



Classificazione dei bosoni elettrodeboli con una rete neurale al Large Hadron Collider

6 Novembre 2024

Candidato:
Jacopo Lancione

Relatore:
Prof. Emanuele Roberto Nocera

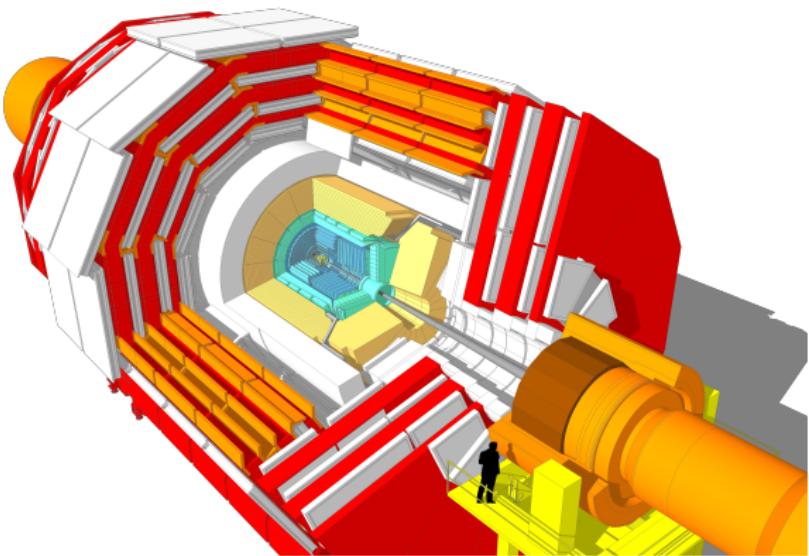
- Introduzione
 - LHC
 - Machine Learning
- Dataset
 - Decadimenti dei bosoni
 - Preprocessing
- Reti Neurali
 - Architettura e principi
 - Risultati dell'allenamento
- Conclusioni

