

# HAND – Handwriting Analysis against Neuromuscular Disease

Giuseppe Pirlo<sup>1</sup>, Donato Impedovo<sup>1</sup>, Angelo Marcelli<sup>2</sup>, Antonio Della Cioppa<sup>2</sup>, Claudio De Stefano<sup>3</sup>, Francesco Fontanella<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Informatica – UNIBA, <sup>2</sup>Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Elettrica e Matematica applicata -UNISA, <sup>3</sup>Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione – UNICAS  
[giuseppe.pirlo@uniba.it](mailto:giuseppe.pirlo@uniba.it), [donato.impedovo@uniba.it](mailto:donato.impedovo@uniba.it), [amarcelli@unisa.it](mailto:amarcelli@unisa.it), [adellacioppa@uniba.it](mailto:adellacioppa@uniba.it), [destefano@unicas.it](mailto:destefano@unicas.it), [fontanella@unicas.it](mailto:fontanella@unicas.it)

## Abstract

Il progetto HAND ha come obiettivo la Ricerca per la diagnosi e il monitoraggio di malattie degenerative neuromuscolari mediante l'analisi automatica e/o semi-automatica di tracciati manoscritti per mezzo di evoluti approcci di Intelligenza Artificiale.

## 1 Introduzione

Il progetto HAND ha una forte rilevanza sociale ed economica: si stima, infatti, che in Europa nel 2015 oltre 225000 persone siano decedute per conseguenze connesse a malattie neuro-degenerative e che la spesa gravata sulla comunità superi i 300 bilioni di Euro (fonte WorldAlzheimer Report 2015).

Le malattie neuromuscolari colpiscono il sistema nervoso periferico che comprende i muscoli e il sistema nervoso. I neuroni inviano i segnali che controllano i muscoli al fine di consentire i movimenti. Neuroni malati/morti non controllano adeguatamente i muscoli. La maggior parte delle malattie neuro-degenerative è incurabile, tuttavia una loro identificazione precoce può ridurre l'"odissea diagnostica". Le malattie neuromuscolari spesso portano a cambiamenti cognitivi, funzionali e comportamentali. Gli attuali strumenti diagnostici includono la risonanza magnetica, gli esami del sangue e la puntura lombare (prelievo spinale).

La scrittura a mano libera è una attività che coinvolge abilità cognitive, cinestetiche e percettive-motorie [1], [2]. Ulteriori elementi coinvolti sono la percezione visiva, la pianificazione motoria, la coordinazione visuale-motoria e le abilità manuali. Cambiamenti significativi delle prestazioni della scrittura sono una caratteristica immediatamente visibile nella malattia di Parkinson (PD). Una valutazione automatica della scrittura potrebbe facilitare la diagnosi di tali malattie.

In particolare, si intende far svolgere esercizi di scrittura o disegno su moderni tablet in grado di acquisire non solo la forma grafica finale (immagine) ma anche le dinamiche della scrittura (velocità, pressione, evoluzione temporale, ecc.).

## 2 Caratteristiche del progetto

HAND è un progetto fortemente interdisciplinare, esso ha lo scopo di gettare le basi per un nuovo metodo di indagine delle malattie neuro-degenerative basato sull'analisi della grafia

Allo stato attuale è stato definito il protocollo di acquisizione dei dati manoscritti. In particolare, esso include sia task "sperimentali", ossia noti al mondo della ricerca scientifica, che task grafici già usati e validati per effettuare diagnosi (es. clock drawing test). Successivamente è stata avviata la fase di raccolta dati presso diverse strutture (Ospedali, RSSA, etc.). Tale attività è attualmente ancora in corso ed ha lo scopo di raccogliere quanti più dati possibili anche in sessioni ripetute a distanza di mesi sugli stessi individui.

Le unità di ricerca coinvolte nel progetto stanno lavorando secondo diverse direttrici che riguardano il trattamento spazio-temporale (on-line) e spazio-luminescente (off-line) dei dati già presenti in letteratura così come su quelli via via acquisiti nel corso del progetto. Più nello specifico i task grafici appartengono a tre macro-categorie: task semplici di disegno (es. fig. 1) [3], task semplici di scrittura (es. fig. 2) e task complessi nei quali sono coinvolti aspetti cognitivi (es. fig. 3).

