

Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie
Università di Bologna
Richiesta di Assegno di Collaborazione alla Ricerca- Nuovo Assegno
Tutor: Prof.ssa Patrizia Fattori

Titolo dell'Assegno di Ricerca: “Sviluppo di un protocollo in realtà virtuale per lo studio dell’effetto di diversi tipi di azione sulla percezione della dimensione degli oggetti nello spazio peripersonale ed extrapersonale.”

Titolo del Progetto di ricerca sui cui fondi si intende finanziare il nuovo Assegno di ricerca: “A Multiscale integrated approach to the study of the nervous system in health and disease”; Project MNESYS (PE0000006).

Programma di ricerca

Per questo piano viene richiesto n.1 assegno di ricerca di durata 12 mesi.

Basi scientifiche del progetto di ricerca

È noto dalla letteratura che le distanze negli ambienti virtuali (VE) non sono percepite in modo accurato (Waller & Richardson, 2008), mentre le distanze del mondo reale sono spesso percepite con precisione, almeno quando vengono misurate attraverso attività basate sull'azione (Loomis & Knapp, 2003; Durgin & Li, 2011). Un approccio comune per migliorare la percezione della distanza nella realtà virtuale consiste nell’interazione con il VE ricevendo un feedback visivo (Kelly, Donaldson, Sjolund & Freiberg, 2013; Kelly, Hammel, Siegel e Sjolund, 2014; Mohler, Creem-Regehr & Thompson, 2006; Richardson e Waller, 2005, 2007; Waller e Richardson, 2008). Uno studio di Waller & Richardson (2008) ha mostrato che i giudizi percettivi sulla distanza all’interno di un ambiente virtuale non erano influenzati dalle interazioni in cui i partecipanti vedevano solo una simulazione del cammino visivo (cioè solo il flusso ottico). Pertanto, la camminata fisica è risultata necessaria per evocare un miglioramento della percezione della distanza, concludendo che la camminata visiva simulata senza una concomitante camminata fisica risulta insufficiente.

Successivamente, Kelly et al. (2013) hanno scoperto che i giudizi percettivi sulla distanza miglioravano in seguito ad una camminata fisica all’interno dell’ambiente virtuale e non attraverso il solo movimento di raggiungimento con la mano. Ciò suggerisce che non tutte le interazioni basate sull’azione sono sufficienti a causare un miglioramento di accuratezza nella percezione della distanza. È noto, infatti, che il tipo di azione da pianificare focalizza la ricerca visiva su aspetti rilevanti legati all'azione, facilitando la percezione al fine di eseguire un movimento successivo più accurato (Wykowska et al., 2009). Negli studi di Wykowska et al. (Wykowska, Hommel, & Schubö, 2011; Wykowska, Schubö, & Hommel, 2009), la preparazione di un movimento di presa nel mondo reale facilitava il rilevamento di un bersaglio visivo definito dalle dimensioni e la preparazione di un movimento di raggiungimento facilitava il rilevamento di un bersaglio visivo definito in base alla sua luminosità. Infatti, i parametri relativi alla dimensione sono fondamentali per preparare l'apertura della presa per un movimento di presa (Wykowska et al., 2009) e i parametri relativi alla localizzazione, come la luminosità, sono fondamentali per preparare un movimento di raggiungimento (Anderson & Yamagishi, 2000; Graves, 1996). Allo stesso modo, Gutteling et al. (2011) hanno scoperto che la preparazione per un'azione di presa aumenta il rilevamento del cambiamento dell'orientamento dell'oggetto rispetto alla preparazione di un'azione di raggiungimento per la quale l'orientamento è un parametro irrilevante.

Da questi studi, sembra che la percezione delle caratteristiche dell'oggetto -come la dimensione- sia facilitata solo quando l'azione pianificata richiede l'elaborazione di quelle caratteristiche. Da un punto di vista evolutivo, sembra ragionevole presumere che attraverso l'esperienza di una vita con le azioni,

gli esseri umani imparino a selezionare e integrare le caratteristiche percettive che sono rilevanti per il raggiungimento dei rispettivi obiettivi di azione (Wykowska et al., 2011).

