

# LABORATORIO "S. POLIN"

PER LA RICERCA E LA SPERIMENTAZIONE DI  
NUOVE TECNOLOGIE ASSISTIVE PER LE STEM

Responsabile scientifica Prof.ssa Anna Capietto

 Integrabile

• Dipartimento di Matematica "G.Peano" Università di Torino



DIPARTIMENTO  
DI MATEMATICA  
GIUSEPPE PEANO  
UNIVERSITÀ DI TORINO

# Le STEM per i disabili visivi

Piccola riflessione sulle principali criticità per un disabile visivo che vuole studiare e lavorare nelle discipline STEM

# L'accessibilità

L'accessibilità è la caratteristica di un dispositivo, di un servizio, di una risorsa o di un ambiente d'essere fruibile con facilità da una qualsiasi tipologia d'utente anche con l'eventuale utilizzo di tecnologie assistive.

# L'accessibilità

I disabili visivi accedono ai contenuti scritti tramite i canali sensoriali alternativi alla vista, in particolare l'udito e il tatto, inoltre utilizzano tecnologie assistive che facilitano la fruizione delle informazioni tramite questi ultimi sensi.

# Le STEM per i disabili visivi

Le discipline STEM sono caratterizzate da:

- Formule matematiche
- Tabelle
- Grafici e diagrammi
- Attività laboratoriali

# Perché?

Perché una persona non può essere libero di scegliere serenamente di intraprendere una carriera nelle discipline STEM solo per il motivo che ha una disabilità visiva? Si tratta di una palese discriminazione e violazione dei diritti individuali di autodeterminazione. Più in generale si preclude la cultura scientifica a milioni di persone disabili visivi.

# Tecnologie assistive per persone con disabilità visive

Le persone con disabilità visive accedono agli strumenti digitali mediante vari strumenti, tra cui:

- lettore di schermo vocale;
- display Braille;
- stampanti tattili;
- ingranditori.

# Evoluzione recente delle tecnologie assistive

Negli ultimi anni l'evoluzione delle tecnologie assistive ha riguardato in particolare:

- il riconoscimento di immagini;
- l'interazione in linguaggio naturale;
- l'integrazione con i dispositivi mobili.



# LABORATORIO "S. POLIN"

PER LA RICERCA E LA SPERIMENTAZIONE DI  
NUOVE TECNOLOGIE ASSISTIVE PER LE STEM

Responsabile scientifica Prof.ssa Anna Capietto



• Dipartimento di Matematica "G.Peano" Università di Torino



DIPARTIMENTO  
DI MATEMATICA  
GIUSEPPE PEANO  
UNIVERSITÀ DI TORINO

# Principi ispiratori

DIRITTO ALLO STUDIO  
INCLUSIONE

# Paradosso

Le tecnologie non gestiscono i contenuti scientifici



# Paradosso

- Sviluppo elevato e rapido di tecnologie
- Elevata richiesta di competenze scientifiche e tecnologiche

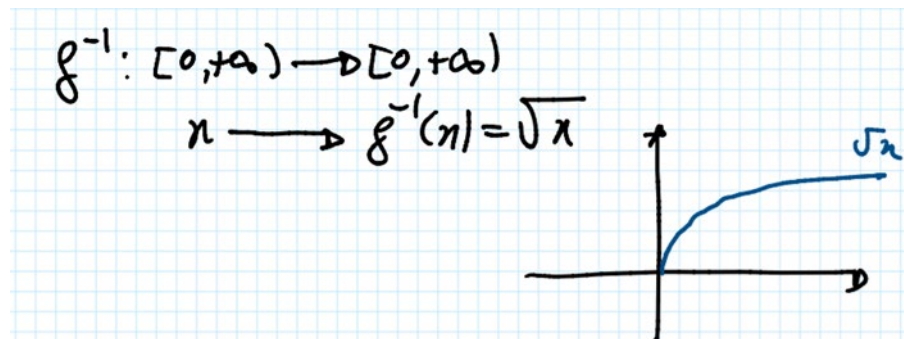
# False giustificazioni

NON È

un problema di nicchia

# Cosa serve?

Leggere, scrivere, dettare,  
trascrivere :



# Soluzione inclusiva per leggere e scrivere

LaTeX come soluzione inclusiva

PDF accessibili prodotti da LaTeX con Axessibility per persone con disabilità visiva e DSA



# Soluzione inclusiva per esplorare i grafici

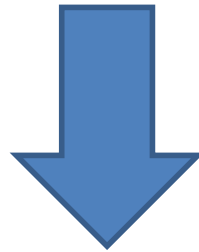


<http://www.integr-abile.unito.it/audiofunctions.web/>

- Funziona su tutti i dispositivi e con diverse interfacce.
- Il grafico è inclusivo
- Si possono inserire grafici tramite link o codice incorporato



