

BLUESIGN: traduttore multimediale portatile per non udenti

Sandro Bartolini, Paolo Bennati, Roberto Giorgi
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione,
Università degli Studi di Siena

<cognome>@dii.unisi.it

Sommario

Il sistema BLUESIGN, traduttore portatile in lingua dei segni per non udenti, si è dimostrato di valido aiuto nella didattica. Si tratta di un sistema automatico in grado di riprodurre sul display di un computer palmare l'animazione di una figura sintetica tridimensionale corrispondente alla traduzione in segni di una parola e/o frase della lingua italiana. La sordità grave e/o profonda, da qualsiasi causa generata, produce nel soggetto una difficoltà evidente nell'acquisizione naturale e spontanea della lingua materna. Per questo il linguaggio naturale dei non udenti risulta essere non tanto quello della lingua orale, bensì il linguaggio mimico-gestuale.

1. Introduzione

La conseguenza di un evento lesivo che agisca sull'apparato uditivo (prima, durante o immediatamente dopo la nascita) inibendone l'attività funzionale, e' che purtroppo viene perso il periodo "utile" all'acquisizione della parola, rappresentato dai primi tre anni di vita.

Di conseguenza, possono manifestarsi i danni dovuti alla privazione sensoriale acustica e gli effetti ad essa associati non riguarderanno solamente l'apprendimento della parola, ma interesseranno negativamente anche il meccanismo percettivo globale e di conseguenza il comportamento del soggetto.

Si legge in [Del Bo, 1974]: *"È noto che lo sviluppo psichico del bambino sordo, se paragonato a quello di un bambino normo-udente di pari età è nettamente inferiore; al tempo stesso si manifestano carenti le capacità di astrazione. Queste condizioni si avverano unicamente per la scarsità di informazioni giunte al bambino sordo e non per una reale alterazione psicologica"*.

Tra la madre ed il bambino viene a stabilirsi spesso una facile comunicazione e comprensione basata principalmente sui gesti il cui significato è di solito noto solo a loro due. Fin dall'antichità si è osservato che nella comunità dei sordi essi comunicavano attraverso i gesti. Il linguaggio dei segni possiede regole lessicali e morfosintattiche che si basano sul canale visivo-gestuale, integro nelle persone sorde. Indubbiamente. Indubbiamente in un soggetto che venga privato di un canale sensoriale, si stabiliscono modificazioni a livello cerebrale di ordine neuro-fisiologico.

Indipendentemente dalle considerazioni sperimentali ed elettro-fisiologiche, non solo note, ma facilmente comprensibili anche ad un profano, l'incapacità di apprendere la parola e di udire ciò che il mondo trasmette con i suoni ed i rumori e l'impossibilità di comunicare, rappresentano un grosso ostacolo allo sviluppo psicologico del bambino privo di esperienza acustica.

Dei cinque sensi la vista e l'udito rappresentano i più validi mezzi per ottenere una strutturazione spaziale e temporale delle percezioni. È soprattutto la percezione temporale, quindi dinamica, che viene fornita dall'organo uditivo; in altri termini, il mondo esplorabile con la vista è quello *davanti a noi*, mentre quello esplorabile con l'udito è *sta attorno a noi*. La privazione dell'udito comporta quindi una limitazione di esperienza su tutto ciò che ci circonda e di conseguenza origina una posizione ed un atteggiamento alterati rispetto alla norma.

Quanto finora esposto dimostra inconfutabilmente quanto complesso sia il fenomeno della sordità. I problemi evidenziati sono essenzialmente due:

- a. l'impossibilità a percepire la sonorità del mondo circostante;
- b. la difficoltà di comunicazione.

