

# 당신의 수면은 안녕하십니까?

## AI가 밝혀내는 '꿀잠' 포인트

- 인공지능 기술 이용, 수면 질환의 조기진단과 수면의 질 분석에 필수적인 '수면단계 분류' 정확도 세계 최고 수준 향상
- 개인 맞춤형 수면 케어 기대... 전기전자공학 분야 국제저명학술지 「Expert Systems with Applications」 게재



▲ (왼쪽부터) 융합기술학제학부 이규빈 교수, 이성주 학생, 유연국 학생, 백승혁 학생, 과학기술연합대학원대학교 서호건 교수

광주과학기술원(GIST, 총장 임기철)은 융합기술학제학부 이규빈 교수 연구팀이 인공지능(AI) 기술을 이용해 수면단계 분류의 정확도를 세계 최고 수준으로 끌어올리는데 성공했다고 밝혔다.

연구팀은 **특징 피라미드\***를 활용한 **대조학습\*** 기술을 생체신호 측정에 최초로 적용했다.

\* **특징 피라미드**: 인공지능 모델의 여러 층에서 추출된 다양한 크기의 특징 정보를 포함하는 방식으로, 모델이 다양한 주파수 범위에서 정보를 처리할 수 있게 함

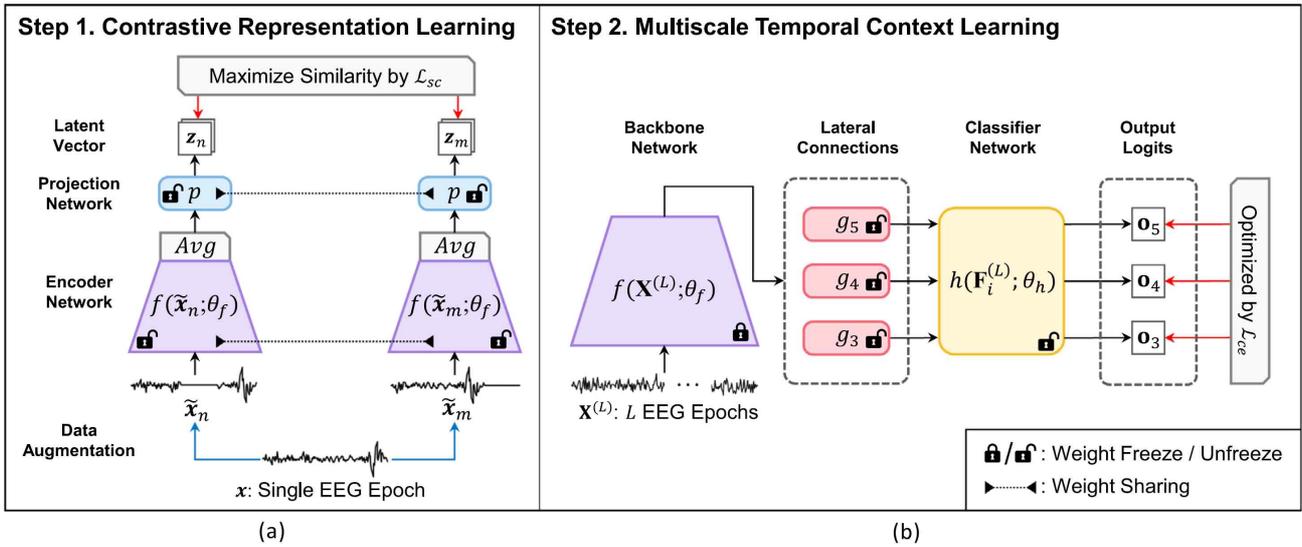
\* **대조학습**: 동일한 분류에 속하는 데이터 간의 유사성을 증가시키고, 서로 다른 분류에 속하는 데이터 간의 유사성을 감소시키도록 하는 기계학습 기법

수면단계 분류는 수면 관련 질환 진단 및 수면 품질 평가에 중요한 역할을 한다. 특히, 하나의 센서로 심전도, 뇌파, 근전도 등을 측정하는 '**단일 채널 생체신호**'는 측정 방법이 간편하다는 장점이 있다.

