Advanced Machine Learning Project - Un aiuto per Airbnb

Approcci di Machine Learning per prevedere la destinazione dei nuovi iscritti statunitensi

Dario Carolla - 807547
Matteo Gaverini - 808101
Paolo Mariani - 800307

airbnb

OVERVIEW

Airbnb

Piattaforma digitale per affittare camere

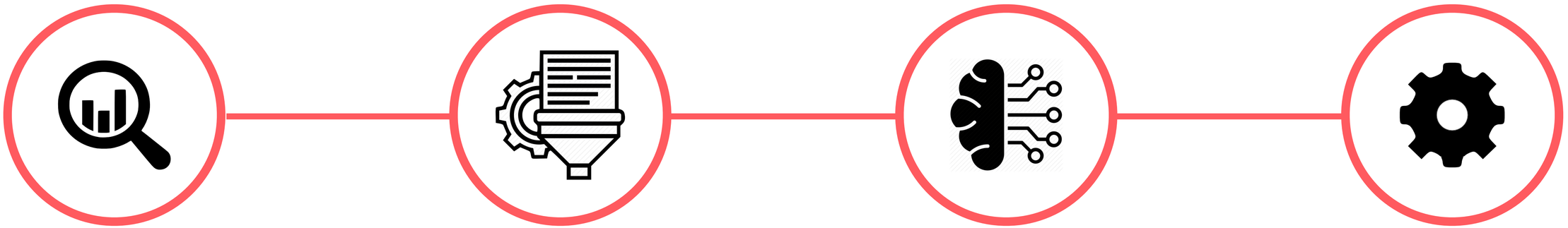
Obiettivo

Determinare la destinazione del viaggio dei nuovi clienti

Dati

Informazioni sugli utenti e log di sessione

WORKFLOW



Analisi dei dati

Preprocessing

Creazione modello

Validazione

ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

Train: 213451 osservazioni - 16 variabili
Test: 62096 osservazioni - 14 variabili

countries.csv

sessions.csv

age_gender_bkts.csv

Attributi descrittivi riguardanti gli utenti che hanno effettuato la registrazione alla piattaforma (età, sesso, tipo dispositivo utilizzato etc.).

Intervallo temporale: 01-01-2010 —> 30-09-2014

- Date di iscrizione e primo utilizzo
- Dati anagrafici
- Dispositivi utilizzati
- Canale di contatto
- Variabile target

ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

Train: 213451 osservazioni - 16 variabili
Test: 62096 osservazioni - 14 variabili

countries.csv

sessions.csv

age_gender_bkts.csv

Attributi descrittivi riguardanti gli utenti che hanno effettuato la registrazione alla piattaforma (età, sesso, tipo dispositivo utilizzato etc.).

Intervallo temporale: 01-01-2010 —> 30-09-2014

- **Date di iscrizione e primo utilizzo**
- Dati anagrafici
- Dispositivi utilizzati
- Canale di contatto
- Variabile target

ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

Train: 213451 osservazioni - 16 variabili
Test: 62096 osservazioni - 14 variabili

countries.csv

sessions.csv

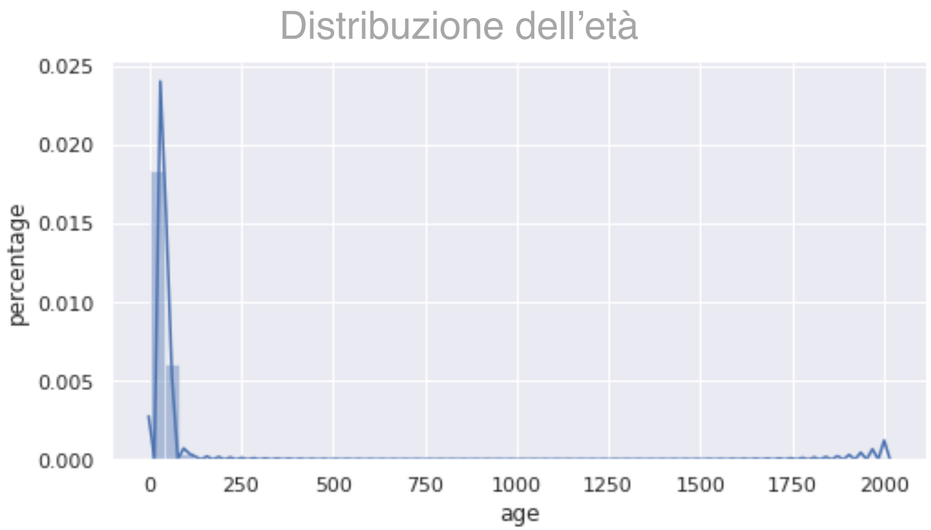
age_gender_bkts.csv

Attributi descrittivi riguardanti gli utenti che hanno effettuato la registrazione alla piattaforma (età, sesso, tipo dispositivo utilizzato etc.).

Intervallo temporale: 01-01-2010 —> 30-09-2014

- Date di iscrizione e primo utilizzo
- **Dati anagrafici**
- Dispositivi utilizzati
- Canale di contatto
- Variabile target

% NA '*age*': 42.41%



ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

Train: 213451 osservazioni - 16 variabili
Test: 62096 osservazioni - 14 variabili

countries.csv

sessions.csv

age_gender_bkts.csv

Attributi descrittivi riguardanti gli utenti che hanno effettuato la registrazione alla piattaforma (età, sesso, tipo dispositivo utilizzato etc.).

Intervallo temporale: 01-01-2010 —> 30-09-2014

- Date di iscrizione e primo utilizzo
- Dati anagrafici
- **Dispositivi utilizzati**
- Canale di contatto
- Variabile target

ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

Train: 213451 osservazioni - 16 variabili
Test: 62096 osservazioni - 14 variabili

countries.csv

sessions.csv

age_gender_bkts.csv

Attributi descrittivi riguardanti gli utenti che hanno effettuato la registrazione alla piattaforma (età, sesso, tipo dispositivo utilizzato etc.).

Intervallo temporale: 01-01-2010 —> 30-09-2014

- Date di iscrizione e primo utilizzo
- Dati anagrafici
- Dispositivi utilizzati
- **Canale di contatto**
- Variabile target

% NA *'first_affiliate_tracked'* : 2.28 %

ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

Train: 213451 osservazioni - 16 variabili
Test: 62096 osservazioni - 14 variabili

countries.csv

sessions.csv

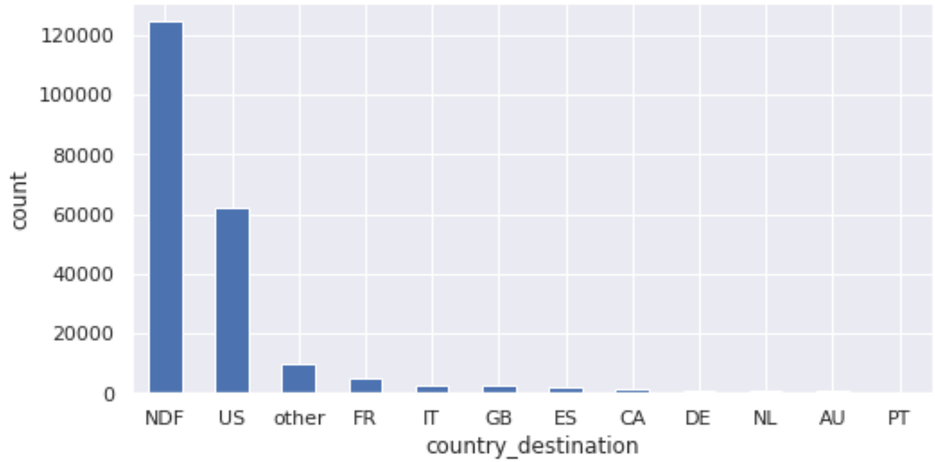
age_gender_bkts.csv

Attributi descrittivi riguardanti gli utenti che hanno effettuato la registrazione alla piattaforma (età, sesso, tipo dispositivo utilizzato etc.).

Intervallo temporale: 01-01-2010 —> 30-09-2014

- Date di iscrizione e primo utilizzo
- Dati anagrafici
- Dispositivi utilizzati
- Canale di contatto
- **Variabile target**

