



I Sistemi Complessi Lo Studio del Cervello L'intelligenza Artificiale



Oratore: Dott. Fabio Gatto



Schema della Presentazione

1. Definizione di Sistema Complesso
2. I sistemi complessi in letteratura e TV
3. Primi successi della Teoria delle reti
4. Applicazione nei sistemi sociali
5. Diffusione epidemiologica
6. Criptografia e computazione quantistica
7. Biologia e lotta ai tumori
8. Cervello & AI

Definizione di Sistema Complesso

Definizione di Sistema Complesso



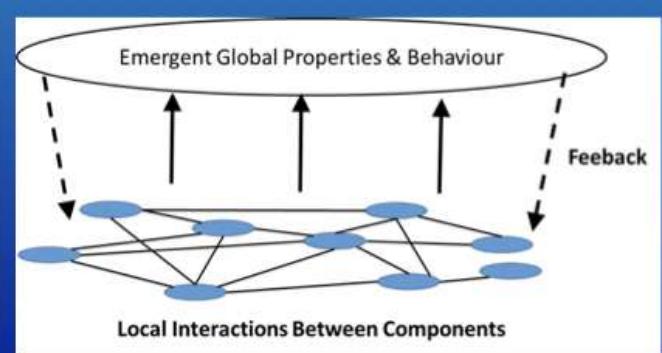
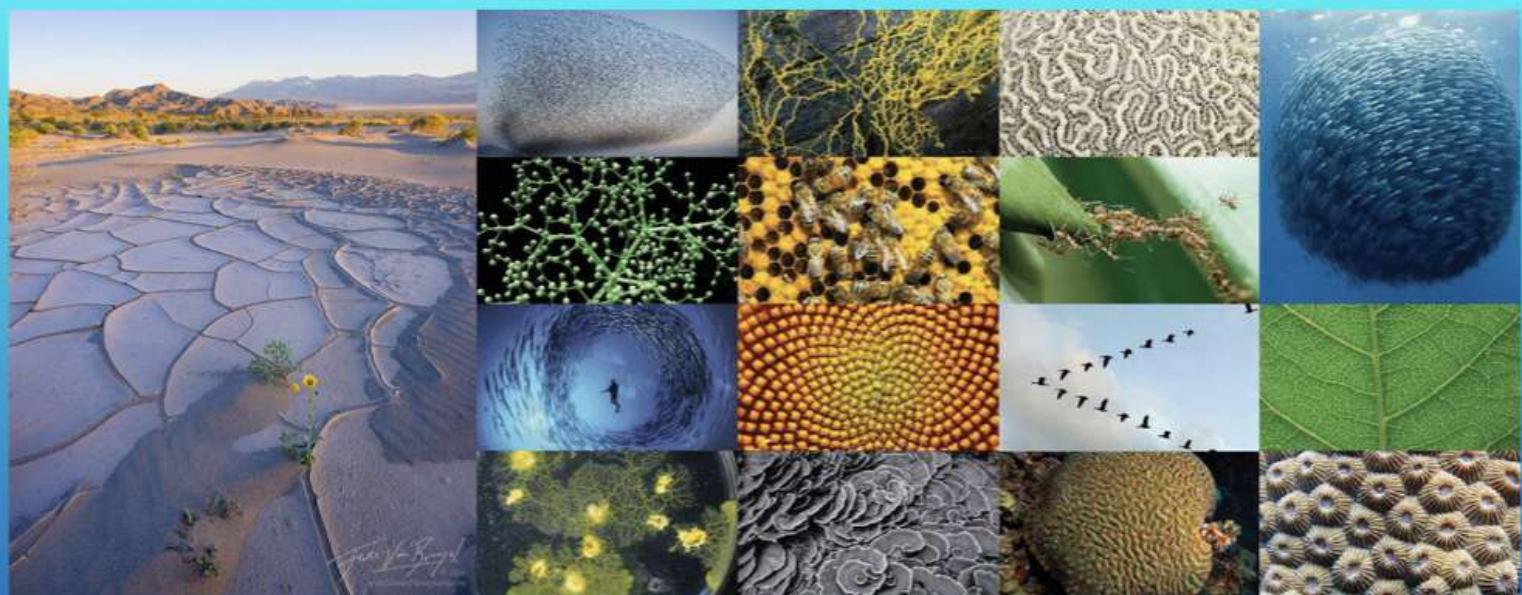
- 1) $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$
- 2) $\nabla \cdot \vec{B} = 0$
- 3) $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
- 4) $\nabla \times \vec{B} = \vec{J} \mu_0 + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

Definizione di Sistema Complesso

Complexity, a **scientific theory** which asserts that some systems display behavioral phenomena that are completely inexplicable by any conventional analysis of the systems' constituent parts. These phenomena, commonly referred to as emergent behaviour, seem to occur in many complex systems involving living organisms, such as a stock market or the human brain.

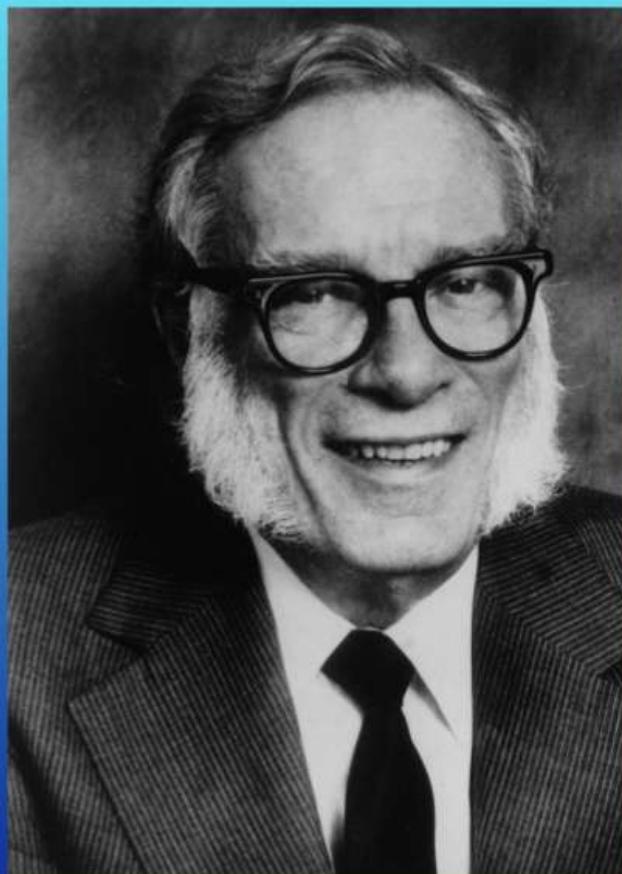
Il comportamento emergente di un sistema è dovuto alla non-linearità. Le proprietà di un sistema lineare sono infatti additive: l'effetto di un insieme di elementi è la somma degli effetti considerati separatamente, e nell'insieme non appaiono nuove proprietà che non siano già presenti nei singoli elementi. Ma se vi sono termini/elementi combinati, che dipendono gli uni dagli altri, allora il complesso è diverso dalla somma delle parti e compaiono effetti nuovi.

Definizione di Sistema Complesso



I Sistemi Complessi in Letteratura e TV

I sistemi complessi in letteratura e TV



I sistemi complessi in letteratura e TV

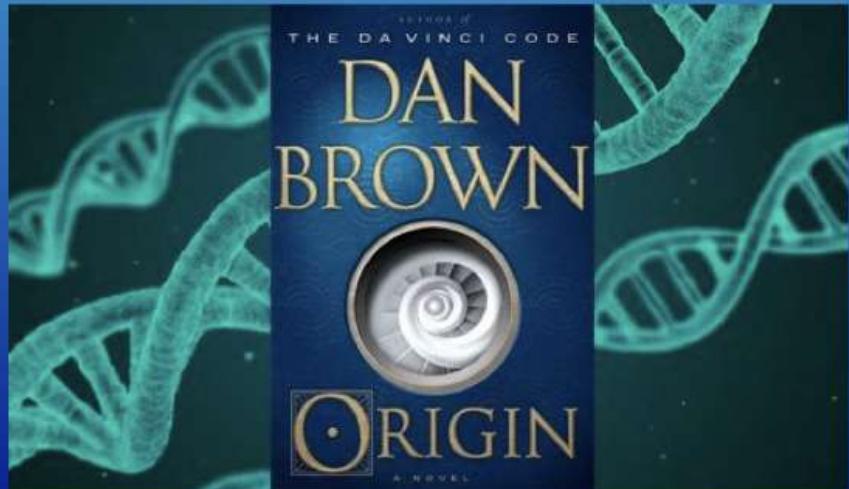
Le leggi della storia sono assolute come quelle della fisica, e se in essa le probabilità di errore sono maggiori è solo perché la storia ha a che fare con gli esseri umani che sono assai meno numerosi degli atomi, ed è per questa ragione che le variazioni individuali hanno un maggiore valore.

(Bayta Darell, Fondazione e Impero, cap.11)

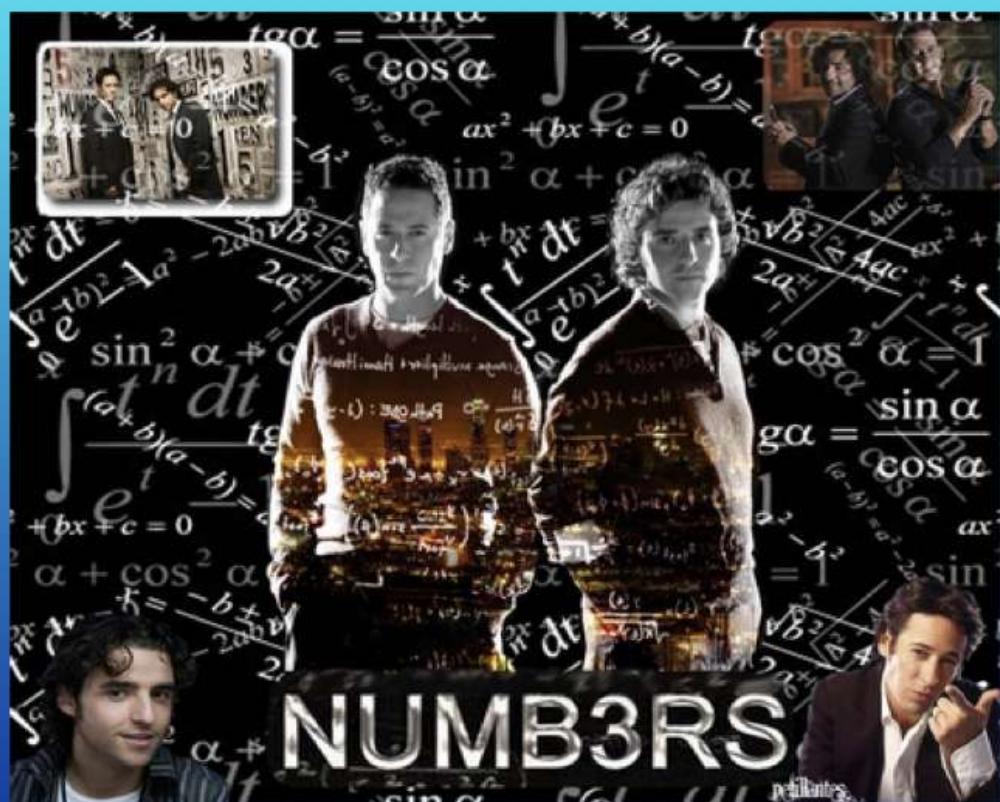
Inventata da Hari Seldon, la psicostoria tramite metodi matematici e statistici è in grado di prevedere, sia pure solo a livello probabilistico, l'evoluzione futura di una determinata società, a condizione che:

1. Essa comprenda un numero particolarmente elevato di intelligenze umane.
2. Almeno il 99% di collettività non sia al corrente delle predizioni della psicostoria.
3. Non esistano all'interno di tale gruppo significative intelligenze non umane.
4. Non avvenga fra il momento in cui la previsione viene stipulata e il momento in cui dovrebbe avverarsi una sostanziale e imprevedibile modifica della società umana.

I sistemi complessi in letteratura e TV



I sistemi complessi in letteratura e TV



I sistemi complessi in letteratura e TV

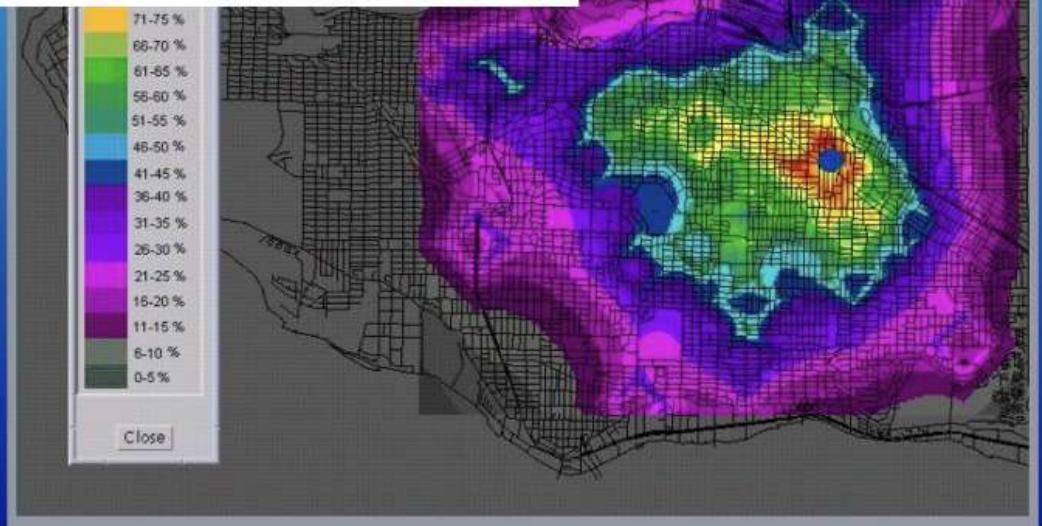


I sistemi complessi in letteratura e TV

Rossmo's Formula

$$p_{ij} = \sum_{n=1}^{\text{numero di casi}} \frac{\Phi_{ij}}{(|X_i - x_n| + |Y_i - y_n|)^f} + \frac{(1-\Phi_{ij})B^{(f-g)}}{(2B - |X_i - x_n| + |Y_i - y_n|)^g}$$

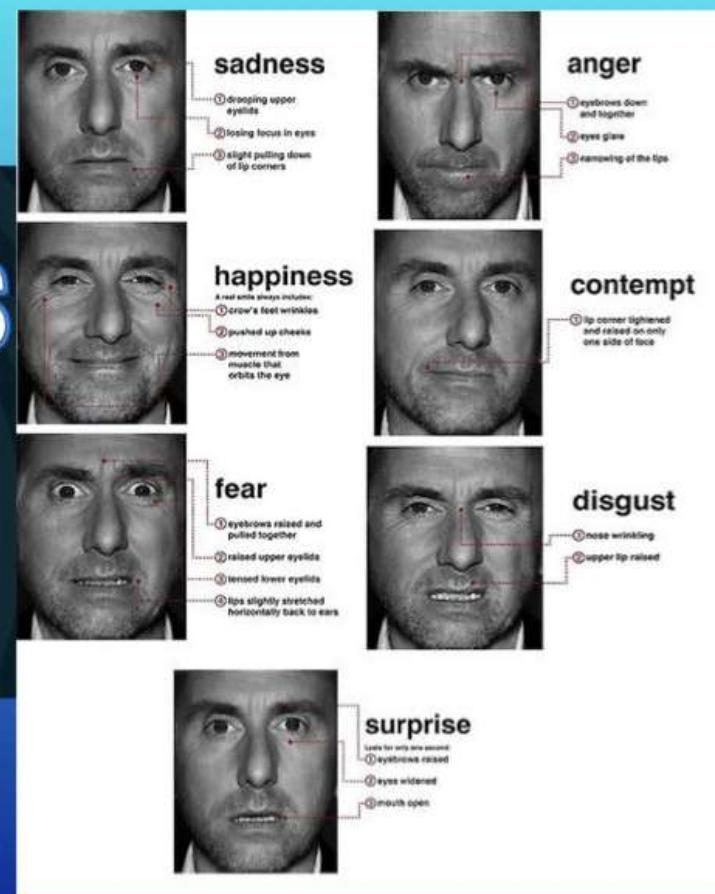
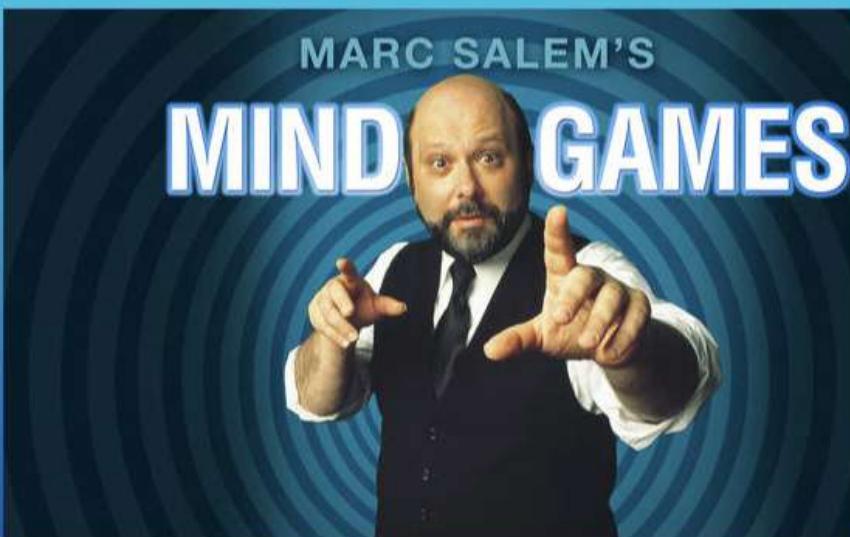
Probabilità puntuale Caratteristica della zona esterna Caratteristica della zona interna (buffer zone)



