



# **Studio empirico finalizzato a misurare l'effetto di tecniche di sampling sull'accuratezza dei modelli predittivi.**

Introduzione di due nuove metriche e analisi della precisione condizionata dallo snoring.  
Progetti analizzati : Bookkeeper e Avro.

Luca Fiscariello  
0318266

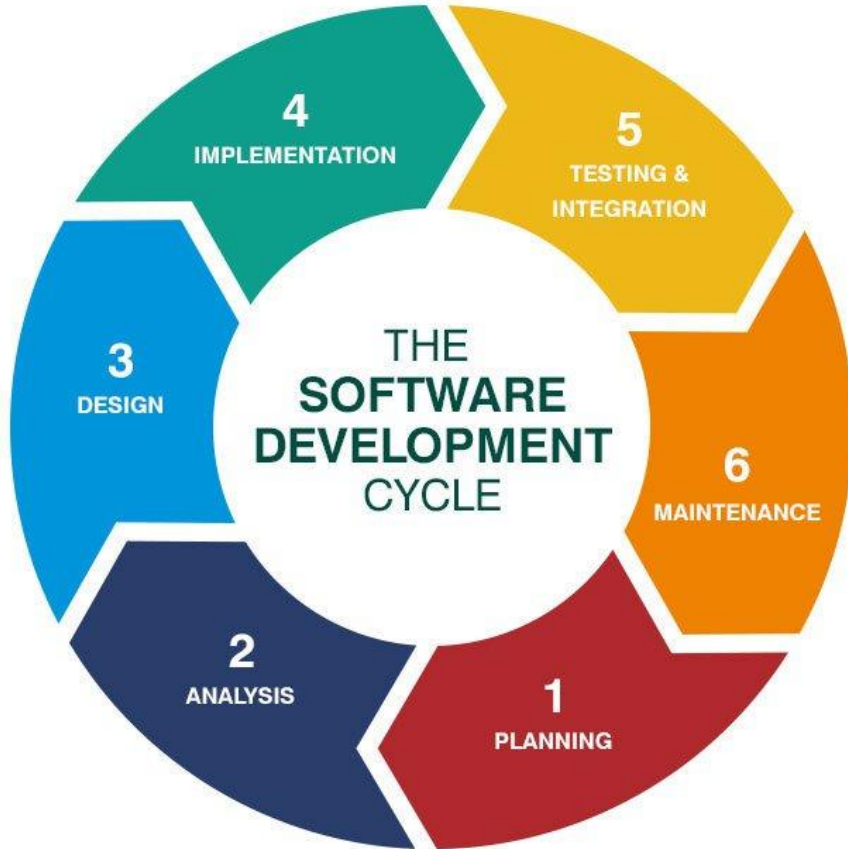


# Roadmap

- Introduzione
- Metodologia
- Analisi risultati
- Conclusioni



# Introduzione : Contesto



In un contesto di sviluppo software la fase di test di un prodotto potrebbe essere molto onerosa.

Difficile individuare le entità da testare.

Si vorrebbero poter ottimizzare i tempi e avere uno strumento che indichi quali classi più probabilmente sono affette da bug.



Applicazione Machine Learning

# Introduzione : problemi e obiettivi

Attraverso il machine learning è possibile costruire un classificatore attraverso una fase di training e una di test.

L'addestramento del modello avviene tramite dati raccolti in vario modo. Tuttavia la creazione del dataset presenta varie insidie.

## Problemi

- Difficile individuare le metriche utili all'addestramento del modello
- I dataset creati possono essere fortemente sbilanciati
- Qualità dei dati impatta l'accuratezza del predittore

## Obiettivi

- Introduzione di due metriche e valutazione della loro utilità
- Studio dell'effetto delle tecniche di sampling sui modelli predittivi
- Quantificare l'errore di predizione indotto dallo snoring.

# Metodologia: creazione del dataset

Per la creazione del dataset sono stati incrociati dati provenienti da due fonti. I dati relativi alle classi sono stati prelevati da Git , quelli relativi alle classi difettose sono stati prelevati da Jira.

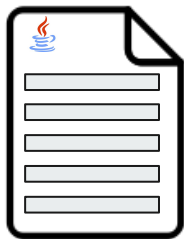
La raccolta dei dati è stata guidata da 11 metriche :

- Numero di autori di una classe
  - LOC
  - Churn
  - Numero bug fixati per una classe
  - Age
  - Numero di revisioni
  - Numero di file committati con la classe di interesse
  - LOC touched : Numero di righe aggiunte+rimosse+modificate
  - LOC added : Numero di righe aggiunte
- 
- LOC medio dei **metodi di una classe**
  - **Varianza** LOC touched

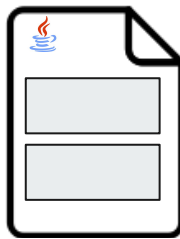
# Metodologia: introduzione di due metriche

## LOC medio dei metodi di una classe

Idea di base : Importante capire come le righe di codice di una classe sono organizzate . A parità di dimensione(LOC) possono verificarsi i seguenti casi:



Potrei avere una classe con tanti metodi, quindi i metodi sono di dimensione controllabile.



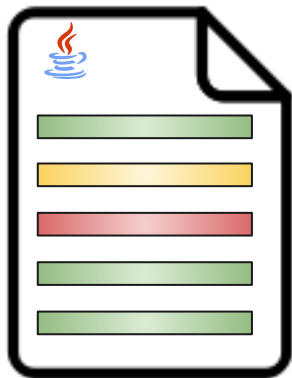
Potrei avere una classe con pochi metodi. La dimensione dei singoli metodi è considerevole.

- Si calcola quindi questa metrica effettuando il rapporto tra LOC e il numero di metodi contenuti nella classe.
- Lo svantaggio considerevole è che bisogna analizzare il sorgente di ogni file rendendo la raccolta delle metriche **MOLTO** lenta.

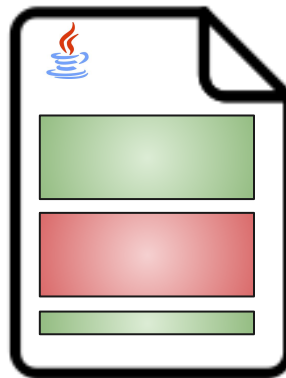
# Metodologia: introduzione di due metriche

## Varianza LOC touched

Idea: Non fermarsi ad analizzare i momenti del primo ordine calcolata su alcune metriche. La varianza calcolata su opportune metriche potrebbe essere indice di stabilità della classe.



