

PROGETTO DI RICERCA

TITOLO: Sviluppo di un modello biomeccanico della parte superiore del corpo durante deambulazione assistita

ABSTRACT: Obiettivo del progetto di ricerca è la modellazione biomeccanica della parte alta del tronco e degli arti superiori durante deambulazione assistita, con l'ausilio di un paio di stampelle e di un esoscheletro indossabile.

TUTORS: Angelo Cappello, Sabato Mellone, Lorenzo Chiari

BACKGROUND

L'avanzamento tecnologico, e la necessità di fornire strumenti utili ai pazienti per affrontare le proprie disabilità, hanno portato negli anni allo sviluppo di numerosi ausili per migliorare l'autonomia e la qualità della vita dei pazienti. Le stampelle sono un ausilio alla deambulazione nei pazienti per i quali si renda necessario scaricare il peso da un arto inferiore utilizzando l'appoggio sugli arti superiori; sono solitamente indicate per coloro che stanno seguendo un percorso riabilitativo ma sono anche uno strumento necessario per l'utilizzo dei moderni esoscheletri. Oggi le stampelle sono degli ausili passivi e a basso costo che però non restituiscono alcuna informazione al paziente, al medico, ed al fisioterapista. Come e quanto il paziente scarica il proprio peso sulle stampelle, e come queste quantità varino nel corso del tempo, possono essere utili indicatori per valutare il recupero funzionale.

La disponibilità di sensori inerziali consente oggi di stimare, con l'accuratezza necessaria, l'orientamento relativo dei segmenti corporei e delle stampelle. Ciò richiederà l'impiego di un approccio modellistico per la descrizione della catena multisegmentale e una conoscenza teorico-pratica della sensoristica indossabile e delle tecniche di sensor fusion per la stima della cinematica e della dinamica.

Una moltitudine di dispositivi medici oggi sul mercato sono nativamente collegati o comunque collegabili ad internet allo scopo di migliorarne la gestione e l'efficienza e per poter essere integrati all'interno di ecosistemi e servizi complessi. Si va quindi nella direzione di un Internet of Medical Things (IoMT) dove i dispositivi medici sono in grado di collezionare, processare e trasmettere dati utili per il paziente e per chi lo ha in cura.

Lo scopo del progetto di ricerca è quello di realizzare un prototipo di sistema indossabile per la misura della cinematica della parte alta del tronco e degli arti superiori durante l'utilizzo di un set di stampelle sensorizzate. Il prototipo dovrà integrare i dati di orientamento e forza forniti dalle stampelle strumentate ed interfacciarsi ad un esoscheletro per la realizzazione di un sistema di controllo dell'equilibrio. A questo scopo, si deve dare per nota la conoscenza delle tecniche di controllo.

OBIETTIVI

L'obiettivo generale del progetto di ricerca è la realizzazione di un prototipo di sistema indossabile per la misura della cinematica della parte alta del tronco e degli arti superiori durante l'utilizzo di un set di stampelle sensorizzate. Nello specifico, le caratteristiche richieste per la piattaforma sono:

1. Essere in grado di acquisire ed elaborare i dati di orientamento e di forza dal set di stampelle sensorizzate
2. Essere in grado di stimare l'orientamento relativo tra tronco, arti superiori e stampelle nell'esecuzione di atti motori selezionati

3. Integrare in un modello biomeccanico unitario le informazioni cinematiche e dinamiche disponibili come base per un sistema di controllo dell'equilibrio del soggetto assistito dall'esoscheletro.

PIANO DI ATTIVITÀ

Il piano di attività previsto per la realizzazione del prototipo si articola in tre fasi:

Mesi 1-2: Definizione del setup completo del sistema indossabile che includerà un set di IMU (Integrated Measurement Unit) per la valutazione della cinematica della parte alta del tronco e delle braccia del paziente durante l'utilizzo delle stampelle sensorizzate.

Mesi 3-10: Implementazione delle metodiche di sensor fusion per la stima dell'orientamento del singolo segmento e dell'orientamento relativo tra i segmenti.

Mesi 11-12: Caratterizzazione e validazione sperimentale delle uscite del sistema tramite sistemi gold standard per l'analisi del movimento.

RESEARCH PROJECT

TITLE: Development of a biomechanical model of the upper body during assisted walking

ABSTRACT: The aim of the research project is the biomechanical modeling of the upper part of the trunk and upper limbs during assisted walking, with the aid of a pair of crutches and a wearable exoskeleton.

TUTORS: Angelo Cappello, Sabato Mellone, Lorenzo Chiari

BACKGROUND

Technological advancement has led over the years to the development of several aids for improving patients' autonomy and quality of life. Crutches are a walking aid used for unloading the weight from a lower limb using the support on the upper limbs; they are usually prescribed to patients in rehabilitation but are needed for using modern exoskeletons. Today crutches are passive and low-cost devices which, however, do not provide any information to the patient, the doctor, and the physiotherapist. How and how much the patient unloads his/her weight on the crutches, and how these quantities vary over time, can be useful for the assessment of his/her functional capacity.

The availability of inertial sensors allows today to estimate, with the necessary accuracy, the relative orientation of the body segments and crutches. This will require the use of a modeling approach for the description of the multisegmental chain and a theoretical-practical knowledge of wearable sensors and sensor fusion techniques for the estimation of kinematics and dynamics.

Many medical devices today on the market are natively connected, or otherwise connected, to the internet for their management and/or for improving their efficiency but also for being integrated within complex ecosystems and services. We therefore go in the direction of an Internet of Medical Things (IoMT) where medical devices can collect, process and transfer data.

The aim of the research project is to create a wearable system prototype for the measurement of the kinematics of the upper part of the trunk and upper limbs while using a set of sensorized crutches. The prototype must integrate the orientation and strength data provided by the instrumented crutches and interface with an exoskeleton for the creation of a balance control system. For this purpose, knowledge of control techniques is mandatory.

AIMS

The aim of the research project is the development of a wearable system prototype for the measurement of the kinematics of the upper part of the trunk and upper limbs while using a set of sensorised crutches. Specifically, the wearable system prototype should:

1. Acquire and process orientation and strength data from the sensorized crutch set
2. Estimate the relative orientation between the trunk, upper limbs and crutches in the execution of selected motor acts
3. Integrate the kinematic and dynamic information available in a biomechanical model
4. Implement a control system in order to help the subject + exoskeleton to counteract loss of balance

ACTIVITY PLAN

The activity plan is divided into three phases:

Months 1-2: Definition of the system setup including a set of IMUs for the evaluation of the kinematics of the upper part of the trunk and of the patient's arms during the use of the sensorised crutches. Definition of the technical specifications for the hardware components required for the sensorised crutch prototype.

Months 3-10: Development and implementation of the prototype. Implementation of the software for the management of the system. Implementation of sensor fusion methods for estimating the orientation of the single segment and the relative orientation between segments.

Months 11-12: Characterization and validation of the system outputs by means of force plates and stereophotogrammetric system for movement analysis.