

# 어텐션 메커니즘을 이용한 생체신호처리 연구 동향 분석

변영현<sup>1</sup>, 곽근창<sup>2</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 IT연구소 전임연구원

<sup>2</sup>조선대학교 전자공학과 교수

qasdfghjt@hanmail.net, kwak@chosun.ac.kr

## A Research Trend Study on Bio-Signal Processing using Attention Mechanism

Yeong-Hyeon Byeon<sup>1</sup>, Keun-Chang Kwak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IT Research Institute, Chosun University

<sup>2</sup>Dept. of Electronics Engineering, Chosun University

### 요 약

어텐션 메커니즘은 딥 뉴럴네트워크에 결합하여 언어 생성 모델에서 성능을 개선하였고, 이러한 성공은 다양한 신호처리 분야에 응용 및 확장되고 있다. 특정 입력 신호 부분에 선택적으로 집중함으로써, 어텐션 모델은 음성 인식, 이미지와 비디오 처리, 그리고 생체인식 등의 분야에서 더 높은 성능을 보여주고 있다. 어텐션 기반 모델은 심전도 신호를 이용한 개인식별 및 부정맥검출, 뇌파도 신호를 이용한 발작유형분류 및 수면 단계 분류, 근전도 신호를 이용한 제스처 인식 등에 사용되고 있다. 어텐션 메커니즘은 딥 뉴럴네트워크의 해석 가능성과 설명 가능성을 향상시키기 위해 사용되기도 한다. 신호 처리 분야에서의 어텐션 모델 연구는 지속적으로 진행 중이며, 다른 분야에서의 잠재력 탐구에 대한 관심이 높아지고 있다. 따라서 본 논문은 어텐션 메커니즘을 이용한 생체신호처리 연구 동향 분석을 수행한다.

### 1. 서론

딥러닝을 이용한 언어 생성 모델을 위해 RNN(Recurrent Neural Network) 방식의 시퀀스-투-시퀀스 모델이 중점적으로 활용되어왔다. 하지만 이러한 시퀀스-투-시퀀스 모델은 인코더의 출력 벡터만을 가지고 디코더에서 언어를 생성하기 때문에 고정 길이의 특징벡터를 사용해야 했다. 이 때문에 다양한 길이의 문장들을 모델링 해야만 하는 언어 시스템 개발에 한계가 따랐다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 인코더 단의 각 순환 회차별로 은닉상태를 저장해서 전체 문장을 디코더에 입력하는 방법이 제안되었다. 이 때 디코더의 순환 회차별로 특정 입력 신호부분에 선택적으로 집중하므로써 더 높은 성능을 기대할 수 있으며 이는 최근 딥러닝에서 어텐션 메커니즘으로 많은 연구적 관심을 받아왔다[1].

언어 생성 모델은 언어를 기계가 알아 들을 수 있도록 워드임베딩 과정을 거쳐서 일련의 숫자로 변환되게 되는데 이는 언어를 숫자공간으로 변환하여 신호를 해석한다. 그렇기에 다른 분야로의 응용 확장이 가능하다. 어텐션 기반의 시퀀스-투-시퀀스 모델

의 좋은 성능으로부터 다른 분야에서의 잠재력 탐구에 대한 관심이 높아지고 있다[2].

생체신호로 심전도, 뇌파도, 근전도 등이 있으며 심전도는 개인식별과 부정맥검출, 뇌파도는 발작유형과 수면단계 분류, 근전도는 제스처인식에 대한 연구들이 있었고 이러한 생체신호분야에서도 어텐션 메커니즘을 이용한 딥러닝 모델 연구가 진행되고 있다.

본 논문은 어텐션 메커니즘을 이용한 생체신호처리 연구 동향 분석을 수행한다. 2장은 어텐션 메커니즘을 이용한 생체신호처리 연구에 대해 기술하고 3장은 결론을 맺는다.

