**Framework Convolutional Neural Network**

Il modello utilizzato per la cassificazione binaria (tracciato Nomrale o tracciato Anormale) di ECG è una rete convoluzionata sequenziale con 5 layer,che ha la seguente struttura:

-I primi 4 layer sono composti da:

-Conv1D

-BathcNorm1D

- MaxPool1D

-Funzione di attivazione RELU

-L’ultimo layer è composto:

-AveragePooling1D

-Layer Flatter

-Layer Dense con funzione di attivazione Soft Max

**Implementazione della CNN**

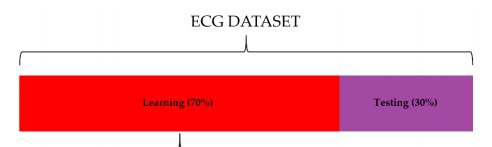


**Training , Validation and Testing**

prima di effettuare il trening , la validazione e il test l’ intero dataset e stato diviso in due parti così divise:

-70% di learning set

-30% di test set

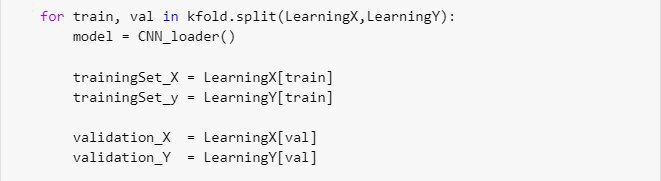


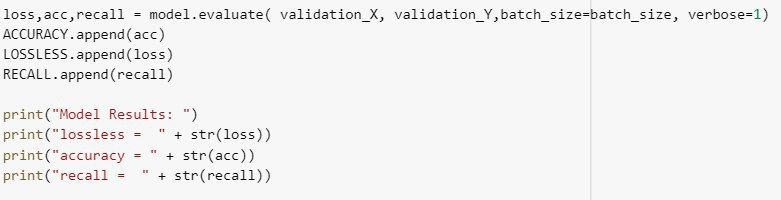
Per la **validazione** degli iperparametri del modello è stata utilizzata la *convalida incrociata K-Fold* con k=10 sul set di Learning.

A ogni iterazione del k-Fold si sono effettuate le seguenti operazoni:

-Creazione della CNN

- Il learning set è stato diviso ulteriormente in k parti dove k-1 parti sono state utilizzate per l’ addestramento(trainingSet) e la restante parte come validation set



- Fit del modello con il *traning set* e il *validation set*

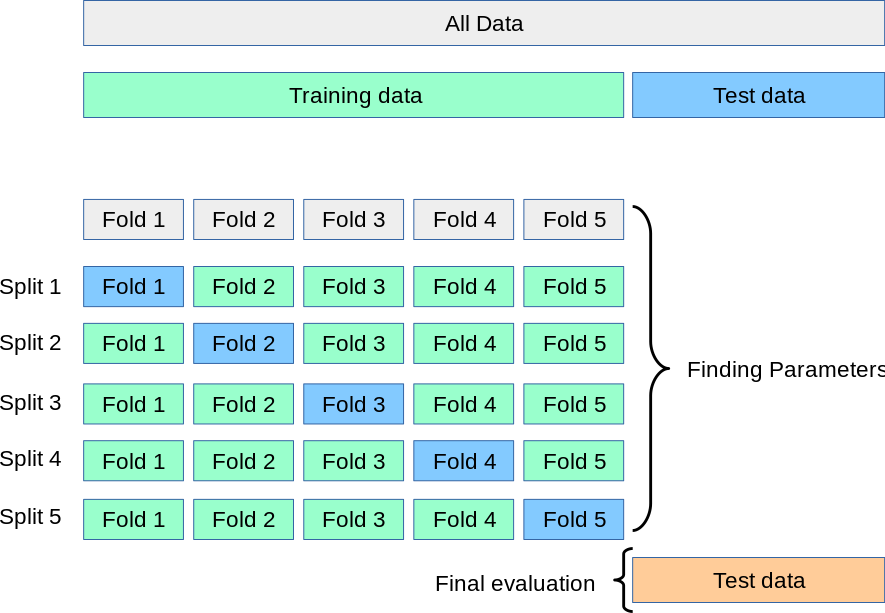
- E’ stata calcolata l’ accuratezza e il rcall

Alla fine delle varie iterazioni si è calcolata la media e la deviazione standard delle accuratezze e del recall.

Dopo aver effettuato la **validazione** è stata effettuata la **predizione**.

Per la **predizione** la rete è stata addestrata sull’ intero learning set e successivamente si è effettuata la predizione per i dati del test set utilizzando il modello appena creato.

*Figura1*

Nella figura1 è presentato un esempio di convalida incrociata k-fold con k=5.

In fine si è visualizzata la matrice di confusione e le seguenti metriche:

-Precision

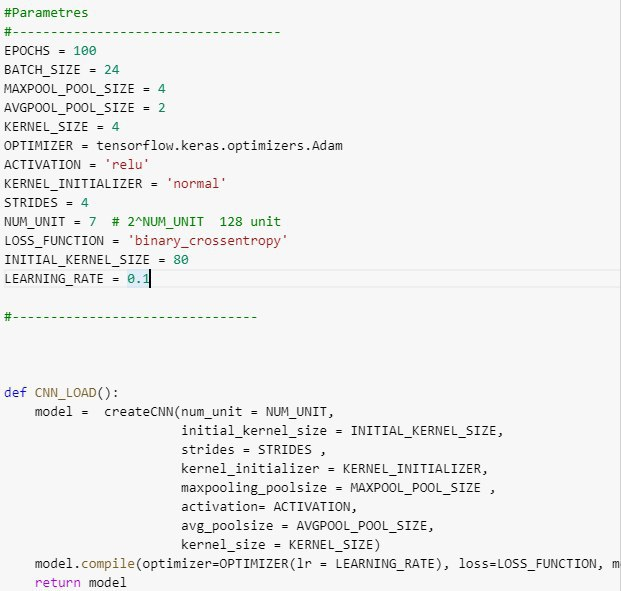
-Recall

-F1

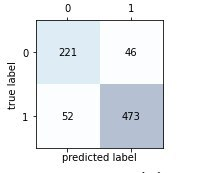
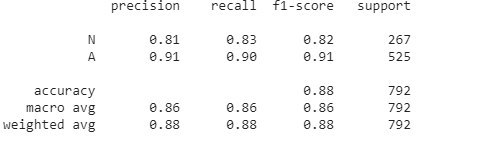
**Scelta iperparametri**

Per la scelta degli iperparametri si è fatto riferimento all’ articolo

“*Automatic ECG Diagnosis Using Convolutional Neural Network di Roberta Avanzato and Francesco Beritelli* ” e gli iperparametri scelti inizialmente sono stati i seguenti:



I risultati ottenuti con questi iperparametri sono stati i seguenti:



Direcotry “.\tests\test\_with\_initial\_params”

**Test effettuati per il miglioramento del modello**

Per migliorare i risultati ottenuti (visti in precedenza) sono stati effettuati una serie di test cambiando gli iperparametri della CNN.

I risultati considerati più rilevanti sono riassunti nella seguente tabella.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Testing Result | | | Validation Result | |
| Test | Recall A | Recall N | Accuracy | avg\_accuracy | avg\_recall |
| 1 | 0,99 | 0,40 | 0,80 | 0,834 +/- 0,029 | 0,956 +/- 0,002 |
| 2 | 0,90 | 0,83 | 0,88 | 0,889 +/- 0,023 | 0,968 +/- 0,002 |
| 3 | 0,91 | 0,72 | 0,85 | 0,841 +/- 0,036 | 0,961 +/- 0,002 |
| 4 | 0,94 | 0,77 | 0,89 | 0,861 +/- 0,045 | 0,964 +/- 0,002 |
| 5 | 0,95 | 0,77 | 0,88 | 0,754 +/- 0.096 | 0,901 +/- 0,003 |
| 6 | 0,95 | 0,85 | 0,92 | 0,765 +/- 0,072 | 0,891 +/- 0,003 |
| 7 | 0,98 | 0,51 | 0,83 | 0,845 +/- 0,038 | 0,925 +/- 0,003 |
| 8 | 0,91 | 0,78 | 0,87 | 0,856 +/-0,026 | 0,967 +/- 0,003 |

Per ogni Test effettuato è stato salvato il modello addestrato.

Per avere più informazioni sui test effettuati è possibile consultare le cartelle nella seguente cartella ”./tests/test\_with\_other\_params/ ”

I modelli secondo noi migliori sono quelli ottenuto con il test numero 6 e 5.