



Laboratorio Segnali e Immagini,
Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A.Faedo"
Consiglio Nazionale delle Ricerche

Massimo Magrini, Andrea Carboni, Andrea Villa, Marco Righi, Ovidio Salvetti



Sistema Espressivo Multicanale Interattivo

1/2/2017

1	Premessa	1
2	Introduzione	1
3	I disturbi dello spettro autistico	2
	3.1.1 Trattamento	2
4	Filosofia alla base del progetto	3
	4.1 Progetti correlati.....	4
	4.2 I progetti SiREMI e SIDOREMI.....	4
5	Il sistema SEMI	6
	5.1 Architettura hardware	6
	5.1.1 Kinect	7
	5.1.2 Leap Motion.....	9
	5.2 Architettura software	10
	5.2.1 Insieme dei tool sviluppati.....	10
	5.2.1.1 Ripeti i movimenti	10
	5.2.1.2 Indovina i movimenti.....	11
	5.2.1.3 Unisci i punti.....	11
	5.2.1.4 Indovina la tessera.....	12
6	Sperimentazione	13
	6.1 Risultati della sperimentazione	13
	6.2 Analisi dei dati	15
7	Conclusioni e sviluppi futuri.....	17
	Personale ISTI-CNR coinvolto del progetto.....	18
	Ringraziamenti	18

1 Premessa

Il SILab, Laboratorio Segnali e Immagini dell'ISTI-CNR di Pisa ha competenze consolidate di R&D nel settore dell'elaborazione e dell'analisi dei segnali (monodimensionali, immagini e in generale multidimensionali). Oltre allo studio sintattico delle grammatiche che relazionano i segnali, il laboratorio effettua un'analisi semantica che verte alla comprensione del contenuto informativo di dati multimediali. Le principali tematiche trattate includono la visione artificiale, l'elaborazione real-time, l'ausilio alle decisioni, i sistemi embedded e le reti di sensori. Il SILab incorpora nella sua struttura la sezione del Body Sensing Unit, che si occupa di ricerca e sviluppo nel campo dell'interazione uomo macchina tramite dispositivi di rilevamento gestuale e sensori elettromedicali di vario genere (EEG, ECG, EMG etc.). In questa sezione del SILab vengono studiati e realizzati dispositivi che hanno la capacità di intercettare la presenza e i movimenti delle persone e di comandare, in funzione di queste "percezioni" raccolte, altri dispositivi in grado di compiere specifiche azioni quali l'emissione di suoni e o di immagini. Questi sistemi possono trovare impiego in presentazioni e demo multimediali di grande impatto scenografico, per utilizzi museali, didattici o spettacolari oppure in campo riabilitativo. Negli ultimi anni il SILab ha utilizzato queste tecnologie di interazione uomo macchina in un innovativo sistema per il trattamento di disturbi dello spettro autistico (ASD). Dopo una fase preliminare di sperimentazione (parzialmente finanziata da privati), il sistema SiREMI (Sistema per la Rieducazione Espressiva del Movimento e dell'Interazione) è stato installato presso l'Istituto Comprensivo Massarosa 1, dove è stato utilizzato per due stagioni scolastiche consecutive (2011-2012 e 2012-2013) in una serie di sedute di trattamento rieducativo. Successivamente, grazie al contributo della Fondazione Telecom Italia, è stata sviluppata una versione domiciliare dello stesso sistema (SiDOREMI), sperimentata direttamente nelle abitazioni familiari di alcuni bambini affetti da disturbi dello spettro autistico.

Nel 2016 il SILab ha iniziato una collaborazione con la Fondazione MAiC di Pistoia, che si occupa da anni del trattamento dell'autismo. Questa collaborazione ha portato allo sviluppo di SEMI, Sistema Espressivo Multicanale Interattivo, un progetto che eredita l'esperienza della precedente attività svolta con SiREMI/SiDOREMI, arricchendola con nuove modalità di interazione che comprendono anche il canale visivo.

2 Introduzione

In questo rapporto è descritto il progetto SEMI, Sistema Espressivo Multicanale Interattivo, sviluppato dal Laboratorio Segnali ed Immagini dell'ISTI CNR di Pisa in collaborazione con la Fondazione MAiC di Pistoia. Questo progetto consiste nella realizzazione di un sistema innovativo costituito da speciali strumenti di interazione gestuale basati su tecnologie non invasive, contactless e a basso costo, in grado di fornire un feedback audio-visivo al movimento del corpo. In questo modo si intende favorire, in

forma ludica, la coscienza della propria capacità di interazione con l'ambiente circostante (sistema propriocettivo).

Dopo un inquadramento del progetto nel campo di attività del trattamento dei disturbi dello spettro autistico, daremo una descrizione delle sue componenti informatiche, seguita dalla descrizione della fase di sperimentazione e analisi dei dati raccolti effettuata presso la sede della Fondazione MAiC.

3 I disturbi dello spettro autistico

I disturbi dello Spettro Autistico (secondo criteri diagnostici DSM-V) consistono in un deficit persistente della comunicazione sociale in molteplici contesti con deficit nella reciprocità socio-emotiva, deficit dei comportamenti comunicativi non verbali utilizzati per l'interazione sociale, deficit dello sviluppo, della gestione e della comprensione delle relazioni. Inoltre sono associati pattern di comportamento, interessi o attività ristretti e /o ripetitivi e ad alterata capacità immaginativa. La sintomatologia coinvolge pertanto tre aspetti fondamentali:

Sfera sociale: compromissione, ritardo o atipicità dello sviluppo delle competenze sociali

Linguaggio e comunicazione: compromissione e atipicità del linguaggio e della comunicazione

Pensiero e comportamento: immaginazione povera e stereotipata, compromissione del gioco simbolico o di immaginazione, repertorio ristretto di comportamenti ripetitivi stereotipati, abnormi.

I disturbi dello spettro autistico risultano frequentemente associati (co-morbilità) a condizioni quali epilessia e/o anomalie elettroencefalografiche (25-30%), turbe dell'umore, condotte problematiche e manifestazioni di etero/autolesionismo, difficoltà nell'organizzazione di prassie e di coordinazione motorie oltre a difficoltà attentive.