그러나 생체신호는 다양한 주파수가 혼합된 복잡한 형태로 구성되어 있고, 특히 일부 신호는 서로 유사한 주파수 특성을 공유하고 있어 수면단계를 정확하게 구분하는 것은 매우 어렵다.

연구팀은 복잡한 생체신호로 수면단계를 분류하는 데 AI 기술을 이용하는 새로운 방법을 제안했다. 기존에도 수면단계를 인공지능으로 분류하는 방법은 있었으나 이번 연구를 통해 정확도를 높였다.

연구팀은 이 방법을 '슬리피코(SleePyCo)'라고 명명했으며, '슬리피코'는 '감독 대조 학습 프레임워크'와 '특징 피라미드' 기법을 통해 수면의 다양한 단계를 더욱 정확하게 구분할 수 있다.



▲ 본 연구에서 제안한 대조 학습 기반 학습 프레임워크(SleePyCo) 개요도: SleePyCo는 다음 두 가지 주요 구성 요소로 이루어져 있음. (a) 대조 표현 학습 특징 피라미드를 기반으로 (b) 다양한 스케일에서 생체신호의 시간적 맥락 정보 학습으로 이루어져 있음

'슬리피코'는 수면 중 발생하는 신호를 독자적인 방식으로 분석한다. 인공지능이 같은 수면단계에 있는 신호를 서로 비슷하게 보이도록 조정하고, 다른 수면단계에 있는 신호는 서로 다르게 보이도록 조정해 수면단계를 한층 명확하게 구분할 수 있다.

또한 연구팀은 '특징 피라미드' 기술을 이용해 다양한 주파수의 신호를 더 효과적으로 처리하는 방법을 제안했다. 이는 수면단계 분류의 정확도를 높인다.

연구팀은 연구 결과의 공정한 성능 비교를 위해 4개의 벤치마크(동일한 데이터 셋으로 평가 환경을 구성)를 통해 확인했다.

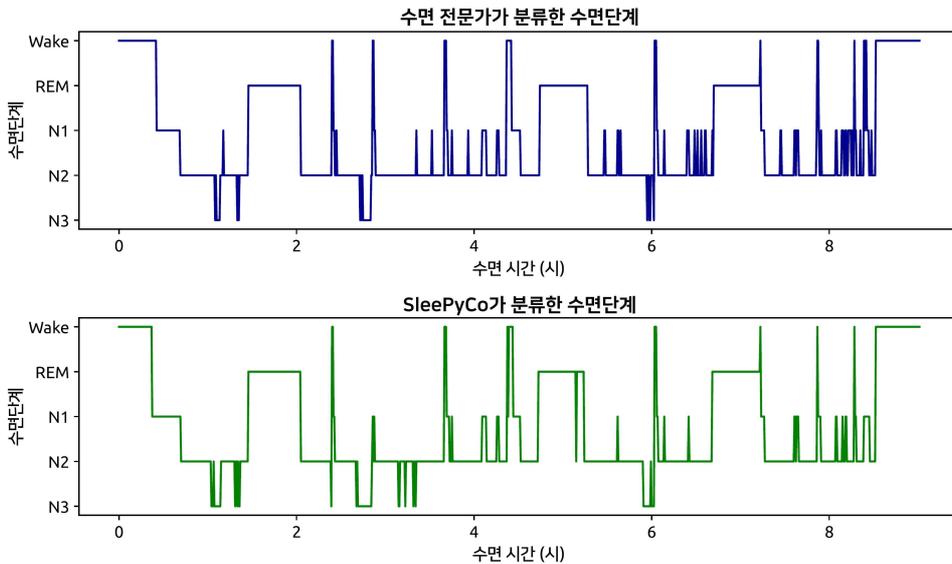
수면단계 분류 AI는 Sleep-EDFx 벤치마크에서 기존 연구 대비 0.6%p (84.0 → 84.6), MASS 벤치마크에서 1.6%p (85.2 → 86.8), Physio2018 벤치마크에서 0.6%p (80.3 → 80.9), SHHS 벤치마크에서 0.2%p (87.7 → 87.9) 향상된 정확도를 기록했으며, 이는 현재까지 세계 최고 수준의 성능에 해당한다.

