

Progetto di

# Intelligenza artificiale

**PAC Identification of Many Good Arms in Stochastic  
Multi-Armed Bandits  
(Arghya Roy Chaudhuri, Shivaram Kalyanakrishnan)**

Samuele Ferri [1045975]

a.a. 2019-2020 (Sessione di settembre)



Università degli studi di Bergamo  
Scuola di Ingegneria  
Corso di laurea magistrale in Ingegneria Informatica  
v 0.0.1



# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1	Abstract . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Contesto</b>	<b>3</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>11</b>



# 1 Introduzione

In questo progetto verrà analizzato approfonditamente il paper «*PAC Identification of Many Good Arms in Stochastic Multi-Armed Bandits*» pubblicato da Arghya Roy Chaudhuri e Shivaram Kalyanakrishnan a inizio 2019.

Nella prossimo paragrafo verrà presentato brevemente il contenuto sottoforma di abstract.

Nel capitolo 2 verrà descritto il contesto in cui si colloca il lavoro, quale è il problema trattato e quali sono i possibili scenari applicativi.

Nel capitolo 2 verranno descritti e commentati i lavori precedenti in merito allo stesso problema. Oltre ai lavori citati nei "related works" e nei riferimenti bibliografici del lavoro analizzato verranno descritti anche altri lavori presenti nella letteratura che sono correlati al problema analizzato. Inoltre, verranno elencate anche quali delle tecniche viste in classe potrebbero essere utilizzate per risolvere il problema in analisi.

Nel capitolo 2 verrà descritto dettagliatamente il lavoro presentato nel paper comprese le proprietà teoriche usate.

Nel capitolo 2 verranno descritti e replicati gli esperimenti svolti nel paper; non essendoci codice è stato richiesto di limitarsi a replicare gli esperimenti presenti nel paper senza farne di nuovi.

Nel capitolo 2 verranno elencate le conclusioni sulle proprietà teoriche e sperimentali del metodo analizzato nel paper ed eventuali scenari applicativi nella vita reale.

Nel capitolo 2 verranno fatte delle considerazioni personali sull'impatto che questo progetto ha avuto sia in ambito universitario/lavorativo che nella quotidianità.

Infine sono presenti anche i riferimenti bibliografici citati nell'elaborato.

## 1.1 Abstract

Nell'ambito PAC<sup>1</sup> verrà considerato il problema di identificare un numero  $k$  qualsiasi tra i migliori  $m$  bracci in un  $n$ -armed stochastic multi-armed bandit. Questo particolare problema generalizza sia il problema della "migliore selezione del sottoinsieme" [KS10] sia quello della selezione di "uno dei migliori  $m$ -bracci" [CK17]. In applicazioni come il crowdsourcing e la progettazione di farmaci, identificare una singola buona soluzione spesso non è sufficiente. Inoltre, trovare il sottoinsieme migliore potrebbe essere difficile a causa della presenza di molte soluzioni indistinguibilmente vicine. La generalizzazione di identificare esattamente  $k$  bracci dai migliori  $m$ , dove  $1 \leq k \leq m$ , serve come alternativa più efficace. Verrà presentato un limite inferiore alla complessità del caso peggiore per il generico  $k$  e un algoritmo PAC completamente sequenziale molto più efficiente in casi semplici. Inoltre, estendendo l'analisi a *infinite-armed bandit*, verrà presentato un algoritmo PAC che è indipendente da  $n$ , che identifica un braccio dalla migliore frazione  $\rho$  di bracci usando al massimo un numero (polinomiale-logaritmico) addizionale di campioni rispetto al limite inferiore, migliorando così rispetto a [CK17] e [Azi+18]. Il problema di identificare  $k > 1$  bracci distinti dalla frazione  $\rho$  migliore non è sempre ben definito; per una classe speciale di questo problema verranno presentati i limiti inferiore e superiore. Infine, attraverso una riduzione, verrà stabilita una relazione tra i limiti superiori per il problema "uno dei migliori  $\rho$ " per istanze infinite e quello "uno dei migliori  $m$ " per le istanze finite. Verrà ipotizzato che sia più efficiente risolvere istanze "piccole" finite usando quest'ultima formulazione, piuttosto che passare attraverso la prima.

---

<sup>1</sup>Probably Approximately Correct Learning: nella teoria dell'apprendimento computazionale, l'apprendimento approssimativamente corretto (PAC) è un framework per l'analisi matematica del machine learning proposto nel 1984 da Leslie Valiant. In questo framework, il learner riceve campioni e deve selezionare una funzione di generalizzazione (chiamata ipotesi) da una certa classe di possibili funzioni. L'obiettivo è che, con alta probabilità, la funzione selezionata avrà un errore di generalizzazione basso. Il learner deve essere in grado di apprendere il concetto dato qualsiasi rapporto di approssimazione arbitrario, probabilità di successo o distribuzione dei campioni.

## 2 Contesto



Figura 2.1: XXXXX





# **Elenco degli algoritmi**



## **Elenco dei listati**



# Elenco delle figure

2.1	XXXXX . . . . .	3
-----	-----------------	---



# Bibliografia

- [Azi+18] Maryam Aziz et al. *Pure Exploration in Infinitely-Armed Bandit Models with Fixed-Confidence*. 2018. arXiv: 1803.04665 [stat.ML].
- [CK17] Arghya Roy Chaudhuri e Shivaram Kalyanakrishnan. “PAC identification of a bandit arm relative to a reward quantile”. In: *Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence*. 2017.
- [KS10] Shivaram Kalyanakrishnan e Peter Stone. “Efficient Selection of Multiple Bandit Arms: Theory and Practice.” In: *ICML*. Vol. 10. 2010, pp. 511–518.