

RAPPRESENTATION AND PROCESSING OF SIGN LANGUAGES

Seminario del corso di
elaborazione del linguaggio naturale
Anno accademico 2006-2007

Selene Centi

LA LINGUA DEI SEGNI E CULTURA

I segni usati dai sordomuti costituiscono
una vera e propria lingua
al pari delle lingue vocali

LA LINGUA DEI SEGNI E CULTURA

I sordomuti l'hanno sempre usata per molto
tempo di nascosto:

- I gesti erano considerati 'poveri'
- Si pensava che usandoli i sordi
non avrebbero mai imparato a parlare

LA LINGUA DEI SEGNI E CULTURA

Nel 1880 con il Congresso internazionale di Milano:

- Si affermò la superiorità educativa del metodo
oralista
- Si impose il metodo oralista come unico metodo
d'insegnamento per i sordi in Italia

*"Il Congresso, considerando che l'uso simultaneo della parola e dei
gesti ha lo svantaggio di nuocere alla parola, alla lettura sulle labbra e
alla precisione delle idee,
dichiara che il metodo orale deve essere preferito"*

LA LINGUA DEI SEGNI E CULTURA

Oggi l'atteggiamento è in gran parte cambiato anche grazie ai molti studiosi che, in diversi paesi, si sono occupati delle lingue dei segni

LA LINGUA DEI SEGNI E CULTURA

Le prime ricerche hanno avuto inizio negli anni Sessanta
Il linguista americano William Stokoe dimostrò per primo che la Lingua dei segni americana ha caratteristiche:

- morfologiche
 - grammaticali
 - sintattiche
- come ogni lingua naturale

LA LINGUA DEI SEGNI E CULTURA

Il lavoro di Stokoe fu veramente rivoluzionario:
I sordomuti stessi non erano consapevoli del fatto che:

- I segni costituiscono una vera e propria lingua
- I segni sono all'origine di una cultura particolare (racconti, poesie, tradizioni tramandate, ecc)

LA LINGUA DEI SEGNI E CULTURA

All'Istituto di psicologia del Cnr di Roma da quasi vent'anni ricercatori sia udenti che sordi studiano la Lis (Lingua dei segni Italiana) e hanno dimostrato che essa costituisce una vera e propria lingua

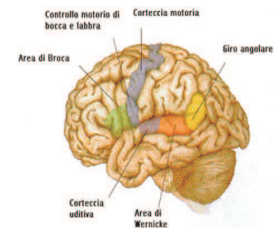
REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

Quali regioni cerebrali entrano in gioco nel linguaggio mimico-gestuale?

Ursula Bellugi, neuroscieziata che lavora nel Laboratorio neuroscienze cognitive del Salk Institut for Biological Research di San Diego, California, negli anni ottanta iniziò a studiare la neurobiologia applicata al linguaggio mimico-gestuale

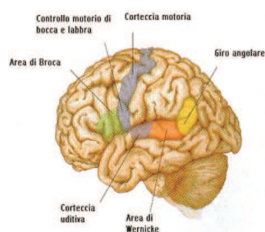
REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

La comprensione linguistica avviene principalmente nell'area di WERNICKE



REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

Nell'area di BROCA avviene la creazione di parole o frasi



REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

Se una delle due regioni si lesiona:

- Area di Broca: il paziente può capire il linguaggio ma non è più in grado di parlare fluentemente
- Area di Wernicke: il paziente non comprende il linguaggio ma può parlare fluentemente

REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

La Bellugi ha studiato alcuni non udenti con lesioni nelle aree cerebrali più disparate

I pazienti che avevano i sintomi dell'afasia di Wernicke:

- Utilizzavano il linguaggio mimico-gestuale in maniera corretta e fluente
- Capivano ciò che gli altri dicevano ma solo in modo incompleto

REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

I pazienti che avevano i sintomi dell' afasia di Broca:

- Avevano difficoltà nel creare le forme giuste con le mani e nel disporle correttamente (in un certo senso balbettavano con le mani)
- Erano ancora in grado di disegnare e controllare altri esercizi motori di precisione *era venuta meno solo la capacità motoria legata al linguaggio*

REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

I pazienti con l'emisfero cerebrale destro danneggiato (preposto all'elaborazione di informazioni relative allo spazio) non presentavano alcun problema linguistico:

