

순환신경망 기반의 아토피 피부염 환자 뇌의 활성화 시간적 특성연구

Kyungsub Oh*, Hyejin Kim*, Jae-Hwan Kang*, Junsuk Kim*

*Department of Industrial ICT Engineering, Dong-Eui University

*AI Grand ICT Research Center, Dong-Eui University



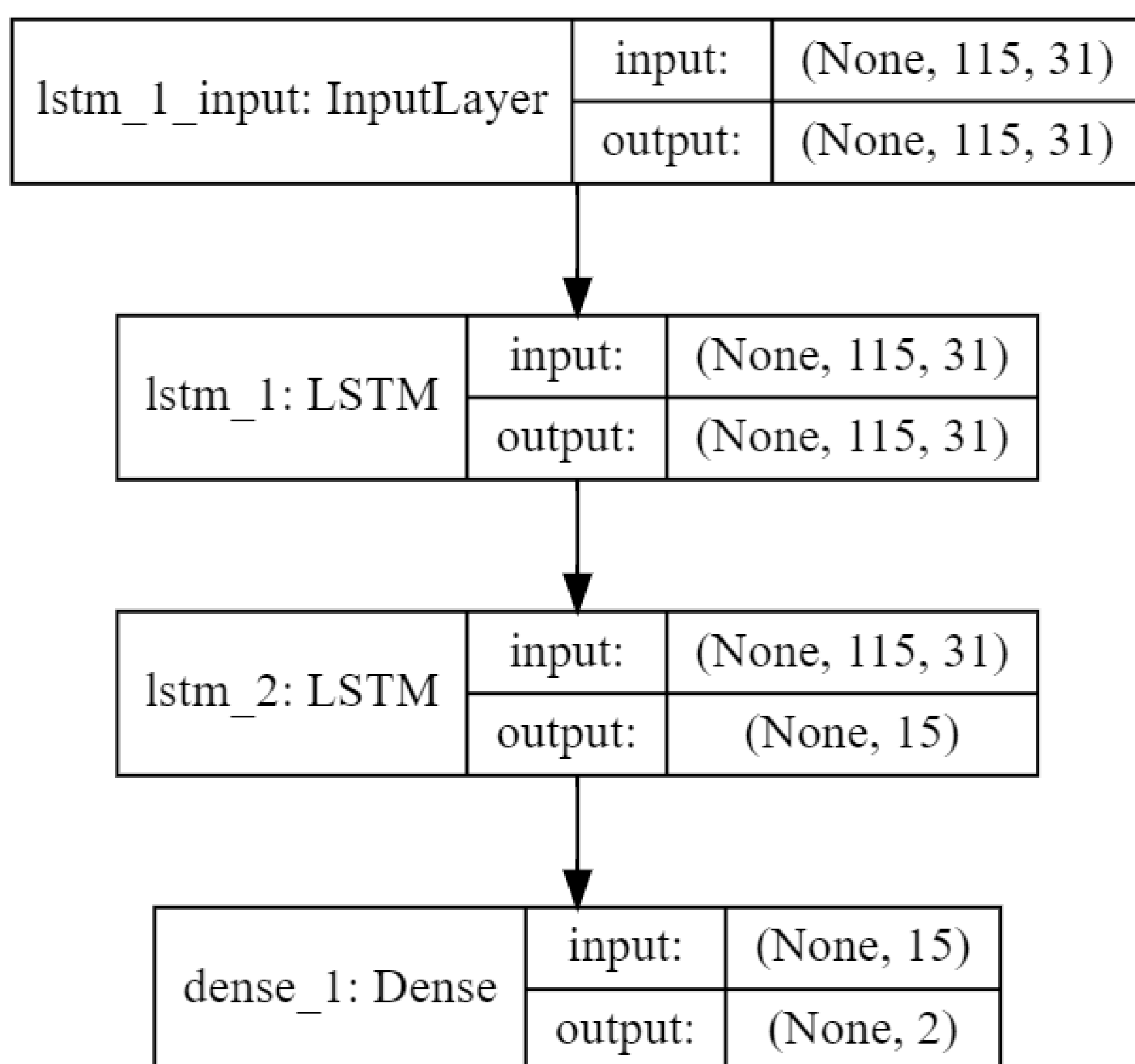
Research Question

- Question1. rs-fMRI 데이터를 이용하여 정상인과 아토피 피부염 환자의 뇌 활성화를 시간적 특성으로 분류 가능한가?
* 본 연구는 아토피 환자 뇌의 시간적 활성화 차이의 특성을 인공지능 기술을 활용해 분석한 첫 사례임.
- Question2. Power et al[2]이 제시한 기능적으로 정의된 대뇌 피질영역 ROI를 사용하여 아토피 피부염 환자와 정상인의 뇌의 특정 영역에서 시간적 특성의 차이가 보이지는가?
* 아토피 피부염 증상의 기저를 알아내기 위해 뇌 영상 분석 등 다양한 방법으로 정상인과 비교를 해왔지만[1], 현재까지 데이터의 시간적인 특성을 분석한 연구는 없음.