Paesi di destinazione



ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.c

Train: 213451 osserva

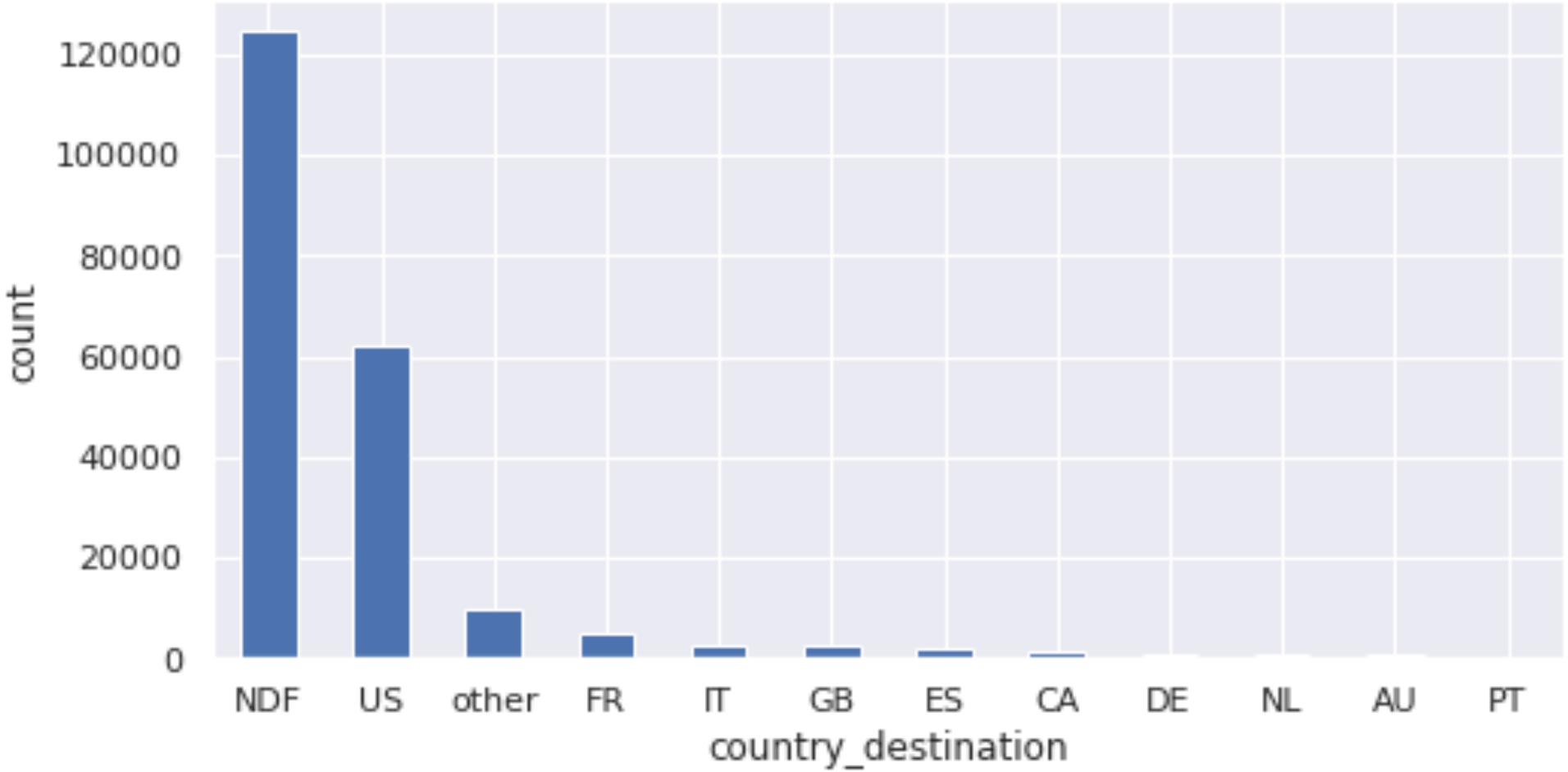
Test: 62096 osserva

countries.csv

sessions.csv

age_gender_bkts

Paesi di destinazione



ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

Informazioni relative ai possibili paesi di destinazione:

- Posizione geografica
- Lingua ufficiale
- Superficie

countries.csv

11 osservazioni
7 variabili

sessions.csv

age_gender_bkts.csv

ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

countries.csv

sessions.csv

10567737 osservazioni
6 variabili

age_gender_bkts.csv

Attributi relativi ai log di utilizzo del sito da parte degli utenti registrati.

Intervallo temporale: 01-01-2014 —> 30-09-2014

- Tipologie di azioni svolte
- Dispositivo utilizzato
- Durata azione

ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

countries.csv

sessions.csv

10567737 osservazioni
6 variabili

age_gender_bkts.csv

Attributi relativi ai log di utilizzo del sito da parte degli utenti registrati.

Intervallo temporale: 01-01-2014 —> 30-09-2014

- **Tipologie di azioni svolte**
- Dispositivo utilizzato
- Durata azione

% NA *'action'* : 0.7 %
% NA *'action_type'* : 10.6 %

ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

countries.csv

sessions.csv

10567737 osservazioni
6 variabili

age_gender_bkts.csv

Attributi relativi ai log di utilizzo del sito da parte degli utenti registrati.

Intervallo temporale: 01-01-2014 —> 30-09-2014

- Tipologie di azioni svolte
- **Dispositivo utilizzato**
- Durata azione

ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

countries.csv

sessions.csv

10567737 osservazioni
6 variabili

age_gender_bkts.csv

Attributi relativi ai log di utilizzo del sito da parte degli utenti registrati.

Intervallo temporale: 01-01-2014 —> 30-09-2014

- Tipologie di azioni svolte
- Dispositivo utilizzato
- **Durata azione**

% NA *'secs_elapsed'* : 1.2 %

ANALISI DATI

DATI FORNITI DA AIRBNB

train/test_user.csv

Statistiche descrittive riguardo la popolazione di ogni destinazione suddivisa per range di età e genere.

countries.csv

sessions.csv

age_gender_bkts.csv

420 osservazioni
5 variabili

PREPROCESSING

train/test_user.csv

Per le date estrazione della stagionalità tramite seno e coseno.

Variable Trasformation →

'age' : sostituzione dei valori corrispondenti all'anno di nascita con l'età al momento dell'iscrizione;
sostituzione dei valori esterni all'intervallo [18,100] con valore costante '-1'.

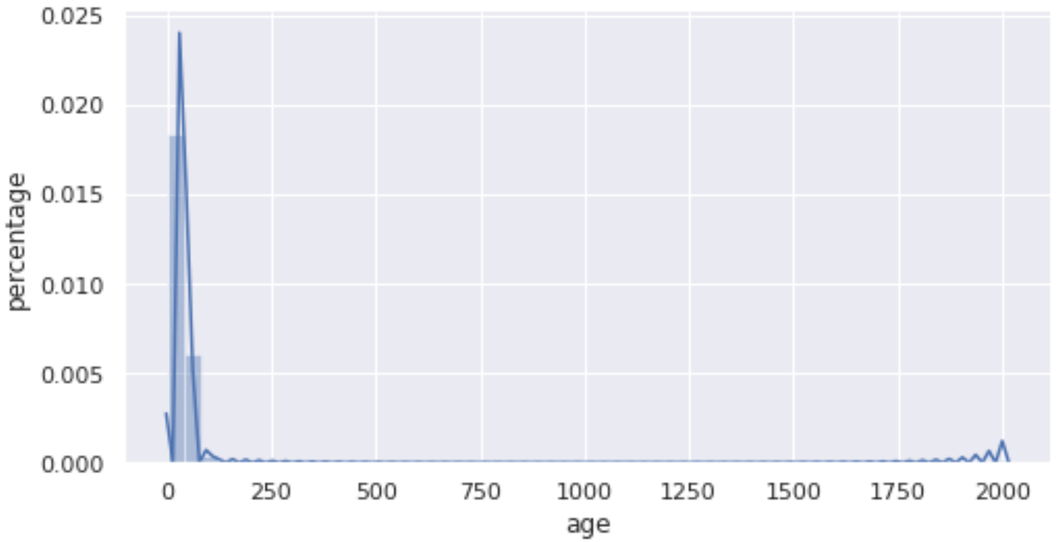
Missing Replacement →

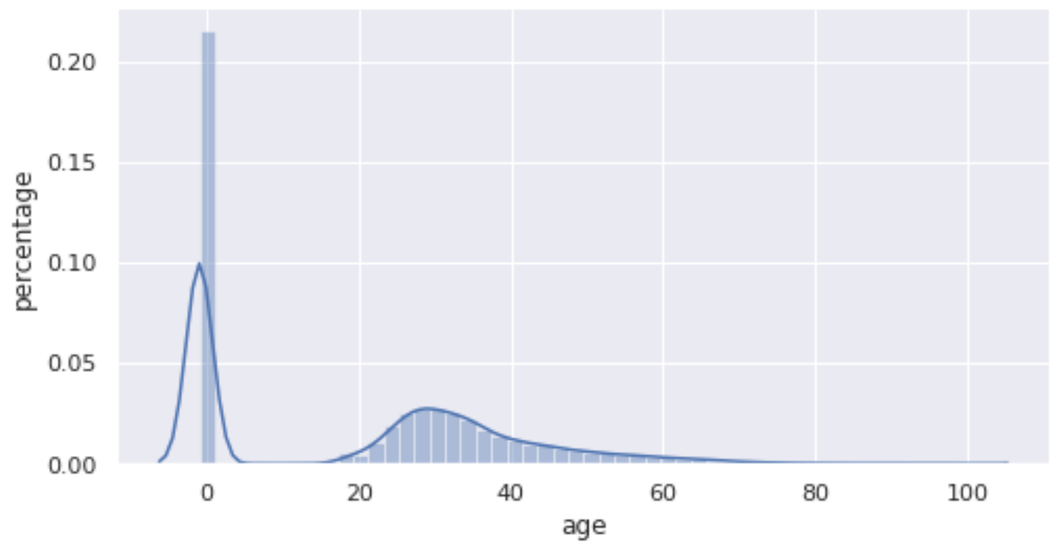
'age' : sostituzione dei missing values con valore costante '-1'.

'*first_affiliate_tracked'* : sostituzione condizionata dei missing values rispetto al valore di '*affiliate_channel'.*

PREPROCESSING

train/test_user.csv





PREPROCESSING

sessions.csv

Missing replacement →

‘action’ : sostituzione NA con stringa *‘message’* poiché per tali osservazioni il valore di *‘action_type’* è sempre *‘message_post’*.

‘action_type’: sostituzione condizionata degli NA con la moda che l’attributo assume in relazione a specifici valori di *‘action’.*

‘secs_elapsed’: sostituzione NA con mediana.

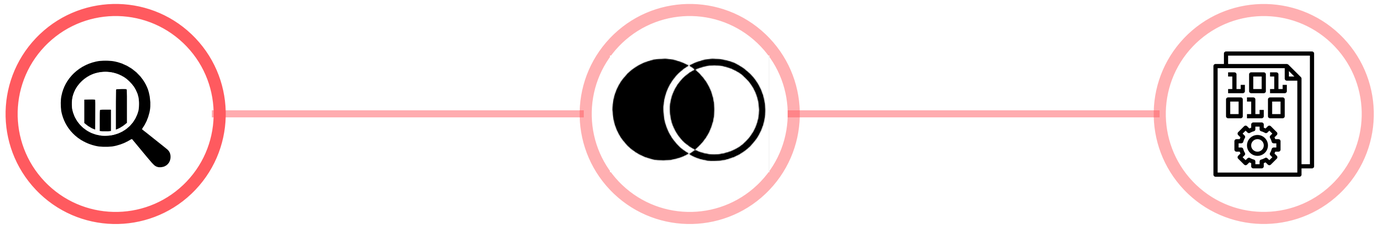
Variabili derivate →

Il totale delle azioni effettuate, le azioni più frequenti ed il relativo conteggio, l’ultima azione effettuata in ordine cronologico.

Variabile binaria che indica se l’utente ha richiesto la traduzione di un contenuto.

Totale, minimo, massimo, media, dev. std. della durata delle azioni svolte. Scarto tra il tempo totale delle azioni dell’utente e la media dell’intero dataset.