Se la varianza delle linee di codice modificata è bassa, allora la classe potrebbe essere più stabile.



Se la varianza delle linee di codice modificata è alta, allora la classe è stata soggetta a più stravolgimenti.

Approccio non troppo pesante da un punto di vista computazionale

# Metodologia: calcolo delle metriche

Come calcolare le metriche ?

## Calcolo incrementale delle metriche

Perché questa scelta?

La scelta è condizionata dall'uso della metrica age. Se non si usasse un approccio incrementale si perderebbe la storia passata della classe. Lo stato passato della classe influenza quello futuro.

Esempio

- Linee aggiunte
- Numero di autori

Svantaggio

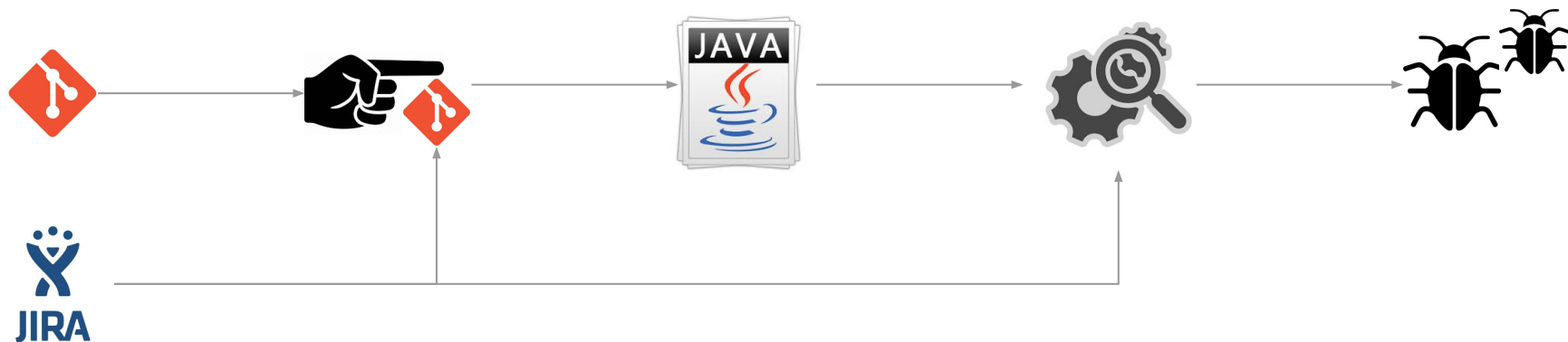
Una classe appartenente a due release diverse **con le stesse metriche** potrebbe essere buggy in una release e no buggy nell'altra.



# Metodologia: labeling

L'individuazione dell'IV e di conseguenza il labeling è stato realizzato seguendo due diverse tecniche:

1. Rational
2. Proportion



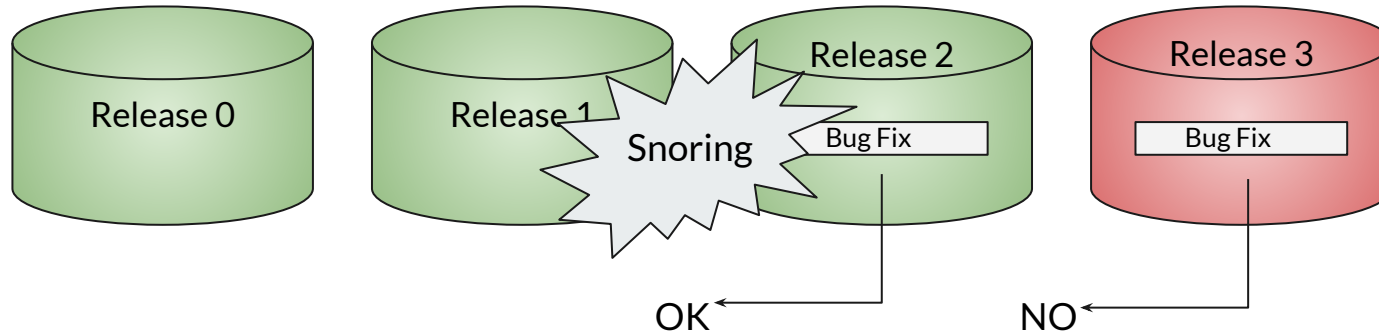
Di base è stato utilizzato Rational per individuare IV. Quando le informazioni relative all'IV non erano presenti allora è stato utilizzato Proportion. La versione di proportion realizzata è incremental training.

# Metodologia: incremental training proportion

Il valore della proportion è calcolato in maniera incrementale. L'algoritmo riceve in input una release e calcola il valore con tutti i dati dalla release 0 fino a quella specificata. Eventuali bug che si potrebbero scoprire utilizzando release successive non vengono considerati.

## Esempio

- Input algoritmo: Release 2
- Esecuzione : applicazione della formula per calcolare P considerando solo le prime 3 release



# Metodologia: bilanciamento ed addestramento

## Balancing

I dataset ottenuti sono fortemente sbilanciati con una dominanza in percentuali delle classi no buggy. Si è deciso quindi di bilanciare il dataset attraverso le tre diverse tecniche:

- Over Sampling
- Under Sampling
- SMOTE

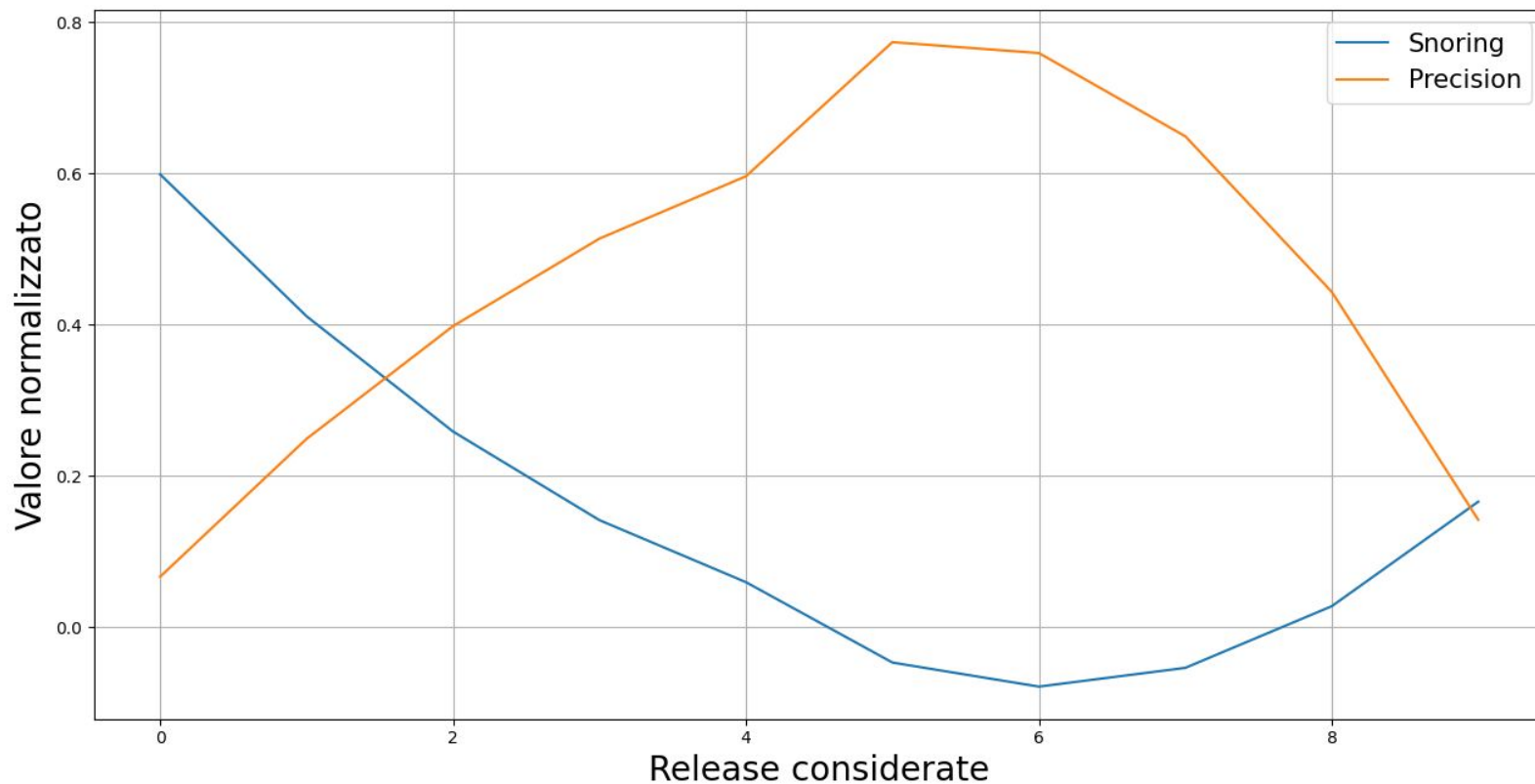
Queste tecniche non sono state implementate da 0, ma sono stati utilizzati i filtri messi a disposizione da Weka.

## Addestramento

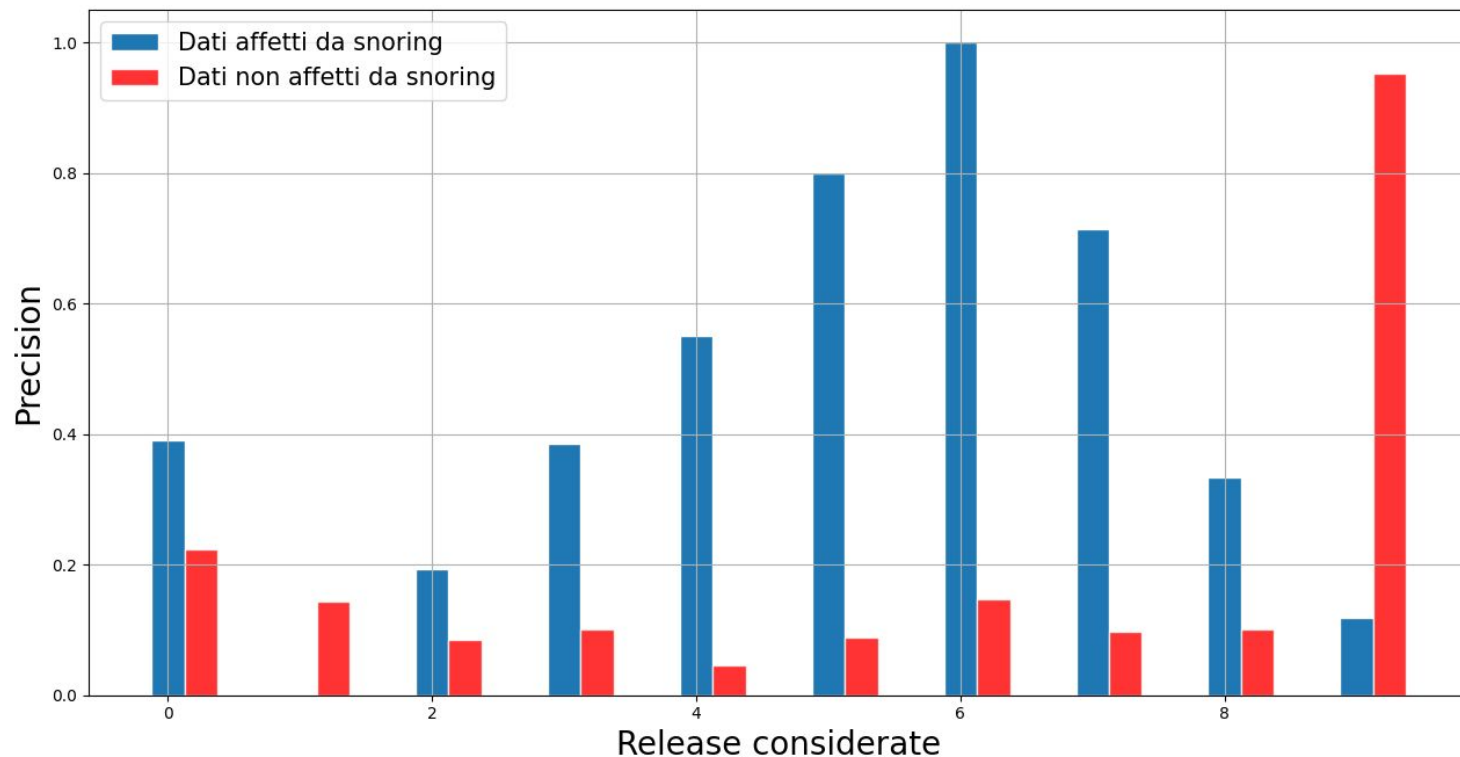
Il modello è stato validato attraverso walk-forward validation. Progressivamente è stato incrementato l'insieme delle release utilizzate per il training del modello. Per il test sono state utilizzate le due release immediatamente successive all'ultima release di training

