



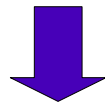
CLASSIFICATORI PER LA SEGMENTAZIONE DI STRUTTURE CEREBRALI

INTRODUZIONE I

La segmentazione automatica dell'ippocampo è un processo difficile che deve considerare:

- **la normale variabilità anatomica degli individui**
- **la variabilità patologica degli organi**

Data la complessità delle immagini di partenza, è possibile che il *software* commetta degli errori. È utile intervenire attraverso un test di consistenza.



LA FORMA OTTENUTA È UN IPOCAMPO?

INTRODUZIONE II

Data una forma tridimensionale → è un ippocampo?

- Le maschere ippocampali sono immagini binarie tridimensionali
- Serve un metodo per capire se la forma estratta corrisponde effettivamente a un ippocampo



INTRODUZIONE III

Data una forma tridimensionale → è un ippocampo?

- Abbiamo bisogno di una forma media di riferimento
- Non siamo in possesso di un modello parametrico della superficie in studio



FORMA MEDIA

Come estrarre una forma media senza un modello?

- Partendo da un set fisso di N forme t considerate esatte (*template*) si estrae la forma media attraverso un prodotto di convoluzione con un'opportuna distribuzione $f(\mathbf{x})$:

$$T = f(\mathbf{x}) * \sum_{i=1}^N t_i$$

- La scelta della distribuzione $f(\mathbf{x})$ condiziona pesantemente la forma media risultante

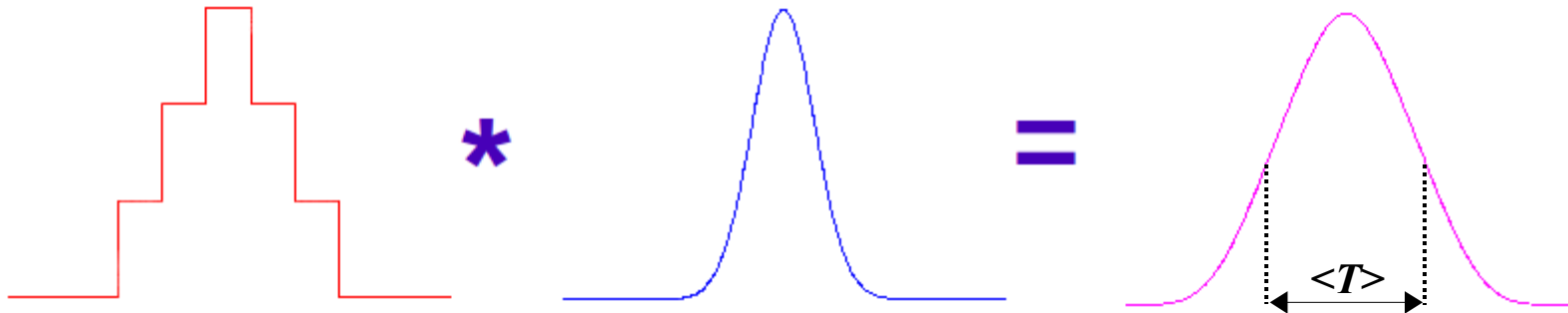
FORMA MEDIA

Estrazione della forma media

- La forma media deve considerare le differenze anatomiche tra individui. Si assume a priori che la differenza di volume tra organi dello stesso tipo sia distribuita in modo gaussiano.



Convoluzione tra la somma dei *template* e una gaussiana



- La forma media $\langle T \rangle$ è il taglio a 0,5 del prodotto di convoluzione normalizzato

FORMA MEDIA

Scelta della sigma

- La distribuzione delle differenze anatomiche è stata assunta gaussiana
- I *template* sono considerati esatti

