

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI

Lezioni Lincee di Science Informatiche

24 Febbraio 2017

Fabio Stella

Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione

Università di Milano-Bicocca



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



Ronald Harry Coase
(Dec 29, 1910 – Sep 2, 2013)

“If you torture the data enough, nature will always confess.”



CONOSCENZA

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI

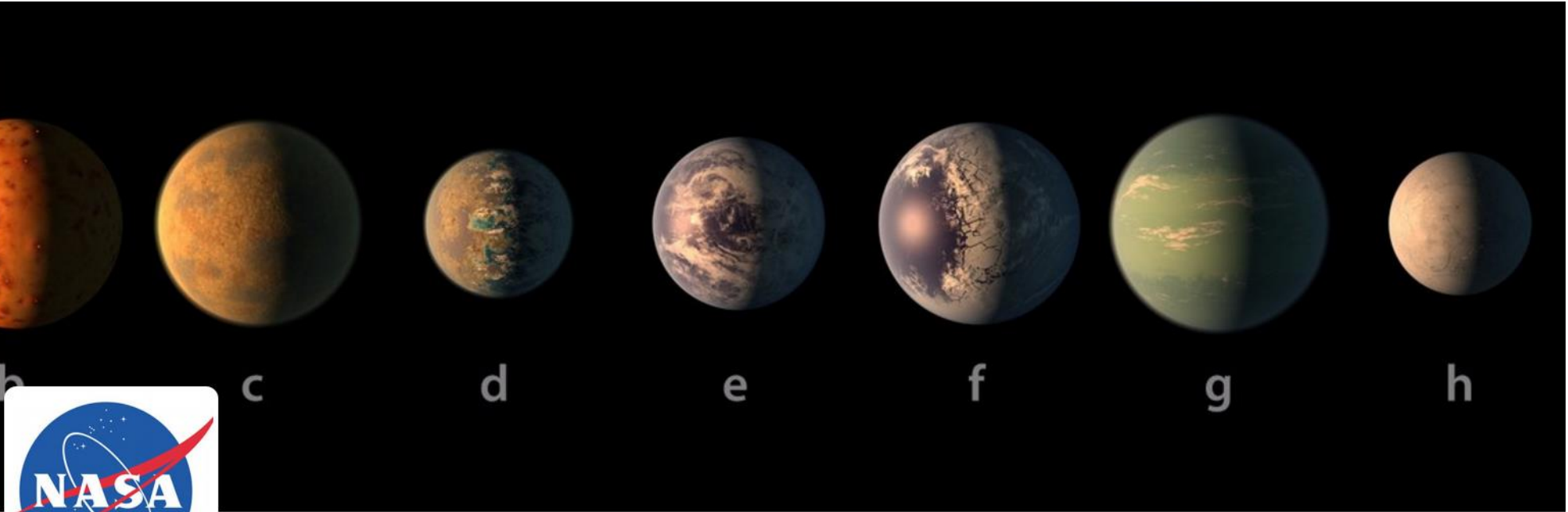
Home Notifiche Messaggi



Cerca su Twitter



Tweet



TWEET
46000

FOLLOWING
263

FOLLOWER
22 Mln

MI PIACE
2.282

LISTE
9

MOMENTI
8



Segui

NASA ✓
@NASA

Explore the universe and discover our home planet with @NASA. We usually post in EDT (UTC-4).

nasa.gov

Iscritto a dicembre 2007

Twitta a

Conosci 1 follower



Tweet Tweet e risposte Contenuti



NASA @NASA · 2 h

Roman gods & their mythological underworld: @IAU_org & @NASANewHorizons agree on themes for naming Pluto's features: go.nasa.gov/2IA3FFi