Un numero significativo di studi sull'effetto dell'azione nella percezione del mondo reale si è concentrato sulla fase di preparazione del movimento (Deubel & Schneider, 1996; Gutteling et al., 2011; Hoffman & Subramaniam, 1995; Neggers et al., 2007), mentre in Bosco et al. (2017) hanno riscontrato che anche dopo l'esecuzione di un movimento di presa la percezione della dimensione di un oggetto bidimensionale è modulata, rivelando una tendenza a ridimensionare gli oggetti in base al tipo di azione. Inoltre Bosco et al. (2017) hanno scoperto che la presa ha influenzato la dimensione percepita più del raggiungere, supportando ancora una volta l'idea che non tutti i movimenti basati sul corpo possono suscitare modifiche sulla dimensione percepita - e quindi sulla distanza - di un oggetto nello spazio.

La percezione spaziale è anche suscettibile alle influenze degli stati psicologici e fisiologici dell'osservatore (Proffitt et al., 1995; Proffitt 2006) e alla percezione dello spazio che circonda il nostro corpo in modo che la percezione della distanza rifletta più di una distanza fisica. Nello studio di Siegel & Kelly (2017) l'interazione con camminata nel VE e con feedback visivo continuo ha causato miglioramenti giudizio della dimensione degli oggetti situati anche oltre l'intervallo di spazio sperimentato durante l'interazione, cioè nello spazio extrapersonale.

Infine, sembra che le interazioni attraverso la camminata e gli appropriati movimenti delle mani con un bersaglio possano essere le azioni corporee più benefiche da eseguire in ambienti virtuali al fine di migliorare la percezione della distanza e dimensione di quel bersaglio e, preferibilmente, dello spazio stesso. Tuttavia, non sono stati condotti studi per valutare l'influenza di più effettori di azione sulla possibile facilitazione della percezione dell'oggetto nello spazio virtuale anche in condizioni perturbate dell'azione.

La ricerca del presente Progetto mira a migliorare la conoscenza dell'effetto reciproco tra azione e percezione negli ambienti virtuali e nel mondo reale. In effetti, la compromissione dei circuiti neurali sottostanti il flusso visivo dorsale per l'azione e il flusso visivo ventrale per la percezione sono responsabili di alcune disabilità neurologiche, ma non sono ancora del tutto comprese. Pertanto, la migliore comprensione dell'interazione tra azione e percezione potrebbe essere sfruttata -a lungo termine- nella valutazione precoce delle malattie neurologiche e nello sviluppo di una nuova generazione di pratiche riabilitative motorie personalizzate in pazienti con lesioni cerebrali.

Il presente progetto è attinente alle attività relative allo Work package 4 (Spoke 4) del progetto Mnesys (PE0000006), dove verranno sviluppate tecniche di realtà virtuale e protocolli per studiare i meccanismi funzionali e neurali alla base dell'embodiment, della percezione e del controllo dell'azione per scopi diagnostici e riabilitativi. In particolare, l'Assegnista sarà coinvolto: i) nell'acquisizione di dati cinematici e oculometrici in ambiente virtuale e non; ii) nell'elaborazione statistica-computazionale dei dati comportamentali; iii) nello studio di algoritmi di decodifica in grado di predire il tipo di azione in fase di programmazione da parametri percettivi e cinematici.

Scopo del progetto di ricerca, possibili risultati e metodologie da usare.