# Analisi risultati Bookkeeper: impatto snoring (1/3)

**Check sui dati :** all'aumentare del numero di release considerate la precision dovrebbe aumentare, il numero di classi affette da snoring dovrebbe diminuire.



# Analisi risultati Bookkeeper : impatto snoring(2/3)



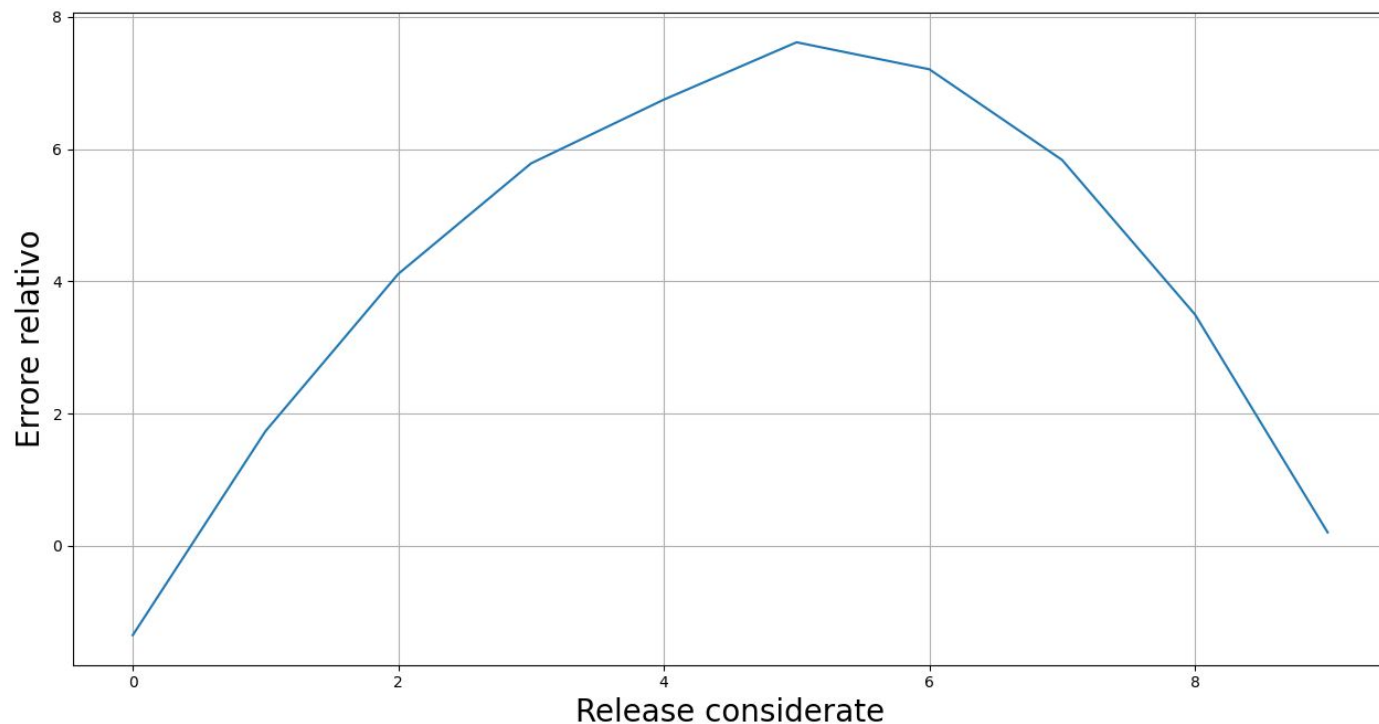
Sembrerebbe che con i dati affetti da snoring si riesca a costruire un predittore con precisione maggiore. Possibile una situazione del genere ?

# Analisi risultati Bookkeeper: impatto snoring(2/3)

A cosa è dovuto questo risultato ?

Una possibile causa è da rintracciare nel dataset fortemente sbilanciato. Con dataset affetto da snoring è più semplice fare predizioni. Con dataset non affetto da snoring aumentano le classi buggy e la predizione si complica.

# Analisi risultati Bookkeeper: impatto snoring(3/3)



Il massimo errore che si commette sulla precision addestrando un modello con dati affetti da snoring è pari circa al 700%.

# Analisi risultati : metriche ideate Avro

Per valutare l'effettiva utilità delle metriche sono stati creati 4 modelli predittivi addestrati in maniera differente:

1. Dataset privo delle due metriche ideate
2. Dataset contenente solo Loc metodo medio
3. Dataset contenente solo Varianza loc touched
4. Dataset con entrambe le metriche

METRICHE	AUC	KAPPA	RECALL	PRECISION
Nessuna	0.957236984062	0.586419951156	0.801302931596	0.495967741935
Loc methods	0.94340642616	0.50875248125	0.80456026058	0.40894039735
Var Loc touched	0.95266832266	0.55115612538	0.78827361563	0.45920303605
Entrambe	0.94134391145	0.48546189910	0.75570032573	0.39658119658

I risultati non sono particolarmente incoraggianti. Tutte le metriche di valutazione hanno subito un peggioramento



# Analisi risultati : metriche ideate Bookkeeper

Per valutare l'effettiva utilità delle metriche sono stati creati 4 modelli predittivi addestrati in maniera differente:

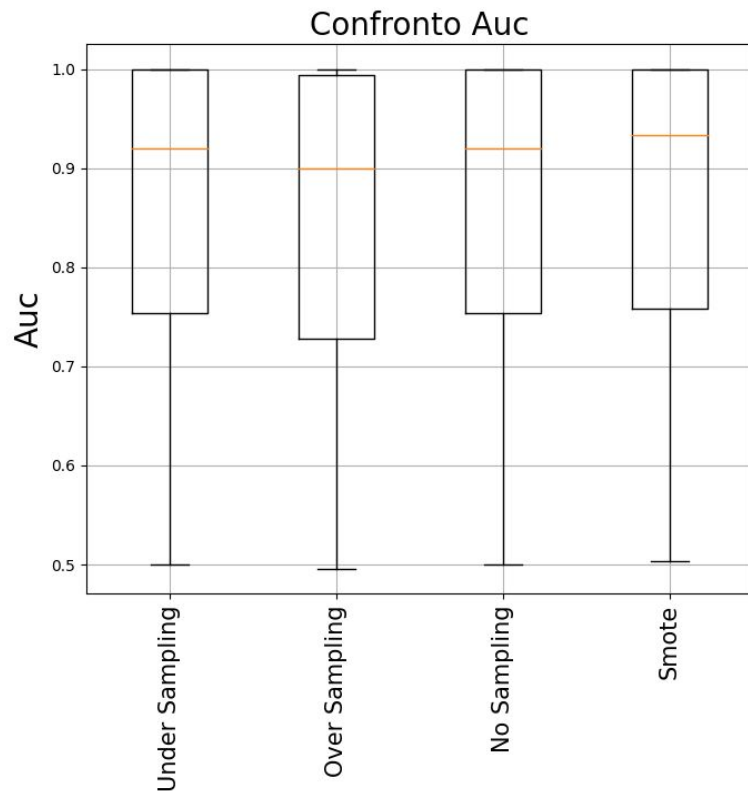
1. Dataset privo delle due metriche ideate
2. Dataset contenente solo Loc metodo medio
3. Dataset contenente solo Varianza loc touched
4. Dataset con entrambe le metriche

METRICHE	AUC	KAPPA	RECALL	PRECISION
Nessuna	0.922936404343	0.324019014007	0.382113821138	0.338942307692
Loc methods	0.92027345532	0.31636068484	0.37127371273	0.33414634146
Var Loc touched	0.92171863859	0.37572647607	0.49051490514	0.35420743639
Entrambe	0.91940687689	0.35991432739	0.46070460704	0.34693877551

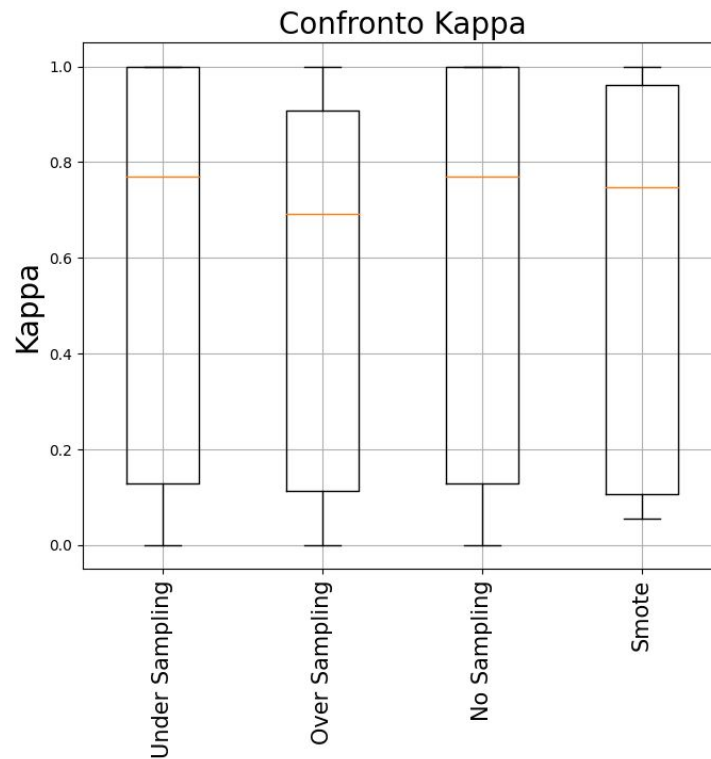
In questo caso si può osservare un miglioramento delle metriche. Il classificatore tende a classificare più classi come buggy(aumento recall) e mediamente la scelta si rivela essere corretta.

# Analisi risultati : sampling AVRO

Le tecniche di sampling utilizzate non hanno portato ad un miglioramento dell'AUC.

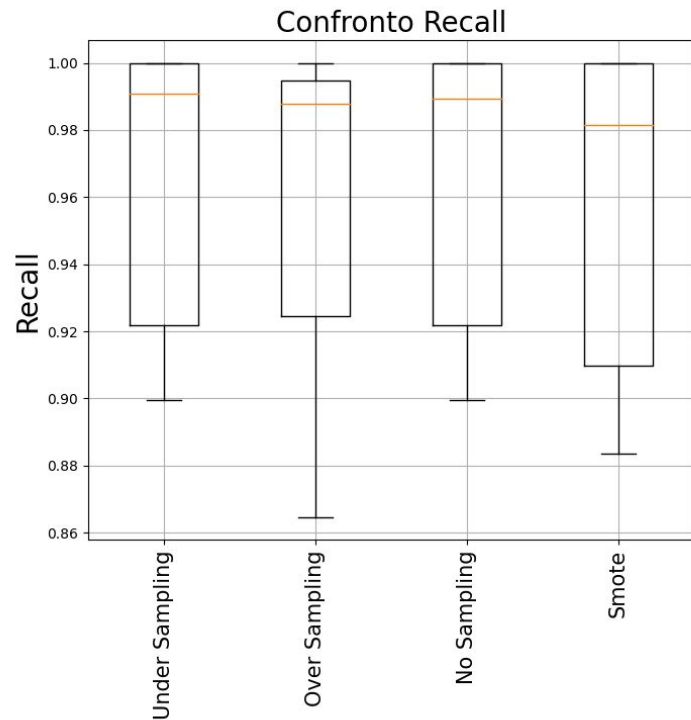


L'utilizzo di tecniche di sampling rendono mediamente i classificatori più "dummy" e meno elaborati.