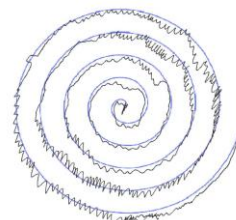


Figura 1 – Disegno della spirale

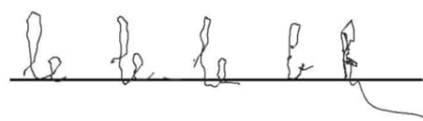


Figura 2 – Scrittura di una sequenza di le

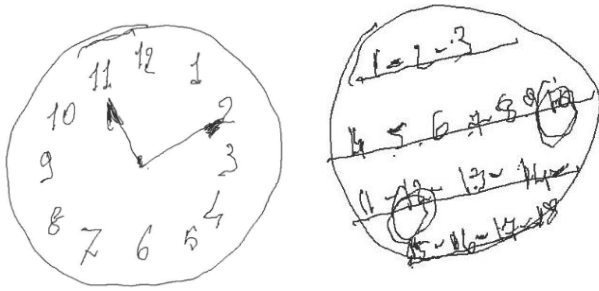


Figura 3 – Test dell'orologio (sx sano, dx malato)

La sfida di ricerca in termini di AI consiste nell'eseguire un'analisi automatica e/o semi-automatica non invasiva della scrittura a mano libera [4], [5]. Le tematiche sulle quali si sta lavorando sono:

- Avanzamento nell'analisi e valutazione dei parametri biometrici per la diagnosi delle malattie neurodegenerative;
- Sviluppo di un prototipo di sistema costituito da uno strumento di acquisizione e sistema di elaborazione basato su metodologie di AI;
- Un dataset di riferimento da rendere pubblicamente disponibile a livello internazionale.

Elementi di particolare rilevanza sono:

- Lo sviluppo di metodologie non invasive;
- Lo sviluppo di un prototipo a basso costo basato su strumenti semplici da usare se confrontati con le tecniche attuali.

I risultati della ricerca potrebbero essere utilizzati su attività correlate al monitoraggio della progressione della malattia. Nel corso del progetto si stanno sviluppando attività quali:

- Analisi delle diverse caratteristiche distintive dei tratti manoscritti;
- Indagine su zone o aree specifiche dei tratti più significativi di altri al fine di rivelare caratteristiche legate alla malattia;
- Indagine sulle metriche da adottare per la valutazione precedente;
- Confronto dei risultati osservati tra soggetti sani e malati.

La fig. 4 mostra la visione di insieme del prototipo che si sta ricercando e sviluppando.

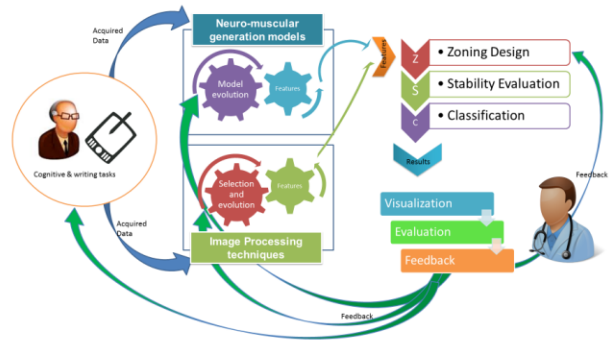


Figura 4 – Project Overall Model

## Acknowledgments

Il progetto ha come lead partner il Dipartimento di Informatica dell'Università degli Studi di Bari. Partecipano al progetto il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Elettrica e Matematica applicata dell'Università degli Studi di Salerno e il Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione "Maurizio Scarano" dell'Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale.

## Funding

Il progetto HAND è cofinanziato dal MIUR attraverso il progetto PRIN 2015 Handwriting Analysis against Neuro-muscular Disease — HAND, cup H96J16000820001.

## Reference

- [1] D. Impedovo and G. Pirlo, "Dynamic Handwriting Analysis for the Assessment of Neurodegenerative Diseases: A Pattern Recognition Perspective," in *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, vol. 12, pp. 209-220, 2019.
- [2] C. De Stefano, F. Fontanella, D. Impedovo, G. Pirlo, A. Scotto di Freca, "Handwriting analysis to support neurodegenerative diseases diagnosis: A review" in *Pattern Recognition letters*, 2018.
- [3] R. Senatore, A. Marcelli, "A paradigm for emulating the early learning stage of handwriting: Performance comparison between healthy controls and Parkinson's disease patients in drawing loop shapes", *Human Movement Science*, 2018.
- [4] N.D. Cilia, C. De Stefano, F. Fontanella, A. Di Freca, A.S., "An experimental protocol to support cognitive impairment diagnosis by using handwriting analysis", 2018, *Procedia Computer Science*, 141, pp. 466-471.
- [5] D. Impedovo, G. Pirlo, M.T. Angelillo, G. Vessio, "Towards a digitized protocol based on handwriting for the assessment of neurodegenerative disorders", 2017 *CEUR-workshop Proceedings 1982*, pp. 1-8.