L'assegnista dovrà:

- testare l'effetto della camminata pura sulla percezione delle dimensioni degli oggetti per utilizzarla come condizione di controllo;
- valutare l'influenza della combinazione di azioni come camminare, raggiungere e afferrare in condizioni perturbate sulla percezione della dimensione dell'oggetto nello spazio virtuale extrapersonale;
- studiare se la percezione dimensionale dell'oggetto è fortemente legata all'utilizzo degli effettori motori oppure no;
- valutare come i segnali visivi e somatomotori provenienti da diversi effettori d'azione siano integrati nella possibile facilitazione della percezione dell'oggetto;

L'assegnista apprenderà tecniche di programmazione per la gestione di ambienti virtuali (es. Unity), tecniche di analisi di dati comportamentali (cinematici ed oculometrici), tecniche di machine learning e tecniche informatiche di analisi/archiviazione/condivisione dei dati. Il progetto parte dalle neuroscienze e dalla ricerca di base ma tiene bene presente anche competenze e applicazioni possibili in medicina e ingegneria biomedica, per mostrare quindi un'importante ricaduta sociale per la salute dell'uomo.

Il lavoro da eseguire nel presente progetto di ricerca prevedrà l'utilizzo di dati comportamentali provenienti da esperimenti su partecipanti sani. Lo studio è approvato dal comitato etico dell'Università di Bologna e in accordo con la Dichiarazione di Helsinki. Ogni partecipante darà il proprio consenso informato dopo l'accurata spiegazione dello studio.

Riferimenti bibliografici

- Anderson, S. J., & Yamagishi, N. (2000). Spatial localization of colour and luminance stimuli in human peripheral vision. *Vision Research*, 40, 759–771.
- Bosco, A., Daniele, F., & Fattori, P. (2017). Reaching and grasping actions and their context shape the perception of object size. *Journal of Vision*, 17(12):10, 1–19, doi:10.1167/17.12.10.
- Caliandro, P., Serrao, M., Padua, L., Silvestri, G., Iacovelli, C., Simbolotti, C., Mari, S., Reale, G., Casali, C., Rossini, P.M. (2015). Prefrontal cortex as a compensatory network in ataxic gait: a correlation study between cortical activity and gait parameters. *Restor Neurol Neurosci*. 2015;33(2):177-87. Doi:10.3233/RNN-140449.
- Deubel, H., & Schneider, W. X. (1996). Saccade target selection and object recognition: Evidence for a common attentional mechanism. *Vision Research*, 36(12), 1827–1837, doi.org/10.1016/0042-6989(95)00294-4.
- Durgin, F. H., & Li, Z. (2011). Perceptual scale expansion: An efficient angular coding strategy for locomotor space. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73, 1856–1870. doi:10.3758/s13414-011-0143-5.
- Graves, R. E. (1996). Luminance and colour effects on localization of briefly flashed visual stimuli. *Visual Neuroscience*, 13, 567–573.
- Gutteling, T. P., Kenemans, J. L., & Neggers, S. F. W. (2011). Grasping preparation enhances orientation change detection. *PLoS ONE*, 6(3), e17675, doi.org/10.1371/journal.pone.0017675.
- Hoffman, J. E., & Subramaniam, B. (1995). The role of visual attention in saccadic eye movements. *Perception & Psychophysics*, 57(6), 787–795, doi.org/10.3758/BF03206794.
- Holtzer, R., Mahoney, J.R., Izzetoglu, M., Wang, C., England, S., Verghese, J. (2015). Online fronto-cortical of simple and attention-demanding locomotion in humans. *Neuroimage*. 2015 May 15;112:152-159. Doi:10.1016/j.neuroimage.2015.03.002. Epub 2015 Mar 10.
- Kelly, J. W., Donaldson, L. S., Sjolund, L. A., & Freiberg, J. B. (2013). More than just perception–action recalibration: Walking through a virtual environment causes rescaling of perceived space. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75, 1473-1485. doi:10.3758/s13414-013-0503-4.
- Kelly, J. W., Hammel, W.W., Siegel, Z. D., & Sjolund, L. A. (2014). Recalibration of perceived distance in virtual environments occurs rapidly and transfers asymmetrically across scale. *IEEE Trans Vis Comput Graph*. 2014 Apr;20(4):588-95. Doi: 10.1109/TVCG.2014.36.
- Kim HY, Yang SP, Park GL, Kim EJ, You JS (2016) Best facilitated cortical activation during different stepping, treadmill, and robotassisted walking training paradigms and speeds: a functional near infrared spectroscopy neuroimaging study. *NeuroRehabilitation* 38(2):171–178
- Li, C., Xu, J., Zhu, Y., Kuang, S., Qu, W., Sun, L. (2020). Detecting self-paced walking intention based on fNIRS technology for the development of BCI. *Med Biol Eng Compt*. 2020 May;58(5):933-941. Doi:10.1007/s11517-020-02140.
- Loomis, J. M., & Knapp, J. M. (2003). Visual perception of egocentric distance in real and virtual environments. In L. J. Hettinger & M. W. Haas (Eds.), *Virtual and adaptive environments* (pp. 21–46). Mahwah NJ: Erlbaum.
- Mihara, M., Yagura, H., Hatakenaka, M., Hattori, N., Miyai, I. (2010) Clinical application of functional near-infrared spectroscopy in rehabilitation medicine. *Brain Nerve* 2010 Feb; 62(2):125-32.
- Mohler, B. J., Creem-Regehr, S. H., & Thompson, W. B. (2006). The influence of feedback on egocentric distance judgments in real and virtual environments. In *ACM SIGGRAPH Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization* (pp. 9–14). Washington, DC: ACM.