PREPROCESSING

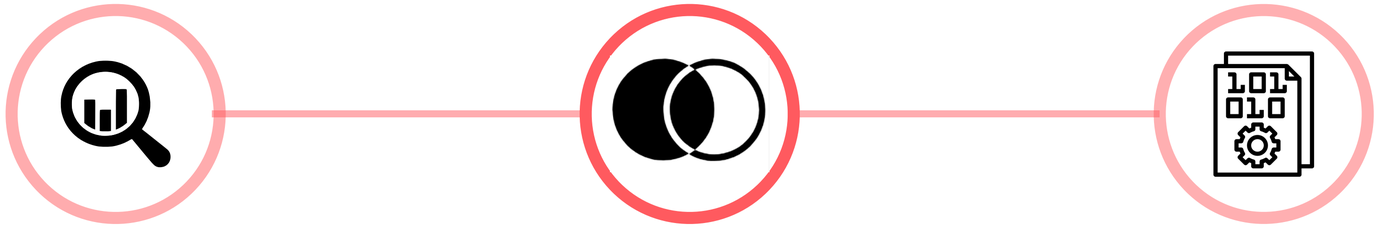


Analisi di correlazione

Unione dei Dataset

Codifica e normalizzazione

PREPROCESSING



Analisi di correlazione

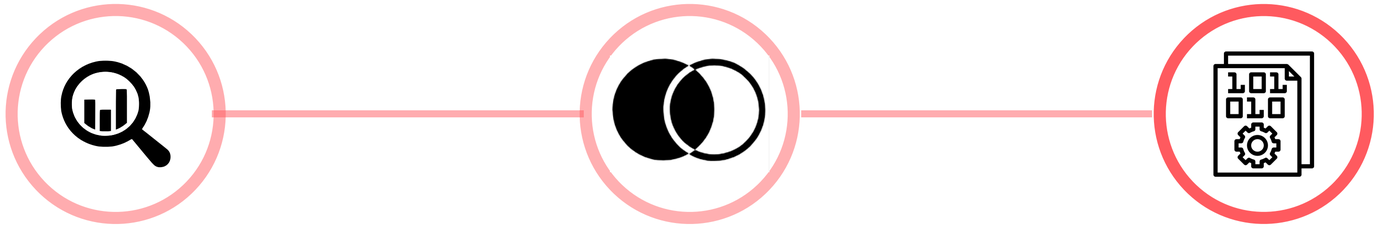
Unione dei Dataset

Codifica e normalizzazione

Left join tra *train/test_user* e *sessions* su id dell'utente

Sostituzione NA generati con -1 per 140265 utenti

PREPROCESSING



Analisi di correlazione

Unione dei Dataset

Codifica e normalizzazione

Feature categoriche:
- One-hot ecoding per le variabili con meno di dieci possibili valori
- Label encoding per per le variabili con più di dieci possibili valori

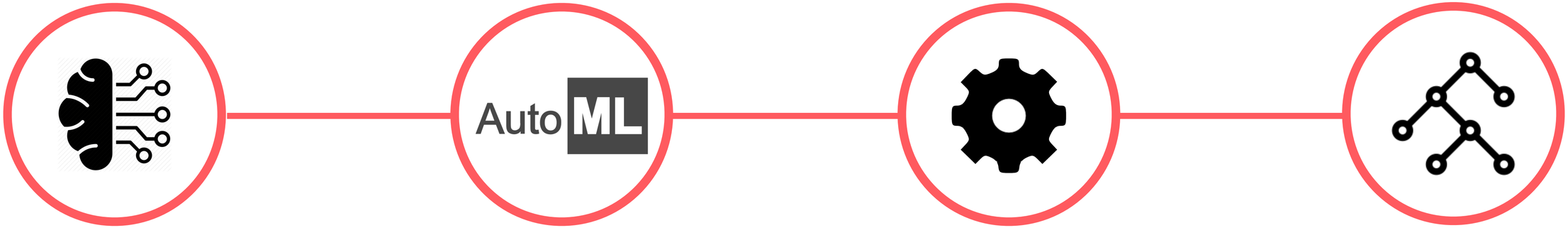
Feature numeriche:
- Min/max scaling

Dataset finale:
55 variabili
275547 osservazioni

Diviso in train e test (Kaggle)

CREAZIONE DEL MODELLO

DEEP NEURAL NETWORK



Creazione Deep Neural Network

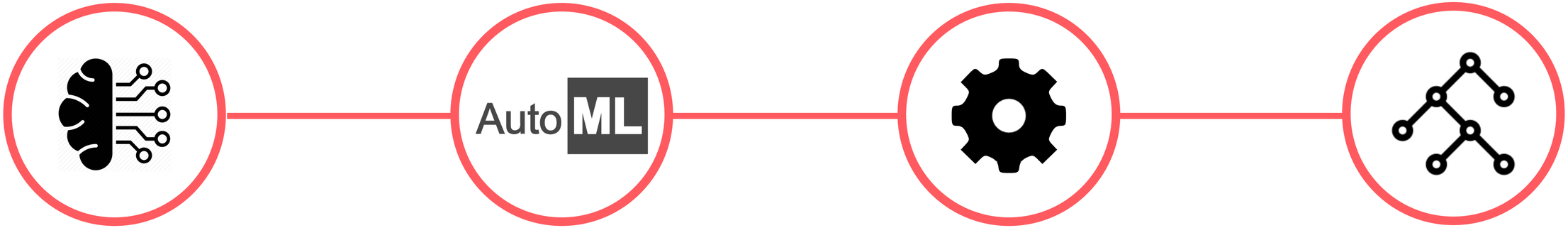
AutoML

Cross Validation

Confronto con altri modelli

CREAZIONE DEL MODELLO

DEEP NEURAL NETWORK



Creazione Deep Neural Network

AutoML

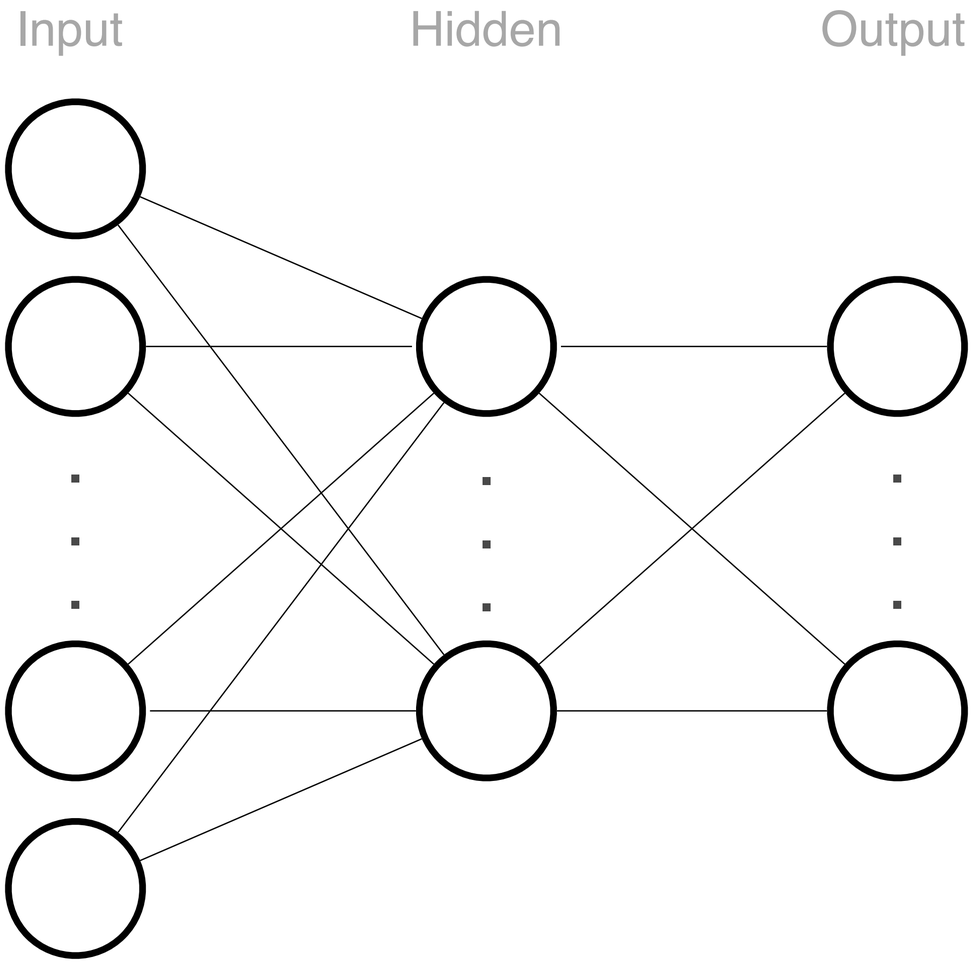
Cross Validation

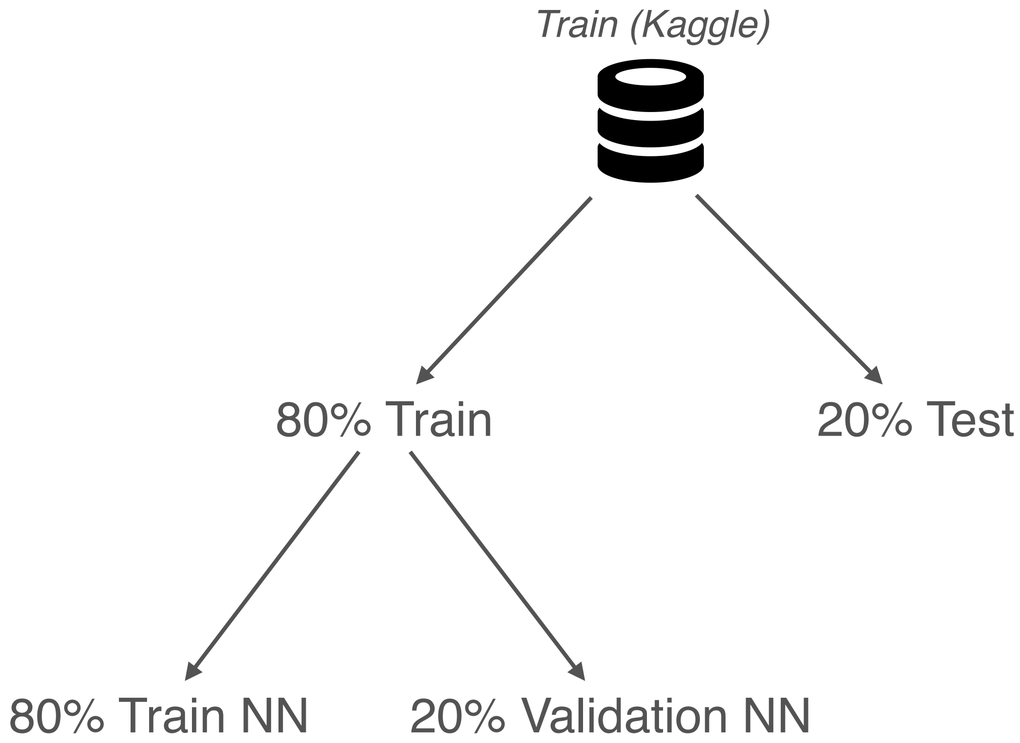
Confronto con altri modelli

Risorse utilizzate:
Google Colaboratory - Macchina virtuale con 25 GB di RAM e 68 GB di Storage

