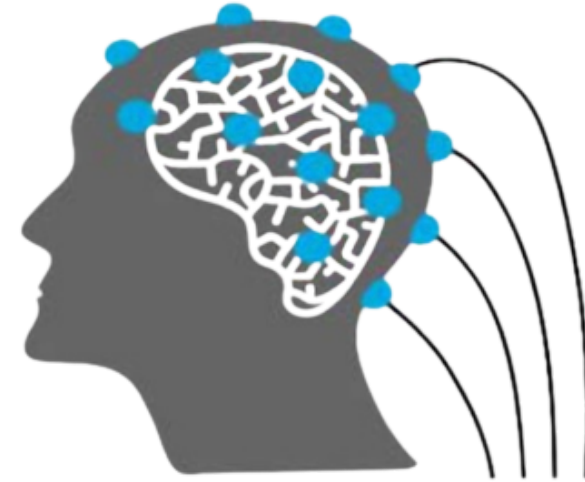


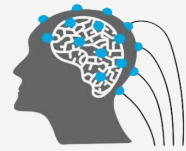
Prof. Michele Nappi  
Dott.ssa Chiara Pero



# Eeg for human recognition

Progetto Fondamenti di Visione Artificiale e Biometria  
a.a. 2022/23

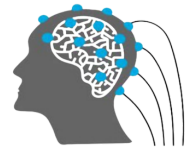
Mattia d'Argenio  
Simone Masullo



# Programma

- Introduzione
- Descrizione progetto
- Stato dell'arte
- Metodo proposto
- Sperimentazione
- Risultati ottenuti
- Sviluppi futuri





**Eeg for human recognition**

# Introduzione

Introduzione alla biometria cognitiva

[TORNA AL PROGRAMMA](#)

