

# **Un'architettura di sistema portatile per ridurre il freezing del cammino nella vita quotidiana dei pazienti affetti da morbo di Parkinson**

*Lucia PEPA<sup>1</sup>, Marianna CAPECCE<sup>2</sup>, Federica VERDINI<sup>1</sup>, Maria Gabriella CERAVOLO<sup>2</sup>,  
Luca SPALAZZI<sup>1</sup>*

*1 Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione-UNIVPM, Ancona, Italia*

*2 Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica-UNIVPM, Ancona, Italia*

## **Abstract**

Il freezing del cammino è disturbo motorio da cui possono essere affetti i pazienti parkinsoniani e si manifesta come un'improvvisa incapacità di camminare. Intervenire in maniera efficace sul freezing è difficile a causa della sua natura episodica, manifestazione eterogenea e risposta limitata al trattamento farmacologico. I clinici hanno trovato approcci alternativi per contrastarlo, come l'uso di stimoli sensoriali ritmici. Abbiamo sviluppato un'architettura, basata sull'uso dello smartphone, in grado di riconoscere in maniera automatica gli episodi di freezing e di fornire al paziente uno stimolo acustico. L'architettura è stata progettata sulla base dei requisiti di usabilità e accettabilità.

## **1. Introduzione**

Nel nostro tempo di invecchiamento della popolazione e di bilanci limitati per il sistema socio- sanitario occorre prestare sempre più attenzione a strumenti di assistenza rivolti a favorire l'autonomia del paziente. In particolare nel caso di malattie degenerative del SNC come il Parkinson: alcune sue manifestazioni (come il freezing del cammino, temporanea e improvvisa incapacità di progredire in avanti nonostante l'intenzione di camminare) possono essere contrastate con interventi semplici (la produzione di stimoli sensoriali [1]), che devono essere tempestivi (non appena l'evento si manifesta), ripetuti e tali da non indurre assuefazione. Per non indurre assuefazione, gli stimoli, pur essendo della stessa natura, nel caso presente suoni [2], devono cambiare ad ogni erogazione.

Nell'ottica dell'autonomia occorre che le due azioni, riconoscimento del fenomeno e generazione dello stimolo, avvengano durante l'ordinaria vita quotidiana del paziente e senza l'intervento di un assistente umano, terapeuta o accompagnatore che sia, ma mediante dispositivi capaci di svolgere in modo affidabile ambedue le azioni, producendo un apprendimento di tipo "behaviourial" nel paziente [3].

In letteratura sono stati proposti sia dispositivi in grado di riconoscere il freezing che di generare cues acustiche per "sbloccare" il paziente: ma nessuno di loro si è finora rivelato adatto ad una completa integrazione nelle attività di vita quotidiana [4].

Al riguardo si pongono due requisiti di carattere tecnico-ecologico: l'usabilità del dispositivo e la sua accettabilità. Mentre finora nello sviluppo di prodotti medicali l'attenzione è stata rivolta alla fattibilità tecnologica, Zielfe et al. [5] hanno mostrato come ciò che impedisce il

successo di tecnologie medicali siano le barriere di accettabilità. Per accettabilità [6] si intende non-invasività da un lato e capacità di non generare imbarazzo in chi lo porta a causa della sua riconoscibilità come strumento di cura e delle sue modalità di funzionamento. Questi due aspetti sono ciò che caratterizza e diversifica lo studio dell'accettabilità di tecnologie medicali rispetto a tecnologie ICT per un uso lavorativo o comune.

Con il soddisfacimento di questi requisiti, oltre all'ovvio beneficio per il paziente, si può avere la possibilità, registrando gli eventi e la loro soluzione, di effettuare un monitoraggio continuo del paziente che potrebbe permettere di raccogliere dati quantitativi potenzialmente utili per una migliore comprensione del fenomeno "freezing" le cui caratteristiche sono tuttora non completamente note [7].

## **2. Materiali e Metodi**

In questo lavoro si presenta una architettura di sistema portatile, definita in relazione ai requisiti prima indicati ed i primi risultati della sua sperimentazione in ambiente controllato.

In fig. 1 è mostrata una rappresentazione dell'architettura proposta. Il sistema utilizza come dispositivo ecologicamente accettabile uno smartphone, del quale sfrutta:

- i sensori interni per riconoscere l'evento tramite l'elaborazione dell'Indice di Freezing definito da Moore e collaboratori [8];
- la possibilità di personalizzare le suonerie per produrre uno stimolo acustico, scelta in modo casuale fra un repertorio personalizzato, di durata contenuta ma sufficiente a "sbloccare" il paziente, che si manifesta come una chiamata allo smartphone;
- la memoria per registrare temporaneamente gli eventi e le loro soluzioni;
- la connettività per inviare al centro clinico, con frequenza adeguata, i records degli eventi, intestati al paziente come titolare di un numero telefonico per le successive elaborazioni da parte dei clinici e per liberare la memoria locale.

Lo smartphone è da considerare ecologicamente accettabile: i dati relativi al suo mercato indicano che circa il 17% degli utenti sono della fascia di età over 50 e la esperienza quotidiana mostra che il loro possesso è considerato normale se non gratificante. Peraltro nessuno dei pazienti su cui l'architettura è stata testata ha mostrato sorpresa o sconcerto nei riguardi del dispositivo.

Per quanto riguarda la usabilità, al paziente è richiesto soltanto di accenderlo a inizio giornata, spegnerlo a fine giornata e metterlo in carica.