STRUTTURA NN

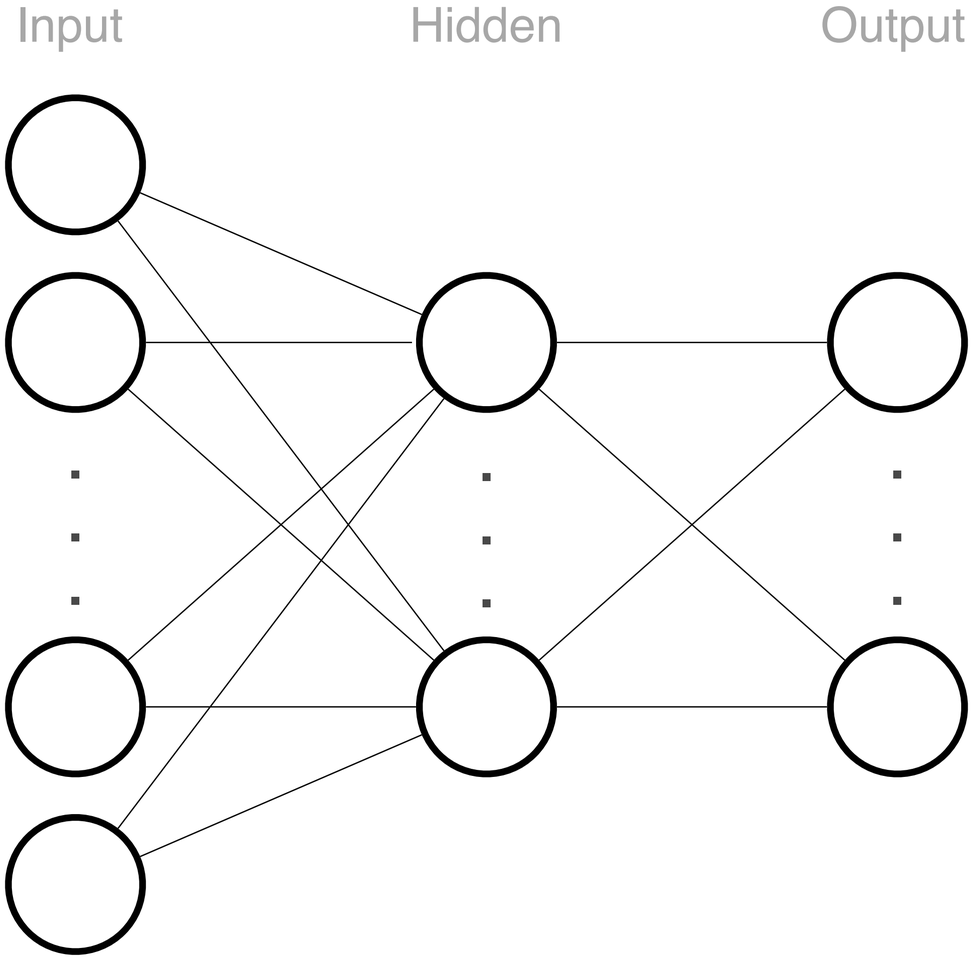
DEEP NEURAL NETWORK





STRUTTURA NN

DEEP NEURAL NETWORK

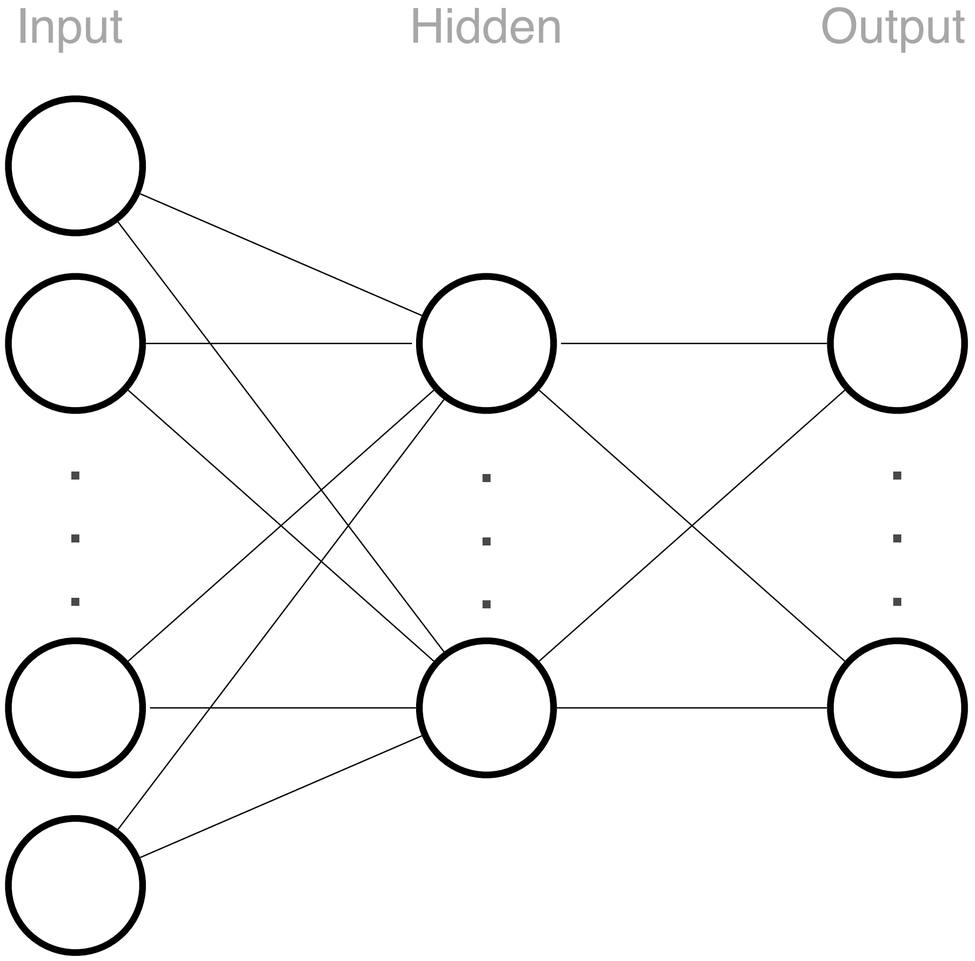


Struttura della rete:

- Neuroni di input: 54
- Neuroni di output: 12
- Numero di strati nascosti: 3

STRUTTURA NN

DEEP NEURAL NETWORK

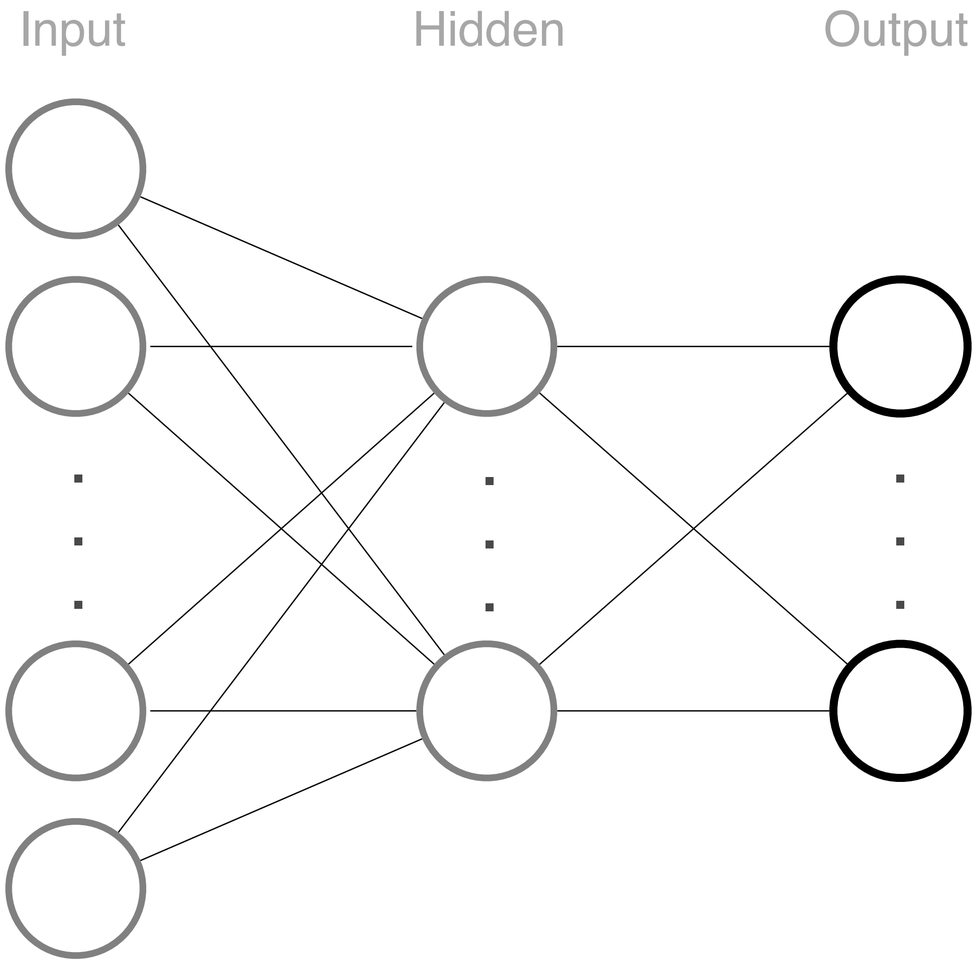


Funzione di Loss: ***Categorical Cross Entropy***

- Classificazione multiclasse
- Appartenenza ad una sola classe

STRUTTURA NN

DEEP NEURAL NETWORK

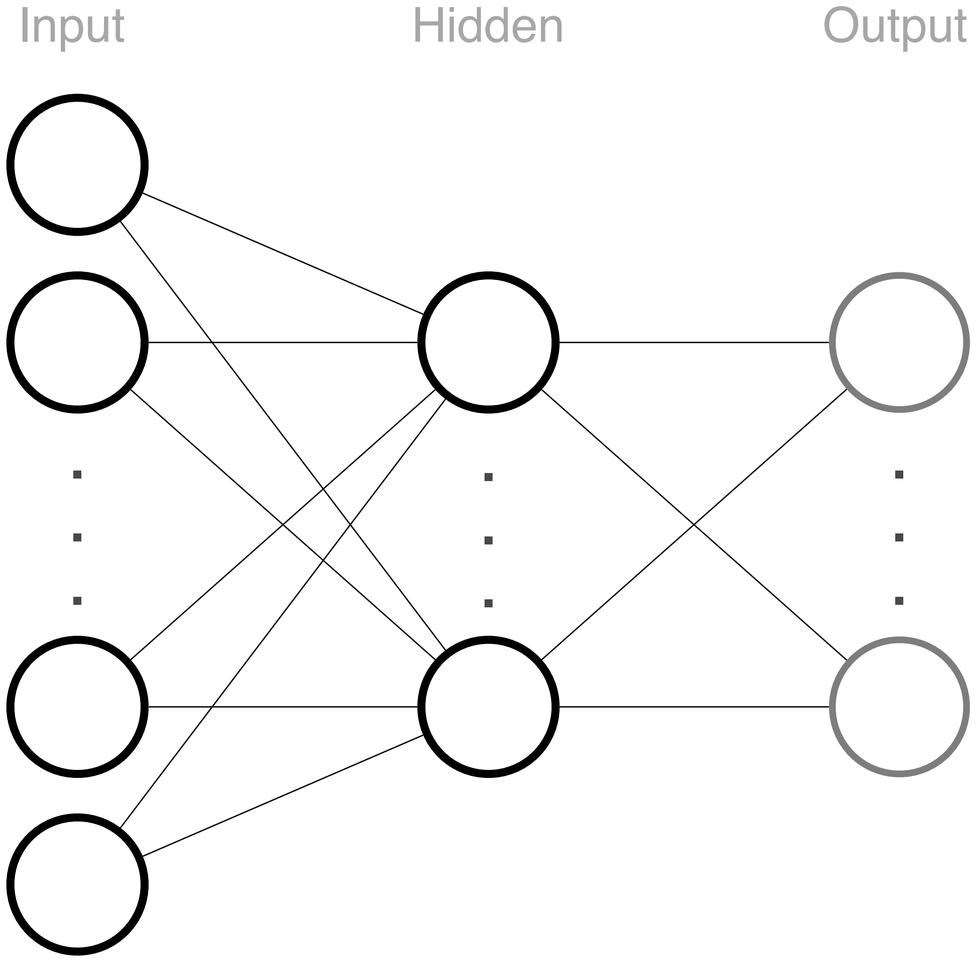


Funzione di attivazione: ***Softmax***

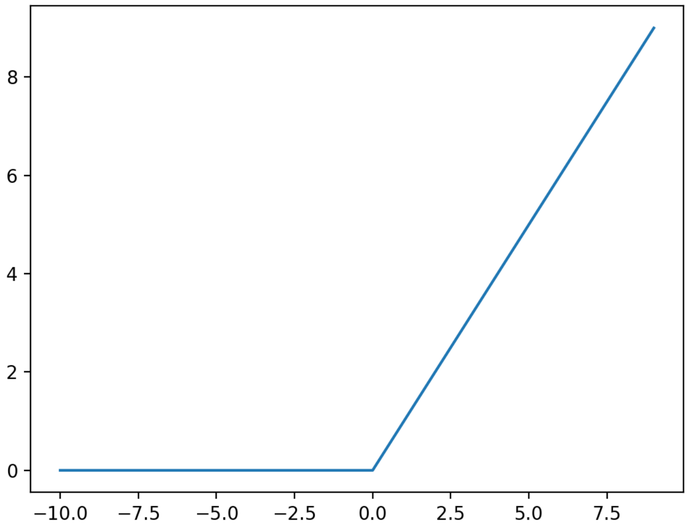
- Classificazione multiclasse
- Restituisce una distribuzione di probabilità

STRUTTURA NN

DEEP NEURAL NETWORK

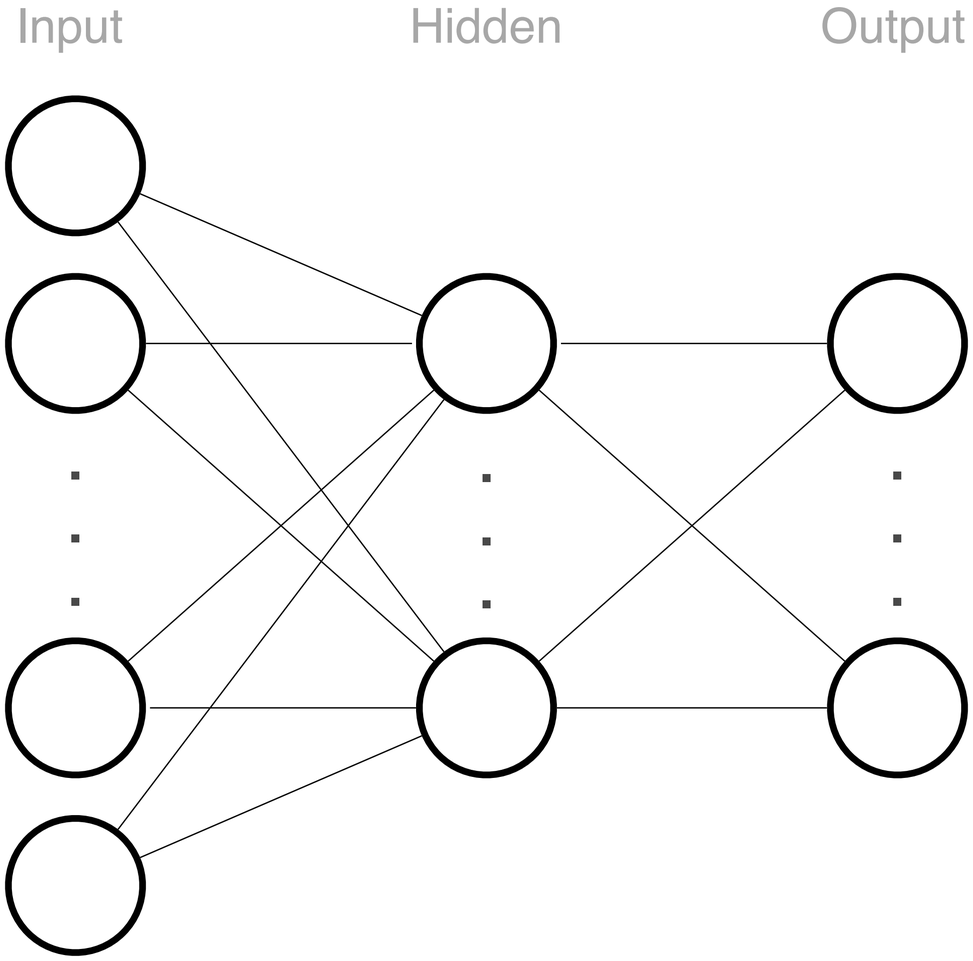


Funzione di attivazione: ***Relu***



STRUTTURA NN

DEEP NEURAL NETWORK

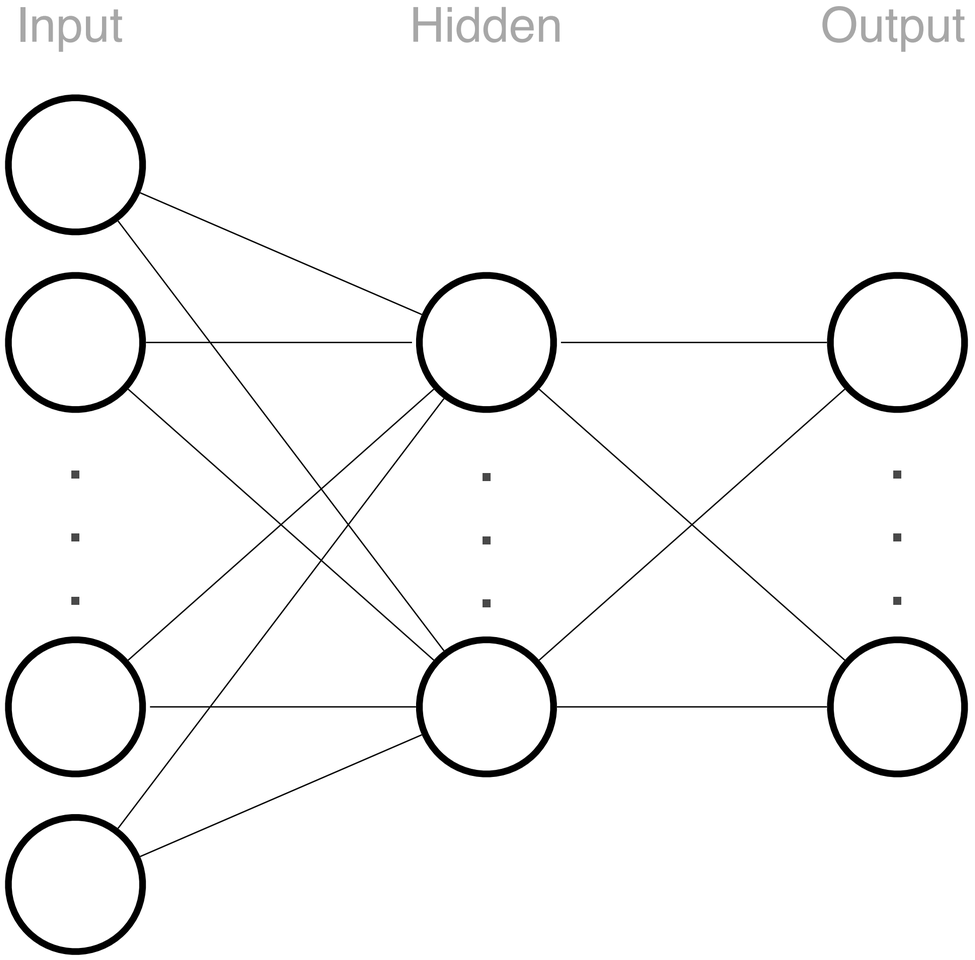


Ottimizzatore: ***Adam***

- Computazionalmente efficiente
- Richiede poca memoria
- Adatto per problemi con elevato numero di parametri e dati