Traduci dalla lingua originale: inglese



Chi seguire · Aggiorna · Visualizza tutto



RecSysChallenge @recsy... X

Segui



Karen Bellin @airviewing X

Segui



TechCrunch @TechCrun... X

Segui

Trova amici

Tendenze · Modifica

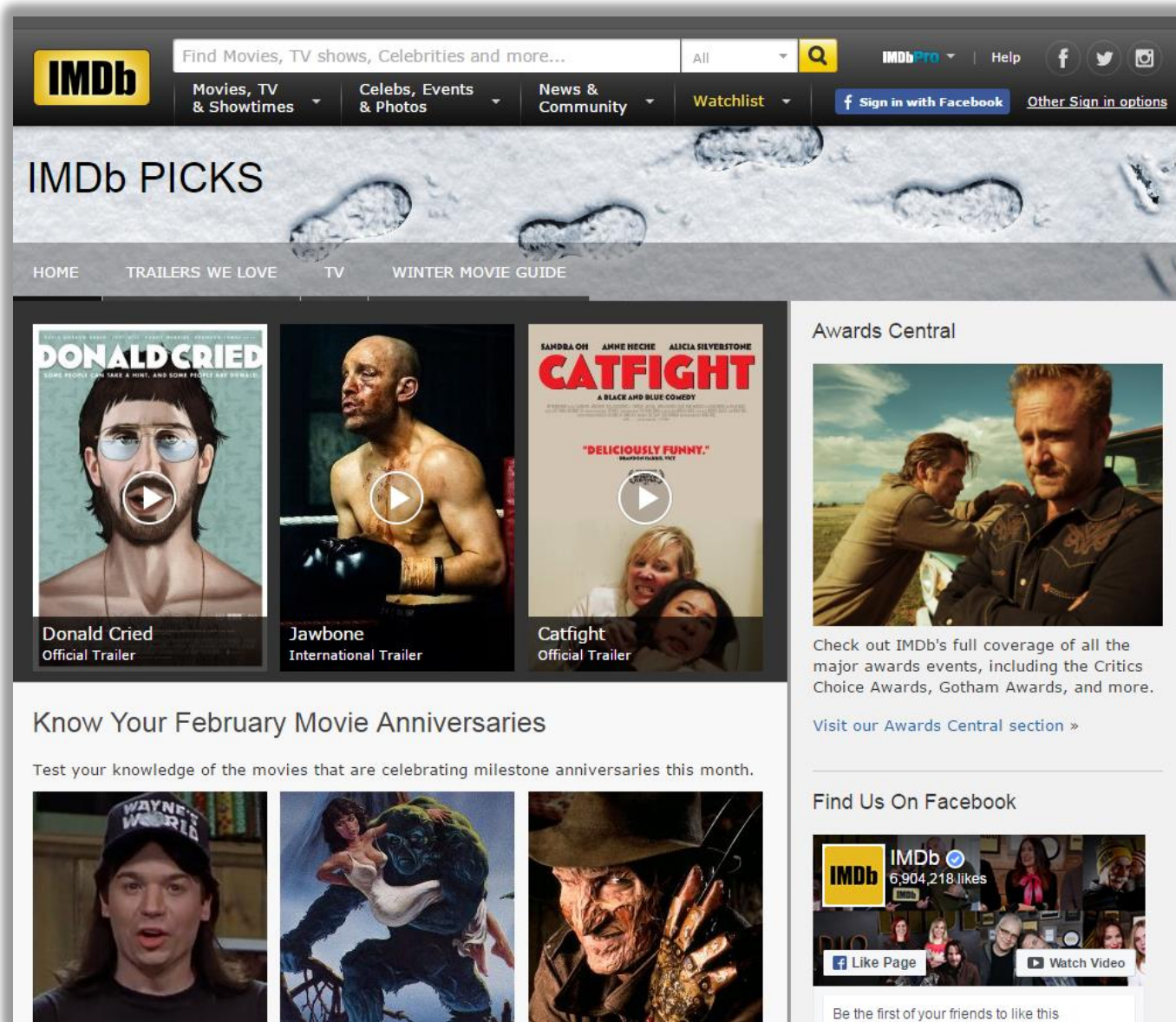
#FordSocialHome

1 067 Tweets

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI

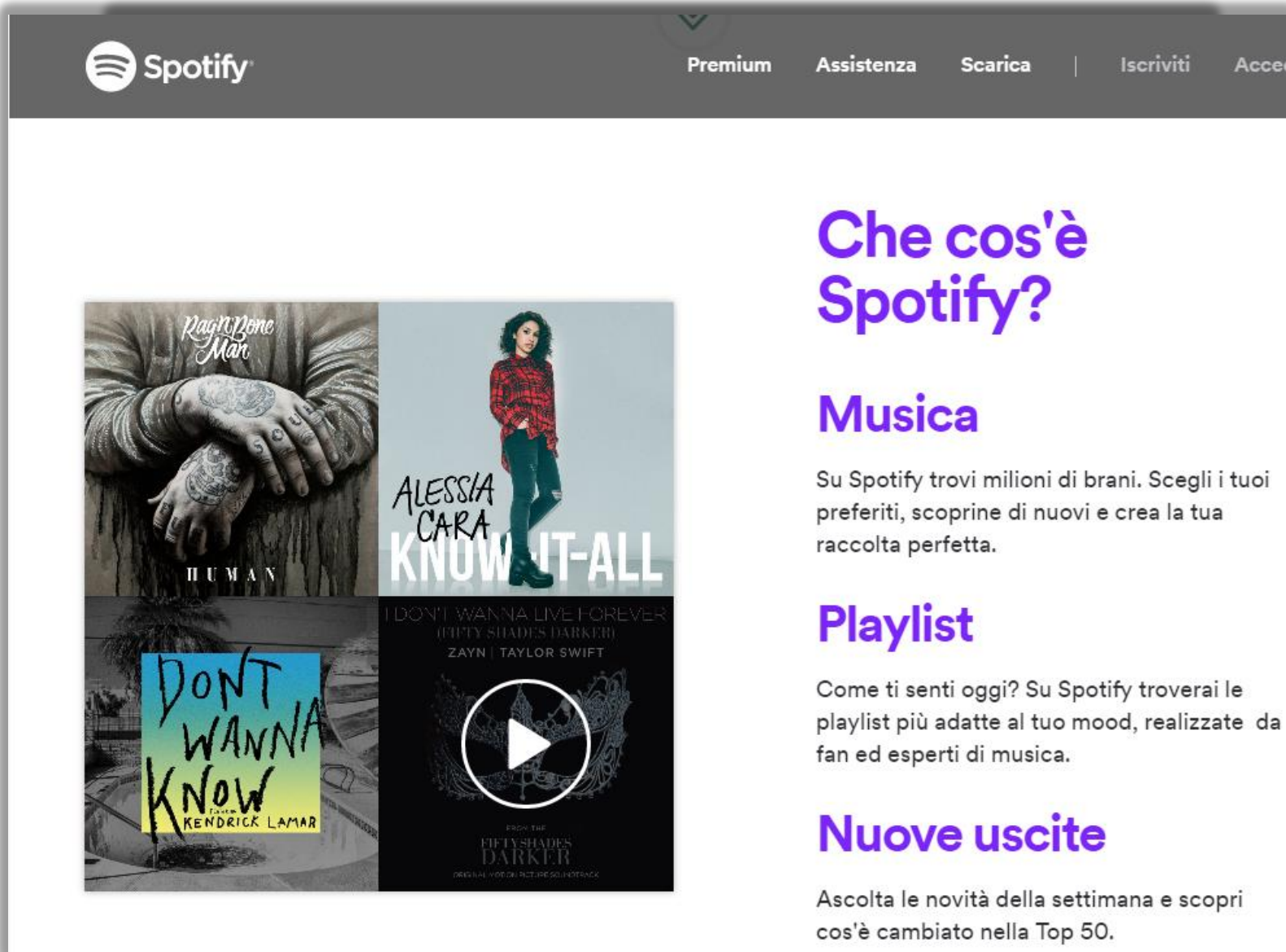


The screenshot shows the IMDb website interface. At the top is a search bar with the text "Find Movies, TV shows, Celebrities and more...". Below the search bar are navigation links for "Movies, TV & Showtimes", "Celebs, Events & Photos", "News & Community", and "Watchlist". There are also social media links for "Sign in with Facebook" and "Other Sign in options". The main content area features "IMDb PICKS" with a background image of footprints in snow. Below this are three movie trailers: "Donald Cried", "Jawbone", and "Catfight". To the right is the "Awards Central" section with a video player and text about awards coverage. At the bottom left is the "Know Your February Movie Anniversaries" section with three movie stills. At the bottom right is the "Find Us On Facebook" section with a Facebook profile card for IMDb.

**TARGET
MARKETING**



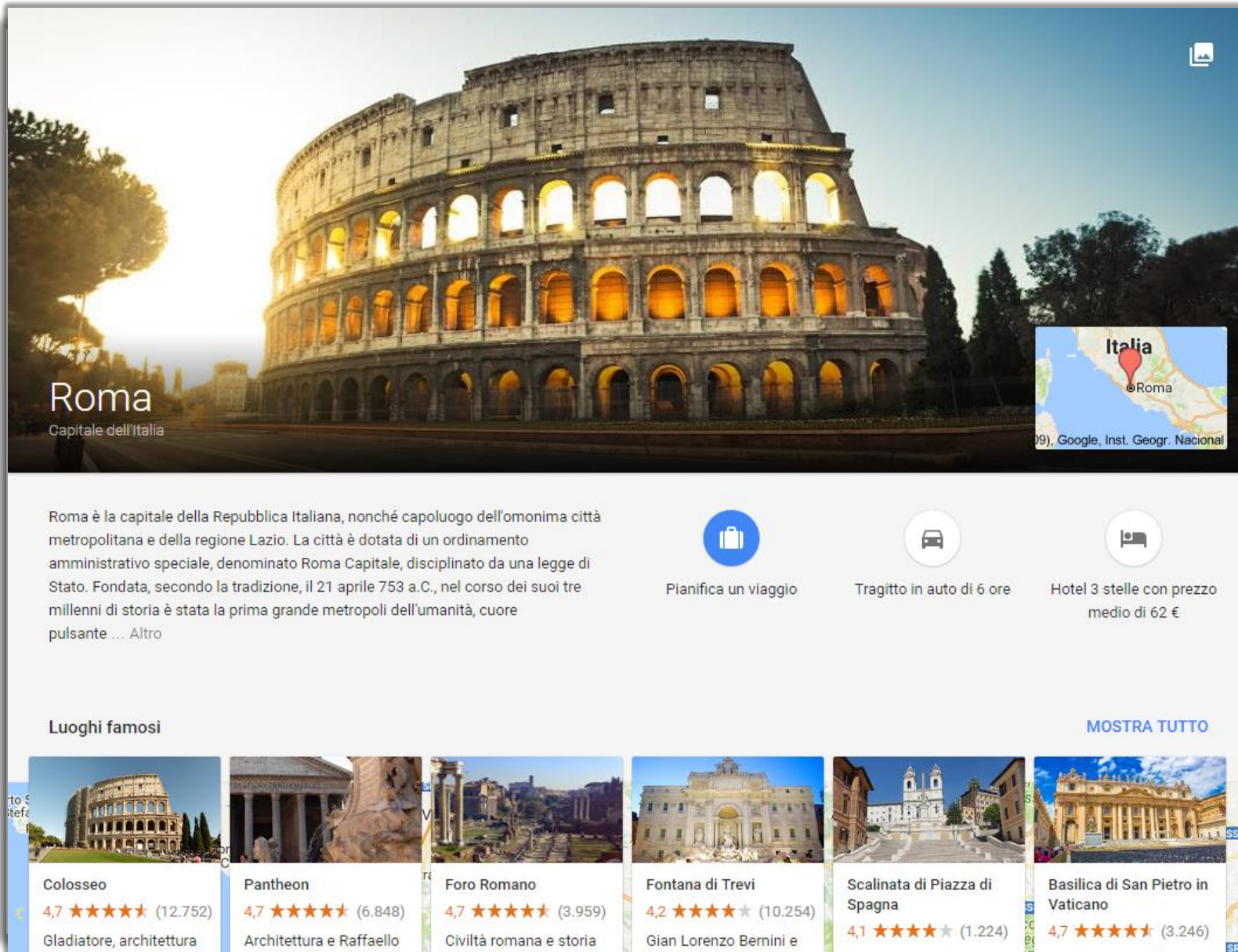
MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