Large Hadron Collider - CMS

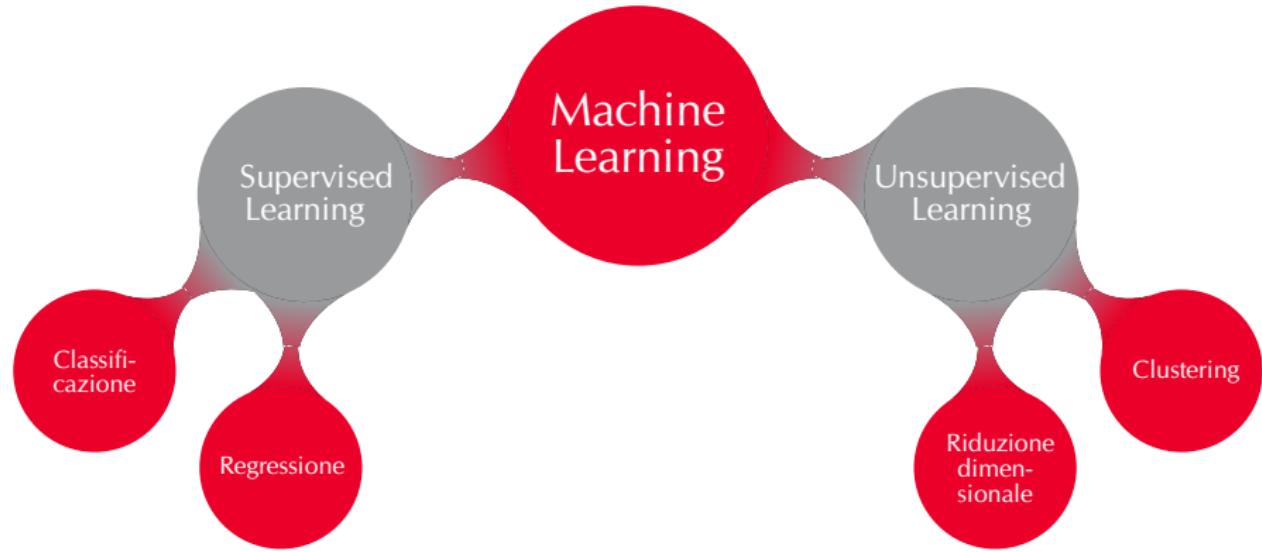


UNIVERSITÀ
DI TORINO

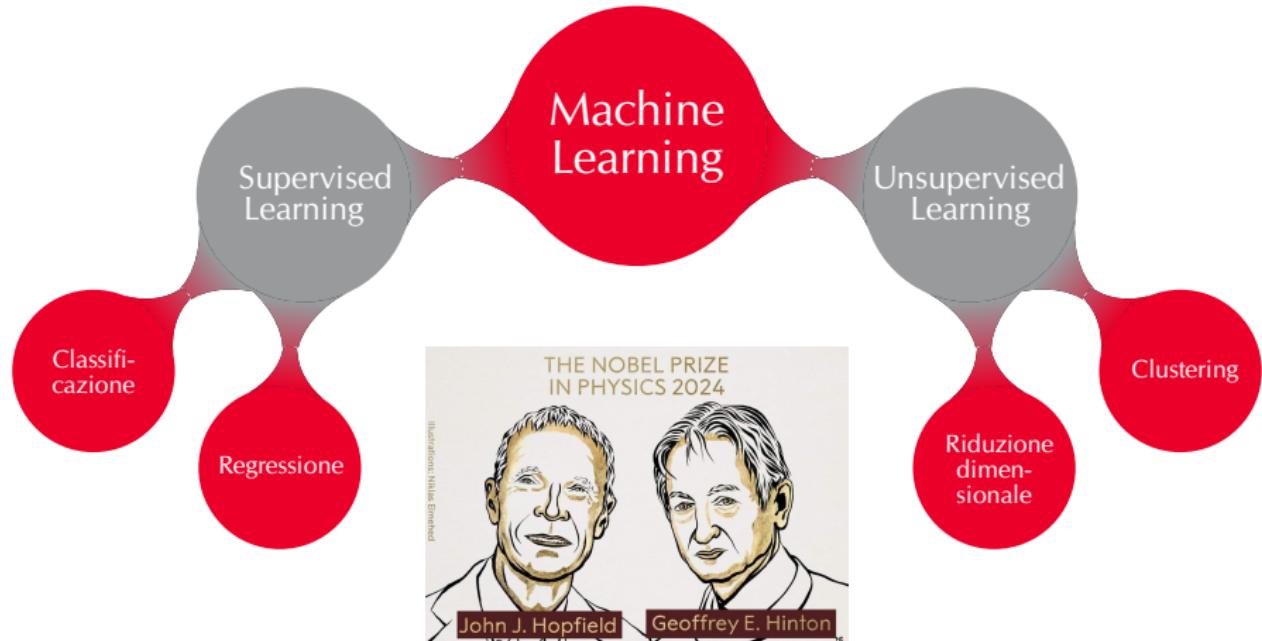
Dummy text



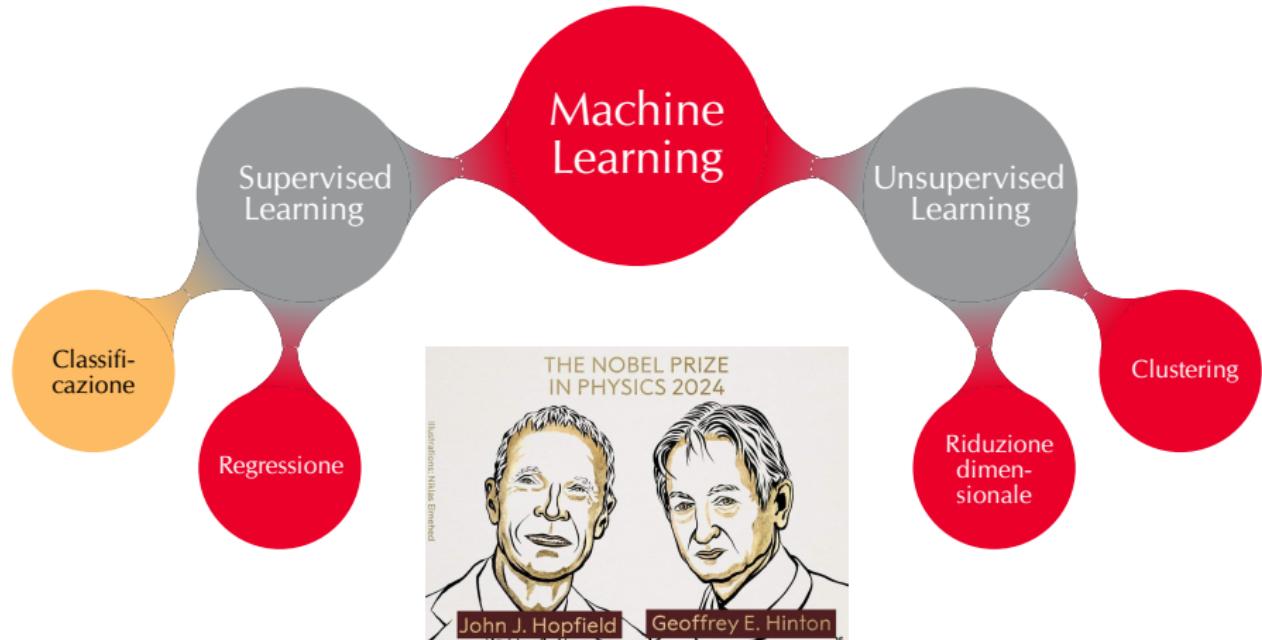
Riepilogo sul ML



Riepilogo sul ML



Riepilogo sul ML



Il Progetto di tesi



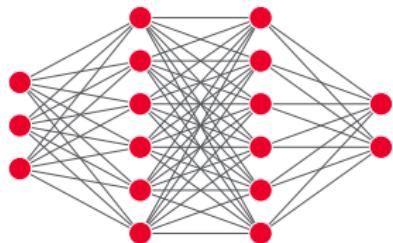
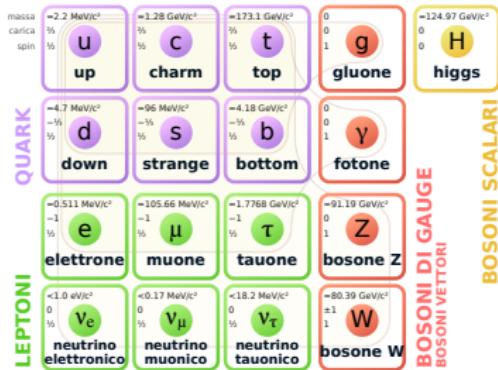
UNIVERSITÀ
DI TORINO

Classificare

Bosoni elettrodeeboli

con una

Rete neurale





UNIVERSITÀ
DI TORINO

Il Dataset

Decadimenti di Z e W



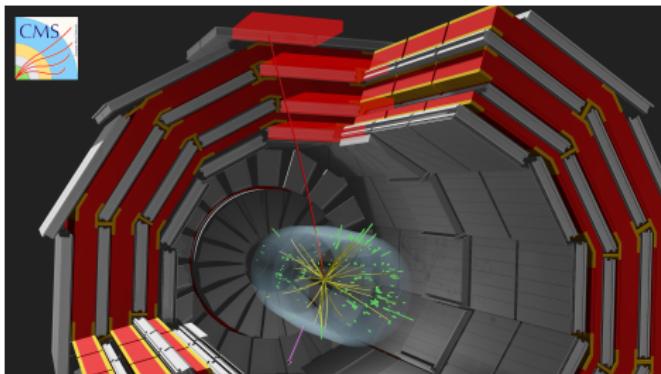
UNIVERSITÀ
DI TORINO

qua posso mettere i diagrammi di Feynman dei decadimenti, giusto per
mettere qualcosa sotto gli occhi al pubblico
drell yann, corrente carica

La struttura del dataset

Energia nel centro di massa
7 TeV

- Run
- Event
- Variabili cinematiche dei leptoni
 - momento p_t
 - rapidità η
 - angolo ϕ
- Parametri del detector iso



Datasets derived from the Run2011A:
<https://opendata.cern.ch/record/545>



Preprocessing

Qua voglio dire che ho guardato in faccia i dati (a che scopo? cercare correlazioni evidenti e sbarazzarmi di dati che potrebbero inquinare l'allenamento dla rete), ho rimosso gli outliers e poi li ho riscalati (e dicendo qsto mi collego alla slide successiva pké la ragione dl riscalamento è strettamente legata agli algoritmi)

Qua mostriamo sicuramente i pairplot (mi raccomando allora a inserirli riscalati!) che sono la cosa più indicativa Raccontiamo la storia di correlazioni evidenti che permetterebbero una facile classificazione, nel caso + semplice attraverso 1 appl lineare

I concetti da far passare sono 2: è meglio avere 1 dataset uniforme, quindi scaliamo tutto e ci sbarazziamo degli outlier, evitare di introdurre ridondanze (ie guardare in faccia i dati con pairplot) la qstione degli outlier dettagliata in slide di backup con i boxplot -> in questa maniera escono + slides (e qua posso sprecarmi con il logaritmo e lo questione dell'approccio scartato con le sigma)



Suddivisione del dataset

Dataset

Bisogna evitare di insegnare alla rete il rumore statistico dei dati

- Test per il generalisation check
- Validation per valutare l'allenamento della rete
- Train per allenare la rete



Suddivisione del dataset

T
e
s
t

Bisogna evitare di insegnare alla rete il rumore statistico dei dati

- Test per il generalisation check
- Validation per valutare l'allenamento della rete
- Train per allenare la rete



