

# L'informatica ed il pensiero computazionale

Paolo Ciancarini  
Dipartimento di Informatica  
Università di Bologna

Liceo Scientifico Rosetti  
San Benedetto del Tronto  
10 3 2015

# Sommario

- L'informatica è una scienza
- Gli algoritmi che dominano il mondo
- Il pensiero computazionale

# Cosa studia l'informatica?

News  
Anchor  
2010



Barbie giornalista

**YOU VOTED!  
WE LISTENED!!**

We're so excited to announce **2** new  
I Can Be...™ Barbie® dolls inspired by your votes!

The Girls' Vote\* winner is **News Anchor!**  
The Popular Vote winner\*\* is **Computer Engineer!**

**NOW JOIN BARBIE®  
TO IGNITE A  
NATIONAL MOVEMENT  
TO INSPIRE GIRLS!**

Computer  
Engineer  
2010

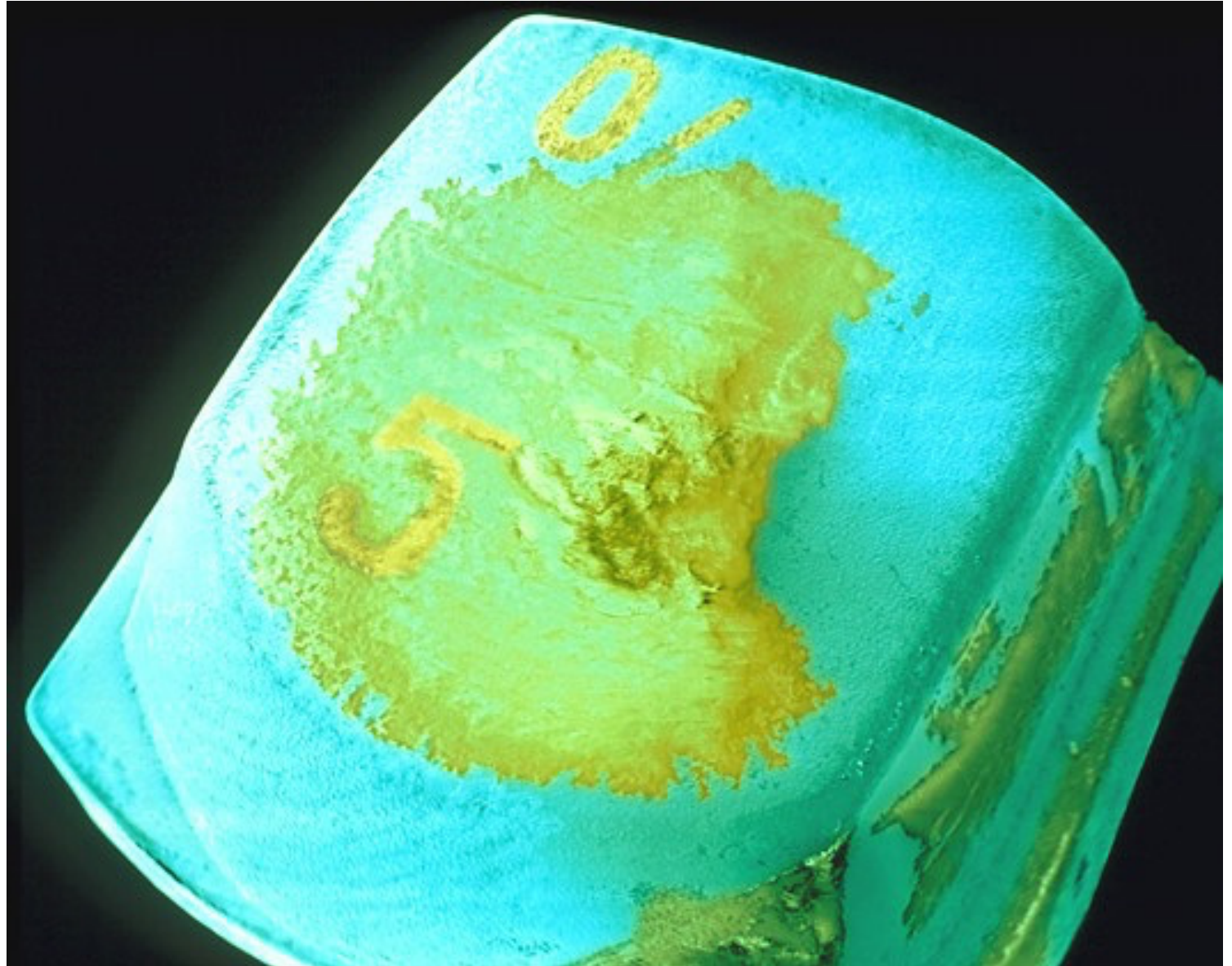


Barbie informatica

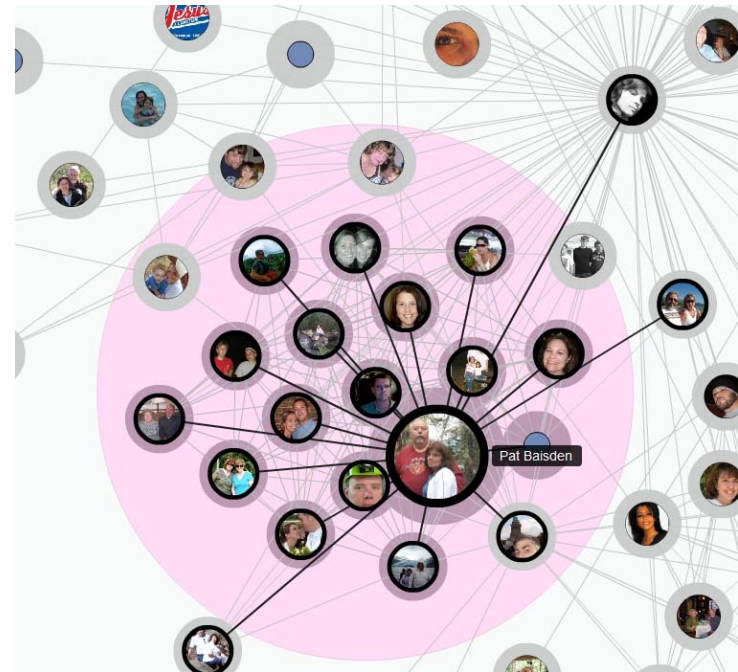
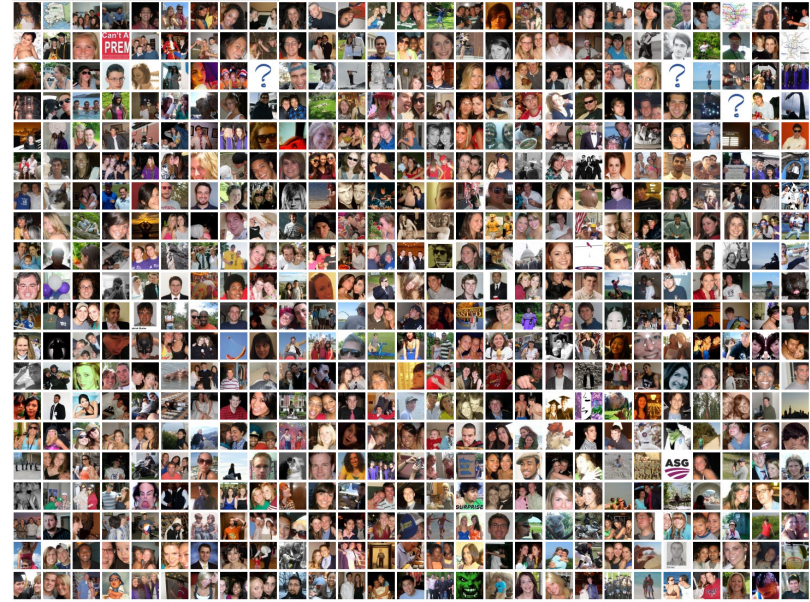
Chi studia astronomia usa il telescopio per studiare l'universo



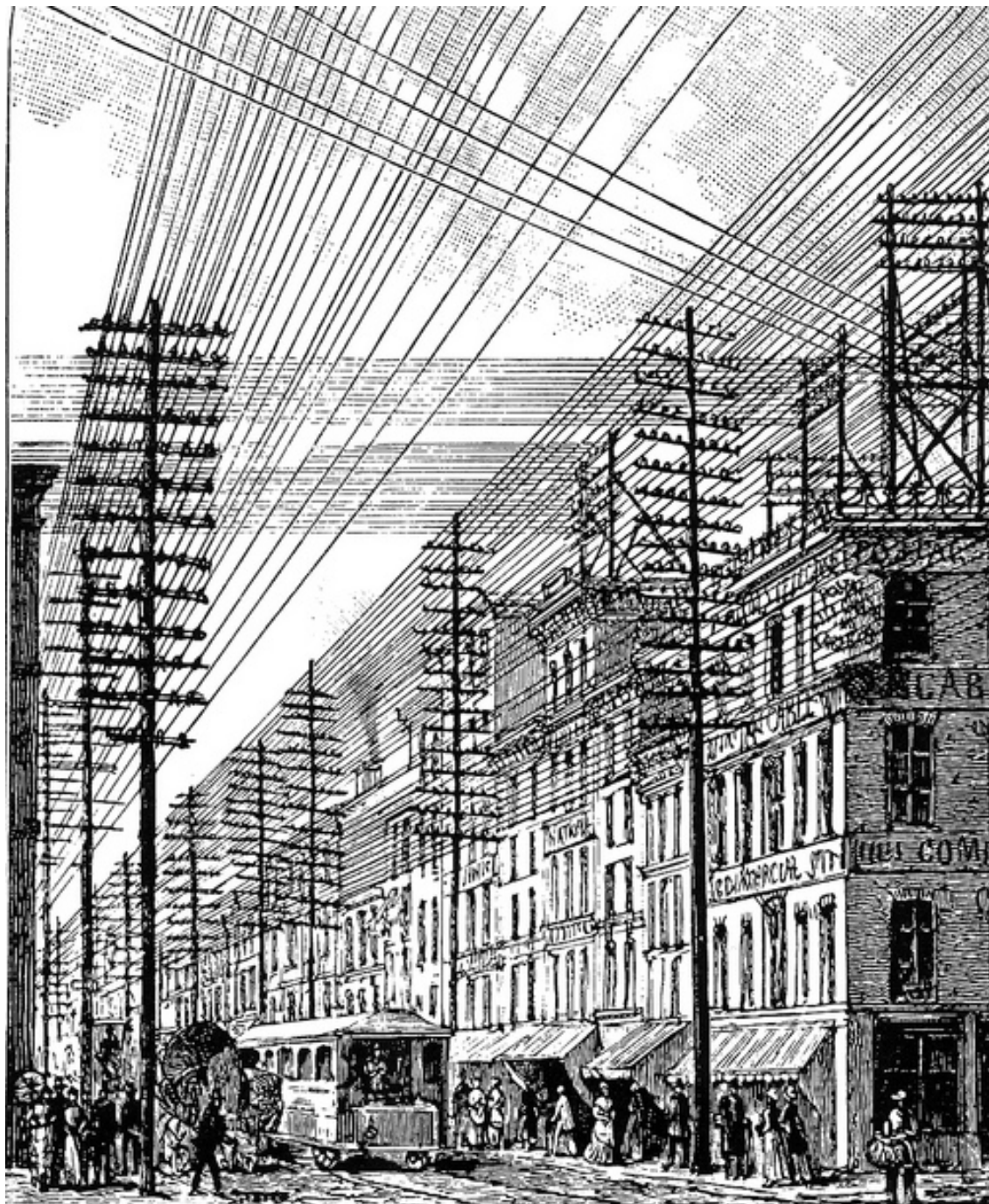
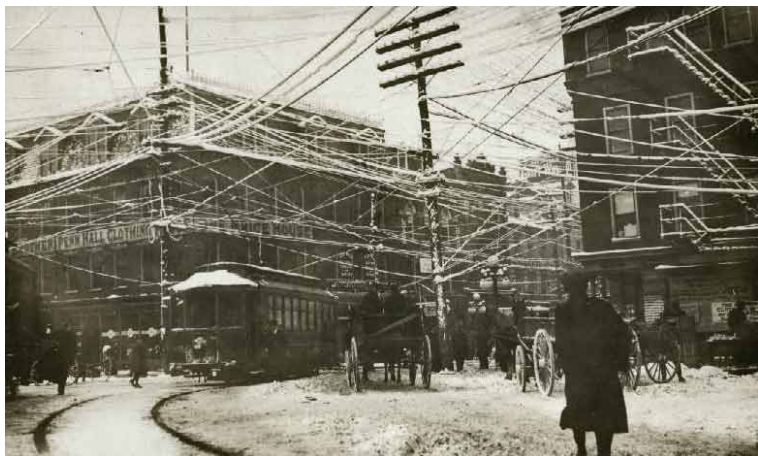
Chi studia biologia usa il microscopio per studiare le basi della vita



- Chi studia l'astronomia usa il telescopio per studiare l'universo
- Chi studia la biologia usa il microscopio per studiare le basi della vita
- Chi studia l'informatica *usa* il computer per studiare...  
che cosa?



# Il progresso tecnologico



*Telegraph and telephone wires  
in Philadelphia [1890]*

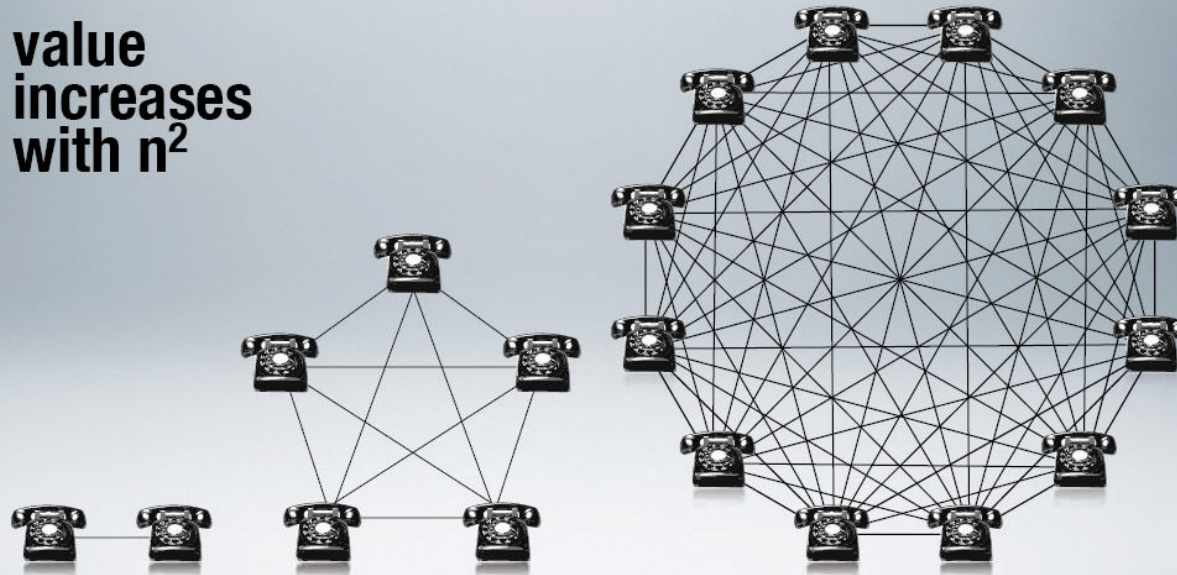


# Legge di Metcalf

Il valore di una rete cresce col quadrato del numero dei suoi utenti

## METCALFE'S LAW

value  
increases  
with  $n^2$



# Legge di Moore

Le prestazioni dei computer raddoppiano ogni 18 mesi



1996

Evoluzione del viso di Lara Croft

2014

# L'evoluzione tecnologica



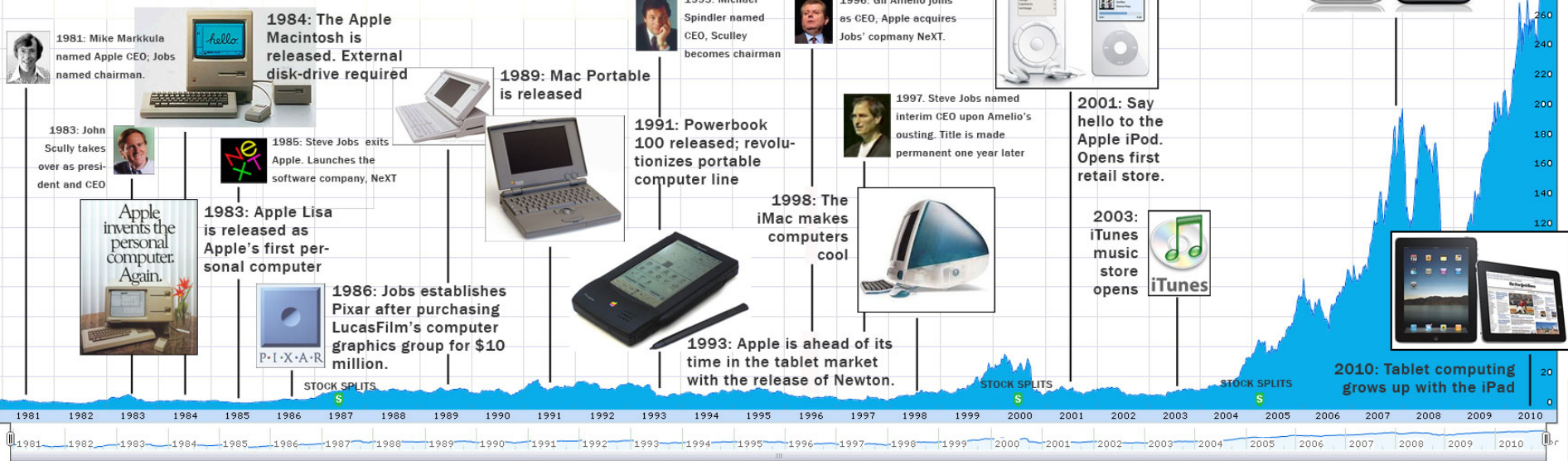
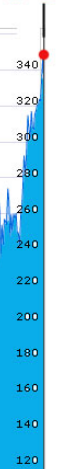
Marketplace

## An Illustrated History of Apple

Apple Inc. was incorporated in 1977 by Steve Jobs, Steve Wozniak and Ronald Wayne, a year after the release of the company's first computer, the Apple I personal computing system. That year, Michael M. Scott was brought on as Apple's first president, and the company released its popular Apple II. By 1979, Apple had more than 250 employees and had moved its operations to Cupertino. In 1980, the Apple III hit the street and so did Apple the company, going public on the NASDAQ stock exchange. The following is a pictorial timeline of Apple's major product releases and notable changes in management plotted against its stock price.

Apple's stock price **340.65**  
January 18, 2011

2007: The iPhone changes the way we use phones. App store follows one year later



TIMELINE: Stock price from 1980 to January 18, 2011

# L'informatica è una scienza

Informazione automatica

In inglese: *Computer Science*

Basi teoriche:

Teoria dell'informazione (Shannon)

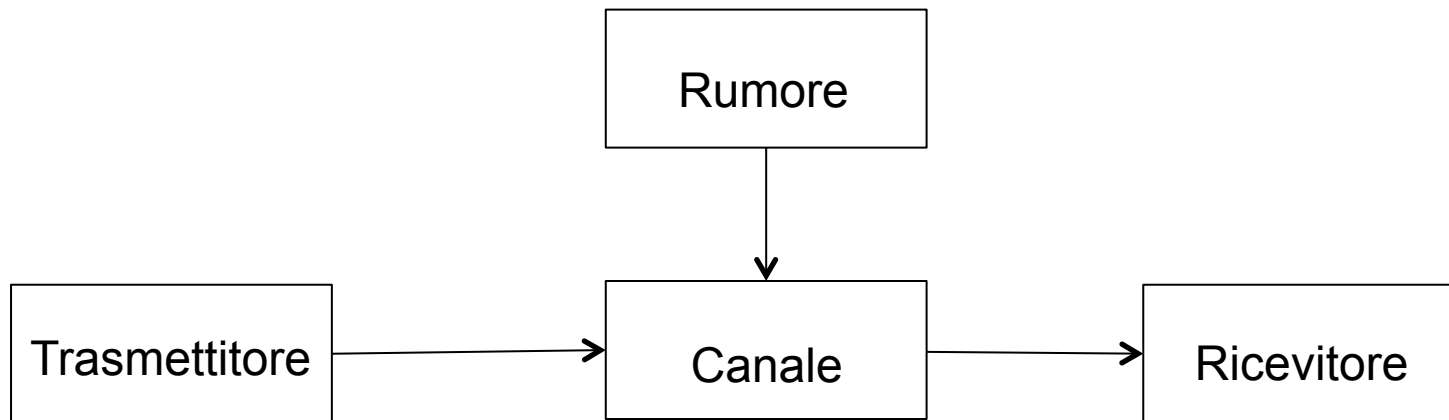
Teoria della calcolabilità (Church, Turing)

Teoria degli algoritmi

Teoria dei linguaggi di programmazione

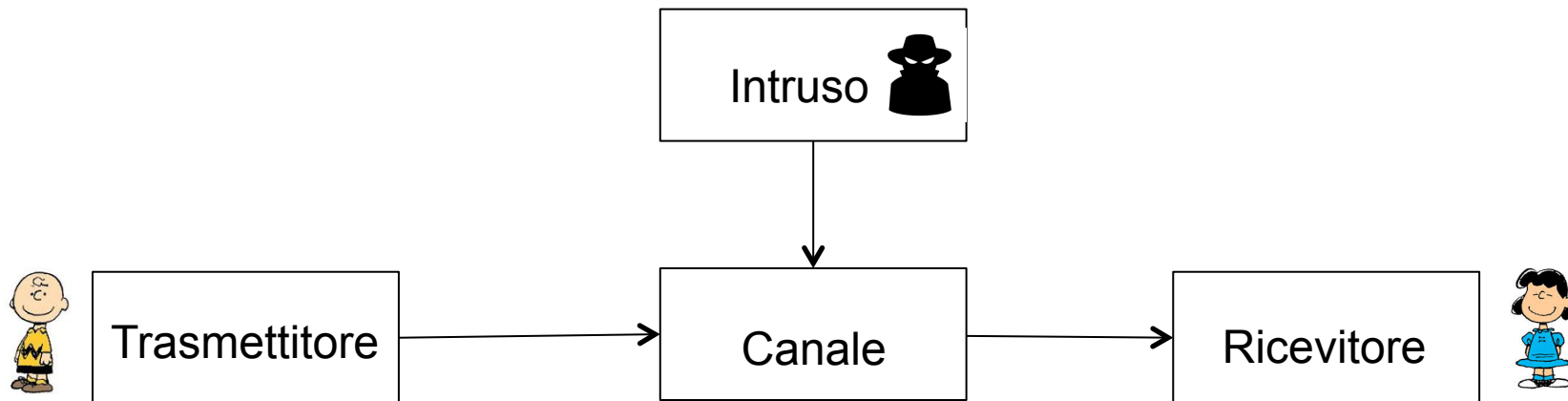
# La teoria dell'informazione

- Studia codici capaci di trasmettere messaggi anche in presenza di errori nel segnale che rappresenta il messaggio

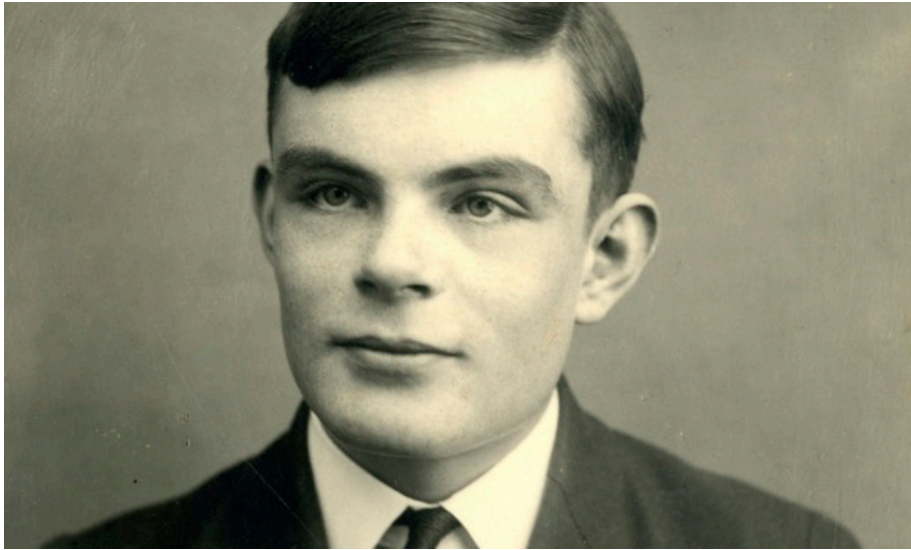


# Crittografia

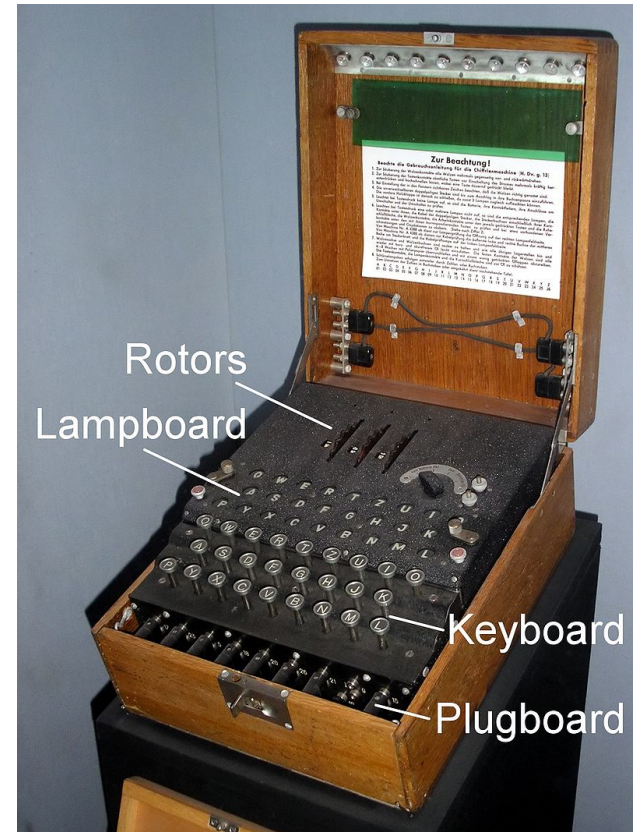
- Studia codici capaci di trasmettere messaggi “impenetrabili” anche in presenza di intrusi nel canale che trasporta il messaggio



# Codici



Alan Turing



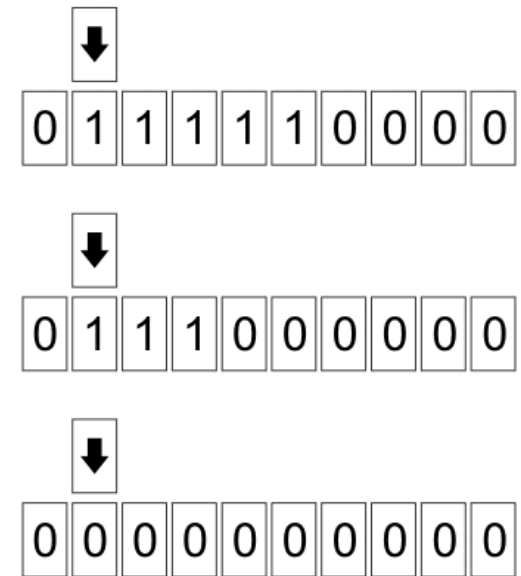
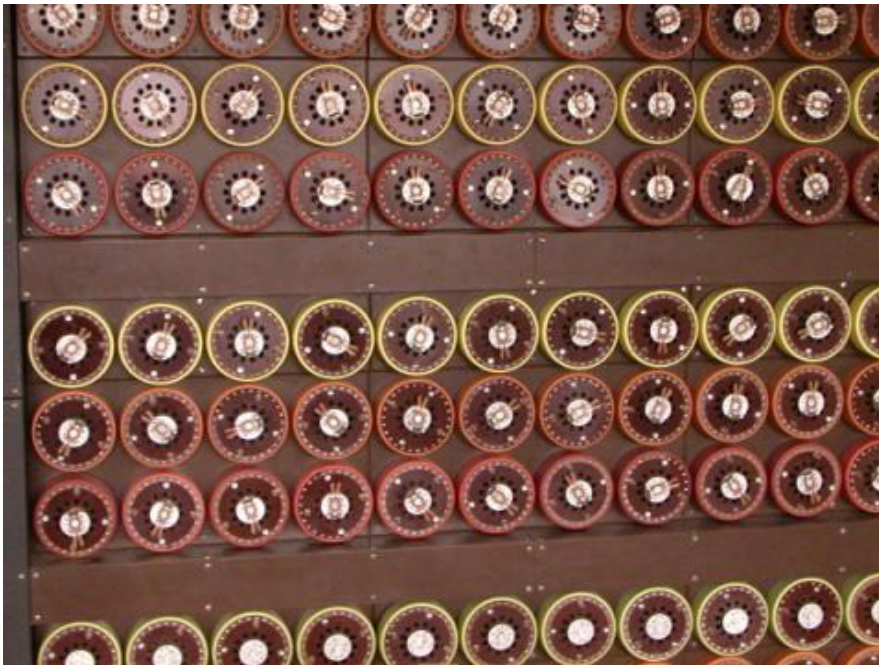
La macchina Enigma

# La teoria della calcolabilità

- La calcolabilità studia cosa (non) può fare un computer: non è possibile costruire certi programmi
- Esempio: è impossibile costruire un programma C che dice se due programmi qualsiasi A e B “fanno la stessa cosa”, cioè sono equivalenti



# Macchine di Turing



<http://www.google.com/doodles/alan-turings-100th-birthday>

# La teoria degli algoritmi

- A parte i compiti “impossibili” certi compiti sono “difficili” cioè in teoria un calcolatore potrebbe risolverli ma in tempo troppo lungo
- Esempio: risolvere gli Scacchi
  - Le partite possibili sono  $10^{120}$
  - Anche usando  $10^{10}$  computer che esaminano ciascuno  $10^{10}$  partite al secondo, occorrerebbero  $10^{100}$  secondi, pari a circa  $10^{92}$  anni
- La teoria degli algoritmi studia quanto sono efficienti gli algoritmi che risolvono i compiti difficili, e se esistono algoritmi migliori

# Le parole dell'informatica

- Codici
- Algoritmi
- Linguaggi
- Sistemi
- Dati
- Software
- Informazione

# Informatica:

## la scienza dell'informazione

- Come si **rappresenta** l'informazione: codici e linguaggi di programmazione
- Come si **conserva** l'informazione: compressioni
- Come si **misura** l'informazione: entropia
- Come si **trasmette** l'informazione: protocolli
- Come si **elabora** l'informazione: algoritmi e sistemi
- Come si **programma** l'informazione: software
- Come si **organizza** l'informazione: ontologie

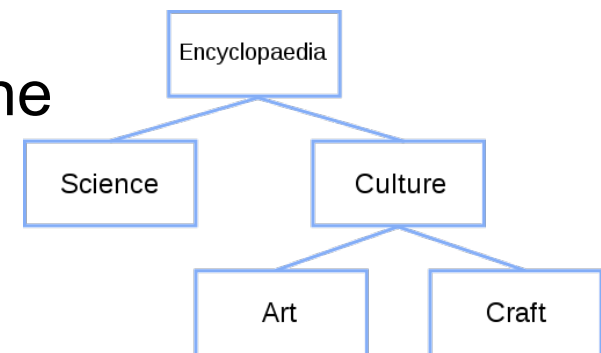
# Cos'è l'informazione?

Risposte dal dizionario Treccani

- I. Notizia, dato o elemento che consente di avere conoscenza
- II. Informazione genetica: insieme dei messaggi ereditari contenuti nei geni dei cromosomi
- III. Dato memorizzato all'interno di un computer
- IV. Teoria dell'informazione: studia i messaggi in quanto successioni statistiche di eventi

# Le informazioni sono astrazioni

- Le informazioni – dati o programmi – memorizzate all'interno di un computer vengono organizzate in astrazioni
- Un'astrazione è un'informazione complessa che rappresenta un concetto, che trascura alcuni dettagli per esplicitare solo ciò che è importante
- Esempio: un *albero* è una astrazione che rappresenta strutture gerarchiche con particolari proprietà



# Astrazione

- Un'astrazione è un tipo particolare di informazione, che preserva la parte importante e trascura i dettagli irrilevanti
- Un linguaggio di programmazione è una notazione per manipolare astrazioni mediante algoritmi

# Hour of code con Scratch

- Scratch è un ambiente di programmazione visuale sviluppato al MIT
- E' open source e gratuito
- E' usato nelle scuole di tutto il mondo per l'ora del codice (Hour of code)



<http://code.org>

<https://scratch.mit.edu>



# Pensiero computazionale

- Vivere in un mondo dominato dalla “sete di informazioni” richiede la capacità di *pensiero computazionale*
- Il **pensiero computazionale** è la capacità intellettuale di trovare le astrazioni più adatte a risolvere un problema
- Spesso occorre operare con multipli livelli di astrazione, con relazioni complesse

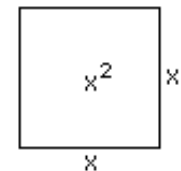
# Le origini degli algoritmi



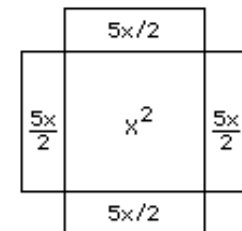
*Muhammad Al-Khwarizmi (c.780-850 dC)*

To solve the equation  $x^2 + 10x = 39$  by Al-Khwarizmi's "completing the square" method:

Start with a square of side  $x$  (which therefore represents  $x^2$ ).



Add to this  $10x$  by adding 4 rectangles of length  $x$ , and width  $10/4$ . Each small rectangle has an area  $10x/4$  (or  $5x/2$ ), total  $10x$ . We know this has a total area of 39.



Complete the square by adding 4 little squares with side  $5/2$  (area of each  $25/4$ ). The outside square therefore has an area of  $39 + (4 \times 25/4) = 39 + 25 = 64$ . The sides of the outside square are therefore 8. But each side is of length  $x + 5/2 + 5/2$ , so  $x + 5 = 8$ , giving  $x = 3$ .



# Un gioco: nim

- Due giocatori
- Al suo turno un giocatore toglie da uno a tutti i fiammiferi di una stessa fila
- Chi prende l'ultimo fiammifero vince



# Astrazione



- Rappresentiamo i mucchi di fiammiferi mediante numeri binari

1	1
3	11
5	101
7	111

# Algoritmo per vincere a Nim

Ogni combinazione di oggetti è o 'sicura' o 'pericolosa' .

Se la situazione lasciata da chi ha mosso è 'sicura' allora questi vincerà, qualsiasi sia la mossa dell'avversario, viceversa se la situazione dopo la mossa è 'pericolosa' vincerà l'altro giocatore.

Una situazione si dice 'sicura' quando la somma dei numeri relativi ai mucchi e rappresentati mediante la notazione binaria, somma effettuata senza riporto, dà come risultato 0 e si dice 'pericolosa' in caso contrario

Ecco un esempio di situazione 'pericolosa' e di una 'sicura':

3	11
4	100
5	101
	010

**pericolosa**

1	1
4	100
5	101
	000

**sicura**

- Per passare da una situazione 'pericolosa' ad una 'sicura' basta togliere oggetti da uno dei mucchi in modo tale da ottenere tutti zeri nella riga finale
- Ogni volta che bisogna muovere a partire da una situazione 'sicura' si passa inevitabilmente in una situazione 'pericolosa'

# 10 algoritmi che dominano il mondo

- La diffusione di Internet su scala globale e come mezzo di massa risale alla prima metà degli anni '90 del XX secolo
- Negli ultimi 20-25 anni si sono diffusi una serie di servizi “algoritmici” che hanno modificato il nostro stile di vita

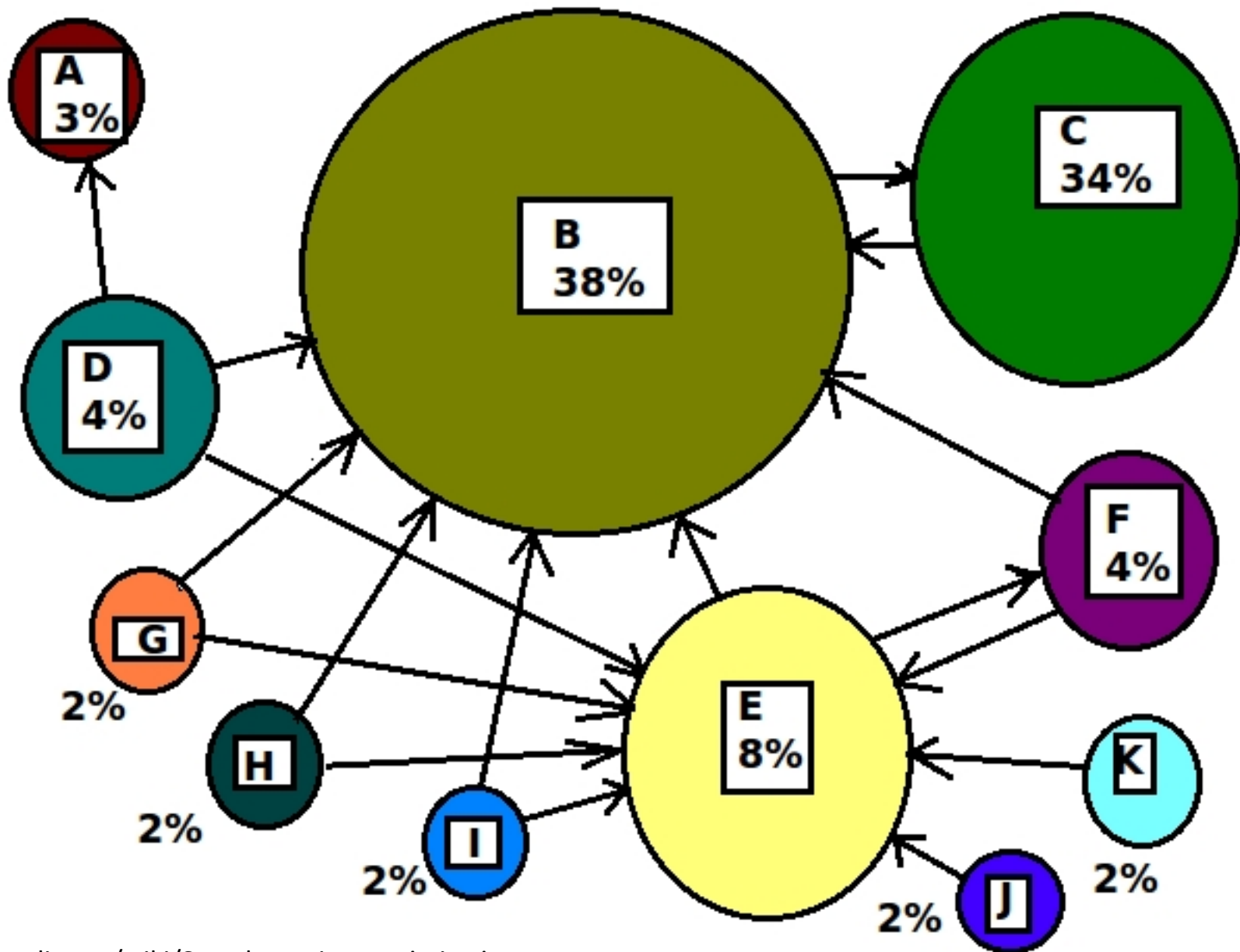
# Google (1997): page ranking



Cerca con Google

Mi sento fortunato

# Page ranking





# Facebook (2004): la sequenza delle news (era Edgerank)

Facebook usa queste informazioni per decidere cosa mostrare sulla vostra newsfeed:

- Il numero di commenti
- Il numero di like
- Il tipo del post (foto video o aggiornamento status)
- Post che ricevono molti like e commenti in poco tempo
- Post con link
- ... e altro

The screenshot shows a Facebook news feed from the perspective of user Paolo Ciancarini. The interface includes a search bar at the top, a profile header, and a left-hand navigation menu with categories like 'Notizie', 'Messaggi', 'Eventi', 'GRUPPI', 'APPLICAZIONI', 'AMICI', 'INTERESSI', 'EVENTI', and 'PAGINE'. The main feed displays several posts:

- A post from 'Stato' with the text 'Magari ve ne manca qualcuno e stasera volete recuperare' and a photo of two men from the movie 'The Untouchables'. The post has 3 likes.
- A post from 'I fucking love science' with the text 'Now that's dedication! Can you spot the eagle?' and a photo of a bald eagle on a nest. The post has 4,486 likes and 477 comments.
- A post from 'Limes, rivista italiana di geopolitica' with the text 'Finita tra gli applausi anche l'ultima conferenza odierna di #LimesFestival, che torna domani alle h11 con la guerra delle monete.' The post has 1 like.

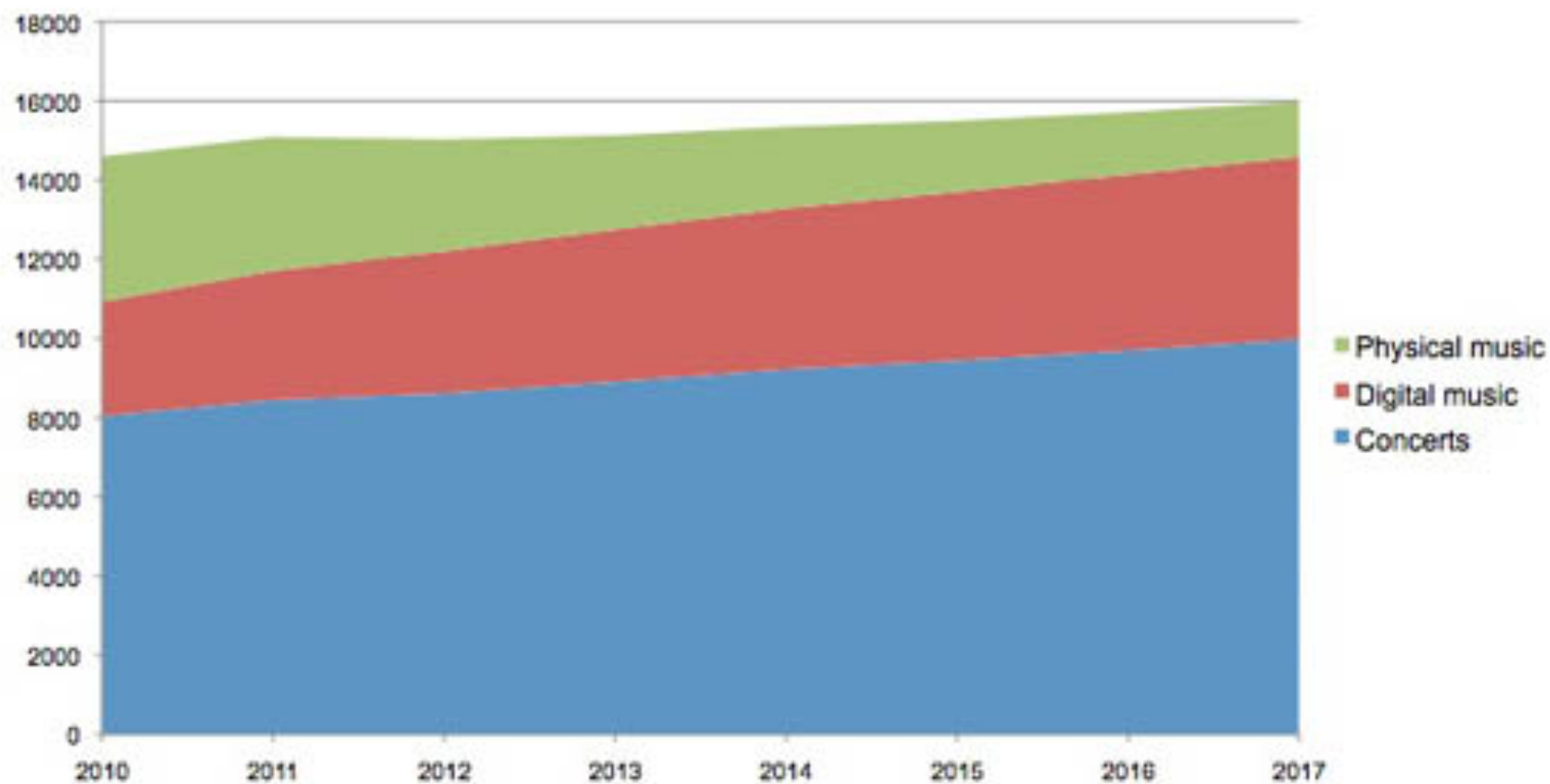
On the right side, there are sections for 'GIOCHI CONSIGLIATI' (Diamant Speedy, Mahjong Trails), 'PERSONE CHE ...' (Fazio De Felice), and 'PAGINE CO...' (Università Di Bologna, M° Guido Coppotelli). The bottom of the page shows the footer with 'Facebook © 2015'.

# Itunes(2000): compressione mp3

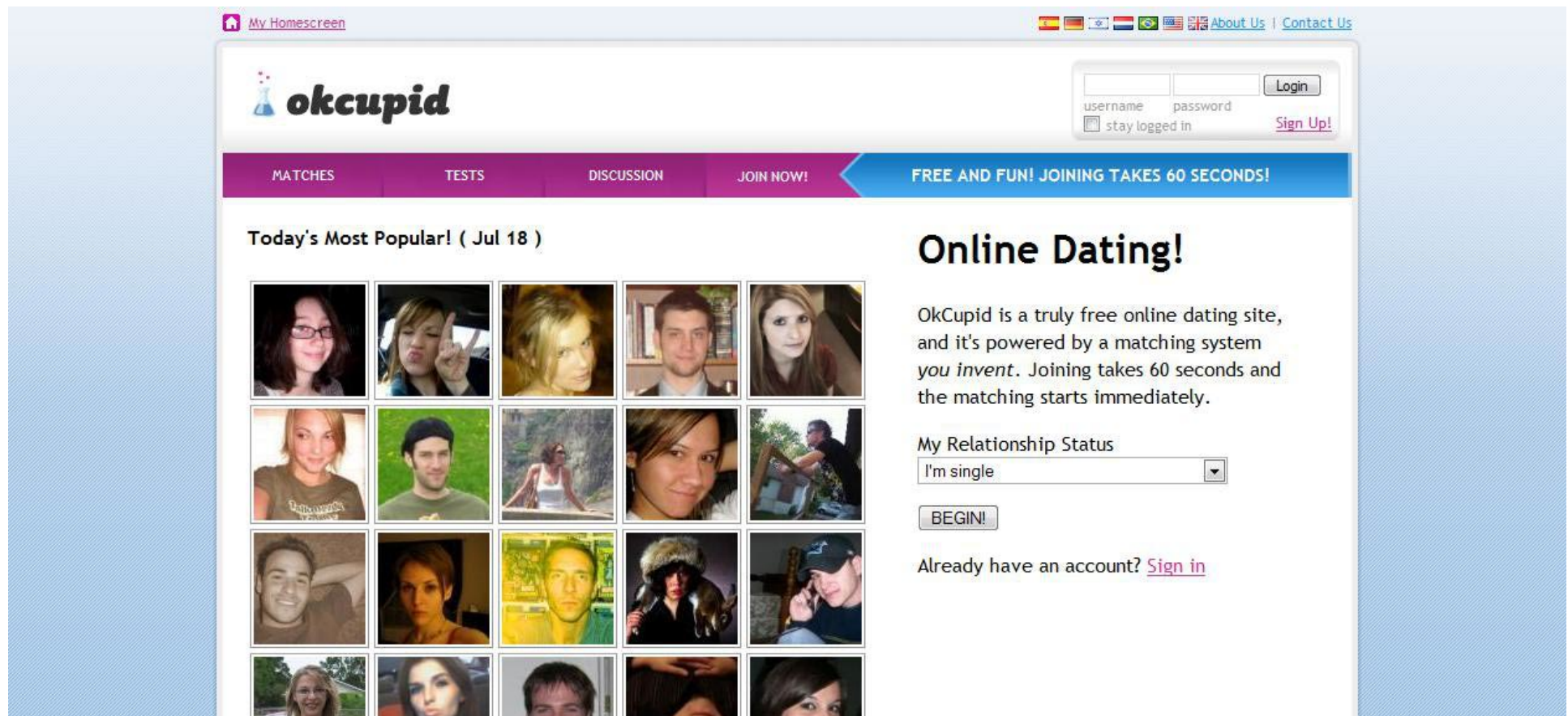
- Mp3 è un algoritmo di compressione che usa una tecnica detta “**perceptual noise shaping**”
- Sfrutta alcune capacità percettive dell'orecchio umano per comprimere l'informazione necessaria a registrare e riprodurre suoni
  - L'orecchio umano non sente tutti i suoni.
  - L'orecchio sente alcuni suoni molto meglio di altri
  - Se ci sono due suoni simultanei, l'orecchio sente quello a volume più alto

# Music Industry Revenue 2010-2017

(Source: PricewaterhouseCoopers)




# Online dating: algoritmi di match



The image shows a screenshot of the OkCupid website. At the top, there is a navigation bar with the OkCupid logo on the left and a login/sign-up area on the right. The login area includes fields for 'username' and 'password', a 'Login' button, a 'stay logged in' checkbox, and a 'Sign Up!' link. Below the navigation bar is a purple and blue banner with the text 'FREE AND FUN! JOINING TAKES 60 SECONDS!'. The main content area is divided into two sections. On the left, there is a section titled 'Today's Most Popular! ( Jul 18 )' which displays a grid of 20 small profile pictures of various users. On the right, there is a section titled 'Online Dating!' with a paragraph of text: 'OkCupid is a truly free online dating site, and it's powered by a matching system you invent. Joining takes 60 seconds and the matching starts immediately.' Below this text is a dropdown menu for 'My Relationship Status' with 'I'm single' selected, a 'BEGIN!' button, and a link that says 'Already have an account? Sign in'.

My Homescreen ES FR IT RU UK US DE [About Us](#) | [Contact Us](#)

 **okcupid**

username password   
 stay logged in [Sign Up!](#)

MATCHES TESTS DISCUSSION JOIN NOW! **FREE AND FUN! JOINING TAKES 60 SECONDS!**

Today's Most Popular! ( Jul 18 )

**Online Dating!**

OkCupid is a truly free online dating site, and it's powered by a matching system *you invent*. Joining takes 60 seconds and the matching starts immediately.

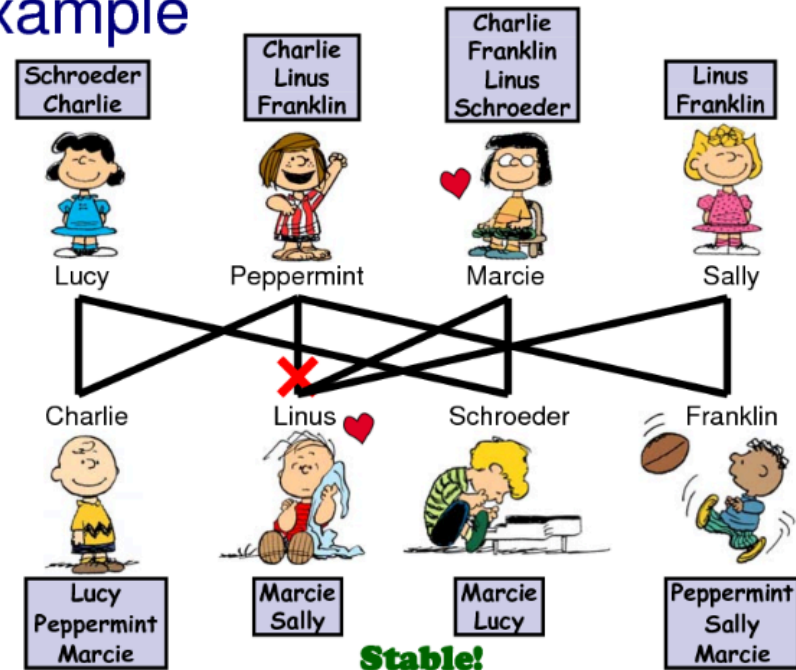
My Relationship Status  
I'm single

Already have an account? [Sign in](#)

# Esempio

- