

Un sistema di IA per predire la sopravvivenza  
dei neonati pretermine

Luigi Gagliardi

Dipartimento Materno-Infantile, AUSL Toscana Nord Ovest



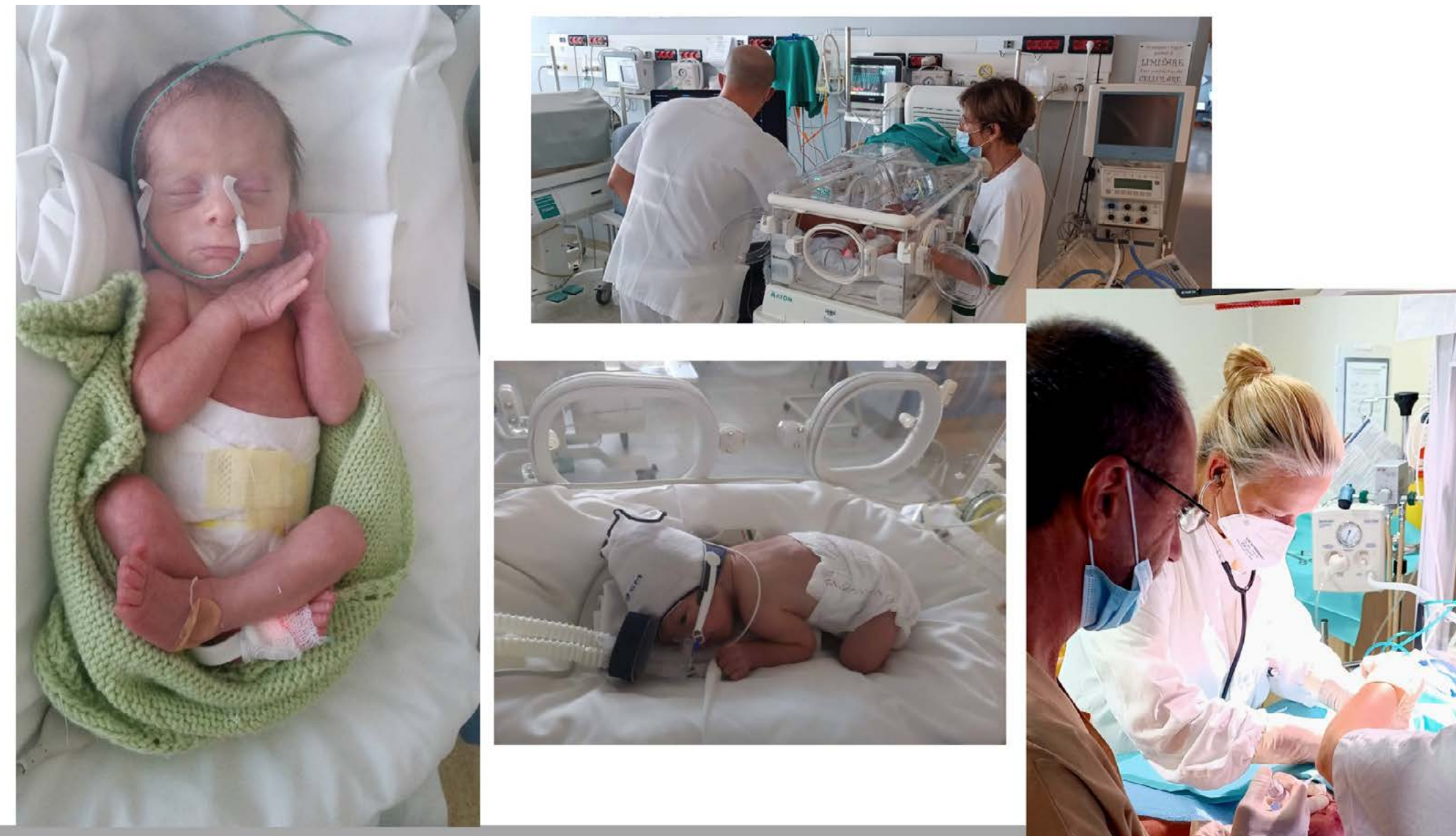


Nessun conflitto di interessi finanziario

Le opinioni che presento non rappresentano  
necessariamente quelle della AUSL Toscana Nord Ovest

## Il problema

- I nati prematuri di peso molto basso (VLBWI: < 1500 g) o di età gestazionale molto bassa (<30 settimane compiute) hanno una alta mortalità (a 24 settimane, la mortalità è circa 500 volte quella di un nato a termine)
- Rappresentano circa l'1% dei nati (cioè ora in Italia circa 4000/anno) ma contribuiscono per >50% dei morti nel primo anno di vita.
- Sono assistiti in Terapie Intensive Neonatali



- Stimare correttamente il rischio di morte serve per ricerca, programmazione dei servizi, miglioramento della qualità delle cure, ecc  
  
NON per la gestione del caso singolo
- L'approccio «classico» alla stima del rischio e al risk adjustment è l'uso di alcune variabili molto associate alla mortalità, e combinarle in score, con metodi più o meno complessi
- Al momento in cui abbiamo fatto questo studio, erano stati pubblicati 3 lavori che usavano metodi di IA

## Introduction

- **TASK:** Low Birth Weight Infants (**LBWIs**) mortality (survival) prediction
- Predictions are used to create **risk-adjusted scores** in comparison studies across Neonatal Intensive Care Units (**NICUs**).
- **DATA:** Vermont Oxford Network (**VON**) dataset, Italian cohort from 1997 to 2014



