

BESIDE –BEhavioral integrated System for diagnosis, support and monItoring of neuro-Degenerative diseases

N. Lorusso¹, L. Cocola¹, A. Proscia¹, M.T. Angelillo¹, A. Caldarola², S. di Lillo³, F. Mastroianni⁴,
V. Zullo⁵, G. Saracino⁶, D. Pignatale⁶, L. D’Errico⁶,

D. Impedovo⁷, G. Pirlo⁷, V. Dentamaro⁷

G. Cicirelli⁸, T. D’Orazio⁸

¹Loran srl, ²Idea Sviluppo srl, ³E-Com srl, ⁴Ospedale F. Miulli, ⁵IRTE Villa dei Pini, ⁶Vivisol srl,
⁷Dipartimento di Informatica - UNIBA, ⁸CNR-STIIMA

Abstract

Il progetto di ricerca industriale e sviluppo sperimentale denominato BESIDE intende applicare tecniche di intelligenza artificiale per l’analisi di pattern motori (*Gait Analysis*) e comportamentali di individui affetti da malattie neurodegenerative. In particolare, il progetto intende individuare i sensori più idonei e sviluppare un complesso sistema di sorveglianza IoT in grado di fornire evidenze specifiche agli staff medici inerenti i comportamenti e le evoluzioni del decadimento fisico del paziente anche quando lo stesso non è sotto diretta osservazione.

1 Introduzione

Numerosi studi recenti [Impedovo et al., 2018, Mosca et al. 2017] hanno dimostrato che è possibile, con un buon grado di accuratezza, distinguere un individuo sano da uno affetto da malattie neuro-degenerative per mezzo di semplici task.

Le malattie neurodegenerative colpiscono il sistema nervoso centrale provocando gradualmente la morte dei neuroni. A seconda della malattia sviluppata si possono avere diversi casi di demenza, deficit cognitivi, alterazioni motorie e disturbi del comportamento e della psiche. Il problema principale di queste malattie è identificato nella mancanza di cure, infatti, i farmaci consentono solo il rallentamento del decorso della malattia. Ciò comporta che solo una diagnosi tempestiva permetterebbe al paziente di vivere il resto della sua vita con un tenore di vita migliore. Si tratta di un ambito di grande importanza che include malattie quali il morbo di Alzheimer (AD), morbo di Parkinson (PD), corea di Huntington (HD), sclerosi laterale amiotrofica (SLA).

Dal punto di vista prettamente medico, diagnosticare una malattia neurodegenerativa richiede diversi passaggi. Le fasi richieste per la diagnosi sono:

- Anamnesi del soggetto: vengono prese in considerazione informazioni anagrafiche, cliniche e familiari del

soggetto per eventuali fattori di rischio, tra cui la diagnosi di Mild Cognitive Impairment (MCI);

- Esame neurologico: consiste nella ricerca di segni di alterazione del normale funzionamento del sistema
- Test cognitivi: per definire e quantificare i disturbi cognitivi legati alla memoria, capacità sensoriali e motori;
- Esami del sangue: consentono di escludere altre eventuali possibili cause ai sintomi presentati dal paziente;
- Imaging del cervello (NeuroImaging): permette di escludere ogni altra patologia o diagnosi errata.

2 Il progetto BESIDE

Il progetto di ricerca industriale e sviluppo sperimentale denominato BESIDE, ha l’obiettivo di indagare ed utilizzare pattern inerenti l’andatura tipica di individui con malattie neurodegenerative. I metodi analizzati sono proposti a fronte di studio di documenti scientifici e studi riconosciuti, sia per quanto concerne la parte prettamente medica, sia per quanto concerne l’estrpolazione e la classificazione dei dati.

L’approccio che viene proposto è un’analisi digitale dell’andatura in soggetti anziani, in grado di fornire un valido supporto alle decisioni oltre che offrire una maggiore oggettività nell’attività di anamnesi. In altre parole, tali dati affiancheranno le metodologie per la diagnosi citate nel paragrafo precedente.

Di particolare interesse, per il sistema a realizzarsi, sono i test cognitivi che permettono di definire e quantificare la gravità della malattia e i test motori per l’analisi dell’andatura.