- né quando erano loro stessi a utilizzare il linguaggio mimico-gestuale
- né quando si trattava di comprendere gesti altrui

REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

Da questo studio si è dedotto che:

Anche se il linguaggio mimico-gestuale utilizza canali sensoriali diversi da quelli della lingua orale, *la sua elaborazione avviene nelle stesse aree cerebrali*

(Per molti ricercatori ciò indica che la funzione del linguaggio è innata)

REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

I LIMITI DELLA RICERCA:

- Gli studi sulle lesioni mostrano soltanto quale disturbo è collegato a una determinata area cerebrale danneggiata e questo anche solo in singoli pazienti
- Le ricerche non dicono se anche un'altra area intatta è interessata all'elaborazione linguistica o se i risultati sono validi anche per altre persone coinvolte nell'esperimento

REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

negli anni novanta:

- Helen Neville e Aaron Newman dell'Università dell'Oregon
- David Corina, dell'Università di Washington a Seattle

hanno cercato di chiarire la questione relativa al coinvolgimento dell'emisfero destro della corteccia cerebrale nell'elaborazione del linguaggio mimico-gestuale utilizzando la tomografia

REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

Gli studiosi hanno messo a confronto le attività cerebrali di tre gruppi di persone:

- non udenti dalla nascita cresciuti con la lingua dei segni americana (ASL)
- udenti che non conoscevano il linguaggio mimico-gestuale e sono cresciuti con la lingua inglese parlata
- udenti che quando erano bambini sono stati educati da non udenti bilingui, con conoscenza dell'inglese e dell'ASL

A tutti sono state sottoposte frasi presentate in inglese scritto e video di linguaggio mimico-gestuale con frasi in ASL.

REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

RISULTATO:

- Nei *non udenti* l'emisfero cerebrale destro era al lavoro durante entrambi i compiti, mentre negli *udenti* generalmente no
- I risultati del terzo gruppo bilingue dimostrano che l'attività dell'emisfero cerebrale destro è di per sé una caratteristica del linguaggio mimico-gestuale e non una sorta di effetto collaterale della sordità

REGIONI CEREBRALI COINVOLTI NEL LINGUAGGIO MIMICO GESTUALE

Le ricerche oggi...

A che cosa contribuisce esattamente
l'attività dell'emisfero destro
nel linguaggio mimico-gestuale ?
La ricerca continua...

CARATTERISTICHE FONOLOGICHE

Le lingue segnate creano segni combinando alcuni parametri formazionali:

- CONFIGURAZIONE = forma assunta dalla mano
- LUOGO DI ARTICOLAZIONE = punto in cui le mani formano il segno
- ORIENTAMENTO DEL PALMO = posizione del palmo della mano
- MOVIMENTO = modo in cui le mani si muovono

CARATTERISTICHE FONOLOGICHE

Cambiare uno di questi parametri equivale a cambiare una vocale o consonante in una lingua parlata

SCUSA : configuraz. = A , movimento = ripetuto , orientamento = parlante, luogo = mento

MAMMA : configuraz. = A , movimento = ripetuto, orientamento = parlante, luogo = guancia

CARATTERISTICHE FONOLOGICHE

Molti verbi in LIS si distinguono dai nomi poiché questi ultimi hanno un movimento rapido e ripetuto mentre i primi hanno un movimento lento e non ripetuto

Ad esempio

Crescere e crescita hanno la stessa configurazione ma:

- Crescere: ha un movimento rilassato ma non ripetuto
- Crescita: ha un movimento rapido e ripetuto

CARATTERISTICHE FONOLOGICHE

Nella lingua dei segni si dà molta importanza
alle componenti NON manuali

- Espressione facciale: svolge una funzione corrispondente all'intonazione delle lingue Parlate
- "Impersonamento": si assume la postura o l'espressione di alcuni referenti del discorso (simile al modo in cui gli udenti imitano la voce dei personaggi di un racconto)

PRINCIPALI DIFFERENZE FRA LIS E ITALIANO

ORDINE TEMPORALE

- Due segni possono essere realizzati nello stesso istante da due mani
- Nella lingua parlata la bocca costringe a dire una parola dopo l'altra

PRINCIPALI DIFFERENZE FRA LIS E ITALIANO

GENERE DEL NOME

- In alcune lingue parlate il genere di un nome è intrinseco alla parola.
- Le lingue dei segni realizzano l'accordo attraverso il parametro LUOGO

Esempio:

CASA in *italiano* è sempre femminile e richiede aggettivi femminili
in LIS il segno può essere prodotto a sinistra del segnante/parlante o alla sua destra

PRINCIPALI DIFFERENZE FRA LIS E ITALIANO

ESEMPIO CONCORDANZA NOME AGGETTIVI

LIS: LIBRO **SIN** PICCOLO **SIN**

LIS: LIBRO**DES** PICCOLO**DES**

Un/Il libro piccolo

PRINCIPALI DIFFERENZE FRA LIS E ITALIANO

TEMPO DI ARTICOLAZIONE

Mezzo di accordo fra diverse parti di una frase.

Due segni possono essere co-articolati in un unico istante e concordare in base al tempo in cui sono stati realizzati.

PRINCIPALI DIFFERENZE FRA LIS E ITALIANO

ESEMPIO USO TEMPO DI ARTICOLAZIONE

COSA-FILIFORME -*classificatore* **SIN** (con una mano)
BAMBINODES **FILOSIN**
TAGLIARE-CON-FORBICE **DES** (con l'altra mano)
il bambino il filo filo-tagliare-con-forbici

il bambino taglia il filo con le forbici

PRINCIPALI DIFFERENZE FRA LIS E ITALIANO

ESEMPIO 2 USO TEMPO DI ARTICOLAZIONE NELLE FORME RECIPROCHE

DESPARLARESIN (con una mano)
BAMBINODES **MAMMASIN**
SINPARLAREDES (con l'altra mano)
*il bambino la mamma lui -parla-(a) lei
 lei -parla-(a) lui*

il bambino e la mamma si parlano

PRINCIPALI DIFFERENZE FRA LIS E ITALIANO

Il tempo di articolazione non va confuso con un altro mezzo impiegato in LIS:

INCORPORAZIONE

Implica mutamenti fonologici non riscontrati nel tempo di articolazione.

ESEMPIO:

TRE-MESI è fatto da un segno base (mese) la cui fonologia cambia per incorporare il segno tre (come in inglese la parola twice)

PRINCIPALI DIFFERENZE FRA LIS E ITALIANO

ARTICOLI

In LIS non si rappresentano gli articoli
"il,la,i..."

ma si rappresentano i determinanti
"questo,quello"

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

SINTAGMA NOMINALE

I nomi in LIS possono essere concordati con altre parti della frase (aggettivi, verbi, pronomi) per:

- LUOGO
- NUMERO

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

LUOGO

Il modo in cui questo tratto viene utilizzato dipende dalla fonologia dei nomi:

- I **Nomi neutri** non hanno posizione fissa, possono essere realizzati liberamente
- I nomi che per essere realizzati **contattano il corpo del segnante** non possono essere in altre posizioni dello spazio
- Il luogo può essere realizzato come segno indipendente dopo il nome (**indice**)

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

ESEMPIO USO INDICE

MAMMA <ind>**SIN** BAMBINO**DES** SINTELEFONARE**DES**

(la) mamma là (il) bambino quella-telefona-questo

(=lei telefona a lui)

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

PLURALE E DISTRIBUTIVO DEI NOMI

- I nomi che non toccano il corpo sono marcati sinteticamente al plurale tramite la duplicazione. Ad esempio:

LIS: PERSONA --plurale--> PERSONA-PERSONA
persona persone

- I nomi che toccano il corpo sono invariabili e mantengono la loro forma base anche al plurale. Ad esempio:

LIS: DONNA MOLTE ("molte" se la pluralità non è compresa dal contesto)
donna/ragazza marca di plurale
Le donne / ragazze , Molte donne / ragazze

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

NOMI E DETERMINANTI DEITICI E NUMERALI

- La LIS non ha i determinanti "il,la,i,le"
OGGI CORSO LIS INIZIARE 10
oggi (il) corso (di) LIS inizia al(le) 10
- La LIS ha i deitici dimostrativi che traducono l'idea di "questo, quello"
- La LIS ha dei segni speciali per significare "uno (specifico)" o "un (qualunque)" oggetto od individuo
- La LIS ha un deittico particolare che rappresenta il concetto di "proprio questo..., proprio quello..."

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

Tutti i deitici generalmente seguono il nome
e sono flessi per LUOGO e NUMERO

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

DEITICI DIMOSTRATIVI ("questo-quello")

Richiedono una tipica espressione facciale di topic
(sopracciglia alzate)

----- **sopracciglia alzate** -----
LIS: STUDENTE QUELLO **SIN** / QUELLO **DES**
Quello studente

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

Si flettono anche per numero perché hanno
una forma apposita per il plurale

----- **sopracciglia alzate** -----

Ind.: STUDENTE QUELLI **SIN** / QUELLI **DES**
Quegli studenti

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

La FORMA SINGOLARE del segno che
rappresenta
un deittico indica un punto preciso nello spazio

La FORMA PLURALE ha un movimento che
rappresenta una linea immaginaria
passante per diversi punti
(ripetizione veloce e stilizzata della forma singolare)

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

I NUMERALI

I sintagmi "tre studenti", "quattro case" sono tradotti come
STUDENTE TRE,
CASA CASA QUATTRO

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

DEITTICO SPECIALE <DE>

Deittico che ha un significato anaforico
(ripetizione di parola o frase)
Usato per richiamare un referente
precedentemente introdotto nel discorso

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

In certe condizioni l'intera frase può essere ridotta semplicemente a questo deittico lasciando che l'ascoltatore recuperi il senso dal contesto

<DE> !
(È) Proprio quello ! (di cui ti parlavo...)

RAGAZZA <DE>**SIN SINSEGNARE1**
Ragazza questa (che ti dicevo) lei-segna-me
Questa ragazza (di cui ti dicevo ieri...) mi ha "parlato" / mi sta "parlando"

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

DEITTICO SPECIALE PER LE FORME ENFATICHE

Questo deittico è usato ad esempio quando si dice:

"Ho parlato/segnato proprio a quell' uomo!"
(non ad altri fra i molti introdotti nel discorso)

"Ho parlato a lui!"
(in contrasto a lei o a altre persone presenti nel discorso)

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

Il DEITTICO ENFATICO è realizzato con due mani che puntano allo stesso luogo, un dito indice fisso verso quel punto mentre l'altro compie un movimento ripetuto verso quella stessa posizione

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

NOME E AGGETTIVI: ACCORDO

Gli aggettivi concordano in LUOGO con i nomi e sono sempre posposti ad essi

LIS: CITTÀ **DES** GRANDE **DES**
LIS: CITTÀ **SIN** GRANDE **SIN**

L'accordo fra nome e aggettivo deve sempre sussistere

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

VERBI

Il verbo in una frase tende ad essere segnato per ultimo dopo il soggetto e gli oggetti

I verbi accordano in LUOGO con i loro argomenti

DOMANI MARCODES TU2 DESTELEFONARE2
domani Marco tu lui-telefona-te/voi

DOMANI MARCODES VOI2 DESTELEFONARE2
Domani Marco voi lui-telefona-te/voi

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

LA FRASE

L'ordine delle parole in una frase LIS è
Soggetto Oggetto Verbo (SOV)

PAPÀSIN BAMBINO**DES** SINTELEFONARE**DES**

(il) papà (il) bambino quello-telefona-questo

Il papà telefona al (suo) bambino

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

NEGAZIONE

La negazione segue sempre il verbo quindi essa appare sempre alla fine di una frase

Viene fatta una distinzione fra la negazione verbale NON e il segno "NO!" usato in risposte semplici

("vuoi un po' di torta?No ")

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

Il segno NON ha un movimento
RIPETUTO E RILASSATO

Il segno NO ha un movimento
TESO e NON RILASSATO

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

Esempio di frase negativa in LIS:

NOI1 PENNASIN ROMPERESIN NON
Noi la penna rompere-essa non
Noi non rompiano/abbiamo rotto la penna

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

In alcuni casi viene incorporata la negazione nel
segno verbale

I verbi VOLERE / PIACERE e POTERE / ESSERE
POSSIBILE
non esprimono la negazione per mezzo di costruzioni come
**piace non* o **possibile non* ma ricorrono a forme come
NONPIACE ed IMPOSSIBILE

CINEMASIN 1ANDARESIN NON_PIACE
(al) cinema io-andare-là non voglio
Non voglio andare al cinema

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

DOMANDE S/NO

In LIS per marcare le frasi interrogative è
necessaria una espressione facciale
interrogativa

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

L'espressione interrogativa è una componente
non-manuale

(testa inclinata e sopracciglia alzate)
che si estende sull'intera frase
(inizia sul primo segno e termina sull'ultimo)

---- espressione interrog. S/N ----
CINEMASIN 2ANDARESIN (TU2)
Vai/Andrai/Sei andato al cinema?