6

# SCIENTIFIC REPORTS

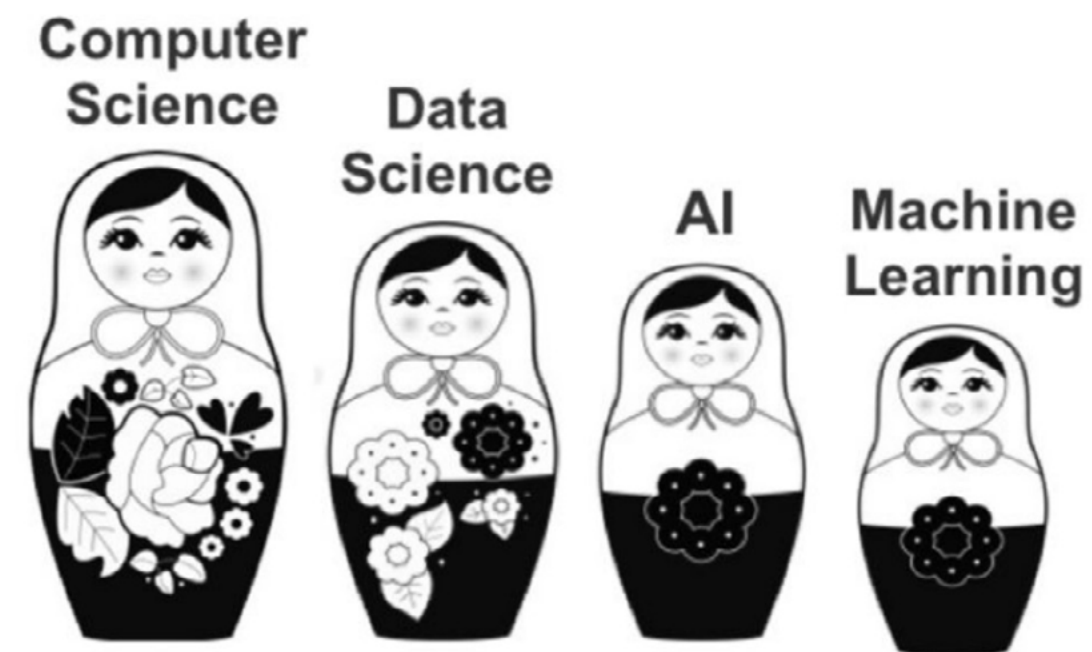
**OPEN** A machine learning approach to estimating preterm infants survival: development of the Preterm Infants Survival Assessment (PISA) predictor

1: 18 May 2018  
1: 24 August 2018  
1 online: 13 September 2018

Marco Podda<sup>1</sup>, Davide Bacciu<sup>1</sup>, Alessio Micheli<sup>1</sup>, Roberto Bellù<sup>2,3</sup>, Giulia Placidi<sup>4</sup> & Luigi Gaqliardi<sup>3,4</sup>

Citato finora 68 volte (14/anno), vs un IF della rivista = 4.6

## Where is machine learning?





VOL. LIX. No. 236.]

[October, 1950

MIND  
A QUARTERLY REVIEW  
OF  
PSYCHOLOGY AND PHILOSOPHY

I.—COMPUTING MACHINERY AND  
INTELLIGENCE

By A. M. TURING

1. *The Imitation Game.*

I PROPOSE to consider the question, 'Can machines think?' This should begin with definitions of the meaning of the terms 'machine' and 'think'. The definitions might be framed so as to reflect so far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous. If the meaning of the words 'machine' and 'think' are to be found by examining how they are commonly used it is difficult to escape the conclusion that the meaning

## Arthur Samuel - 1959

In 1959, Arthur Samuel published a paper in the IBM Journal of Research and Development with an intriguing and obscure title - "Some Studies in **Machine Learning** Using the Game of Checkers".

The paper aimed *"to verify the fact that a computer can be programmed so that it will learn to play a better game of checkers than can be played by the person who wrote the program."*

Samuel did not invent the term "machine learning" - but he is credited as the first to give it the meaning we employ today.

Courtesy G Gigante, ISS

## Metodi

- Finalità: stimare la mortalità dei singoli casi (osservata = 12.2%)
- Usate 8 e poi 14 variabili (features) dal database del Vermont-Oxford network disponibili alla nascita: Peso, Età gestazionale, circ cranica, sesso, gemellarità, cure prenatali, etnia materna, steroidi prenatali, coriomnionite, preeclampsia, tipo di parto, Apgar a 1 e 5'
- Nel training set (2008-2014) usati 23700 casi
- Nel test set (2015-2016) 5800 casi
- Usati numerosi metodi di machine learning vs modelli (logistici) pubblicati e ex-novo

Objective: improve performances

**VON RISK ADJUSTMENT**

- Logistic Regression
- 20 years of development
- uses features collected immediately after birth

VS

**POOL OF MACHINE LEARNING MODELS**

- Logistic Regression (LR)
- k-Nearest Neighbors (KNN)
- Support Vector Machines (SVM)
- Random Forests (RF)
- Gradient Boosting Machines (GBM)
- Neural Networks (NN)