특히 구분이 어려운 N1\* 단계와 REM\* 단계의 분류 정확도가 각각 3.8%p와 2.6%p의 큰 폭으로 향상되었다는 점이 주목된다. 이러한 결과는 연구팀이 제안한 프레임워크가 기존 방법보다 수면단계의 세부적인 차이를 더 잘 포착하고 구별할 수 있음을 나타낸다.

또한, 전체적인 수면 패턴 인식에서도 정확도가 상당히 향상되었으며, 이는 AI 모델이 복잡한 생체신호 패턴을 더욱 정밀하게 분석하고 해석할 수 있다는 것을 의미한다.

\* **N1**: '수면의 초기 단계'라고 불리는, 수면의 다섯 단계 중 세 번째 단계이다. (잠이 깊은 순서로 Wake-REM-N1-N2-N3) 이 단계는 각성 상태에서 깊은 수면으로 이동하는 과도기에 해당한다. REM 수면단계와 상당한 주파수 특성을 공유한다.

\* **REM**: Rapid Eye Movement의 약자로, 수면의 다섯 단계 중 두 번째 단계이다. 이 단계는 특히 꿈을 꾸는 것과 관련이 깊다. 또한, 전체 수면 주기에서 중요한 역할을 하며, 건강한 수면과 정신 건강 유지에 필수적인 부분이다.



▲ 수면 전문가가 분류한 수면단계(위)와 SleepPyCo가 분류한 수면단계(아래): 본 연구에서 제안한 방법은 수면 전문가가 분류한 기준과 비교했을 때, 최대 95.6%의 높은 수면단계 분류 정확도를 달성함. 이 결과는 제안한 방법이 전문가 수준에 근접한 성능을 보임을 나타냄.

이규빈 교수는 "이번 연구 성과는 AI 모델이 복잡한 생체 신호 패턴을 더욱 정밀하게 분석하고 해석할 수 있다는 것을 보여 준다"며 "이 방법이 앞으로 수면 질환의 조기 진단과 치료 계획 수립에 중요한 기여를 할 것으로 기대한다"고 말했다.

GIST 융합기술학제학부 이규빈 교수가 지도하고 이성주 박사과정생이 수행한 이번 연구는 과학기술정보통신부의 클라우드 로봇복합인공지능 핵심기술개발사업, 산업통상자원부의 에너지기술개발사업의 지원을 받았으며, 해당 기술을 모든 사람이 쉽게 이용할 수 있도록 공개하고 있다. (<https://github.com/gist-ailab/SleepPyCo>)

이번 논문은 전기전자공학분야 최고 권위의 학술지인 'Expert Systems with Applications'에 2023년 11월 18일 온라인 게재됐다.

## 논문의 주요 정보

### 1. 논문명, 저자정보

- 저널명: Expert Systems with Applications (IF: 8.5, 2022년 기준)
- 논문명: SleepPyCo: Automatic sleep scoring with feature pyramid and contrastive learning

- 저자 정보: 이성주(제1저자, GIST 융합기술학제학부), 유연국(제2저자, GIST 융합기술학제학부), 백승혁(제3저자, GIST 융합기술학제학부), 서호건(제4저자, 한국원자력연구소, 과학기술연합대학원대학교(UST)), 이규빈(교신저자, GIST 융합기술학제학부)