Materials and Methods

실험디자인

- 피험자는 정상인 40명과, 아토피 피부염 환자 40명임.
- 피험자당 rs-fMRI 데이터는 64*64*37크기의 이미지가 115개 존재함.
- 분석을 위한 기능적 마스크 데이터로는 Power ROI를 사용함[3].
- ROI란 Region Of Interest로 이미지에서 특정 연산을 수행하고자 하는 영역임.

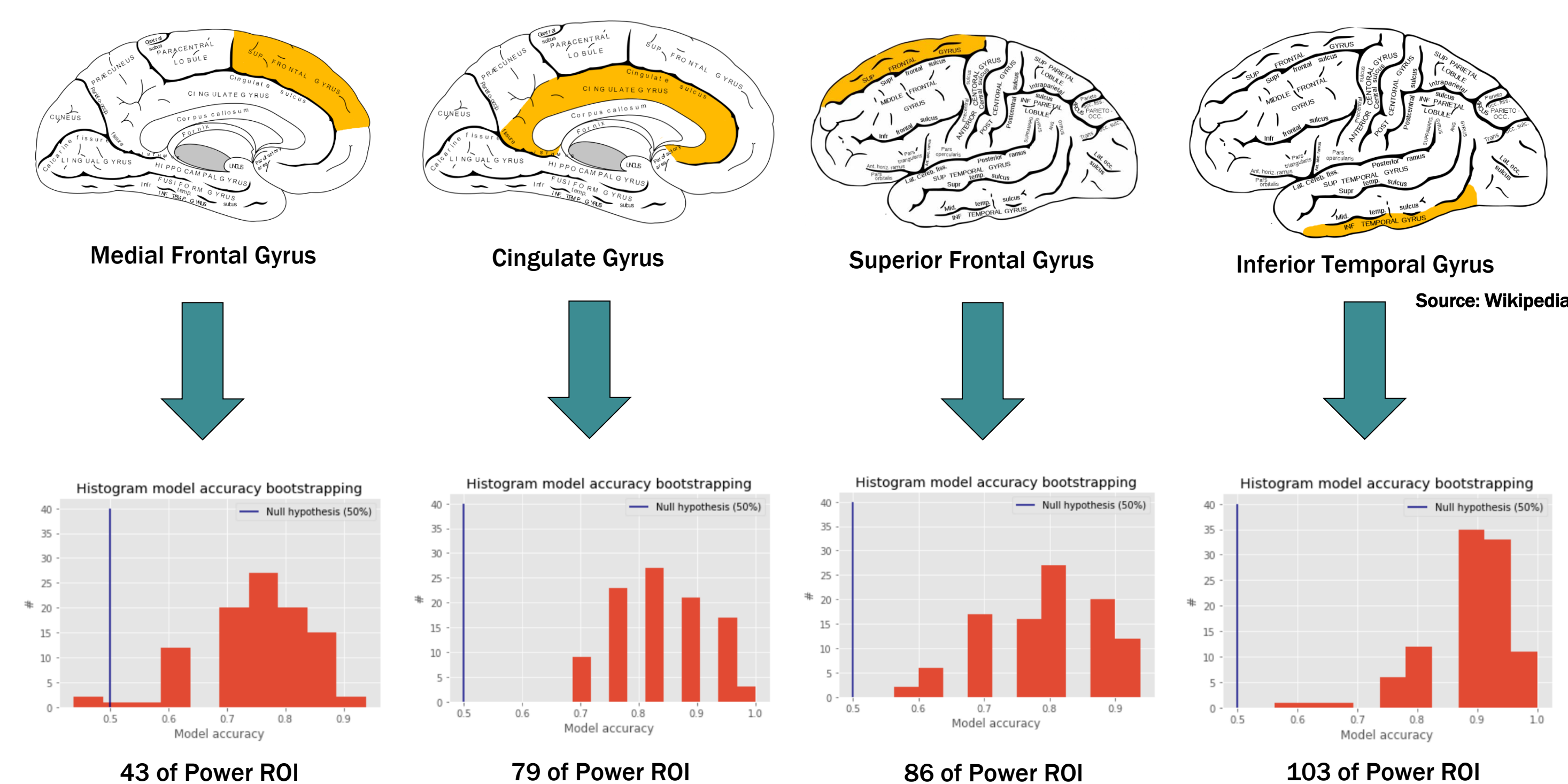


인공지능 알고리즘

- 분류를 위한 모델로는 순환 신경망 기반의 LSTM 모델을 사용함.
- LSTM모델은 순차적인 데이터를 처리하기에 적합하므로 시간에 따른 뇌 활성화 특성을 확인하고 데이터의 순차적인 특성을 찾고자 하는 본 연구의 목적에 사용되기 적합한 모델이라고 판단함.
- LSTM모델은 2개의 은닉층과 분류를 위한 완전연결계층을 가지고 있고, 첫 은닉층의 입력은 2차원으로 Time stamp와 Mask Voxels로 이루어짐.
- 이진분류를 목적으로 하기에 마지막층의 활성화함수는 Sigmoid 함수로 설정 하였으며, 손실함수는 binary cross-entropy를 사용함.
- 매개변수 최적화를 위한 Optimizer는 adam을 사용하고, 학습 횟수 epoch 은 30으로 총 30번 학습을 진행함.

Results

	# of Power ROI	영역	반구	Loss	ACC
1	12	Postcentral Gyrus	L	0.42	0.78
2	27	Medial Frontal Gyrus	R	0.60	0.66
3	36	Medial Frontal Gyrus	L	0.5	0.78
4	43	Medial Frontal Gyrus	R	0.44	0.79
5	68	Middle Temporal Gyrus	L	0.53	0.67
6	70	Superior Temporal Gyrus	L	0.60	0.67
7	79	Cingulate Gyrus	R	0.43	0.80
8	80	Precuneus	R	0.54	0.71
9	81	Cingulate Gyrus	L	0.43	0.79
10	84	Middle Front Gyrus	R	0.43	0.81
11	86	Superior Frontal Gyrus	L	0.26	0.87
12	93	Medial Frontal Gyrus	R	0.57	0.72
13	99	Medial Frontal Gyrus	L	0.5	0.77
14	103	Inferior Temporal Gyrus	R	0.38	0.83
15	113	Fusiform Gyrus	L	0.51	0.78
16	162	Middle Temporal Gyrus	R	0.61	0.62
17	198	Superior Frontal Gyrus	R	0.44	0.80
18	202	Thalamus	L	0.62	0.62
19	203	Thalamus	R	0.62	0.60