Target: mortality 28 days after discharge

**CAN WE IMPROVE VON-RA PERFORMANCE?**

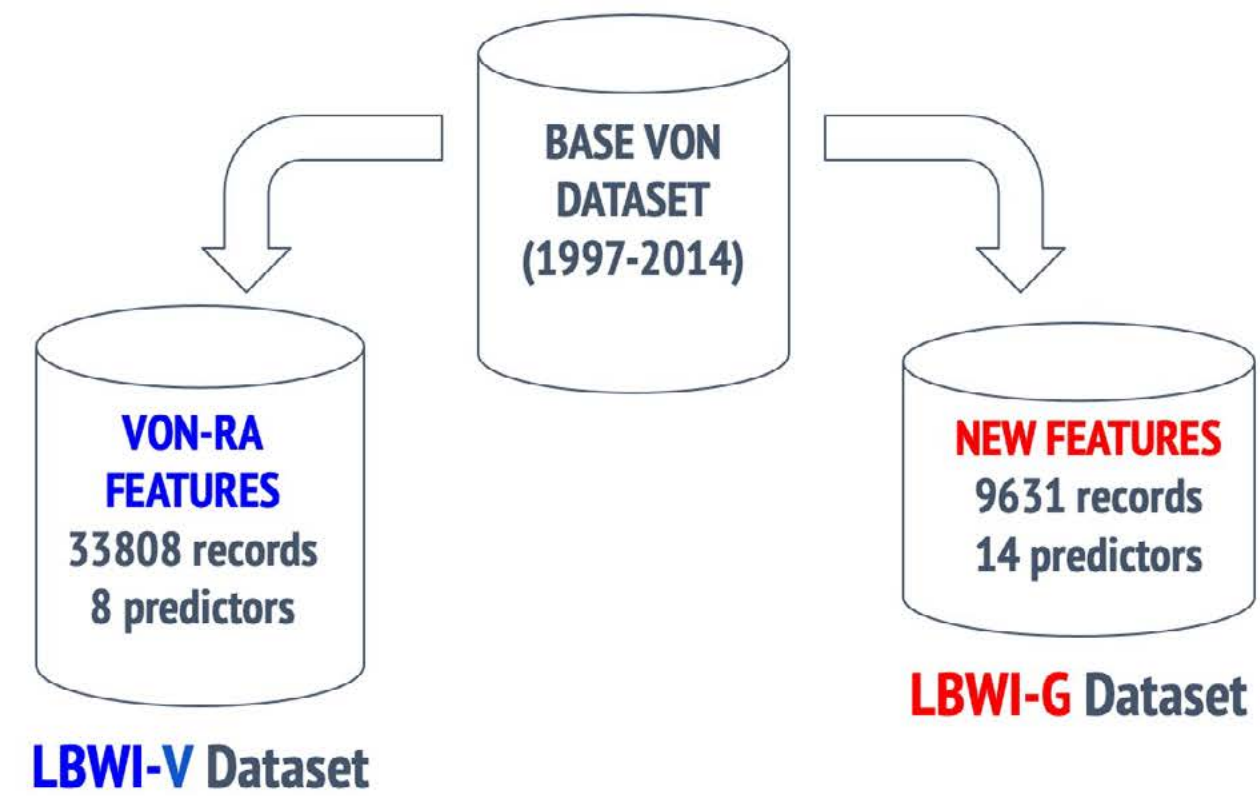
12

Objective: evaluate new set of features

Neonatologists support team suggested a set of new features

They comprise:

- VON-RA features
- features regarding the mother (administered treatments, preterm pathologies diagnoses)



**HOW WELL NEW FEATURES PERFORM ON THE TASK?**

13

## Modeling Methodology (cont.)

All the models were tested **out-of-sample** using test dataset regarding infants born in **2015**

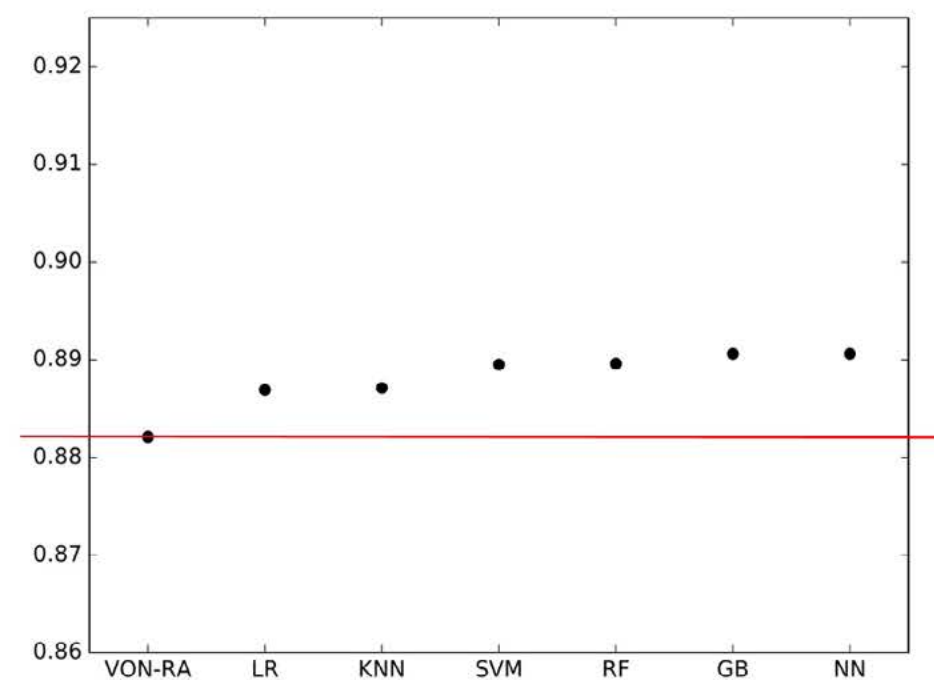
- new data received later
- not used for model building/evaluation
- useful to get a sense of the true generalization of the models