**TARGET
MARKETING**





MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI




Roma
Capitale dell'Italia

Roma è la capitale della Repubblica Italiana, nonché capoluogo dell'omonima città metropolitana e della regione Lazio. La città è dotata di un ordinamento amministrativo speciale, denominato Roma Capitale, disciplinato da una legge di Stato. Fondata, secondo la tradizione, il 21 aprile 753 a.C., nel corso dei suoi tre millenni di storia è stata la prima grande metropoli dell'umanità, cuore pulsante ... Altro






 Pianifica un viaggio

 Tragitto in auto di 6 ore

 Hotel 3 stelle con prezzo medio di 62 €

Luoghi famosi

[MOSTRA TUTTO](#)

Colosseo	Pantheon	Foro Romano	Fontana di Trevi	Scalinata di Piazza di Spagna	Basilica di San Pietro in Vaticano
					
4,7 ★★★★★ (12.752)	4,7 ★★★★★ (6.848)	4,7 ★★★★★ (3.959)	4,2 ★★★★★ (10.254)	4,1 ★★★★★ (1.224)	4,7 ★★★★★ (3.246)
Gladiatore, architettura	Architettura e Raffaello	Civiltà romana e storia	Gian Lorenzo Bernini e		

**TARGET
MARKETING**



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI

tripadvisor ITALIA I migliori ristoranti a Milano, Italia

Scrivi una recensione REGISTRATI ACCEDI €

Milano Hotel Voli Case vacanza Ristoranti Attività Forum Il meglio del 2017 Altro

Trova: Ristoranti Vicino a: Milano, Italia Cerca

Europa > Italia > Lombardia > Milano > Ristoranti: Milano

Migliori Ristoranti di Milano

Prenota: 11/2/2017 20:00 2 Cerca un ristorante

Guarda la mappa

Scelti da te Azzera tutto

Ristoranti

Tipo di struttura

☒ Ristoranti
☐ Pasticcerie e gelaterie
☐ Bar

Raffinato

Contraste
306 recensioni
€€€€, Italiana, Pesce, Europea

Seta
297 recensioni
€€€€, Italiana, Pesce, Mediterr...

Da Vic - Ristorante Guer...
1.541 recensioni
€€€€, Italiana, Pesce, Mediterr...

Iyo
2.049 recensioni
€€€€, Giapponese, Pesce, Sushi

Economico

Verace
204 recensioni

Mr Panozzo
780 recensioni

Piz
1.721 recensioni

Taranta Café - Bistrot de...
379 recensioni

Gladiatore, architettura Architettura e Raffaello Civiltà romana e storia Gian Lorenzo Bernini e