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

DOMANDE Wh- (DOMANDE k-)

In LIS questi tipi di domande hanno:

- Speciale espressione facciale (sopracciglia corrugate) che copre l'intera frase
- Interrogativo in fine frase (chi, cosa, quando, ...)

----- espressione interrog. WH -----
CINEMASIN (TU2) ZANDARESIN QUANDO
Quando vai/andrai/sei andato al cinema?

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

IMPERATIVI

Sono marcati da una componente non-manuale speciale "esclamativa" (occhi sbarrati)

DOMANI² TELEFONARE¹

Domani tu-telefona-me !

Domani telefonami!

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

CLASSIFICATORI

Identificano una categoria di oggetti in base ad una o più proprietà condivise da tali oggetti

PANORAMICA DELLA GRAMMATICA DELLA LIS

PALLASIN TAVOLODES

OGGETTO-ROTONDO-class.SIN (above)

SUPERFICIE-RETTANGOLARE-class.DES (under)

la palla il tavolo cosa rotonda-(è) su-cosa

rettangolare

La palla è sul tavolo

I due classificatori sono realizzati da una mano diversa nel medesimo luogo ma uno sopra all'altro fornendo l'idea della proposizione "sul"

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

La tecnologia e la Lingua dei segni offrono possibilità per abbattere le barriere comunicative

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Possiamo suddividere i mezzi tecnologici in tre gruppi:

- apparati che migliorano la vita quotidiana (avvisatori luminosi, videotelefono, sistema di traduzione)
- apparati che consentono di accedere all'informazione e alla cultura (computer e sottotitoli)
- apparati che migliorano la capacità di utilizzare il residuo uditivo (protesi e impianto cocleare)

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Gli elaboratori:

- Possibilità di comunicare in tempo reale in tutto il mondo (v. Internet)
- I programmi che facilitano alle persone sorde l'accesso alla cultura perché viaggiano su una modalità visiva
- Il software specifico per l'educazione alla lingua parlata

offrono opportunità fino a pochi anni fa impensabili e hanno un ruolo fondamentale nell'educazione dei bambini sordi

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

UN SISTEMA SOFTWARE PER AUTOMATIZZARE IL RICONOSCIMENTO DALLA LIS

Il problema del riconoscimento dei segni (1):

- Un segno può iniziare e finire in diversi istanti di tempo durante una sequenza osservata
- Segni diversi hanno una durata variabile
- Lo stesso segno può essere eseguito con durate diverse

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Il problema del riconoscimento dei segni (2):

- Il passaggio da un segno ad un altro non è facilmente identificabile
- Un segno dipende dal segno precedente e da quello successivo
- L'inizio e la fine di una singola frase non è facilmente identificabile
- Il numero dei segni in una frase non è fisso

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

FASE INIZIALE:

Si è cercato di definire un sottoinsieme di segni LIS che potesse essere usato in un contesto di automazione. Questo insieme è composto da:

- Verbi che indicano le azioni chiave che devono essere eseguite
- Sostantivi
- Aggettivi
- Avverbi di tempo

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Il framework proposto lavora in tre passi:

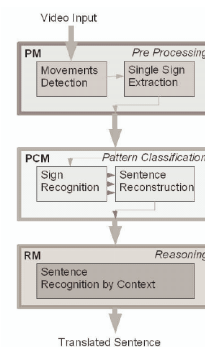
- L'input sensoriale è processato per ottenere un vettore attraverso algoritmi che lavorano sulle immagini
- È usata una rete neurale (Self Organizing Map (SOM)) per classificare i singoli segni e sviluppare una lista dei possibili significati
- La scelta del significato delle frasi si determina in base al contesto

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Architettura del sistema:

Il sistema è formato dai seguenti moduli:

- Pre-Processing Module (PM)
- Classification Module (PCM)
- Reasoning Module(RM)



TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Il sistema acquisisce una sequenza video da una video camera posta frontalmente al segnante

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Le funzioni implementate sono:

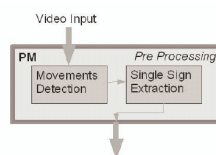
- Estrazione e codifica dei movimenti della testa e delle mani del segnante
- Segmentazione dell'input video in singoli segni
- Riconoscimento di un singolo segno
- Ricostruzione di tutte le frasi
- Analisi semantica delle frasi ricostruite

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Pre-Processing Module (PM)

in questa fase si cerca di:

- Identificare tutte le immagini rilevanti
- Divide il video in molte parti ognuna delle quali rappresenta un singolo segno e quindi genera un vettore v

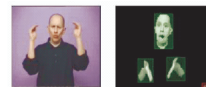


TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Pre-Processing Module (PM)

In questa prima fase si cerca di identificare tutte le immagini rilevanti:

- Braccia
- Testa



ignora le regioni non rilevanti

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Pre-Processing Module (PM)

Ogni regione è descritta dai seguenti parametri:

- Coordinate del centro delle regioni interessate
- Altezza e larghezza massime
- Altezza e larghezza rispetto alle coordinate del centro delle regioni interessate
- L'area della regione

Il sistema monitorizza continuamente le variazioni di questi parametri

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Pre-Processing Module (PM)

La fase di pre-processing controlla l'immagine e estrae:

- I movimenti delle braccia
- Il movimento della bocca (usato per distinguere i singoli segni in una frase)

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Pre-Processing Module (PM)

Ad ogni frame della sequenza video:

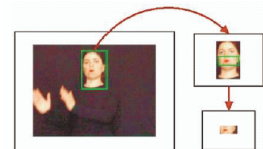
- I dati sono memorizzati
- Il movimento corrispondente ad un segno è codificato da un vettore di numeri reali

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Pre-Processing Module (PM)

Le pause fra i movimenti delle labbra:

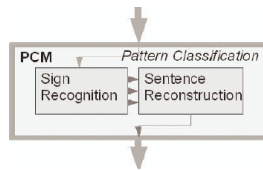
- Facilitano la distinzione delle parole
- Permettono di segmentare la frase in modo sicuro e veloce



TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Pattern Classification Module (PCM)

- Riconosce il simbolo percepito
- Etichetta il segno riconosciuto



TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Classification Module (PCM)

Il significato finale di un segno è deciso quando la frase è stata analizzata completamente

Una lista
(che rappresenta lo spazio di ricerca per il modulo RM)
contiene i possibili significati per il segno
esaminato

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Classification Module (PCM)

La lista è creata esaminando lo spazio di rappresentazione contenente i segni LIS

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Classification Module (PCM)

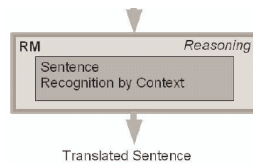
L'analisi dello spazio di rappresentazione è supportata dalla rete neuronale SOM

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Reasoning Module (RM)

responsabile:

- Del controllo sintattico della sequenza dei segni
- Della generazione della frase più probabile riferendosi ad un dato contesto



TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Reasoning Module Area (RM)

Questo modulo è basato sul OpenCycl (la versione open source della tecnologia Cyc) che:

- Implementa una base di conoscenza completa
- Simula il ragionamento basato sul buon senso

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Reasoning Module Area (RM)

Le funzionalità principali di questo modulo sono:

- Verifica e correzione semantica di una frase completa
- Ricerca di errori in una frase e proposta di possibili alternative
- Correzione dell'errore valutando la frase più probabile usando tutte le possibili alternative

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Reasoning Module Area (RM)

Nel caso di frasi incomplete il sistema è capace di suggerire il segno o un'insieme dei possibili segni mancante

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Reasoning Module Area (RM)

Cyc verifica se una frase contiene o meno un segno indefinito (variabili libere):

- Se la formula contiene variabili allora il server Cyc fornisce valori a queste variabili restituendo una frase corretta
- altrimenti risponde che la formula è vera

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

CARATTERISTICHE GENERALI

- Il sistema è scritto in codice java
- Preprocessing Module è realizzato implementando Matlab
- Una specifica classe java nel Reasoning Module maneggia le frasi e le risposte verso/dal OpenCyc
- Il SOM è implementato usando Matlab SOM Toolbox