STRUTTURA NN

DEEP NEURAL NETWORK

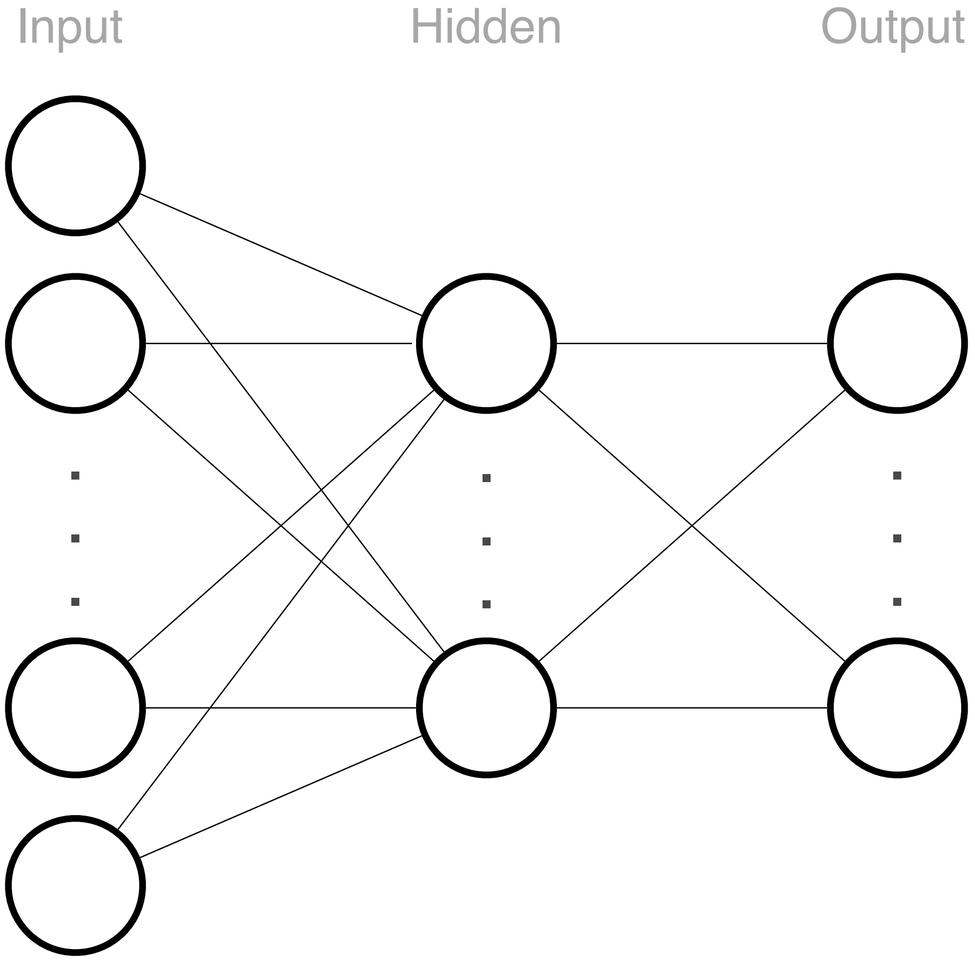


Metrica: ***Top-5 accuracy***

- L’esito corretto deve essere tra i primi cinque

STRUTTURA NN

DEEP NEURAL NETWORK

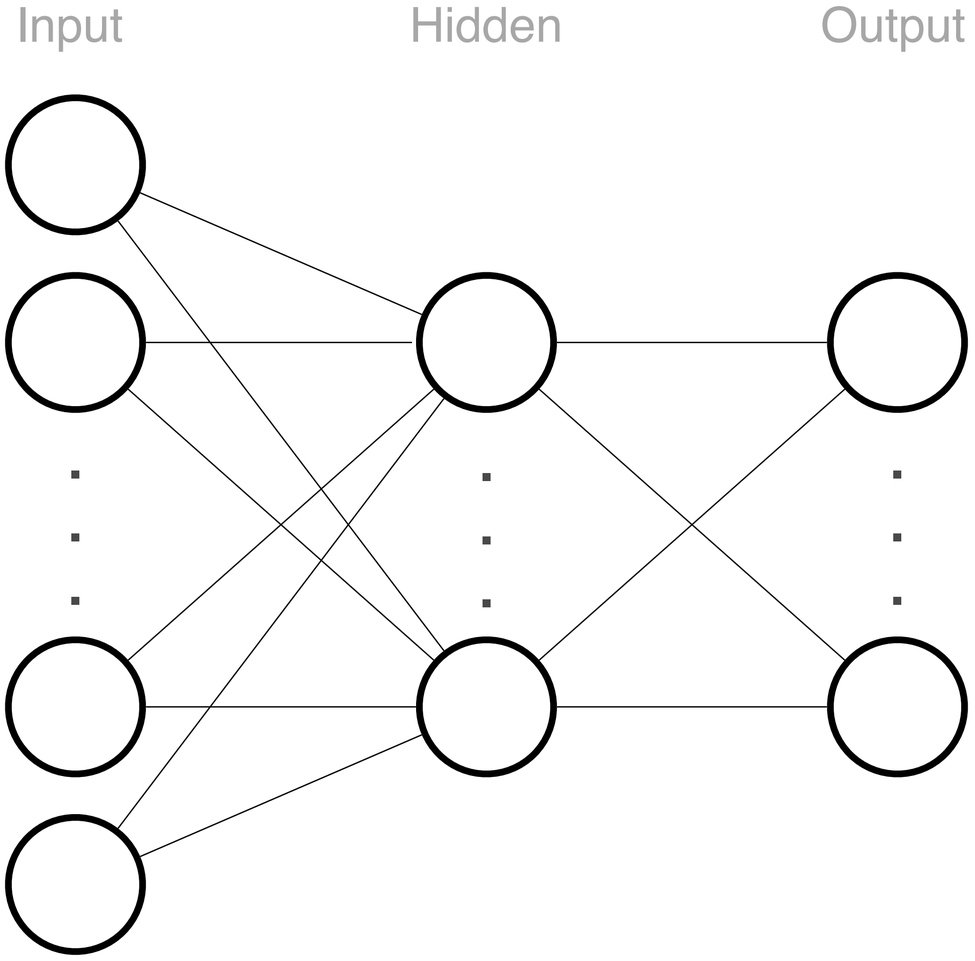


Fitting del modello:

- Batch size: 128
- Numero massimo di epoche: 200
- Callback: ***EarlyStopping***
  - Per evitare *Overfitting*
  - Monitora il valore della validation loss
  - Massimo 8 iterazioni senza miglioramenti
  - Ripristina i pesi migliori

STRUTTURA NN

DEEP NEURAL NETWORK



Iperparametri ottimizzati

- *Dropout rate*: [0.05, 0.4]
- *Learning rate*: [0.001, 0.01]
- Numero di neuroni:
  - Primo strato nascosto: [1, 54]
  - Secondo strato nascosto: [1, 54]
  - Terzo strato nascosto: [1, 54]

AutoML

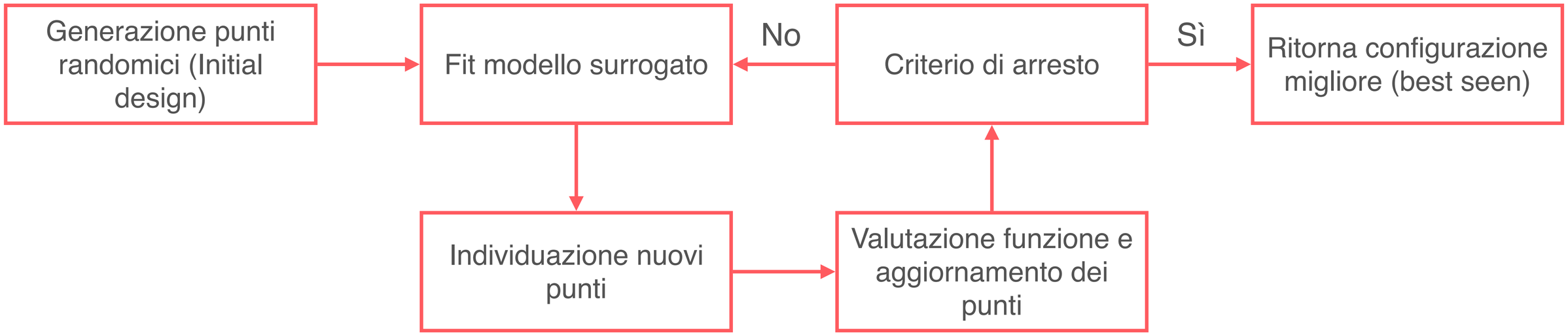
Processo che permette di ottimizzare una **funzione obiettivo** determinando la combinazione ideale degli iperparametri.

$$DCG_k = \sum_{i=1}^{k} \frac{2^{rel_i} - 1}{log_2(i+1)},$$

$$nDCG_k = \frac{DCG_k}{IDCG_k}$$

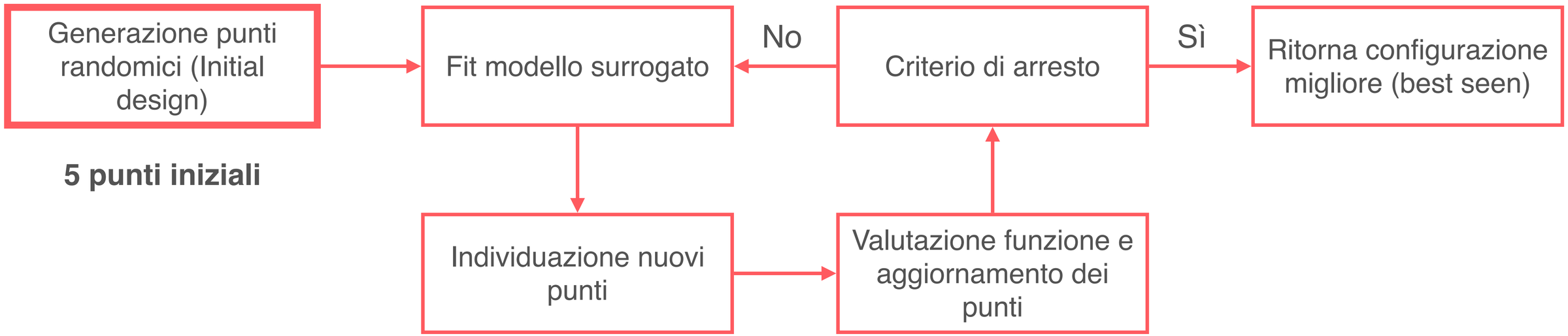
AutoML

Processo che permette di ottimizzare una funzione obiettivo determinando la combinazione ideale degli iperparametri.