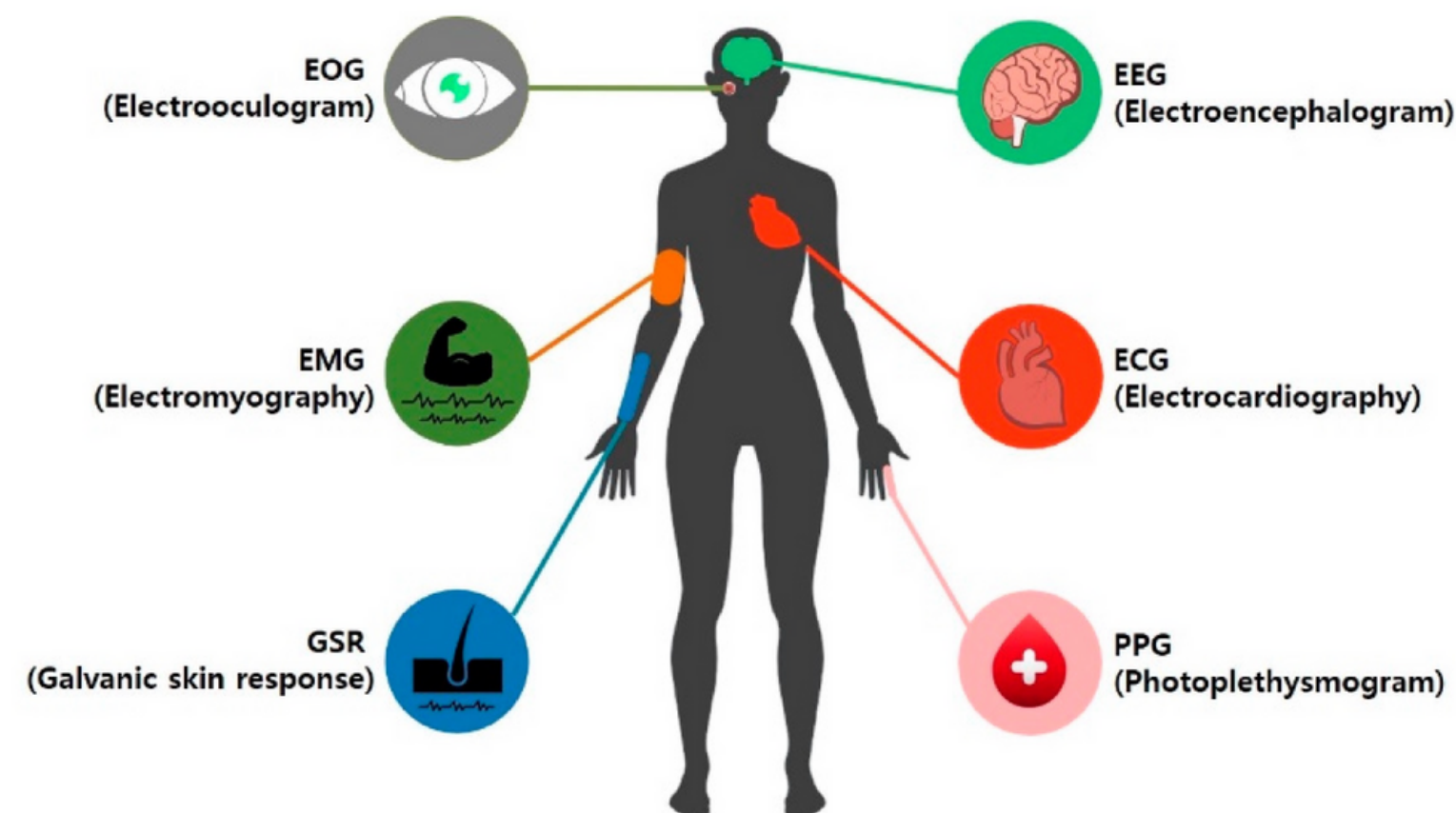




Eeg for human recognition

## Cos'è la biometria cognitiva?

Integra le tradizionali modalità biometriche basate su caratteristiche fisiologiche e comportamentali con ulteriori elementi legati "al modo in cui pensiamo, sentiamo e reagiamo". Si basa sui segnali provenienti dal cervello, dal cuore e dal sistema nervoso autonomo.



[TORNA AL PROGRAMMA](#)



Eeg for human recognition

## Campi di applicazione

Sicurezza



Interazione uomo-macchina



Sanità



# Introduzione

## Task

Identificazione  
Autenticazione

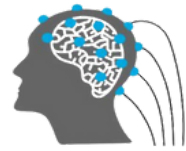


Emotion recognition



[TORNA AL PROGRAMMA](#)





Eeg for human recognition

# Descrizione del progetto: obiettivo preposto

Descrizione dell'obiettivo preposto

[TORNA AL PROGRAMMA](#)



# Descrizione progetto

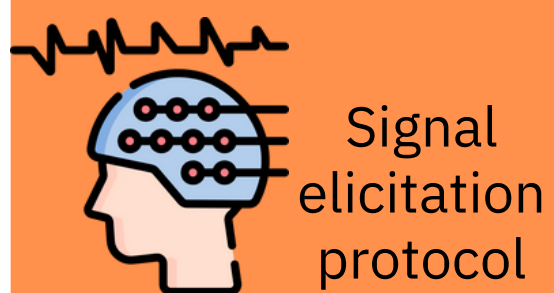
L'identificazione di un soggetto attraverso dati biometrici è un problema comune della computer vision, famoso come **human identification**.

I dati biometrici più utilizzati per istanze di questo problema sono l'impronta digitale, il volto o l'iride, ma esistono molte altre biometrie che offrono diversi vantaggi e svantaggi. Tra queste vi sono i **segnali elettro encefalografici** (Electroencephalogram - EEG), ovvero segnali elettrici provenienti dal cervello.