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

CARATTERISTICHE GENERALI

- Le sequenze di video usate per il riconoscimento devono essere acquisite con una camera digitale usando una risoluzione di 320*240 a 15 fps
- Il sistema implementato ha ottime prestazioni se il segnante si trova di fronte alla camera e il background è colorato uniformemente

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

CARATTERISTICHE GENERALI

- Il vocabolario usato comprende 40 segni
- Ogni segno è stato ripetuto 4 volte per ottenere un insieme di 160 frammenti di video
- La procedura di estrazione dei dati genera una matrice di 160 righe e 40 colonne

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

CARATTERISTICHE GENERALI

- E' stato usato OpenCyc in cui è stata definita una microtheory chiamata LisMt
- La definizione di una microtheory LisMt include 40 segni e rappresenta il contesto corrente
- Il primo passo di pre-processing elimina gli aggettivi che non sono rilevanti ai fini di stabilire la correttezza di una frase

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Interfaccia grafica
del programma



TECNOLOGIE E DISABILITÀ

ESEMPIO

“ROBOT LIBRO BIANCO PRENDERE”

L'aggettivo bianco non è considerato nella prima valutazione
(sarà considerato nel caso in cui non fosse possibile stabilire la correttezza della frase e in questo caso il sottosistema cercherà una possibile alternativa)

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

ESEMPIO (“ROBOT LIBRO BIANCO PRENDERE”)

L'analisi sintattica e la consistenza con il contesto locale sono ottenute generando la seguente interrogazione:

```
(#$and(#$relationAllExists #performedBy #prendere #robot)
```

```
#$relationAllExists #ObjectActedOn #prendere #libro))
```

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

ESEMPIO ("ROBOT LIBRO BIANCO PRENDERE")

Il server Cyc controlla se:

- #robot è un soggetto
- #prendere è un verbo
- #libro è un oggetto

La frase precedente è compatibile in LisMt, quindi viene restituito true e la frase viene accettata

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

ESEMPIO

Frase contenente un errore:

"ROBOT CUCINARE VESTITO"

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

ESEMPIO "ROBOT CUCINARE VESTITO"

La query generata è:

```
(#$and (#$relationAllExists #performedBy #cucinare #robot)
```

```
#$relationAllExists #objectActedOn #cucinare #vestito))
```

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

ESEMPIO "ROBOT CUCINARE VESTITO"

Cyc ritorna FALSE perchè non c'è un contesto che confermi la validità della frase:

- #robot è il soggetto
- #cucinare è il verbo
- #vestito è l'oggetto
- ma vestito non è un #Food e non può essere cucinato

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

ESEMPIO "ROBOT CUCINARE VESTITO"

E' generata una query con una variabile libera:

```
CycList error_query= cycAccess.makeCycList("($relationAllExists  
#$objectActedOn #$cucinare ?X)");
```

```
CycList substitutes_list= cycAccess.askWithVariable( error_query, new  
CycVariable("?X"),mt);
```

la lista restituita è (pane, pasta), che contiene tutti gli oggetti contenuti nel contesto considerato che possono essere cucinati
Pasta è selezionata perché è inclusa fra le candidate di SOM

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

RISULTATI OTTENUTI

E' stato usato un'insieme di 80 frasi per verificare le prestazioni del sistema

Si è ottenuto:

- 95% frasi segmentate correttamente (76 su 80)
- 66 frasi su 76 sono state correttamente tradotte ottenendo un successo pari all' 82,5%

TECNOLOGIE E DISABILITÀ

Ricerche future si preoccuperanno di estendere il numero dei segni ampliando il contesto su cui si basa il sistema

Bibliografia

- A Software System for Automatic Signed Italian Recognition Ignazio Infantino, Riccardo Rizzo, and Salvatore Gaglio
- The grammar of italian sign language, with a study about its restrictive relative clauses di Michele Brunelli
- Parlare senza voce di Jens Lubbadeh
- EMMOREY K., Language.Cognition, and the Brain: Insights from Sign Language Research, Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum, 2002.
- VOLTERRA V. (a cura), *La lingua italiana dei segni* La comunicazione . visivo-gestuale dei sordi, Il Mulino, 2004, Weblink