La prognosi, in termini di sviluppo di autonomie personali/sociali e di qualità della vita, è fortemente condizionata dal grado di compromissione cognitiva e dalla presenza del linguaggio e risente dell'eventuale associazione di disturbi in co-morbilità e della presenza di condotte disadattive. Risulta, inoltre, significativamente condizionata anche dalla precocità e dall'adeguatezza dell'intervento riabilitativo.

3.1.1 Trattamento

La presa in carico, che nella maggior parte dei casi dura tutta la vita, è molto complessa e deve tener conto di numerosi elementi, ma in particolare:

- della prospettiva evolutiva: l'autismo è un disturbo di sviluppo. Questo non significa solo che si origina nell'età evolutiva, ma soprattutto che le disfunzioni di base si inseriscono in un organismo che cresce, lo modellano e assumono un peso diverso, a seconda della variabilità individuale, nell'organizzazione complessiva della persona. I

bisogni delle persone con autismo sono perciò caratteristici e peculiari per ogni fase di sviluppo e si possono definire e differenziare in base a criteri cronologici (età) e qualitativi (tipologia ed entità dei sintomi).

- dell'ampio spettro di disabilità che caratterizza fenotipi clinici diversi.

Nella scelta dei modelli di intervento, le metodologie terapeutiche devono collocarsi all'interno di una cornice che ha come presupposto epistemologico e filosofico quello dell'evidenza scientifica. Sulla base dei risultati delle ricerche condotte negli ultimi decenni, istituzioni come l'International Association of Child and Adolescent Psychiatry and Allied Professions (1998), la National Academy of Science (National Research Council, 2001), il National Institute of Mental Health (1997), il National Institute of Neurological Disorders and Strokes (1996) e Autisme Europe (2003), individuano l'intervento psicoeducativo, condotto nell'ambito di una presa in carico globale da parte di una rete di servizi, come trattamento elettivo per l'autismo (Vivanti 2006). All'interno di un modello di riferimento psicoeducativo due sono gli approcci che condividono paradigmi scientifici di base, ma che si differenziano per i metodi specifici utilizzati:

- l'approccio cognitivo-comportamentale
- l'approccio evolutivo.

I soggetti con autismo, secondo l'età e le caratteristiche cliniche, possono beneficiare in modo diverso di programmi ispirati maggiormente all'uno o all'altro approccio ed è sempre e soltanto sulla base di un'attenta valutazione delle caratteristiche del singolo soggetto e delle risorse disponibili che è possibile definire quale programma e quali strategie di intervento sono più adatte (Ospina et al, 2008).

Ricerche recenti sottolineano il valore preventivo degli interventi precoci e mirati e adattati ad ogni singolo bambino (Dawson, 2008).

La logica di costruire un'offerta terapeutica che preveda l'integrazione di diversi strumenti educativi, abilitativi e di cura, pertanto di un trattamento su misura, associato a interventi integrati a livello della famiglia e della scuola, tramite la presenza di un'equipe professionale multidisciplinare.

È infatti da tempo universalmente condivisa la necessità di differenziare i programmi di trattamento sulla base dei bisogni che sono caratteristici e peculiari per ogni fase di sviluppo, all'interno di una cornice comune che è quella dello sviluppo Socio/Emotivo, che vede la persona con disturbo autistico come sempre portatore di affetti, aspirazioni, bisogni emotivi, che devono trovare un'adeguata attenzione nei trattamenti applicati (documento elaborato dal gruppo regionale sull'autismo).

4 Filosofia alla base del progetto

L'obiettivo del progetto è quello di fornire a fMAiC un prototipo da inserire all'interno di una terapia riabilitativa per bambini con ASD e disprassia (disturbo evolutivo della coordinazione motoria che interferisce in modo significativo e persistente sulle varie attività di vita quotidiana). In particolare il prototipo è stato pensato per migliorare la

motricità globale e fine, la coordinazione motoria e il potenziamento degli aspetti imitativi, per favorire l'interazione sociale e le autonomie personali del bambino. Il progetto nasce quindi con il fine di individuare dei sistemi tecnologici che possano essere di ausilio al trattamento riabilitativo, andando a stimolare e lavorare sull'esecuzione di diversi schemi e sequenze motorie all'interno di un setting divertente e stimolante per i bambini. A questo scopo SEMI prevede lo sviluppo di *un insieme di giochi interattivi organizzati per livelli di difficoltà*, in base al profilo sensoriale del singolo bambino.

I soggetti beneficiari sono bambini con ASD e disprassie prevalentemente nella fascia di età 6-10 anni. I bambini sono in carico per trattamenti riabilitativi settimanali al servizio Disturbo della Comunicazione.

Terminato del progetto, il software è stato rilasciato alla fMAiC in modo da poter continuare la sperimentazione sui soggetti con disabilità correlate ad un disturbo di tipo disprassico.

4.1 Progetti correlati

Negli ultimi anni l'impiego di dispositivi multimediali per il trattamento dei disturbi dello spettro autistico sta cominciando ad essere sempre più diffuso, in letteratura appaiono sempre più lavori che ne documentano l'uso. Tuttavia la maggior parte di questi sistemi rimane al livello di sperimentazione tecnica, senza una reale sperimentazione sul campo.

Fra i pochi che hanno raggiunto una completa maturità sia tecnica sia applicativa possiamo sicuramente citare SoundBeam: un insieme di dispositivi che, grazie a sensori ad ultrasuoni, permettono a chiunque entra nel raggio di azione di "suonare" un insieme di strumenti virtuali. Questo sistema è di facile utilizzo e installazione e per questo è stato adottato in ampie campagne di sperimentazione all'interno di scuole e istituti in varie parti del mondo. La filosofia alla base di SoundBeam è in qualche modo simile al sistema qui descritto, avendo come linee guida i seguenti punti:

- conoscenza di sé e degli altri
- conoscenza dell'ambiente
- comunicazione ed espressione
- coordinamento psicomotorio
- valorizzazione delle identità nel rispetto delle diversità
- partecipazione e collaborazione
- organizzazione
- osservazione e riflessione su ciò che accade

4.2 I progetti SiREMI e SIDOREMI

Il SiLab, fra le sue varie attività, si è occupato negli ultimi anni di sistemi multimediali interattivi destinati a scopi riabilitativi. Uno di questi sistemi è stato impiegato nel

progetto SiREMI: Sistema Interattivo per la Rieducazione del Movimento e dell'Interazione. Questo progetto prevedeva lo studio di una metodologia di trattamento dell'ASD con l'utilizzo di dispositivi di interazione gestuale, da utilizzarsi in modo integrato ai trattamenti tradizionali. I dispositivi di rilevamento gestuale impiegati erano composti da una telecamera e da alcuni sensori piezoelettrici e ad infrarossi. Il software di SiREMI, appositamente sviluppato, permetteva di associare liberamente suoni (e loro caratteristiche) ai movimenti del soggetto che si trovava nel suo raggio di azione (fig.1).

