

# 와병 환자를 위한 생체신호 기반 호출 간병 보조 로봇

이정환<sup>1</sup>, 최바울<sup>1</sup>, 고동진<sup>1</sup>, 이조광<sup>1</sup>, 전세웅<sup>2</sup>, 김현돈<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국폴리텍대학 로봇캠퍼스 로봇자동화과

<sup>2</sup>한국전자기술연구원 지능로봇연구센터

ljk12266@gmail.com, choipaul99@gmail.com, ehdwls9725@naver.com,

qq1sjd8@gmail.com, daniel@keti.re.kr, reynolds@kopo.ac.kr

## Biosignal-based Assistant Care Robot for Bedridden Patients

Jeong-Hwan Lee<sup>1</sup>, Choi Paul<sup>1</sup>, Dong-Jin Go<sup>1</sup>, Jo-Gwang Lee<sup>1</sup>,  
Se-Woong Jun<sup>2</sup>, Hyun-Don Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Robot Automation, Robot Campus of Korea Polytechnic

<sup>2</sup>Intelligent Robotics Research Center, Korea Electronics Technology Institute

### 요 약

목 아래로 전신마비가 되어 간병인 없이는 일상적인 생활이 불편한 와병 환자들을 위하여 뇌파(EEG) 및 목의 근전도(EMG)와 같은 생체신호 기반의 인터페이스를 제안하였다. 이를 이용하여 환자의 이상 상태를 보호자에게 알릴 수 있고 환자의 제한적인 움직임이나 집중하는 것만으로도 간단한 서비스 등을 직접 로봇에게 명령을 내릴 수 있도록 구현하였다.

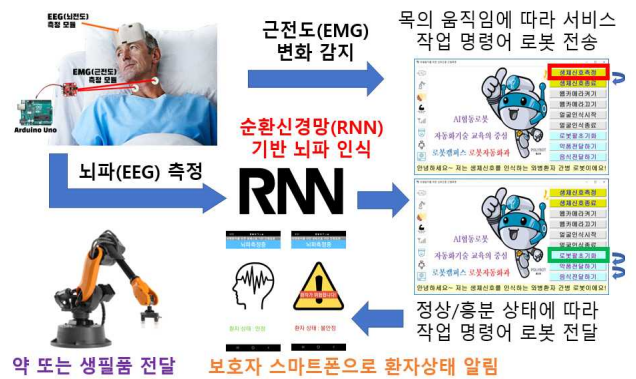
### 1. 서론

대표적인 고령화 국가인 일본은 부양받아야 하는 고령의 인구는 점점 증가하여 2030년 즈음 고령자를 보살피는 데 필요한 간병인은 860만 명에 달할 것으로 추산된다[1]. 하지만 간병인의 수는 점점 줄어들고 있으며 인구 구성이 일본과 가깝게 따라가고 있는 대한민국도 늘어나는 고령자와 부족한 간병인의 문제가 대두되고 있다. 또한, 간병인이 24시간 상주하면서 고령자 또는 와병 환자를 보살피는 것은 어려우며, 간병인 고용에 따른 금전적인 부담도 무시할 수 없다. 따라서 24시간 환자의 상태를 살피면서 이상 상황 발생 시 보호자에게 통보하거나, 간단한 필수 서비스를 대신에 해주는 간병 로봇을 투입함으로써, 간병인의 야간 근무나 단순 업무를 대체함으로써 간병인의 업무부담을 줄여주고 수요자의 금전적 부담을 감소시켜줄 수 있다.

이 논문은 목 아래 전신마비 또는 와병 환자를 위하여 뇌파(EEG) 및 목의 근전도(EMG)를 사용한 인터페이스를 제안하였다. 이를 구현하기 위하여 저가형 뇌파 측정기를 사용하여 뇌파 데이터베이스를 구축하고 인공지능 순환신경망(RNN) 기반 뇌파 인식기 모델을 제안하고 학습하였다[2]. 이를 통해 환자의 흥분이나 집중 상태를 인식하여 간병인을 호출하

거나 약품을 제공하고, 목의 근전도를 측정하여 로봇에게 간단한 서비스 명령어를 전달할 수 있다.

### 3. 본론



(그림 1) 시스템 흐름도

(그림 1)은 와병 환자를 위한 생체신호 기반 호출 간병 보조 로봇의 시스템 흐름도를 시각화하여 나타낸 것이다. 각 단계를 설명하면 다음과 같다:

- ① 뇌파 및 근전도 센서를 착용한 와병 환자의 생체신호 측정을 시작한다.
- ② 순환신경망 기반 뇌파 인식기로 환자의 상태(흥분/집중)를 확인할 수 있다. 또한, 근전도 측정기를 이용하여 환자가 목을 움직일 때 나오는 근전도 신호를 측정할 수 있다.
- ③ 환

자의 흥분상태 혹은 집중 상태 감지 시, 로봇은 환자에게 지정된 약품을 전달하거나 외부의 보호자에게 스마트폰으로 알람을 전송할 수 있다. 또한 목의 움직임에 따라 로봇에게 간단한 서비스 작업을 위한 명령어를 전송할 수 있다.

