

## USO DEL SISTEMA DI NEURONAVIGAZIONE SOFTAXIC CON IMMAGINI RM

Procedura:

- Avviare il software di neuronavigazione SofTactic Optic
  - Cliccare sulla voce NEW SUBJECT nella finestra principale e recuperare i file di dati → crea un nuovo set di dati importando le immagini RM di un nuovo soggetto in vari formati (DICOM, Analyze, NiftI)
  - Dopo la selezione del file di dati del nuovo soggetto, inizia una procedura guidata chiamata “New dataset”, divisa in 7 passaggi descritti nei prossimi paragrafi. La procedura può essere interrotta premendo ABORT in qualsiasi momento nell’angolo inferiore sinistro della finestra.
  - NEW DATASET (1/7) DATI DEL SOGGETTO → il nome del set di dati è generato automaticamente. L’utente può decidere se compilare anche gli altri campi (scrivendo il nome, questo verrà aggiunto automaticamente al nome del set di dati)
  - NEW DATASET (2/7) PULIZIA DELL’IMMAGINE ED ORIENTAMENTO DEI PIANI → cliccando sul pulsante next si arriva al passo 2. Qui è possibile regolare l’orientamento dei piani della RM e l’orientamento sinistra/destra. La luminosità ed il contrasto si possono regolare manualmente usando i cursori nel pannello di destra. A questo punto il software elabora una prima ricostruzione dello scalpo del soggetto in un modello 3D. L’utente può modificare la soglia per la ricostruzione 3D: un valore più alto contribuisce a rimuovere gli artefatti da rumore, ma se eccessivo scava la pelle del soggetto e può generare imprecisioni nella procedura di coregistrazione successiva. L’ordine dei piani della RM nei 3 riquadri visualizzati dovrebbe essere: piano sagittale con naso a destra nel riquadro in alto a sinistra, piano coronale con testa in su nel riquadro in alto a destra, piano assiale con naso in su nel riquadro in basso a destra. In caso contrario è possibile reimpostare i piani selezionando l’orientamento attuale tra le voci del menù a tendina “choose orientation”. Cliccando su “Re-orient by labels”, la RM sarà riorientata e il modello 3D sarà ricalcolato. Non appena pronto il modello 3D sarà visualizzato nel riquadro in basso a sinistra. E’ possibile ruotarlo con il mouse, cliccando sulla testa e spostandosi nella direzione desiderata. Cliccando sul pulsante 3D nella barra in alto a sinistra della finestra, la vista 3D sarà ingrandita.
  - NEW DATASET (3/7) PUNTI DI RIFERIMENTO CRANIOMETRICI → cliccando sul pulsante next si arriva al passo 3. Questo passo prevede la localizzazione e la registrazione manuale di 3 punti di riferimento sull’immagine RM o sul modello 3D dello scalpo (si consiglia di passare alla vista 3D per visualizzare la testa del soggetto in modo più dettagliato e registrare le posizioni ed utilizzare la visione dell’immagine RM come controllo): Nasion (N), preauricolare sinistro (A1) e preauricolare destro (A2). Il procedimento per localizzare e registrare questi punti è il seguente:
    - Selezionare il nome del riferimento da localizzare nel pannello di sinistra (durante la selezione, l’utente può passare da un punto all’altro in qualsiasi momento)
    - Usare il mouse per localizzarlo sull’immagine RM o sul modello 3D dello scalpo
    - Cliccare per registrare la posizione del punto di riferimento
- (!)Per garantire la massima precisione durante la neuronavigazione, è fondamentale collocare N, A1 e A2 in punti del modello 3D che siano anche facilmente riconoscibili sullo scalpo del soggetto durante la procedura di coregistrazione.
- NEW DATASET (4/7) PUNTI DI RIFERIMENTO NEUROANATOMICI → cliccando sul pulsante next si arriva al passo 4. Questo passo calcola lo spazio di Talairach in base alla commessura anteriore e posteriore (AC, PC) e ad una posizione interemisferica (IH). Per mappare lo spazio di Talairach sulle RM del soggetto è necessario registrare alcune strutture cerebrali specifiche: AC, PC e IH. Il software visualizza uno schema grafico nel pannello di sinistra per facilitare la localizzazione di AC e PC. Per localizzare questi punti l’utente può navigare tra le fette, quindi cliccare sul punto desiderato per registrarlo. Per quanto riguarda la registrazione di IH, è meglio

localizzarla sul piano coronale e deve essere centrata tra i due emisferi del cervello. La posizione di IH non deve trovarsi al di sotto di AC e PC.