Questi problemi hanno delle grosse conseguenze anche nell'educazione dei sordi e, mediamente, portano ad una loro notevole difficoltà di decodifica dell'informazione scritta, soprattutto quando il contenuto ha connotazioni astratte o valenze semantiche multiple (es.: giochi di parole o modi di dire). Quindi, si realizza il paradosso per cui un sordo può imparare a *leggere* la lingua italiana scritta in modo relativamente semplice, ma incontra una difficoltà estremamente più grande a *comprendere* il contenuto del testo scritto, proprio a causa delle caratteristiche specifiche di quest'ultimo. In pratica, il testo scritto può non risultare decodificabile anche in circostanze in cui la sua semantica sarebbe di per sé perfettamente comprensibile dal sordo. Viceversa, la lingua dei segni ha la possibilità di veicolare il contenuto informativo in una forma più fruibile da parte delle persone sorde, grazie alla sua capacità di riassumere i significati in modo più sintetico ed essenziale. A questo proposito, il traduttore umano è impiegato in numerose circostanze per agevolare lo scambio di informazioni tra le persone normoudenti e quelle sorde (es.: scuola, televisione, conferenze) e per incrementare l'efficacia della trasmissione di informazioni in forma scritta nei processi educativi.

Premesso che la scienza non può e forse non potrà mai sopperire completamente ai disagi creati da compromissioni fisiche e naturali, possiamo affermare con sicurezza che essa si è adoperata in questi ultimi decenni per il miglioramento del *modus vivendi* anche dei non udenti.

Il nostro lavoro, denominato "BLUESIGN", ha riguardato la messa a punto di un dispositivo multimediale in grado di aiutare il sordo in molteplici situazioni in cui abbia esigenza di comprendere messaggi nella lingua a lui più congeniale – la lingua dei segni. Ciò assume un particolare valore in ambito didattico dove esperienze svolte in altri paesi hanno dimostrato un notevole incremento delle capacità di apprendimento (es. nel caso Scuola della Florida per Sordi, ricerche riportano un salto di comprensione dal 17% al 67% per storie per bambini) in presenza di un traduttore in

lingua dei segni. Nel nostro caso il traduttore ha l'ambizione di accompagnare in ogni luogo il sordo, essendo implementato su un dispositivo palmare.

L'unicità, per quanto siamo a conoscenza, del nostro lavoro riguarda soprattutto la disponibilità della Lingua Italiana dei Segni, la particolarità dell'implementazione su palmare e la possibilità di ricevere il testo da qualsiasi telefono cellulare.

2. Tecnologie per agevolare la percezione della sonorità

Negli ultimi tempi sono stati fatti notevoli progressi per cercare di dare la possibilità di percepire la sonorità del mondo circostante da parte dei sordi.

Con l'applicazione al soggetto sordo fino dai primi mesi di età di protesi acustiche sempre più sofisticate e avanzate, ovviamente accompagnate necessariamente da una opportuna rieducazione ai suoni ed alla parola, si sono fatti dei notevoli passi verso il ridimensionamento di questo aspetto. Tuttavia la sola applicazione della protesi non è in grado di solito di permettere l'acquisizione spontanea del linguaggio.

Negli ultimi anni si sono aperte nuove prospettive con l'*impianto cocleare*, una protesi elettronica impiantata chirurgicamente tramite una piccola incisione dietro il padiglione auricolare in grado di convertire i suoni catturati ($800\text{Hz} < f < 8\text{KHz}$) in segnali bio-elettrici da inviare direttamente al nervo acustico; lo scopo è quello di evocare una sensazione uditiva e consentire la percezione del linguaggio parlato. Si tratta ormai di un intervento chirurgico standardizzato che dura circa due ore e si esegue in anestesia generale.

Adottando un corretto approccio metodologico, un'accurata valutazione e selezione pre-impianto, un coinvolgimento della famiglia e un'adeguata riabilitazione post-impianto si ottengono risultati positivi sia da parte di bambini che di adolescenti.

