취통증의학과

e-mail: {jihyun, jywoo}@sch.ac.kr*, skim@schmc.ac.kr^o, armk@arkang.net*

Multi-Cutting Machine for TJ Coupler production

Ji-hyun Lee*, Ah Reum Kang*, Sang-Hyun Kim^o, JiYoung Woo*

*Dept. of Big data, Soonchunhyang University

^oDept. of Anesthesiology and Pain Medicine, Soonchunhyang University Bucheon Hospital

● 요약 ●

수술 시 시행되는 마취 과정에서 저혈압, 빈맥 등의 합병증이 다양한 정도로 발생한다. 이는 환자의 수술 후 심근경색이나 급성 신장 손상과 같은 심각한 합병증을 야기할 수 있으며 이러한 합병증들은 환자를 사망에 이르게 하는 원인이 되기도 한다. 본 연구에서는 머신러닝 기법을 활용해 전신마취 유도 중 저혈압 발생 환자를 예측하고자 한다. 순천향대학교 부천병원에서 수집된 207명 환자의 데이터를 이용하여 저혈압 발생 환자를 탐지하는 모델을 구축하였다. 의무 기록정보에 나타난 성별, 나이, 몸무게, 키, 신체적 상태 정보와 마취 유도 단계의 생체 신호 정보를 이용하였다. 신체적 상태 정보를 제외한 전체 피처를 모두 사용하였을 때, 탐지 정확도 68.06%, 관련 논문을 바탕으로 중요 피처만을 사용하여 실험하였을 때, 정확도 71.53%였으며, 환자의 신체적 상태 피처를 포함하여 실험하였을 때, 정확도 75%로 가장 우수한 결과를 얻었다.

키워드: 머신러닝(machine learning), 저혈압(hypotension), 예측(prediction)

I. Introduction

수술 시 시행되는 마취 과정에서 저혈압, 빈맥, 저산소증 등의 합병증이 다양한 정도로 발생한다. 이는 환자의 수술 후 심근경색이나 급성 신장 손상과 같은 심각한 합병증을 야기할 수 있으며 이러한 합병증들은 환자를 사망에 이르게 하는 원인이 되기도 한다. 현재는 이러한 저혈압과 빈맥이 발생되면 마취통증의학과 의사가 개입하여 정상화시키는 처치를 시행하고 있지만 본 연구에서는 수술 시 수집되는 생체 신호 정보에 머신러닝 기법을 활용해 저혈압 발생 환자를 사전에 구분하는 방법을 연구하고자 한다. 관련된 연구로 Lin 외는 [1] 마취제인 Propofol 투여량을 피처로 사용하여 Propofol의 최면 효과를 예측하는 인공 신경망을 개발했다. Christine 외는 [2] 미국 마취과 학회에서 정한 신체 상태 분류 체계인 ASA(American Society of Anesthesiologists) 점수와 수술 전 진단 점수인 Preoperative 점수를 피처로 사용하여 예측 정확도를 높였다. Hatib 외는 [3] 머신러닝 기법을 통해 수술 후 사망률을 예측하는 연구를 진행하였다.

II. Experiment

1. Data

데이터는 순천향대학교 부천병원 전신마취 수술실에서 Bx50 모니터, Ventilator(인공호흡기), 뇌파를 분석하여 마취 심도를 측정하는 BIS(Bispectral Index) 모니터, Orchestra(정맥 내 약물 투여 장치)로 매일 30에서 50여 건의 전신마취 데이터를 수집하였다.

데이터는 207명의 환자들의 수술 시 시행되는 마취과정에서 수집한 생체 신호 정보와 나이, 성별, 키, 몸무게, 환자의 신체적 상태(ASA) 등의 환자 의무 기록정보를 사용하였다. Bx50 모니터에서 수집할 수 있는 생체 신호 데이터로는 HR (heart rate), NIBP_SBP (noninvasive blood pressure_systolic blood pressure), NIBP_MBP (mean blood pressure), BT (body temperature) 등이 있다. HR은 심박수, NIBP_SBP는 수축기 혈압, NIBP_MBP는 평균 동맥압, BT는 체온을 뜻한다. Datex-Ormeda와 같은 인공호흡기로는 ETCO₂, RR (respiratory rate, TV (tidal volume), MV (minute ventilation) 등을 수집하였다. ETCO₂는 호기말 이산화탄소 분압, RR는 설정한 호흡수, TV는 호기 1회 호흡량, MV는 호기 분당 호흡량이다. 환자의 의식 수준을 측정하는 BIS 모니터에서는 SEF, SQL, EMG(근전도), BIS, TOTPOW를 수집하였다. 이 중 비이스펙

트럴 지수는 마취 중 뇌 활동 상태를 파악해 마취 심도가 적절한지 알 수 있도록 도움을 준다. 이외에도 정맥내 약물 투여 장치인 Orchestra에서 수집한 정맥마취 시 사용하는 마취제인 Propofol과 Remifentanyl의 혈중 농도, 뇌 농도, 목표 농도 등의 생체 신호 데이터를 사용하였다.