La sigma migliore è quella che rende la forma media più simile ai *template*

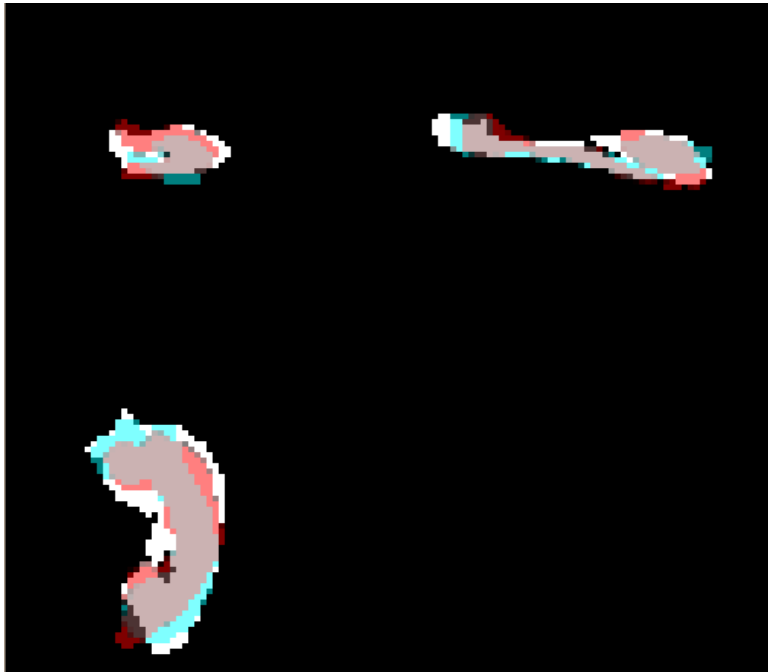
- Indice di *Jaccard*: $J(A,B) = \frac{A \cap B}{A \cup B}$

Si sceglie la sigma che rende massimo il valore dato da:

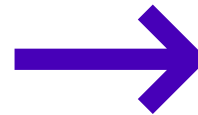
$$\sum_{i=1}^N \frac{t_i \cap \langle T(\sigma) \rangle}{t_i \cup \langle T(\sigma) \rangle}$$