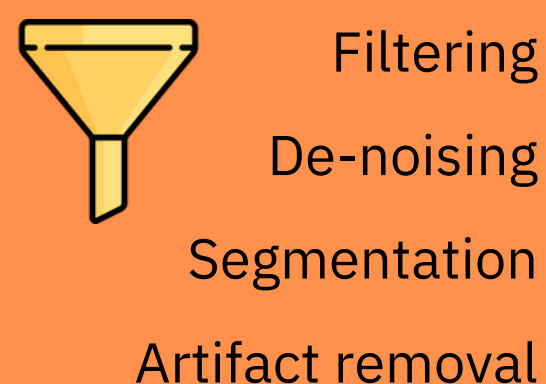


### Biosignal acquisition



1

### Signal pre-processing



2

### Features extraction



3

### Classification

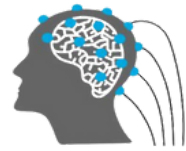


4

# Descrizione progetto

L'idea del progetto è stata quella di risolvere un'istanza del comune problema di **human identification** basandosi sui segnali EEG relativi ad ogni singolo soggetto. Per farlo vengono esaminate diverse tecniche di preprocessing note ed adoperati algoritmi di machine learning e deep learning.





Eeg for human recognition

# Biometric EEG Dataset

Descrizione del dataset utilizzato

[TORNA AL PROGRAMMA](#)



Eeg for human recognition

# Biometric EEG Dataset

Il dataset comprende le risposte EEG di 21 soggetti a 12 stimoli diversi, suddivisi in 3 sessioni cronologicamente distinte. Sono stati inoltre considerati stimoli mirati a suscitare diversi stati affettivi, al fine di facilitare future ricerche sull'influenza delle emozioni per task biometrici basati su EEG.

[TORNA AL PROGRAMMA](#)





**Eeg for human recognition**

# Stato dell'arte

Descrizione dello stato dell'arte e dei lavori correlati

[TORNA AL PROGRAMMA](#)



# Stato dell'arte

BED: A New Data Set for EEG-Based Biometrics, 2021

Representation Learning and Pattern Recognition in  
Cognitive Biometrics: A Survey, 2022

The PREP pipeline: standardized preprocessing for large-  
scale EEG analysis, 2015

State-of-the-art methods and future perspectives for  
personal recognition based on electroencephalogram  
signals, 2015

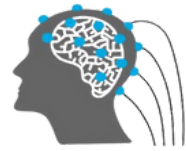
[TORNA AL PROGRAMMA](#)





# Stato dell'arte

A novel deep learning approach for classification of eeg motor imagery signals, 2016	90%
Human identification from brain eeg signals using advanced machine learning method eeg-based biometrics, 2016	94.4%
Human identification with electroencephalogram (eeg) signal processing, 2012	95.1%
Support vector machine approach for human identification based on eeg signals, 2020	99.1%



