

# ECG를 통한 Feature Ensemble 기반 Wolff Parkinson

## White 증후군 분류

오규태<sup>o</sup>, 김인기\*, 김범준\*, 전영훈\*\*, 곽정환(교신저자)\*\*

<sup>o</sup>한국교통대학교 컴퓨터공학과,

\*한국교통대학교 교통에너지융합학과,

\*\*한국교통대학교 소프트웨어학과

e-mail: alswo740012@naver.com<sup>o</sup>, cv2@kakao.com\*, zhfkskseh@gmail.com\*,

0hoon.jeon@gmail.com\*\*, jgwak@ut.ac.kr\*\*

## Feature Ensemble-based Wolff Parkinson White Syndrome classification through ECG

Gyutae Oh<sup>o</sup>, Inki Kim\*, Beomjun Kim\*, Younghoon Jeon\*\*, Jeonghwan Gwak(Corresponding Author)\*\*

<sup>o</sup>Dept. of Computer Engineering, Korea National University of Transportation,

\*Dept. of IT·Energy Convergence, Korea National University of Transportation,

\*\*Dept. of Software, Korea National University of Transportation

### ● 요약 ●

Wolff Parkinson White Syndrome(WPW)은 일반인과는 다르게 선천적으로 심방과 심실 사이에 부전도로(Accessory Pathway)가 존재하여 정상 전도와 비교하였을 때, 빠른 속도로 심실을 자극하여 부정맥을 일으키는 것을 의미한다. WPW는 부정맥이 주된 증상이기는 하나, 평소에는 무증상인 경우가 많고, 성인이 되어 갑작스럽게 발생하는 경우가 존재하기 때문에 인지하지 못하고 살아가는 환자들이 많다는 것이 특징이다. 이러한 특징은 갑작스러운 건강 악화가 타인의 생명에 악영향을 줄 수 있는 트럭 운전기사나 의사와 같은 직업군 등의 경우 WPW를 조기에 발견하고 치료해 위험을 사전에 방지하는 것이 매우 중요하다. 따라서, 본 논문에서는 Electrocardiogram(ECG) 데이터를 기반으로 WPW를 자동으로 분류하기 위한 Feature Ensemble 기반 심층 학습 프레임워크를 제안한다. 제안된 기법의 경우 단일 1D-CNN과 GRU를 이용한 기법 대비 F1-Score, Accuracy 기준의 성능 향상을 달성하였기에 본 Task에 적합함을 보여준다.

**키워드:** Wolff Parkinson White 증후군, 앙상블 학습(Ensemble Learning), 심전도(Electrocardiogram), 심층 학습(Deep Learning)

## I. Introduction

Wolff Parkinson White Syndrome(WPW)은 다양한 특징의 Electrocardiogram(ECG) 파형을 가진다. 발병 원인으로서는 일반인과는 다르게 선천적으로 심방과 심실 사이에 부전도로(Accessory Pathway)가 존재하여 정상 전도 대비, 매우 빠른 속도로 심실의 탈분극을 유발하여 부정맥을 일으킨다. WPW의 경우 부정맥이 주된 증상이지만, 평소에는 무증상인 경우가 많고, 성인이 되어 갑작스럽게 증상이 발생하여 WPW 환자임을 자각하게 되는 경우가 많다. 하지만 WPW 환자는 심방세동(Atrial fibrillation)이 발병하는 즉시 적절한 조치가 진행되지 않으면 생명에 위협이 될 정도의 매우 빠른 심박수를 유발하여 환자는 심인성 급사에 이를 수 있다[1, 2]. 따라서 WPW를 조기에 발견하고 치료하여 이러한 상황을 사전에 방지하는 것이

매우 중요하다. 따라서 본 논문에서는 1D-CNN[3]과 GRU[4]의 Feature Ensemble를 통한 WPW 분류 성능 향상 기법을 제안한다.

