

13주차 과제

EEG 해석



과목: 생체신호해석

소속 대학: 순천향대학교

학과: 의공학과

학번: 20195293

이름: 정민섭

1. EEG_rest_s1과 EEG_rest_s2 사용

[Matlab code]

```
close all;
clear all;
clc;

%% EEG_task1_data 로드
fs = 500; %sampling rate
Fn = fs/2; % Nyquist Frequency에 의해 1/2로 나눈다.
load('EEG_task1_data.mat')

%% EEG signal(EEG_rest_s1)에 50Hz IIR Notch Filter 적용
wo = 50/Fn;
bw = wo/5;
[bn, an] = iirnotch(wo, bw);
EEG_notch = filtfilt(bn, an, EEG_rest_s1);

%% 5차 IIR 버터워스 HPF 적용
[b1, a1] = butter(5, 0.5/Fn, 'high');
EEG_HPF = filtfilt(b1, a1, EEG_notch);

%% 5차 IIR 버터워스 LPF 적용
[b2, a2] = butter(5, 30/Fn, 'low');
EEG_filtered = filtfilt(b2, a2, EEG_HPF);

%% 주파수 대역별 파워 계산
% Delta
p_delta_rest_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [0.5 4]);

% Theta
p_theta_rest_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [4 8]);

% Alpha
p_alpha_rest_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [8 16]);
```

```

% Beta
p_beta_rest_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [16 30]);
%% Display with topology map
figure;
subplot(2,2,1); eeg_topoplot(p_delta_rest_s1', ch_locs);
title('Delta (0.5 ~ 4Hz) band');
subplot(2,2,2); eeg_topoplot(p_theta_rest_s1', ch_locs);
title('Theta (4 ~ 8Hz) band');
subplot(2,2,3); eeg_topoplot(p_alpha_rest_s1', ch_locs);
title('Alpha (8 ~ 16Hz) band');
subplot(2,2,4); eeg_topoplot(p_beta_rest_s1', ch_locs);
title('Beta (16 ~ 30Hz) band');
sgtitle('S1 Resting state topology map');
%% EEG signal(EEG_rest_s2)에 50Hz IIR Notch Filter 적용
wo = 50/Fn;
bw = wo/5;
[bn, an] = iirnotch(wo, bw);
EEG_notch = filtfilt(bn, an, EEG_rest_s2);
%% 5차 IIR 버터워스 HPF 적용
[b1, a1] = butter(5, 0.5/Fn, 'high');
EEG_HPF = filtfilt(b1, a1, EEG_notch);
%% 5차 IIR 버터워스 LPF 적용
[b2, a2] = butter(5, 30/Fn, 'low');
EEG_filtered = filtfilt(b2, a2, EEG_HPF);
%% 주파수 대역별 파워 계산
% Delta
p_delta_rest_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [0.5 4]);
% Theta
p_theta_rest_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [4 8]);