**Eeg for human recognition**

# Metodo proposto

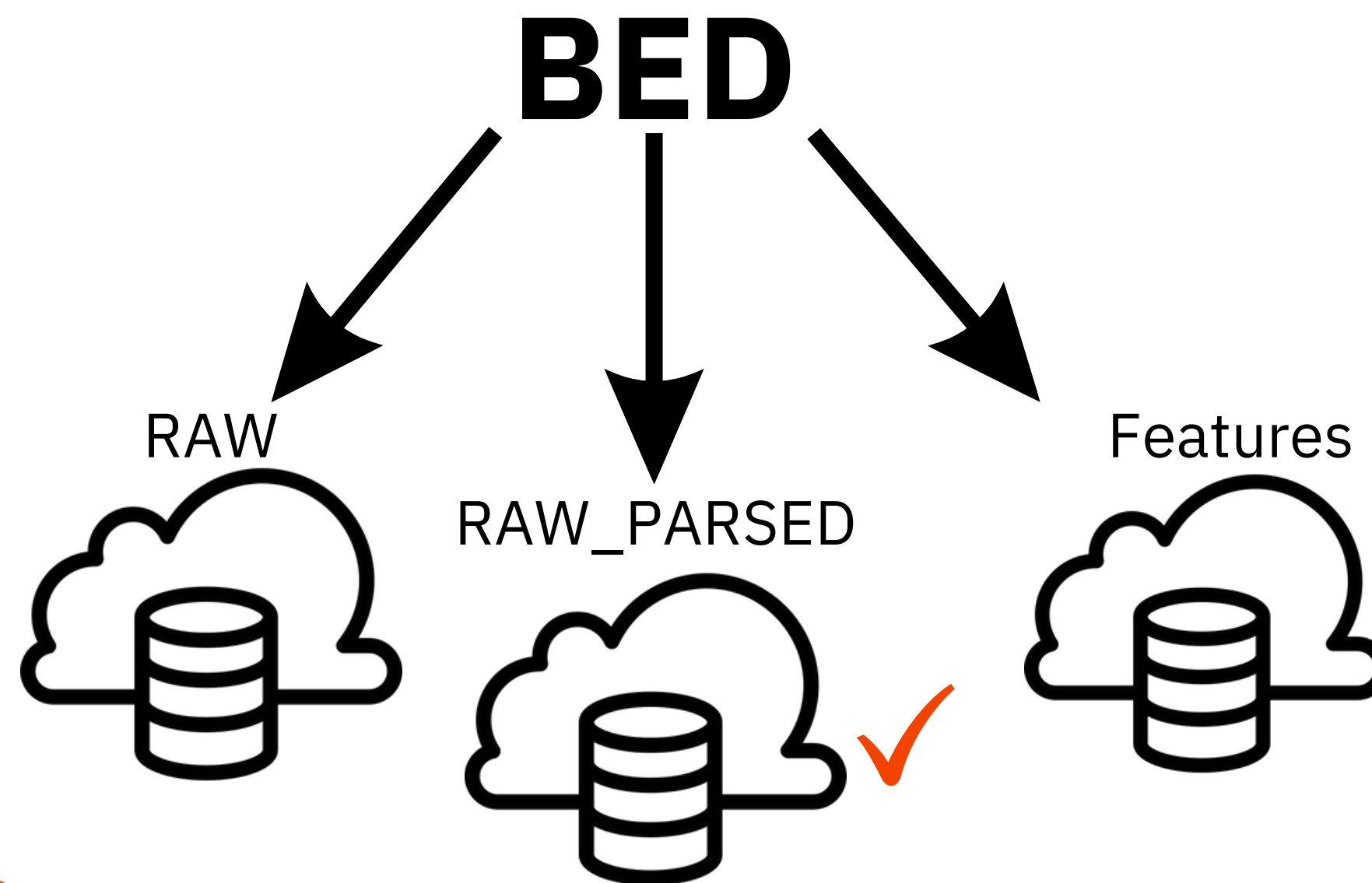
Approfondimento del metodo e sulle tecniche utilizzate per lo svolgimento del progetto

[TORNA AL PROGRAMMA](#)





# Metodo proposto





# Metodo proposto

## Tecniche di pre-processing utilizzate

**Filtro passa-banda** →

1. eliminare la frequenza del segnale elettrico proveniente dai dispositivi stessi (50Hz);
2. eliminare le frequenze poco significative

**Principal Component Analysis** →

ridurre la numerosità delle informazioni





# Metodo proposto

## Altre tecniche di feature extraction

**Power Spectral Density**

**Wavelet Transform**

Ottenere valori statistici come  
ampiezza del segnale, entropia,  
centroidi...

[TORNA AL PROGRAMMA](#)



Eeg for human recognition

# Metodo proposto

**Scelta del modello**

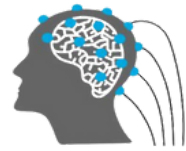
Random Forest

Grid Search

Xgboost

[TORNA AL PROGRAMMA](#)





