



da inviare via mail a bandopondottorati@uniroma2.it entro il 25/09/2021

Richiesta per borsa di studio da attivare ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Il sottoscritto Giovanni Saggio, Prof. Associato afferente al Dipartimento di Ingegneria Elettronica, Interno 06-72597260 email saggio@uniroma2.it

CHIEDE

l'attivazione di una borsa di studio di dottorato ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021. A tal fine comunica quanto segue:

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo: Ingegneria Elettronica

Area per la quale si presenta la richiesta (selezionare solo una delle due):

Innovazione

Green

Tipologia di cofinanziamento (pari ad euro 8000 una tantum):

Nome dell'Ente finanziatore pubblico o privato: Captiks Srl

Persona di Riferimento: Dario De Leo, Telefono 380-3042710, Email deleo@captiks.it

Fondi di ricerca dipartimentali

Progetto di Ricerca (massimo 10.000 battute complessive spazi inclusi) che comprenda

Descrizione del Progetto:

Un gran numero di patologie cliniche comportano per il paziente problemi o difficoltà motorie. Alcuni esempi esplicativi sono i tremori dei parkinsoniani, le anomalie nella camminata dei distrofici, le difficoltà nella coordinazione dei bambini/ragazzi con disturbo dello sviluppo della coordinazione motoria (DCD - developmental coordination disorder, ADHD - attention deficit hyperactivity disorder).

Ad oggi, tali problemi o difficoltà motorie sono valutati e diagnosticati essenzialmente mediante scale mediche redatte eseguendo anamnesi, con osservazione (qualitativa) di test motori, e compilando questionari in accordo a specifiche linee guida. Ad esempio, per i parkinsoniani si adotta la scala UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale), per i distrofici la MIRS (muscle impairment rating scale), per i bambini/ragazzi con deficit motori la ICD-10 (international classification of mental and behavioral disorders).

Tuttavia, in diverse pubblicazioni scientifiche è stato evidenziato come l'identificazione dei disturbi motori attraverso l'uso di tali linee guida sia limitata dalle interpretazioni personali, dalla esperienza e dalla percezione visiva dei sintomi da parte dei clinici^{1,2,3,4,5,6}.

Per oggettivare le valutazioni e le diagnosi mediche si applicano sempre più tecnologie di misura in evoluzione da sistemi costosi e complessi (apparatii ottici con telecamere che tracciano marker su

distretti corporei dei pazienti), a sistemi relativamente economici e semplici (via sensori inerziali indossabili equipaggiati con accelerometro e giroscopio 3D). In tale direzione, il gruppo di ricerca Hiteg del Dip. di Ing. Elettronica dell'Università di Roma "Tor Vergata" utilizza tecnologie inerziali, progettate e sviluppate dallo spinoff universitario Captiks Srl., in ambito sanitario in collaborazione con diversi gruppi di ricerca medica del Policlinico Tor vergata (PTV), con risultati decisamente positivi. In particolare, col Prof. Antonio Pisani (Ordinario, ex Dip. di Medicina dei Sistemi) ed il suo staff, si è dimostrato come la tecnologia consenta di valutare l'efficacia della stimolazione transcranica a corrente continua (tDCS) nel trattamento del Parkinson⁷ e di evidenziare caratteristiche motorie non rilevabili da valutazioni "ad occhio" perfino in stadi precoci del Parkinson stesso⁸. Col Prof. Roberto Massa (Associato, Dip. di Medicina dei Sistemi) ed il suo staff, l'applicazione della tecnologia indossabile ha consentito la definizione di un nuovo indice oggettivo (SI-Norm2) del grado di severità dei disturbi nella deambulazione in soggetti con distrofia miotonica⁹. Con la Dr.ssa Monica terribili (Dip. Pediatria Psichiatrica) ed il suo staff, la tecnologia indossabile ha consentito di stabilire quali esercizi motori hanno maggior significato statistico nel caratterizzare DCD/ADHD.

In tale contesto, si vuole sviluppare un progetto di ricerca di dottorato orientato ad innovare sia il lato tecnologico che quello applicativo.

Riguardo il lato tecnologico, l'esperienza maturata ha evidenziato i punti di forza, ma anche gli aspetti migliorabili del sistema inerziale indossabile. In particolare, il dottorando dovrà:

- indagare e sviluppare l'integrazione di accelerometro e giroscopio con altri tipi di sensori (e.g. gps), con altri protocolli di comunicazione wireless (e.g. BLE oltre lo zigbee), con ampliamento della memoria a bordo;
- occuparsi di debug e miglioramenti del firmware;
- sviluppare ed implementare software per l'analisi dati, che affianchi l'attuale in uso per acquisire e registrare i dati, che possa classificare i test motori registrati (tramite specifici algoritmi ad-hoc).

Riguardo il lato applicativo, il dottorando dovrà:

- interfacciarsi con i già citati gruppi di ricerca medica, sia per continuare le pregresse attività di misura (così da determinarne gli aspetti di follow-up per quantificare gli effetti delle terapie per pazienti in trattamento), sia per valutare ulteriori parametri di misura;
- aprire nuove collaborazioni con altri gruppi di ricerca medica;
- analogamente a quanto fatto per la distrofia miotonica, definire ove possibile nuovi indici di valutazione oggettiva di problemi/difficoltà motorie di diverse patologie da esaminare;
- implementare il nuovo indice di "armonia" della camminata definito dal gruppo di ricerca proponente questo percorso di dottorato¹⁰.

¹ Haaxma CA et al (2008). Comparison of a timed motor test battery to the Unified Parkinson's Disease Rating Scale-III in Parkinson's disease. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 23(12).

² Hogrel JY. (2009). Quantitative myotonia assessment using force relaxation curve modelling. *Physiological measurement*, 30(7).

³ Kaplan BJ et al (1998). DCD may not be a discrete disorder. *Hum. Mov. Sci.* 17.

⁴ Smits-engelsman, RBB et al. (2011). European academy for childhood disability (EACD): recommendations on the definition, diagnosis and intervention of developmental coordination disorder (long version)*. *Dev. Med. Child Neurol.*

5. Venetsanou F. et al (2011). Can the movement assessment battery for children-test be the “gold standard” for the motor assessment of children with developmental coordination disorder? Res. Dev. Disabil. 32.
6. Visser J. (2003). Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities. Hum. Mov. Sci.
7. Ricci M. et al (2019). Wearable electronics assess the effectiveness of transcranial direct current stimulation on balance and gait in Parkinson’s disease patients. Sensors, 19(24).
8. Di Lazzaro G. et al (2020). Technology-based objective measures detect subclinical axial signs in untreated, de novo Parkinson’s disease. Journal of Parkinson's disease, 10(1).
9. Saggio G. et al (2021). Objective Assessment of Walking Impairments in Myotonic Dystrophy by Means of a Wearable Technology and a Novel Severity Index. Electronics, 10(6).
10. Verrelli CM et al (2021). Generalized Finite-Length Fibonacci Sequences in Healthy and Pathological Human Walking: Comprehensively Assessing Recursivity, Asymmetry, Consistency, Self-Similarity, and Variability of Gaits. Frontiers in Human Neuroscience, 425.

Obiettivi formativi:

Il dottorando verrà formato e produrrà ricerca sia nella parte teorica che nella parte pratica. Approfondirà le nozioni necessarie a trattare i temi oggetto del progetto, ovvero l’analisi del movimento, nei metodi e nella strumentazione, e le patologie direttamente connesse. Sarà messo in condizione di condurre test in completa autonomia in cooperazione con gruppi di ricerca e realtà ospedaliere, utilizzando sistemi di misura/analisi, e producendo nuove soluzioni e/o migliorie delle attuali, in hardware, firmware e software, quest’ultimo in particolare con codice per PC e APP. Parteciperà alla validazione dei risultati e alla divulgazione scientifica tramite stesura di articoli scientifici e partecipazione a congressi internazionali.

Attività previste:

La formazione avverrà sia presso il Dip. di Ing. Elettronica dell’Univ. di “Tor Vergata”, sia presso lo spinoff Captiks Srl.

Nella fase iniziale il dottorando apprenderà come trattare i temi relativi al progetto, approfondendo le conoscenze di analisi del movimento e delle patologie motorie, con ricerche sullo stato dell’arte. Condurrà test in cooperazione con gruppi di ricerca e realtà ospedaliere del settore, utilizzando specifici sistemi di misura/analisi e proponendo nuove soluzioni e/o migliorie delle attuali.

Attività chiave sarà identificare i migliori strumenti/sensori per il progetto, e progettare l’architettura di un sistema indossabile wireless per applicazioni nell’ambito di interesse.

Ulteriore attività sarà sviluppare firmware per microcontrollori di dispositivi indossabili, adottando task cooperativi non bloccanti real-time, acquisendo dati a basso livello, con trattamento embedded dei segnali e trasmissione wireless (Bluetooth, WiFi e varianti stack 802.15.4) dei dati.

Svilupperà software per PC e per dispositivi mobili (App) per analizzare i dati, estraendone le informazioni rilevanti ai fini del progetto. Applicherà algoritmi di pattern recognition e classificatori per riconoscere e “tokenizzare” eventi chiave all’interno di una sessione di misura, al fine di interpretare e analizzare, tramite estimatori, le sessioni di analisi.

In collaborazione con i gruppi di ricerca medica del PTV, condurrà sessioni di misura e comparazione con altre metodologie/sistemi al fine di validare i risultati e/o affinare la ricerca.

Infine, il dottorando svolgerà attività di divulgazione scientifica dei progressi e delle innovazioni scrivendo articoli scientifici e partecipando a congressi internazionali.



Attinenza del progetto all'area indicata:

Le soluzioni per l'analisi del movimento, l'identificazione di patologie e del loro grado di severità sono attualmente incomplete, costose o non esaustive.

Col presente progetto di ricerca si intende innovare, superando tali limiti sui piani strumentale e applicativo, sia la sensoristica (hardware, firmware), sia l'analisi dati (software).

Tali innovazioni semplificheranno ed oggettiveranno le misure delle patologie legate a problemi o difficoltà motorie, fornendo una valutazione automatica sia della condizione iniziale, sia del follow-up riabilitativo del paziente.

Risultati attesi:

Si prevede:

- di decodificare e definire la migliore architettura hardware/software per l'analisi del movimento e l'identificazione di problemi o difficoltà motorie
- di migliorare e/o riprogettare un sistema indossabile per l'acquisizione dei movimenti
- di implementare nuovo sviluppo di firmware
- di definire nuovi indici oggettivi del grado di severità dei disturbi del movimento
- di sviluppare software applicativi in grado di calcolare automaticamente questi indici
- di divulgare i risultati della ricerca tramite stesura di articoli scientifici e partecipazione a convegni internazionali
- di apportare un importante contributo a supporto di diagnosi mediche il più possibile oggettive.

Azienda pubblica o privata coinvolta nazionale o straniera in cui si prevede di far svolgere il periodo obbligatorio da 6 a 12 mesi previsto dal Decreto Ministeriale: Voicewise Srl (spinoff dell'Università degli Studi di Roma "Tor vergata")

Firma