GET
ETING



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



SANITÀ



TRASPORTI



COMMERCIO



FINANZA

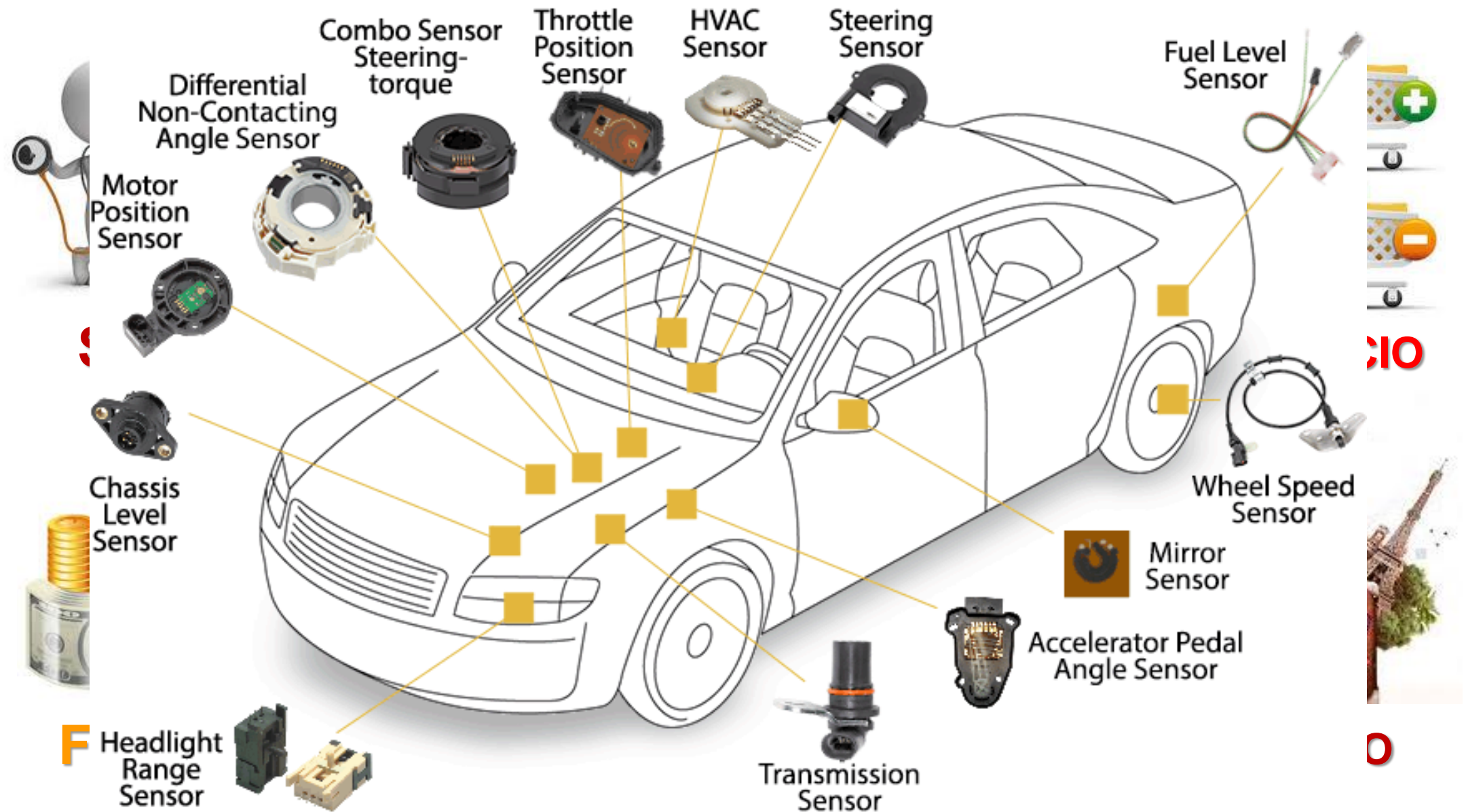


AMBIENTE



TURISMO

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSIONE I DATI



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



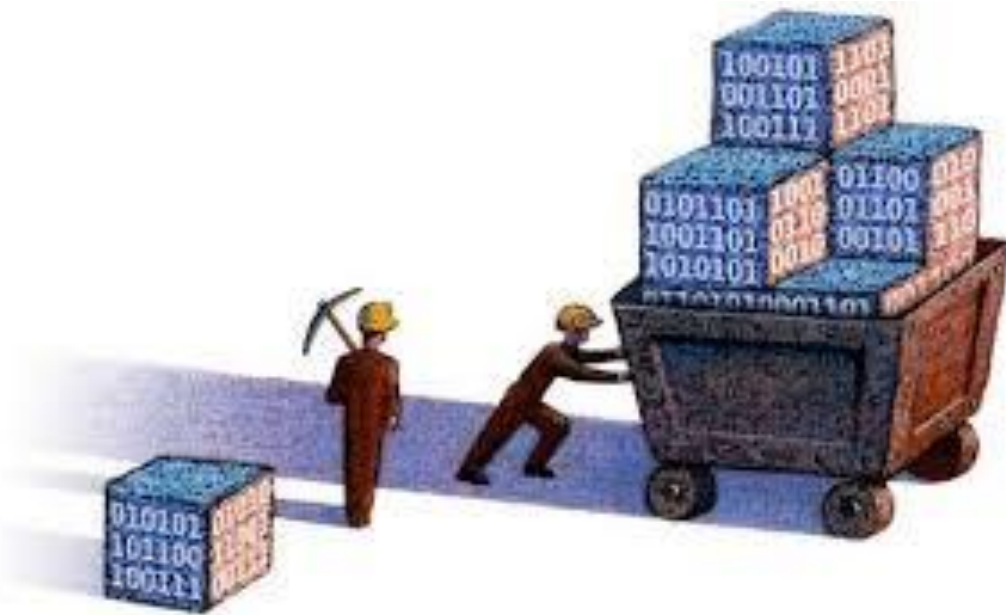
MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



DATA MINING



“**DATA MINING** is the process of exploration and analysis, by automatic or semi-automatic means, of large quantities of data in order to discover meaningful patterns and rules.”

(BERRY AND LINOFF, 1997)

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI

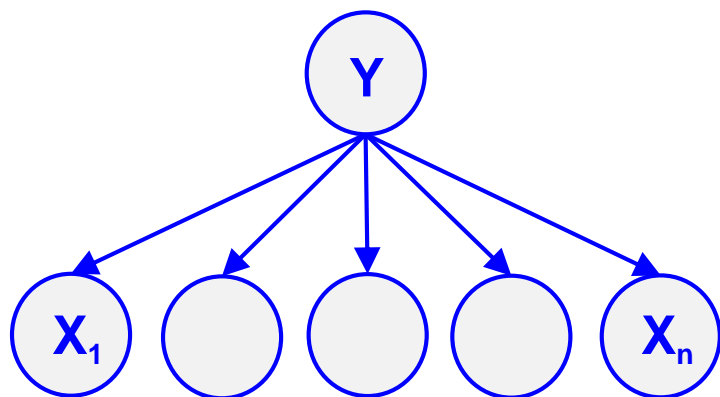


Account Length	VMail Message	Day Mins	Churn	Intl Calls	Intl Charge	State	Area Code	Phone
128	25	265,1	n	3	2,7	KS	415	382-4657
107	26	161,6	n	3	3,7	OH	415	371-7191
137	0	243,4	n	5	3,29	NJ	415	358-1921
84	0	299,4	y	7	1,78	OH	408	375-9999
75	0	166,7	n	3	2,73	OK	415	330-6626
118	0	223,4	n	6	1,7	AL	510	391-8027
121	24	218,2	n	7	2,03	MA	510	355-9993
147	0	157	n	6	1,92	MO	415	329-9001
117	0	184,5	n	4	2,35	LA	408	335-4719
141	37	258,6	n	5	3,02	WV	415	330-8173