3. Tecnologie per agevolare la comunicazione del sordo

Molti recenti sforzi si sono concentrati nella ricerca di una soluzione tecnologica in grado di alleviare le difficoltà comunicative dei sordi. In particolare molte applicazioni si sono concentrate su metodologie per la traduzione, più o meno automatica, della lingua orale in lingua dei segni.

3.1. Perché la lingua dei segni?

La lingua dei segni è la lingua naturale del non udente, quella lingua che fino dalla più tenera età gli consente di acquisire conoscenze, di comunicare bisogni in una parola di comunicare.

Si dice spesso che un bambino sordo, educato rigidamente all'oralismo, presenta spesso una serie di tipi di comportamento, di fissità e di ripetitività e altri problemi associati, frutto degli errori di un'educazione forzata.

Insegnanti con esperienza nel campo dell'educazione dei non udenti affermano che bambini sordi, figli di sordi, sono bambini più tranquilli, rilassati e meno rigidi dei bambini sordi figli di udenti. Essi presentano una ricchezza di contenuti molto più vasta, perché dietro c'è tutto un mondo di conoscenze che i genitori hanno loro trasmesso attraverso la lingua dei segni. A soli due anni conoscono i colori e le fiabe. I genitori trovano il modo di trasmettere loro i contenuti, anche adottando i gesti, usando cioè un *baby-sign* come per gli udenti si usa un *baby-talk*, come affermato in [Volterra, 2004].

Si potrebbe anche aggiungere che la lingua dei segni è indispensabile per i sordi, che partecipano a convegni, congressi, seminari, assemblee di lavoro. Tutti

siamo coscienti che il sordo vi può partecipare solo se sarà presente un interprete. I gesti fioriscono spontaneamente e servono loro per rilassarsi dalle tensioni quotidiane nei momenti di relax. I gesti servono a scuola, all'Università, per tradurre ed esemplificare le lezioni.

La lingua dei segni ha origini lontane, non concrete e banali. In [Papa, 1987] si ipotizza che il gesto abbia origine nella danza indiana, nelle danze sacre. Il corpo serve per esprimere con il gesto sensazioni, sentimenti, ricerca del divino. L'arte del gesto, sia esso legato alla danza, al mimo o alla pantomima, veniva nell'antichità connesso all'eloquenza, all'arte oratoria con cui aveva in comune lo studio della chiarezza.

Il segnare dei non udenti non è però il gesto "alba della comunicazione", il gesto dei primitivi senza parole, ma è - e deve essere - la traduzione della parola stessa anche se la traduzione mimica seguirà regole grammaticali e sintattiche diverse da quella orale.

3.1. Stato dell'arte

Recenti sforzi della ricerca si sono focalizzati sulla resa tridimensionale dei movimenti comprensibili dai sordi o "gesti" della lingua dei segni.

Alcune tecniche si limitano a mostrare il movimento delle dita e della mano (tecnica nota col nome di "fingerspelling"): Su della University of Maryland e Fu dell'Università Texas A&M hanno sviluppato un sito web [ASL Finger-Spelling] per mostrare il sistema che essi hanno realizzato

La ditta Vcom3D [Vcom 3D] produce un avatar (nome che denota una figura umanoide in grado di compiere movimenti non necessariamente preimpostati) per leggere libri per bambini sordi in Lingua dei Segni. Sono disponibili differenti avatar a seconda dei gusti. Questo tipo di sistema richiede l'uso di un Personal Computer.

Un progetto inglese, TESSA (Text and Sign Support Assistant) [TESSA] si propone per mezzo dell'animazione tridimensionale di fornire negli uffici un assistente che combina il riconoscimento vocale con l'animazione virtuale con avatar. È possibile vedere TESSA al Museo della Scienza di Londra dal 2001. Utilizza il British Sign Language (BSL). TESSA è parte di un progetto più ampio, VISICAST finanziato dalla Unione Europea [VISICAST]. Come parte di questo lavoro sono state sviluppate tecnologie per facilitare l'uso della lingua dei segni sulla televisione e su internet, sfociate nel progetto eSIGN [eSign].