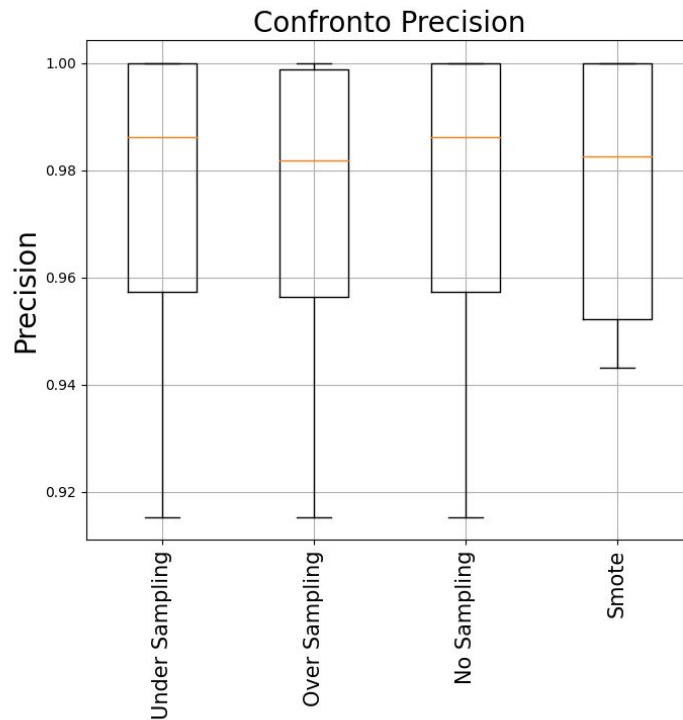


# Analisi risultati : sampling AVRO

Così come ci si aspetta dalla teoria il valore della recall tende mediamente ad aumentare (anche se di poco) all'applicazione di tecniche di sampling. Per Smote non si osserva questo andamento.

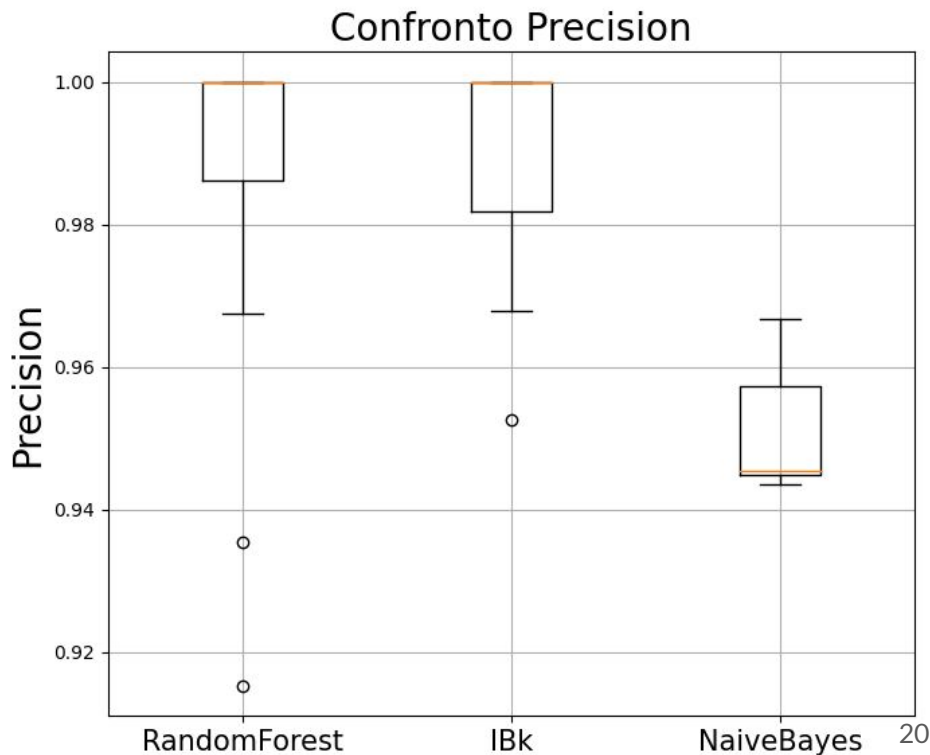
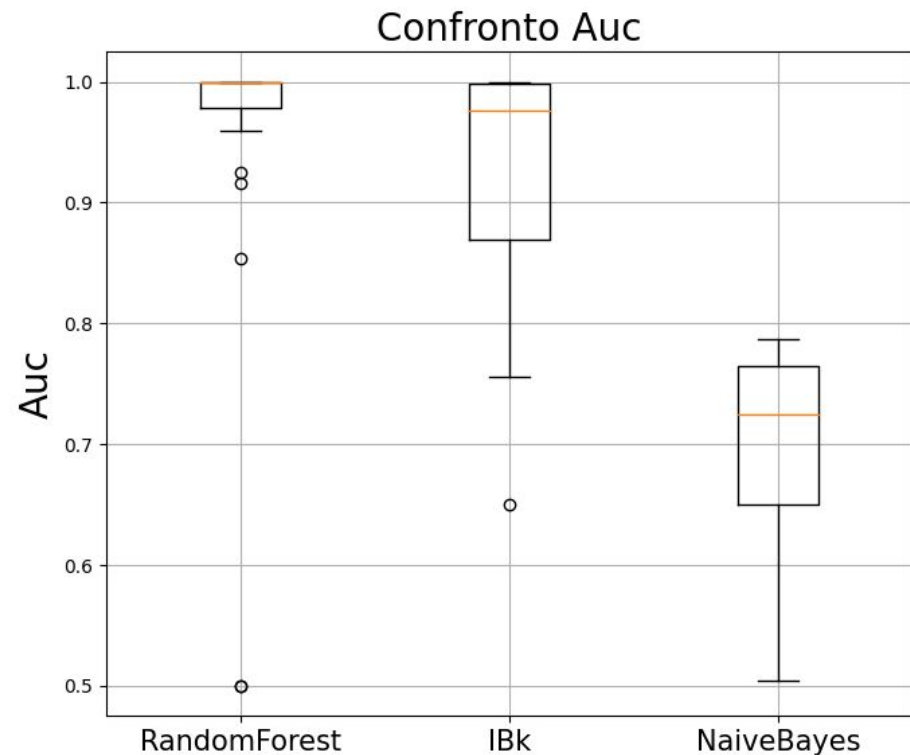


Allo stesso modo il valore della precision tende ad essere mediamente più alto se si addestra un classificatore senza applicare nessuna tecnica di sampling.