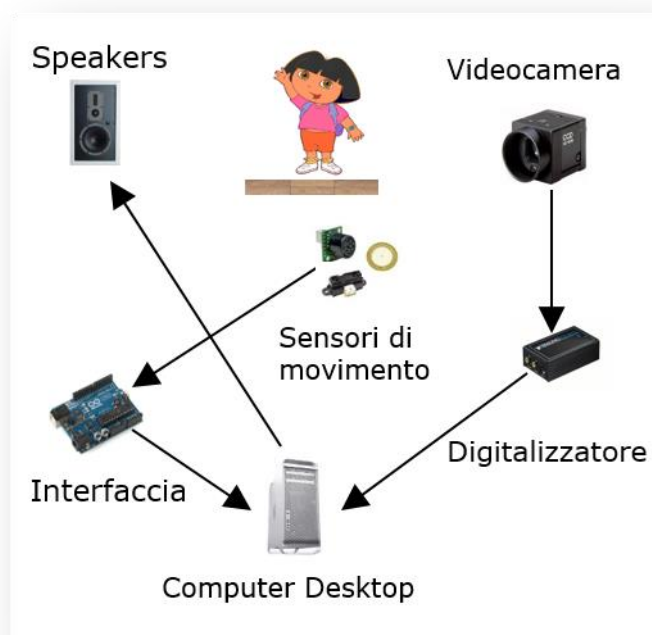


Figura 1 – L'architettura di SiREMI

SiREMI è stato installato presso l'Istituto Comprensivo Massarosa 1, presso il quale è stato utilizzato per due stagioni scolastiche consecutive (2011-2012 e 2012-2013) in una serie di sedute di trattamento rieducativo. Successivamente, grazie al contributo della Fondazione Telecom Italia, il SILab ha sviluppato una versione domiciliare dello stesso sistema (SiDOREMI), sperimentato direttamente nelle famiglie di alcuni bambini affetti da disturbi dello spettro autistico.

Questo nuovo sistema, destinato ad un uso domestico, prevedeva di essere utilizzato senza il coinvolgimento diretto di tecnici o operatori specializzati e quindi è stato progettato per essere utilizzato da persone non esperte. A questo scopo i vari sensori sono stati sostituiti da una speciale camera ad infrarossi per il rilevamento della gestualità sviluppata da Microsoft, il Kinect (fig.2). A differenza dei sistemi basati su

telecamera tradizionale o su altri tipi di sensore questo dispositivo, essendo nato per l'impiego in ambito gaming, non ha bisogno di speciali tarature e il suo utilizzo è immediato. Impiegando questo sensore il SiLab ha sviluppato un software in grado di proporre esercizi ludico-motori, in cui il soggetto, controllando i suoni con il movimento secondo diversi criteri, sviluppava capacità di interazione e coordinazione motoria.

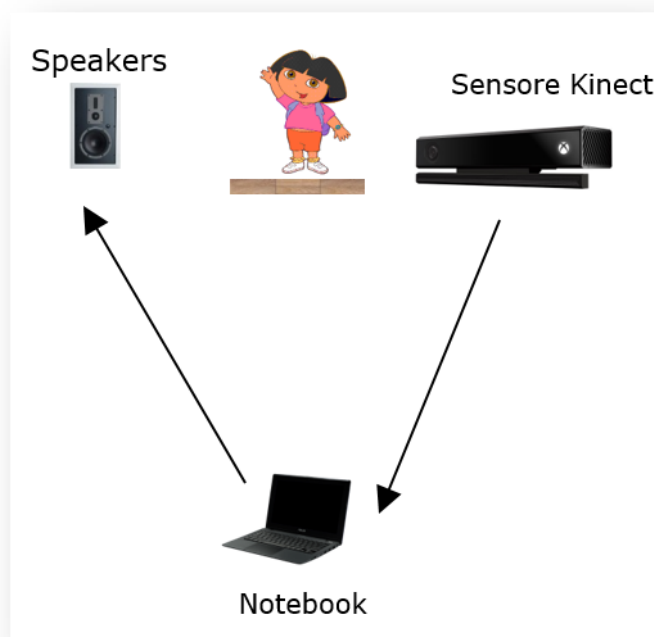


Figura 2 – L'architettura di SiDOREMI

5 Il sistema SEMI

Sulla base delle esperienze precedenti con i sistemi SiREMI e SiDOREMI, ed in virtù della collaborazione con fMAiC il SiLab ha progettato un nuovo sistema denominato SEMI: Sistema Espressivo per il Movimento e l'Interazione. La tecnologia utilizzata in SEMI è analoga a quella dei sistemi precedenti, ma estende l'interazione uditiva con quella visiva: il soggetto quindi in questo caso interagisce prevalentemente con il canale visivo, integrato a quello uditivo.

5.1 Architettura hardware

L'architettura hardware utilizzata in SEMI è molto simile a quella di SiDOREMI, con la differenza che, essendo adesso anche utilizzato il canale visivo, è presente un sistema di videoproiezione (fig.3).

