

LABORATORIO 2

Introduzione

L'obiettivo di questo laboratorio è di acquisire i segnali elettromiografici (EMG) dei muscoli dell'avambraccio al fine di realizzare un classificatore per il controllo mioelettrico. Saranno delineati i passaggi necessari per condurre la raccolta dati (sotto la supervisione del Prof. Matteo Raggi) e le domande sperimentali da analizzare.

Materiale

Segue un elenco del materiale necessario per l'esperienza in laboratorio.

- Amplificatore per segnali EMG Cometa (frequenza di campionamento 2 kHz),
- Elettrodi di forma circolare (~40 mm diametro),
- Pasta abrasiva,
- Personal Computer con Matlab per l'analisi dei dati.

Operazioni preliminari

Prima di procedere con l'acquisizione dei segnali EMG è necessario seguire i seguenti step.

- Preparare la cute nella zona interessata mediante un delicato processo di abrasione del primo strato dell'epidermide, seguito da una scrupolosa pulizia con pasta abrasiva.
- Posizionare gli elettrodi circolari attorno all'avambraccio posizionando il primo ad una distanza di circa 2 cm dall'attaccatura del muscolo bicipite. Cercare di mantenere una distanza simile tra i diversi elettrodi.

Protocollo sperimentale

Durante la fase di raccolta dati, il soggetto esegue l'apertura e la chiusura della mano. I dati così raccolti potranno essere analizzati per realizzare un classificatore che discrimina i 2 movimenti, codificando l'attività EMG in un comando (che in linea di principio potrebbe essere utilizzato per controllare una protesi mioelettrica). L'acquisizione dati si svolgerà da seduti. Per cominciare, verrà richiesto al/alla candidato/a di effettuare una chiusura e una apertura della mano al massimo della propria forza. Seguiranno dunque una serie di 20 aperture e 20 chiusure della mano, ciascuna della durata di 3 secondi, con intensità sub-massimale.

Analisi dei risultati

Sulla base dei dati raccolti, procedere con gli step sotto riportati.

1. Filtrare opportunamente i dati raccolti (se necessario). Si ricorda che i segnali EMG acquisiti sono di tipo singolo differenziale (SD).

2. Disporre i segnali ottenuti in una matrice per colonne. Il risultato atteso sarà una matrice $m \times n$ dove m indica i campioni e n i canali. Disporre prima le contrazioni associate all'apertura della mano e poi quelle di chiusura. Fare in modo che la lunghezza temporale delle contrazioni incluse nella matrice sia la stessa.
3. Creare una copia della matrice al punto 2 e sostituire i segnali grezzi con gli involucri dei segnali EMG mediante raddrizzamento e filtraggio passabasso a 10 Hz, ottenendo nuovamente una matrice di dimensione $m \times n$.
4. Creare un vettore di label (0 e 1 oppure -1 e 1) di lunghezza m . Ogni label sarà associata alla tipologia di contrazione esaminata.
5. Applicare in Matlab un algoritmo di Support Vector Machine (SVM) per classificare i dati. Utilizzare le matrici costruite ai punti 2 e 3. Dividere i dati in training e test set secondo una partizione 70-30%. Stimare precisione ed accuratezza per le due tipologie di dati.
6. Applicare la Linear Discriminant Analysis (LDA) ai dati ottenuti ai punti 2 e 3.
7. Confrontare i risultati ottenuti usando i 2 metodi (SVM e LDA).
8. Implementare un classificatore che sfrutta la misura di cosine-similarity per assegnare il movimento ad una specifica classe. Per farlo, è necessario considerare i dati delle contrazioni massimali per ottenere dei prototipi e quelli usati per creare la matrice al punto 2 come test. Partendo dalle contrazioni massimali durante apertura e chiusura della mano, stimare i valori di ARV (finestratura di 250 ms – overlap 50%) per ogni canale e salvarli. Mediare i valori di ARV così ottenuti per ciascun canale, ottenendo dei vettori di dimensione n che costituiscono i prototipi corrispondenti alle 2 contrazioni. Per identificare il tipo di contrazione da dati di test, valutare il vettore di ARV per tale contrazione e stimare la cosine-similarity con ciascun prototipo, definita come

$$\frac{X \cdot Y_p}{\|X\| \cdot \|Y_p\|}$$

dove X è il vettore appena stimato e Y_p è il prototipo di una contrazione specifica (apertura o chiusura). Il classificatore selezionerà la classe corrispondente alla massima similarità.

9. Commentare i risultati ottenuti.

Istruzioni per la consegna della relazione di laboratorio

Ogni gruppo dovrà caricare sul portale della didattica (sezione elaborati) una relazione in formato .pdf contenente i risultati di questa esperienza entro la fine del corso. Il documento non dovrà superare le 10 pagine. In fase di upload, sia il nome del file che la descrizione dovranno essere "GRPXY_LAB2", dove XY sarà il numero del gruppo di appartenenza. Per eventuali problematiche inviare una mail a matteo.raggi@polito.it