To add statistical support to the results, we performed **hypothesis testing**

- **DeLong's test** for correlated ROC curves (DeLong, 1988)
- Detects if the difference between two ROC curves is significant (0.05 significance level)

## Supervised learning with VON-RA features (LBWI-V)

Out-of-sample results on 2015 test dataset



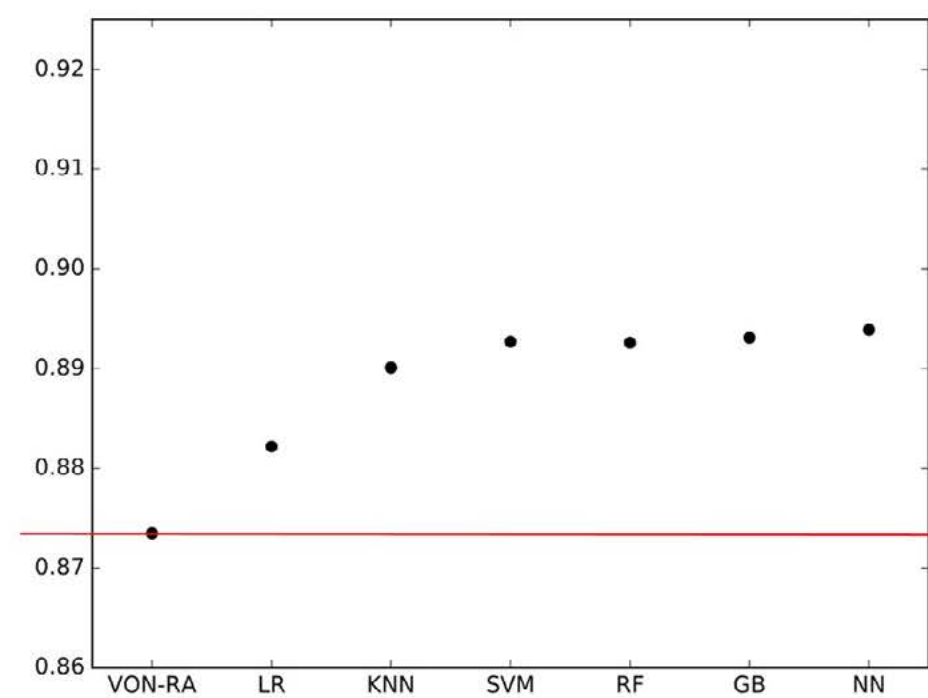
Are these results statistically significant?

	LR	KNN	SVM	RF	GB	NN
VON-RA	0.0205	0.1640	0.0114	0.0261	0.0193	0.0073
LR		0.9634	0.1217	0.2610	0.0798	0.0996
KNN			0.3405	0.1825	0.1225	0.1275
SVM				0.9371	0.4621	0.5318
RF					0.4333	0.5532
GB						0.9560

Differences in AUC-ROC **are** significant for every model (except KNN) wrt VON-RA