### 3. 구현 결과

#### 3-1. 학습용 데이터베이스

<표 1>과 같이 뇌파 인식기 학습을 위해서 남자 15명, 여자 5명을 대상으로 저가형 1채널 교육용 뇌파측정기로 집중, 흥분, 눈깜빡임, 명상, 명함, 지루 6가지 상태에서 학습용 뇌파 데이터베이스를 구축하였다. 이 중 16명분 뇌파 데이터는 학습에, 4명분은 학습 검증에 배분하였고, 학습을 위한 배치(Batch) 크기는 10, 반복 횟수(Epoch)는 500번 수행하였다. 최적화(Optimizer) 함수는 Adam을, 손실 함수(Loss function)는 BCEWithLogitsLoss를 사용하였다.

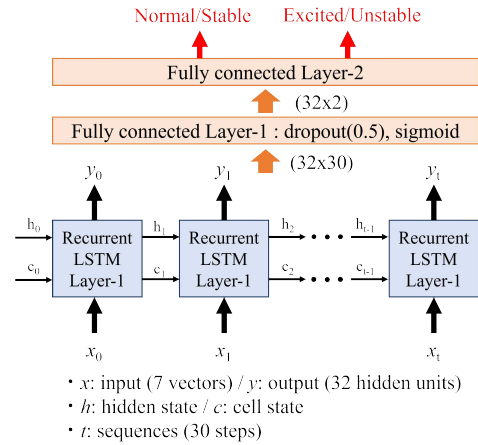
학습 데이터							
상태	흥분/불안정			정상/안정			Total
뇌파 상태	집중	흥분	눈 깜빡임	명상	명함	지루	6상태
개수	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	126,000
학습에 사용된 뇌파 종류							
종류	Theta	Alpha	SMR	Beta	High Beta	Low Gamma	Mid Gamma
주파수 (Hz)	4~7	8~12	12~15	15~18	18~30	30~50	50~100
개수	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000

<표 1> 학습 Dataset 사양

#### 3-2. 뇌파 인식기

제안한 뇌파 인식기 네트워크 구조는 그림 2과 같다. 단일층의 LSTM(Long Short Term Memory) 신경망을 사용하였고[3], <표 1>과 같이 7종류의 뇌파 신호를 30번 연속적으로 측정하여 입력으로 사용하였다. 각 LSTM의 은닉층(hidden)은 32개이며 전체 출력값은 2개의 FC(Fully Connected)층을 통과하여 <정상/안정> 또는 <흥분/불안정> 두 개의 상태로 최종 예측하게 된다.

학습된 뇌파 인식기의 성능평가를 위해서 남학생 4명분의 테스트 뇌파 신호를 추가로 측정하였다. 성능평가 결과는 <정상/안정>은 인식률 80%, <흥분/불안정>은 70%의 인식률을 보였다.



(그림 2) 제안한 뇌파 인식기 네트워크 구조

### 4. 결론

본 논문은 뇌파(EEG)와 근전도(EMG)를 사용하여 사지마비 또는 외병 환자들의 이상 상태를 모니터링하고 보호자에게 알람을 전송하거나 로봇에게 간단한 서비스 명령어를 전송할 수 있도록 제안하였다. 이를 위해서 Firebase를 사용하여 환자의 상태를 확인할 수 있는 스마트폰용 앱을 개발하였고, 저가형 수직 다관절로봇(Wlkata)을 이용하여 간단한 약품이나 음식을 제공하는 동작과 연동하여 구현하였다.

향후 뇌파 인식률 향상을 위하여 다채널의 뇌파측정기를 사용한 DB를 구축하여 모델 학습이 필요하며, 좀 더 다양한 명령어를 로봇에게 전송할 수 있도록 생체신호의 종류와 범위를 확장할 필요가 있다. 또한 제안한 생체인식 간병 로봇을 실생활에 적용된다면, 보호자나 간병인들에게 편의성을 제공할 뿐만 아니라 관련된 사회적인 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대한다.

### Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신 창의인재 양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT네토링 프로젝트 결과물입니다

### 참고문헌

[1] 한국경제신문, 2019 일본리포트-일본을 보며 한국을 생각한다, 2019 1월 23일자  
 [2] 이진희, 박재형, 김재석, 권순, “뇌파를 이용한 맞춤형 주행 제어 모델 설계”, 대한임베디드공학회 논문지, 제18권, 제2호, pp.81-87, 2023년 4월.  
 [3] Sepp H. and Jurgen S., “Long short-term memory”, Neural Computation, 9(8), 1735 - 1780, 1997.