

Titolo e Descrizione

Progetto STeMMA – CUP B67H22002830006 - D. D. n. 585 del 30/06/2022 - Operazione cofinanziata con il POR Campania FESR 2014/2020 Avviso pubblico per il sostegno alle MPMI campane nella realizzazione di progetti di trasferimento tecnologico e industrializzazione - Asse Prioritario 3 Competitività del sistema produttivo - Obiettivo Specifico 3.1 Rilancio della propensione agli investimenti del sistema produttivo - Azione 3.1.1 Aiuti per gli investimenti in macchinari, impianti e beni intangibili e accompagnamento dei processi di riorganizzazione e ristrutturazione aziendale.

Durata: 01/07/2022 – 30/07/2023 (13 MESI).

Partner: CID Software Studio S.p.A. (Soggetto Capofila) e Nexus TLC (Soggetto partner).

Organismo di Ricerca in Consulenza: Centro Interdipartimentale di Ricerca in Management Sanitario e Innovazione in Sanità dell'Università degli Studi di Napoli Federico II (CIRMIS)

Finalità e Risultati Raggiunti

Il progetto cofinanziato dall'Unione Europea, dallo Stato Italiano e dalla Regione Campania, nell'ambito del POR Campania FESR 2014-2020, ha avuto come obiettivo il miglioramento del prototipo INDAGO che prevedeva la riabilitazione in caso di problematiche cardiovascolari e da ictus essenzialmente mediante un singolo esercizio riabilitativo prototipale. Il Progetto STeMMA ha migliorato la gestione dell'esercizio da parte del riabilitatore, ha modificato la fruizione attraverso visore mediante exergame ed ha aggiunto la valutazione del grado di riabilitazione reale del muscolo.

Il progetto di R&S ha previsto la Progettazione e la Realizzazione di due prototipi:

- Il sistema Gestione dell'esercizio mediante exergame
- Il sistema Controllo riabilitativo della muscolatura

Gestione dell'esercizio mediante exergame

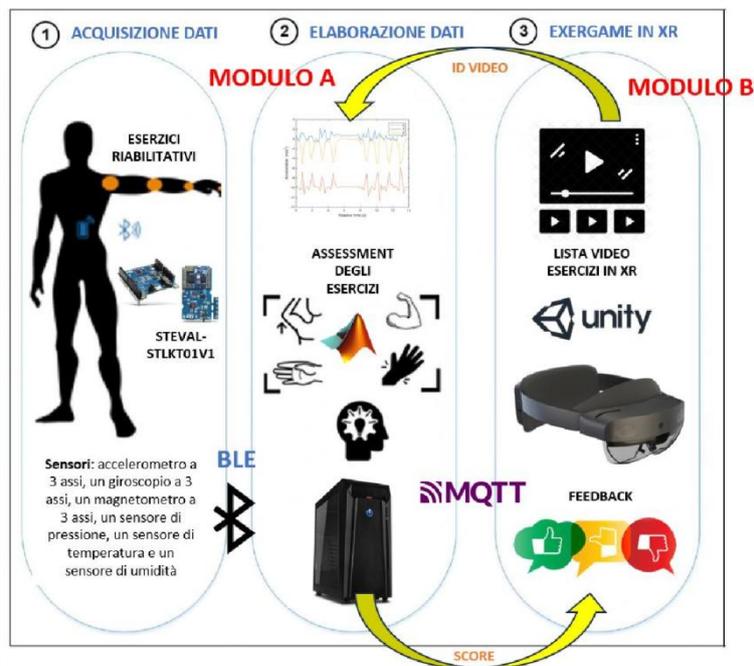
Questo prototipo si occupa di gestire sia l'acquisizione dell'esercizio che il paziente dovrà eseguire che la sua rappresentazione mediante exergame.

Permette di valutare l'aderenza dell'esercizio eseguito rispetto a quello standard e di tracciare quindi l'andamento della riabilitazione nel corso del tempo e quindi dei progressi ottenuti durante il percorso riabilitativo.

Il sistema rivoluziona la riabilitazione garantendo al paziente l'accesso ad una gamma completa di esercizi da eseguire comodamente a casa propria, grazie alle apparecchiature XR.

Il sistema realizzato ha dimostrato di fornire valutazioni coerenti ed affidabili rafforzando il suo potenziale come prezioso strumento per gli operatori sanitari.

Viene qui presentata l'architettura del sistema "Gestione dell'esercizio mediante Exergame" per macro-blocchi funzionali sia hardware che software



Controllo riabilitativo della muscolatura

Questo prototipo prevede il monitoraggio reale del muscolo al fine di rappresentare l'effettivo andamento della riabilitazione.

La parte muscolare rende evidente la reale efficacia dell'esercizio eseguito sul muscolo.

Il muscolo scheletrico, appartiene alla classe dei muscoli striati, rappresenta la maggior parte dei muscoli dell'organismo, circa il 40% del peso corporeo, e sono responsabili, grazie alla loro aderenza alle ossa per mezzo dei tendini costituiti da collagene, alla postura e al movimento dei vari segmenti ossei dello scheletro.

La forza che il muscolo produce attraverso la contrazione dipende da vari fattori, ma uno comune è la dimensione trasversa del muscolo.