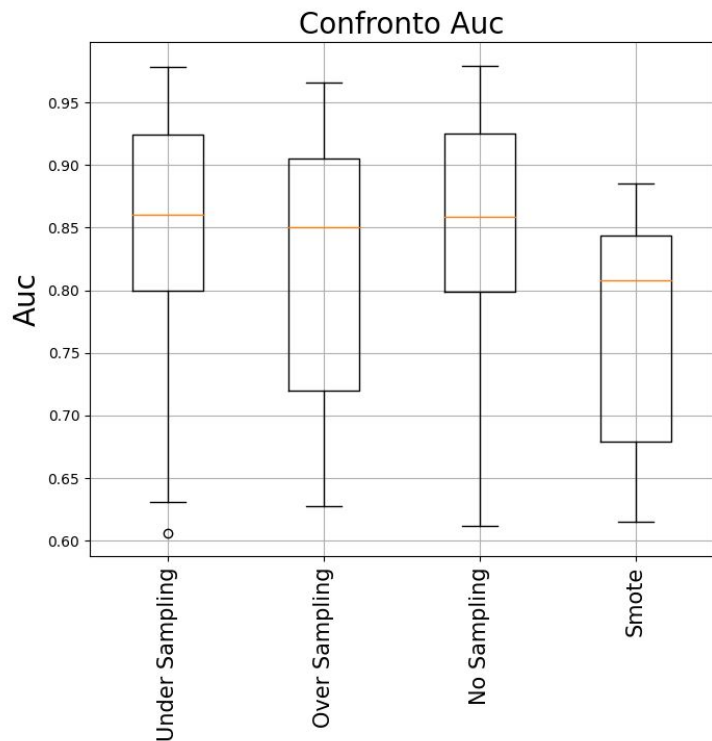
# Analisi risultati : classificatore AVRO

Osservando i due grafici si può notare come il classificatore Random Forest registri mediamente prestazioni migliori rispetto a IBK e Naive Bayes. In più i valori di AUC e precision di Random Forest sono molto più compatti e densi.

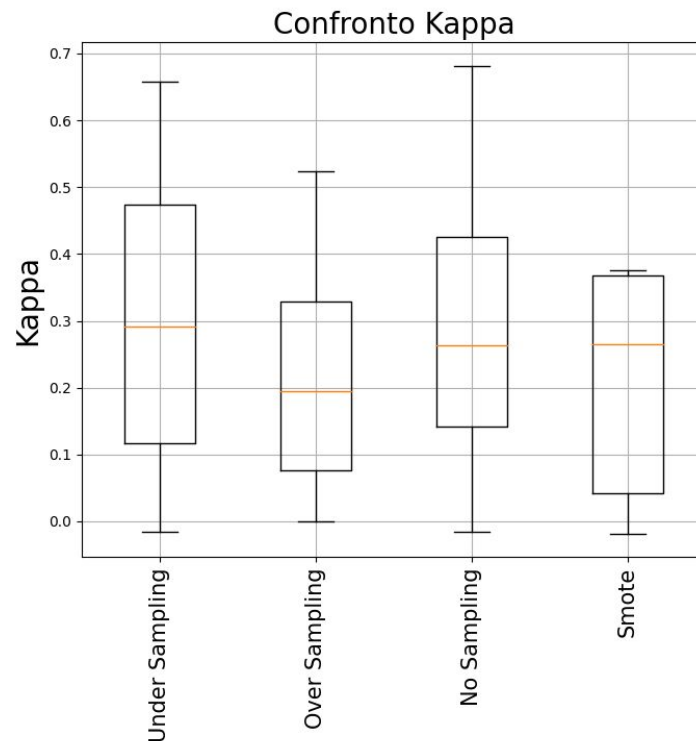


# Analisi risultati : sampling BOOKKEEPER

Valgono le stesse osservazioni fatte per Avro.  
Le tecniche di sampling non determinano un aumento dell'AUC. Smote registra mediamente i valori peggiori.



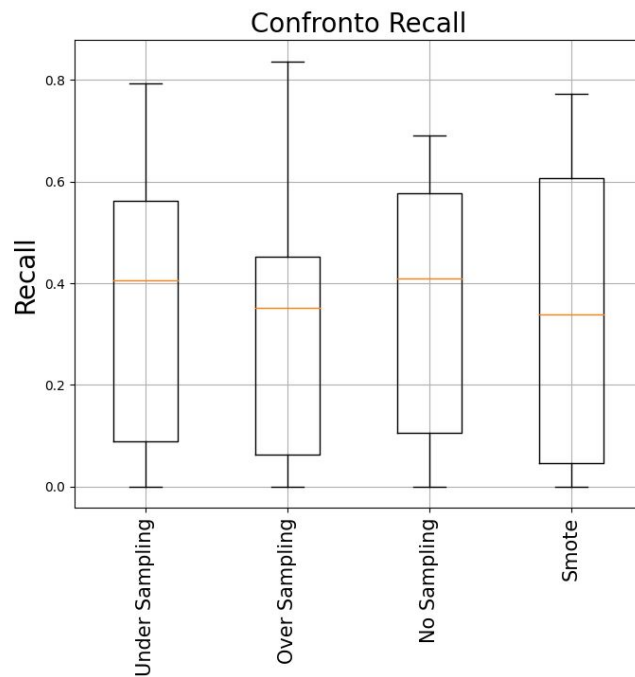
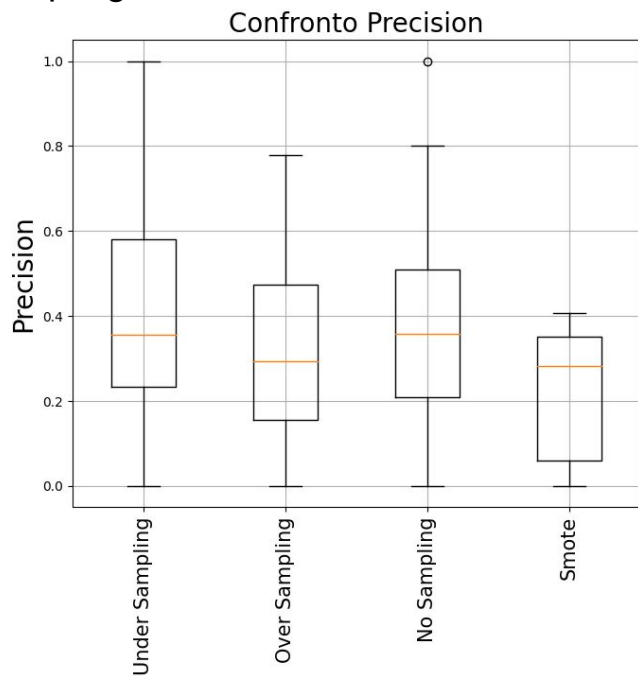
Utilizzare una tecnica Under Sampling determina la creazione di classificatori meno “dummy” rispetto a quelli creati con le altre tecniche.