# Accessibility + Audiofunctions.Web



## **Progetto Biblioteca digitale accessibile**

<http://www.integr-abile.unito.it/knowledge-transfer/accessible-library-2/>

# Progetto Matematica a voce

**1**

**VoiceMath**

Trascrizione di  
formule

**2**

**SpeechMathE**

Dettatura di  
formule

Cofinanziato da Fondazione CRT in collaborazione  
con CELI

# Trascrizione

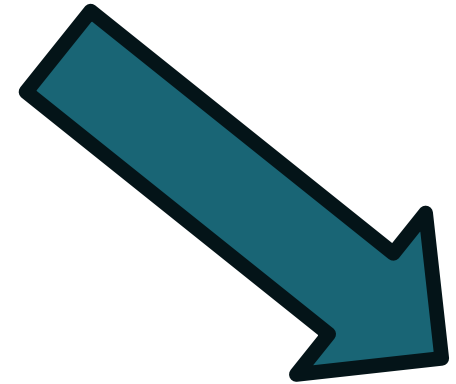
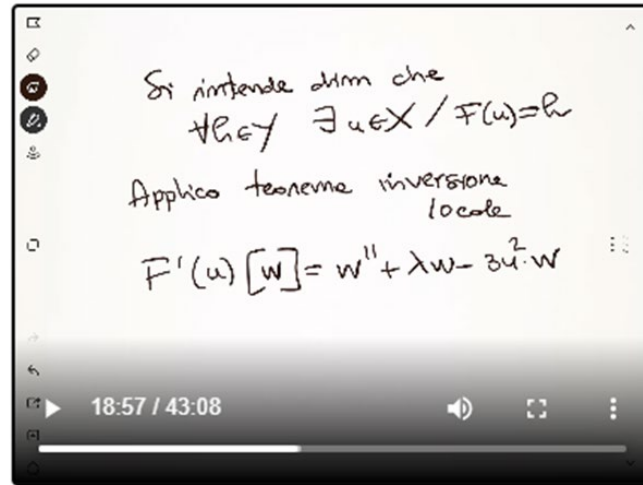
## Voice Math:

trascrizione e sottotitolazione di  
lezioni con formule

Cofinanziato da Fondazione CRT

In collaborazione con





```
Si intende dim che  
\[  
\forall h \in Y \exists u \in X /  
\ F(u)=h  
\]
```

```
Applico teorema inversione locale  
\[  
F'(u)[w]=w''+\lambda w -3u^2 \cdot w  
\]
```