Suddivisione del dataset



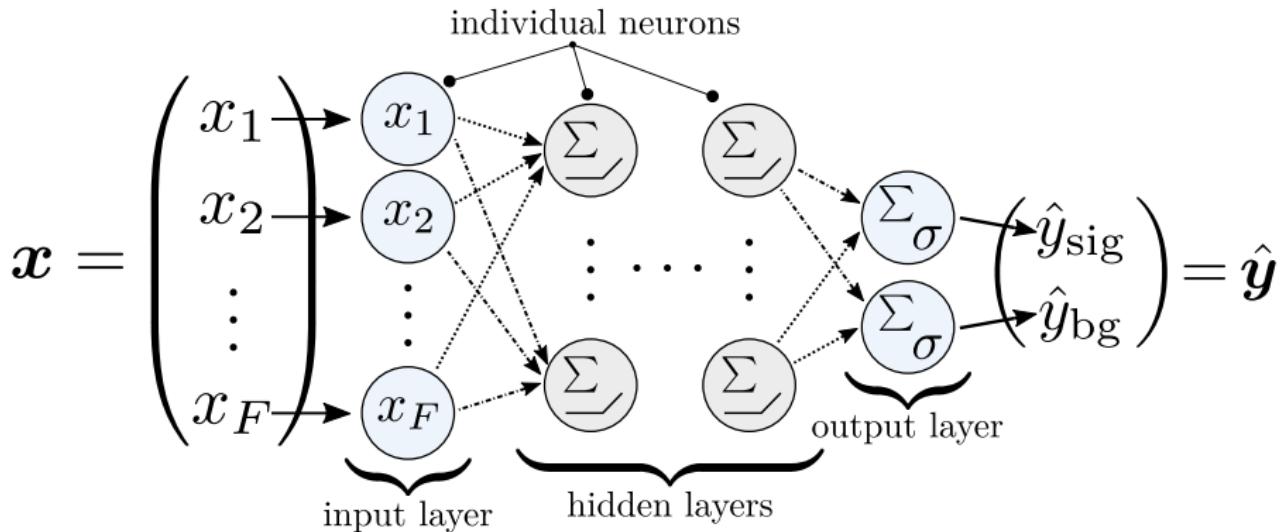
Bisogna evitare di insegnare alla rete il rumore statistico dei dati

- Test per il generalisation check
- Validation per valutare l'allenamento della rete
- Train per allenare la rete



UNIVERSITÀ
DI TORINO

Reti Neurali

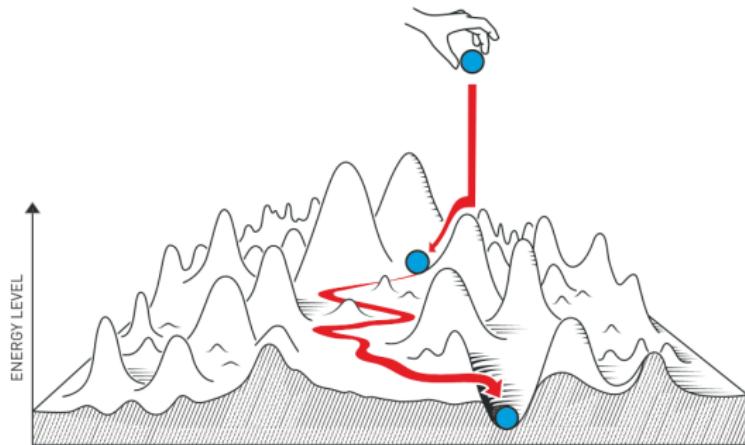


Loss function

Algoritmi di ottimizzazione



$$H(p, q) = - \sum p(x) \log q(x)$$



©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

- Gradient Descent
- RMS
- Adam
- Nadam



Risultati

E qua ci va una carrellata di rock curves che può tranquillamente occupare + slides, quali voglio scegliere come significative? Con algoritmi diversi e mostrando bene il test point



Conclusioni

- Le reti neurali si prestano molto bene a compiti di identificazione di particelle
- L'allenamento è efficace perché **generalizza** al test set
- Ho identificato una classe di **modelli equivalenti**

Ulteriori sviluppi:

- combinare i dataset rimuovendo le labels per allenare una rete a distinguere i bosoni tra loro
- utilizzare una di queste reti come modello generativo per fare simulazioni



Conclusioni

- Le reti neurali si prestano molto bene a compiti di identificazione di particelle
- L'allenamento è efficace perché **generalizza** al test set
- Ho identificato una classe di **modelli equivalenti**

Ulteriori sviluppi:

- combinare i dataset rimuovendo le labels per allenare una rete a distinguere i bosoni tra loro
- utilizzare una di queste reti come modello generativo per fare simulazioni

Grazie