La macchina muscolare dimostra nel suo comportamento proprietà plastiche, di adattabilità e modifica della propria struttura in seguito a input esterni: un muscolo allenato ha caratteristiche ben diverse da uno non allenato, come anche ogni muscolo allenato è ben diverso a seconda degli esercizi a cui è sottoposto. Ad esempio un allenamento di forza produce ipertrofia muscolare, mentre un allenamento di core training produce un muscolo più reattivo ed in grado di stabilizzare le articolazioni ad esso collegate.

Un muscolo lesionato presenta una serie di differenze significative rispetto a un muscolo sano. Una lesione muscolare può limitare la capacità del muscolo di adattarsi agli stimoli esterni e di rispondere positivamente all'allenamento. Il danno ai tessuti muscolari può compromettere la plasticità del muscolo, rendendolo meno in grado di modificare la sua struttura e le sue caratteristiche in risposta agli stimoli fisiologici.

Di conseguenza, un muscolo lesionato può manifestare debolezza e dolore durante il movimento o l'attività fisica, limitando la capacità del corpo di eseguire determinati movimenti e attività. La reattività del muscolo lesionato agli stimoli nervosi può essere alterata a causa del danno ai nervi o ai recettori sensoriali nel tessuto muscolare. Inoltre, un muscolo lesionato può portare a un'instabilità delle articolazioni ad esso collegate. La mancanza di stabilità articolare aumenta il rischio di infortuni aggiuntivi e può comportare complicazioni a lungo termine.

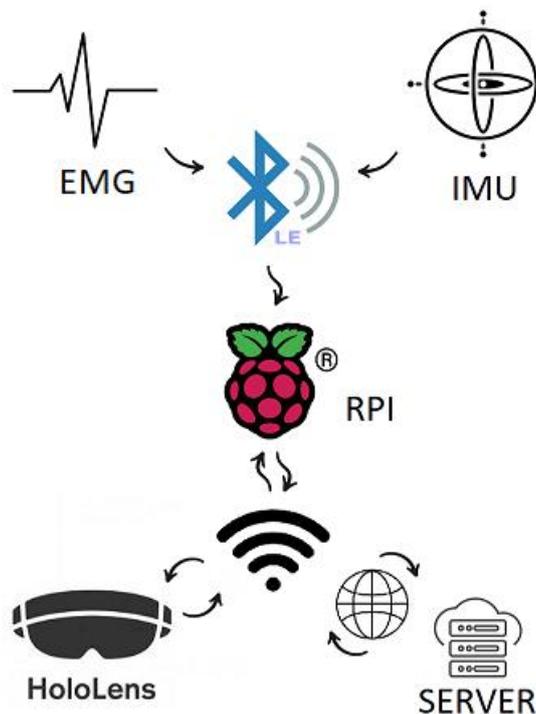
In conclusione, un muscolo sano dimostra proprietà di adattabilità, plasticità e reattività, migliorando con l'allenamento e rispondendo positivamente agli stimoli esterni. Al contrario,

un muscolo lesionato presenta limitazioni nella sua capacità di adattarsi e cambiare, manifestando debolezza, dolore e instabilità. La gestione adeguata delle lesioni muscolari è essenziale per recuperare la funzionalità e la salute dei muscoli e consentire al corpo di funzionare al meglio delle sue capacità.

Per monitorare l'andamento del muscolo durante le varie sedute riabilitative si è fatto ricorso alla tecnica dell'elettromiografia.

Per elettromiografia (EMG) si fa riferimento ad una tecnica diagnostica, di tipo funzionale, di registrazione e analisi del segnale mioelettrico, ovvero del biopotenziale elettrico che concerne l'attività muscolare durante la contrazione.

La realizzazione e l'integrazione dei vari moduli che compongono il sistema ci ha spinto verso la normalizzazione dei sistemi di acquisizione e di trasmissione, sia in termini di efficienza che di qualità.



I componenti principali del sistema si possono riassumere in:

- Componenti di acquisizione (EMG, IMU);
- Gateway (RPI);
- Infrastruttura server;
- Interfaccia utente (HoloLens e Web App).

L'acquisizione dei segnali dai primi moduli è giocoforza differente. Il segnale generato dall'EMG è di tipo elettrico, misura la forza sviluppata dai muscoli ed è misurato in mV. Al contrario l'IMU restituisce valori (accelerazione e velocità angolare) calcolati in base ai risultati ottenuti all'interno del componente. La comunicazione per entrambi i moduli di acquisizione è stata sviluppata tramite BLE, la distanza dei componenti al gateway, la quantità e la tipologia dei dati, il consumo ridotto e la disponibilità di componenti hanno identificato in questa tecnologia la soluzione ideale per questo progetto. Il gateway ospita un server MQTT locale, per l'acquisizione e la ritrasmissione dei parametri acquisiti dai sensori e la propagazione delle informazioni al resto dell'architettura (server ed HoloLens).

L'EMG e l'IMU raccolgono le informazioni tramite i sensori, li comprimono secondo il tracciato implementato e li pubblicano su una coda MQTT a loro riservata, su cui erano

precedentemente registrati, tramite BLE. Il gateway effettua i controlli e le elaborazioni e predispone le informazioni per l'invio al server (anche in differita, se non presente la connessione ad Internet) ed elabora i risultati da mostrare al paziente tramite HoloLens.

Completano il sistema il Sistema Informatico a supporto della visita, della gestione della riabilitazione e delle sedute ed il sistema di visualizzazione delle singole sedute sia con riferimento all'esercizio che al muscolo.