FORMA MEDIA

- *Template* registrati



- Forma media

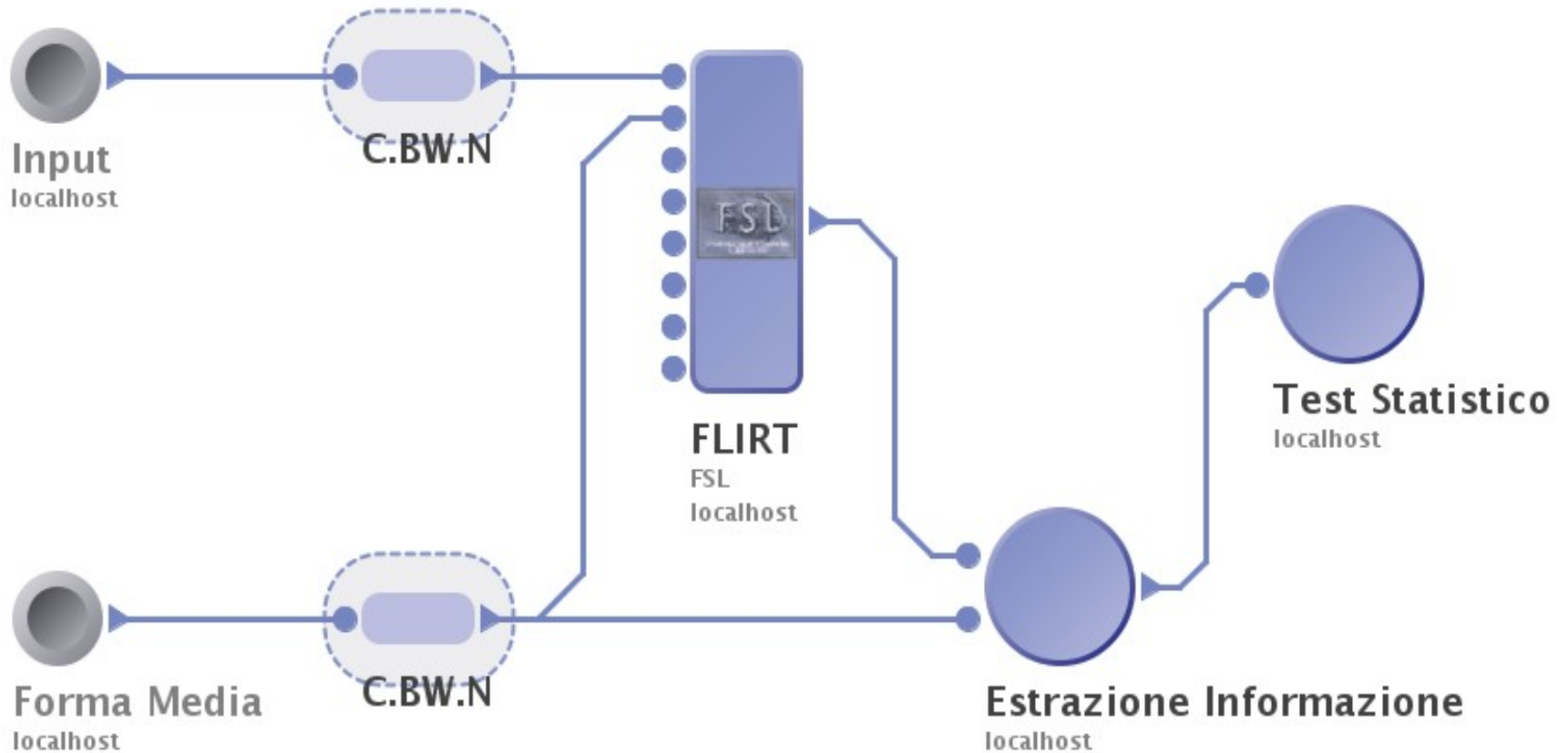


TEST DI CONSISTENZA

- Una serie di maschere di ippocampi sono state separate attraverso un'analisi visiva in due gruppi: *buone* e *non-buone*
- Per verificare se effettivamente le maschere corrette sono distinguibili da quelle mal riuscite, i due gruppi sono stati testati separatamente
- L'idea è quella di trovare un metodo di confronto tra l'immagine in studio e la forma media che sia in grado di riprodurre la classificazione visiva

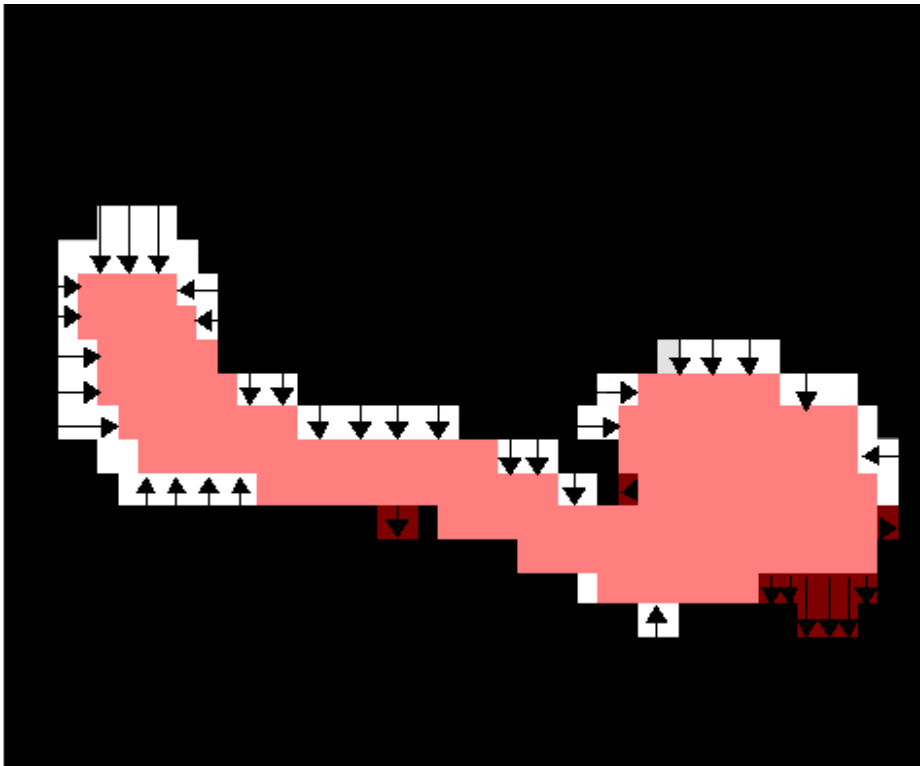


TEST DI CONSISTENZA



TEST DI CONSISTENZA

Deformazione della maschera da testare sulla forma media



- Forma media
- Maschera da analizzare
- Sovrapposizione delle due maschere

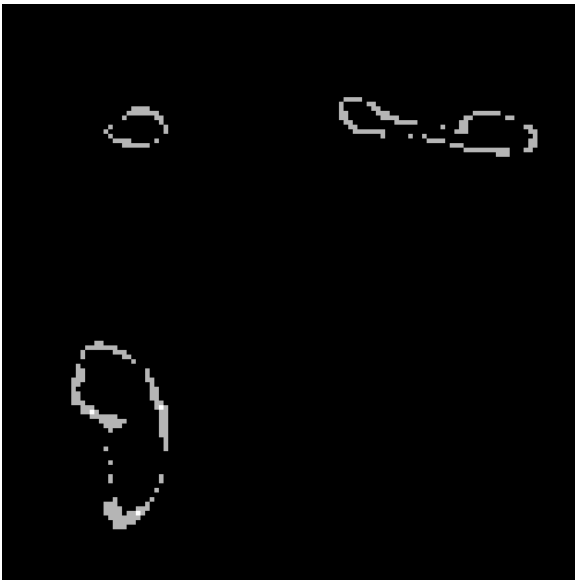
I moduli dei vettori di deformazione forniscono una stima della distanza tra la maschera in studio e la forma media

TEST DI CONSISTENZA

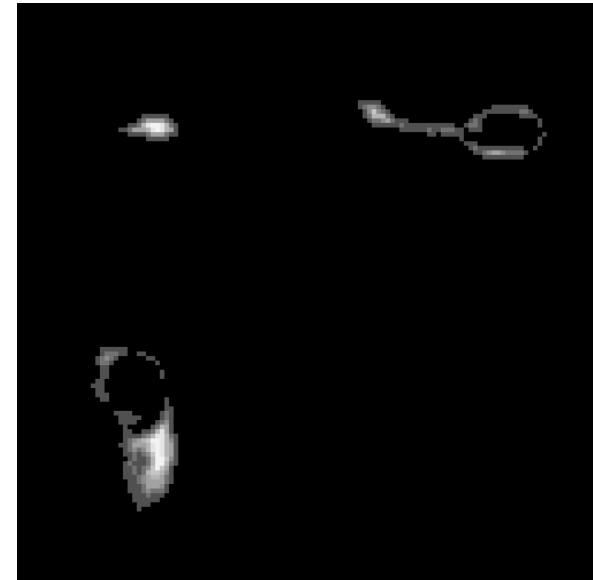
Differenza tra l'unione e l'intersezione della forma media $\langle T \rangle$
con la maschera da testare t_i

$$\langle T \rangle \cup t_i - \langle T \rangle \cap t_i$$

■ *buona*



■ *non-buona*



TEST DI CONSISTENZA

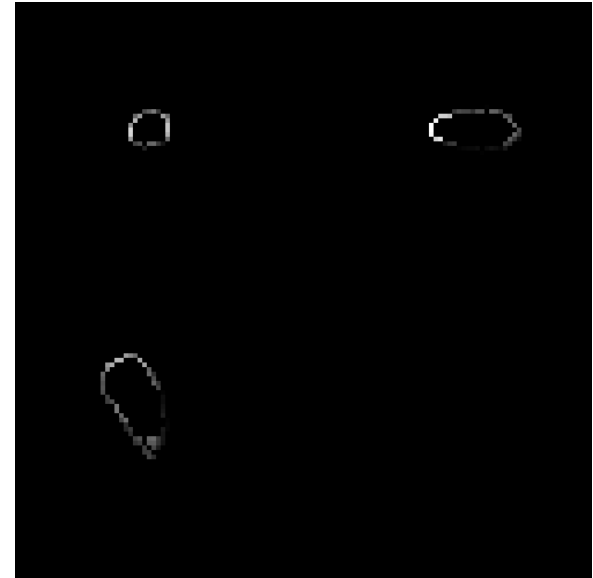
Valore della gaussiana convoluta sui *template* calcolato sul perimetro dell'immagine in studio

$$T = f(\mathbf{x}) * \Sigma t_i$$

■ *buona*



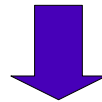
■ *non-buona*



TEST DI CONSISTENZA

Analisi dati

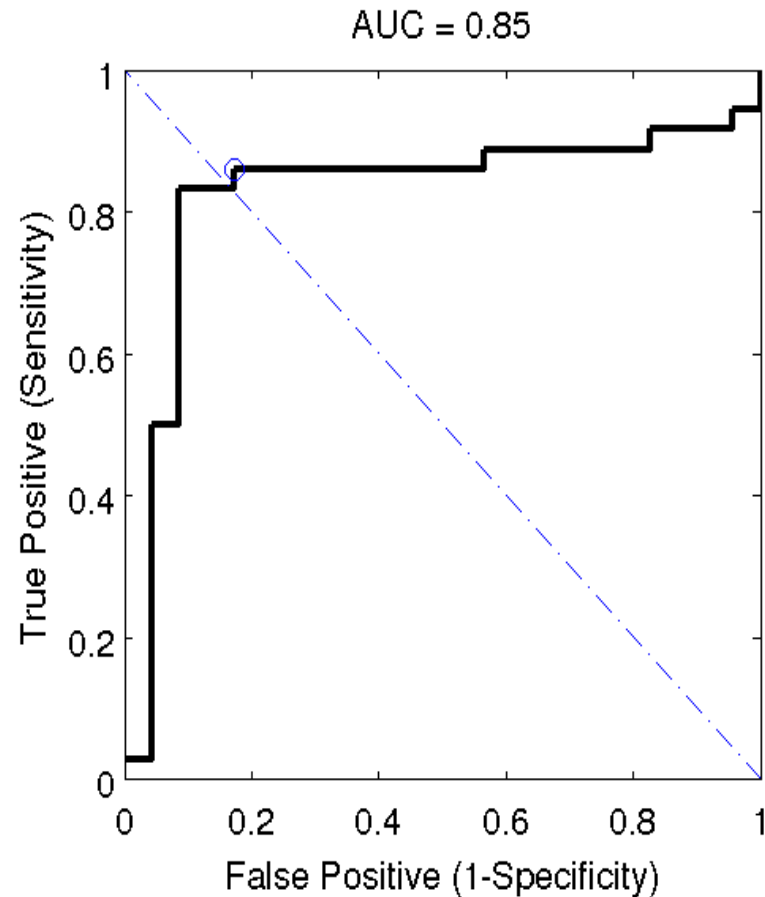
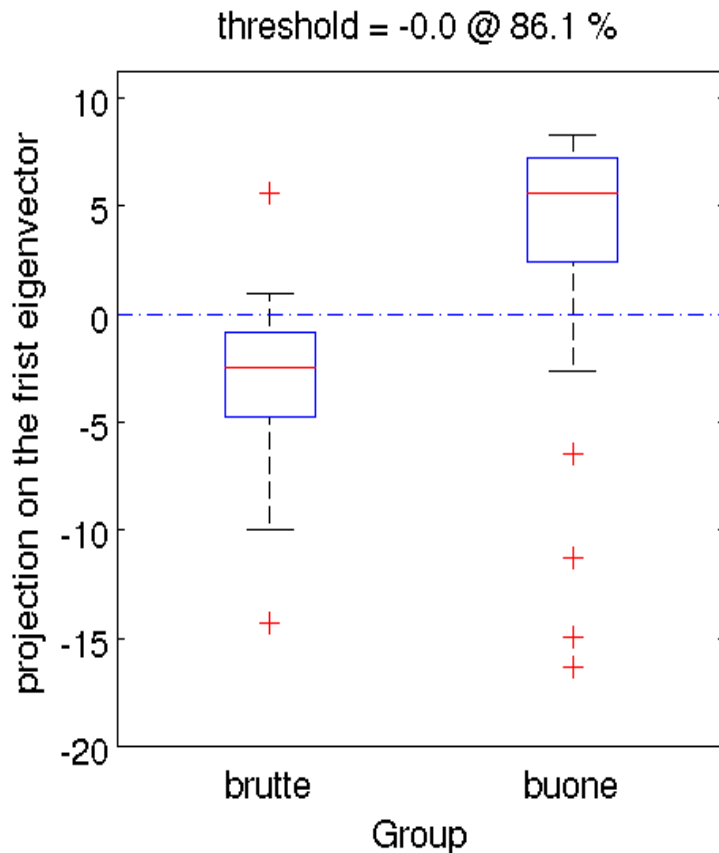
- Per effettuare un test di ipotesi è necessario che le variabili statistiche siano indipendenti
- Nel caso di immagini di strutture biologiche, i valori contenuti in un voxel sono intrinsecamente correlati con quelli vicini
- I dati non sono indipendenti



PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

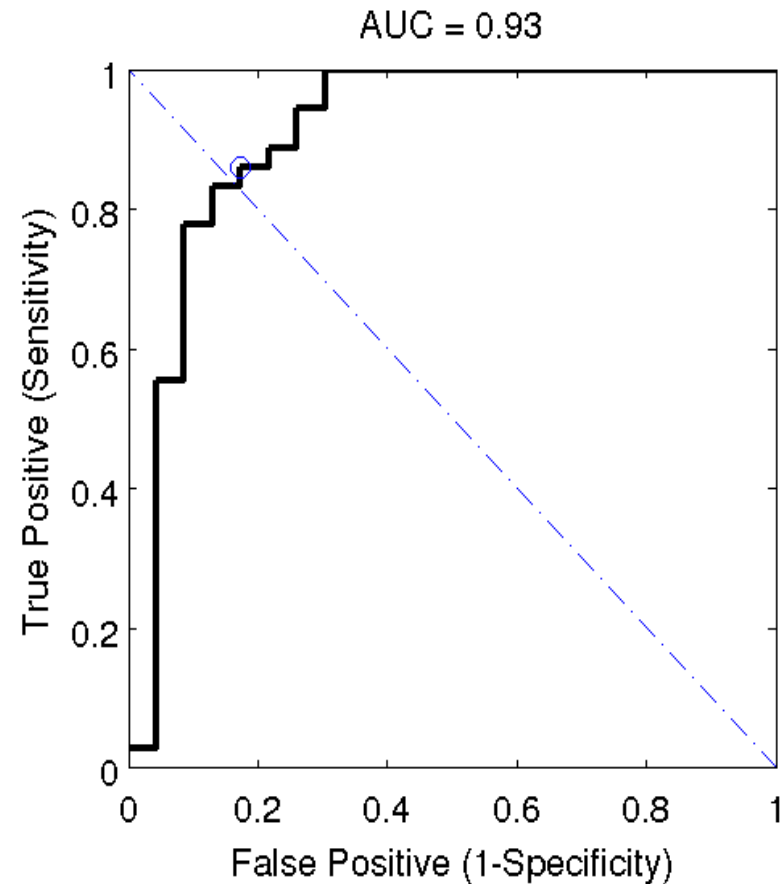
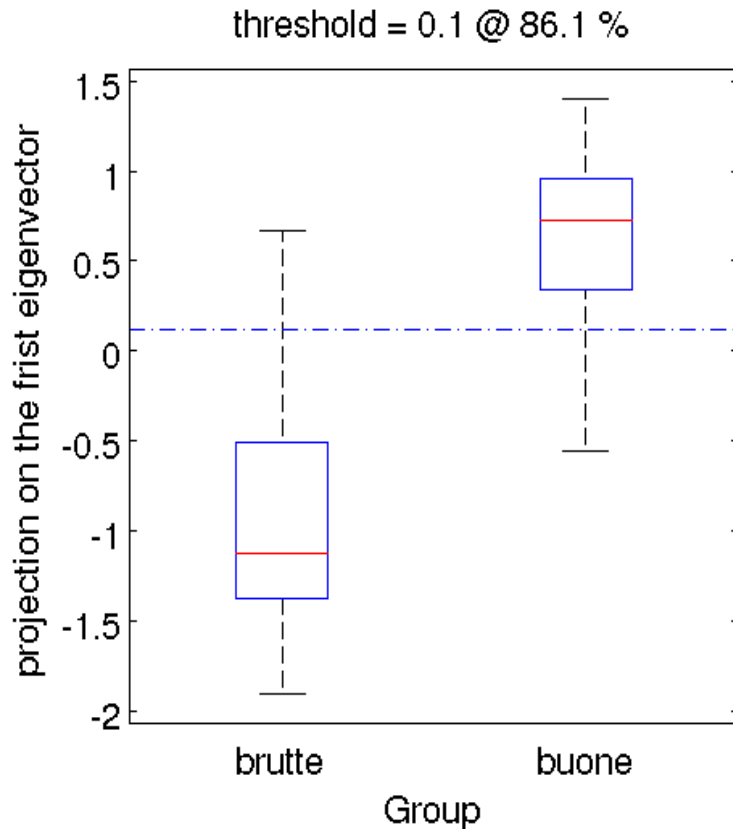
RISULTATI PROVVISORI

Variabile: differenza tra l'unione e l'intersezione della forma media con la maschera da testare



RISULTATI PROVVISORI

Variabile: valore della gaussiana convoluta sui template calcolato sul perimetro dell'immagine in studio



IN ELABORAZIONE

- **Analizzare i dati utilizzando la *Support Vector Machine***
- **Ripetere l'analisi dati con le immagini di ippocampi sinistri**
- **Migliorare la deformazione delle immagini ottimizzando i parametri della registrazione non lineare, oppure utilizzando un altro programma**
- **Valutare la possibilità di utilizzare una popolazione diversa per gli ippocampi atrofizzati: possibile applicazione come test sulla forma**