Si intende dim che

$$\forall h \in Y \exists u \in X / F(u) = h$$

Applico teorema inversione locale

$$F'(u)[w] = w'' + \lambda w - 3u^2 \cdot w$$

# Dettature formule

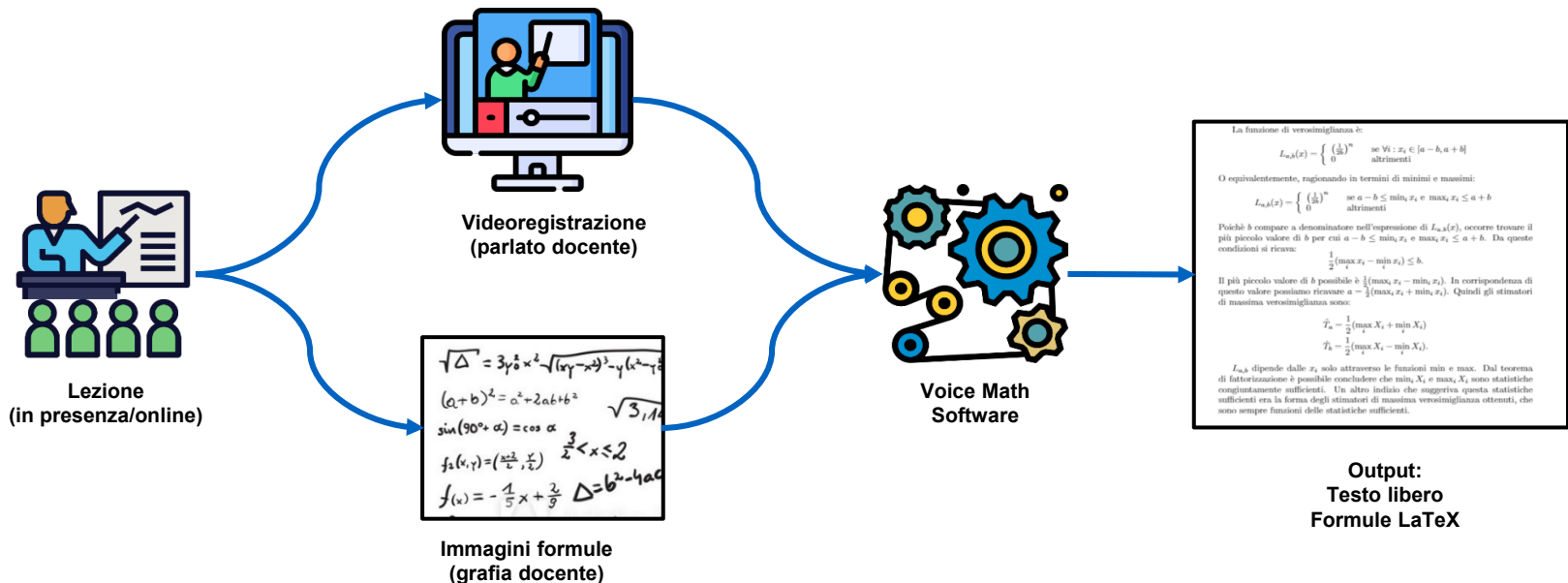
## SpeechMatE

Dettatura e modifica di formule in  
lingua italiana

Cofinanziato da Fondazione CRT

# Trascrizione di formule con Voice Math: obiettivo

Produzione automatica di un flusso basato su txt e LaTeX, a partire da videoregistrazione e corrispondenti immagini di formule tratte da una lezione di Matematica.



La funzione di verosimiglianza è:

$$L_{n,3}(x) = \begin{cases} \left(\frac{3}{4}\right)^n & \text{se } \forall i: x_i \in [a-b, a+b] \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

O equivalentemente, ragionando in termini di minimi e massimi:

$$L_{n,3}(x) = \begin{cases} \left(\frac{3}{4}\right)^n & \text{se } a-b \leq \min_i x_i \text{ e } \max_i x_i \leq a+b \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Piuttosto che a denominatore nell'espressione di  $L_{n,3}(x)$ , occorre trovare il più piccolo valore di  $b$  per cui  $a-b \leq \min_i x_i$  e  $\max_i x_i \leq a+b$ . Da queste condizioni si ricava:

$$\frac{1}{2}(\max_i x_i - \min_i x_i) \leq b$$

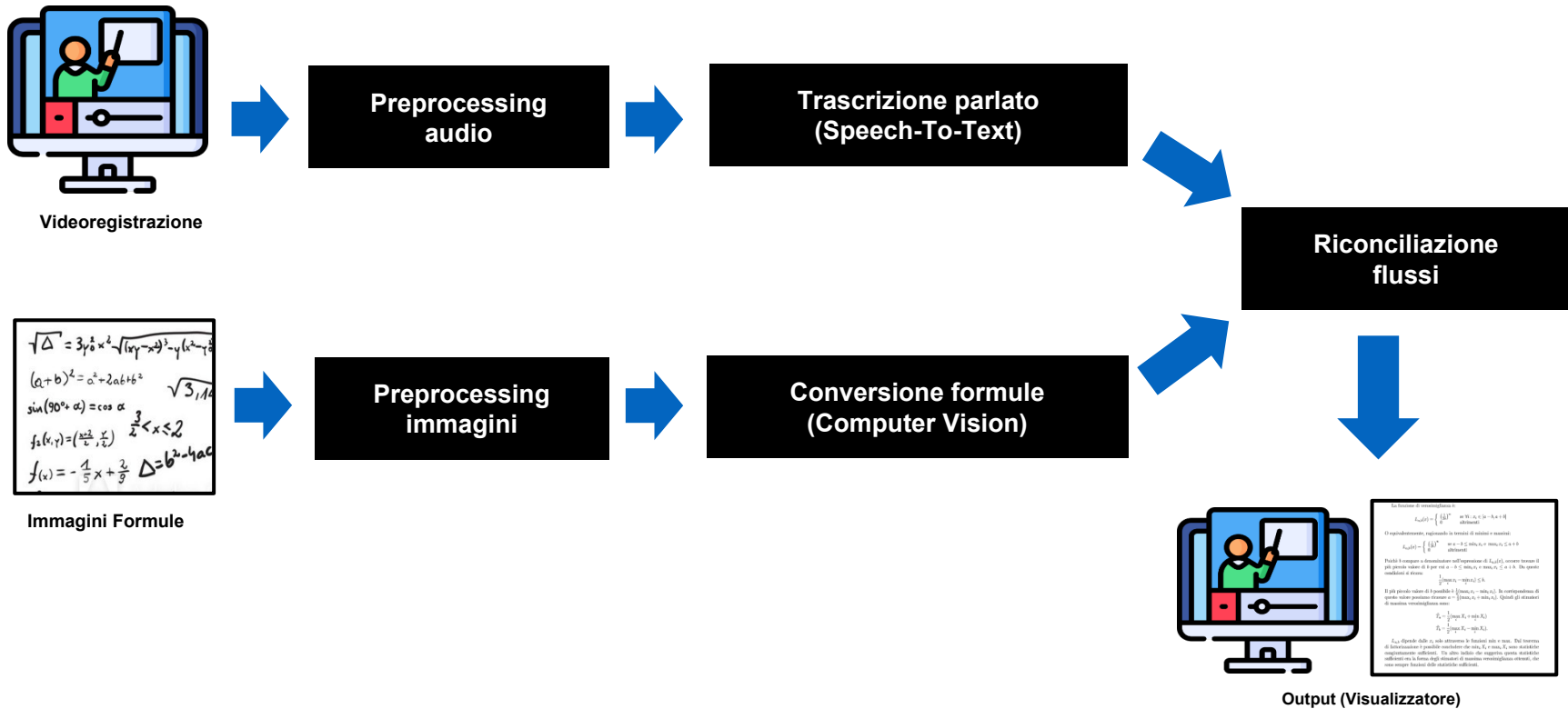
Il più piccolo valore di  $b$  possibile è  $\frac{1}{2}(\max_i x_i - \min_i x_i)$ . In corrispondenza di questo valore possiamo ricavare  $a = \frac{1}{2}(\max_i x_i + \min_i x_i)$ . Quindi gli stimatori di massima verosimiglianza sono:

$$\hat{T}_n = \frac{1}{2}(\max_i X_i + \min_i X_i)$$

$$\hat{T}_1 = \frac{1}{2}(\max_i X_i - \min_i X_i)$$

$L_{n,3}$  dipende dalle  $x_i$  solo attraverso le funzioni min e max. Dal teorema di fattorizzazione è possibile concludere che  $\min_i X_i$  e  $\max_i X_i$  sono statistiche congiuntamente sufficienti. Un altro indizio che suggeriva questa statistiche sufficienti era la forma degli stimatori di massima verosimiglianza ottenuti, che sono sempre funzioni delle statistiche sufficienti.

# Trascrizione di formule con Voice Math: architettura



# Trascrizione di formule con Voice Math: sfide

- **Elevata variabilità**

La grande varietà nelle lezioni di Matematica può portare a performance di trascrizione non ottimali o comunque difficili da stimare.

- **Linguaggio di dominio**

La presenza di abbondante terminologia specifica nel parlato, che pone una sfida nell'impiegare sistemi di trascrizione allo stato dell'arte per la lingua Italiana.



# Matematica a voce: dettatura - 1

Le persone con disabilità motorie traggono numerosi vantaggi dalle applicazioni con interazione vocale:

- per dettare e modificare un testo;
- per svolgere attività quotidiane: fissare un appuntamento, puntare una sveglia, ecc.;
- per cercare informazioni in Internet.

# Matematica a voce: dettatura - 2

L'interazione vocale non è disponibile per la matematica.

# Matematica a voce: dettatura - 3

Vogliamo realizzare uno strumento per:

- dettare espressioni matematiche in italiano;
- semplificare le espressioni matematiche attraverso la voce.

# SpeechMatE

SpeechMatE è il prototipo che abbiamo realizzato:

- trasforma espressioni matematiche lette a voce in LaTeX, un linguaggio per rappresentare la matematica in forma digitale;
- mostra l'espressione matematica dettata in un editor;
- permette la modifica dell'espressione nell'editor mediante semplici comandi vocali.

# SpeechMatE

The screenshot shows the PolinSpeech interface. On the left, a green bar says "Speak now. Math mode!". Below it, the text "ICS alla terza fine" is visible. At the bottom, there are dropdown menus for "Italiano" and "Italia". The main area is a LaTeX editor with a dark sidebar on the left containing icons. The editor shows the following code:

```
%opening  
\title{  
\author{  
- \begin{document}  
- \maketitle  
- \begin{abstract}  
- \[10x^{(3)}y^{(3)}/(-\frac{5y^{(4)}}{0})]  
- \end{abstract}  
- \section{  
- \end{document}
```

A blue highlight is under the line  $\[10x^{(3)}y^{(3)}/(-\frac{5y^{(4)}}{0})]$ . To the right of the editor is a vertical black bar representing a mobile device screen, with a small white rectangle at the top. The number "1" is positioned to the right of the mobile device.

April 7, 2020

Abstract

$$10x^3y^3/(-\frac{5y^4}{0})$$

1

# Grazie!



[www.integr-abile.unito.it](http://www.integr-abile.unito.it)



<https://www.celi.it/>