## Supervised learning with new features (LBWI-G)

Out-of-sample results on 2015 test dataset

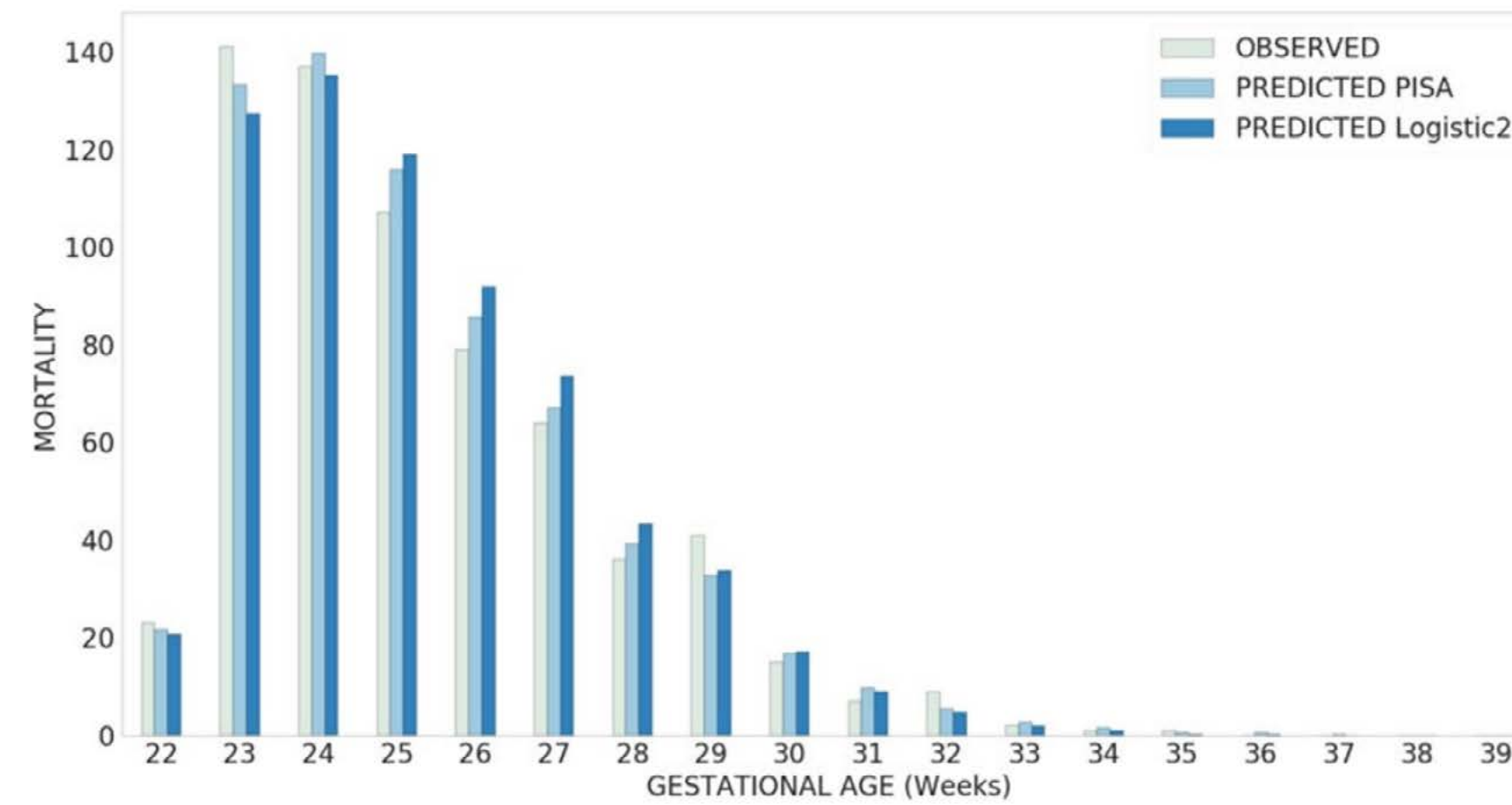


Are these results statistically significant?

	LR	KNN	SVM	RF	GB	NN
VON-RA	0.1066	0.0013	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
LR		0.0573	0.0113	0.0294	0.0132	0.0020
KNN			0.2830	0.3608	0.2874	0.1195
SVM				0.9358	0.8291	0.5382
RF					0.7362	0.6324
GB						0.7633

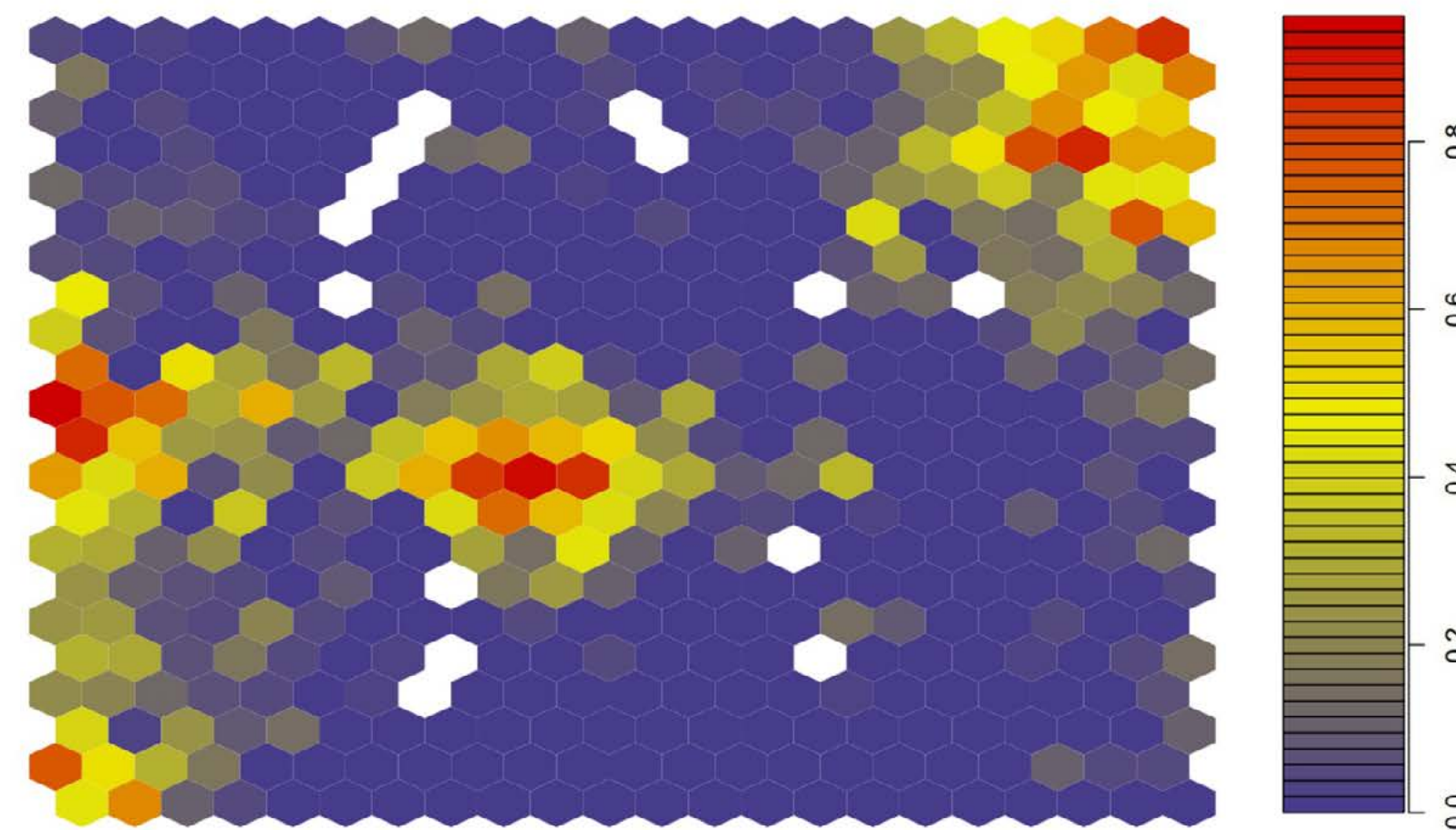
LR vs VON-RA: **not significant**  
 Rest of models vs VON-RA: **significant**  
 Rest of models vs LR: **significant**  
 (kNN falls slightly off significance)