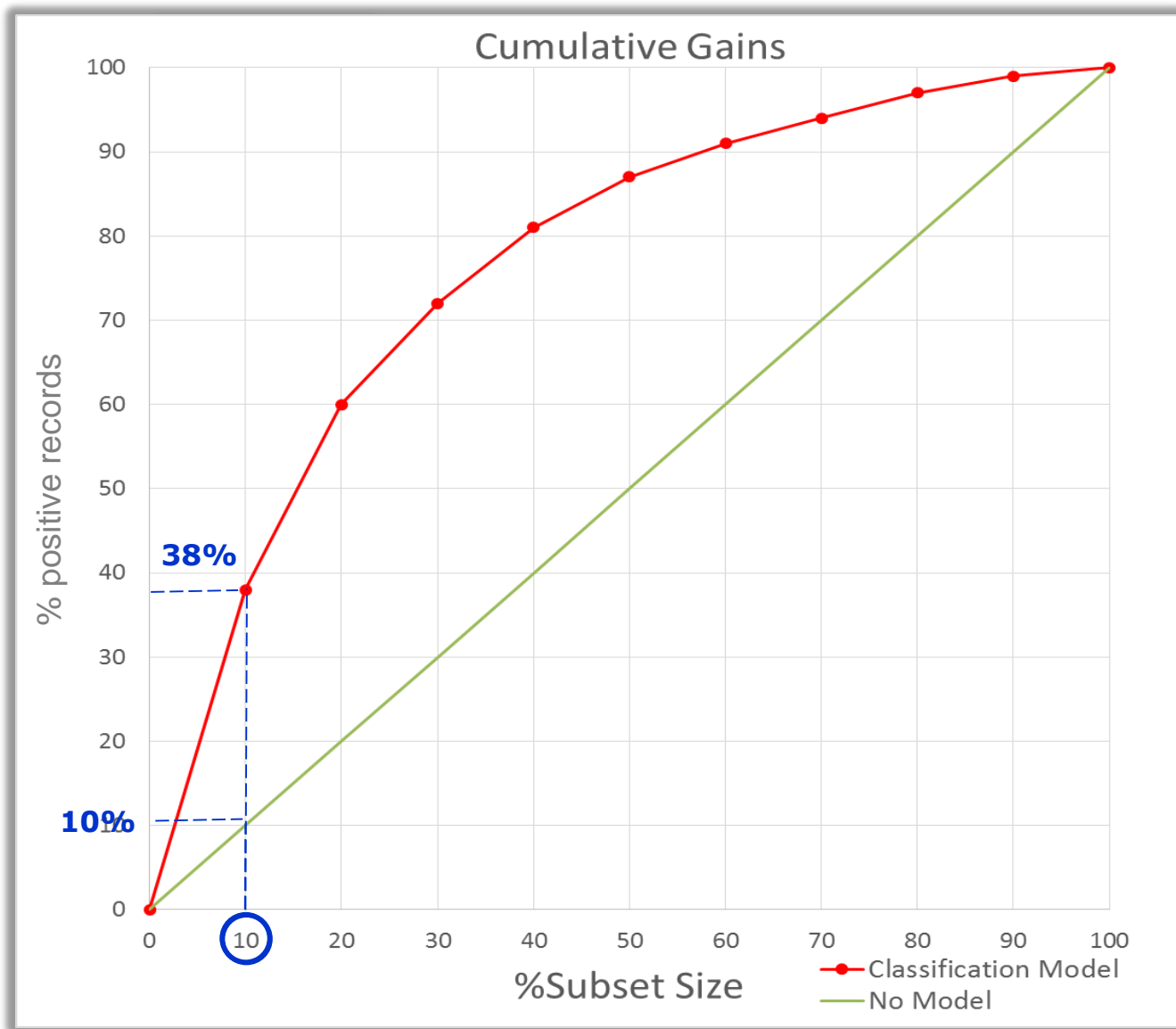
ATTRIBUTI DI INPUT

CLASSE



$$P(Y = y_k | X_1, \dots, X_n) = \frac{P(Y = y_k) \cdot \prod_{i=1}^n P(X_i | Y = y_k)}{\sum_j P(Y = y_j) \cdot \prod_{i=1}^n P(X_i | Y = y_j)}$$

rank	RowID	Prob(y)
1	134	1,00
2	221	1,00
3	18923	1,00
4	90034	0,99
5	847823	0,99
6	67	0,99
7	98324	0,98
8	2553	0,97
9	289	0,97
10	2349	0,97



CHURN

CLASSE

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI

- ✓ **PROGETTA LO STUDIO DI DATA MINING**
- ✓ **FORMULA MODELLI**
- ✓ **PROGETTA E CODIFICA ALGORITMI**
- ✓ **PROGETTA E REALIZZA SOLUZIONI**
- ✓ **ANALIZZA I DATI**
- ✓ **PRESENTA ED INTERPRETA I RISULTATI**



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



Enzo Acerbi
Research Fellow @ Singapore Center
for Environmental Life Science
Engineering

*Lavorare con te è un piacere ed un onore. Grazie
per i tanti insegnamenti. Un grosso augurio per
questi primi 50.*



Jacopo Barachetti
Software Engineer @ lastminute.com
Group

*Grazie mille di tutto prof. e tantissimi auguri per i
prossimi lusinghieri obiettivi!*



Marcello Borzi
Project Manager & Master of useless
knowledge

*Grazie mille per tutto, borzella e borzella z per
sempre!*



Matteo Cecchinello
Responsabile sistemi informativi @ Fondazione
Carpito & Risk manager @ Cassa Italiana di
Previdenza e Assistenza Giornai

*Un proverbio cinese dice che se sei del un pezzo è un
uomo lo nutrai per un giorno, se gli insegni a pescare
lo nutrirai per tutta la vita. Grazie a te, con ciò che sei,
ho imparato a pescare. A nuoto. Facendo felicità. Tra gli
suoi.*



Daniele Codecasa
Machine Learning Engineer Technical
Lead @ Thalmic Labs

*As you taught us students are like grapes: you have
to squeeze them to extract the best of their
capabilities.
Thanks for squeezing us for getting out the best of
the vines.*



Marco Comelli
BI Retail @ Ubibanca

*Il periodo trascorso al CNIS lo ricordo come uno
dei momenti più importanti, gratificanti e divertenti
della mia vita... sono stato particolarmente
fortunato ad incontrare una persona preparata e di
grande umanità come te.
Un grazie infinito!*

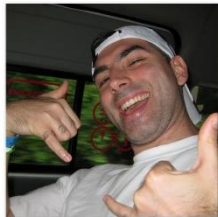


Elena Gatti
Postdoc @ HSR

*Erich Fromm diceva che l'incertezza è "la condizione
perfetta per incitare l'uomo a scoprire le proprie
possibilità", continuo ad insegnare incertezza nella mente
dei suoi studenti, cose che possono conoscerla e farlo.
Con estremo affetto e gratitudine,
Ela*



Matteo Marani
Senior Risk Analyst



Davide Chiumiento
IT Manager @ CALIPSO S.p.A.

*La mia riconoscenza è poca cosa se paragonata agli
insegnamenti e le attenzioni che riserva per i suoi
studenti.
Un meritato augurio a una persona molto speciale.
Buon compleanno Fabio!
ChiumioX*



Margherita Bodini
PhD Student @ IIT@SEMM (Istituto
Italiano di Tecnologia)

*Un caro augurio per i suoi 50 anni e grazie di essere
stato un esempio ed una guida in tutti questi anni*



Luca Colleoni
Team Leader @ IT Settore Vendita
Prodotti UBI<Sistemi e Servizi S.p.a.

*Quello che oggi "sono" dal punto di vista
professionale, lo devo anche alle persone che mi
hanno formato e che per primi hanno creduto in me
offrendomi un'opportunità lavorativa.
Grazie Fabio!*



Alessandro La Torraca
Data Scientist at Omnicom Media Group

*Tanti Auguri Fabio! Volevo ringraziarti per tutto quello
che hai fatto per me, non solo dal punto di vista
professionale, ma soprattutto dal punto di vista
umano. Sei stato una guida e un punto di riferimento
in questi anni. Non chiudere ancora la classe, che altri
studenti hanno bisogno di te.*



Simone Villa
Financial Tech Engineer @ LGT
Investment Partners Ltd.

*La tua passione per la ricerca, l'insegnamento,
l'onestà morale ed intellettuale sono stati i punti di
riferimento del mio percorso formativo. Grazie!*



Vittorio Viganò
Mega Direttore Clamoroso Duca Conte
Guido Baldo Vittorio Prof. Dott. Ing. Avv.
Gran Farabut Viganò... a tempo perso
Responsabile Internal Audit @ Aler Milano

*A Fabio, il Professore che cito come Esempio, la
persona che ho avuto la fortuna di conoscere.
Tanti Auguri. Vittorio*



Diego Mazza
UBI >> BANCA Risk Management

Grazie mille per tutto!



Francesca Mazzoleni
Team Leader @ Allianz, Sviluppo
Applicativo Solvency e Risk
Management

*Tantissimi Auguri a te che ricordo sempre con stima
e affetto. E' stato bello percorrere un pezzo di
quella strada che è la vita sotto la tua guida.
Con Affetto, Francesca*



Michele Fabiano
Quantitative Analyst

*Un sentito ringraziamento per gli insegnamenti
ricevuti.*



Yaser Amer
Application Specialist @ Project
Automation

*Un anno di lavoro indimenticabile insieme, grazie di
tutto.*



Marco Rossetti
Data Scientist @ Mendelley

*Grazie per avermi indirizzato, istruito e accompagnato
verso il mio futuro. Le sue qualità professionali e
umane le rendono un feroce per tanti studenti. Continui
a lottare per loro e per il lavoro che ama.
Con affetto,
Marco*



Sabina Silani
Responsabile CRM multicliente @ UBI
Banca

*Senza il dottorato e le esperienze lavorative fatte
insieme, non ricoprirei il ruolo professionale di oggi.
Grazie di cuore!!!
RS, ma te lo ricordi Alexei??? :-)*



Pierluigi Solimena
Java Developer

*Grazie per i suoi insegnamenti e per l'attenzione
che mi ha dedicato durante la stesura della Tesi di
Laurea*



Davide Magatti
Data Scientist @ Mendelley

*Buon Compleanno! Non smettere mai di rendere gli
studenti delle persone curiose di farli sentire
apprezzati. Grazie per tutti gli anni in cui abbiamo
lavorato insieme e per quello che mi ha insegnato e
fatto diventare! Un ricordo: il "come se fosse Antani..."
ai testi e le loro firme.*



Alberto Neri
Consultant @ Reply S.p.A.