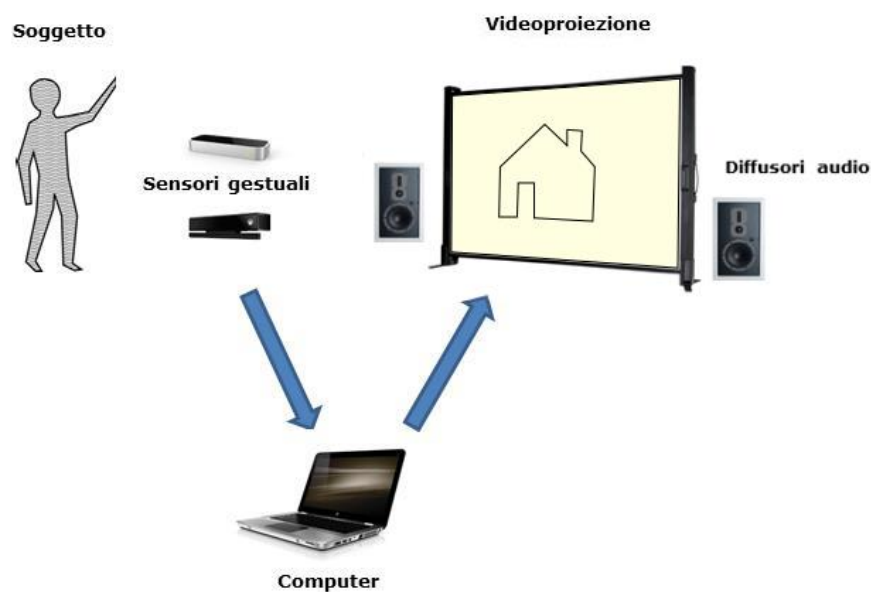


Figura 3 – L'architettura di SEMI

La parte più importante del sistema è quella relativa ai sensori gestuali. L'obiettivo di SEMI è quello di operare in due campi specifici: quello relativo ai macro-movimenti (la figura intera) e quello fini-motorio. Per poter lavorare con queste due diverse modalità distinte il sistema ha due sensori distinti: uno per rilevare i movimenti della figura umana nel suo complesso (Microsoft Kinect) e uno che si concentra invece solo sui movimenti delle dita e delle mani (Leap Motion).

5.1.1 Kinect

Il sensore è stato annunciato nel 2009, come risultato del progetto dal nome in codice Project Natal. Microsoft Kinect è nato inizialmente come periferica della console per videogiochi XBOX, solo successivamente è stata prodotta la prima versione per Windows. La seconda versione è stata rilasciata nel 2014. Il dispositivo è in grado di rilevare la posizione tridimensionale di 25 giunture della figura umana, aggiornando le posizioni 30 volte ogni secondo. Il funzionamento si basa su un proiettore a raggi infrarossi e una telecamera sensibile all'infrarosso. Tramite questi due componenti Kinect costruisce una mappa di profondità (depth map) della scena ripresa. La depth map viene elaborata dai driver (software) con il fine di segmentare la figura umana "ritagliandola" dallo sfondo. Tramite un meccanismo di alberi di decisione (decision tree) i driver di Kinect sono quindi in grado di rilevare la geometria spaziale dello scheletro (Fig. 5). La parte più interessante del dispositivo è comunque quella hardware, in grado

di costruire la mappa di livelli. La prima versione generava la mappa di profondità con una tecnica “depth from stereo”. Durante il suo funzionamento viene proiettata una texture di punti all’infrarosso sulla scena, ripresa poi da una telecamera anch’essa all’infrarosso. Nel dettaglio il procedimento avviene nel NIR, near infrared, in quanto tarata intorno ai 830 nm. Di ogni porzione di texture ripresa l’hardware calcola lo shift orizzontale (che dipende dalla distanza dal sensore) e in base a questo viene ricostruita la depth map. La versione 2 è più precisa e si basa una tecnica denominata “time of flight”.



Figura 4 – Il sensore Microsoft Kinect v.2

Per il calcolo di ogni frame (un frame può essere considerato alla stregua di un fotogramma) viene pulsata una luce all’infrarosso con la stessa frequenza dei frame calcolati. A ogni frame la luce riflessa viene rilevata da una matrice di sensori. Ogni sensore è diviso in due parti. Una parte è abilitata per tutto il tempo in cui viene emessa la luce pulsata, l’altra solo al momento del suo arresto. Ciascuna delle due parti calcola la luce che riceve in un certo intervallo di tempo, la conseguenza è che un oggetto vicino illumina con la propria luce riflessa maggiormente la prima metà del sensore, mentre con l’aumentare della distanza aumenta la luce che viene rilevata dalla seconda metà del sensore. Con questa tecnica, grazie anche all’attuale potenza del calcolo dei processori (come quello integrato nel sensore), il sistema è in grado di rilevare il ritardo della luce per ciascun punto (tempo di volo) e di sfruttare questa informazione per ricostruire la depth map. La mappa di profondità della versione 2 del sensore ha una maggiore risoluzione, consentendo di rilevare maggior dettagli della scena e portando il numero di giunture rilevabili da 21 a 25 (incluso dettagli della mano). Anche la latenza è notevolmente migliorata: adesso il massimo ritardo possibile tra un gesto e la conseguente azione (feedback grafico e sonoro) è di soli 30 ms.

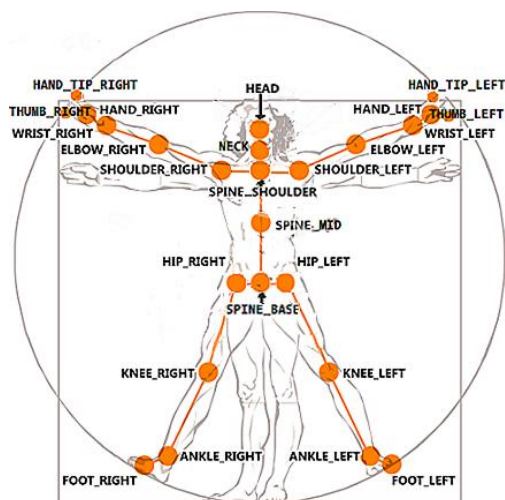


Figura 5 – I giunti del corpo riconosciuti dal Kinect

5.1.2 Leap Motion

Il Leap Motion si presenta come un piccolo dispositivo lungo 80mm e largo 12,7mm. Il Leap Motion si connette al computer e permette di interagire con esso con dei semplici movimenti delle mani. Il sensore è in grado di ricostruire perfettamente sullo schermo del computer la gestualità di chi vi pone sopra le mani.



Figura 6 – Il sensore Leap Motion

Questo dispositivo, come la Kinect, sfrutta per il proprio funzionamento i raggi infrarossi: in questo caso sono presenti un sistema di illuminazione IR e due telecamere sensibili solo all'infrarosso. Tramite un'elaborazione del segnale video stereo generato dalle due telecamere il software del dispositivo è in grado di riconoscere e rilevare la posizione delle varie dita delle mani (similmente a come avviene nella visione umana).