```

```

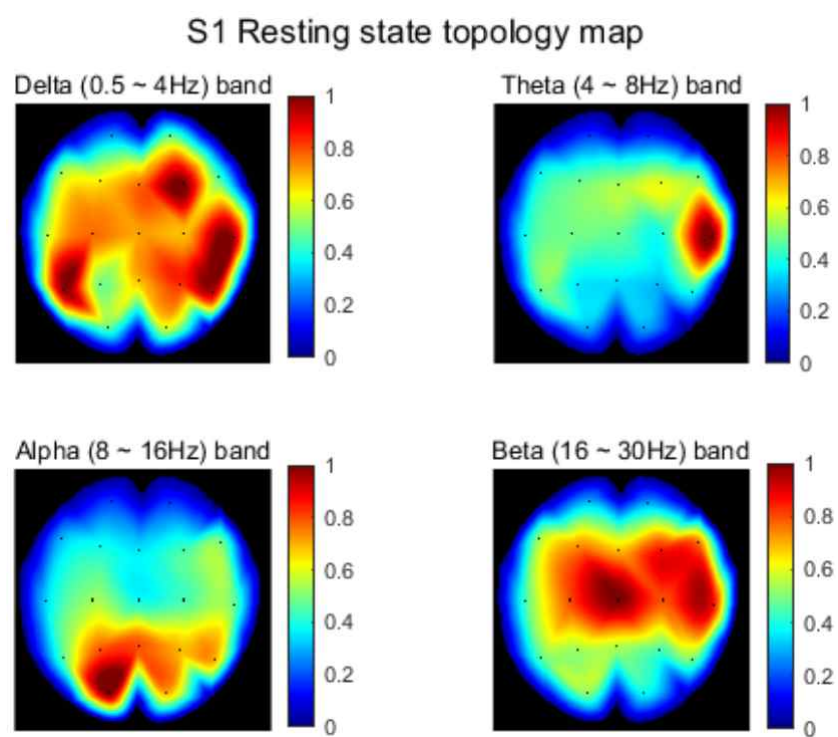
% Alpha
p_alpha_rest_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [8 16]);

% Beta
p_beta_rest_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [16 30]);

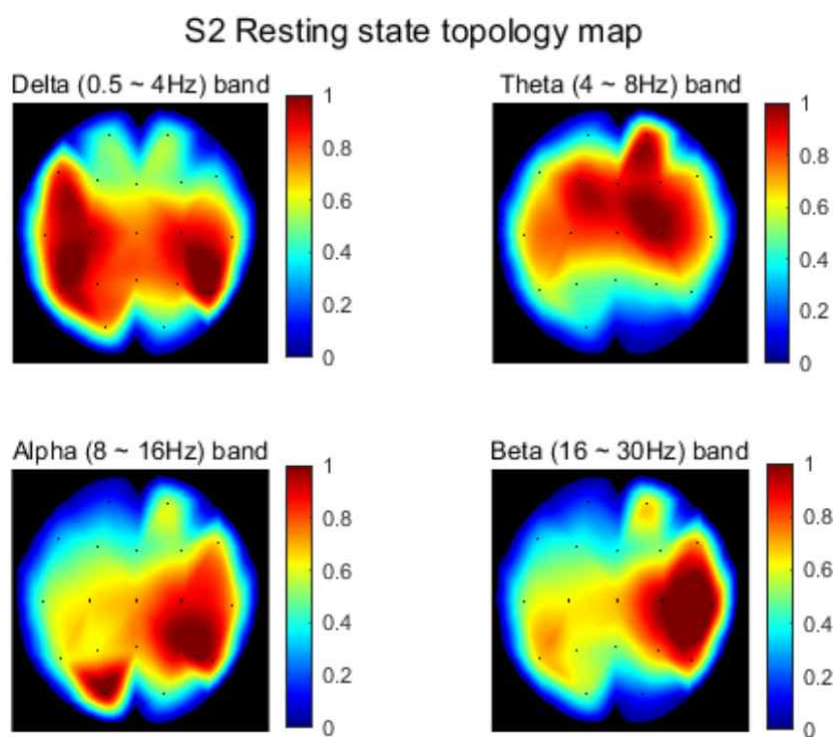
%% Display with topology map
figure;
subplot(2,2,1); eeg_topoplot(p_delta_rest_s2', ch_locs);
title('Delta (0.5 ~ 4Hz) band');
subplot(2,2,2); eeg_topoplot(p_theta_rest_s2', ch_locs);
title('Theta (4 ~ 8Hz) band');
subplot(2,2,3); eeg_topoplot(p_alpha_rest_s2', ch_locs);
title('Alpha (8 ~ 16Hz) band');
subplot(2,2,4); eeg_topoplot(p_beta_rest_s2', ch_locs);
title('Beta (16 ~ 30Hz) band');
sgtitle('S2 Resting state topology map');

```

[Figure]



<Fig 1. S1 Resting state topology map>



<Fig 2. S2 Resting state topology map>

[설명]

EEG를 분석하기 위해 EEG 데이터를 불러온다. 이 데이터셋의 전원 노이즈가 50Hz이므로 이를 제거하기 위해 subject 1과 2의 rest 상태 데이터에 cut off frequency가 50Hz인 IIR notch 필터를 적용한다. 그 후 Baseline의 drift를 제거하기 위해 cut off frequency가 0.5Hz인 5차 IIR 버터워스 High-pass Filter를 적용한다. 다음으로는 muscle artifact를 제거하기 위해 cut off frequency가 30Hz인 5차 IIR 버터워스 Low-pass Filter를 적용한다. 그 후 Delta, Theta, Alpha, Beta파의 활성도를 파악하기 위해 각각의 주파수 대역별로 bandpower를 계산하였다. 그 후 각각 뇌의 어느 부분이 주로 활성화되었는지 파악하기 쉽게 topology map으로 결과값들을 plot하여 각 주파수 대역별로 두피에 대한 전류의 밀도 분포와 각 채널이 두피의 어느 위치에 있는지 시각화하였다.

