

# Tool CNN per analisi e predizione di crisi epilettiche

**Manuel Cretone, Emilio Silvestri**  
**Tutor: prof Marco Piangerelli**  
Group project





# OUTLINE

## Introduzione

Epilessia

Il progetto: obiettivi

Workflow progetto

## Reti Neurali

Reti Neurali

Reti Neurali Convolutionali

## Training

Dataset

## Tecnologie

Backend

Frontend

## Il software

Tool analisi

Tool predizione

Tool training

# EPILESSIA

Malattia neurologica che colpisce 50 milioni di persone nel mondo.

Caratterizzata da specifici eventi clinici: crisi epilettiche

- ▶ Alterazione del normale funzionamento dell'encefalo
- ▶ Tipi di crisi epilettiche:
  - ▶ Parziali: una singola parte
  - ▶ Generalizzate: entrambi gli emisferi

# EEG E EDF

Diagnosi epilessia tramite analisi elettroencefalogramma  
Segnali generati dalla differenza di potenziale degli elettrodi applicati allo scalpo

- ▶ Registra attività elettrica dell'encefalo
- ▶ Riproduce segnali su tracciati grafici

Uso di file .edf (European Data Format)

- ▶ Archiviazione dei segnali registrati
- ▶ Caratteristiche della registrazione (frequenza di campionamento, durata...)

# IL PROGETTO: OBIETTIVI



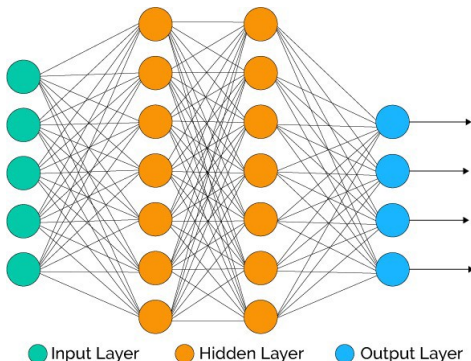
Il programma realizzato ha tre scopi principali:

- ▶ Offrire una visione grafica di file .edf contenenti tracciati elettroencefalografici
- ▶ Ridurre la fase di individuazione di crisi epilettiche all'interno di un tracciato EEG
- ▶ Offrire un ambiente di allenamento di reti neurali personalizzate per l'individuazione di crisi epilettiche

# WORKFLOW PROGETTO

- ▶ studio EEG e crisi epilettiche
- ▶ studio teorico CNN
- ▶ studio tool di sviluppo
- ▶ creazione di un dataset di allenamento bilanciato
- ▶ creazione e allenamento rete per le predizioni
- ▶ costruzione di architettura web backend e frontend

# RETI NEURALI: OVERVIEW



- ▶ Modelli computazionali basati su neuroni
- ▶ Ispirate al funzionamento biologico del cervello
- ▶ Applicate nella risoluzione di problemi ingegneristici, informatici, di simulazione...

# RETI NEURALI: OVERVIEW

## Funzionamento neurone:

- ▶ Una o più connessioni in ingresso e uscita
- ▶ Somma dei segnali in ingresso moltiplicati per i pesi delle connessioni
- ▶ Aggiunta di un eventuale *bias*
- ▶ Funzione di attivazione e segnale in uscita

## Tipologie di rete:

- ▶ Feedforward: layer di neuroni con connessioni in una sola direzione
- ▶ Ricorsive: connessioni con neuroni dello stesso livello o all'indietro



# RETI NEURALI: TRAINING

## Tipologie di allenamento:

- ▶ Supervised Learning
- ▶ Unsupervised Learning
- ▶ Semi-supervised Learning
- ▶ Apprendimento per rinforzo

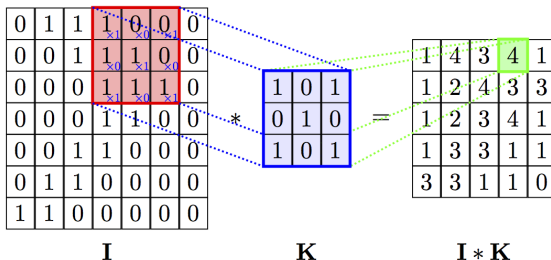
## Passi allenamento supervisionato:

- ▶ Inizializzazione
- ▶ Feed-forward
- ▶ Loss function → Calcolo errore
- ▶ Differentiation → Diminuzione loss
- ▶ Backpropagation e weights update

Ripetuti per ogni  
*epoca*  
Validation e Test

# RETI NEURALI CONVOLUZIONALI

- ▶ Adatte ad input di grandi dimensioni
- ▶ Riconoscimento di *pattern* nell'architettura
- ▶ Applicazione di *kernel* per individuazione di features nei dati



# RETI NEURALI CONVOLUZIONALI

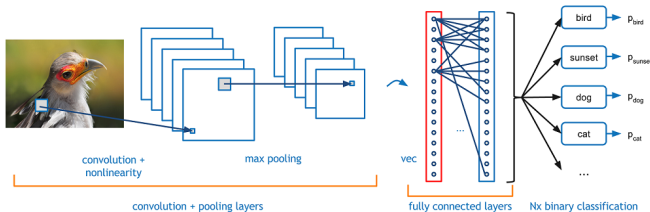
Parametri layer convoluzionale:

- ▶ Input (I)
- ▶ Profondità (K)
- ▶ Stride (S)
- ▶ Zero-Padding (P)