Così come per il Kinect, gli sviluppatori possono implementare le loro applicazioni

basandosi sulle informazioni di base fornite dal dispositivo, creando applicazioni ad hoc capaci di interagire in tempo reale con le mani degli utilizzatori.

5.2 Architettura software

Il software è stato sviluppato su piattaforma Windows 10, utilizzando gli ambienti Microsoft Visual C# e Processing. In particolare Processing è un ambiente Java-oriented open source. Il laboratorio ha sviluppato 4 tool distinti, ognuno dedicato a un intervento su di un particolare aspetto del disturbo.

5.2.1 Insieme dei tool sviluppati

Le applicazioni sviluppate sono le seguenti:

- *Ripeti i movimenti*
- *Indovina i movimenti*
- *Unisci i punti*
- *Indovina la tessera*

5.2.1.1 Ripeti i movimenti

Questa applicazione riproduce a video due figure umane stilizzate (Fig. 7): una si muove autonomamente compiendo alcuni esercizi di coordinazione motoria (in loop) mentre l'altra, grazie al sensore Kinect, cerca di replicare esattamente i movimenti del soggetto che vi si pone di fronte. Scopo dell'esercizio è di replicare il più esattamente possibile gli esercizi visualizzati dalla figura stilizzata che appare sullo schermo. Sono stati realizzati 8 esercizi diversi, selezionabili tramite un menu ad icone.

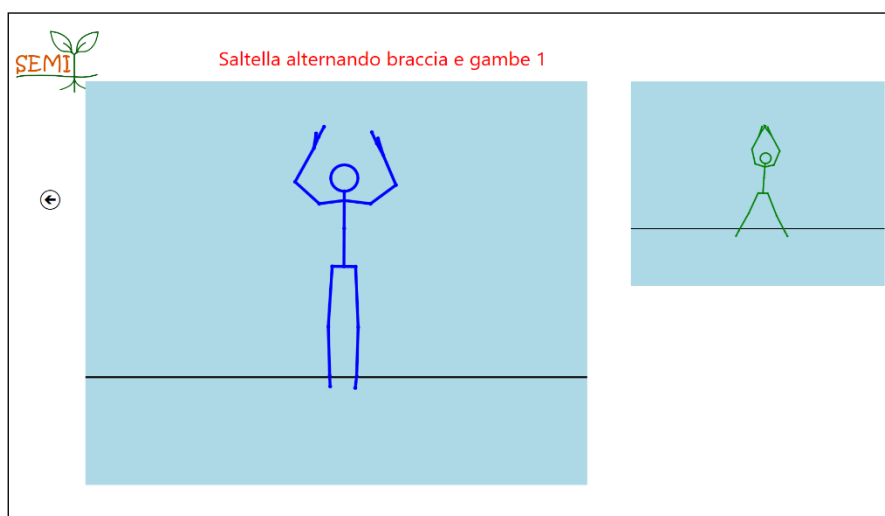


Figure 6 – Schermata dell'esercizio "Ripeti i Movimenti"

Dati raccolti per ogni esercizio: *punteggio da 1 a 5 indicante la qualità dell'esecuzione.*

5.2.1.2 *Indovina i movimenti*

Questa applicazione unisce l'esercizio motorio ad un piccolo sforzo cognitivo: il soggetto posto davanti può compiere una serie di movimenti prestabiliti, come alzare braccia o gambe. Analogamente al precedente esercizio, sullo schermo appare l'*avatar* filiforme che replica la postura del soggetto. Ognuno di questi movimenti, grazie al sensore gestuale, attiva la riproduzione di un differente suono sul computer. Sentendo questi suoni il soggetto deve compiere una sequenza di movimenti in modo da eseguire i corrispondenti suoni nell'ordine corretto. L'applicazione prevede due modalità: nella prima i suoni sono una registrazione di voce che pronuncia numeri ("uno!", "due!", "tre!" etc.). Il soggetto deve compiere quindi i movimenti in modo da far pronunciare al calcolatore i numeri in ordine crescente. Se il bambino esegue la sequenza giusta il calcolatore pronuncia la parola "Bravo!" e riporta il tempo impiegato ed il numero di errori. La seconda modalità è più complessa: invece di mettere in sequenza i numeri il soggetto deve mettere in sequenza frammenti di una frase, in modo da formare una frase completa compiuta. Al completamento della frase in modo corretto viene emesso un suono che in qualche modo è relativo alla scena descritta nella frase. L'applicazione include 10 frasi diverse, da affrontare consecutivamente. L'intera sequenza delle frasi compone una "*storia*" completa; la "*storia*" completa è un breve racconto che prende spunto dall'Odissea di Omero. Al completamento di ogni sequenza viene riportato il numero di errori e il tempo impiegato. Questa applicazione è completata da una serie di modalità "accessorie", dal carattere puramente ludico, in cui è possibile simulare con i movimenti del corpo, a mani libere, l'utilizzo di alcuni strumenti musicali.

Dati raccolti per ogni sequenza: *numero di errori e tempo impiegato.*

5.2.1.3 *Unisci i punti*

Si tratta del classico gioco di unire i punti numerati per scoprire una figura nascosta: il bambino sceglie i punti da unire con il movimento della mano. L'obiettivo dell'esercizio è quello di sviluppare la coordinazione motoria. Nelle prime sedute i livelli erano organizzati rispetto alla complessità della figura. Successivamente sono stati aggiunti dei punti non numerati in posizioni casuali (Fig. 8), infine nelle ultime sedute si sono lasciati soltanto i punti delle figure togliendo la numerazione.