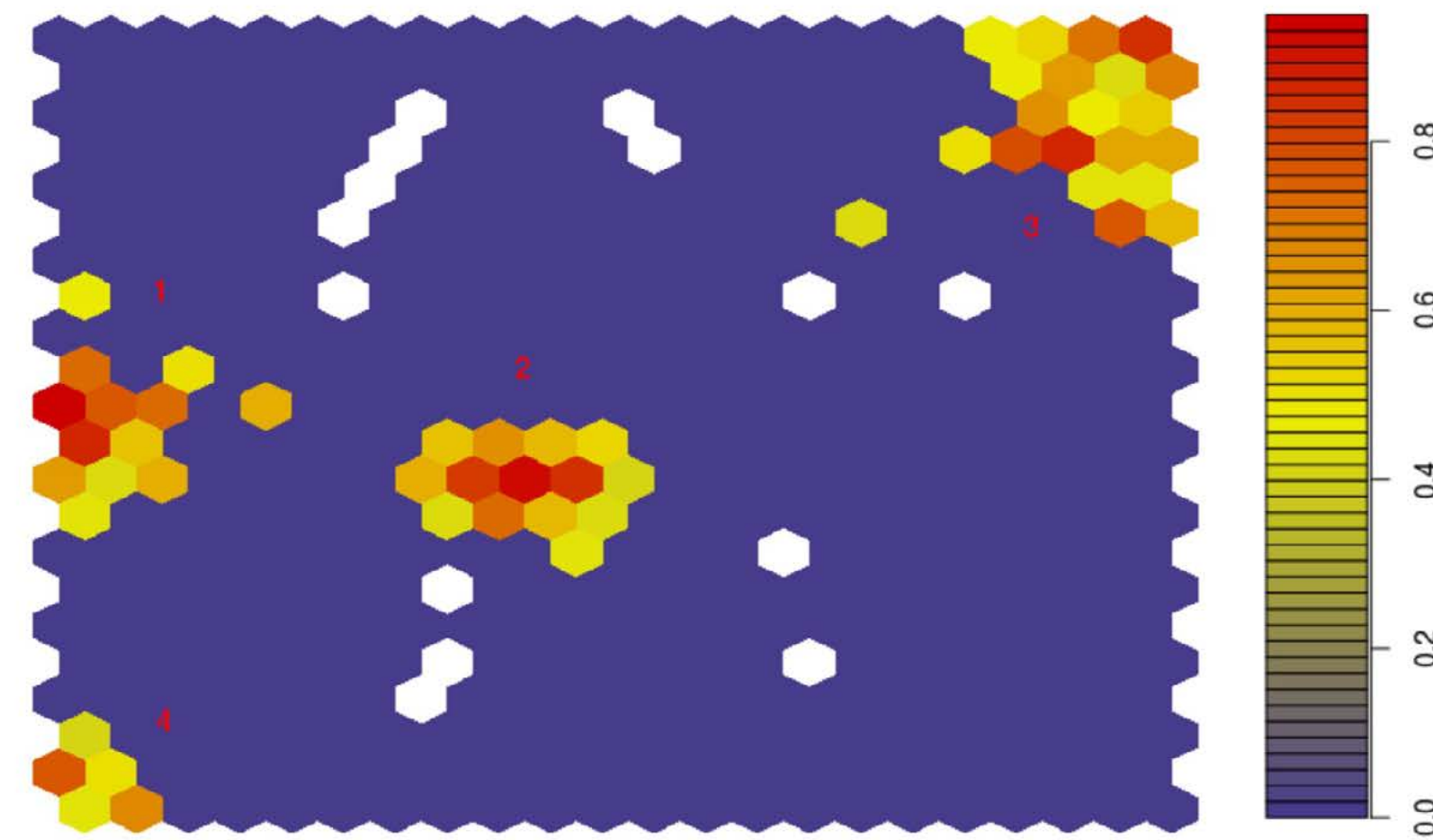


Una esplorazione dei dati:

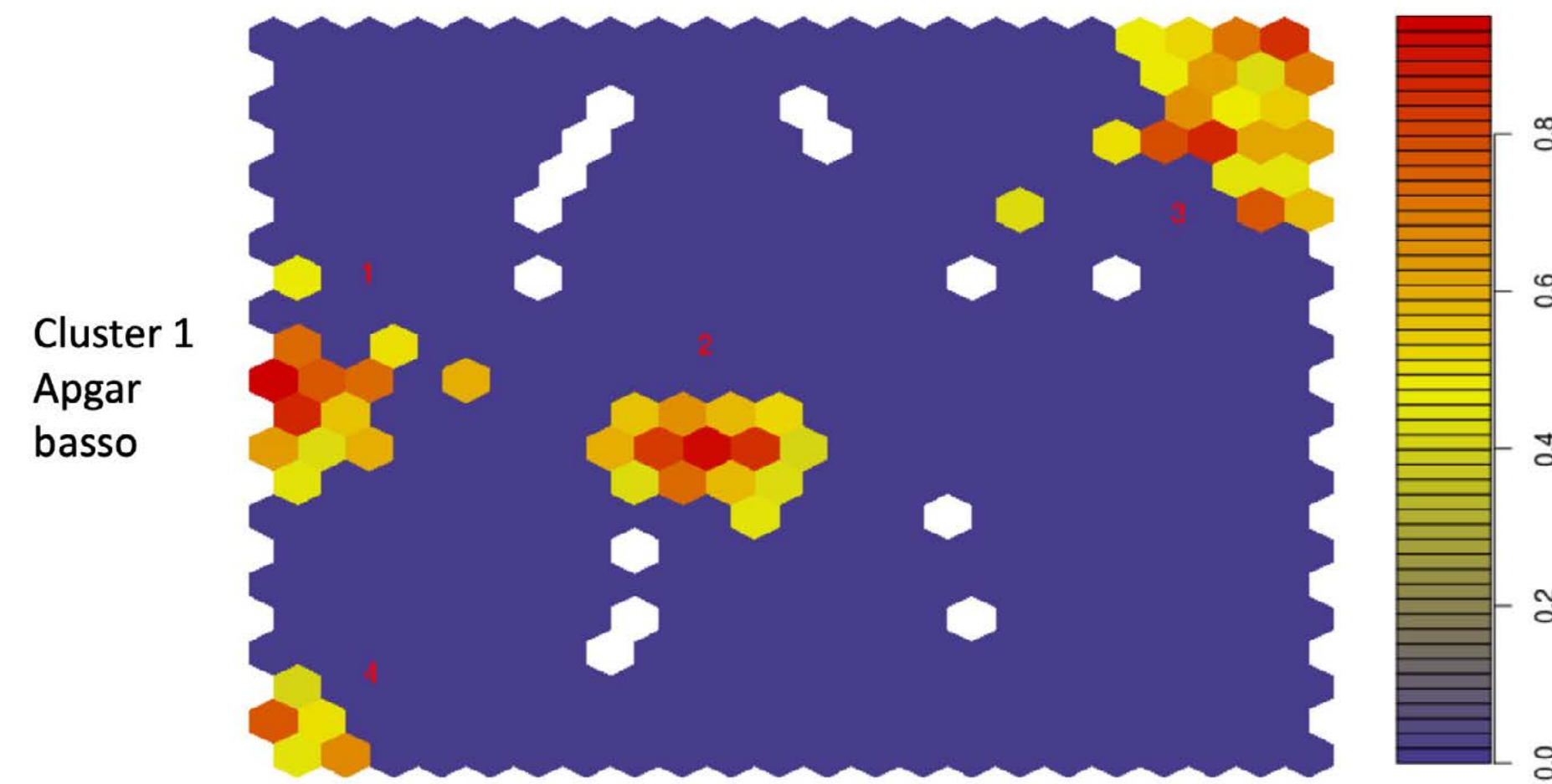
Unsupervised learning: self organizing maps (rischio di morte)



Unsupervised learning: self organizing maps (rischio di morte)



Unsupervised learning: self organizing maps (rischio di morte)



L'identikit del neonato-tipo di ciascun cluster è:

- 1: neonati più grandi, singoli, outborn, brutto apgar, no steroidi, morte precoce
- 2: tutti gemelli, apgar brutto, morte precoce
- 3: gemelli, rischio VON più basso, nati bene, profilassati, cresciuti bene, morte più tardiva
- 4: singoli SGA ipertesi, nati discretamente, max rischio predetto VON, morte tardiva

## Machine Learning: Quali vantaggi?

Più efficiente nella predizione  
Usa meglio i dati, spr in condizioni complesse  
Può aiutare a identificare pattern complessi (con interazioni e non-linearità)