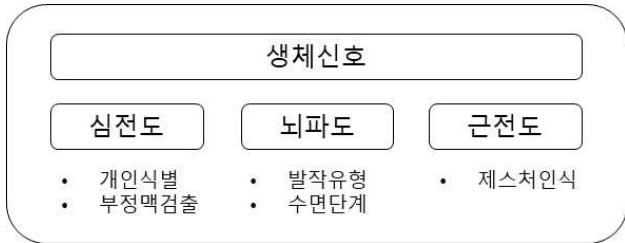
### 2. 어텐션 메커니즘을 이용한 생체신호처리 연구

그림 1은 어텐션 메커니즘 기반 생체신호 연구동향 구성을 나타낸다.

#### 1) 심전도를 이용한 연구

심전도 기반 인증을 위해 전처리 없이 심전도 신호를 두 개의 엔드-투-엔드 딥 뉴럴 네트워크 모델에 입력한다. 첫 번째 모델은 합성곱 신경망을 설계

하고, 두 번째 모델은 어텐션 메커니즘을 갖는 잔차 합성곱 신경망을 설계하였다. ResNet을 사용하여 심전도 신호에서 지역적 특징을 추출하고, 이러한 지역적 특징들을 어텐션 메커니즘과 같은 다른 네트워크 구성 요소를 통해 요약하였다[3].



(그림 1) 어텐션 메커니즘 기반 생체신호 연구동향 구성

BERT(Bidirectional Encoder Representations from Transformers)의 문장 쌍 작업에서 영감을 받아 시퀀스 쌍 특징 추출기를 제안하여 심전도 쌍의 동적 표현을 얻고 심전도 식별 작업 수행 시 트랜스포머의 셀프 어텐션 메커니즘을 사용하여 동일성 관계를 파악하도록 하였다[4].

어텐션 기반 계층형 장기-단기 기억 모델이 제안되었다. 계층형 장기-단기 기억 모델은 심전도 신호의 시간적 변화를 다른 추상화 수준에서 학습할 수 있도록 하고 이는 장기-단기 기억 네트워크의 장기 종속성 문제를 해결한다. 또한 모델의 어텐션 메커니즘은 각 사람에 대한 생체 정보가 더 많은 심전도 복잡체를 포착하도록 학습한다. 이러한 심전도 복잡체는 더 나은 생체인식 표현을 학습하기 위해 더 큰 가중치가 부여된다[5].

Dual-Tree Complex Wavelet Transform (DT-CWT) 방법을 사용하여 이동 불변성을 개선하고 추출된 심전도 신호의 특징에서 시간적 패턴을 포착하기 위해 어텐션 메커니즘을 적용하여 부정맥의 클래스를 구분하도록 학습시키며 최적의 매개 변수로 엔드 투 엔드로 학습시켰다[6].

웨어러블 심전도에서 잡음을 제거하고 심방세동을 진단하기 위한 새로운 어텐션 기반 컨볼루션 디노이징 오토인코더 모델을 제안하였다. 채널 어텐션 모듈을 사용하여 교차 채널 상호작용을 통해 검색된 특징을 업데이트하여 네트워크가 채널 간 관련 정보의 특징에 더 많은 주의를 기울일 수 있도록 하였다[7].

### 2) 뇌파도를 이용한 연구

세 가지 분류 시나리오(신경성 질환, 신경 상태 및 발작 유형)에서 방법론을 평가하였다. 어텐션 네트워크가 입력 신호의 가장 관련성이 높은 속성을 결정하여, 시퀀스 모델링에서 전통적인 딥러닝 모델을 능가할 수 있다는 것을 확인하였다[8].

수면 건강 평가를 위해 수면단계 분류가 필요하며 그 결과 또한 해석 가능해야 할 필요가 있기에 합성곱 신경망과 어텐션 메커니즘을 기반으로 한 신경망을 제안하였다[9].