Dati raccolti per ogni disegno: *tempo impiegato.*

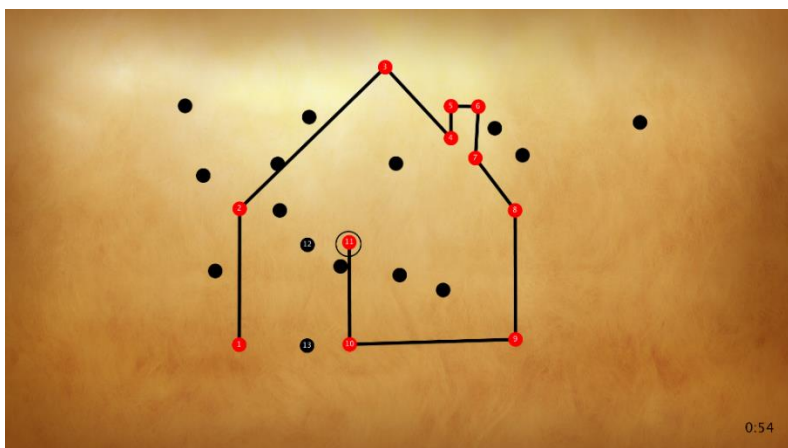


Figura 8 – Schermata dell’esercizio Unisci i Punti

5.2.1.4 Indovina la tessera

Questo tool propone un esercizio in cui a video viene visualizzato un insieme di “tessere” (Fig. 9) selezionate dal set di tessere dello standard PECS (Picture Exchange Communication System), raffiguranti cose o azioni, mentre contemporaneamente viene emesso un suono: il soggetto deve muovere la mano nello spazio a sé stante per spostare un cursore sullo schermo, posizionandolo nel più breve tempo possibile sulla tessera corrispondente al suono. Con il procedere dell’esercizio il numero delle tessere delle schermate aumenta, rendendo l’esecuzione più difficile. Il gioco è complicato dal fatto che con il passare del tempo le tessere sullo schermo “svaniscono” (ne rimane solo il contorno).

Dati raccolti per ogni schermata: *numero di errori e tempo impiegato.*

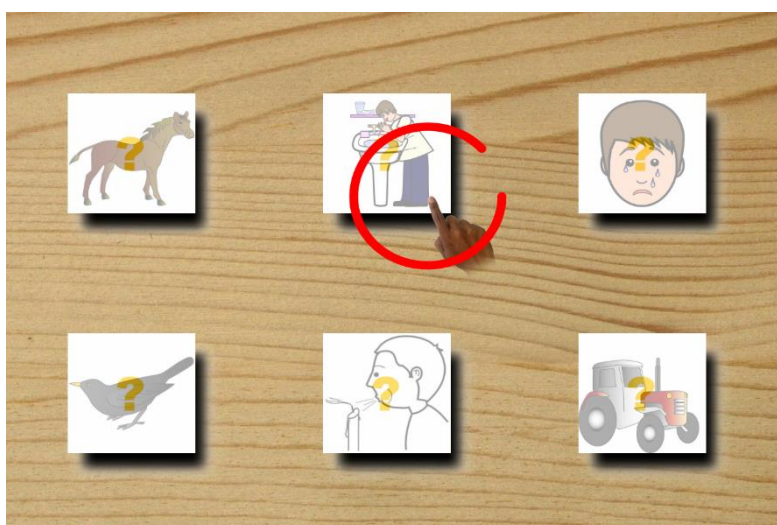


Figura 9 – Schermata dell’esercizio “Indovina le Tessere”

6 Sperimentazione

I bambini coinvolti nel progetto sono stati 10 di età compresa tra i 6 e i 10 anni, tutti in carico per trattamenti riabilitativi settimanali presso il servizio Disturbo della Comunicazione della fMAiC. Tutti i bambini presentavano diagnosi di Disturbo dello spettro Autistico con presenza di linguaggio, quattro soggetti avevano un livello cognitivo nella norma mentre 6 presentavano disabilità cognitiva di grado lieve (tutti presentavano un livello di gravità 1 secondo DSM-V).

I bambini avevano inoltre difficoltà sul piano grosso motorio (impaccio motorio, difficoltà nella coordinazione e nell'equilibrio) e/o sul piano fino motorio fino a presentare un quadro di vera e propria disprassia. Il quadro disprassico associato al ASD è stato riscontrato in due soggetti.

Tutti i bambini hanno effettuato in una fase iniziale una valutazione sulle abilità prassiche e della coordinazione motoria secondo il protocollo per la valutazione delle abilità prassiche e della coordinazione motoria APCM-2. Successivamente i 10 soggetti sono stati suddivisi in due sottogruppi: 5 soggetti hanno fatto parte del gruppo di controllo e 5 hanno partecipato alla sperimentazione. Dei 5 bambini del gruppo di sperimentazione, due avevano un livello cognitivo nella norma mentre tre presentavano un ritardo cognitivo lieve.

I 5 bambini del gruppo di sperimentazione hanno svolto 10 sedute complessive della durata di 45 minuti ciascuna durante le quali sono state proposte le attività qui presentate (tessere sonore, unisci i punti, imitazione dell'avatar, esecuzione di sequenze motorie con feedback sonori, esercizi sulla motricità fine della mano).

Le sedute sono state individuali e il soggetto veniva assistito negli esercizi da un operatore di fMAiC. Il tempo assegnato per ciascun esercizio era di circa 10 minuti, tuttavia tali tempi venivano adattati per andare incontro alle preferenze del singolo bambino, principalmente per evitare di provocare stress quando non c'era la volontà di eseguire un esercizio in particolare. In ogni sessione l'operatore registrava i risultati (tempi e punteggi), poi successivamente analizzati per individuare eventuali trend positivi.

6.1 Risultati della sperimentazione

Tutti e 5 i bambini hanno affrontato la sperimentazione con entusiasmo e nel corso delle sedute tutti hanno mostrato una riduzione nei tempi di risposta.

L'uso di tale strumentazione ha permesso ai singoli bambini di eseguire esercizi motori in un clima motivante e piacevole. Le richieste, seppur complesse dal punto di vista motorio, non sono state percepite dai bambini come un compito soggetto a valutazione e pertanto si sono mostrati molto collaborativi.

I due soggetti con livello cognitivo nella norma al momento in cui dovevano eseguire schemi motori in successione tenendo conto della storia da ricostruire (prova "indovina i movimenti") hanno mostrato maggior interesse per il contenuto della storia piuttosto

che della correttezza dei movimenti da svolgere, riportando comunque risultati corretti.

Nello stesso esercizio (ricostruzione della storia attraverso i movimenti) i tre soggetti con disabilità intellettiva lieve invece hanno prestato attenzione agli ausili visivi e non al racconto in sé (in corrispondenza della frase compariva sullo schermo un numero) riportando risultati migliori.

Solo in due casi si è mostrata talvolta scarsa tolleranza alla frustrazione nel non riuscire subito a eseguire in maniera corretta l'esercizio, ma è stato possibile recuperare velocemente il loro stato emotivo e farli continuare in maniera serena. Inoltre tutti i bambini nel corso delle sedute hanno mostrato una maggiore capacità di autocontrollo del movimento oltre alla capacità di selezionare specifiche aree motorie. Anche il riscontro dei genitori è stato positivo e la frequenza alle sedute è stata continuativa.