Il progetto inglese SIMON, usa un avatar per tradurre le scritte in formato televideo (o teletext) ricevute da un televisore in Inglese Segnato. Il progetto è stato commissionato dalla Independent Television Commission (ITC) alla ditta Televirtual [Televirtual].

Presso l'Università DePaul di Chicago è stato sviluppato il progetto PAULA [PAULA] [Sedwick, 2001], guidato da Karen Kolby, studente sordo. Tale progetto riguarda la lingua americana dei segni.

Normalmente approcci di questo tipo richiedono sistemi con elevate capacità di calcolo e alte prestazioni grafiche: sono poco adatti per essere implementati su piattaforme palmari senza riprogettare completamente l'architettura del sistema.

Un'altro aspetto delicato è il passaggio dalla frase alla Lingua dei Segni. Con riferimento al dominio di arrivo della traduzione -la lingua dei segni- occorre schematizzare ogni parola, lettera o parti di frasi in formato digitale. A questo scopo, vengono utilizzate opportune *notazioni*. Il problema rientra nella più ampia categoria dell'elaborazione del linguaggio naturale (NLP - Natural Language Processing).

Sono stati creati vari sistemi di scrittura della lingua dei segni. Il sistema HamNoSys (1989) consiste di 200 simboli che coprono tutti i parametri necessari

all'intelligibilità'. Il sistema Stokoe di William Stokoe mostra come la Lingua dei Segni americana (ASL - American Sign Language) possa essere associata a quella parlata con l'utilizzo di 55 simboli. Altri sistemi per trascrivere i segni sono il sistema Szczepankowski ed il sistema inventato da Valerie Sutton nel 1974, ma divenuto popolare solo recentemente. Contiene circa 600 simboli e rappresenta un modo per registrare i movimenti di qualsiasi lingua dei segni. Più recentemente sono stati creati dei supporti multimediali per facilitare la ricerca linguistica. Fra esse il SignStream (1997) che altro non è che un database multimediale contenente video digitalizzati associati ad una rappresentazione dei dati in formati linguistico [Rosenberg, 1999]. Tali sistemi sono apparsi parecchio ridondanti rispetto alle necessità di codifica riscontrate per l'implementazione del nostro sistema.

Si è giunti infine al progetto di sistemi completi in grado di passare direttamente ed automaticamente dalla lingua orale alla lingua dei Segni. Molti sforzi in tal senso sono stati fatti con il progetto THETOS (Fig.4), traduttore automatico da testo a Lingua Polacca dei Segni [TETHOS] [Suszczanska, 2002] [Szmal, 2001]

Altri progetti che si sono mossi in questa direzione sono l'HandTalker [Gao, 2000], progetto cinese il cui scopo è quello di effettuare la traduzione continua dei segni. In tale progetto è stato usato un approccio ibrido che include guanti di cattura, telecamere, avatar. Il progetto TEAM (University of Pennsylvania) usa un sistema di analisi grammaticale complementato da un albero lessicale. Il progetto AUSLAN è un sistema tutoriale per l'apprendimento dei segni ed è anch'esso basato su avatar.

Applicazioni che vanno nella direzione del nostro progetto sono inoltre il progetto Synface [SINFACE] (a sua volta derivato dal progetto Teleface [TELEFACE]) sviluppato dal Kungliga Tekniska Högskolan (KTH o Istituto Reale di Tecnologia) svedese e conclusosi nel 2004. Principale scopo di questo progetto è quello di facilitare l'utilizzo del telefono da parte dei non udenti. Esso sfrutta il fatto che i non udenti si avvalgono della lettura labiale per comprendere gli interlocutori. Synface permette, durante una conversazione telefonica, di sincronizzare una faccia tridimensionale da parte dell'interlocutore in modo che il sordo possa leggerne le labbra.