**Dimensione del volume di output:**

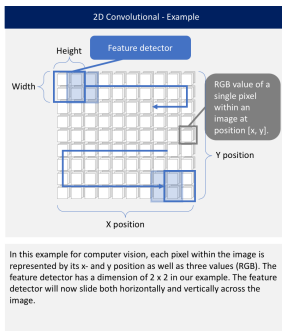
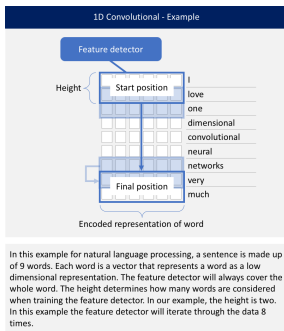
$$O = \frac{(I - K - 2P)}{S} + 1 \quad (1)$$

# RETI NEURALI CONVOLUZIONALI



- ▶ Convolutional layers
- ▶ Pooling Layers (max, average...)
- ▶ Fully Connected Layers

# CONVOLUZIONI 1D



## Conv 1D (segnali, NLP...)

- ▶ Input bidimensionale ( $C, W$ )
- ▶ Il kernel scorre lungo la dimensione  $W$

## Conv 2D (immagini)

- ▶ Input tridimensionale ( $C, H, W$ )
- ▶ Il kernel scorre lungo le dimensioni  $H$  e  $W$

# MODELLO PROPOSTO

```
<bound method Module.state_dict of ConvNet(
  (layer1): Sequential(
    (0): Conv1d(23, 10, kernel_size=(10,), stride=(5,), padding=(9,))
    (1): ReLU()
    (2): MaxPool1d(kernel_size=15, stride=10, padding=0, dilation=1, ceil_mode=False)
  )
  (layer2): Sequential(
    (0): Conv1d(10, 5, kernel_size=(5,), stride=(4,), padding=(4,))
    (1): ReLU()
    (2): MaxPool1d(kernel_size=10, stride=5, padding=0, dilation=1, ceil_mode=False)
  )
  (drop_out): Dropout(p=0.5)
  (fc1): Linear(in_features=35, out_features=15, bias=True)
  (fc3): Linear(in_features=15, out_features=2, bias=True)
  (soft): Softmax()
)>
```

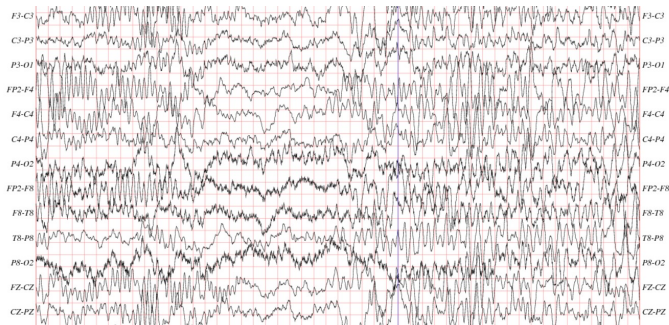
## ► Sequential:

- Convolution
- ReLU activation
- MaxPool

## ► Dropout

- Fully-connected
- Softmax

# DATASET



- ▶ Children's Hospital Boston database (22 pazienti totali)
- ▶ Pazienti 1,2,3,5,7 e 8
- ▶ File con almeno un evento di crisi
- ▶ Frequenza di campionamento 256Hz
- ▶ 23 canali di campionamento

# TRAINING DELLA RETE

## ► Preparazione del dataset:

- Isolamento dei segnali di crisi
- Suddivisione in finestre da 30 secondi, con stride di 1
- Eliminazione segnali pre e post ictali (5 minuti)
- Selezione finestre non di crisi

## ► Training:

- 30 epoche
- Cross Entropy Loss
$$loss(x, class) = -x[class] + \log(\sum_j \exp(x[j]))$$
- Adam Optimizer (Adaptive moment estimation)

## ► Validazione: 80% training set, 20% validation set

## ► Test su file esterni al training set



# BACKEND

- ▶ Python
- ▶ Django Web Framework
- ▶ PyTorch
- ▶ PyEdflib



**django**

**PYTORCH**

# FRONTEND

- ▶ Angular
- ▶ Ionic
- ▶ Highcharts



ionic



HIGHCHARTS.

# IL SOFTWARE

- ▶ Tool Analisi
- ▶ Tool Predizione
- ▶ Tool Training

# TOOL ANALISI

Servizi offerti:

- ▶ Visualizzazione EEG singolo canale / intero tracciato
- ▶ Statistiche intero file
- ▶ Visualizzazione grafico distribuzione valori

# TOOL PREDIZIONE

## Servizi offerti:

- ▶ Visualizzazione predizione crisi per ogni finestra
- ▶ Statistiche predizione
- ▶ Grafico EEG finestra selezionata

# TOOL TRAINING

Servizi offerti:

- ▶ Inserimento file di training e creazione dataset
- ▶ Creazione rete personalizzata
- ▶ Training della rete creata

# VANTAGGI

- ▶ visualizzazione tracciati EEG
- ▶ calcolo statistiche su EEG
- ▶ predizione di crisi epilettiche attraverso reti neurali preallenate
- ▶ creazione rete neurale personalizzata e predizione

# SVILUPPI FUTURI

- ▶ Deployment su server remoto
- ▶ Maggiore personalizzazione delle reti
- ▶ Ottimizzazione e diversificazione delle reti pre-allenate offerte