가설검증

- 결과의 통계적 유의성을 검증하기 위해 부트스트랩 테스트 방식을 사용함.
- 가설을 평가하기 위해 전체 데이터를 사용하여 복원추출을 통해 반복적으로 리샘플링 작업을 100번 실행하여 가설을 검증함.
- 리샘플링 반복이 많을수록 정규분포에 근접하며 통계적 검증이 가능함.
- 정확도 0.5가 분포의 마지막 5%에 위치한다면 귀무가설 기각 가능함.

Conclusion

- 아토피 피부염 환자와 정상인의 뇌의 어느 영역에서 시간적 특성의 차이를 보이는가?
* 정상인과 아토피 피부염 환자의 뇌 활성화정도가 시간적으로 가장 큰 차이를 보이는 영역은 Superior Frontal Gyrus 로써 87%의 정확도임.
- 본 연구결과를 통해 정상인과 아토피 피부염 환자의 뇌의 특정 영역에서 시간적 특성이 유의미한 차이를 보인다는 점을 확인 가능 함.
- 본 연구가 아토피의 신경과학적 원인을 이해하고 증상을 완화하는 기초 연구가 될 것으로 기대됨.

Acknowledgements

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (2021R1F1A1055814) and the Grand Information Technology Research Center support program (IITP-2020-0-01791) grant funded by the Korea government (MSIT).

Authors' email address

[Kyungsub Oh] dhrudtjq03@gmail.com

References

- [1] Yoon, D-E., Lee S., Kim J., Kim K., Park H-J., Lee I-S., & Chae Y. (2022). Altered functional connectivity and local brain spontaneous activity in patients with atopic dermatitis: A resting-state fMRI study. IASP 2022 World Congress on Pain.
- [2] Power, J. D., Cohen, A. L., Nelson, S. M., Wig, G. S., Barnes, K. A., Church, J. A., ... & Petersen, S. E. (2011). Functional network organization of the human brain. Neuron, 72(4), 665-678.
- [3] Van Houdt, G., Mosquera, C., & Nápoles, G. (2020). A review on the long short-term memory model. Artificial Intelligence Review, 53(8), 5929-5955