Al termine della sperimentazione tutti e 10 i bambini sono stati rivalutati tramite la somministrazione del protocollo APCM-2 al fine di valutare se il gruppo che ha partecipato attivamente alla sperimentazione ha riportato dei miglioramenti negli aspetti motori rispetto al gruppo di controllo. In figura 10 è riportato un quadro riassuntivo della valutazione per uno dei soggetti di controllo mentre in figura 11 è mostrato lo stesso quadro per un soggetto che ha partecipato attivamente alla sperimentazione. Come si nota la valutazione ha riportato un incremento del punteggio in quasi tutti gli aspetti considerati, ed in particolar modo quelli relativi alla coordinazione motoria.

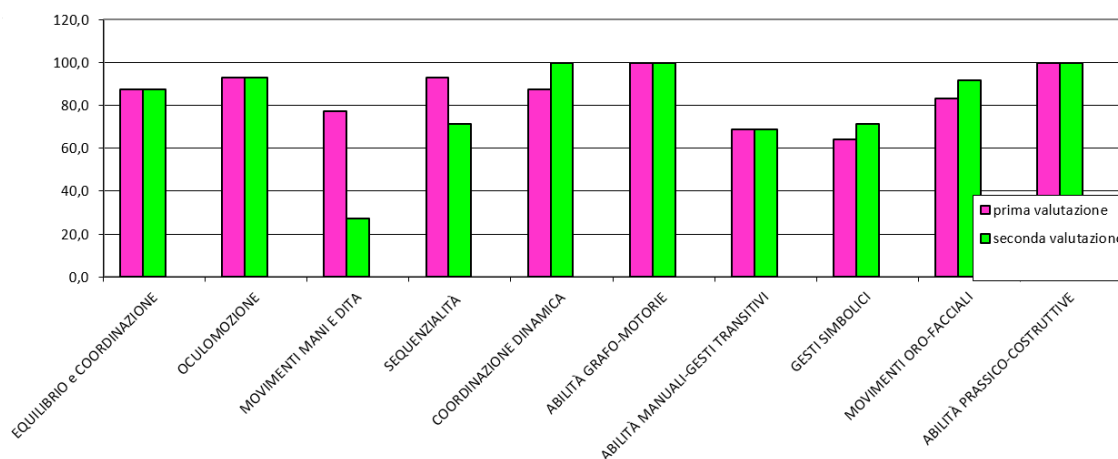


Figura 10 – Quadro riassuntivo valutazione APCM-2 soggetto di controllo

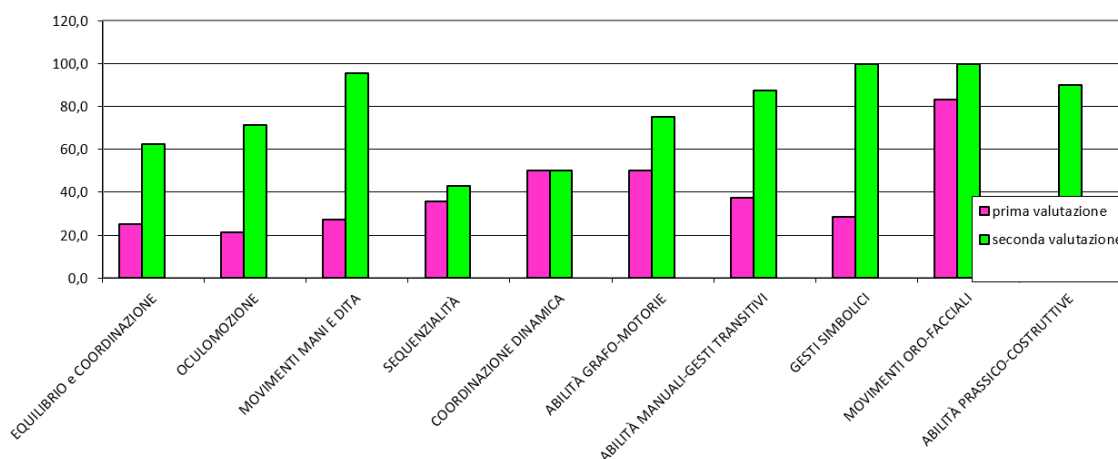


Figura 11 – Quadro riassuntivo valutazione APCM-2 soggetto sperimentazione

In sintesi nei bambini che hanno partecipato alla sperimentazione, rispetto al gruppo di controllo, si è riscontrato un miglioramento nelle prove di equilibrio e nelle prove di movimenti fini delle mani.

6.2 Analisi dei dati

I dati raccolti durante la sperimentazione sono stati analizzati dai ricercatori dell'ISTI, estrapolando dei trend complessivi che hanno evidenziato un progressivo miglioramento delle qualità di esecuzione degli esercizi.

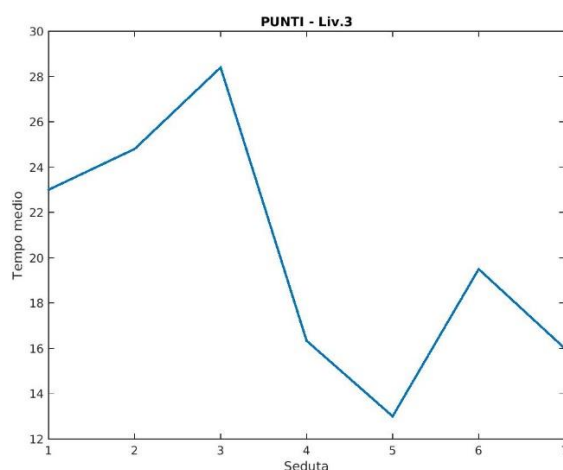


Figura 12 – Tempo medio di esecuzione dell'esercizio "Unisci i punti", livello 3

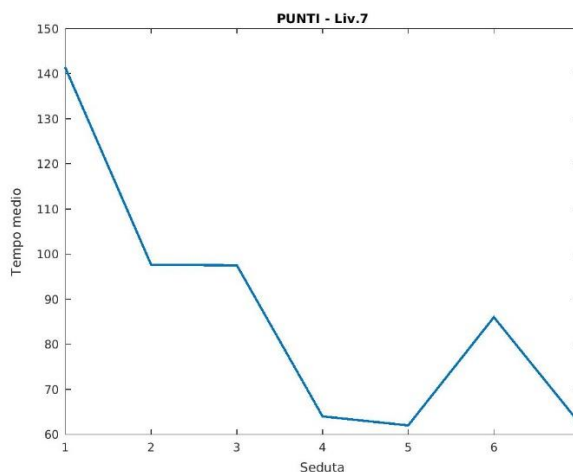


Figura 13 – Tempo medio di esecuzione dell’esercizio “Unisci i punti”, livello 7

In figura 12 e 13 sono riportati i tempi (media fra tutti soggetti) di esecuzione dell’esercizio “Unisci i punti”. Dai grafici si rileva una sostanziale riduzione dei tempi al progredire delle sedute e si nota un temporaneo aumento dei tempi in corrispondenza della seduta numero 6, nella quale sono state introdotte piccole variazioni del gioco per aumentare il livello di difficoltà (es. i numeri progressivi dei punti sono stati nascosti).

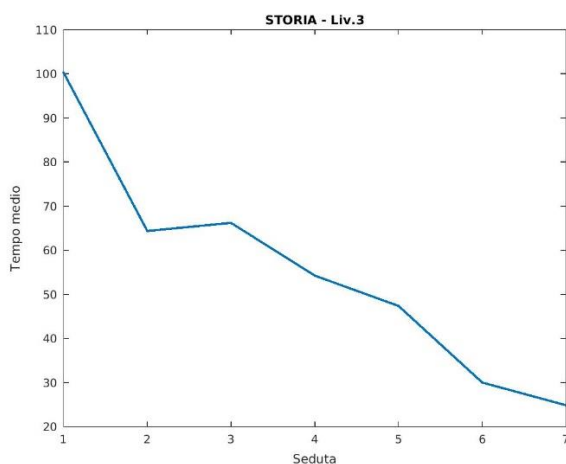


Figura 14 – Tempo medio dell’esercizio “Indovina i movimenti: storia”, livello 7

In figura 14 è mostrato un grafico analogo relativo all’esercizio “Indovina i movimenti”, nella sua variante in cui l’obiettivo è di sequenziare i movimenti in modo da costruire una storia. Anche qui si nota un progressivo ridursi dei tempi di esecuzione.

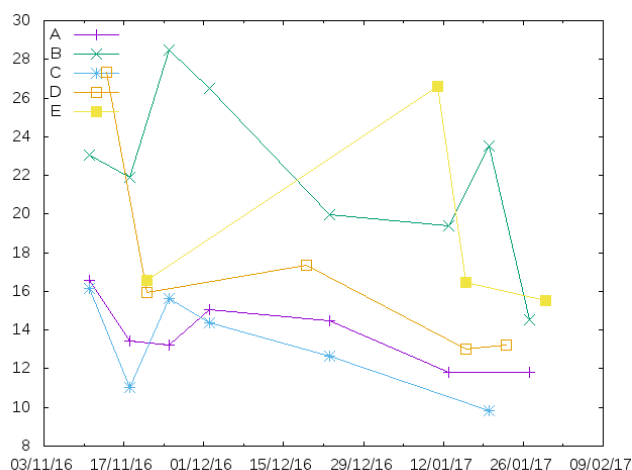


Figura 15 – Andamento per seduta del numero complessivo degli errori dell’esercizio “Indovina la tessera”

Infine in figura 15 è mostrato l’andamento, per ciascuno dei 5 soggetti (indicati con A, B, C, D, E), del numero complessivo di errori al proseguire della sperimentazione. Anche in questo caso si nota un miglioramento progressivo. Il temporaneo peggioramento delle prestazioni intorno alla prova numero 6 coincide con l’introduzione di una variante per complicare il gioco, che in questo caso consisteva nel far svanire molto più rapidamente le tessere da abbinare ai suoni.

Sebbene il numero di soggetti coinvolti non permetta di compiere complesse elaborazioni statistiche è comunque intenzione del SILab proseguire con l’elaborazione dei dati, anche al fine di consolidare un metodo di valutazione da utilizzare per il proseguimento della sperimentazione.

7 Conclusioni e sviluppi futuri

Il progetto SEMI, nato da precedenti esperienze di ricerca e sviluppo condotte presso il SILab, ha permesso di sperimentare nuove metodologie di trattamento dei disturbi dello spettro autistico da inserire in percorsi riabilitativi già esistenti. Queste metodologie, facenti uso di speciali tecnologie informatiche, non sono da considerarsi alternative ad altre già esistenti e ben consolidate, ma piuttosto un arricchimento delle stesse, con l’obiettivo di creare un approccio integrato al disturbo che nel tempo ha dimostrato essere quello di maggior efficacia. Pur nel suo carattere sperimentale i sistemi prototipali sviluppati hanno dimostrato potenzialità molto interessanti. Questi sistemi continueranno ad essere utilizzati dalla Fondazione MAiC, per ulteriori campagne di sperimentazione in cui saranno raccolti nuovi dati. Sulla base dei dati raccolti sarà quindi possibile porre le basi per progettare e realizzare una nuova versione del sistema, più evoluta e robusta.

Personale ISTI-CNR coinvolto del progetto

Massimo Magrini: responsabile del progetto, progettazione e sviluppo del sistema

Andrea Carboni: assegnista di ricerca, sviluppo del sistema

Marco Righi: assistenza tecnica, analisi dei dati

Andrea Villa: assegnista di ricerca, assistenza alla sperimentazione, analisi dei dati

Giuseppe Riccardo Leone: assegnista di ricerca, assistenza allo sviluppo del sistema.

Francesca Pardini: aspetti gestionali ed amministrativi.

Ovidio Salvetti: Responsabile del Laboratorio Segnali ed Immagini di ISTI-CNR

Personale MAiC coinvolto del progetto

Patrizia Ciabatti: logopedista

Alessandra Melani: neuropsichiatra infantile

Agnese Risaliti: neuropsicomotricista

Paolo Orlando: psicologa

Ringraziamenti

Si ringrazia la Fondazione Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia per aver creduto nel progetto, fornendo un fondamentale sostegno alle attività.

Si ringraziano tutti collaboratori della Fondazione MAiC che con il loro impegno costante hanno fornito un contributo essenziale a questa esperienza.
