

Progetto di Laboratorio

1

ISTRUZIONI

Il progetto può essere svolto da soli o in gruppo (max 3 persone). Ogni gruppo ha la possibilità di scegliere uno dei due progetti proposti: entrambi i progetti prevedono l'analisi di un set di dati (di cui è fornita la descrizione del design sperimentale). I risultati ottenuti dall'elaborazione saranno discussi durante la presentazione del progetto che si terrà lo stesso giorno dell'esame orale. L'esposizione è singola con eventuale ausilio di diapositive riassuntive (max 10 diapositive in italiano o inglese a piacimento, max 10 min. Le diapositive possono essere comuni nel gruppo). Lo script prodotto durante il progetto potrebbe essere oggetto di domande aggiuntive. Il progetto richiederà tutte le abilità e le conoscenze acquisite durante le lezioni e i laboratori.

Come preparare le diapositive riassuntive

Illustrare in breve le seguenti parti:

- descrivere lo scopo del progetto;
- descrivere la tecnica utilizzata per l'analisi del dato, in tutte le sue fasi (parametri utilizzati ed ipotesi) dettagliando, ove possibile, le problematiche affrontate e come sono state risolte;
- presentare i risultati (descrizione quantitativa dei risultati supportata da figure e/o tabelle che li sintetizzino);
- discutere i risultati (interpretazione dei risultati ottenuti).

Valutazione del Progetto

La valutazione si baserà sulle capacità di argomentare in modo chiaro e sintetico le scelte effettuate e i risultati ottenuti e di organizzare il materiale (testo e figure) in modo efficace. E' assegnato un voto in decimi.

Progetto di Laboratorio N. 1

2

DESCRIZIONE PROGETTO

L'esercizio consiste nell'analizzare dei dati elettroencefalografici (EEG) che descrivono l'attività cerebrale di un soggetto volontario durante l'esecuzione di un compito (apertura e chiusura degli occhi) e nell'identificare le regioni cerebrali coinvolte in tal compito.

Data set: `testeeglaboratorio.set`, `testeeglaboratorio.fdt` (Moodle)

Descrizione dei dati: i dati EEG sono stati acquisiti in un soggetto sano usando il sistema EEG EbNeuro S.P.A. (Italy) con cuffia a 21 canali (19+REF+GND). Il dato contiene già le rispettive locazioni dei canali EEG (`Standard-10-20-Cap19.locs`) e gli eventi di chiusura degli occhi "2" eyes closed (EC) e di apertura "4" eyes open (EO). La frequenza di campionamento è di 128 Hz. Il paradigma sperimentale ha un design a blocchi così definito: un periodo ad occhi chiusi di 20 s alternato ad un periodo di 20 s ad occhi aperti. In totale sono stati acquisiti circa 4 min e 25 s di tracciato alternando 6 blocchi ad occhi chiusi e 6 blocchi ad occhi aperti (l'EEG complessivo dura oltre i 13 minuti).

CONSEGNA. Scrivere il seguente script Matlab:

(si possono utilizzare le funzioni EEGLAB ove possibile)

1. Caricare in Matlab il dato e visualizzarlo. Commentare le modifiche dell'attività cerebrale nelle due diverse condizioni. Sono presenti degli artefatti?
2. Rimuovere la baseline da tutti i canali senza utilizzare la funzione di eeglab. Controllare il risultato.
3. Filtrare il dato nel range in frequenza 1-25 Hz applicando separatamente un **highpass** filter (EEGLAB) e un **lowpass** filter (utilizzare un filtro FIR con filtraggio Back-Forward implementato a Lezione). Se il risultato del filtraggio non fosse soddisfacente, si lascia la libertà di progettare ed applicare un altro tipo di filtro tra quelli visti a lezione, usando le funzioni di Matlab.
4. Re-referenziare il dato usando la referenza media. Controllare il risultato.
5. Interpolare eventuali bad channel. Controllare il risultato.
6. Filtrare il dato da eventuali artefatti presenti nel tracciato tramite l'analisi delle componenti indipendenti (ICA) come metodo di denoising (usare la plug-in di EEGLab *fastica*). Visualizzare le componenti ed identificare quelle contenenti artefatti (es. artefatto oculare, artefatto da movimento, artefatto da battito cardiaco ecc.). Eliminare le componenti identificate come rumore, visualizzare l'EEG dopo il denoising e controllare il risultato.
7. Estrarre tutti i tipi di epoche dopo gli eventi. Estrarre le epoche sincrone all'evento "2" e "4" da 0 a 2 s dopo l'evento. Selezionare le epoche di tipo "2" EC e visualizzarle. Selezionare le epoche di tipo "4" EO e visualizzarle (**nota bene:** per selezionare le epoche di tipo "4" è necessario utilizzare il dataset che contiene tutte le epoche).
8. Calcolare la densità spettrale di potenza media separatamente per le epoche di tipo "2" e le epoche "4", rispettivamente. Consiglio: utilizzare una colorbar comune per entrambe le mappe topografiche. Commentare il risultato ottenuto.
9. Discutere complessivamente i risultati ottenuti (ci sono differenze tra le due condizioni, in quale banda in frequenza, quali elettrodi sono coinvolti ecc.).

Progetto di Laboratorio N. 2

3

DESCRIZIONE PROGETTO

L'esercizio consiste nell'analizzare dei dati di risonanza magnetica funzionale (fMRI) che descrivono l'attività cerebrale di un soggetto volontario durante l'esecuzione di un compito (esecuzione del movimento della mano destra) e nell'identificare le regioni cerebrali coinvolte in tal compito.

Data set: [EP1_structuralMRI.nii.gz](#), [EP1_fMRI_task.nii.gz](#) (Moodle)

Descrizione dei dati: i dati MRI e fMRI sono stati acquisiti in un soggetto sano usando il sistema MRI Allegra 3T MAGNETOM (Siemens, Erlangen, Germania). È stata acquisita una scansione anatomica pesata in T1 (160 fette, tempo di ripetizione (TR) = 2300 ms, tempo di echo (TE) = 3 ms; spessore della fetta di 1 mm; orientamento sagittale della fetta). È stata acquisita una sequenza BOLD-fMRI convenzionale con i seguenti parametri: TR = 2610 ms; TE = 30 ms; 36 fette "interleaved" in ordine crescente, $3 \times 3 \times 3 \text{ mm}^3$, orientamento assiale della fetta. Il paradigma sperimentale ha un design a blocchi così definito: un periodo di riposo di 26.1 s (10 volumi) seguito da un periodo di 26.1 s (10 volumi) di movimento. Il compito consiste nell'apertura e chiusura della mano destra a una frequenza di 1 Hz (metro-nomo). In totale sono stati acquisiti 100 volumi alternando 5 blocchi di riposo e 5 blocchi di movimento. Il numero totale di voxel è di 14.745.600 (=64x64x36x100).

CONSEGNA. Scrivere il seguente script Bash:

(si possono utilizzare i comandi di FSL ove possibile)

1. Caricare i dati MRI strutturali e funzionali. Riorientare i dati strutturali e visualizzarli con un contrasto corretto. Alcuni artefatti sono visibili sulla superficie dello scalpo. Quale potrebbe essere la loro origine? Commentare.
2. Estrarre dai dati strutturali full-head solo la struttura riguardante il brain. Commentare la qualità dell'estrazione del cervello (brain extraction).
3. Applicare ai dati funzionali un preprocessing standard: motion correction, slice timing correction, temporal filtering, spatial smoothing. Registrare i dati funzionali ai dati strutturali ad alta risoluzione ed infine normalizzarli allo spazio MNI standard (2 mm).
4. Eseguire l'analisi general linear model (GLM): costruire il modello o design matrix usando il protocollo a blocchi presente nella cartella dei dati ([Protocol.txt](#), il protocollo dato è corretto?), la risposta emodinamica (double gamma without temporal derivative) e aggiungendo i parametri di movimento standard come confound. **Nota bene:** è possibile adattare il file [design.fsf](#) creato durante il Lab 5, evitando quindi l'utilizzo dell'interfaccia FSL, ma è necessario prestare particolare attenzione alla modifica di alcuni campi del file, ad es. percorsi e nomi dei file, numero di parametri da stimare, numero di voxel complessivi, confound aggiuntivi da introdurre ecc. **Per semplicità il punto 3 può essere svolto assieme al 4 utilizzando il file di design.**
5. Registrare le mappe di attivazione BOLD allo spazio standard (applicare una fase inter-media e non una registrazione diretta).
6. Controllare i risultati ed infine mascherare la parte dell'attivazione esterna allo spazio cerebrale.
7. Identificare le regioni attive usando un atlante anatomico che riporta il numero di voxel all'interno di ciascun cluster di attivazione e commentare il risultato ottenuto.
8. Discutere complessivamente i risultati ottenuti (tipo di attivazione, principali aree cerebrali coinvolte, qual è la funzione di queste aree ecc.).