L'utilizzo di SMS come sussidio per non udenti è utilizzato dal servizio di polizia del Nord Irlanda. Essi hanno attivato un sistema di "Emergency SMS" [Emergency SMS] che avvisa i sordi con appositi messaggi di allerta. Non si avvale però di nessun metodo di traduzione in lingua dei segni.

4. Il sistema BLUESIGN

Il sistema BLUESIGN è un dispositivo per la diffusione e l'utilizzo della Lingua Italiana dei Segni. Per poter usufruire del sussidio di traduzione in ogni luogo, è indubbiamente preferibile l'uso di un computer palmare (Fig. 1). Questo consente all'utente finale di avere a disposizione il sistema in un maggior numero di situazioni. Completa il sistema l'interfacciamento alla rete telefonica mobile (GSM) attraverso il sistema di messaggistica SMS (Short Message Service).

I punti di forza del sistema BLUESIGN sono pertanto:

- uso della lingua italiana in ingresso e Lingua Italiana dei Segni in uscita;
- disponibilità su piattaforma palmare;
- connettività globale tramite messaggistica SMS o veicolata attraverso qualsiasi altro canale wireless.



Figura 1. Il sistema BLUESIGN.

Nonostante i computer di tipo palmare stiano offrendo capacità di calcolo crescenti, il loro utilizzo per applicazioni come il BLUESIGN è sottoposto a molti vincoli quali l'ingombro ridotto e la durata della batteria. È quindi necessario lavorare con attenzione allo sviluppo del software.

Il BLUESIGN può essere utilizzato in varie situazioni. Può essere integrato in computer palmare o in un altro dispositivo mobile quale uno "smartphone", in modo da essere un valido traduttore sempre disponibile ai non udenti; ma può essere anche un aiuto per tutte le persone normo-udenti che non conoscono la Lingua dei Segni e vogliono impararla. L'immediatezza informativa che si ottiene dal sistema accelera infatti la conoscenza della nuova lingua.

Il BLUESIGN può trasformare messaggi standard o messaggi provenienti da un interlocutore in Lingua dei segni. Il nostro sistema contribuisce a rendere il sordo autonomo e libero nella vita di tutti i giorni, permettendogli di comprendere i messaggi senza nessun aiuto esterno.

Esempi di situazioni in cui può essere utile il BLUESIGN sono:

- riunioni e conferenze;
- ricezione messaggi televisivi;
- necessità quotidiane.

Il BLUESIGN è, in pratica, un interprete tascabile sempre a disposizione del sordo. Può essere utilizzato:

- per raccogliere informazioni in luoghi pubblici;
- per seguire lezioni in classe;
- per fornire informazioni di situazioni pericolose.

4.1. Architettura di sistema

La realizzazione di questo progetto ha richiesto di affrontare svariati problemi legati all'utilizzo ottimale di tecnologie informatiche. L'architettura del sistema prevede pertanto di:

- a. avvalersi di un formato di codifica dei gesti che sia da un lato sufficientemente dettagliato e dall'altro abbastanza semplice da poter essere gestito dal computer palmare;
- b. avvalersi di un motore di visualizzazione grafica in grado di animare l'avatar con sufficiente definizione anche in un sistema di scarse risorse quale un PDA.

Nel suo complesso il sistema dispone anche della capacità di interfacciarsi verso la rete di telefonica mobile GSM attraverso il servizio di messaggistica SMS.

Tale interfacciamento è opzione e non esplicitamente richiesto per il funzionamento del sistema che risulta essere completa anche senza di esso.