## II. Proposed Method

### 1. Dataset

본 연구에서 제안하는 모델의 평가를 위해 Kaggle의 “Wolff-Parkinson-White ECG database[5]”와 “Normal Sinus Dataset[6]”을 활용하여 Normal Abnormal(WPW) Binary Classification을 진행하였다. Feature-Level Ensemble 기법을 학습

및 평가하기 위해 사용된 데이터 세트는 Fig. 1에서 보여지는 것과 같이 ECG 12-Lead를 모두 사용하며 모든 리드들의 전기적인 방향에 따라 ECG의 형태가 다르게 나타나며 각각 다른 의미를 내포하고 있기 때문이다. 각 데이터셋은 Sample Rate 500Hz, TimeStep은 250으로 설정하였다[7, 8]. 또한, 막대한 양의 훈련데이터를 요구하는 심층 학습 모델의 훈련을 위해 CaNg2 기법[9]을 이용하여 훈련/검증 데이터의 양을 정상과 비정상 데이터를 2배 증강하였다. 데이터셋에서 정상과 비정상의 비율은 1:1이며 Train에 정상 159개 비정상 159개, Valid 정상 37개, 비정상 37 Test 정상 60개, 비정상 60개를 사용하였다.

## 2. Experiment and Result

Fig. 2는 본 논문에서 제안하는 Feature Ensemble 기반 Architecture이다. 제안된 Architecture는 1) 1D-CNN과 2) GRU를 Feature Extraction 모듈로 사용하였다. 1D-CNN의 경우 ECG 데이터의 국지적 특성을 효과적으로 추출할 수 있는 능력이 있고, GRU를 Feature Extraction 모듈로 사용한 경우는 장단기적인 정보를 기억하고 예측에 활용할 수 있는 능력이 있기에 이러한 장점들을 가진 추출기들을 통해 특성을 추출하고 각 추출기에서 추출된 특성을 함께 이용하여 학습할 수 있도록 설계하였다[9].