2. Features

연속적으로 수집하는 생체 신호 데이터를 1분간 집계하기 위해 min(최소값), max(최대값), sd(표준 편차), kurtosis(첨도) 통계량을 사용하였다. 첨도는 평균을 중심으로 얼마나 뾰족하게 분포되어 있는지를 나타낸다. 생체 신호 데이터와 파생된 피처를 포함한 169개 피처와 환자의 신체적 상태를 나타내는 ASA score를 분류하여 네 가지 피처 셋을 만들어 실험을 진행하였다. 피처 셋은 1) 파생된 피처 포함 총 169개의 피처; 2) 관련 논문을 바탕으로 추출한 64개의 중요 피처; 3) 169개의 피처에 환자의 신체적 상태를 포함한 피처; 4) 64개의 중요 피처에 환자의 신체적 상태를 포함한 피처로 구성하였다.

3. Method

본 연구의 실험에서는 머신러닝 기법 중 하나인 random forest를 사용하였다. Random forest는 여러 개의 decision trees를 학습시키는 방법으로 분류하는 동안 모든 tree의 투표를 실시하고, 많은 투표를 받은 하나의 값이 결과로 도출된다. 저혈압 발생 여부가 태깅 된 데이터를 정답지로 사용하여 학습 및 테스트, 검증하였다. 데이터의 70%를 학습 데이터로 30%를 테스트 데이터로 사용하였다.

III. Results

실험 결과는 Table 1에 정리하였다. 파생된 피처를 포함한 모든 피처 169개를 사용한 경우, 정확도가 68.1%였다. 64개의 중요 피처만 사용한 경우에는 정확도 71.5%로 전체 피처를 사용한 경우 보다 정확도가 높아진 것을 확인할 수 있었다. 생체 신호 데이터 관련 피처 169개에 환자의 신체적 상태를 추가하여 실험하였을 경우, 74.3%의 정확도를 보였다. 마지막으로 64개의 중요 피처에 환자의 신체적 상태를 포함하여 실험하였을 때, 정확도 75%로 가장 높은 정확도를 보였다.

Table 1. Experiment results

feature sets	accuracy
all 169 features	0.681
reduced feature set (64 features)	0.715
all 169 features and ASA score (170 features)	0.743
reduced feature set and ASA score (65 features)	0.75

IV. Conclusions

본 연구에서는 생체 신호 데이터를 이용하여 저혈압 발생 환자를 예측하는 방법에 대해 연구하였다. 총 네 가지 실험을 하였으며 그중에서도 중요 피처들과 신체적 상태를 사용하여 실험하였을 때 75%의 정확도로 가장 높은 정확도를 보였다. 향후 연구로는 random forest 외의 다른 머신러닝 기법을 사용하여 연구할 계획이다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 논문은 2018학년도 순천대학교 항설융합연구사업의 지원 (20181103)과 2017년도 한국연구재단의 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2017R1D1A3B03036050)

REFERENCES

- [1] Lin CS, Li YC, Mok MS, Wu CC, Chiu HW, Lin YH., "Neural Network Modeling to Predict the Hypnotic Effect of Propofol Bolus Induction", Proceedings of the AMIA Symposium, pp. 450-3, 2002.
- [2] Christine K. Lee, M.S., Ph.D., Ira Hofer, M.D., Eilon Gabel, M.D., Pierre Baldi, Ph.D., Maxime Cannesson, M.D., Ph.D., "Development and Validation of a Deep Neural Network Model for Prediction of Postoperative in-hospital Mortality", Anesthesiology, Vol. 129, No. 4, October 2018.
- [3] Hatib F, Jian Z, Buddi S, "Machine-learning Algorithm to Predict hypotension based on High-fidelity Arterial Pressure Waveform Analysis", Anesthesiology, Vol. 129, No. 4, pp. 663-674, 2018.