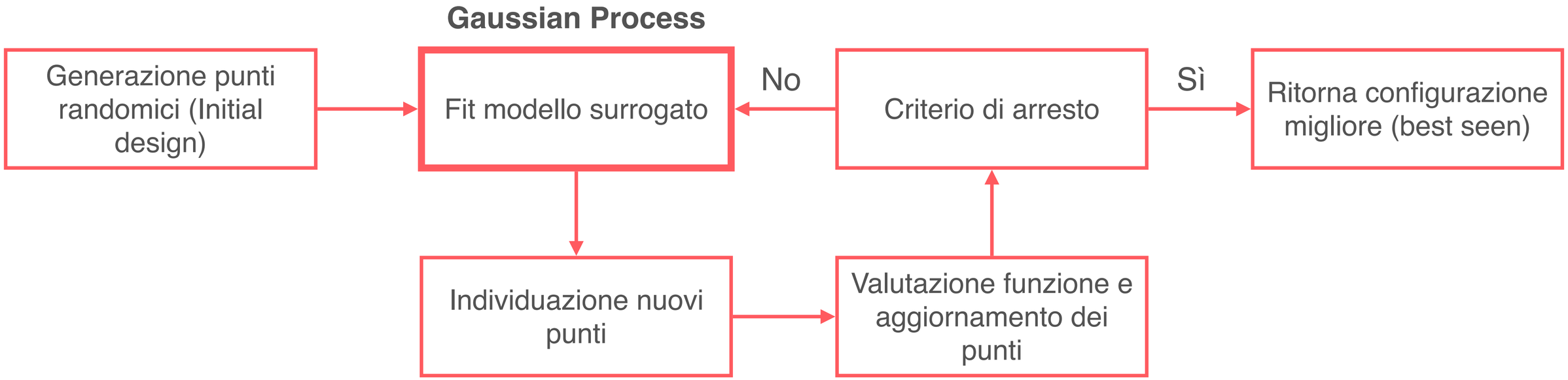
AutoML

Processo che permette di ottimizzare una funzione obiettivo determinando la combinazione ideale degli iperparametri.



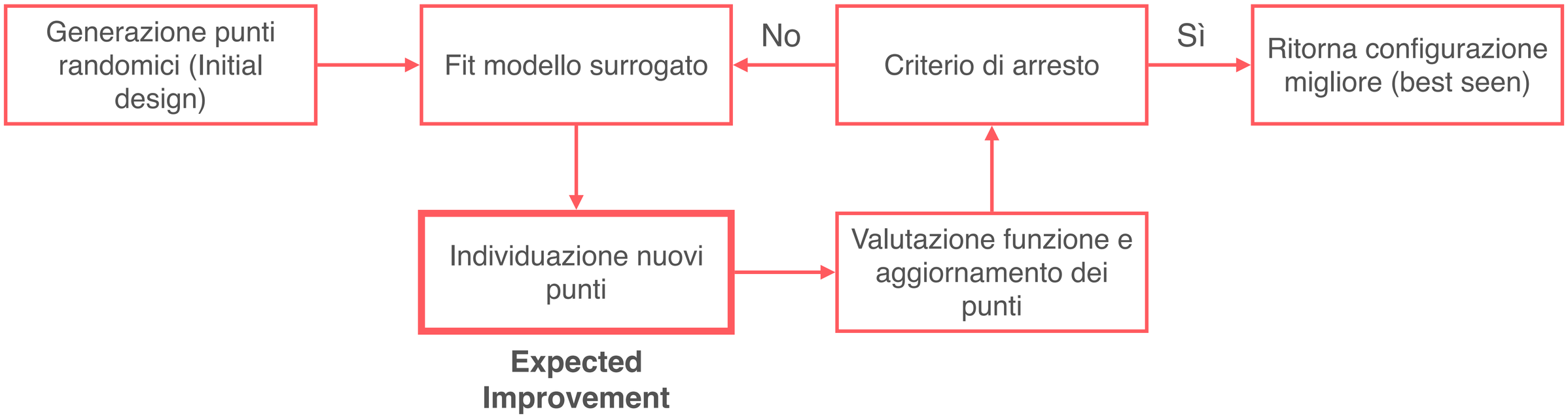
AutoML

Processo che permette di ottimizzare una funzione obiettivo determinando la combinazione ideale degli iperparametri.



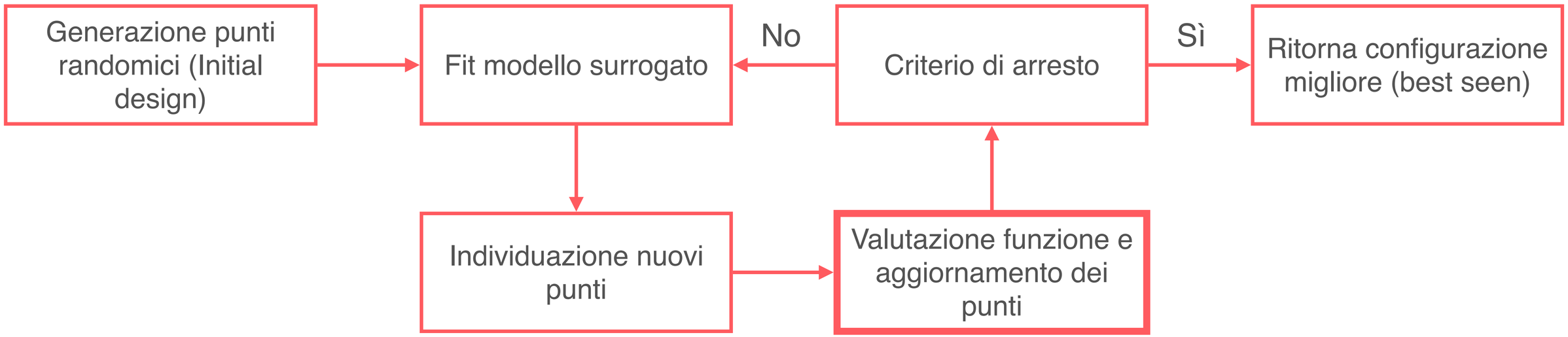
AutoML

Processo che permette di ottimizzare una funzione obiettivo determinando la combinazione ideale degli iperparametri.



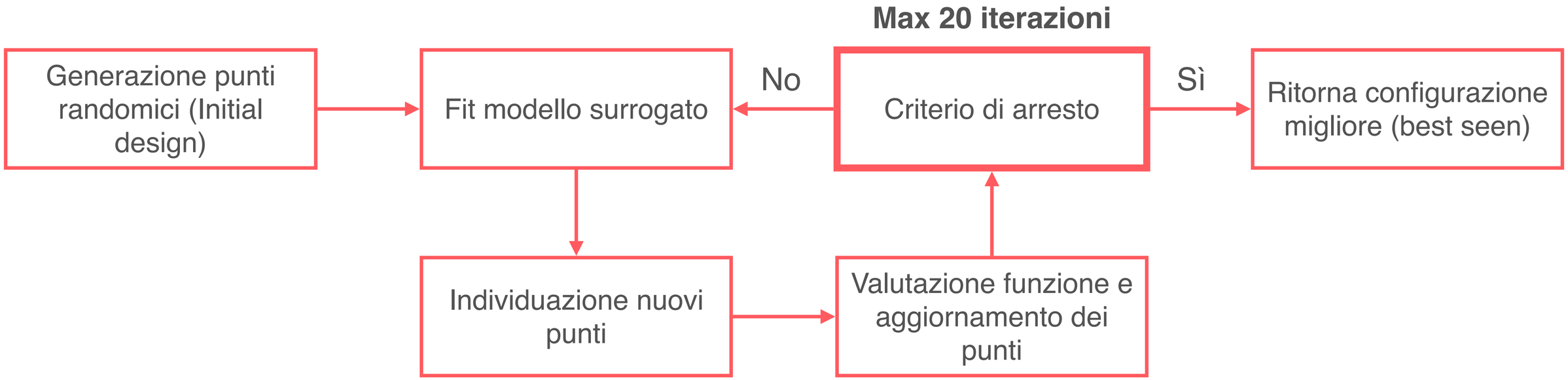
AutoML

Processo che permette di ottimizzare una funzione obiettivo determinando la combinazione ideale degli iperparametri.



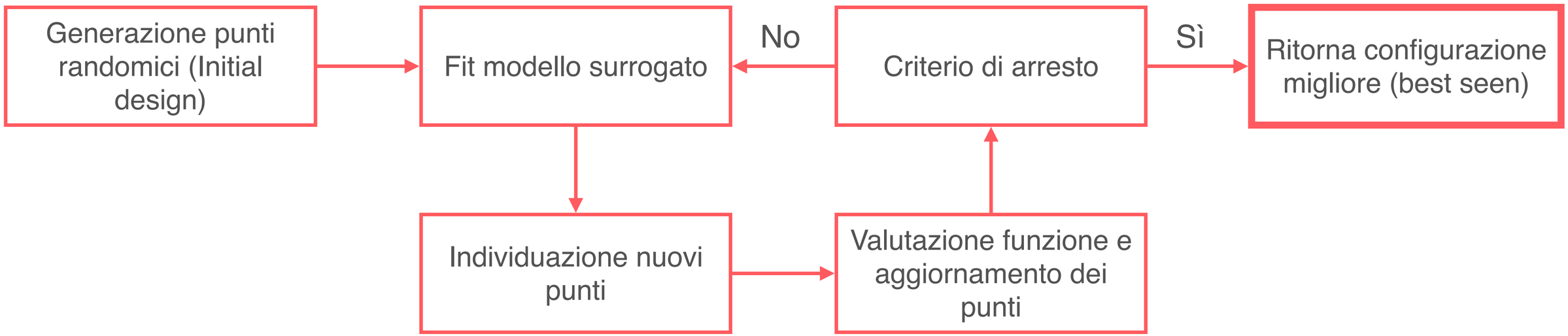
AutoML

Processo che permette di ottimizzare una funzione obiettivo determinando la combinazione ideale degli iperparametri.



AutoML

Processo che permette di ottimizzare una funzione obiettivo determinando la combinazione ideale degli iperparametri.