### 3) 근전도를 이용한 연구

제스처 인식을 위해 시간적 특성을 더 잘 포착하기 위한 어텐션 기반의 하이브리드 CNN과 RNN (CNN-RNN) 아키텍처를 제안한다. 또한, 다채널 근전도 신호를 위한 임베디드 특징 벡터를 기반으로 한 새로운 근전도 이미지 표현 방법을 제시하며, 이를 통해 딥러닝 아키텍처가 회소한 다채널 근전도 신호의 서로 다른 채널간 암묵적 상관 관계를 추출할 수 있도록 한다[10].

근전도 신호를 사용하여 손가락 관절 각도를 추정하면서 설명가능하도록 하기 위해 어텐션 메커니즘을 갖는 인코더-디코더 네트워크를 제안하였다[11].

## 3. 결론

어텐션 메커니즘은 딥 뉴럴네트워크에 결합하여 언어 생성 모델에서 성능을 개선하였고, 이러한 성공은 다양한 생체신호처리 분야로 확장되고 있다. 어텐션 메커니즘은 딥러닝 모델에서의 성능 향상과 해석 가능성 측면에서 매우 유용한 기술이다. 생체신호처리 분야에서는 데이터의 특성에 맞게 어텐션 기반 딥러닝 모델을 설계하고 최적화하는 것이 중요하며, 이를 통해 높은 성능과 해석 가능성을 얻을 수 있다. 따라서, 어텐션 기반 딥러닝 모델은 생체신호처리 분야에서 중요한 기술로 자리 잡고 있으며, 앞으로 더 많은 응용 분야에서 사용될 것으로 예상된다. 향후 더 해석 가능성이 뛰어나고 생체신호를 이용한 성능도 더 뛰어난 어텐션 기반 신경망 모델을 위해 연구할 계획이다.

### 감사의글

이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2017R1A6A1A03015496). 또한 이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2018R1D1A1B07

044907).

### 참고문헌

- [1] D. Bahdanau, K. Cho, Y. Bengio, "Neural machine translation by jointly learning to align and translate", ICLR, pp. 1-15, 2015.
- [2] A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, L. Kaizer, I. Polosukhin, "Attention is all you need", NIPS, pp. 1-15, 2017.
- [3] M. Hammad, P. Pławiak, K. Wang, U. R. Acharya, "ResNet-attention model for human authentication using ECG signals", Expert Systems, Vol. 38, No. 6, pp. 1-17, 2020.
- [4] K. J. Chee, D. A. Ramli, "Electrocardiogram biometrics using transformer's self-attention mechanism for sequence pair feature extractor and flexible enrollment scope identification, Sensors, Vol. 22, No. 9, pp. 3446, 2022.
- [5] D. Jyotishi, S. Dandapat, "An ecg biometric system using hierarchical lstm with attention mechanism", IEEE Sensors Journal, Vol. 22, No. 6, pp. 6052-6061, 2022.
- [6] N. Mangathayaru, P. Rani, V. Janaki, K. Srinivas, B. M. Bai, G. S. Mohan, B. L. Bharadwaj, "An attention based neural architecture for arrhythmia detection and classification from ecg signals", Computers, Materials and Continua, Vol. 69, No. 2, pp. 2425-2443, 2021.
- [7] P. Singh, A. Sharma, "Attention based convolutional denoising autoencoder for two-lead ecg denoising and arrhythmia classification", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement Class Files, Vol. 71, pp. 1-10, 2022.
- [8] D. Ahmedt-Aristizabal, M. A. Armin, S. Denman, C. Fookes, L. Petersson, "Attention networks for multi-task signal analysis", 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, pp. 1-4, 2020.
- [9] T. Zhu, W. Luo, F. Yu, "Convolution- and attention-based neural network for automated sleep stage classification", International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 17, No. 11, pp. 4152, 2020.
- [10] Y. Hu, Y. Wong, W. Wei, Y. Du, M. Kankanhalli, W. Geng, "A novel attention-based hybrid cnn-rnn architecture for semg-based gesture recognition, PLoS ONE, Vol. 13, No. 10, pp. 1-18, 2018.
- [11] H. Lee, D. Kim, Y.-L. Park, "Explainable deep learning model for emg-based finger angle estimation using attention", IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 30, pp. 1877-1886, 2022.