I sistemi complessi in letteratura e TV



I sistemi complessi in letteratura e TV

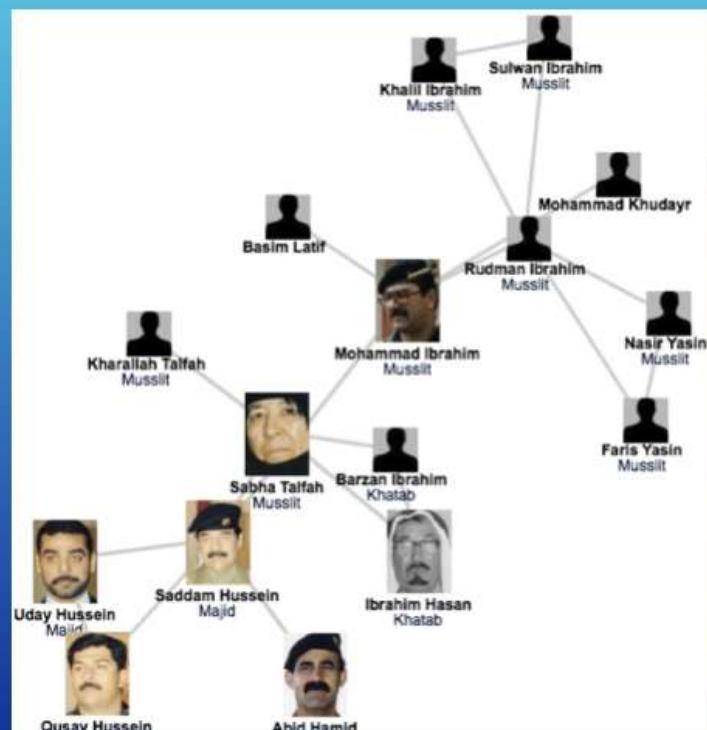
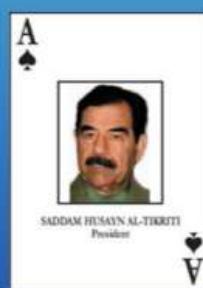
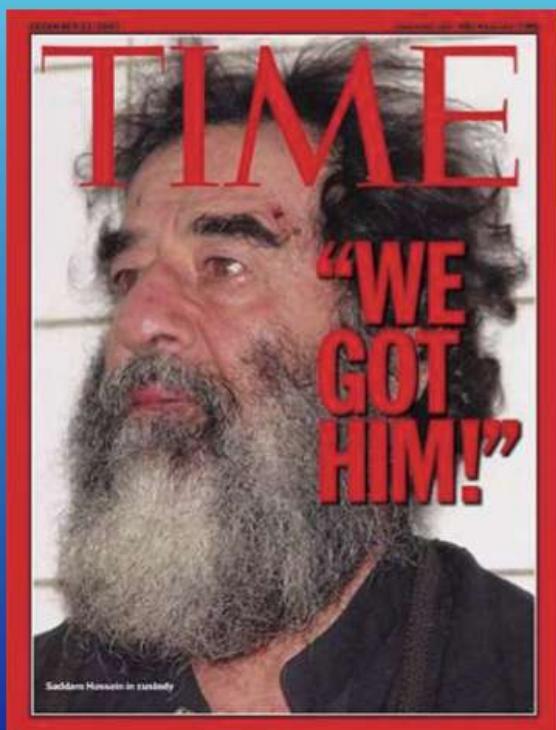


Primi successi della Teoria delle reti

Primi successi della Teoria delle reti

La Cattura di Saddam

Un primo successo della scienza dei network



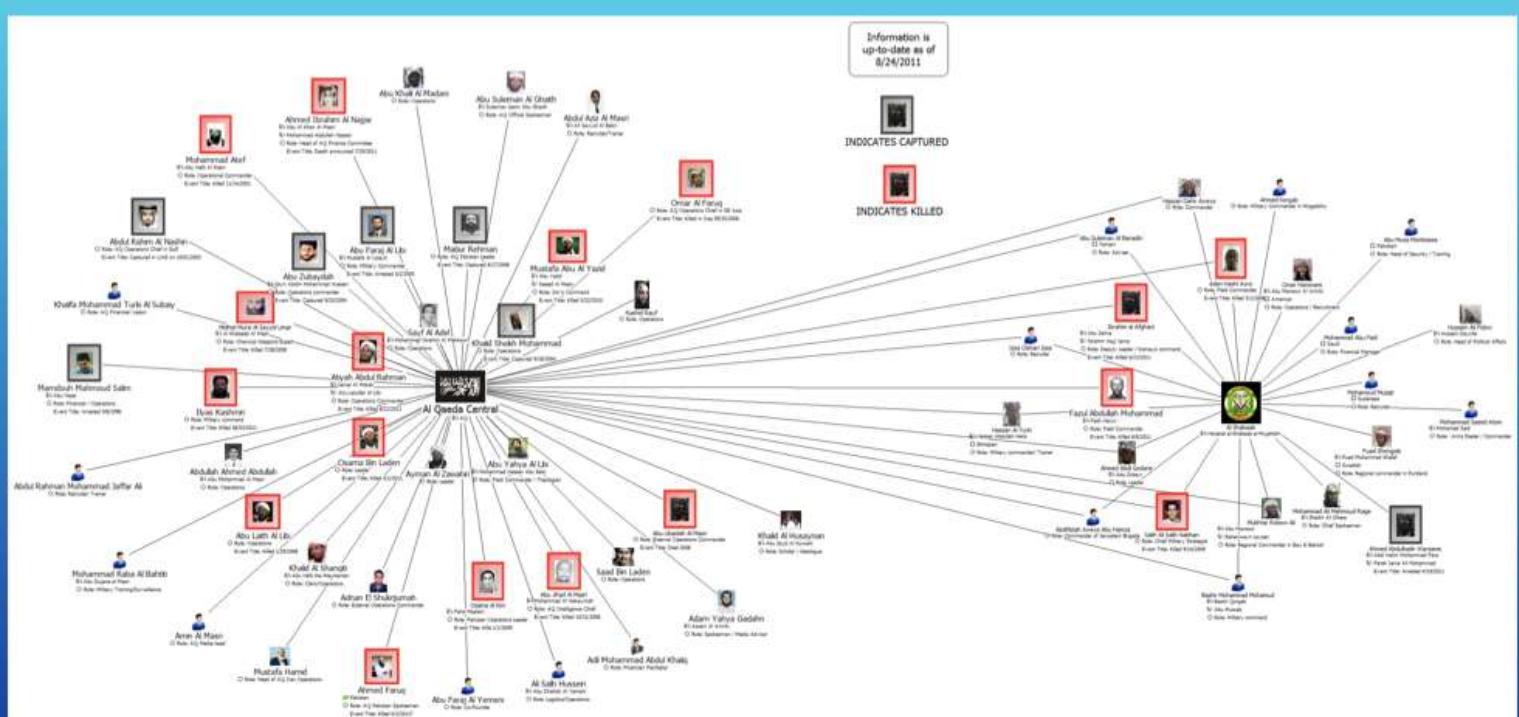
Primi successi della Teoria delle reti

LA CATTURA DI SADDAM HUSSEIN:

- ★ Mostra il forte potere predittivo della teoria dei network.
- ★ Dimostra l'importanza di riuscire ad ottenere una mappa molto accurata della rete di interazioni che vogliamo studiare, ma in certi casi questa mappatura richiede delle azioni eroiche da parte delle persone che cercano le informazioni.
- ★ Evidenzia quanto questo tipo di rete è stabile nel tempo, perché la cattura di Hussein da parte dell'intelligence non è stata basata su informazioni recenti ma sulle interazioni sociali che aveva prima dell'invasione in particolare quelle relative ai familiari.
- ★ Dimostra che la scelta della rete sulla quale decidiamo di concentrarci fa una differenza enorme. Infatti l'albero gerarchico che era stato studiato in precedenza non aveva portato a nessun risultato utile.

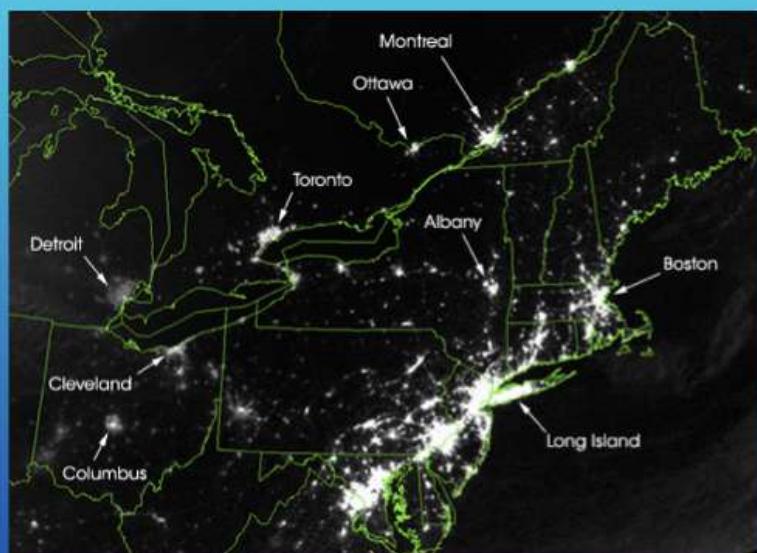
Primi successi della Teoria delle reti

Al Qaeda's Network

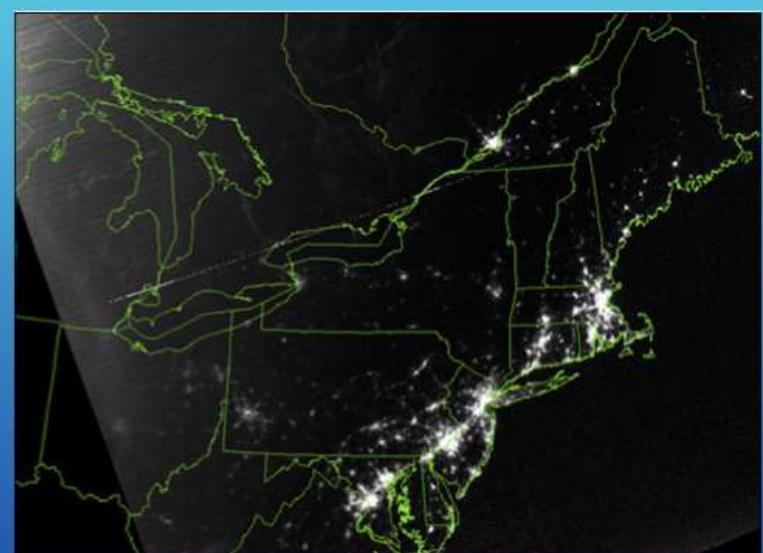


Primi successi della Teoria delle reti

Vulnerabilità dell'interconnettività

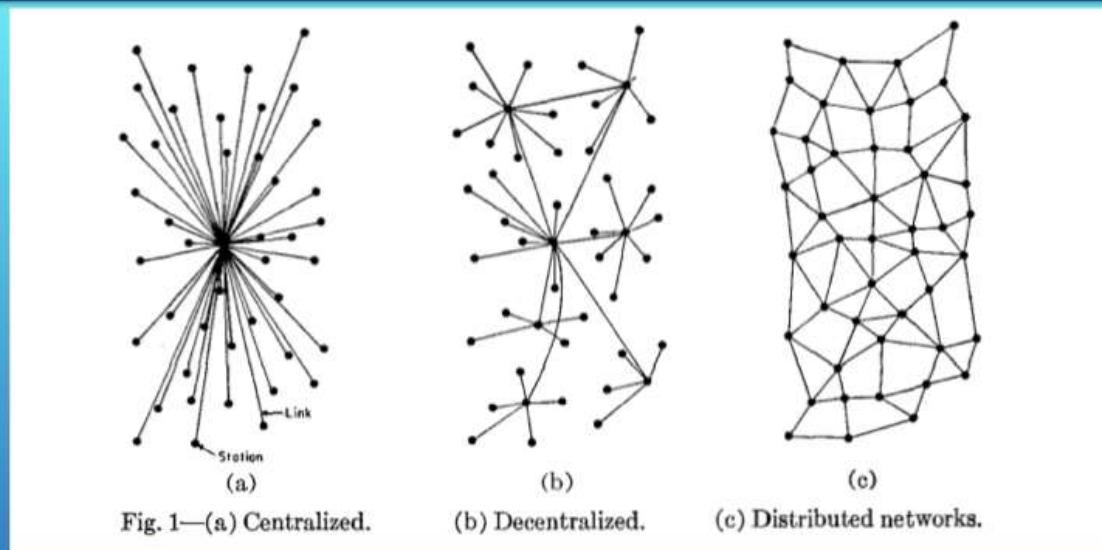


August 14, 2003: 9:29pm EDT
20 hours before



August 15, 2003: 9:14pm EDT
7 hours after

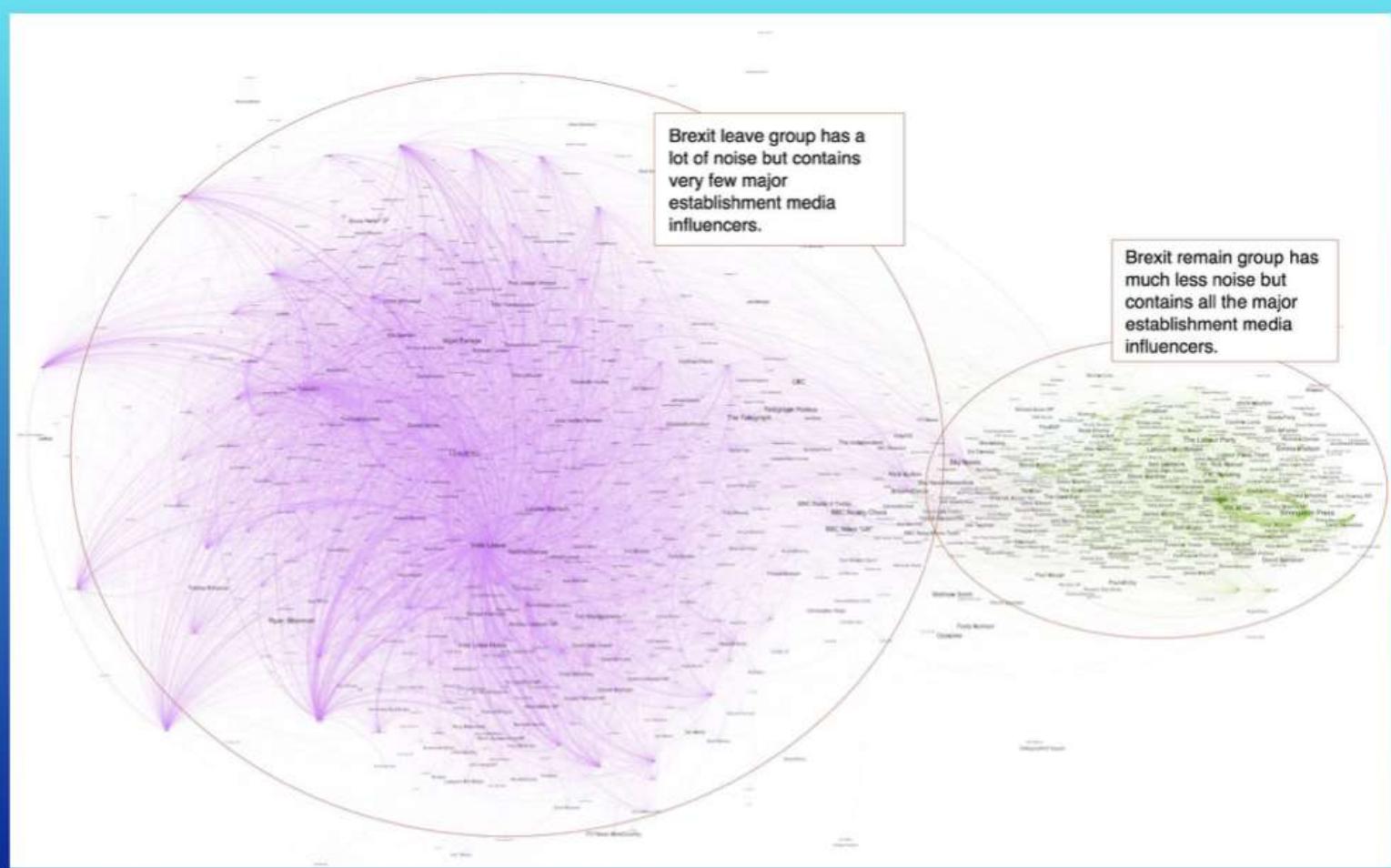
Primi successi della Teoria delle reti



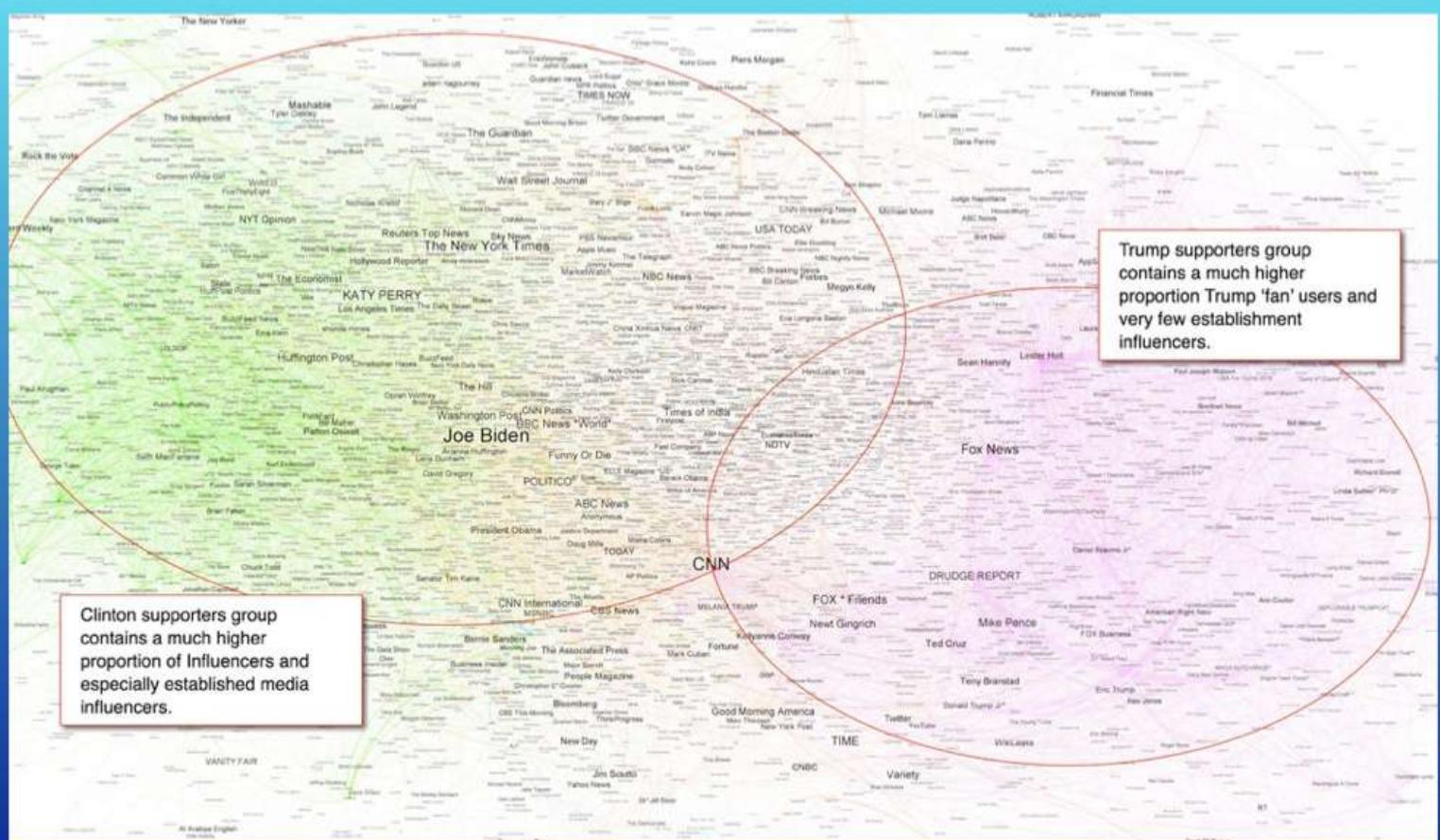
- * Bisogna capire come le strutture delle reti influenzano la robustezza del sistema complesso.
- * È necessario sviluppare strumenti quantitativi per valutare l'interazione tra la struttura delle reti e il loro impatto sui fallimenti.
- * È possibile dimostrare che i fallimenti seguono delle leggi riproducibili, pertanto tramite degli studi statistici sulla scienza delle reti possiamo quantificare i fallimenti e anche prevederli.