3.1.1 Codifica dei gesti

Il sistema usa una trascrizione intermedia della lingua dei segni che deriva da quella del dizionario del Radutzky [Radutzky, 1992] ma si discosta da essa aumentandone le possibilità e correggendone alcune incoerenze. Infatti, la tecnica di codifica dei segni usata nel dizionario Radutzky è risultata per noi insufficiente a seguito dei test svolti. Infatti la tale codifica può essere interpretata senza ambiguità solo integrandola con l'osservazione di un disegno che rappresenta graficamente il gesto. Abbiamo quindi introdotto la seguente codifica dei segni che permette di codificare i gesti univocamente e senza ambiguità.

4.1.2 Motore di rendering tridimensionale

Una delle parti costituenti il progetto, riguardante la traduzione da linguaggio parlato a gesti visivi codificati nel linguaggio dei segni per sordomuti, ha avuto come obiettivo la realizzazione di un modulo grafico, utilizzabile su dispositivo palmare ed in grado di visualizzare i gesti tramite un personaggio tridimensionale (3D) animato (avatar). Ogni stringa di testo in ingresso viene trasformata quindi in una segnatura in linguaggio dei segni (sequenza di simboli) e poi tradotta in un'animazione tridimensionale del gesto, sostituendo la classica figura di traduttore in carne ed ossa, che ad esempio è già possibile vedere nei notiziari televisivi. Per venire incontro alle restrittive esigenze dei computer palmari è stata implementata un'apposita libreria grafica di base.

Per definire e creare il modello tridimensionale che avrebbe poi visualizzato il gesto, è stata utilizzata un'applicazione esterna di modellazione tridimensionale. Particolare attenzione è stata messa nella corretta sistemazione gerarchica delle parti o ossa costituenti il modello, nel giusto orientamento delle normali di ogni triangolo e nelle posizioni dei centri di ogni osso, relative all'oggetto padre, al fine di poi far funzionare correttamente l'animazione.

Il modello creato (Fig. 2) mantiene una struttura gerarchica standard ad eccezione delle mani, le quali non dipendono dall'avambraccio, ma dal busto; questa caratteristica realizzativa ha limitato la potenza di calcolo necessaria ad un uso completo della cinematica inversa (molto dispendiosa) ed ha semplificato la gestione degli orientamenti della mano inclusi nella segnatura dei gesti.



Fig. 2. Il modello tridimensionale realizzato ed alcuni aspetti dello studio di modellazione effettuato.

Oltre a visualizzare il modello tridimensionale l'applicativo è dotato di bottoni e

comandi per variare i parametri dell'animazione (Fig. 3). I comandi presenti nell'interfaccia grafica permettono di traslare, ruotare, zoomare il modello, modificare il gesto da visualizzare, modificare la velocità di esecuzione del gesto, mettere in play e pausa l'animazione, resettare la visuale, visualizzare il nome del gesto visualizzato, chiudere l'applicazione, ricercare parole nel dizionario, predisporre alla ricezione di SMS.

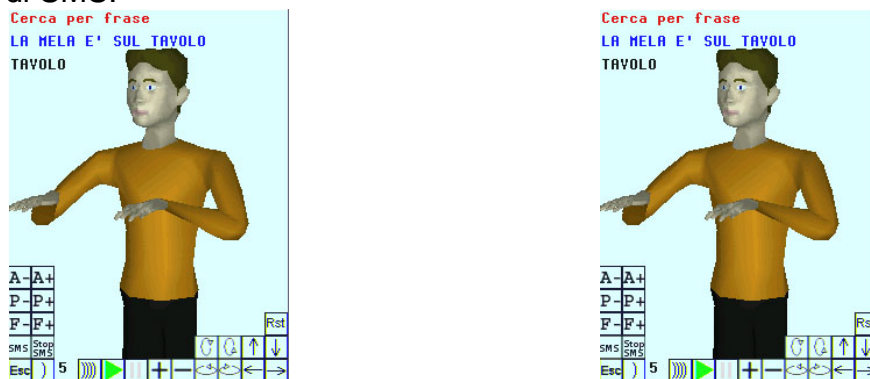


Fig. 3. Il modello tridimensionale realizzato e la sua interfaccia grafica.

