

EDATS: SISTEMA DI CONTROLLO PROTESICO BASATO SU MACHINE LEARNING

Finalità del progetto

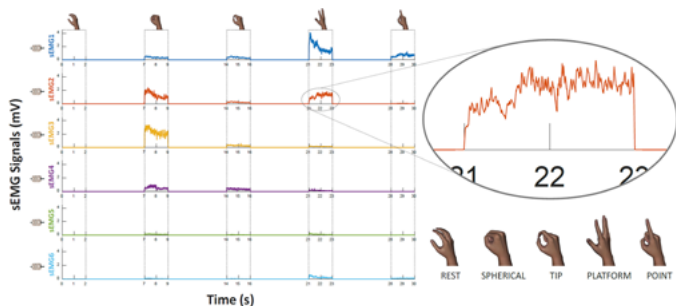
L'obiettivo del progetto è quello di realizzare un sistema di controllo per protesi attive di arto superiore al livello transradiale basato su algoritmi di intelligenza artificiale (*Machine Learning*) che, a partire dai segnali elettromiografici di superficie corrispondenti alle contrazioni della muscolatura residua, sia in grado classificare in real-time le attività riferite all'arto fantasma e conseguentemente consenta di azionare una protesi in modo corrispondente.

Inizialmente il progetto si è focalizzato sull'identificazione delle posture della mano di maggiore rilevanza nello svolgimento delle più comuni attività della vita quotidiana. Successivamente, si è posto il focus sull'identificazione dell'algoritmo di *Pattern Recognition* più adatto all'utilizzo in campo protesico, tenendo conto sia delle prestazioni di classificazione sia dell'onere computazionale, dovendo implementare tali strategie all'interno di piattaforme elettroniche a microcontrollore con ridotta velocità e capacità di calcolo.

Si è quindi sviluppato il software per il training dei parametri dell'algoritmo con successiva verifica dei risultati mediante l'ausilio della realtà virtuale e, infine, si è proceduto al design della firmware su microcontrollore per trasformare le risultanze della classificazione effettuata dall'algoritmo in movimenti reali di una protesi di mano.

Descrizione della soluzione tecnologica

L'arto fantasma, ovvero la rappresentazione residua dell'arto amputato al livello del sistema nervoso centrale, è di norma fonte di numerose informazioni. Tale rappresentazione non è statica ma dinamica, si modifica nel tempo, e con essa si modificano le strutture muscolari periferiche e i segnali neurali afferenti ed efferenti.



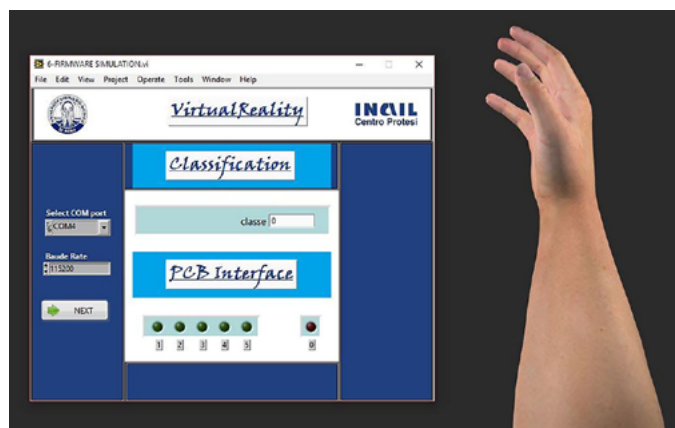
Analizzando con una certa risoluzione i segnali elettromiografici di superficie relativi alle contrazioni dei muscoli residui del moncone, è possibile identificare specifici pattern che si differenziano in base al tipo di gesto che il paziente immagina di svolgere con il proprio arto fantasma. Ciò è possibile quando l'amputazione si trova nella regione antebrachiale, in considerazione del fatto che nell'avambraccio si conserva la contrattilità dei numerosi muscoli estrinseci della mano.

Gli algoritmi di pattern recognition consentono di associare, per ogni soggetto, i pattern di contrazione muscolare

identificativi di dei gesti che l'arto fantasma sta svolgendo. Per fare questo, gli algoritmi richiedono una prima fase di addestramento, effettuata utilizzando i dati registrati quando viene chiesto al paziente di effettuare determinati gesti con la mano fantasma. In seguito, l'algoritmo può essere trasferito all'interno dell'unità di controllo protesico perché riconosca in real-time le posture per il quale era stato addestrato.

L'attività di ricerca svolta ha portato allo sviluppo di un sistema in grado di gestire l'intero workflow, che consiste in un bracciale di sensori elettromiografici connessi ad una scheda elettronica alimentata a batterie e dotata di connessione bluetooth per la trasmissione dei segnali muscolari captati ad un software sviluppato su pc portatile.

Il software, denominato EDATS, effettua la fase di addestramento in cui "impara" i pattern di segnali corrispondenti a certi gesti della mano, quindi i parametri calcolati vengono utilizzati per controllare in real-time una mano virtuale e/o una reale protesi di mano.



Scenari applicativi

Il sistema EDATS rappresenta il precursore di uno scenario evolutivo delle unità di controllo protesico in cui, grazie a questi algoritmi di intelligenza artificiale, in futuro sarà possibile mappare dettagliatamente le attività dell'arto fantasma e migliorare le funzionalità delle protesi e il loro embodiment per i pazienti.

Sono già in preparazione presso il Centro Protesi Inail i primi sistemi di controllo che sfruttano l'attuale stato dell'arte per portare i benefici di quanto ritrovato sui sistemi protesici oggi applicati ai pazienti.

Il progetto sta proseguendo con l'intento di aggiungere nuove attività che coinvolgano i distretti anatomici di polso e gomito nel trattamento di amputazioni anche prossimali. Tale scenario richiede tuttavia uno sforzo di ricerca non solo a riguardo degli algoritmi di classificazione ma anche in merito alle interfacce bioniche, allo scopo di incrementare il numero di segnali di input da cui poter estrarre l'intenzione di movimento del paziente, scenario che richiede che i pazienti si sottopongano ad interventi chirurgici quali la Targeted Muscle Reinnervation (reinnervazione muscolare mirata).

Gli studi clinici che si stanno conducendo forniscono inoltre inequivocabili indicazioni in merito alla plasticità dell'arto

fantasma a fronte dell'utilizzo di strategie di controllo basate sull'intelligenza artificiale, aspetto di grande interesse scientifico e che si ritiene possa essere potenziato quanto

combinato a sistemi di restituzione del feedback sensoriale che chiudano il loop naturale di controllo.



PER ULTERIORI INFORMAZIONI
Contatti: centroprotesi-budrio@inail.it

PAROLE CHIAVE
Pattern Recognition; Protesi esterne; Controllo Protesico

Inail - Direzione centrale assistenza protesica e riabilitazione
via Rabuina 14, 40054 - Vigorso di Budrio (BO)
www.inail.it/centroprotesi