## Quali problemi?

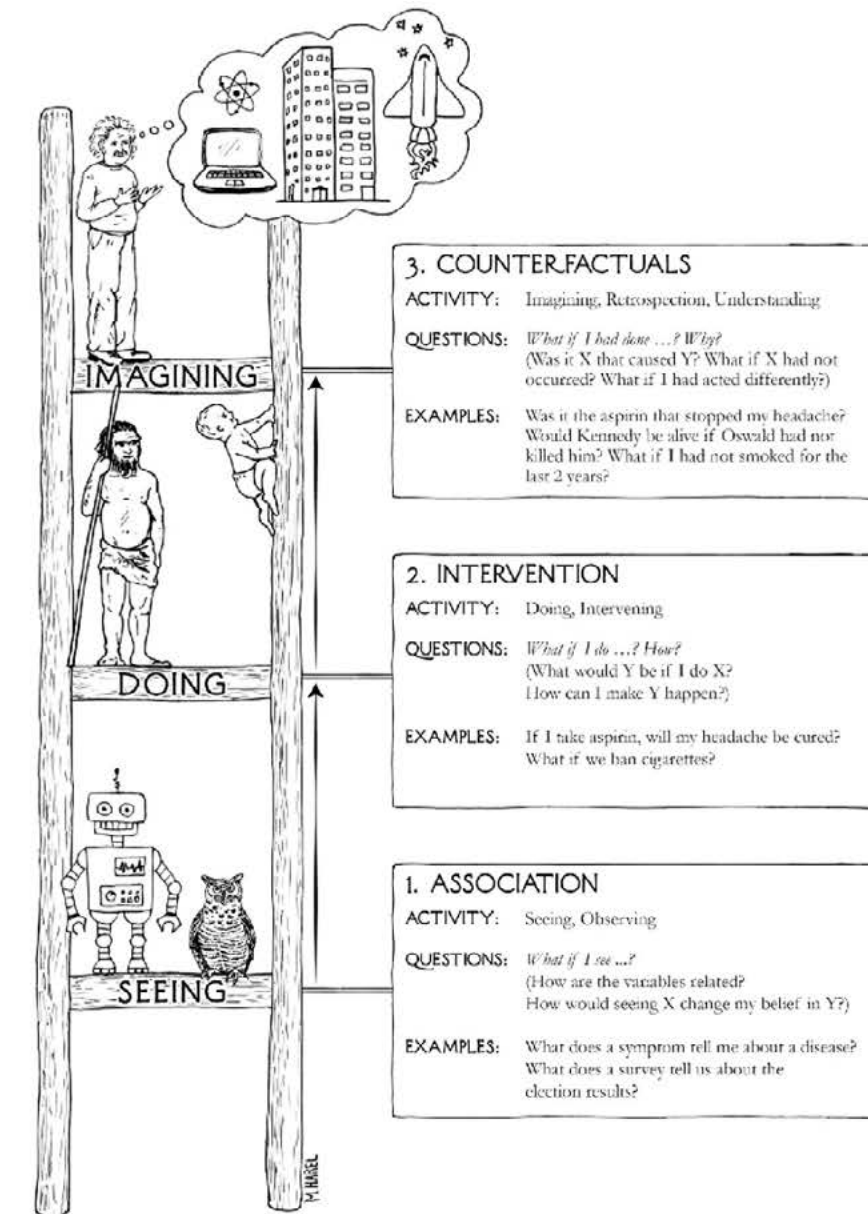
Black box  
Richiede molti dati  
Fuori dal controllo dell'utente finale  
Solo discriminativo/predittivo (non causale)



**The ladder of causation**

Seeing - association  
 Doing - intervention  
 Imagining - counterfactuals

Judea Pearl  
 The book of why



That's all,  
Folks!



luigi.gagliardi@uslnordovest.toscana.it

### **Delitti in materia di violazione del diritto d'autore (Art. 25-novies, D.Lgs. n. 231/2001) [articolo aggiunto dalla L. n. 99/2009]**

- Messa a disposizione del pubblico, in un sistema di reti telematiche, mediante connessioni di qualsiasi genere, di un'opera dell'ingegno protetta, o di parte di essa (art. 171, legge n.633/1941 comma 1 lett. a) bis)
- Reati di cui al punto precedente commessi su opere altrui non destinate alla pubblicazione qualora ne risulti offeso l'onore o la reputazione (art. 171, legge n.633/1941 comma 3)
- Abusiva duplicazione, per trarne profitto, di programmi per elaboratore; importazione, distribuzione, vendita o detenzione a scopo commerciale o imprenditoriale o concessione in locazione di programmi contenuti in supporti non contrassegnati dalla SIAE; predisposizione di mezzi per rimuovere o eludere i dispositivi di protezione di programmi per elaboratori (art. 171-bis legge n.633/1941 comma 1)
- Riproduzione, trasferimento su altro supporto, distribuzione, comunicazione, presentazione o dimostrazione in pubblico, del contenuto di una banca dati; estrazione o reimpiego della banca dati; distribuzione, vendita o concessione in locazione di banche di dati (art. 171-bis legge n.633/1941 comma 2)
- Abusiva duplicazione, riproduzione, trasmissione o diffusione in pubblico con qualsiasi procedimento, in tutto o in parte, di opere dell'ingegno destinate al circuito televisivo, cinematografico, della vendita o del noleggio di dischi, nastri o supporti analoghi o ogni altro supporto contenente fonogrammi o videogrammi di opere musicali, cinematografiche o audiovisive assimilate o sequenze di immagini in movimento; opere letterarie, drammatiche, scientifiche o didattiche, musicali o drammatico musicali, multimediali, anche se inserite in opere collettive o composite o banche dati; riproduzione, duplicazione, trasmissione o diffusione abusiva, vendita o commercio, cessione a qualsiasi titolo o importazione abusiva di oltre cinquanta copie o esemplari di opere tutelate dal diritto d'autore e da diritti connessi; immissione in un sistema di reti telematiche, mediante connessioni di qualsiasi genere, di un'opera dell'ingegno protetta dal diritto d'autore, o parte di essa (art. 171-ter legge n.633/1941)
- Mancata comunicazione alla SIAE dei dati di identificazione dei supporti non soggetti al contrassegno o falsa dichiarazione (art. 171-septies legge n.633/1941)
- Fraudolenta produzione, vendita, importazione, promozione, installazione, modifica, utilizzo per uso pubblico e privato di apparati o parti di apparati atti alla decodificazione di trasmissioni audiovisive ad accesso condizionato effettuate via etere, via satellite, via cavo, in forma sia analogica sia digitale (art. 171-octies legge n.633/1941).

**[Torna all'inizio](#)**