Applicazioni nei Sistemi Sociali

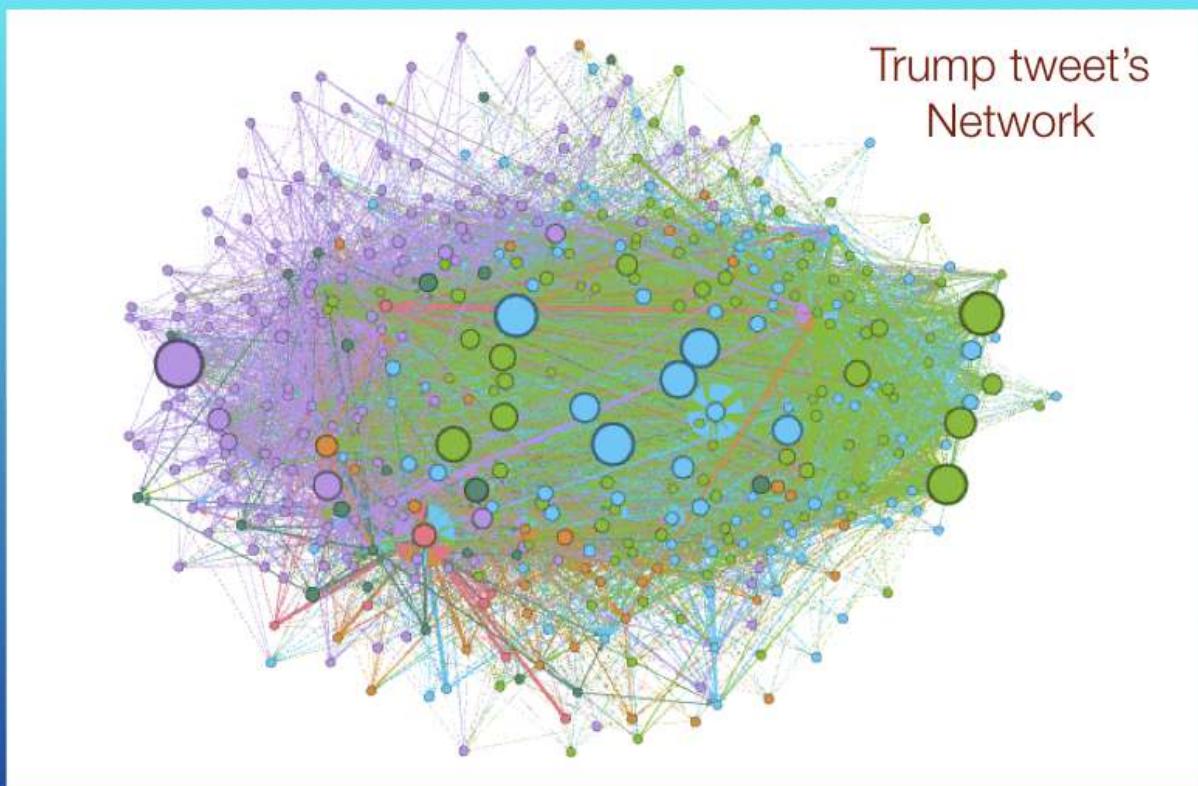
Applicazione nei sistemi sociali



Applicazione nei sistemi sociali

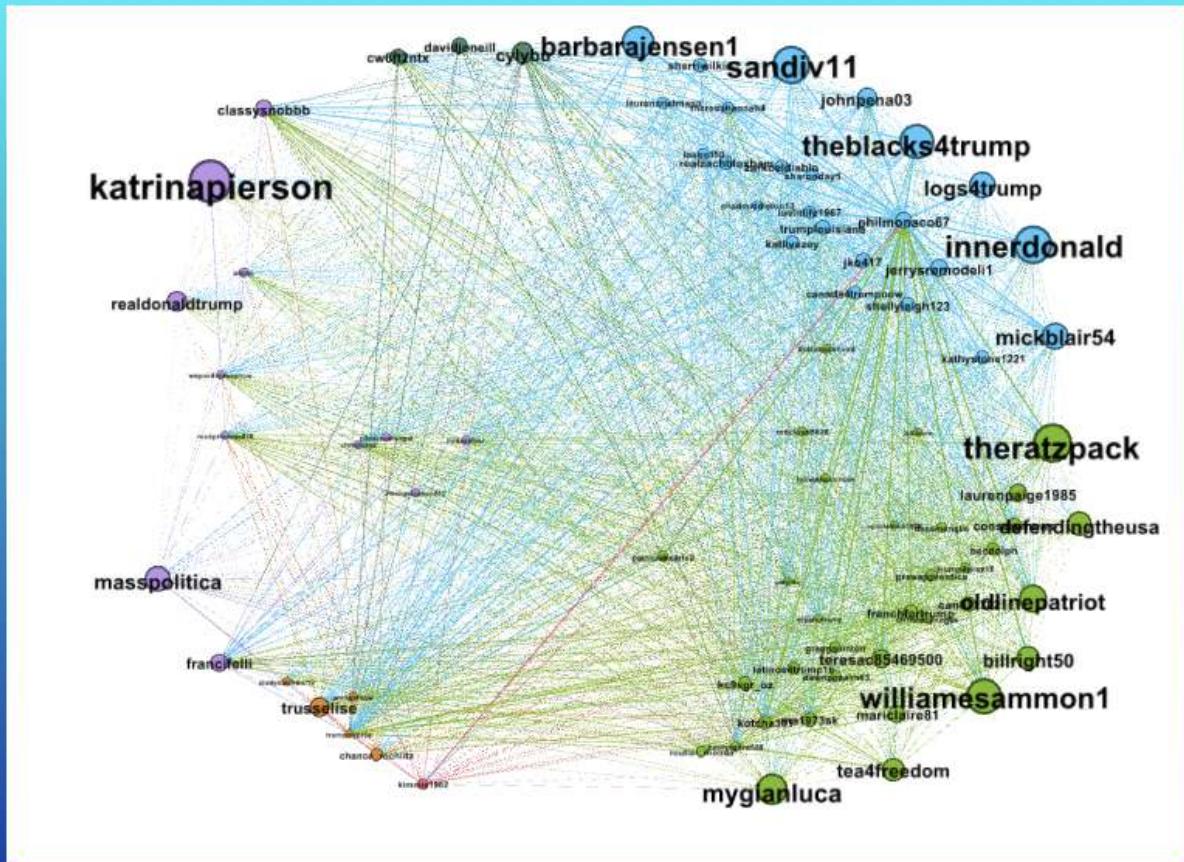


Applicazione nei sistemi sociali



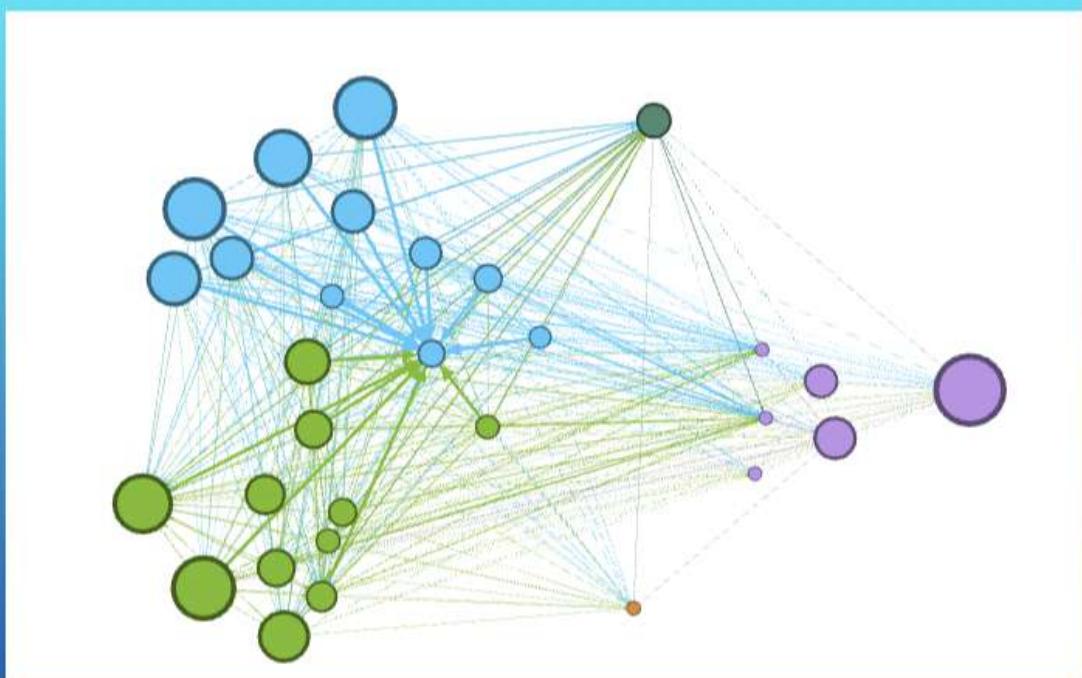
Dalla rappresentazione sotto forma di network si notano tre community che vengono evidenziante con i colori verde, blue e porpora. 'katrinapierson' della community porpora, 'sandiv11' di quella blu e 'theratzpack' di quella verde hanno la massima Betweenness centrality.

Applicazione nei sistemi sociali



È evidente che le community blu e verde sono ben connesse. La community porpora è formata entità politicamente importanti per Trump, mentre le community blu e verde sono principalmente formate da follower di Trump che seguono questi individui.

Applicazione nei sistemi sociali



All'interno delle community verde e blu, ci sono alcuni user che hanno un elevato numero di follower appartenenti alle altre due community. Questi sono quegli individui che sono importanti per il trasferimento delle informazioni all'interno di una community, come 'philmonaco67' della community blu.

Applicazione nei sistemi sociali



Se ci limitiamo alle comunicazioni digitali, nel mondo, ogni giorno, viene prodotto un numero di byte maggiore del numero di Avogadro. È come se stessimo ricoprendo il pianeta di una "sostanza" intangibile e virtuale che ha più byte di quanti atomi abbia un frammento macroscopico di materia; mistura di preziosa informazione e di caotico rumore che chiama i "data scientist" a un compito difficile, ovvero estrarre dai dati informazione intelligente.

cit. Mario Rasetti

Tracce digitali

Tracce Digitali

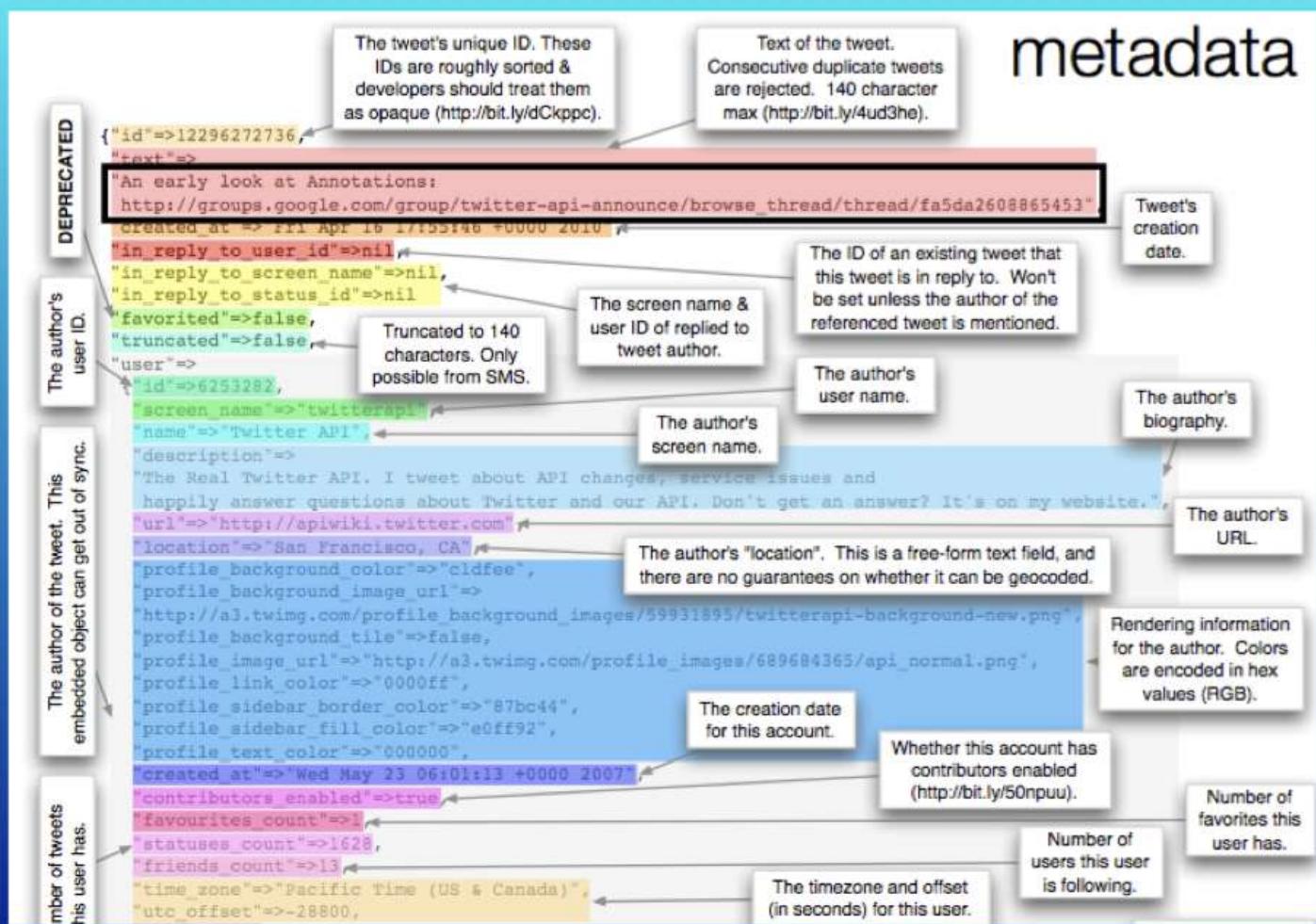
tracce digitali

- Quadro storico
- Orizzonte temporale
- Riproducibilità limitata
- Contesto limitato
- Sfide per la protezione dei dati

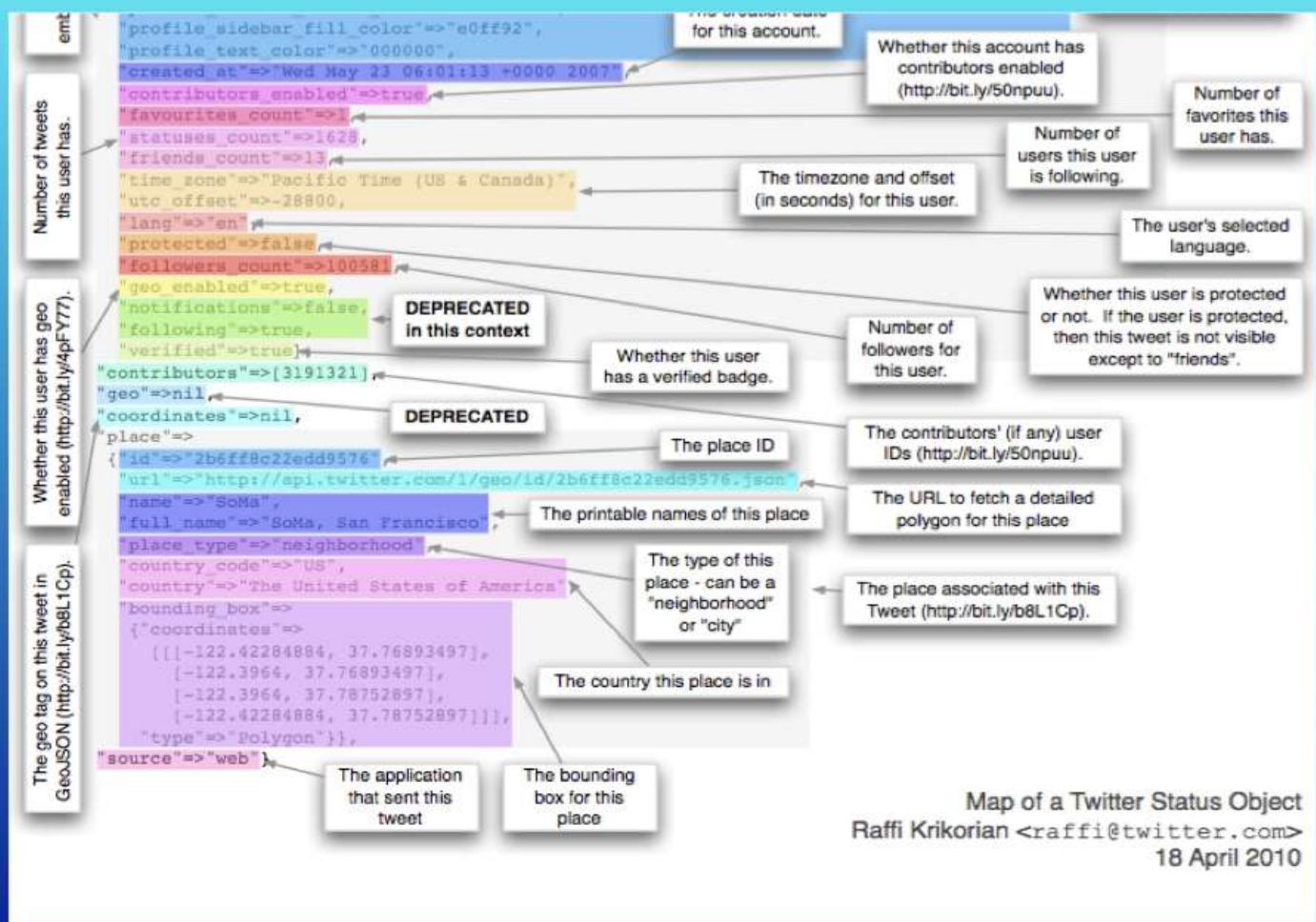


Scoperta la possibilità di utilizzare analisi di segnali digitali in tantissimi campi, con la possibilità di creare modelli ad ampia copertura.

Tracce Digitali



Tracce Digitali



Tracce digitali e come utilizzarle



The image consists of two side-by-side world maps. The left map is a dark blue globe with a sparse network of glowing blue lines representing data transmission paths. The right map is a similar globe but with a much denser and more complex network of glowing yellow lines, particularly concentrated over the continents of North America and Europe, illustrating a highly interconnected digital environment.

NSA | CSS

NSA.gov About Us What We Do News & Features Resources For ... Careers & Programs Business Opportunities

National Security Agency | Central Security Service
Defending our Nation. Securing the Future.

Search NSA.gov ...

Popular Searches: Careers | Internships | Declassification | Cybersecurity

**• PUBLIC SERVICE •
RECOGNITION WEEK**

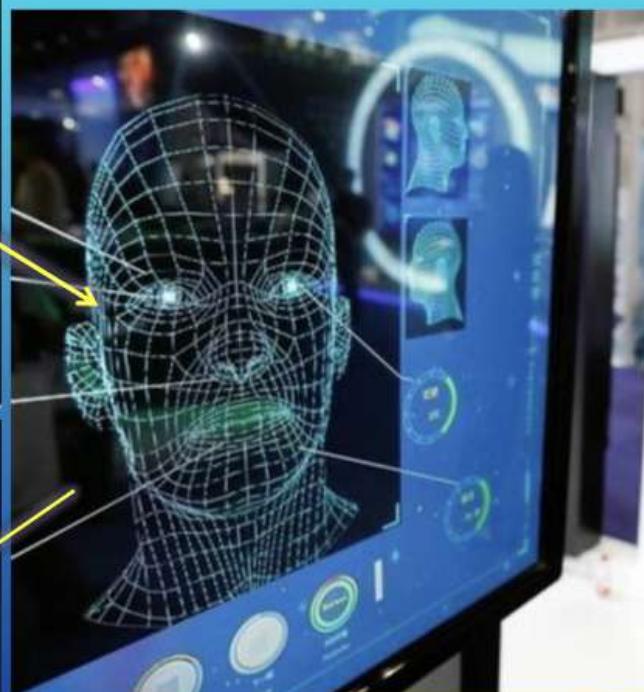
What is the most rewarding or the best aspect about working in government service?
This year for Public Service Recognition Week, we put that question to a few employees at NSA. [Read More](#)

What's New

West Point Wins NSA's 16th Annual Cyber Defense Exercise
Appointment of NSA's First Transparency Officer
Women's History Month Feature
Serving the Nation with Dedication and Courage

33

Tracce digitali e come utilizzarle



Tracce digitali e come utilizzarle

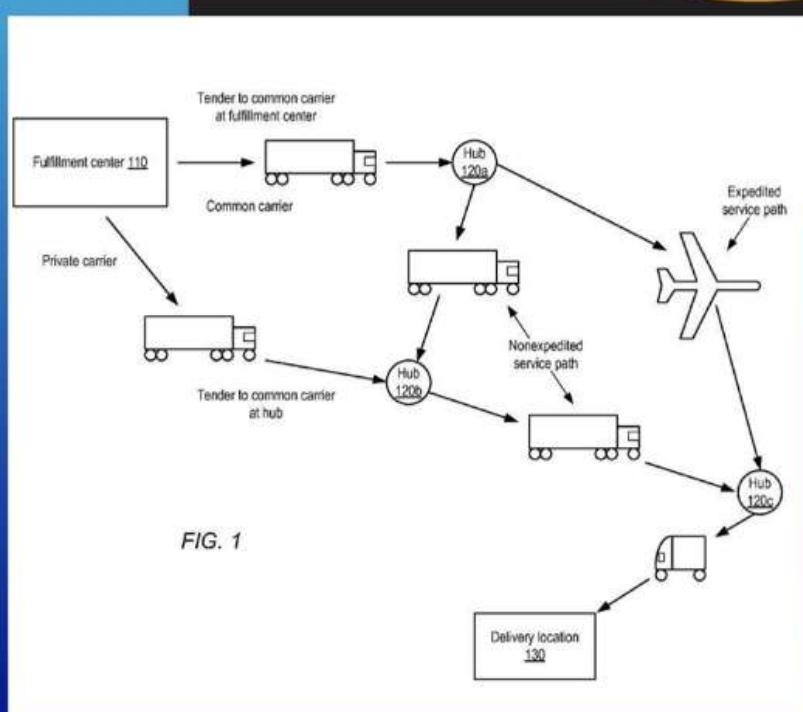


FIG. 1

amazon.it

amazon.it Cose da leggere

In primo piano

- Liber Civil War
- LA RISATA
- Adephi al -25%
- Oltre 1.000 titoli
- Scopri tutte le avventure
- Il benessere non finisce mai

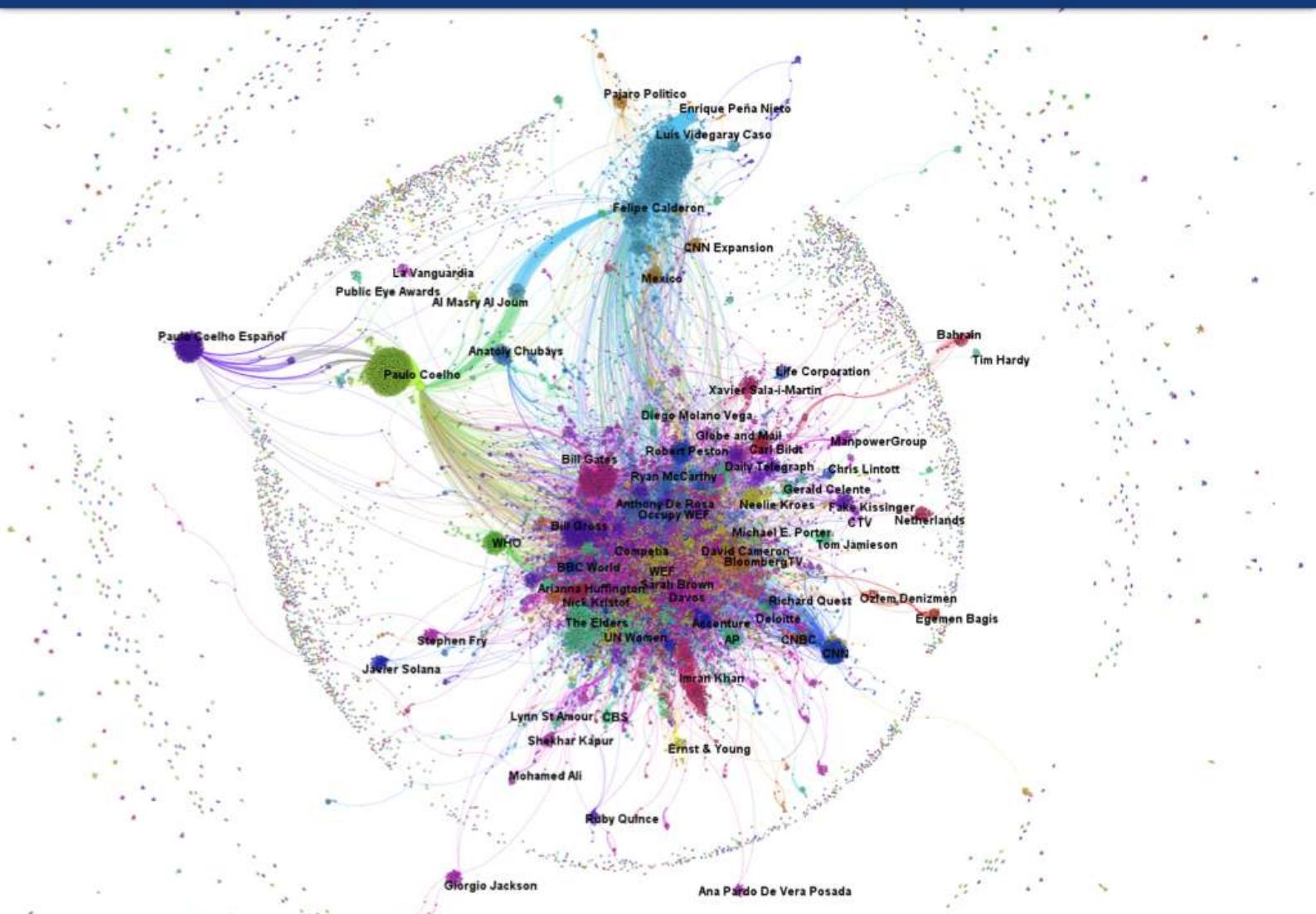
Consigliati per te

- LA TERRA DEL DOLCE
- Le feroci del cielo
- Altri nostri consigli d'acquisto per te
- Mauro Bigino
- Copertina flessibile
- EUR 17,00
- EUR 11,00
- Migliora i nostri consigli d'acquisto per te

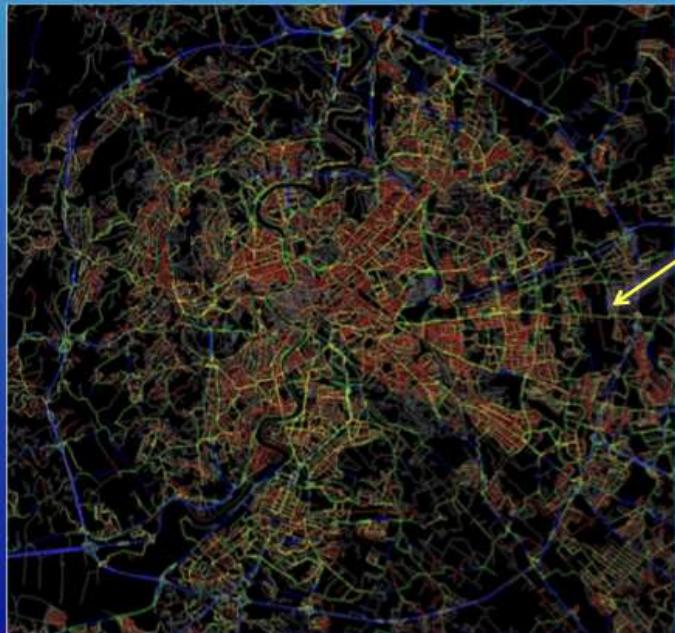
Novità e prossime uscite consigliate dagli editori

- ALBERTO ALERSIEVIE
- LILLI ANUBIS
- Tutte le novità e prossime uscite consigliate dagli editori

Tracce digitali e come utilizzarle



Tracce digitali e come utilizzarle



Black Boxes



Tracce digitali e come utilizzarle



Epidemiologia

Wikipedia Usage Estimates Prevalence of Influenza-Like Illness in the United States in Near Real-Time

David J. McIver*, John S. Brownstein

Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, United States of America

Abstract

Circulating levels of both seasonal and pandemic influenza-like illness (ILI) fluctuate over time across the population. While up-to-date information on ILI prevalence is available from the Centers for Disease Control and Prevention (CDC), it is often delayed by two weeks. We introduce a novel method for estimating ILI prevalence in the United States (US) by monitoring the rate of people searching for terms related to influenza or health-related Wikipedia pages. We collected data from Wikipedia between January 2007 and December 2013 and compared these data to official ILI surveillance data from the CDC. We developed a Poisson model that accurately estimated the week of peak ILI activity in the US two weeks ahead of the CDC, with an absolute error of less than one week for 80% of data. Wikipedia-derived ILI models performed well during the 2009 H1N1 pandemic as well as unusually accurately estimated the week of peak ILI activity during the 2012–2013 season. Our results demonstrate the potential for near real-time monitoring of ILI activity in the US and to provide timely information to public health officials.

Citation: McIver DJ, Brownstein JS (2014) Wikipedia Usage Estimates Prevalence of Influenza-Like Illness in the United States in Near Real-Time. PLoS Comput Biol 10(4): e1003581. doi:10.1371/journal.pcbi.1003581

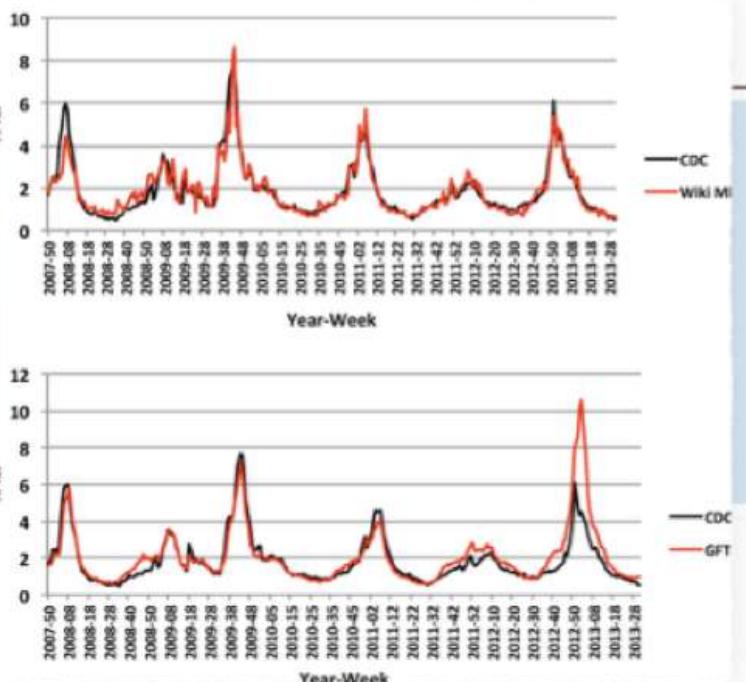
Editor: Marcel Salathé, Pennsylvania State University, United States of America

Received: December 20, 2013; **Accepted:** March 11, 2014; **P**

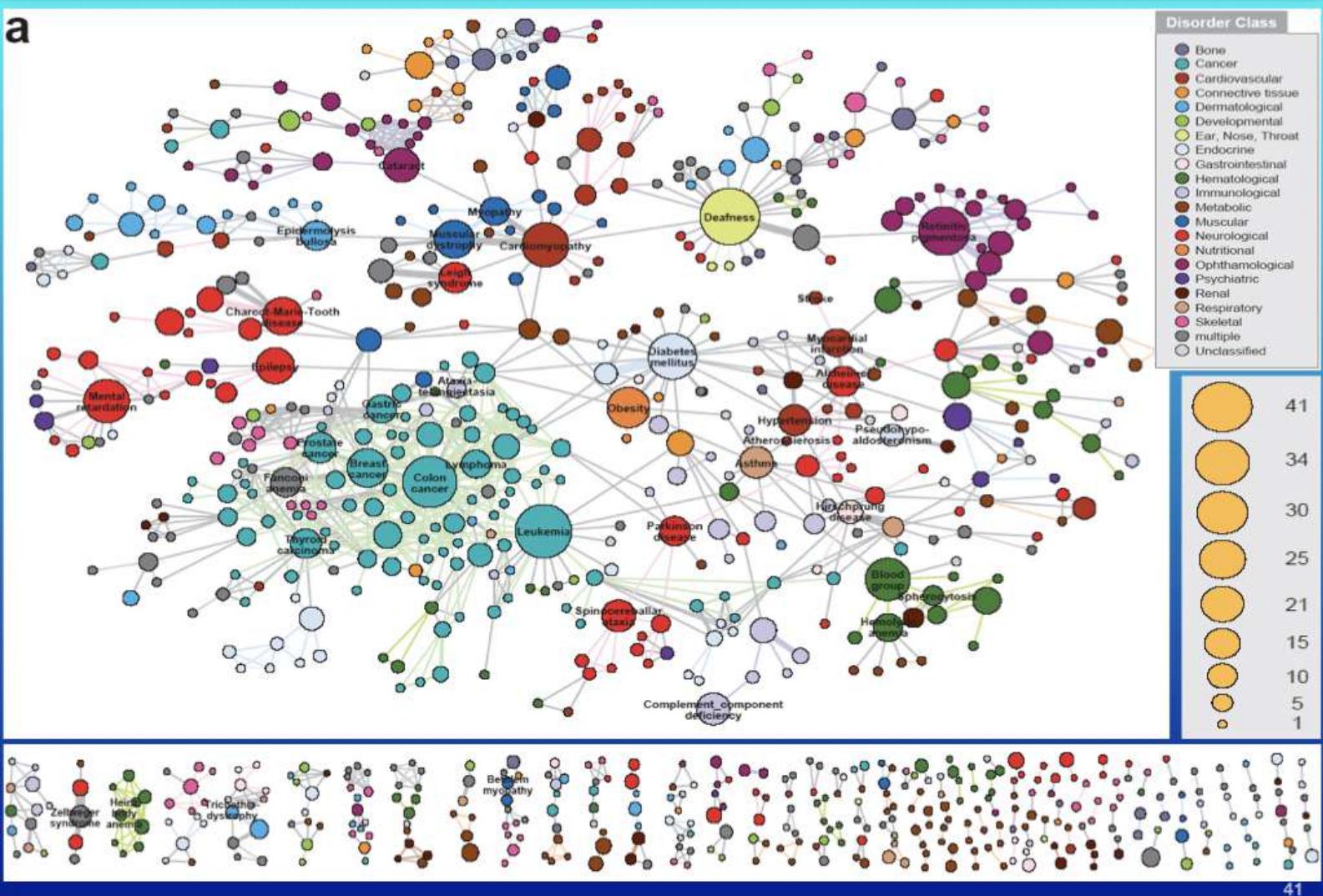
Copyright: © 2014 McIver, Brownstein. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Funding: This work was funded by the National Institutes of Health and National Library of Medicine 1R01LM010812-03. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.



Epidemiologia

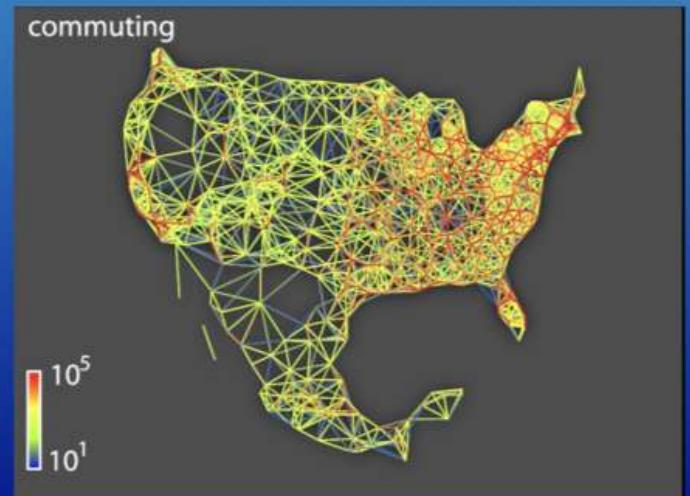


Epidemiologia

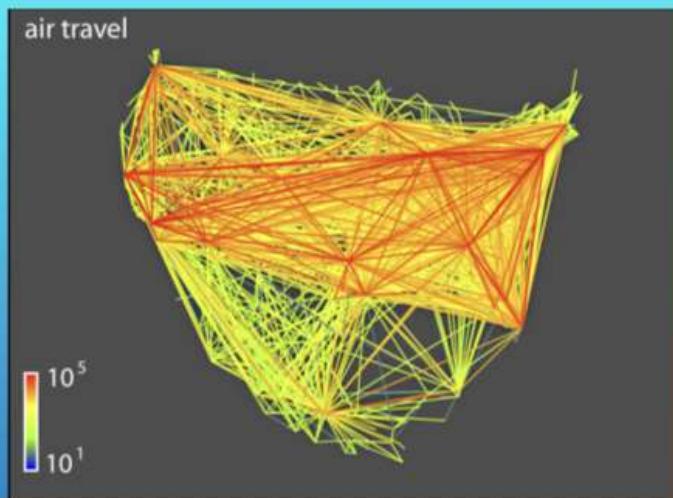


**Mappatura
aeroporti USA**

**Mappatura
stradale e
ferroviaria USA**

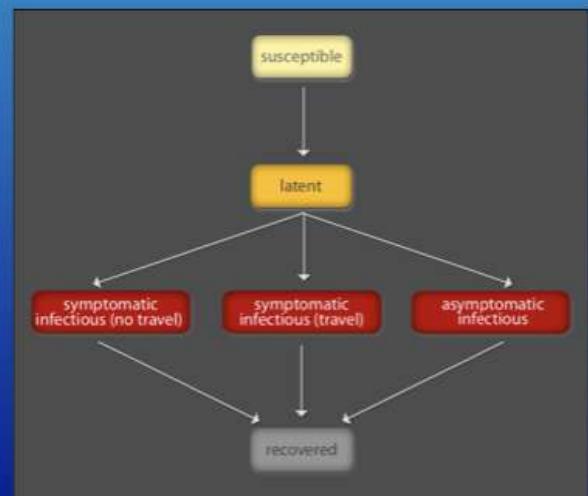


Epidemiologia

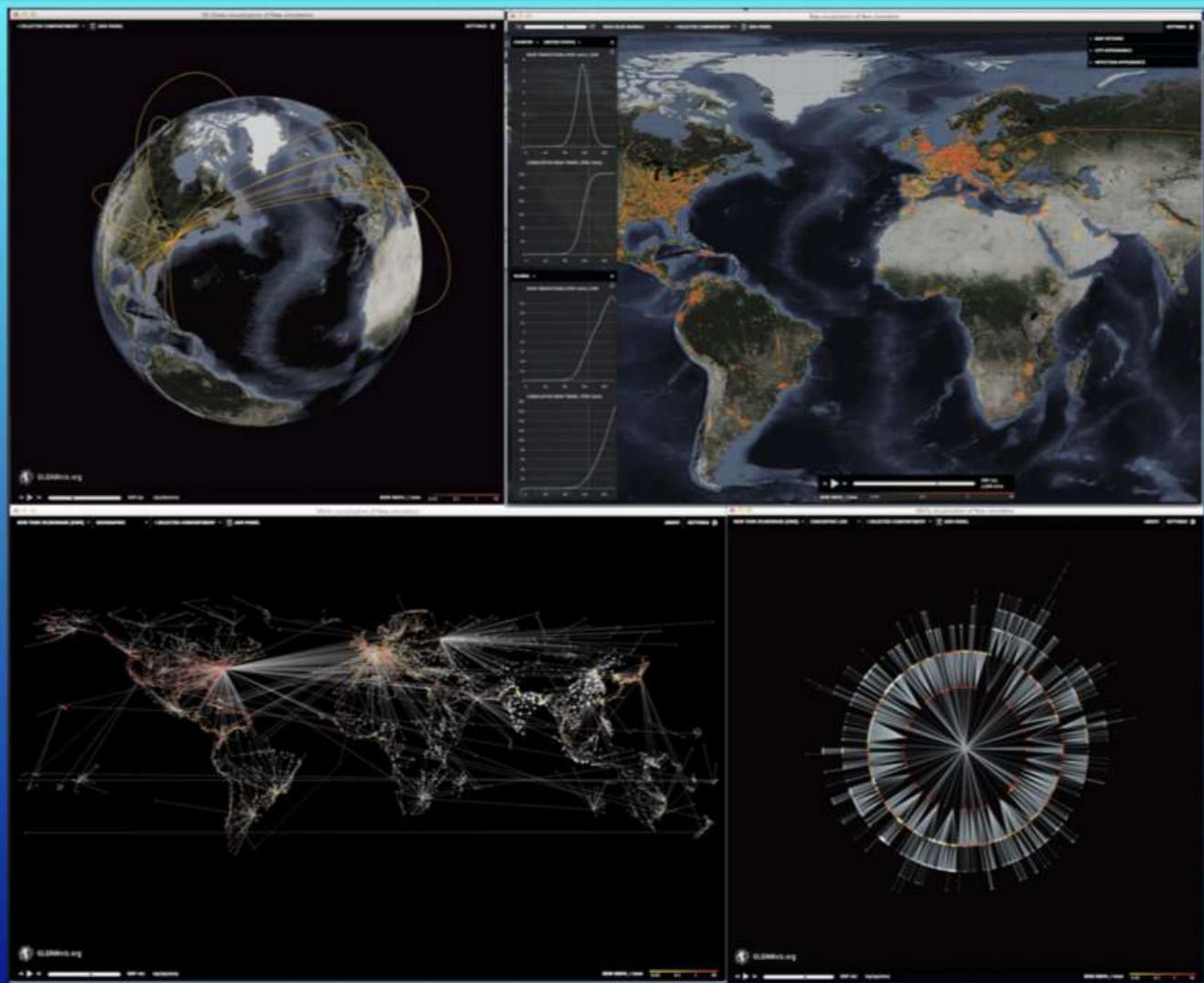


Mappatura voli
all'interno degli
USA

Schema
simulazione
diffusione
epidemia SIR



Epidemiologia



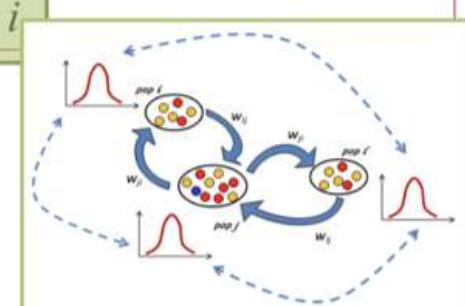
Metapopulation model. SIR

$$S_i(t+1) = S_i(t) - \beta \frac{I_i(t)S_i(t)}{N_i} + \Omega_i^S$$

$$I_i(t+1) = I_i(t) + \beta \frac{I_i(t)S_i(t)}{N_i} - \mu I_i(t) + \Omega_i^I$$

$$R_i(t+1) = R_i(t) + \mu I_i(t) + \Omega_i^R$$

Ω_i^X Measure of *in-flow* and *out-flow* of people in compartment X



Criptografia Classica & Quantistica

Criptografia classica e quantistica



The Caesar cipher	A B C D E F G H I L M N O P Q R S T U V Z
	d e f g h i l m n o p q r s t u v z a b c

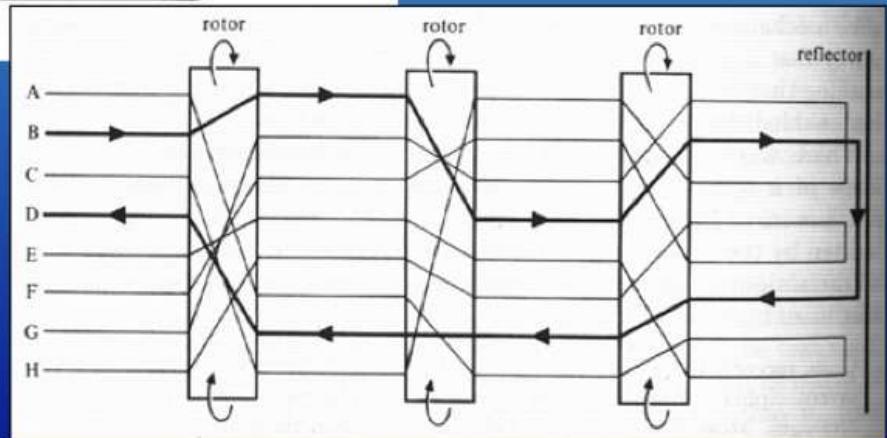
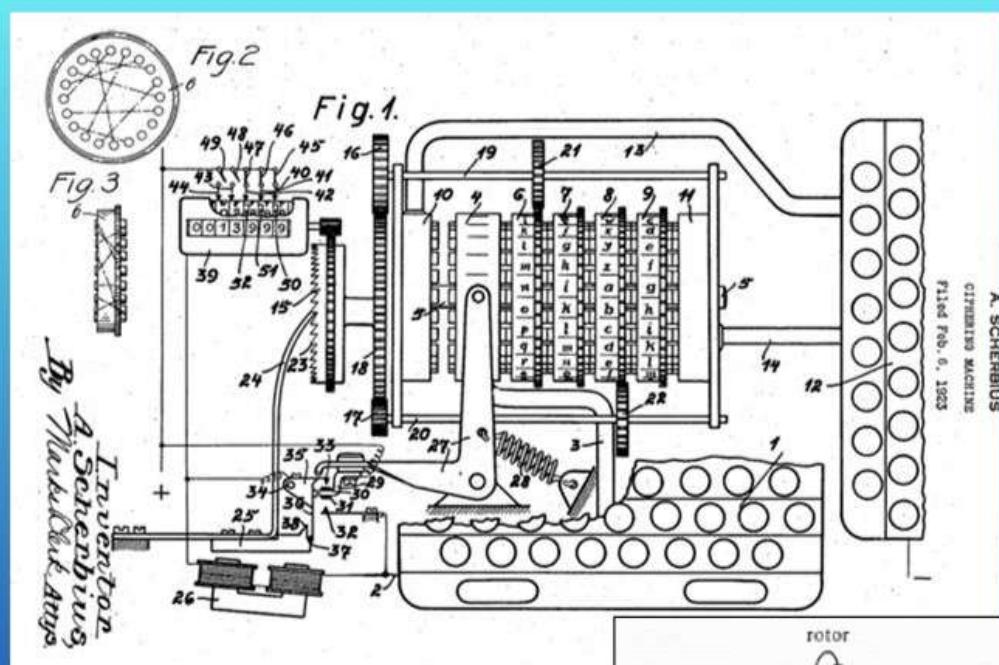
Criptografia classica e quantistica



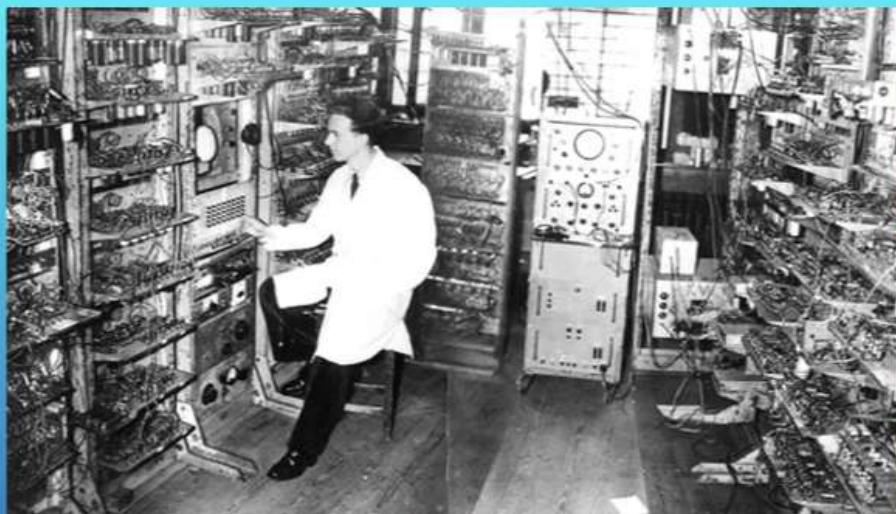
Criptografia classica e quantistica



Criptografia classica e quantistica



Criptografia classica e quantistica



Alan
Turing



Bombe

One Time Pad

$E_k(m) =$
 $m_0 m_1 \dots$
 $k_0 k_1 \dots$
 $m = 'CS' =$
for c in s:
 ord(c)

```
onetimepad.py - /Users/KnowIt/Dropbox-Dave/Dropbox/Udacity/cs387 Applied Cryptography/Unit 1/2012...
```

```
def convert_to_bits(n, pad):
    result = []
    while n > 0:
        if n % 2 == 0:
            result = [0] + result
        else:
            result = [1] + result
        n = n / 2
    while len(result) < pad:
        result = [0] + result
    return result
```

Ln: 12 Col: 24

Criptografia classica e quantistica



Sistemi Complessi per la Biologia

Biologia e lotta ai tumori

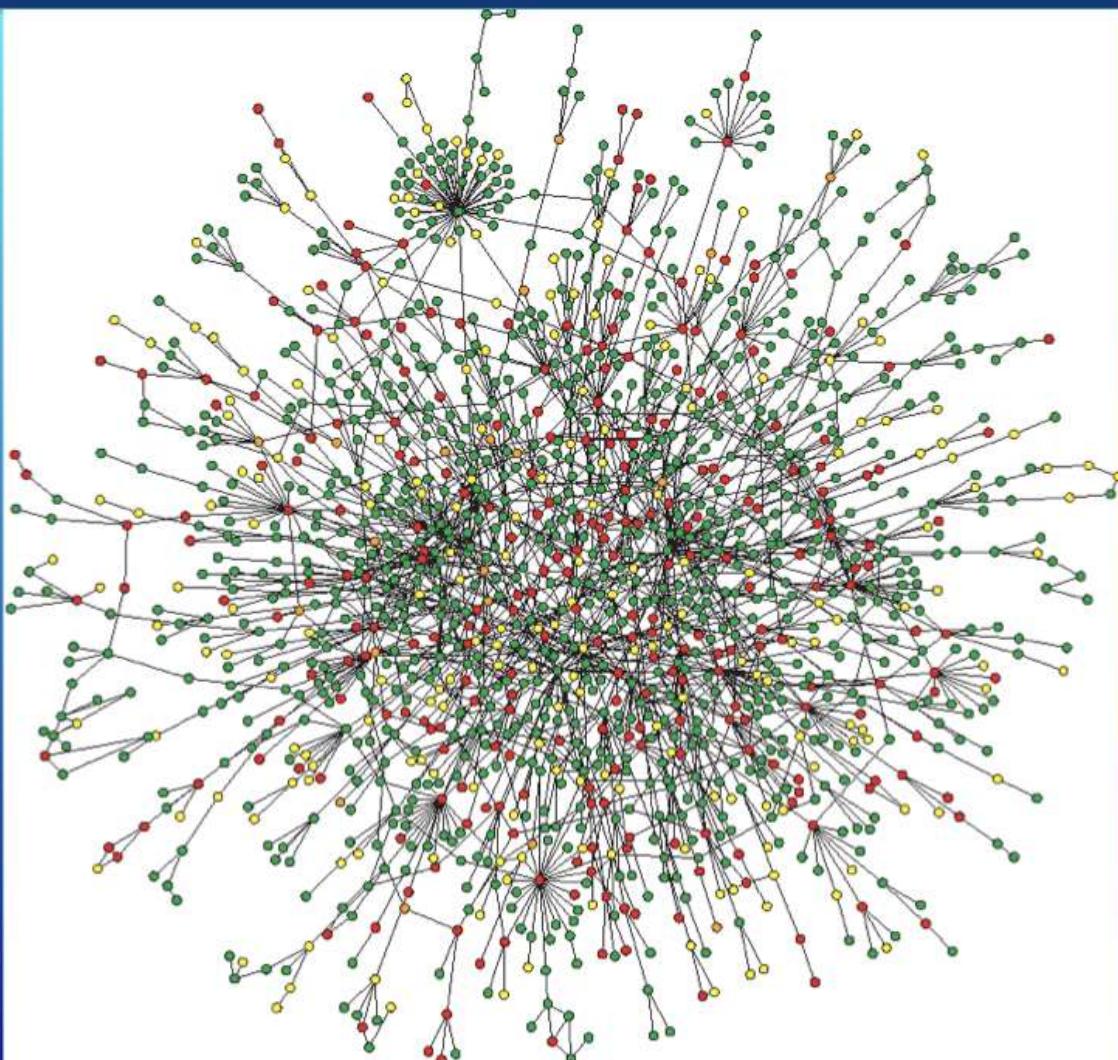


Figure 2 | **Yeast protein interaction network.** A map of protein–protein interactions¹⁸ in

Biologia e lotta ai tumori

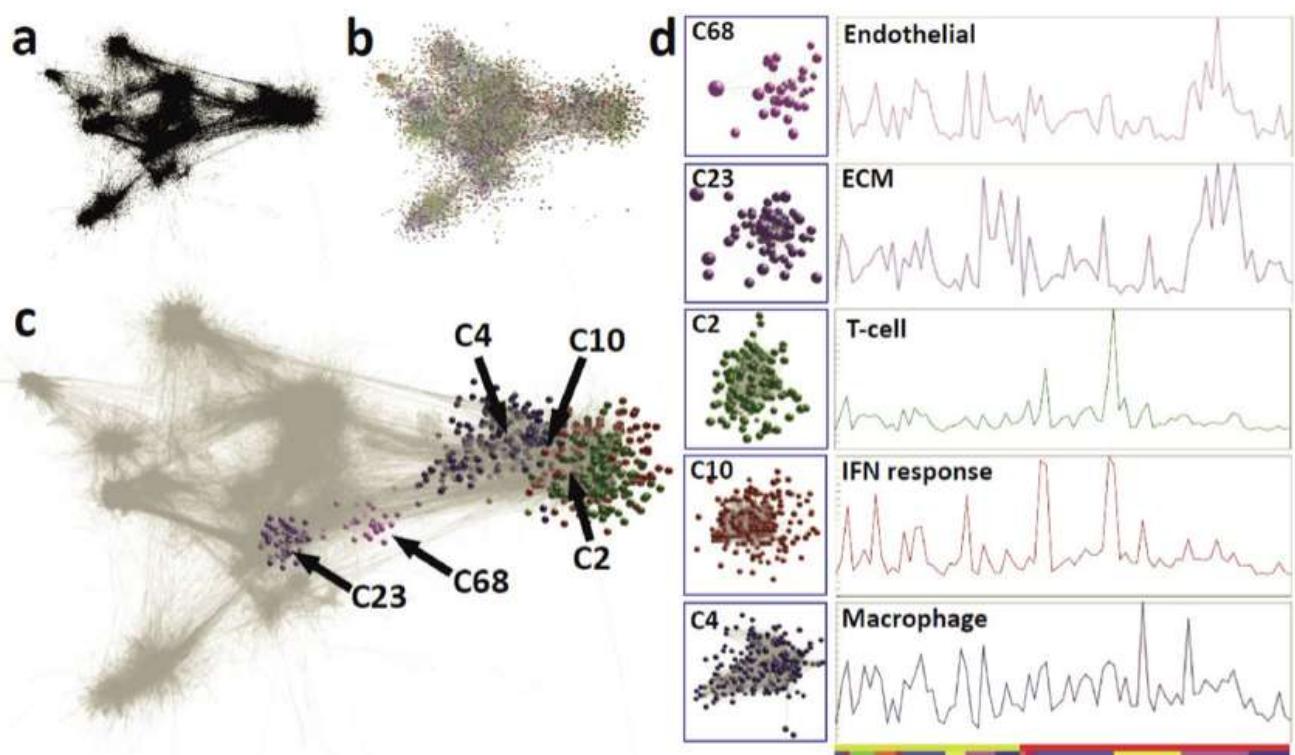


Biologia e lotta ai tumori

PROTEIN

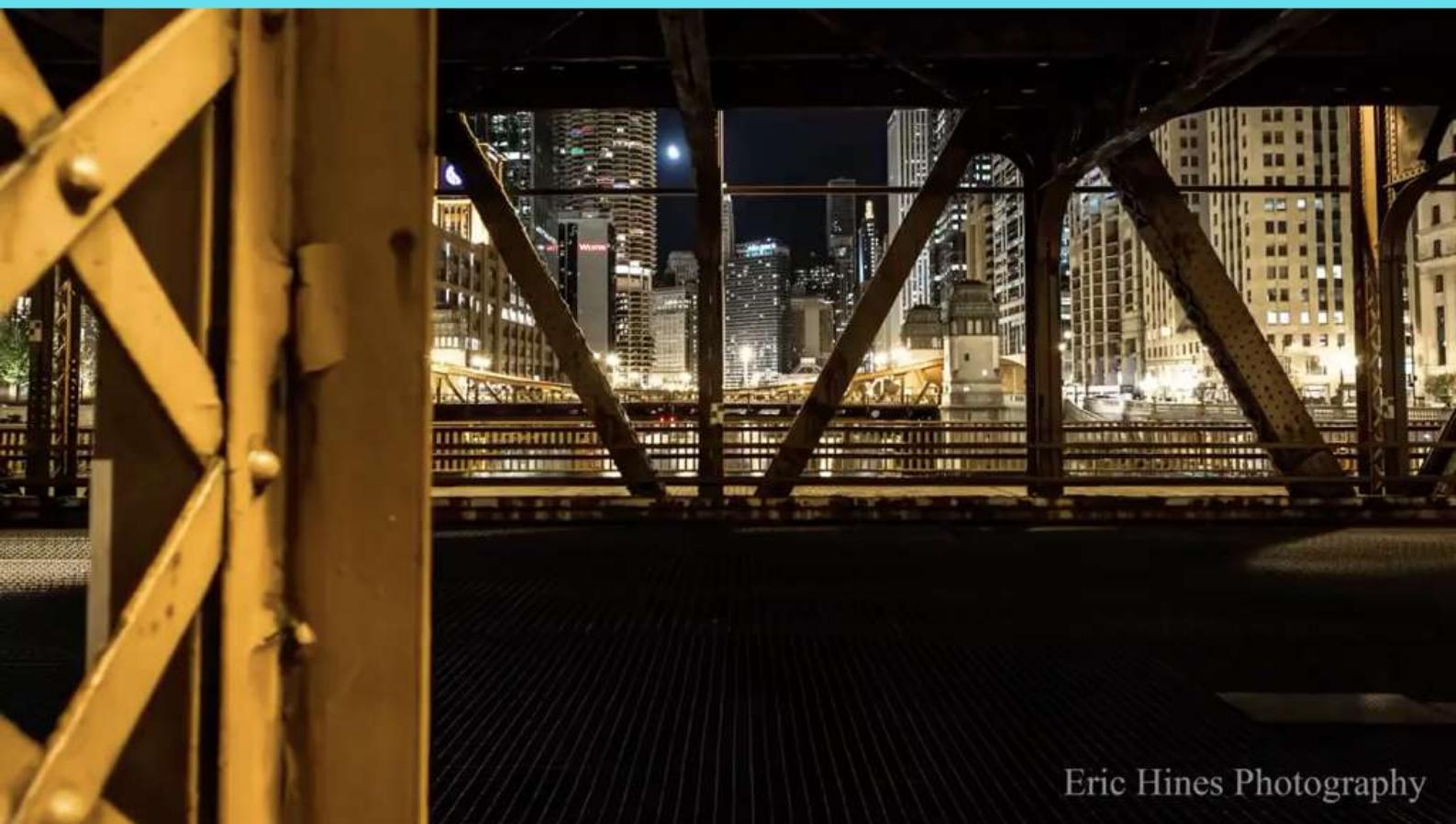
PDB-101

Network derived from testicular cancer dataset



Intelligenza Artificiale & Cervello umano

Cervello & AI



Eric Hines Photography

Cervello & AI

www.designmate.com

Cervello & AI

nature video

Studio della Variabilità individuale



Autism Brain Imaging
Data Exchange

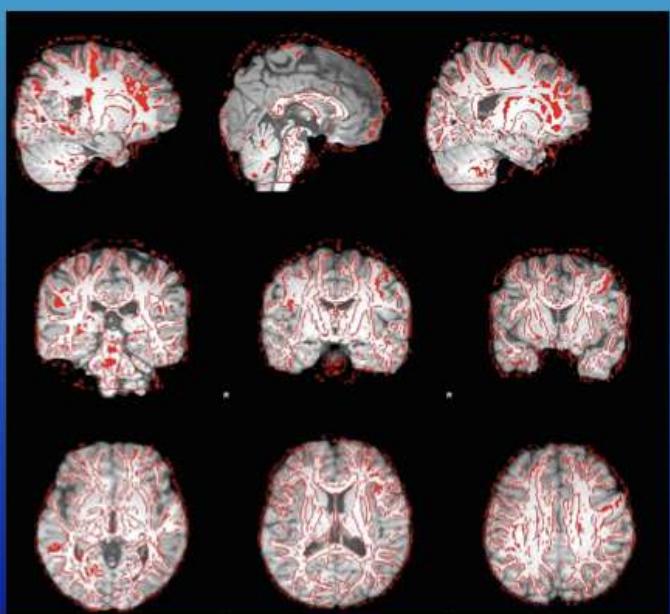
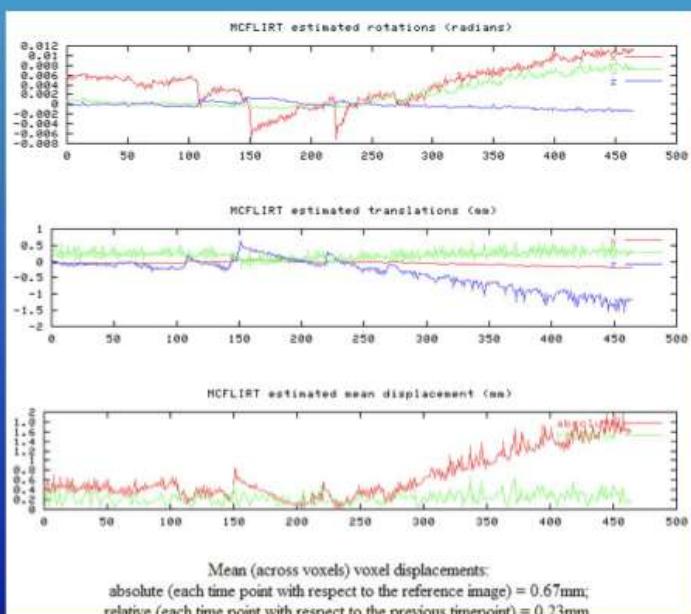
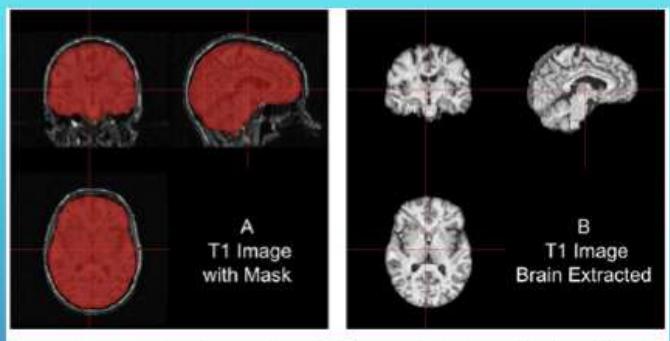
ABIDE I

- 17 siti internazionali
- 1112 dataset
- 539 individui affetti da ASD
- 573 individui di controllo
- Età 7-64 anni

ABIDE II

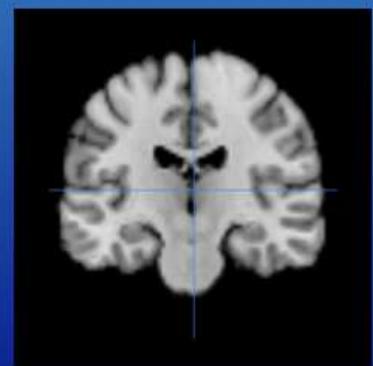
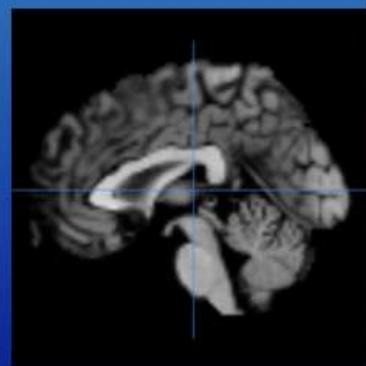
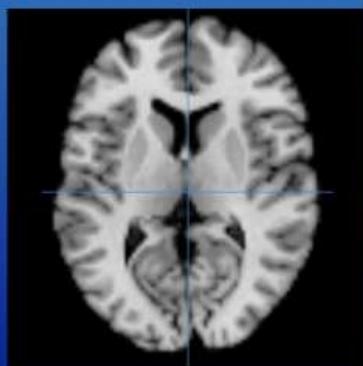
- 19 siti internazionali
- 1114 dataset
- 521 individui affetti da ASD
- 593 individui di controllo
- Età 5-64 anni

Cervello & AI

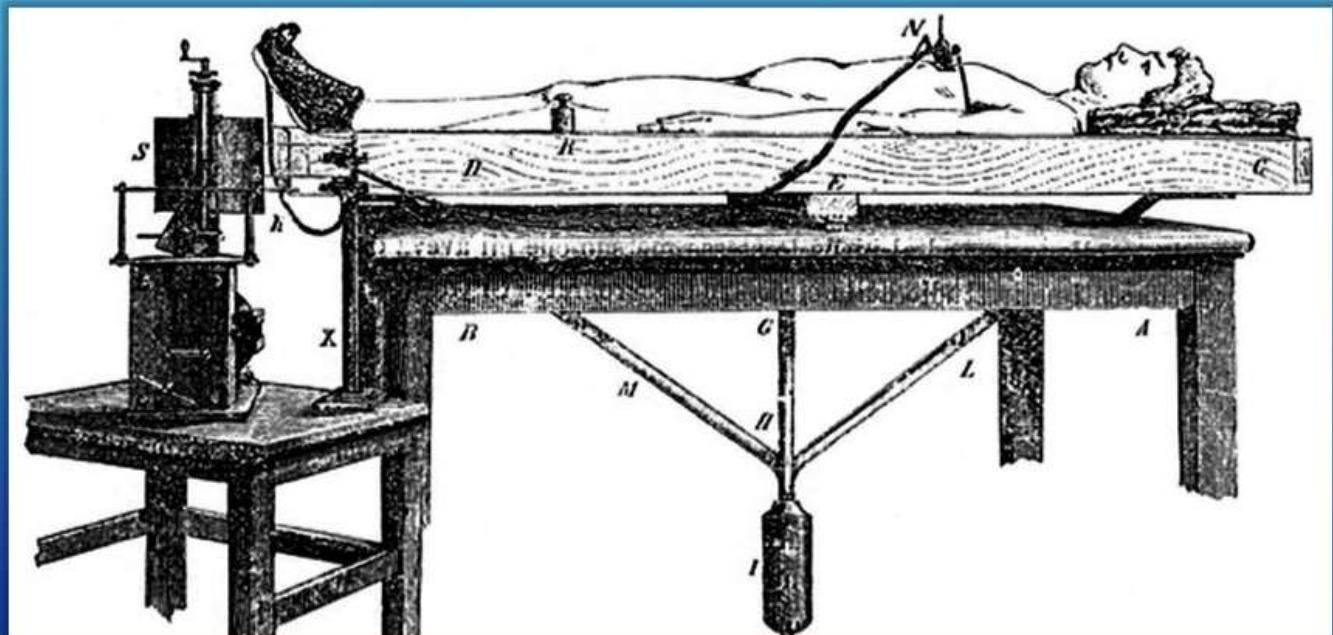


Cervello & AI

- Studiare la variabilità individuale tra le attività cerebrali delle persone in assenza di stimoli Esterni.
- I dati provengono dai seguenti due *Open repository*:
 - 1000 Functional Connectomes Project → 15 femmine & 8 maschi
 - ABIDE (Autism Brain Imaging Data Exchange)
→ 16 maschi sani & 16 maschi patologici
- Maschera cerebrale standard: 67749 voxel
- Ciascun voxel rappresenta un cubo di tessuto di circa 3 mm per lato.



Primi esperimenti: La Bilancia di Mosso

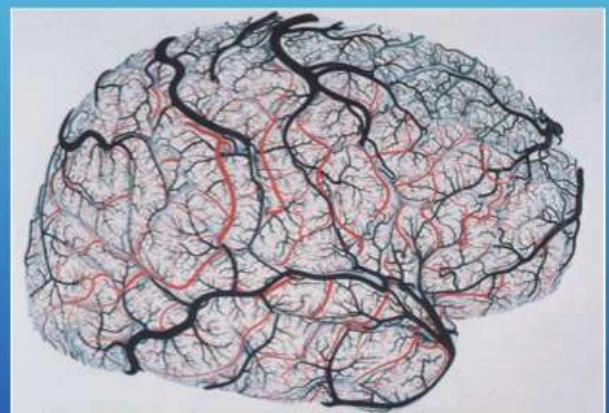


Cervello & AI

➤ La risonanza magnetica funzionale (fMRI), è una tecnica imaging che consiste nell'uso della risonanza magnetica per valutare la funzionalità di un organo o un apparato.

➤ Si hanno le seguenti variazioni:

- Flusso sanguigno cerebrale
- Volume sanguigno locale
- Concentrazione di ossiemoglobinina e deossiemoglobinina



➤ Si visualizza la risposta emodinamica correlata all'attività neurale del cervello, la quale raggiunge un picco in 4-5 secondi

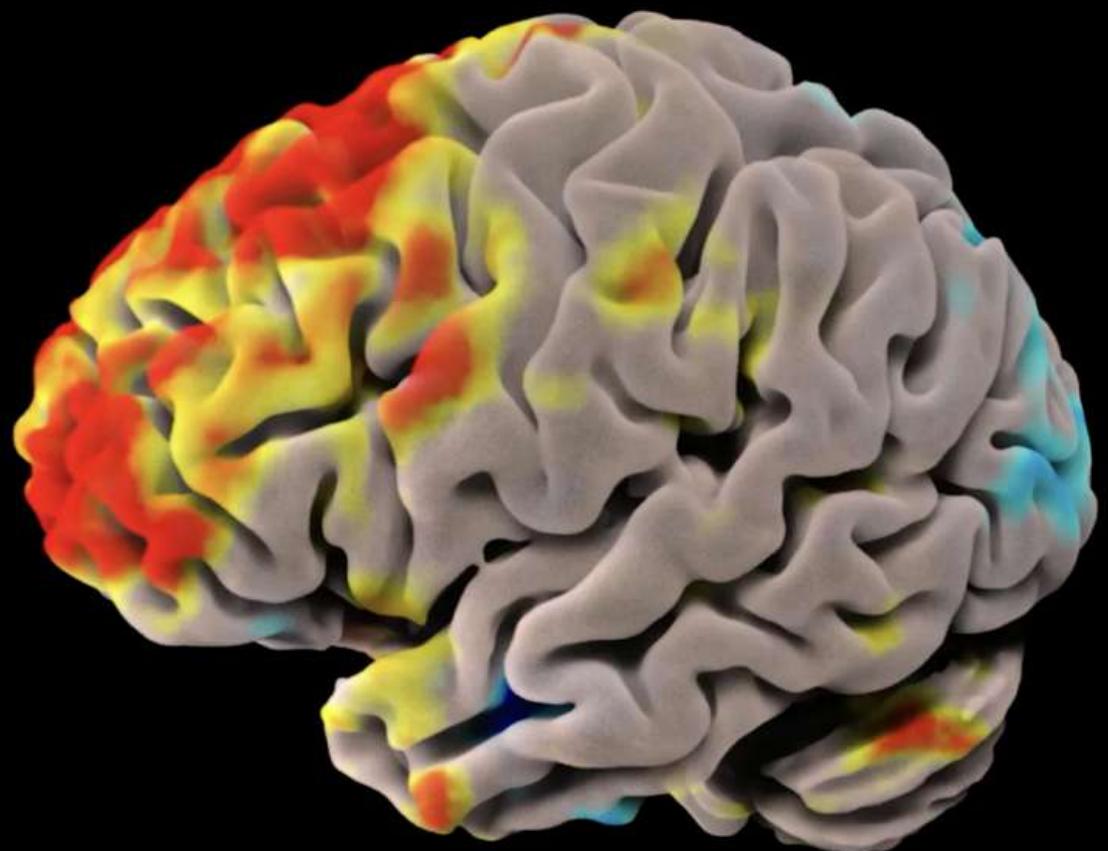
Cervello & AI

- Il segnale, dato dal sangue nella risonanza magnetica nucleare (RMN), varia in funzione del livello di ossigenazione.

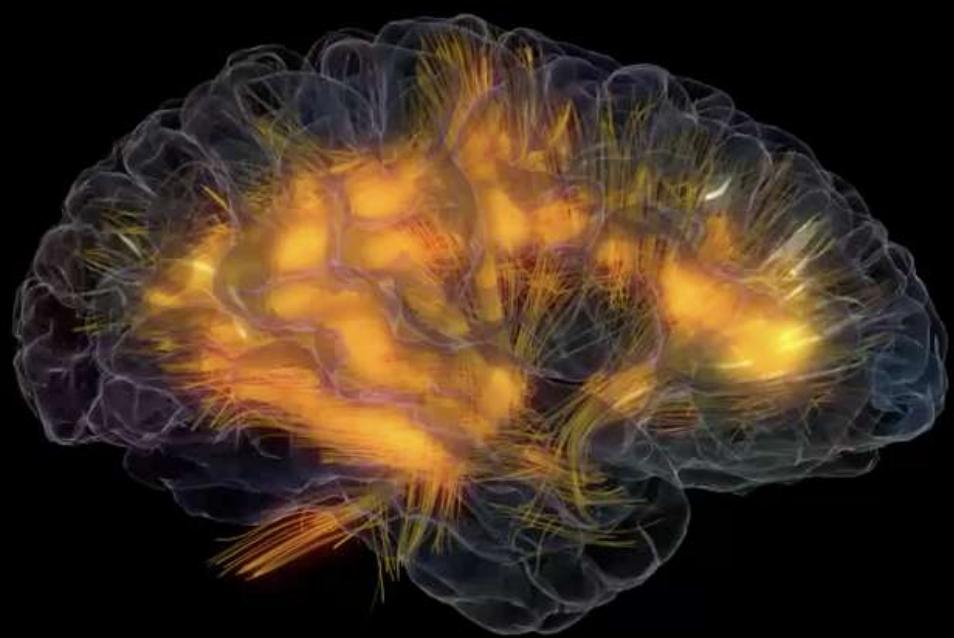


- Contrasto *Blood Oxygenation Level Dependent* (BOLD) le cui variazioni di intensità, misurabili con parametri sensibili alle variazioni della suscettività magnetica, sono legate alle variazioni nella concentrazione di emoglobina non ossigenata.

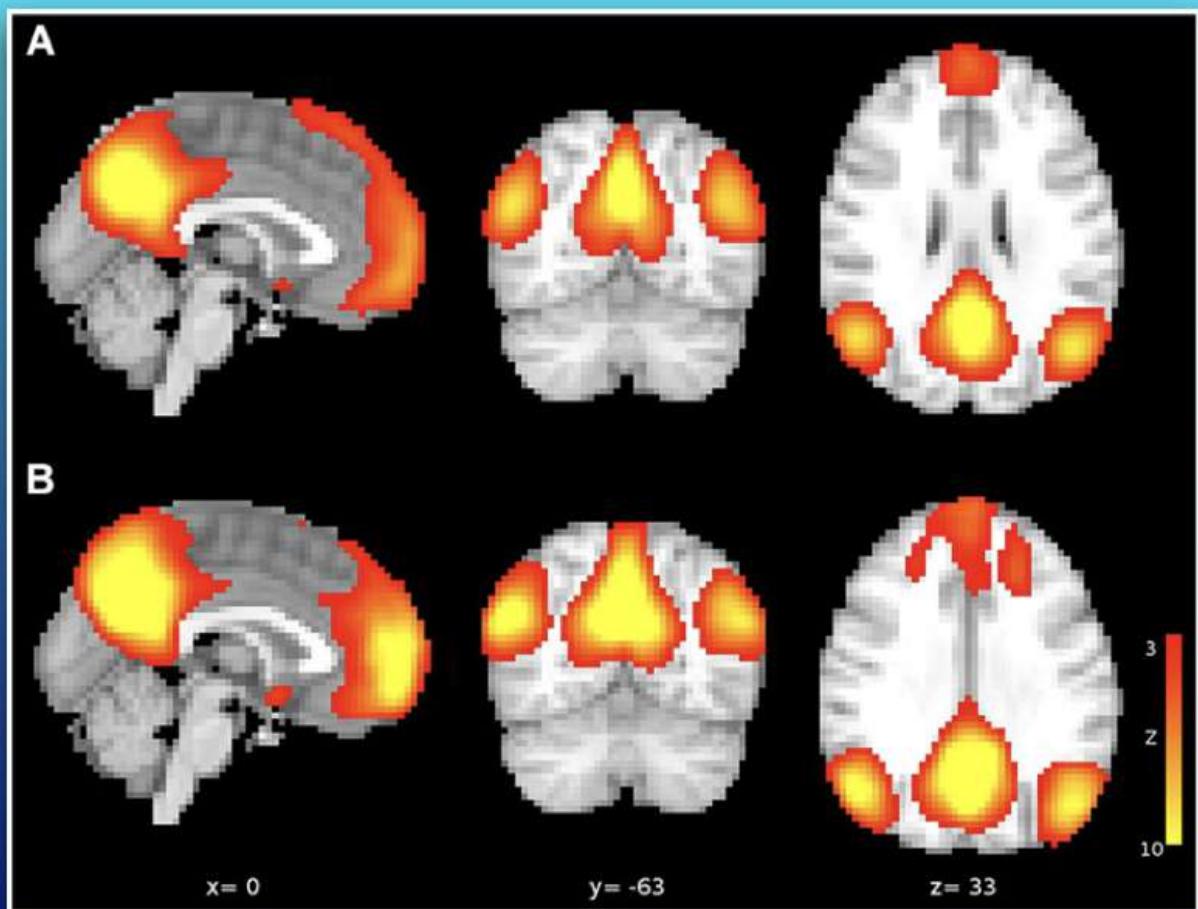
Cervello & AI



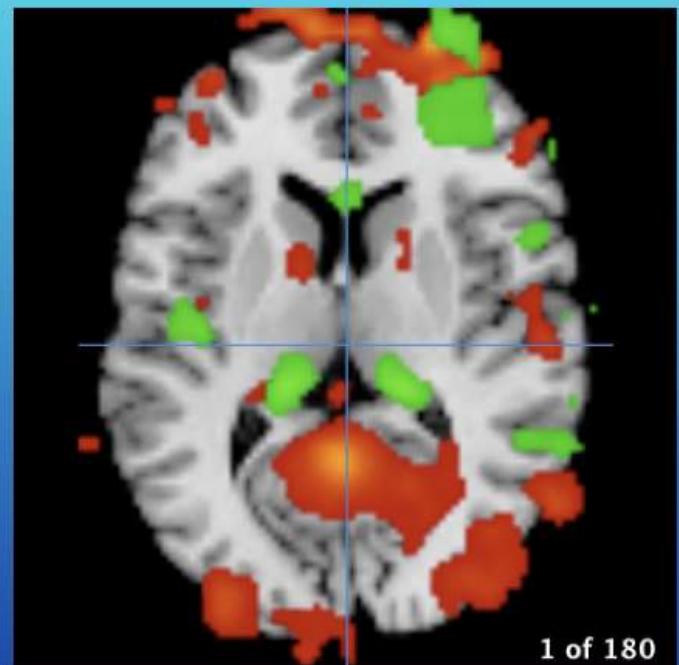
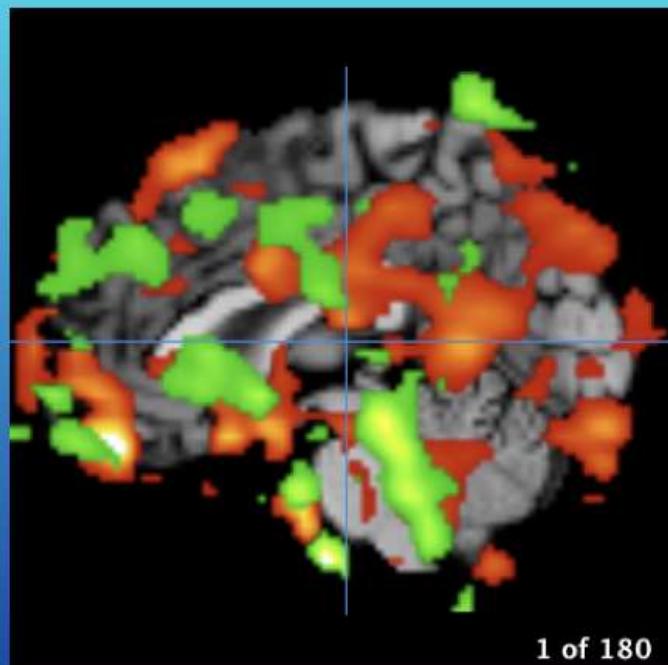
Cervello & AI



Default Mode Network



1° Problema

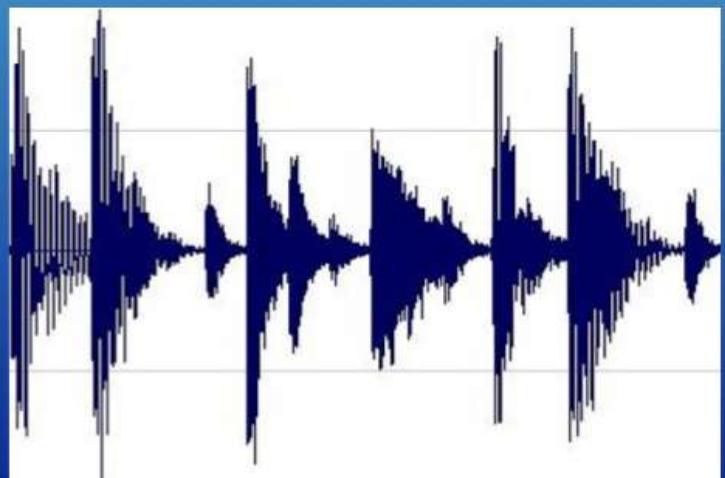
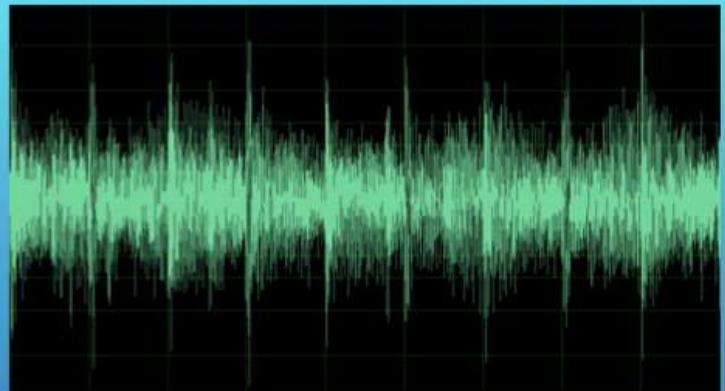
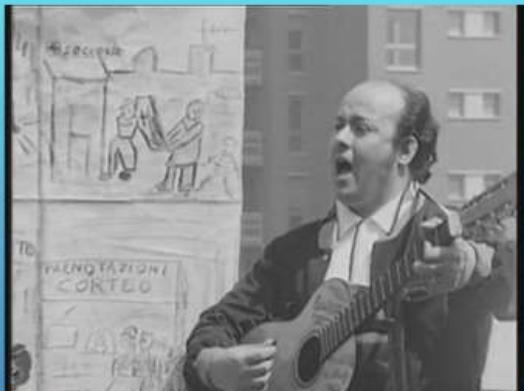


Maschio sano (rosso) e maschio patologico (verde) prima della sincronizzazione

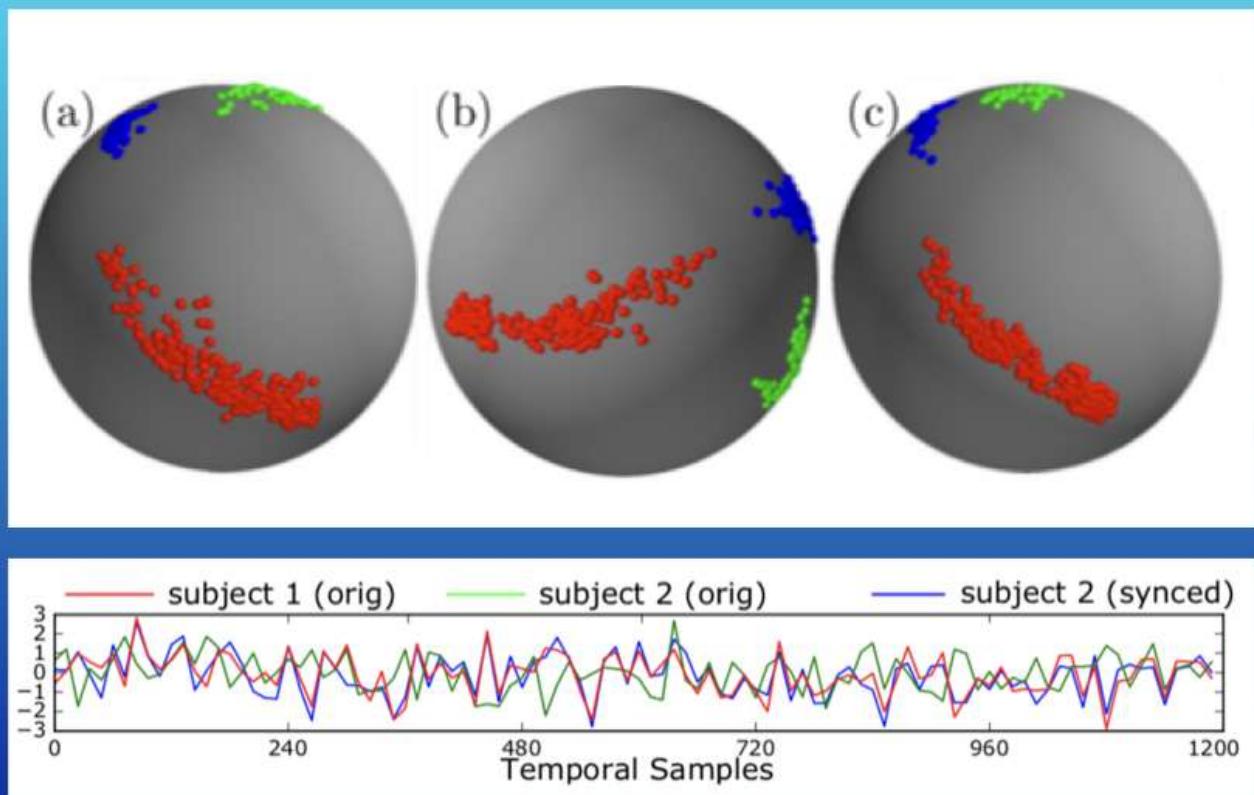
Cervello & AI



Cervello & AI

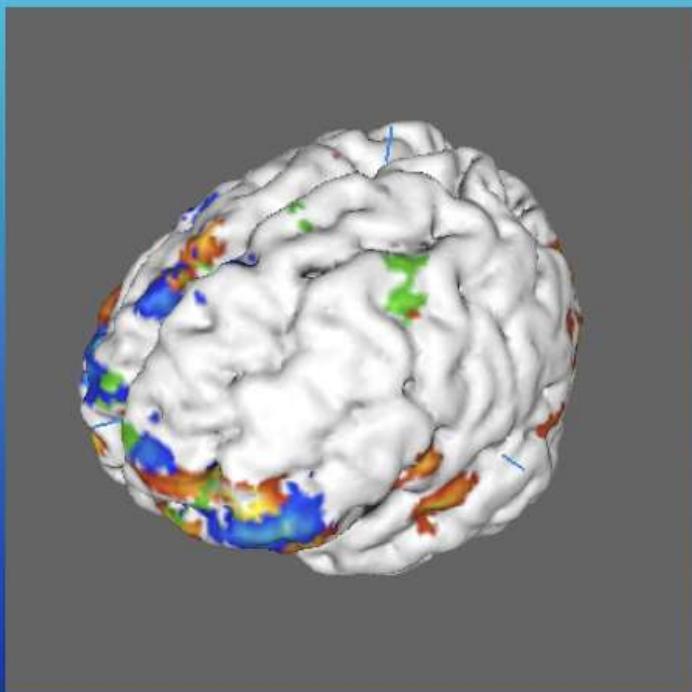


Metodo BrainSync

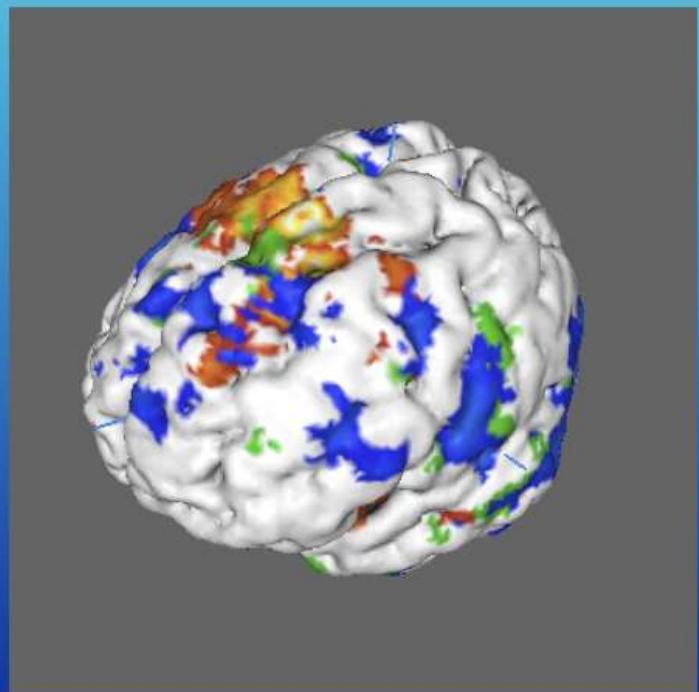


Cervello & AI

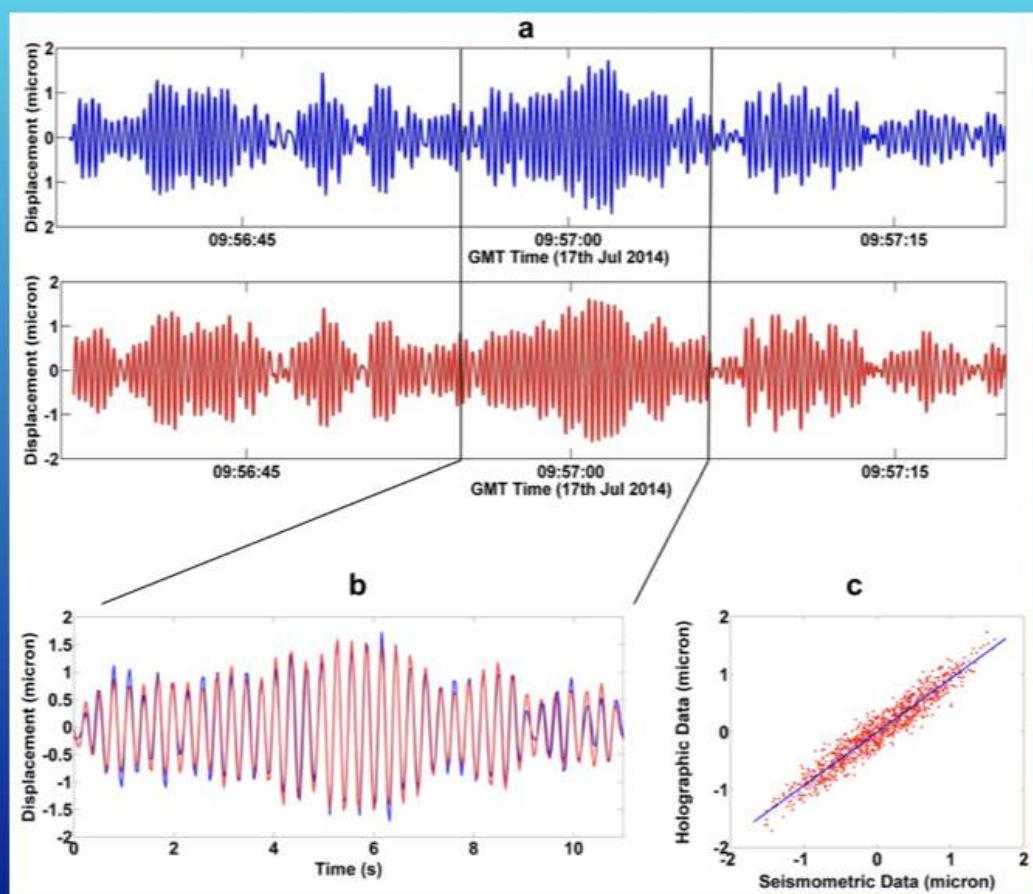
Femmina (rosso) & Maschio (verde)
Post sincronizzazione con soggetto
medio (blu)



Maschio sano (rosso) & patologico
(verde)
Post sincronizzazione con soggetto
medio (blu)

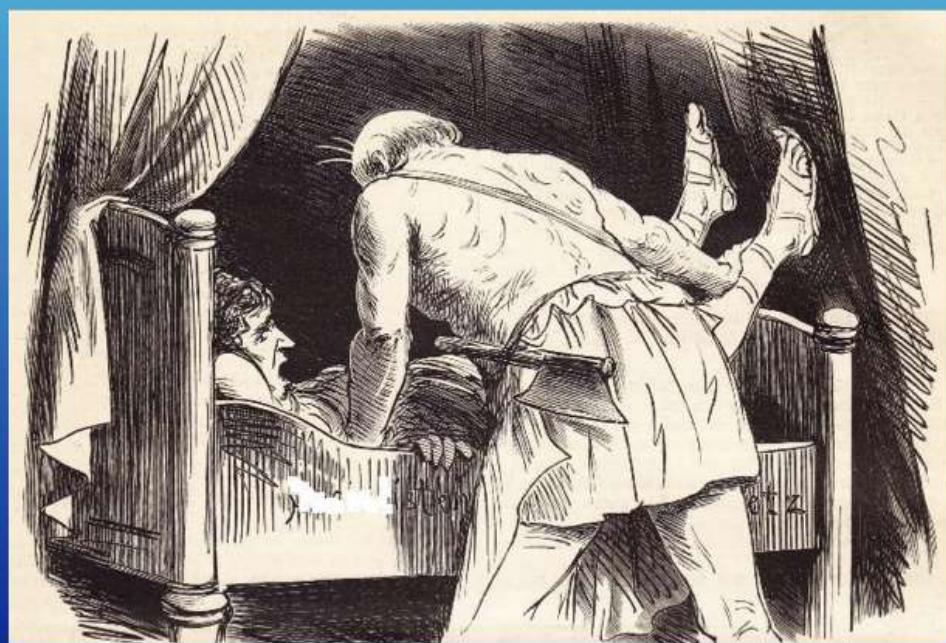


2° Problema



Procuste Analisi

Nella mitologia greca classica, **Procuste** è il soprannome di un brigante greco di nome **Damaste** che, appostato sul monte Coridallo, nell'Attica, lungo la via sacra tra Eleusi e Atene, aggrediva i viandanti e li straziava battendoli con un martello su di un'incudine a forma di letto scavata nella roccia o metallica.



➤ Algoritmo

Il metodo implementato in MatLab $[d, Z, transform] = procrustes(X, Y)$ fornisce come output la seguente espressione

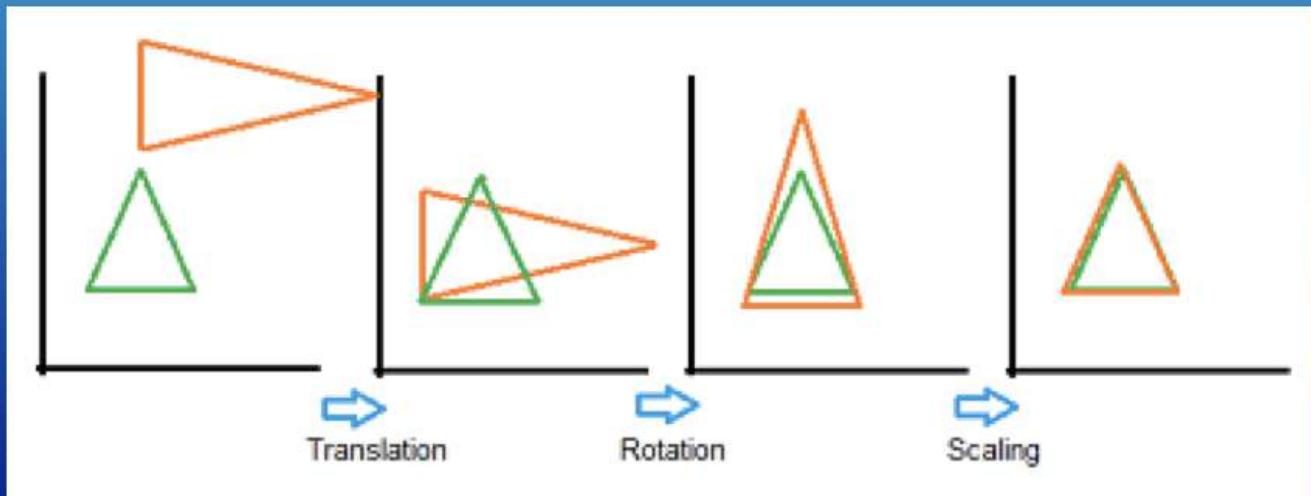
$$Z = b * Y * T + c$$

dove:

c = componente di traslazione

T = rotazione ortogonale e componente di riflessione

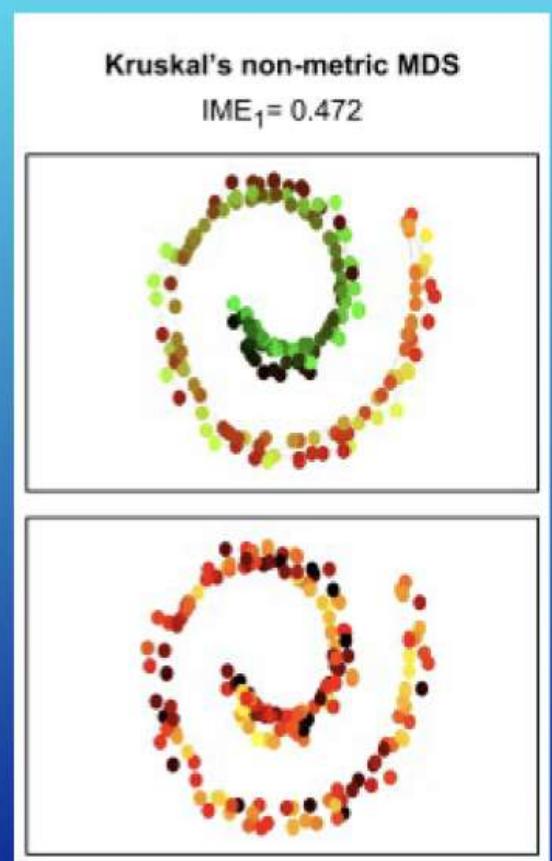
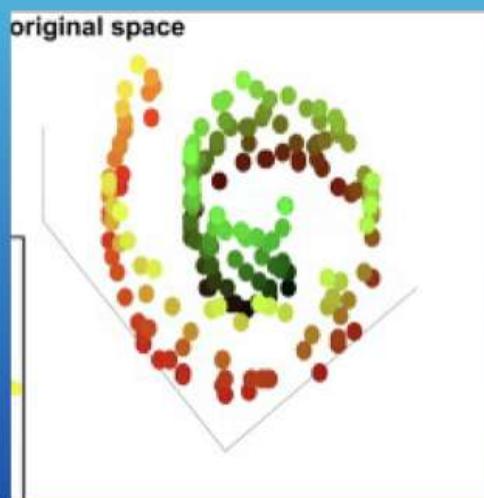
b = componente di scale



➤ **Analisi su maschi sani e maschi patologici:**

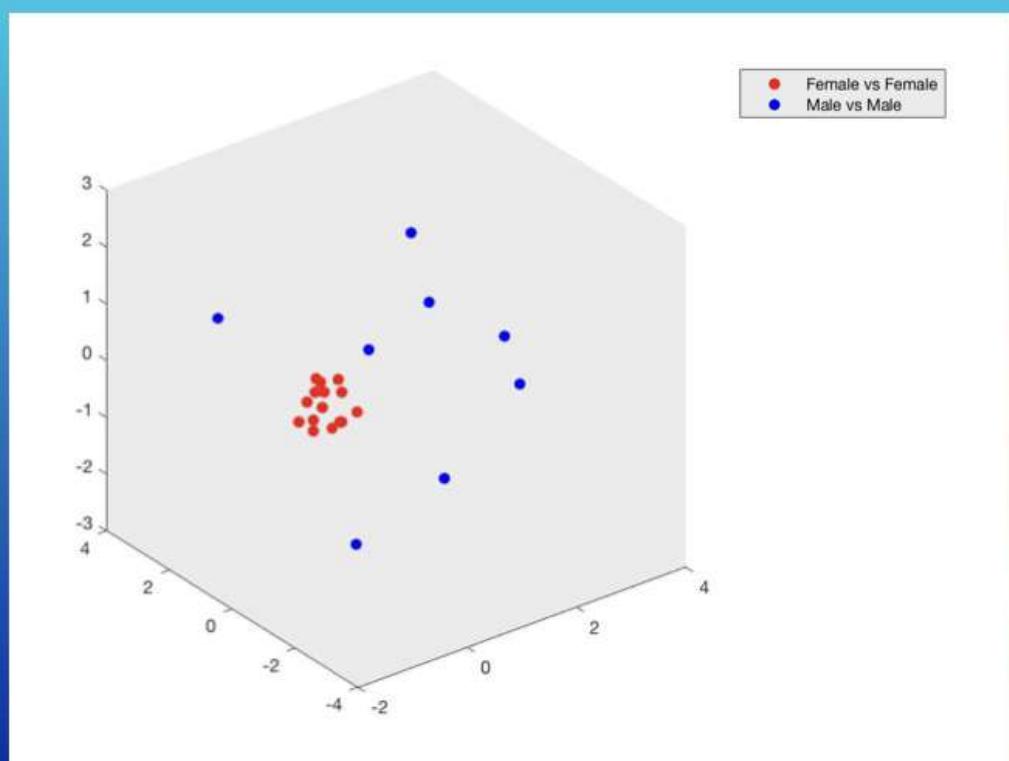
- 1) Seleziono a turno ogni soggetto sano.
- 2) Eseguo le trasformazioni di Procruste verso tutti gli altri soggetti.
- 3) Calcolo la media delle trasformazioni verso i soggetti sani.
- 4) Calcolo la media delle trasformazioni verso i soggetti patologici.
- 5) Ripeto lo stesso procedimento per i soggetti patologici.
- 6) Salvo in uscita le matrici medie di trasformazione per ogni soggetto.

3° Problema



Cervello & AI

Plot che mostra i punti delle trasformazioni medie di ogni donna verso tutte le altre donne e di tutti gli uomini verso tutti gli altri uomini.



Centro di gravità femmine:
 $G_f = (-0.333, -0.076, 0.022)$

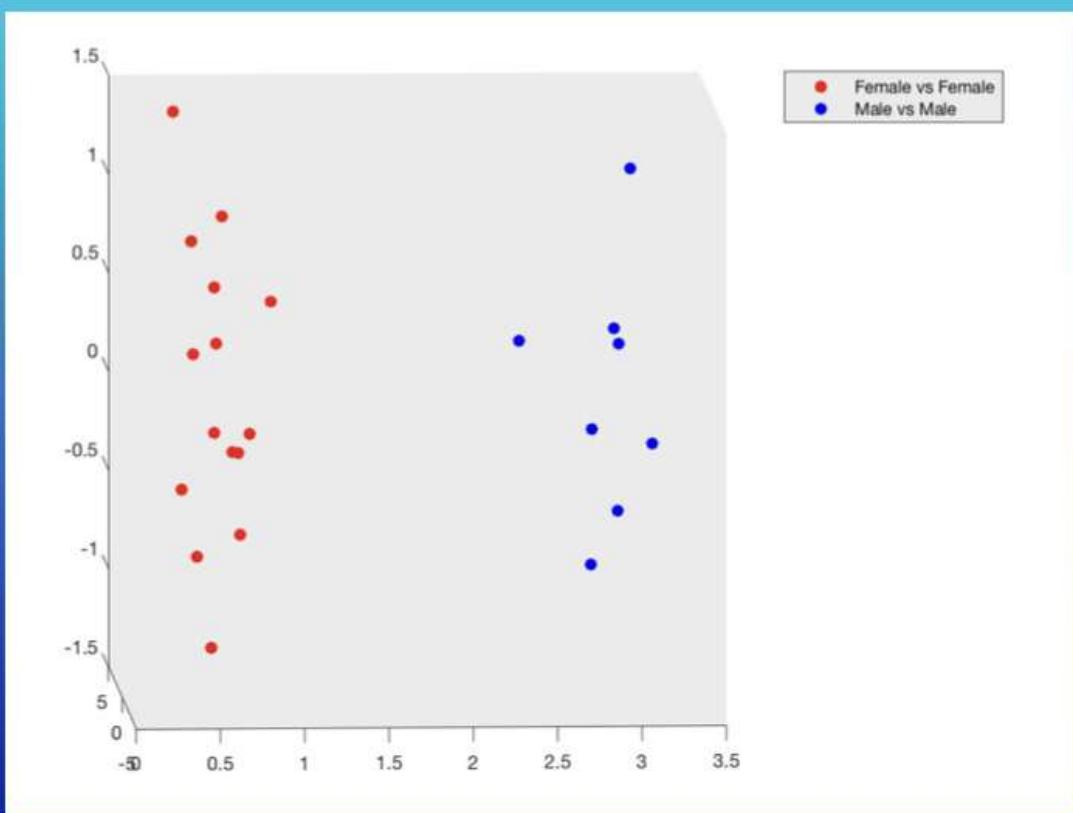
Centro di gravità maschi:
 $G_m = (1.237, 0.074, 0.072)$

Distanza tra i centri:
1.577

Distanza media donne:
2.081

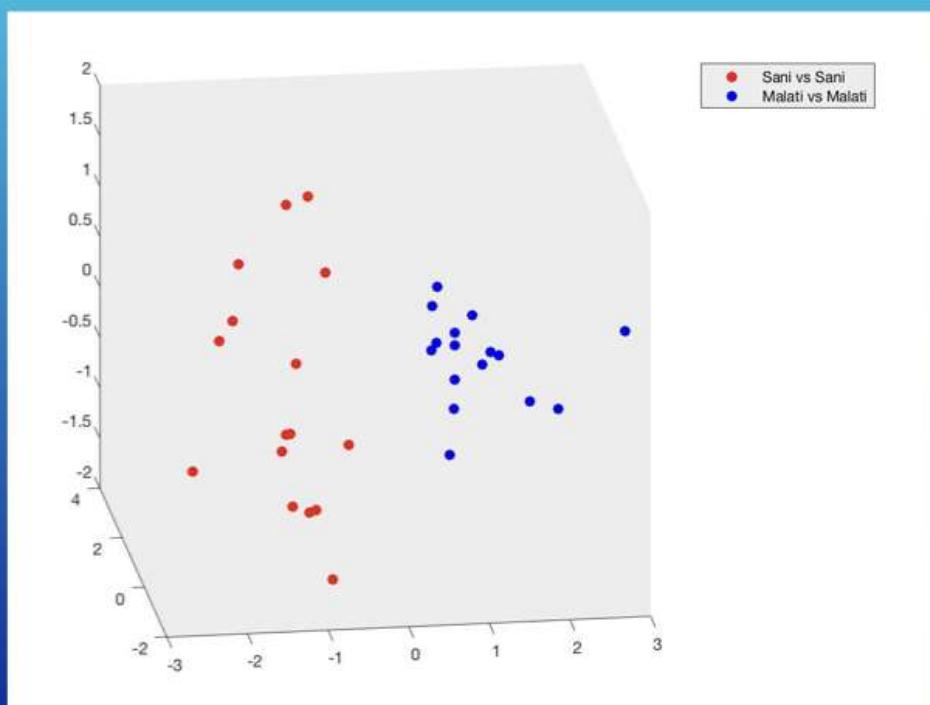
Distanza media uomini:
8.109

Versione in coordinate sferiche delle trasformazioni di donne vs donne e uomini vs uomini.



Cervello & AI

Plot che mostra i punti delle trasformazioni medie di ogni persona sana verso tutti gli altri soggetti sani e di ogni persona malata verso tutti gli altri soggetti patologici.



Centro di gravità sani:
 $G_s = (-1.257, 0.009, -0.149)$

Centro di gravità malati:
 $G_m = (1.136, -0.095, 0.149)$

Distanza tra i centri:
4.691

Distanza media sani:
2.388

Distanza media malati:
2.081

- * Mediante una rete neurale tipo percepitrone ho verificato la reale separazione dei soggetti in due classi distinte.
- * I risultati dopo 100 esecuzioni, scegliendo casualmente il training set ed il test set, sono stati davvero positivi.
- * Femmine vs maschi rate di successo 95.6%
- * Sani vs malati rate di successo 100%

FEATURES	PERFORMANCE
Class Labels	[2x1 double array]
Classified Rate	1.0
Control Classes	2.0
Correct Rate	1.0
Diagnostic Table	[2x2 double array]
Error Rate	0.0
Inconclusive Rate	0.0
Negative Likelihood	0.0
Negative Predictive Value	1.0
Number of Observations	23.0
Positive Likelihood	NaN
Positive Predictive Value	1.0
Prevalence	0.5
Sensitivity	1.0
Specificity	0.875
Validation Counter	8.0

Conclusione



Stephen Hawking
January 23, 2000



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Bibliografia

1. **The Numbers behind NUMB3RS**, Keith Devlin & Gary Lorden
2. **Codici & Segreti (La storia affascinante dei messaggi cifrati dall'antico Egitto a Internet)**, di Simon Singh, editor BUR (Rizzoli)
3. **L'Algoritmo Definitivo**, di Pedro Domingos, editor Bollati Boringhieri
4. **È la Matematica Bellezza! (John Nash e la teoria dei giochi)**, di Tom Siegfried, editor Bollati Boringhieri

Contatti

fabio.gatto93@gmail.com

Software per simulazioni

<http://www.bleamviz.org>