**Eeg for human recognition**

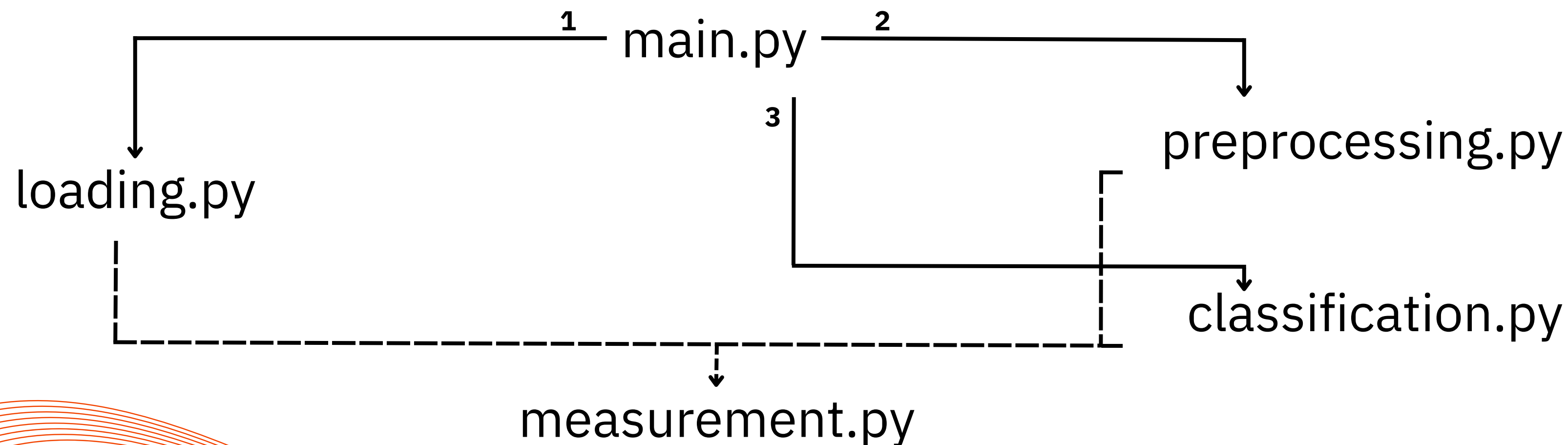
# Sperimentazione

Implementazione delle tecniche di preprocessing e dei modelli utilizzati

[TORNA AL PROGRAMMA](#)



# Sperimentazione







Eeg for human recognition

# Sperimentazione

## Librerie utilizzate



Tensorflow

Keras

Scikit-learn



[TORNA AL PROGRAMMA](#)



# Sperimentazione

**Tecniche di divisione  
del dataset**



Split randomico e split per  
sessioni

---

**Matrice di confusione**



Computazione della matrice  
di confusione e delle  
metriche di valutazione del  
modello

[TORNA AL PROGRAMMA](#)





# Sperimentazione

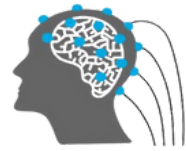
## Split randomico

Eseguito secondo il protocollo 70/30:  
70% dei dati per il training  
30% dei rimanenti per il testing

## Split per sessioni

Eseguito utilizzando le prime due sessioni per il training e l'ultima sessione per il testing

[TORNA AL PROGRAMMA](#)



**Eeg for human recognition**

# Risultati ottenuti

Comparazioni dei risultati ottenuti nei vari modelli

[TORNA AL PROGRAMMA](#)





# Risultati ottenuti (random split)

	Accuracy	Precision	Recall	FScore
Random forest	99.9%	99.9%	99.9%	0.99
Grid search	99.9%	99.9%	99.9%	0.99
XGBoost	94.9%	94.9%	94.9%	0.97
LSTM	~20,15%	- N/A -	- N/A -	- N/A -

[TORNA AL PROGRAMMA](#)

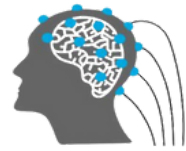


# Risultati ottenuti (session split)

	Accuracy	Precision	Recall	FScore
Random forest	99.9%	99.9%	94.1%	0.96
Grid search	98.8%	97.7%	95.1%	0.97
XGBoost	91.8%	80.9%	83.2%	0.60
LSTM	~19,47%	- N/A -	- N/A -	- N/A -

[TORNA AL PROGRAMMA](#)





**Eeg for human recognition**

# Sviluppi futuri

Descrizione degli sviluppi futuri del progetto.

[TORNA AL PROGRAMMA](#)



Eeg for human recognition

# Sviluppi futuri

L'applicazione risulta performante dal punto di vista dell'accuracy ma non dal punto di vista dell'esecuzione. Al fine di risolvere questo problema si è pensato ad una parallelizzazione del carico di lavoro.



[TORNA AL PROGRAMMA](#)



Thank  
you!