*E' stata una persona importante che ho incontrato
durante il mio cammino, che mi ha arricchito sia dal
punto di vista professionale che umano per questo
la ricordo sempre con affetto.
Un grosso augurio per i suoi 50!*



Fabio De Nigris
Junior Data Scientist @ Velocity Mobile

*Un sentito ringraziamento per il tempo dedicato a
noi studenti, per l'esempio, la professionalità e le
conoscenze trasmesse.
Buon compleanno, Fabio*

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



Sistema immunitario

72 ore, 10 time points

258 geni

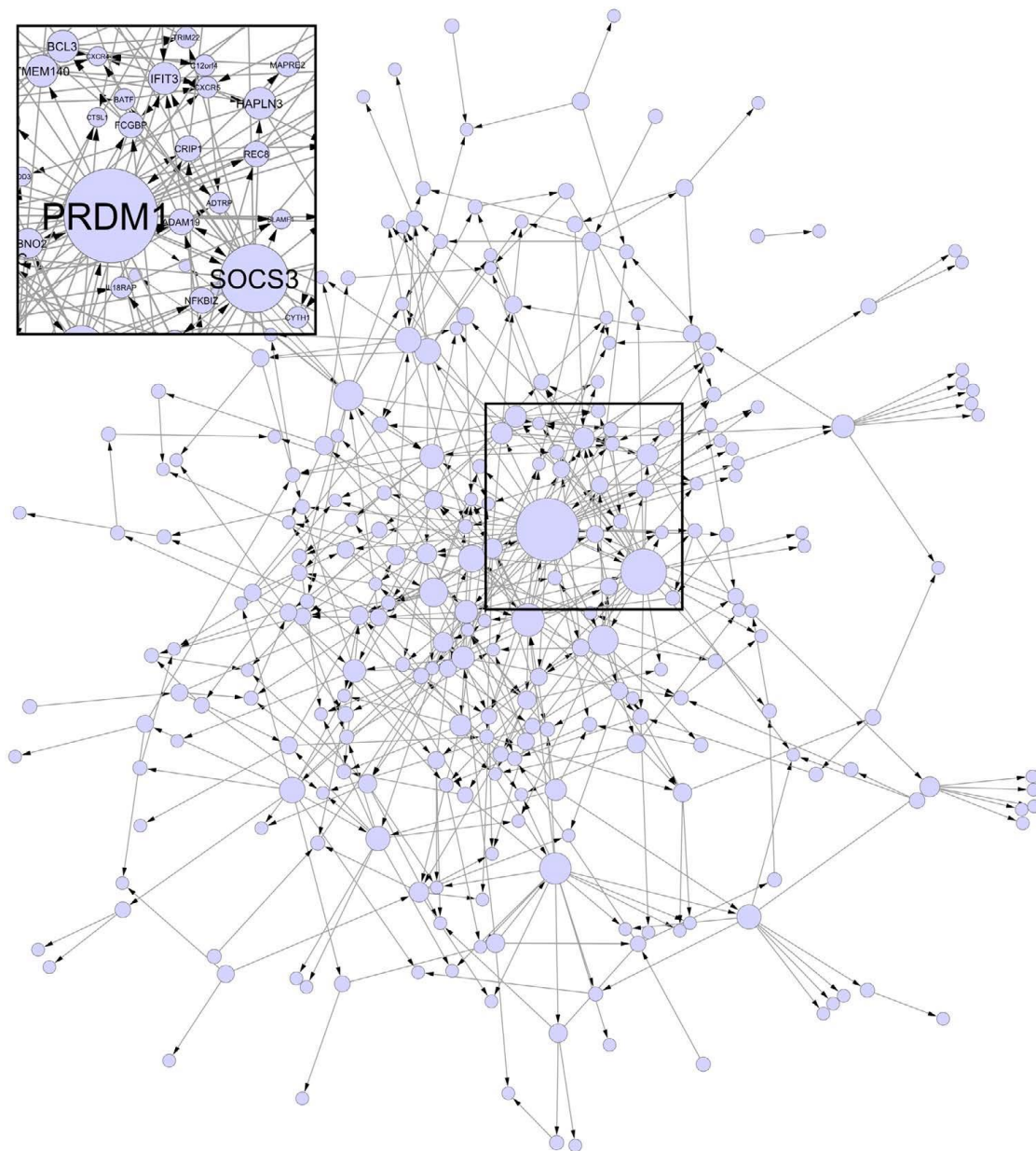
498 relazioni «causali»

Enzo Acerbi

Research Fellow @ Singapore Center
for Environmental Life Science
Engineering

Acerbi, E, Viganò, E, Poidinger, M, Mortellaro, A, Zelante, T, Stella, F (2016). *“Continuous time Bayesian networks identify Prdm1 as a negative regulator of TH17 cell differentiation in humans”*.

NATURE SCIENTIFIC REPORTS, 6.



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



120 trajectories

x

7 movements

Movement id	Description
1	Abduction-adduction of the upper limb on a frontal plane
2	Abduction-adduction of the upper limb on a sagittal plane
3	External rotation of the forearm
4	Flexion-extension of the elbow
5	Pronation-supination of the forearm
6	Functional activity: eating
7	Functional activity: combing

6 classes

Class index	Correctness	Speed	Description
1	Correct	Slow	Reference
2	Correct	Average	Reference
3	Correct	Fast	Reference
4	Incorrect	Average	Movement too small
5	Incorrect	Average	Typical compensatory action (first)
6	Incorrect	Average	Typical compensatory action (second)

2 classes



Daniele Codecasa

Machine Learning Engineer Technical
Lead @ Thalmic Labs

Codecasa, D., Stella, F. (2014). “Learning Continuous Time Bayesian Network Classifiers”. International Journal of Approximate Reasoning, Volume 55, Number 8, pp. 1728-1746, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijar.2014.05.005>.

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI

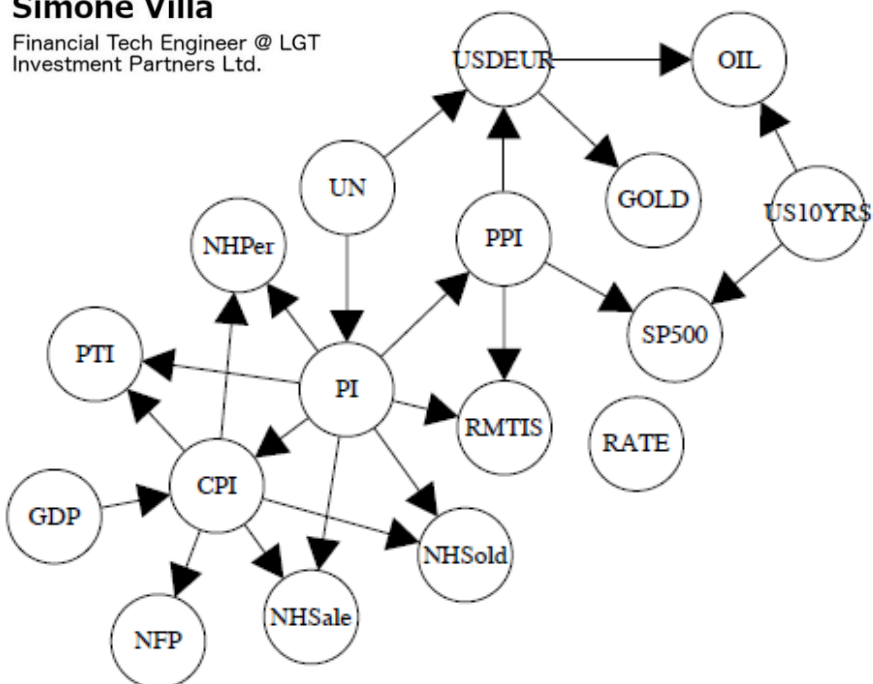


Simone Villa
Financial Tech Engineer @ LGT
Investment Partners Ltd.