- **NEW DATASET (5/7) ESTRAZIONE BET2 E PULIZIA DELL'IMMAGINE** → cliccando sul pulsante next si arriva al passo 5. In questa fase è possibile procedere all'estrazione del cervello e alla ricostruzione del suo modello 3D utilizzando una procedura automatica per segmentare il cervello dallo scalpo: il Brain Extraction Tool versione 2 (BET2; se può interessare la relazione tecnica al riguardo vi lascio il link: <http://www.fmrib.ox.ac.uk/datasets/techrep/tr06mp1/tr06mp1.pdf> ). Il parametro principale di questa procedura è la scelta di un "Centre of gravity": in generale, è bene scegliere un punto vicino al corpo calloso (in automatico vi usa le coordinate di IH, quindi non è necessario impostarlo). Premere "Compute" per avviare il BET2. Alla fine del processo, nel riquadro in basso a sinistra sarà visualizzata la ricostruzione 3D del cervello del soggetto.
- **NEW DATASET (6/7) MODIFICAZIONE SOGLIE PER RICOSTRUZIONE 3D** → cliccando sul pulsante next si arriva al passo 6. Si può quindi modificare le soglie per la ricostruzione 3D del cervello: i parametri min/max delle soglie regolano i livelli di grigio, per guidare l'algoritmo nella rilevazione dei contorni.  
(!)Fino a questo passaggio è possibile svolgere la procedura in assenza del soggetto
- **NEURONAVIGAZIONE – COREGISTRAZIONE (7/7)** → cliccando sul pulsante next si arriva al passo 7. L'utente seguirà anche in questo caso una procedura guidata. Innanzitutto comparirà una schermata temporanea che chiederà di far indossare al soggetto l'indicatore di posizione della testa. Fatto questo, è necessario avviare la comunicazione con il digitizer ottico cliccando sull'apposita icona nella parte inferiore destra della finestra principale. Quindi si dovrà localizzare con lo stylus i punti craniometrici N, A1 e A2, e acquisirli con il pulsante "acquire point". Una volta acquisito il Nasion, il valore nel campo "Distance gaps" indicherà la precisione della localizzazione di A1 e A2 sullo scalpo del soggetto, confrontandolo con lo stesso punto definito in precedenza sul modello 3D. In base al valore rilevato, questo può essere rosso (accuratezza >5 mm), giallo (2.5 mm <accuratezza <5mm) o verde (<2.5 mm). Dopo aver registrato i 3 punti craniometrici si può procedere premendo "Confirm registration". A questo punto, si può scegliere di perfezionare la coregistrazione e migliorarne l'accuratezza selezionando "Best Fit" (consigliato perchè contribuisce in modo significativo all'accuratezza della neuronavigazione), oppure di proseguire cliccando "Next".  
Se si sceglie l'opzione BEST FIT, il software chiede di registrare manualmente la posizione di 12 punti di riferimento sullo scalpo, usando lo stylus. Nella parte destra della finestra principale è visualizzato un radar con una sfera che rappresenta la posizione dello stylus rispetto al punto specifico da acquisire. Quando la sfera da rossa diventa verde, l'utente può premere "Acquire" per registrare la posizione attuale e passare al punto successivo. Durante l'acquisizione di questi punti di riferimento, il software mostra anche il valore di errore locale (nel pannello di sinistra). Si tratta della distanza euclidea minima tra il punto di riferimento localizzato sullo scalpo del soggetto e il relativo modello 3D ricostruito. Terminata l'acquisizione dei 12 punti, premere il pulsante "Next" per avviare il calcolo. La procedura di Best Fit mostra quindi i risultati, indicando l'errore medio in mm prima (Old) e dopo (New) il calcolo. Premendo "Yes", l'utente può applicare i risultati della procedura. Inoltre, si può decidere di svolgere ulteriori procedure di Best Fit per migliorare ulteriormente l'accuratezza della coregistrazione. Altrimenti premendo "No", si ripete l'acquisizione dei punti di riferimento sullo scalpo. Alla fine della procedura premere "End" per avviare la neuronavigazione.
- **NEURONAVIGAZIONE – MODALITA' DI CATTURA E RIPOSIZIONAMENTO** → Prima di procedere è necessario caricare le calibrazioni relative al coil che si desidera utilizzare, selezionando la scheda Items nella parte sinistra della finestra di navigazione e successivamente il tasto "Calibrate". Si apre dunque una nuova finestra che permette, cliccando nuovamente sulla scheda Items, di caricare attraverso il comando "load" le calibrazioni riguardanti il coil di interesse (caricare sia il file .calx riguardante lo stylus, sia quello riguardante il coil1 e il coil 2, indistintamente da quale sia l'elemento da riposizionare). Una volta terminato il caricamento delle calibrazioni, uscire dalla procedura di calibrazione. Ci si troverà nuovamente nella finestra principale di navigazione e