Figure 1은 subject 1의 rest 상태의 topology map이고 Figure 2는 subject 2의 rest 상태의 topology map이다. 결과를 살펴보면 붉은 색으로 표시된 곳이 활성도가 높은 부분이다. s1과 s2 모두 Delta 파와 Alpha파의 활성도는 높다. 또한 전두엽 부분에서의 Beta 파의 낮은 활성도를 보이고 있다. 이는 피험자들이 휴식상태에 있다는 것을 의미한다.

2. EEG_rest_s1, EEG_rest_s2, EEG_MA_s1,

EEG_MA_s2 사용

[Matlab code]

```
close all;
clear all;
clc;
%% EEG_task1_data 로드
fs = 500; %sampling rate
Fn = fs/2; % Nyquist Frequency에 의해 1/2로 나눈다.
load('EEG_task1_data.mat')
%% EEG signal(EEG_rest_s1)에 50Hz IIR Notch Filter 적용
wo = 50/Fn;
bw = wo/5;
[bn, an] = iirnotch(wo, bw);
EEG_notch = filtfilt(bn, an, EEG_rest_s1);
%% 5차 IIR 버터워스 HPF 적용
[b1, a1] = butter(5, 0.5/Fn, 'high');
EEG_HPF = filtfilt(b1, a1, EEG_notch);
%% 5차 IIR 버터워스 LPF 적용
[b2, a2] = butter(5, 30/Fn, 'low');
EEG_filtered = filtfilt(b2, a2, EEG_HPF);
%% 주파수 대역별 파워 계산
% Delta
p_delta_rest_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [0.5 4]);
% Theta
p_theta_rest_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [4 8]);
```

```

% Alpha
p_alpha_rest_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [8 16]);

% Beta
p_beta_rest_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [16 30]);

%% Display with topology map
figure;
subplot(2,2,1); eeg_topoplot(p_delta_rest_s1', ch_locs);
title('Delta (0.5 ~ 4Hz) band');
subplot(2,2,2); eeg_topoplot(p_theta_rest_s1', ch_locs);
title('Theta (4 ~ 8Hz) band');
subplot(2,2,3); eeg_topoplot(p_alpha_rest_s1', ch_locs);
title('Alpha (8 ~ 16Hz) band');
subplot(2,2,4); eeg_topoplot(p_beta_rest_s1', ch_locs);
title('Beta (16 ~ 30Hz) band');
sgtitle('S1 Resting state topology map');

%% EEG signal(EEG_rest_s2)에 50Hz IIR Notch Filter 적용
wo = 50/Fn;
bw = wo/5;
[bn, an] = iirnotch(wo, bw);
EEG_notch = filtfilt(bn, an, EEG_rest_s2);

%% 5차 IIR 버터워스 HPF 적용
[b1, a1] = butter(5, 0.5/Fn, 'high');
EEG_HPF = filtfilt(b1, a1, EEG_notch);

%% 5차 IIR 버터워스 LPF 적용
[b2, a2] = butter(5, 30/Fn, 'low');
EEG_filtered = filtfilt(b2, a2, EEG_HPF);

%% 주파수 대역별 파워 계산

% Delta
p_delta_rest_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [0.5 4]);

```



```

% Theta
p_theta_rest_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [4 8]);

% Alpha
p_alpha_rest_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [8 16]);

% Beta
p_beta_rest_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [16 30]);

%% Display with topology map
figure;
subplot(2,2,1); eeg_topoplot(p_delta_rest_s2', ch_locs);
title('Delta (0.5 ~ 4Hz) band');
subplot(2,2,2); eeg_topoplot(p_theta_rest_s2', ch_locs);
title('Theta (4 ~ 8Hz) band');
subplot(2,2,3); eeg_topoplot(p_alpha_rest_s2', ch_locs);
title('Alpha (8 ~ 16Hz) band');
subplot(2,2,4); eeg_topoplot(p_beta_rest_s2', ch_locs);
title('Beta (16 ~ 30Hz) band');
sgtitle('S2 Resting state topology map');

%% EEG signal(EEG_MA_s1)에 50Hz IIR Notch Filter 적용
wo = 50/Fn;
bw = wo/5;
[bn, an] = iirnotch(wo, bw);
EEG_notch = filtfilt(bn, an, EEG_MA_s1);

%% 5차 IIR 버터워스 HPF 적용
[b1, a1] = butter(5, 0.5/Fn, 'high');
EEG_HPF = filtfilt(b1, a1, EEG_notch);

%% 5차 IIR 버터워스 LPF 적용
[b2, a2] = butter(5, 30/Fn, 'low');
EEG_filtered = filtfilt(b2, a2, EEG_HPF);

%% 주파수 대역별 파워 계산

```

```

% Delta
p_delta_MA_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [0.5 4]);

% Theta
p_theta_MA_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [4 8]);

% Alpha
p_alpha_MA_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [8 16]);

% Beta
p_beta_MA_s1 = bandpower(EEG_filtered, fs, [16 30]);

%% Display with topology map
figure;
subplot(2,2,1); eeg_topoplot(p_delta_MA_s1', ch_locs);
title('Delta (0.5 ~ 4Hz) band');
subplot(2,2,2); eeg_topoplot(p_theta_MA_s1', ch_locs);
title('Theta (4 ~ 8Hz) band');
subplot(2,2,3); eeg_topoplot(p_alpha_MA_s1', ch_locs);
title('Alpha (8 ~ 16Hz) band');
subplot(2,2,4); eeg_topoplot(p_beta_MA_s1', ch_locs);
title('Beta (16 ~ 30Hz) band');
sgtitle('S1 Attention state topology map');

%% EEG signal(EEG_MA_s2)에 50Hz IIR Notch Filter 적용
wo = 50/Fn;
bw = wo/5;
[bn, an] = iirnotch(wo, bw);
EEG_notch = filtfilt(bn, an, EEG_MA_s2);

%% 5차 IIR 버터워스 HPF 적용
[b1, a1] = butter(5, 0.5/Fn, 'high');
EEG_HPF = filtfilt(b1, a1, EEG_notch);

%% 5차 IIR 버터워스 LPF 적용
[b2, a2] = butter(5, 30/Fn, 'low');

```

```

EEG_filtered = filtfilt(b2, a2, EEG_HPF);
%% 주파수 대역별 파워 계산
% Delta
p_delta_MA_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [0.5 4]);
% Theta
p_theta_MA_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [4 8]);
% Alpha
p_alpha_MA_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [8 16]);
% Beta
p_beta_MA_s2 = bandpower(EEG_filtered, fs, [16 30]);
%% Display with topology map
figure;
subplot(2,2,1); eeg_topoplot(p_delta_MA_s2', ch_locs);
title('Delta (0.5 ~ 4Hz) band');
subplot(2,2,2); eeg_topoplot(p_theta_MA_s2', ch_locs);
title('Theta (4 ~ 8Hz) band');
subplot(2,2,3); eeg_topoplot(p_alpha_MA_s2', ch_locs);
title('Alpha (8 ~ 16Hz) band');
subplot(2,2,4); eeg_topoplot(p_beta_MA_s2', ch_locs);
title('Beta (16 ~ 30Hz) band');
sgtitle('S2 Attention state topology map');
%% Resting state 와 Attention state의 차이를 볼 수 있도록
% band power difference를 계산하여 topoplgy map을 그림
p_delta_diff = p_delta_MA_s2 - p_delta_rest_s2;
p_theta_diff = p_theta_MA_s2 - p_theta_rest_s2;
p_alpha_diff = p_alpha_MA_s2 - p_alpha_rest_s2;
p_beta_diff = p_beta_MA_s2 - p_beta_rest_s2;
figure;
subplot(2,2,1); eeg_topoplot(p_delta_diff', ch_locs);

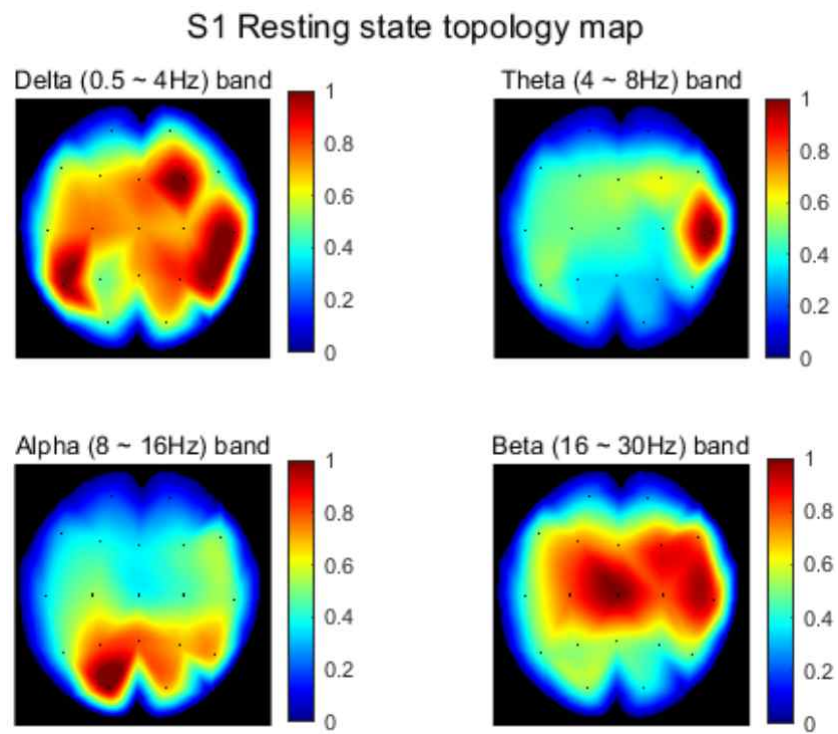
```

```

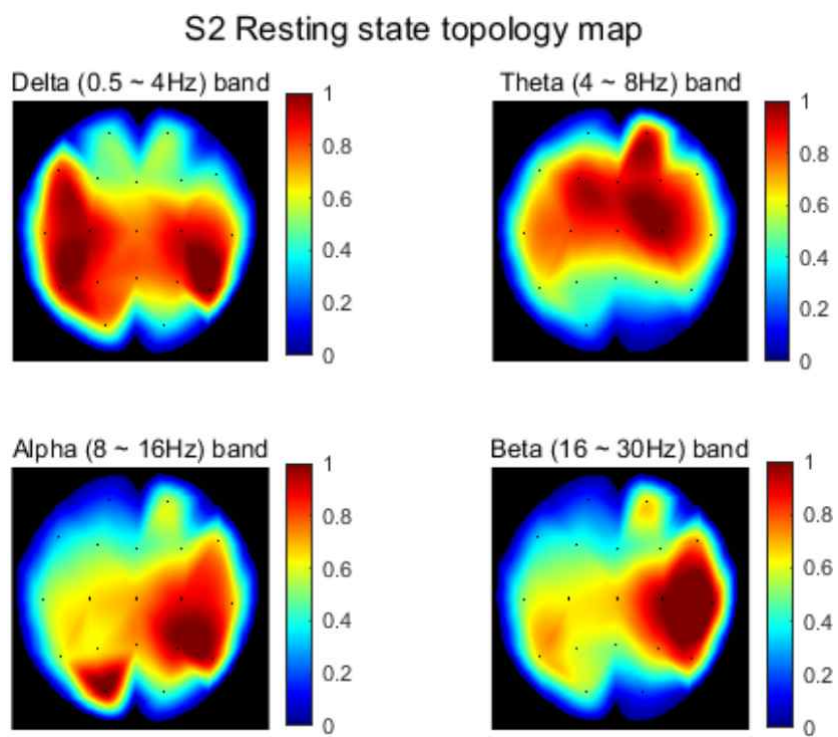
title('Delta (0.5 ~ 4Hz) band');
subplot(2,2,2); eeg_topoplot(p_theta_diff, ch_locs);
title('Theta (4 ~ 8Hz) band');
subplot(2,2,3); eeg_topoplot(p_alpha_diff, ch_locs);
title('Alpha (8 ~16Hz) band');
subplot(2,2,4); eeg_topoplot(p_beta_diff, ch_locs);
title('Beta (16 ~ 30Hz) band');
sgtitle('Difference S2(MA vs Resting) topology map');
%% Bad performer 와 Good performer의 차이를 볼 수 있도록
% band power difference를 계산하여 topoplogy map을 그림
p_delta_diff = p_delta_MA_s2 - p_delta_MA_s1;
p_theta_diff = p_theta_MA_s2 - p_theta_MA_s1;
p_alpha_diff = p_alpha_MA_s2 - p_alpha_MA_s1;
p_beta_diff = p_beta_MA_s2 - p_beta_MA_s1;
figure;
subplot(2,2,1); eeg_topoplot(p_delta_diff, ch_locs);
title('Delta (0.5 ~ 4Hz) band');
subplot(2,2,2); eeg_topoplot(p_theta_diff, ch_locs);
title('Theta (4 ~ 8Hz) band');
subplot(2,2,3); eeg_topoplot(p_alpha_diff, ch_locs);
title('Alpha (8 ~16Hz) band');
subplot(2,2,4); eeg_topoplot(p_beta_diff, ch_locs);
title('Beta (16 ~ 30Hz) band');
sgtitle('Difference MA(S1 vs S2) topology map');

```

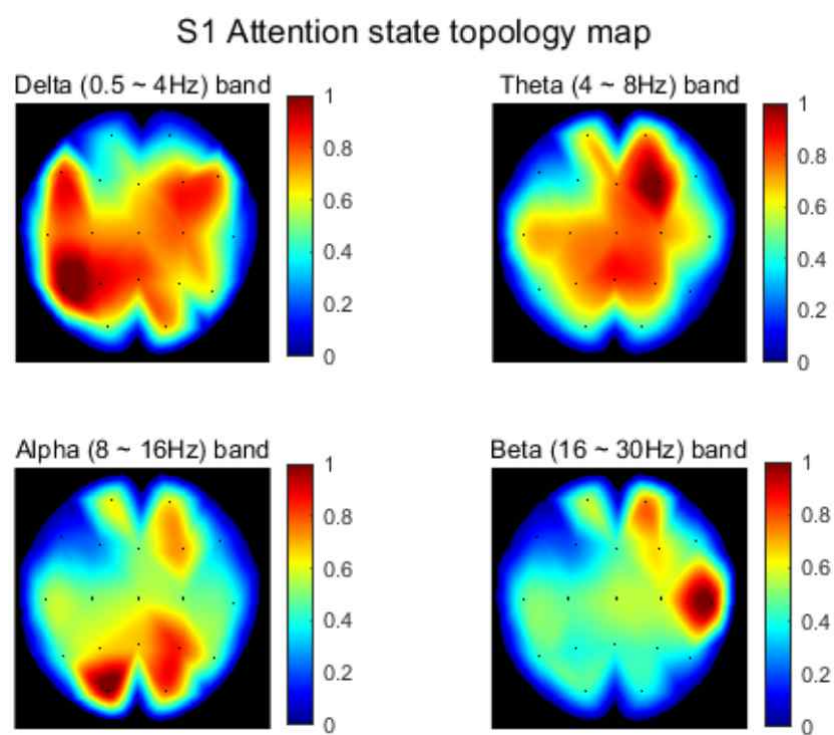
[Figure]



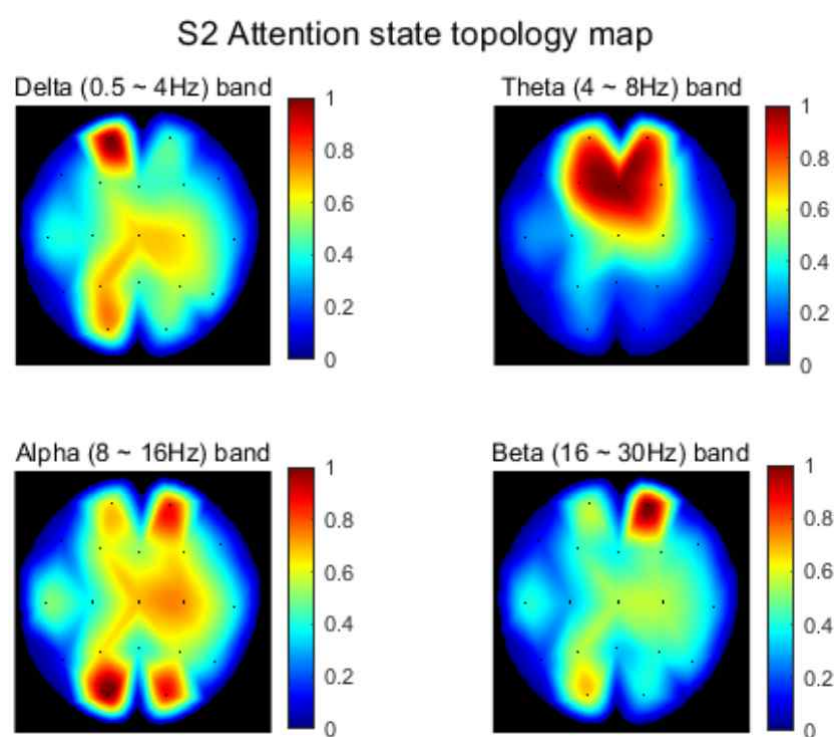
<Fig 1. S1 Resting state topology map>



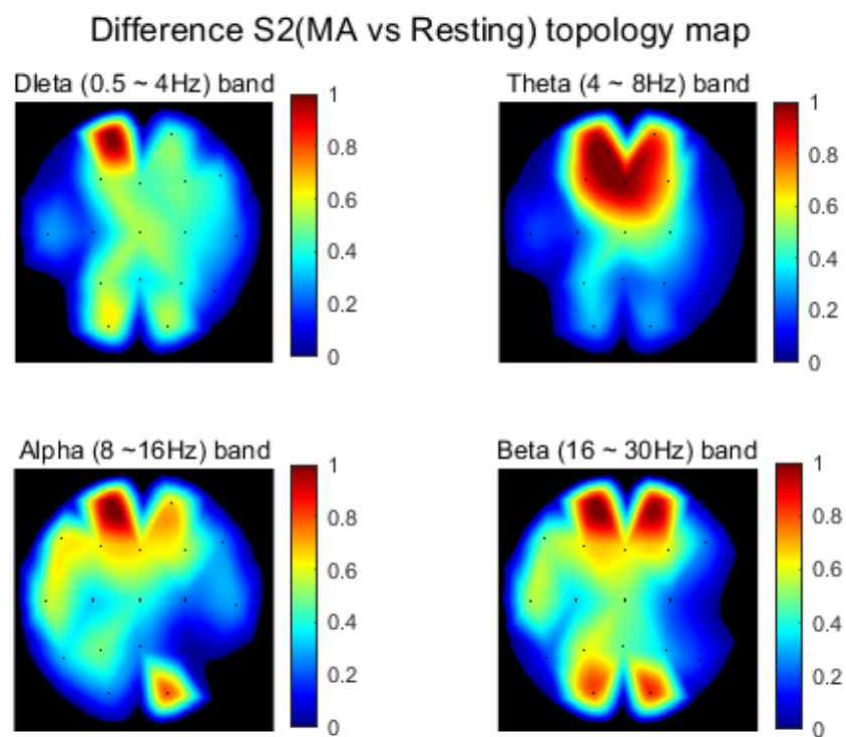
<Fig 2. S2 Resting state topology map>



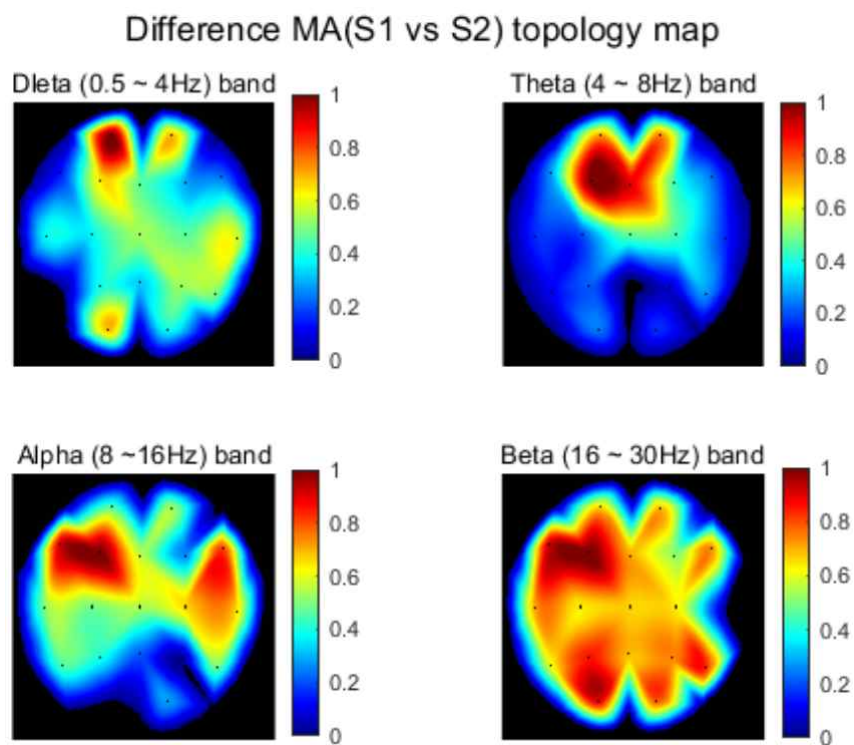
<Fig 3. S1 Attention state topology map>



<Fig 4. S2 Attention state topology map>



<Fig 5. Difference S2(MA vs Resting) topology map>



<Fig 6. Difference MA(S1 vs S2) topology map>

[설명]

EEG를 분석하기 위해 EEG 데이터를 불러온다. 이 데이터셋의 전원 노이즈가 50Hz이므로 이를 제거하기 위해 subject 1과 2의 rest 상태 데이터와 task 수행중일때의 데이터에 모두 cut off frequency가 50Hz인 IIR notch 필터를 적용한다. 그 후 Baseline의 drift를 제거하기 위해 cut off frequency가 0.5Hz인 5차 IIR 버터워스 High-pass Filter를 적용한다. 다음으로는 muscle artifact를 제거하기 위해 cut off frequency가 30Hz인 5차 IIR 버터워스 Low-pass Filter를 적용한다. 그 후 Delta, Theta, Alpha, Beta파의 활성도를 파악하기 위해 각각의 주파수 대역별로 bandpower를 계산하였다.

그 후 각각 뇌의 어느 부분이 주로 활성화되었는지 파악하기 쉽게 topology map으로 결과값들을 plot하여 각 주파수 대역별로 두피에 대한 전류의 밀도 분포와 각 채널이 두피의 어느 위치에 있는지 시각화하였다.

마지막으로 subject 2가 Resting state일때와 Attention state일때의 차이를 비교하기 위해 두 상태에서 각 주파수 대역의 파워차이를 계산하였다. 또한 subject 1과 subject 2의 Attention state 간의 차이를 나타내기 위해 Attention state의 subject 1과 subject 2의 각 주파수 대역의 파워차이를 계산하였다. 계산된 결과값들은 모두 topology map으로 시각화하여 차이를 알기 쉽게 시각화하였다.

[Resting State]

Figure 1은 subject 1의 rest 상태의 topology map이고 Figure 2는 subject 2의 rest 상태의 topology map이다. 결과를 살펴보면 붉은 색으로 표시된 곳이 활성도가 높은 부분이다. s1과 s2 모두 Delta 파와 Alpha파의 활성도는 높다. 또한 전두엽 부분에서의 Beta파의 낮은 활성도를 보이고 있다. 이는 피험자들이 휴식상태에 있다는 것을 의미한다.

[Attention State]

Figure 3은 subject 1의 Attention state 상태의 topology map이고 Figure 4는 subject 2의 Attention state 상태의 topology map이다. 결과를 살펴보면 붉은 색으로 표시된 곳이 활성도가 높은 부분이다. s1과 s2 모두 Delta 파와 Alpha파의 활성도는 낮아지고, 전두엽

에서의 Theta파와 Beta파의 활성도가 증가하였다. 이는 피험자들이 Task를 수행하고 있어, 집중하고 있다는 것을 의미한다.

[s2(MA vs Resting)]

Figure 5는 subject 2의 rest 상태일때와 Attention state 상태의 EEG의 변화를 알아보고자, 각 주파수대 파워를 Attention state에서 rest state 만큼 뺀 수치를 plot한 topology map이다. task를 수행함으로써 Beta파 같은 경우에는 전두엽에서의 활성도가 확연하게 증가하였다. 또한 Alpha파 같은 경우를 보면 왼쪽 전두엽이 확연히 증가하였고 Theta파도 마찬가지로 prefrontal쪽에서의 활성도가 증가한 것을 볼 수 있다. 따라서 무언가에 집중할 때는 전두엽쪽에서 Theta파와 Beta파의 활성도가 높게 나타난다는 것을 알 수 있다.

[Attention state (s1 vs s2)]

Figure 6은 subject 1과 subject 2의 Attention state 상태의 EEG의 변화를 알아보고자, 각 주파수대 파워를 subject 2에서 subject 1만큼 뺀 수치를 plot한 topology map이다. Beta파 같은 경우에는 subject 2가 상대적으로 높은 결과를 보여줬고, 이를 통해 subject 2가 더 높은 수행능력을 보유하고 있다는 것을 알 수 있다. 또한 Alpha파와 Theta파의 활성도도 subject 2가 더 높았다. sustained attention과 관련이 있는 Alpha파와 Theta파에 있어서 subject 2가 더 높은 활성도를 보였다는 것은, 어떤 것에 집중을 잘해서 더 좋은 퍼포먼스를 낼 수 있는 능력이 subject 1보다 subject 2가 더 좋은 능력을 갖고 있음을 뜻한다.