5. Possibili applicazioni del BLUESIGN

Il BLUESIGN rappresenta una soluzione assai flessibile ed estensibile. I suoi campi di utilizzo sono molteplici ed è facile immaginarsi delle specifiche situazioni per le quali esso possa essere specializzato. Nel seguito sono riportate sinteticamente alcune classi di applicazioni che si possono realizzare tramite l'uso del sistema BLUESIGN.

5.1 BLUESIGN con SMS

Un'applicazione che è stata realizzata completamente è il "BLUESIGN con SMS". In tal caso, una qualsiasi persona dotata di cellulare GSM può inviare un messaggio in lingua italiana ad un utente sordo dotato di "BLUESIGN con SMS" e l'utente sordo, avvisato da una vibrazione, vedrà automaticamente animarsi sul display del dispositivo il messaggio in lingua dei segni.

5.2 BLUESIGN Dizionario

Anche questa applicazione è stata completamente realizzata e normalmente disponibile con la versione "base" del BLUESIGN.

5.2 BLUESIGN Servizio messaggistica

Con questa applicazione ci riferiamo all'uso del "BLUESIGN con SMS" attraverso una rete di telefonia mobile. L'utente si abbona ai servizi ritenuti interessanti. Esempi di possibili applicazioni che rientrano in questa definizione includono:

- Annunci diffusi in stazioni ferroviarie o aeroporti.
- Messaggi pubblicitari.
- Guide per musei.
- Informazioni turistiche.
- Messaggi di pericolo (vibrazione + messaggio di avvertimento)
- Informazione da CALL CENTER.

Il servizio di messaggistica è un servizio offerto dal fornitore di accesso di telefonia mobile (es. TIM, VODAFONE, WIND, etc.) attraverso un software di "confezionamento di messaggi bluesign" da noi predisposto.

5.3 BLUESIGN e didattica

Il non udente nella scuola sia essa materna, elementare, secondaria o universitaria trova notevoli difficoltà a seguire le attività della classe o del corso frequentato.

Spesso infatti la scuola deve ricorrere all'intervento di interpreti. Questo presenta dei problemi, facilmente evidenziabili, come:

- l'eccessivo numero di persone, che si rapportano al soggetto (insegnanti curricolari, insegnante per attività di sostegno e interprete) con facile disorientamento del soggetto, subissato da più metodologie individuali;
- il rischio oggettivo che l'interprete non possa avere le competenze necessarie in tutte le discipline, che richiedano una particolare traduzione in segni; spesso inoltre per mantenersi nei tempi necessari a seguire il fluire verbale, si rende necessaria una esemplificazione del contenuto e per fare questo con esattezza e chiarezza è necessario avere una approfondita conoscenza della disciplina. Possiamo affermare senza ombra di dubbio che le sintesi sono possibili solo nel momento in cui sono chiare le idee e le conoscenze e non altrimenti.
- L'ulteriore presenza di interprete nella classe può essere motivo di distrazione per gli altri alunni.

Attraverso il BLUESIGN è possibile ovviare a tutta questa serie di problemi. La traduzione nel palmare è facilmente fruibile senza particolare visibilità dei problemi del non udente, è chiara, può essere preparata precedentemente da personale specializzato nella disciplina trattata, può essere memorizzata e rivista anche successivamente nel pomeriggio nello studio, offre inoltre anche la possibilità di accedere alla spiegazione di vocaboli ignoti al non udente, che spesso dimostra di possedere un vocabolario più ristretto dei suoi coetanei udenti.

Anche testi di narrativa a partire dai più semplici per i bambini, potrebbero essere tradotti in lingua dei segni per consentire al non udente un apprendimento piacevole e rilassante, dove il testo potrebbe essere facilitato dai segni.