- Neggers, S., Huijbers, W., Vrijlandt, C., Vlaskamp, B., Schutter, D., & Kenemans, J. (2007). TMS pulses on the frontal eye fields break coupling between visuospatial attention and eye movements. *Journal of Neurophysiology* 98, 2765–2778.
- Proffitt DR. Distance Perception. *Current Directions in Psychological Science*. 2006;15(3):131-135. doi:10.1111/j.0963-7214.2006.00422.x.
- Proffitt, D.R., Bhalla, M., Gossweiler, R. *et al.* Perceiving geographical slant. *Psychon Bull Rev* 2, 409–428 (1995). <https://doi.org/10.3758/BF03210980>.
- Richardson, A. R., & Waller, D. (2005). The effect of feedback training on distance estimation in virtual environments. *Applied Cognitive Psychology*, 19, 1089–1108.
- Richardson, A. R., & Waller, D. (2007). Interaction with an immersive virtual environment corrects users' distance estimates. *Human Factors*, 49, 507–517.
- Siegel, Z.D., Kelly, J.W. Walking through a virtual environment improves perceived size within and beyond the walked space. *Atten Percept Psychophys* 79, 39–44 (2017). <https://doi.org/10.3758/s13414-016-1243-z>.
- Waller, D., & Richardson, A. R. (2008). Correcting distance estimates by interacting with immersive virtual environments: Effects of task and available sensory information. *Journal of Experimental Psychology. Applied*, 14, 61–72.
- Wykowska, A., Schubö, A., & Hommel, B. (2009). How you move is what you see: Action planning biases selection in visual search. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 35, 1755–1769.
- Wykowska, A., Hommel, B., & Schubö, A. (2011). Action-induced effects on perception depend neither on element-level nor on set-level similarity between stimulus and response sets. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73, 1034–1041.

Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie
Università di Bologna
Richiesta di Assegno di Collaborazione alla Ricerca- Nuovo Assegno
Tutor: Prof.ssa Patrizia Fattori

Titolo dell'Assegno di Ricerca: “Sviluppo di un protocollo in realtà virtuale per lo studio dell’effetto di diversi tipi di azione sulla percezione della dimensione degli oggetti nello spazio peripersonale ed extrapersonale.”

Titolo del Progetto di ricerca sui cui fondi si intende finanziare il nuovo Assegno di ricerca: “A Multiscale integrated approach to the study of the nervous system in health and disease”; Project MNESYS (PE0000006).