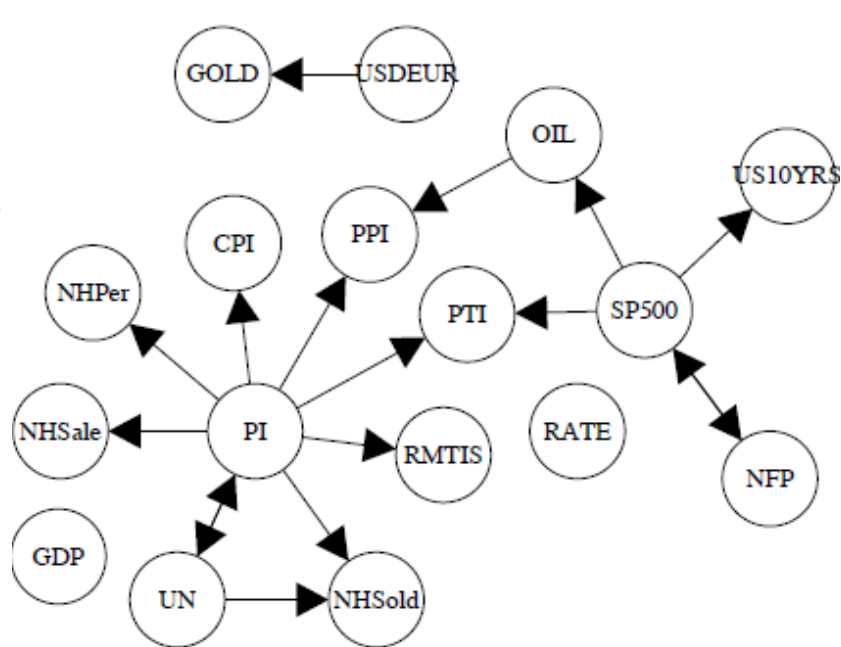
Villa, S., Stella, F. (2016). "Learning Continuous Time Bayesian Networks in Non-stationary Domains". *Journal of Artificial Intelligence Research*, 57:1, pp. 1-37.

Serie storiche finanziarie ed economiche (17 variabili dall'1986 al 2015)

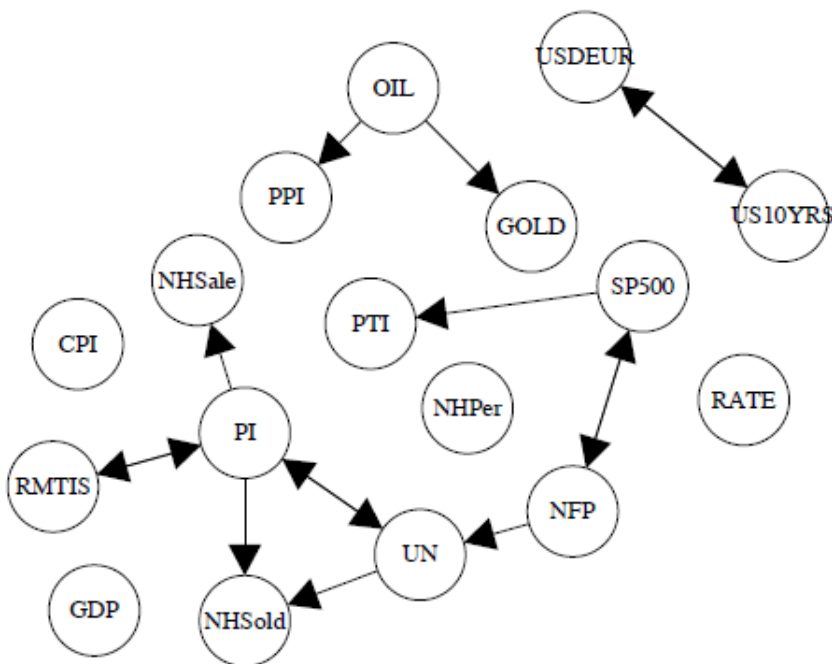
Come evolve il sistema economico/finanziario? (*Business Cycles*)



(a) Epoch 1 (Jan 1986 - Jul 2000).



(b) Epoch 2 (Aug 2000 - Nov 2007).



(c) Epoch 3 (Dec 2007 - Mar 2015).

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



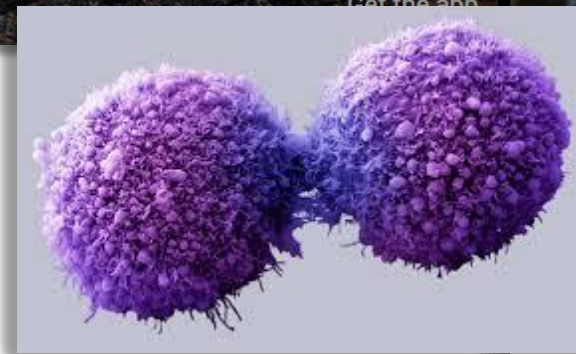
Davide Magatti
Data Scientist @ Mendeley



Marco Rossetti
Data Scientist @ Mendeley



Alessandro La Torraca
Data Scientist at Omnicom Media Group



Elena Gatti
Postdoc @ HSR

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSIONI I DATI



Jacopo Barachetti
Software Engineer @ lastminute.com Group

Grazie mille di tutto prof. e tantissimi auguri per i prossimi lusinghieri obiettivi!



Marcello Borzi
Project Manager & Master of useless knowledge

Grazie mille per tutto, borzella e borzella z per sempre!



Matteo Cecchinello
Responsabile sistemi informativi @ Fondazione Cariplo & Risk manager @ Cassa Italiana di Previdenza e Assistenza Giomotti

Un proverbio cinese dice che se sei dal un pezzo e un uomo lo nutrai per un giorno, se gli insegni a pescare lo nutrirai per tutta la vita. Grazie a te, con ciò che sei, ho imparato a pescare. A nuoto. Facendo felicità. Tra gli suoi.



Marco Comelli
BI Retail @ Ubibanca

Il periodo trascorso al CNIS lo ricordo come uno dei momenti più importanti, gratificanti e divertenti della mia vita... sono stato particolarmente fortunato ad incontrare una persona preparata e di grande umanità come te. Un grazie infinito!



Elena Gatti
Postdoc @ HSR

Erich Fromm diceva che l'incertezza è "la condizione perfetta per incitare l'uomo a scoprire le proprie possibilità", continuo ad insegnare e incitare nella mente dei miei studenti, perché possano conoscersi e farlo. Con estremo affetto e gratitudine, Ete



Davide Chiumiento
IT Manager @ CALIPSO S.p.A.