5. Risultati ottenuti e sviluppi futuri

Al fine di verificare la comprensibilità dei gesti visualizzati dall'avatar, il prototipo è stato sottoposto durante le varie fasi di sviluppo ad una costante supervisione dei fruitori finali, cioè dei non udenti.

I lemmi del dizionario sono stati inseriti con l'aiuto di un sordo e, il modello funzionante è stato mostrato a sordi di diverse età e cultura, in modo da poter avere un riscontro quanto più realistico possibile.

Nonostante la fase ancora prototipale del sistema, la comunità dei non udenti ha espresso notevole interesse e soddisfazione ed ha auspicato che il lavoro possa venir ultimato. Questo è sottolineato dal fatto che alcuni Centri per non udenti a livello nazionale si sono dichiarati disponibili ad offrire il proprio supporto per un test del BLUESIGN a livello scolastico.

Affinché il BLUESIGN possa considerarsi un progetto del tutto compiuto, alcune ulteriori parti andranno sviluppate. In particolare i prossimi sforzi dovranno concentrarsi sull'NLP (Natural Language Processing). Per rendere del tutto autonomo il dispositivo, infatti, è necessaria una fase di analisi del testo ed una sua riorganizzazione secondo le strutture grammaticali della lingua dei segni.

Di notevole interesse ed utilità è lo studio dell'integrazione nel sistema di un meccanismo di acquisizione vocale. Questo comporterebbe un ulteriore passo verso l'indipendenza dei soggetti sordi.

4. Ringraziamenti

Gli autori intendono ringraziare tutti coloro che direttamente o indirettamente hanno contribuito al progetto, ed in particolare, il Prof. Marino Bennati dell'Associazione Italiana Educatori dei Sordi e la Fondazione Monte dei Paschi di Siena.

5. Riferimenti bibliografici

ASL Finger-Spelling - <http://www.csd.tamu.edu/~su/asl> Del Bo M. Cippone De Filippis A.: La sordità infantile grave, Roma, 1974 Emergency SMS - http://www.psni.police.uk/index/advice_centre/sms_pages.htm eSIGN, <http://www.visicast.cmp.uea.ac.uk/eSIGN/> Gao W., Ma J., Shan S., Chen X., Zheng W., Zhang H., Yan J., and Wu J.: HandTalker: A Multimodal Dialog System Using Sign Language and 3-D Virtual Human. Proceedings of the Third international Conference on Advances in Multimodal interfaces, 2000. October 14 – 16. Papa S.: I segni del silenzio: India e monachesimo: la cultura dell'ascolto, Napoli, 1987. PAULA, <http://asl.cs.depaul.edu> Radutzky E.: Dizionario bilingue elementare della lingua italiana dei segni, Roma, 1992. Rosenberg, A: Writing Signed Languages: In Support of Adopting an ASL Writing System. University of Kansas – Department of Linguistics Master's Degree Thesis, 1999. Sedwick E. et al.: Towards the Effective Animation of American Sign Language. 8th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Interactive Digital Media, 2001. Suszczanska N: Translating Polish Texts into Sign Language in the TGT System. 20th IASTED Conference on Applied Informatics – AI, 2002, Innsbruck, Austria, pp. 282-287. SYNFACE - <http://www.speech.kth.se/synface/http://www.speech.kth.se/synface/> Szmal P., Suszczanska, N.: Selected problems of translation from the Polish written language to the sign language. Archiwum Informatyki Teoretycznej I Stosowanej, 13(1), 2001, pp. 37-51. TELEFACE - <http://www.speech.kth.se/teleface/> Televirtual, <http://www.televirtual.com/> TESSA - <http://www.visicast.cmp.uea.ac.uk/Tessa.htm> THETOS - <http://sun.iinf.polsl.gliwice.pl/sign/> Vcom 3D, Inc. - <http://www.vcom3d.com> VISICAST, http://www.visicast.cmp.uea.ac.uk/Visicast_index.html Volterra V: La lingua italiana dei segni, Bologna, 2004.