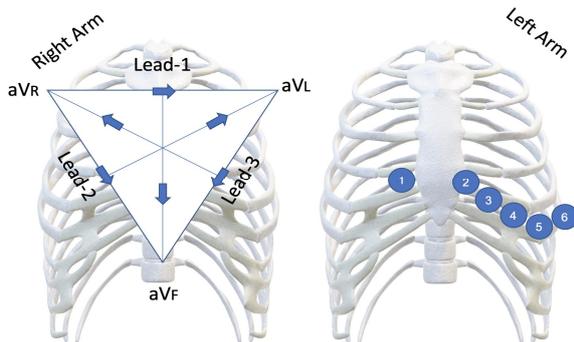


Fig. 1. ECG 12 - Lead

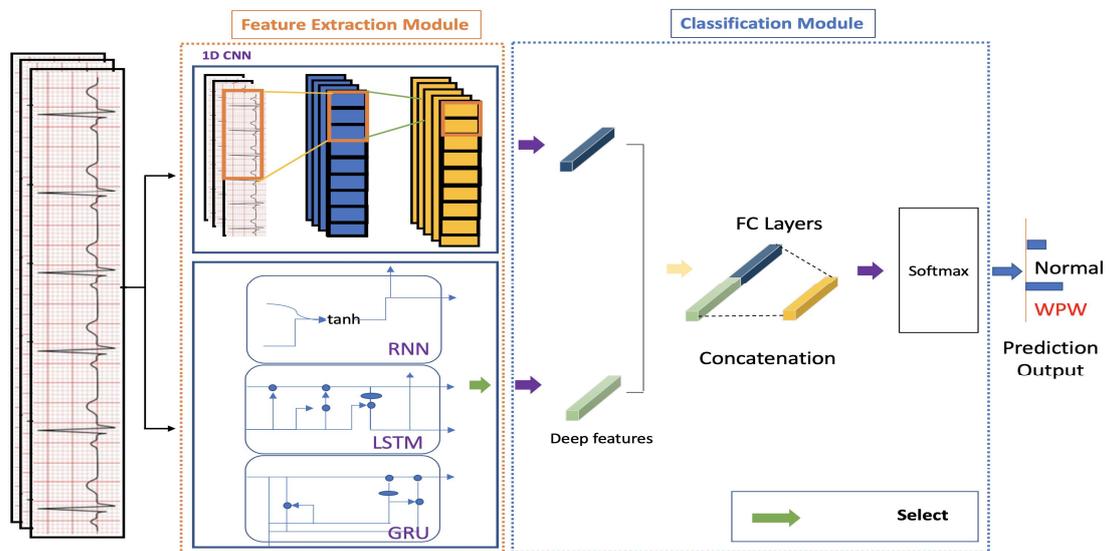


Fig. 2. Feature ensemble-based architecture

Table 2에서 보여지듯이, 단일 1D-CNN과 GRU의 Feature를 Feature Extractor로 사용하여 사용한 결과와 비교하였을 경우 Feature Ensemble 기법을 사용하였을 때 F1 Score와 Accuracy에서 성능이 향상하였다. 이는 제안하는 앙상블 기법이 WPW 분류를 위한 딥러닝 기반 분류기의 정확도 및 신뢰성 향상에 기여하는 것을 시사한다.

Table 2. Experiment result and analysis

	Precision	Recall	F1 Score	Accuracy
1D-CNN	0.9250	0.9279	0.9248	0.9250
LSTM	0.5583	0.5683	0.5414	0.5583
GRU	0.6500	0.6501	0.6499	0.6500
<b>Ensemble</b>	<b>0.9416</b>	<b>0.9440</b>	<b>0.9415</b>	<b>0.9416</b>

## III. Conclusion

본 논문에서는 ECG 데이터를 이용하여 WPW를 분류하는 딥러닝 프레임 워크의 정확성 및 강인함 향상을 위한 Feature Ensemble 기법을 제안하였으며, 실험을 통하여 제안하는 앙상블 기반 분류기가 독립적인 모델에 비해 Accuracy와 F1-Score가 유의미하게 증가하는 것을 보여주었다. 추후 연구에서는 데이터 전처리 과정에서의 Timestep 및 ECG Sample Rate와 같은 하이퍼파라미터를 수정하여 현재보다 고도화된 성능을 이끌어낼 예정이며, 현재 제안한 모델 이외에 다른 순환 신경망 및 WPW 분류에 적합한 기법들을 이용하여 모델의 성능 고도화 연구를 진행할 예정이다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by "Regional Innovation Strategy (RIS)" through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education [2021RIS-001(1345341783)]

## REFERENCES

- [1] Asan Medical Center, <https://www.amc.seoul.kr>
- [2] C. Lee, and S.R Oh, "Paroxysmal Supraventricular Tachycardia in a Patient with Wolff-Parkinson-White Syndrome Induced by Central Venous Cannulation and Surgical Stimuli during Operation," Korean Journal of Anesthesiology, Vol. 48, No. 3, pp. 308-310, 2005
- [3] S. Kiranyaz, O. Avci, O. Abdeljaber, T. Ince, M. Gabbouj, D.J Inman, "1D convolutional neural networks and applications: A survey," Mechanical systems and signal processing, Vol. 151, No. 107398, 2019
- [4] J.Y CH, C. Gulcehre, K.H Cho, Y.SH Bengio, "Empirical Evaluation of Gated Recurrent Neural Networks on Sequence Modeling," arXiv, Vol. 1412, No. 3555, 2014
- [5] Kaggle, <https://www.kaggle.com/datasets/bjoernjostein/wolfparkinsonwhitedata>
- [6] Kaggle, <https://www.kaggle.com/datasets/bjoernjostein/normal-sinus-dataset>
- [7] O.H Kwon, J.W Jeong, H.B Kim, I.H Kwon, S.Y Park, J.E Kim and Y.R Choi, "Electrocardiogram Sampling Frequency Range Acceptable for Heart rate Variability Analysis," Healthcare Informatics Research, Vol. 24, No. 3, pp. 198-206, 2018
- [8] Kaggle, <https://www.kaggle.com/code/bjoernjostein/wpw-detection-from-ecg-using-1d-cnn>
- [9] S.K Hong, J.H Hong, Y.S Mong, "Correlation-aware Noise Generation on Time-Series Databases," 정보과학논문지: 데이터베이스, Vol. 40, No. 5, pp. 319-327, 2013
- [10] B.C Jang, M.H Kim, G. Harerimana, S.U Kang, and J.W Kim, "Bi-LSTM Model to Increase Accuracy in Text Classification: Combining Word2vec CNN and Attention Mechanism," Applied Sciences, Vol. 10, No. 17, 2020