La mia riconoscenza è poca cosa se paragonata agli insegnamenti e le attenzioni che riserva per i suoi studenti. Un montato augurio a una persona molto speciale. Buon compleanno Fabio! ChiumioX



Margherita Bodini
PhD Student @ IIT@SEMM (Istituto Italiano di Tecnologia)

Un caro augurio per i suoi 50 anni e grazie di essere stato un esempio ed una guida in tutti questi anni



Alessandro La Torraca
Data Scientist at Omnicom Media Group

Tanti Auguri Fabio! Volevo ringraziarti per tutto quello che hai fatto per me, non solo dal punto di vista professionale, ma soprattutto dal punto di vista umano. Sei stato una guida e un punto di riferimento in questi anni. Non chiudere ancora la classe, che altri studenti hanno bisogno di te.



Simone Villa
Financial Tech Engineer @ LGT Investment Partners Ltd.

La tua passione per la ricerca, l'insegnamento, l'onestà morale ed intellettuale sono stati i punti di riferimento del mio percorso formativo. Grazie!



Vittorio Viganò
Mega Direttore Clamoroso Duca Conte Guido Baldo Vittorio Prof. Dott. Ing. Avv. Gran Farabut. Viganò... a tempo perso Responsabile Internal Audit @ Aler Milano

A Fabio, il Professore che cito come Esempio, la persona che ho avuto la fortuna di conoscere. Tanti Auguri. Vittorio



Diego Mazza
UBI >> BANCA Risk Management

Grazie mille per tutto!



Francesca Mazzoleni
Team Leader @ Allianz, Sviluppo Applicativo Solvency & Risk Management

Tantissimi Auguri a te che ricordo sempre con stima e affetto. E' stato bello percorrere un pezzo di quella strada che è la vita sotto la tua guida. Con Affetto, Francesca



Michele Fabiano
Quantitative Analyst

Un sentito ringraziamento per gli insegnamenti ricevuti.



Marco Rossetti
Data Scientist @ Mendeley

Grazie per avermi indirizzato, istruito e accompagnato verso il mio futuro. Le sue qualità professionali e umane lo rendono un feroce per tanti studenti. Continui a lottare per loro e per il lavoro che ama. Con affetto, Marco



Sabina Silani
Responsabile CRM multicliente @ UBI Banca

Senza il dottorato e le esperienze lavorative fatte insieme, non ricoprirei il ruolo professionale di oggi. Grazie di cuore!!! RIS, ma te lo ricordi Alexei??? :-)



Davide Magatti
Data Scientist @ Mendeley

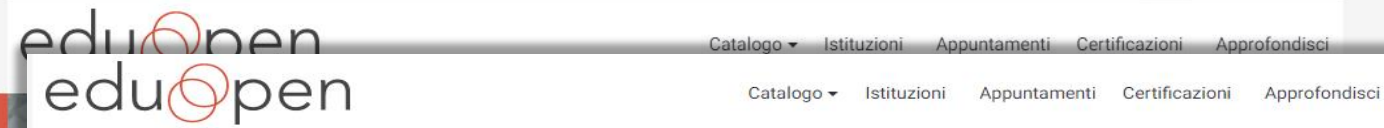
Buon Compleanno! Non smettere mai di rendere gli studenti delle persone curiose di fare sempre progressi. Grazie per tutti gli anni in cui abbiamo lavorato insieme e per quello che mi hai insegnato e fatto diventare! Un ricordo: il "come se fosse Antani..." ai teisti e le loro fette.



Fabio De Nigris
Junior Data Scientist @ Velocity Mobile

Un sentito ringraziamento per il tempo dedicato a noi studenti, per l'esempio, la professionalità e le conoscenze trasmesse. Buon compleanno, Fabio

MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



UNIVERSITA' DI MILANO

BICocca

Data Mining - Classifica

Parte di

Percorso in Introduction to Data Mining

About the Course

Learn how to formulate and solve classification problems in Data Mining and Business Intelligence applications such as customer churning, network intrusion detection, ... develop, validate and apply a data mining workflow to non-binary classification problems. The course is designed for students who do not require any programming skills. Hands-on exercises are provided using the KNIME open source software platform.

Data Mining - Classifica

Il corso

This course introduces basic concepts and methods of Data Mining: Classification. In particular, the course will provide an overview of the following concepts; data preprocessing, data set, classifier (learner and inducer), performance metrics, cross validation, overfitting and underfitting, operating characteristic curve, lift and cumulative

Università di Foggia

Pedagogia ed

Università di

Imparare a imparare. I

Text Mininig

Parte di

Percorso in Introduction to Data Mining

About the Course

Natural language text is everywhere, social networks, business, finance, medicine and biology are just few of the many sources of natural language text. However, computers are not fit to process natural language text. Indeed, Data Mining methods and algorithms, which operate on structured data, can not be directly applied to unstructured data for knowledge extraction. The Text Mining course, the last one of the Introduction to Data Mining pathway, introduces methods and tools for knowledge extraction from natural language text. The course assumes you are familiar with methods and models presented in the previous two courses, namely Data Mining: Classification and Data Mining: Clustering and Association. The course shows that Text Mining allows to formulate and solve problems in Business Intelligence, Finance, Recommendation, Medicine, Biomedicine, Social Networks, and Intelligence Gathering to mention just a few. In particular, the course introduces methods, models and algorithms for; natural language text preprocessing, text categorization, text clustering, topic modeling and information extraction.

Text Mininig

Il corso

This course introduces basic concepts and methods of Text Mining with specific reference to natural language text preprocessing, text categorization, text clustering, topic modeling and information extraction. We

Catalogo

Istituzioni

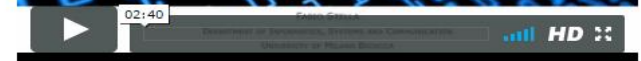
Appuntamenti

Certificazioni

Approfondisci

INTRODUCTION TO DATA MINING

TEXT MINING



Autoapprendimento
Iscriviti adesso!

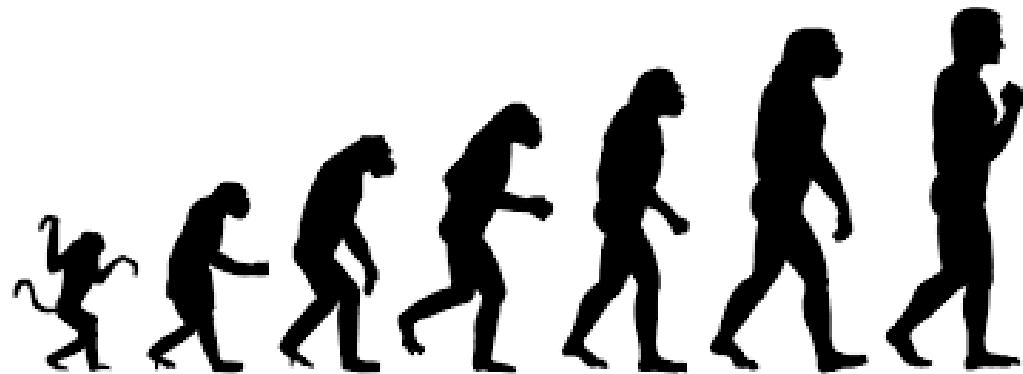
MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



MODELLI ED ALGORITMI PER FAR CONFESSARE I DATI



GRAZIE