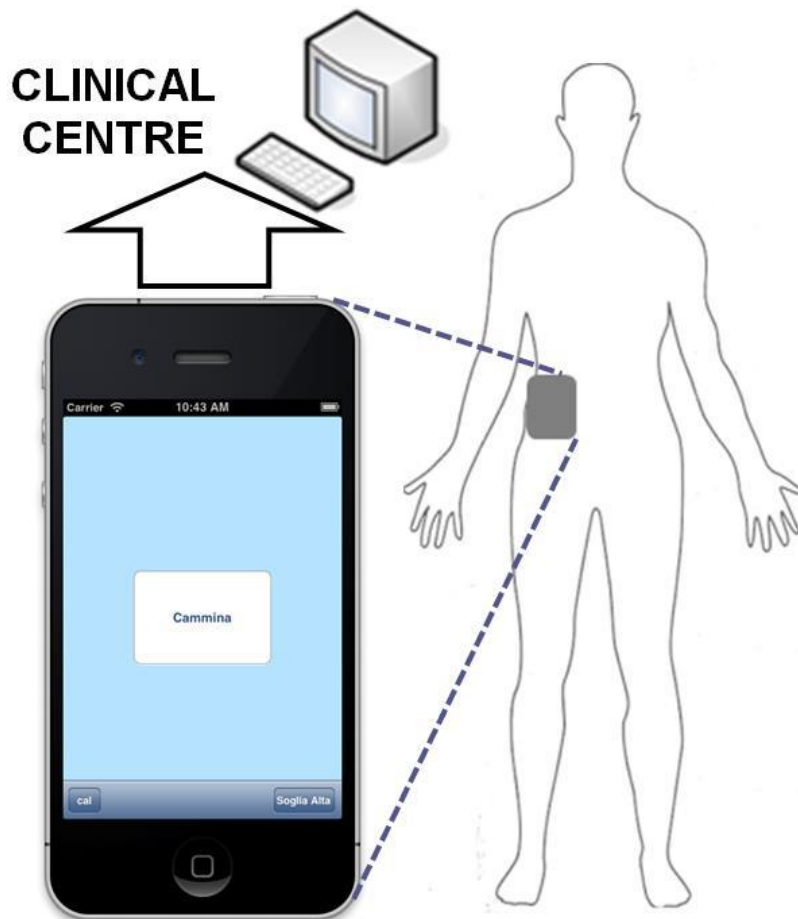


Fig. 1: l'architettura proposta.

### 3. Risultati

Il dispositivo è stato testato in ambiente controllato su 20 pazienti, dei quali i clinici e i terapeuti hanno registrato 115 eventi complessivamente. Il sistema ha correttamente identificato 92 di questi episodi, quindi in 92 episodi su 120 è stato fornito lo stimolo acustico per aiutare il paziente a superare il blocco. La performance del sistema sul riconoscimento del freezing è stata valutata in termini di sensibilità e specificità. In particolare il sistema ha raggiunto l'81.4% di sensibilità e il 90.7% di specificità.

### 4. Conclusioni e sviluppi futuri

I risultati preliminari presentati permettono di ritenere che le soluzioni adottate soddisfino i requisiti previsti. Inoltre il sistema si è rivelato capace di riconoscere la presenza del freezing nell'80% dei casi (92 eventi riconosciuti su 115).

Le successive linee di sviluppo dell'architettura, in corso, riguardano l'integrazione di misure della cadenza di passo, la cui variazione può essere intesa come predittore del "freezing" [9].

## Bibliografia

- [1] Nieuwboer A. *Cueing for freezing of gait in patients with Parkinson's disease: A rehabilitation perspective*. *Mov Disord* 2008, vol.23, pp S475-S481.
- [2] Lim I, Van Wegen E, de Goede C, Deutekom M, Nieuwboer A, Willems A, Jones D, Rochester L, Kwakkel G. *Effects of external rhythmical cueing in gait in patients with Parkinson's disease: a systematic review*. *Clin. Rehabil.* 2005, vol. 19, n. 7, pp. 695-713.
- [3] Rochester L, Baker K, Hetherington V, Jones D, Willems AM, Kwakkel G, Van Wegen E, Lim I, Nieuwboer A. *Evidence for motor learning in Parkinson's disease: acquisition, automaticity and retention of cued gait performance after training with external rhythmical cues*. *Brain Research*, 2010, vol. 1319, pp. 103-111.
- [4] Bächlin M, Plotnik M, Roggen D, Maidan I, Hausdorff JM, Giladi N, Tröster G. *Wearable assistant for Parkinson's disease patients with the freezing of gait symptom*. *IEEE Trans Inf Technol Biomed.* 2010 Mar;14(2):436-46.
- [5] Ziefle M, Röcker C, Wilkowska W, Kasugai K, Klack L, Möllering C, Beul S (2010) *A Multi-Disciplinary Approach to Ambient Assisted Living*. In: Röcker, C., Ziefle, M. (eds.) *E-Health, Assistive Technologies and Applications for Assisted Living: Challenges and Solutions*. IGI Global, Hershey (2010).
- [6] Ziefle M and Wilkowska W. *Technology acceptability for medical assistance*. *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*, 2010 4th International Conference on, pp. 1-9.
- [7] Giladi N and Nieuwboer A. *Understanding and treating freezing of gait in parkinsonism, proposed working definition, and setting the stage*. *Mov Disord.* 2008, vol. 23, suppl. 2, pp. S423-S425.
- [8] Moore ST, MacDougall HG, Ondo WG (2008) *Ambulatory monitoring of freezing of gait in Parkinson's disease*. *J Neurosci Methods* 167(2):340-8.
- [9] Nieuwboer A, Dom R, De Weerd W, Desloovere K, Fieuws S, Broens-Kaucsik E. *Abnormalities of the spatiotemporal characteristics of gait at the onset of freezing in Parkinson's disease*. *Mov Disord.* 2001 Nov;16(6):1066-1075.