I test dell’andatura sono basati su una valutazione sistematica dell’andatura del paziente, in cui il medico cerca, nel modo più oggettivo possibile, di giudicare la gravità dei sintomi per il ritrovamento dei pattern di camminata sintomatici di problemi nelle varie aree del cervello, i quali sono in grado di discriminare, in maniera sufficientemente precisa, la malattia del paziente. Questi pattern sono certificati dai diversi documenti redatti da medici che hanno ricercato queste anomalie

sottoponendo pazienti realmente ammalati a test specifici e osservazioni accurate. I pattern attualmente individuati sono:

- Morbo di Alzheimer (AD): andatura cauta, sindrome da disequilibrio, possibili fallimenti nella partenza, passi brevi, andatura strascicata e lenta con esitazione nella girata (molti di questi pattern sono sintomatici di atassia, patologia spesso riscontrata in pazienti malati di Alzheimer).
- Morbo di Parkinson (PD): camminata a passettini veloci, lenta con difficoltà alla partenza e nella girata, con fenomeni di congelamento (freezing), riduzione di GRF (*ground reaction force*) ovvero la forza per opporsi alla gravità, con un'andatura visibilmente strascicata, postura curva e ondeggiante in fase statica (molti di questi pattern sono sintomatici di atassia, patologia spesso riscontrata in pazienti malati di Parkinson), possibilità di camminata punta-tacco.
- Corea di Huntington (HD): camminata scoordinata, barcollante, con tempo per il passo molto variabile e una minore cadenza delle falcate, inoltre è possibile individuare un'andatura coreiforme (Choreiform Gait) ovvero piena di movimenti irregolari, convulsi e involontari.
- Sclerosi laterale amiotrofica (SLA): camminata più lenta, meno stabile, più 'disorganizzata' nel tempo e con un tempo medio di falcata più lungo, postura curva.

I test motori individuati a livello medico sono:

- TANDEM
- SIT TO STEND
- ADL – IADL
- ROMBERG
- MORSE
- WALKING TEST
- TINETTI

La valutazione della mobilità dei pazienti sarà effettuata sia da professionisti specializzati, mentre allo stesso tempo una rete di sensori raccoglierà ulteriori dati. L'architettura generale del sistema BESIDE è mostrato in figura 1.



Figura 1. Sistema BESIDE

Sulla base di tale schema, il progetto BESIDE intende supportare la diagnosi, terapia medica e riabilitativa e l'inclusione sociale attraverso tecniche biometriche non invasive

(*gait and behavior analysis*). Più precisamente, partendo dall'utilizzo di telecamere e sensori si intende:

- monitorare ed analizzare in modo semi/automatico aspetti comportamentali del paziente che lo caratterizzano rispetto a luoghi ed attività;
- monitorare e prevenire il fenomeno del *wandering*;
- Favorire il contatto video con parenti e famigliari mediante elementi sociali.

Il Sistema prototipale che sarà sviluppato includerà:

- Dispositivi di acquisizione (telecamere e sensori);
- Sistema di processing basato sulle metodologie che saranno ricercate durante il progetto;
- Pannello di controllo web-based in grado di consentire la visualizzazione di dati aggregati per singolo paziente al care-giver e che include correlazioni rispetto alle terapie e a marcatori standard;
- Smart alarm per condizioni di rischio;
- Postazione di Video conference per teleconsulti just in time.

La parte di impatto dell'Intelligenza Artificiale sul progetto BESIDE è quella inerente:

- La raccolta e caratterizzazione dati di tipo visivo, output dei sistemi di localizzazione e di controllo varchi, output dei sistemi di monitoraggio sonno/veglia.
- Le metodologie di rilevazione e riconoscimento dei comportamenti o attività dei soggetti. Le informazioni rilevate nella precedente fase verranno utilizzate per rappresentare i comportamenti attraverso i cosiddetti descrittori.
- Le metodologie di caratterizzazione statistica dei comportamenti per mezzo della combinazione delle diverse informazioni estratte dai dispositivi di campo e da ulteriori fonti (registri, cartella clinica, test, ecc..).
- L'Analisi di stabilità/evoluzione dei comportamenti.

Il progetto ha come capofila l'azienda Loran srl ed è realizzato in partenariato con: Cooperativa Sociale "Progetto Vita", C.V.S. srl, E-COM srl, IdeaSviluppo srl, I.R.T.E. S.P.A – RSSA Villa dei Pini, Vivisol srl e Senior srl. Partecipano al progetto in qualità di partner enti di ricerca il CNR-STIIMA e il Dipartimento di Informatica dell'Università degli Studi di Bari.

Funding

Il progetto BESIDE è cofinanziato dalla Regione Puglia POR FESR—FSE 2014–2020. Fondo Europeo Sviluppo Regionale. Azione 1.6—Avviso pubblico "InnoNetwork"

Riferimenti bibliografici

- [Impedovo et al. 2018] Impedovo, D., & Pirlo, G. (2018). Dynamic handwriting analysis for the assessment of neurodegenerative diseases: a pattern recognition perspective. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*.
- [Mosca et al. 2017] Mosca N., D'Orazio T. et al. (2017). Human Walking Behavior Detection with a RGB-D Sensors Network for Ambient Assisted Living Applications, *AI*AAL.IT Workshop 2017*.