Programma di attività dell'Assegnista

Al suddetto progetto di ricerca è collegato il seguente piano di formazione scientifica, con il quale si intende fornire al precettore dell'Assegno di Ricerca gli strumenti teorici e pratici volti a conseguire gli obiettivi previsti dal progetto di ricerca, ed i livelli di preparazione professionale che, per qualità e specificità, sono necessari per intraprendere ricerche sperimentali in campo neurofisiologico.

Il precettore dell’Assegno di Ricerca si inserirà nel gruppo di ricerca diretto dalla Prof.ssa Patrizia Fattori. Ella/egli dovrà imparare l’uso di diverse metodologie sperimentali, tra cui:

- tecniche di acquisizione e analisi di dati cinematici attraverso l’utilizzo di un sistema Motion Capture (Vicon);
- tecniche di acquisizione e analisi di dati oculari attraverso l’utilizzo di diversi sistemi oculometrici (EyeLink II, Pupil Labs);
- uso di programmi di elaborazione di dati comportamentali;
- utilizzo degli ambienti Matlab e Unity per la costruzione e gestione dell’ambiente virtuale;
- implementazione e uso di algoritmi di decoding e di confronto statistico;
- utilizzo di tecniche di machine learning e nozioni di biomeccanica per lo sviluppo e simulazioni di modelli che descrivono il movimento naturale degli arti.

Fanno inoltre parte del piano di formazione:

- la frequenza a corsi di aggiornamento o di perfezionamento ove il progetto di ricerca lo rendesse necessario o ciò potrebbe rivelarsi utile alla formazione del ricercatore
- la frequenza a seminari concernenti le tematiche oggetto di indagine, tenuti sia da studiosi del Dipartimento presso cui la formazione scientifica si svolgerà, che da studiosi provenienti da altre sedi, nazionali ed internazionali, con le quali sono intrattenuti rapporti di collaborazione:
 - The MARCS Institute for Brain, Behaviour and Development, Western Sydney University, Sydney, Australia (Prof. Tamara Watson)
 - Zeiss Vision Science Lab, Tuebingen, Germania (Proffs. S. Wahl e K. Rifai)
 - Middlesex University, Londra (Dr Eris Chinellato, Progetto EU FP7-ICT 217077-EYESHOTS e Prof. Richard Bayford Prof. of Biophysics and Engineering)
 - Psychological Inst. II, Westf. Wilhelms-University, Münster, Germany (Prof. M. Lappe)

- School of Biological and Health Systems Engineering, Arizona State University, Tempe, USA (Prof. M. Santello)
- Laboratory of Neuro- and Psychophysiology, Katholieke Universiteit Leuven (Prof. W. Vanduffel)
- Fundacion Tecnalia Research & Innovation, Donostia-San Sebastian, Spagna (Prof. A. Ramos-Murguialday)
- Consiglio Nazionale delle ricerche, Padova, Italy (Dr. I. P. Stoianov)
- IRCCS Neuroscienze, Bologna, Italy (Prof. R. Piperno)
- Stam SRL, Genova, Italy (Dott. R. Landò)
- EMS medical, Bologna (Sig. P. Tampieri)
- Center of visual sciences, Rochester University (Prof. M. Rucci)

- La partecipazione a congressi scientifici pertinenti, con presentazione dei dati sperimentali raccolti e della analisi ottenute.

- La partecipazione ad eventi divulgativi in cui si presenteranno i risultati del presente progetto.

- Il coinvolgimento in proposte progettuali europee (Horizon Europe) che scaturiranno dalla ricerca proposta e che coinvolgeranno l'assegnista.

- La redazione di articoli scientifici prodotti a partire dai risultati del presente progetto.

Se necessario, al precettore dell'Assegno di Ricerca può essere richiesto uno stage all'estero, presso laboratori delle Università sopra menzionate, ove la sua formazione professionale possa essere completata nella direzione indicata nel progetto di ricerca.