# Analisi risultati : sampling BOOKKEEPER

Utilizzando una tecnica di under sampling, nonostante la dimensione del dataset sia notevolmente ridotta, si osserva un valore di precision paragonabile mediamente a quello ottenuto non applicando nessuna tecnica di sampling.

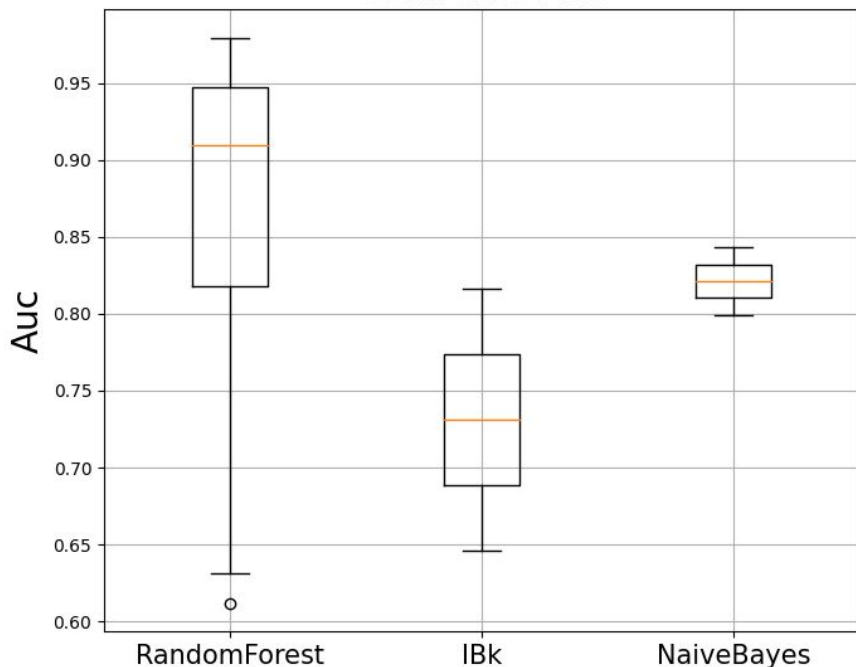
Risultati in disaccordo con la teoria. Non utilizzare nessuna tecnica di sampling garantisce valori medi di recall più alti.



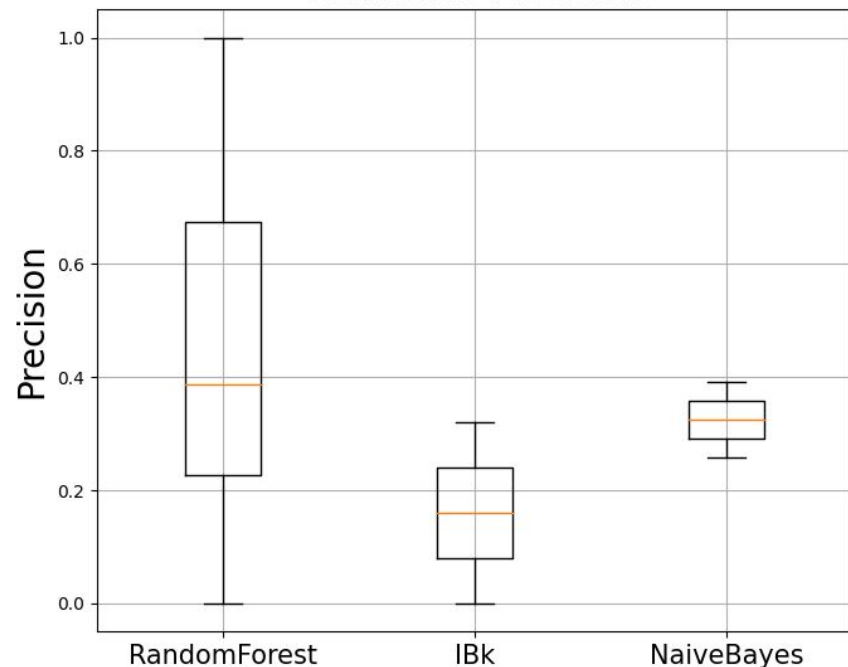
# Analisi risultati : classificatore BOOKKEEPER

Osservando i due grafici si può notare come il classificatore Random Forest registri mediamente prestazioni migliori rispetto a IBK e Naive Bayes. Anche se Naive Bayes registra valori più compatti e densi, essi sono comunque mediamente inferiori ai valori ottenuti con Random Forest.

Confronto Auc



Confronto Precision





## Conclusioni

- Le metriche ideate hanno mostrato un effettiva utilità solo in bookkeeper. In Avro i risultati non sono stati molto incoraggianti.
- Per ottenere prestazioni migliori è consigliato utilizzare per entrambi i progetti la combinazione **No sampling-Random forest**
- Addestrare un modello con dati affetti da snoring può comportare un errore relativo sulla precisione fino a un 700%