cliccando “continue session” è possibile ripristinare la sessione di neuronavigazione in corso. A questo punto l’utente può scegliere tra due modalità di lavoro cattura (“capture”) e riposizionamento (“navigation”), selezionabili nel pannello di sinistra Points della finestra principale.

La modalità di cattura serve a registrare posizioni sullo scalpo o il cervello usando direttamente il mouse (quindi direttamente sull’immagine RM o sulla ricostruzione 3D), lo stylus o il coil. Una volta localizzato il punto, il sistema catturerà e salverà la posizione premendo il pulsante “acquire new”.

La scheda points contiene il selettore per passare dalla modalità di cattura a quella di navigazione, insieme all’elenco dei punti acquisiti. Ogni riga della tabella rappresenta una posizione registrata e ogni colonna indica lo strumento usato per marcarla. Selezionando una posizione registrata nella tabella, i relativi dati spaziali saranno visualizzati nella parte inferiore del pannello, Ogni posizione ha un ID univoco e modificabile manualmente (modificando il campo ID e premendo “update”). In modalità di cattura, se si seleziona il modello 3D dello scalpo (in alto a sinistra), sotto il campo ID saranno visualizzati i dati spaziali di S (coordinate x, y, z della proiezione degli indicatori di posizione o del focus del coil sul modello 3D dello scalpo), se invece si seleziona il modello 3D del cervello saranno visualizzati i dati di B e Bt (coordinate x, y, z della posizione del target sul modello 3D del cervello e coordinate riferite al sistema stereotassico di Talairach). Selezionando la casella “shared” è possibile rendere visibile la posizione selezionata in ogni sessione di navigazione svolta con lo stesso set di dati. Utile se dovete usare la medesima posizione sullo stesso soggetto per diverse sessioni. I pulsanti import/export permettono di importare o esportare i dati spaziali della posizione da o verso un file XML, per condividerli tra diversi soggetti.

In modalità navigazione, una volta selezionata una posizione registrata nella tabella points (cliccando sulla spunta verde di una delle celle), si attiva la visualizzazione dei radar per guidare visivamente il riposizionamento rispetto alla posizione acquisita in precedenza. Una sfera rossa/verde mostra la posizione attuale dell’indicatore: se la distanza tra quest’ultima e la posizione precedente rientra nella soglia massima in mm (“max distance” impostabile con il comando a destra, di default vengono usati 3 mm) la sfera sarà verde, altrimenti sarà rossa. Il radar contiene anche 3 frecce rosse/verdi (superiore, destra ed inferiore) per controllare gli angoli di Eulero detti di imbardata, rollio e beccheggio relativi all’orientamento spaziale dello stylus/coil. Se la differenza tra angolo di eulero attuale e il precedente rientra nella soglia di raggio massima in gradi (“max radius” impostabile nel pannello di destra), la freccia sarà verde altrimenti sarà rossa. Un elemento si considerato riposizionato correttamente se la sfera e le tre frecce sono verdi.

(!) Nel caso di esperimenti che prevedano più sessioni, sarà sufficiente premere “Open Subject” nella finestra principale del software di neuronavigazione per caricare il set di dati di un soggetto già esistente in memoria e, seguendo la procedura ridotta, sarà possibile avviare una nuova sessione di neuronavigazione.