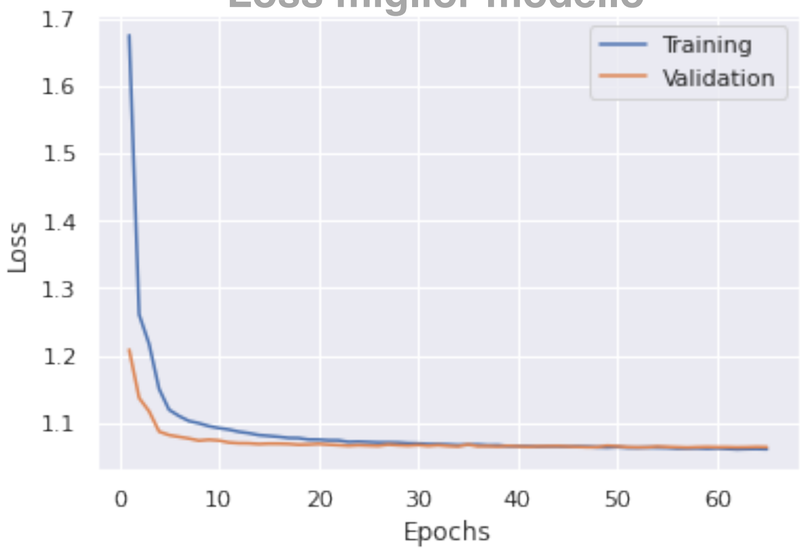
RISULTATI NN

DEEP NEURAL NETWORK

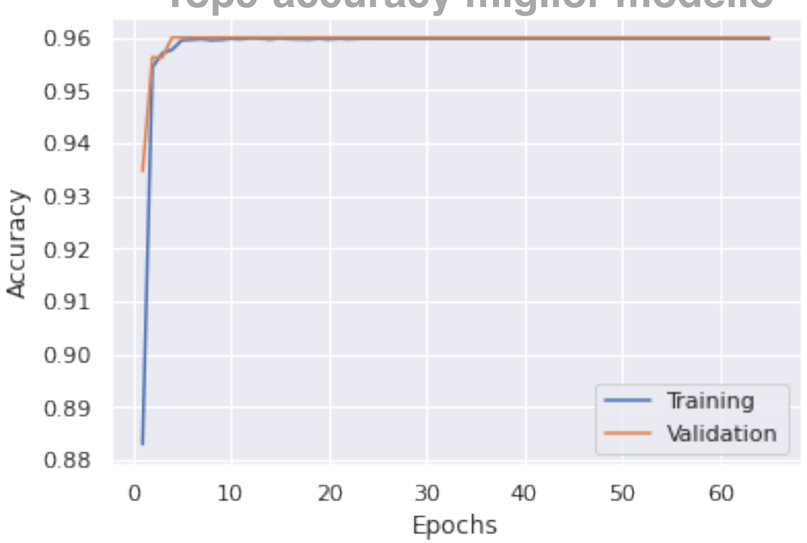
Iperparametri ottenuti:

- *Dropout rate*: 0.1
- *Learning rate*: 0.004
- Numero di neuroni:
  - Primo strato nascosto: 30
  - Secondo strato nascosto: 16
  - Terzo strato nascosto: 3

Loss miglior modello



Top5-accuracy miglior modello



NDCG per il miglior modello con 10-CV: 82.53 +/- 0.16

ALTRI MODELLI

XGBoost

Random Forest

KNN

Ensemble model

ALTRI MODELLI

XGBoost

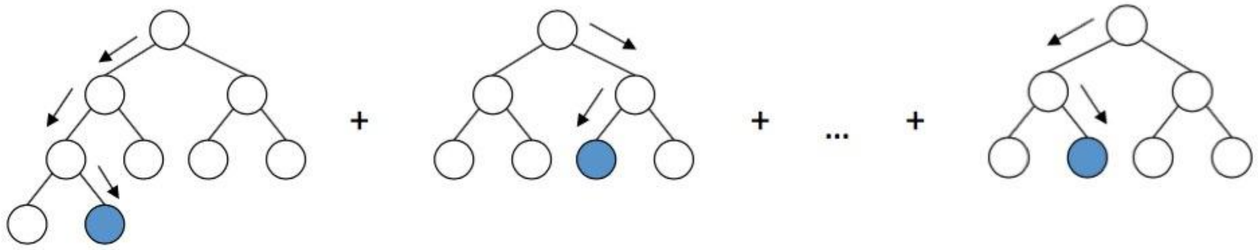
XGBoost

XGBoost

Random Forest

KNN

Ensemble model



Sequenza di decision tree che tramite la procedura di gradient boosting permette di migliorare i risultati precedenti.

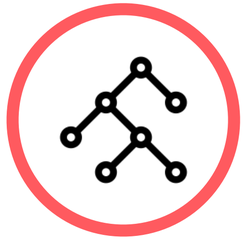
Iperparametri ottimizzati con AutoML:

- Learning Rate [0, 1] —> 0.37
- Numero di alberi [2, 10] —> 7
- Profondità massima [3, 10] —> 7
- Alpha regulizer [0, 1] —> 0.47
- Gamma regulizer [0, 2] —> 2

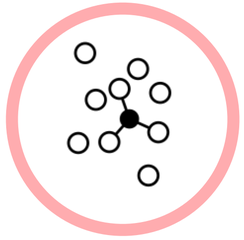
ALTRI MODELLI

Random Forest

XGBoost



Random Forest



KNN

Ensemble model

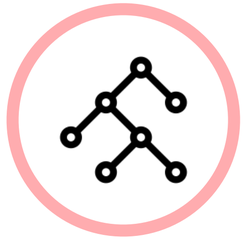
Iperparametri ottimizzati con AutoML:

- Numero di alberi [100, 500] —> 452
- Profondità massima [5, 30] —> 14

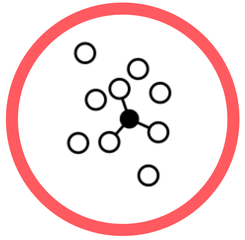
ALTRI MODELLI

KNN

XGBoost



Random Forest



KNN

Ensemble model

Distanza utilizzata: *Minkowski*

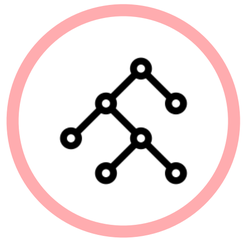
Iperparametri ottimizzati con AutoML:

- K [50, 200] —> 117

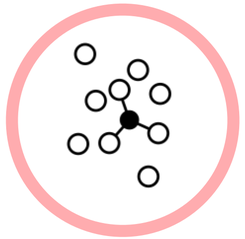
ALTRI MODELLI

Ensemble Model

XGBoost

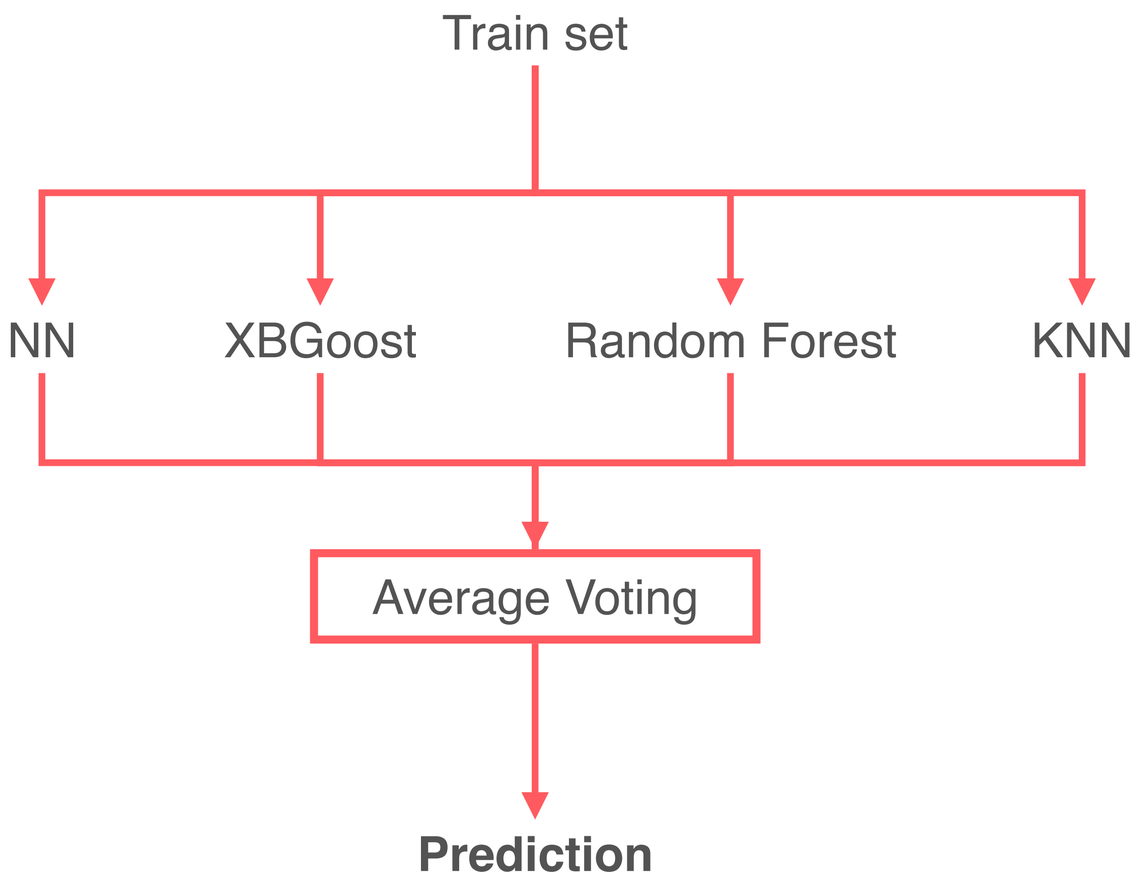


Random Forest



KNN

Ensemble model



RISULTATI

Classificatore	Tempo (s)	Cross Validation (NDCG +/- SD)	Kaggle Score (NDCG)
FCNN	1506	82.53 (+/- 0.16)	87.02%
XGBoost	842	82.85 (+/- 0.16)	87.37%
Random Forest	1557	82.81 (+/- 0.16)	87.42%
K-Nearest Neighbors	2451	81.48 (+/- 0.20)	86.05%
Ensemble	5942	82.64 (+/- 0.17)	87.14%

RISULTATI

Classificatore	Tempo (s)	Cross Validation (NDCG +/- SD)	Kaggle Score (NDCG)
FCNN	1506	82.53 (+/- 0.16)	87.02%
XGBoost	842	82.85 (+/- 0.16)	87.37%
Random Forest	1557	82.81 (+/- 0.16)	87.42%
K-Nearest Neighbors	2451	81.48 (+/- 0.20)	86.05%
Ensemble	5942	82.64 (+/- 0.17)	87.14%

RISULTATI

Classificatore	Tempo (s)	Cross Validation (NDCG +/- SD)	Kaggle Score (NDCG)
FCNN	1506	82.53 (+/- 0.16)	87.02%
XGBoost	842	82.85 (+/- 0.16)	87.37%
Random Forest	1557	82.81 (+/- 0.16)	87.42%
K-Nearest Neighbors	2451	81.48 (+/- 0.20)	86.05%
Ensemble	5942	82.64 (+/- 0.17)	87.14%

CONCLUSIONI

L’approccio Deep Learning non risulta essere il migliore in questo contesto.

I risultati sono fortemente influenzati dallo sbilanciamento dei dati.

CONCLUSIONI

L’approccio Deep Learning non risulta essere il migliore in questo contesto.

I risultati sono fortemente influenzati dallo sbilanciamento dei dati.

SVILUPPI FUTURI

Migliorare la classificazione delle label più rare cercando di eliminare l’effetto dello sbilanciamento del dataset.

Incrementare le risorse computazionali per poter aumentare il numero di iperparametri da ottimizzare.

Grazie per l’attenzione

airbnb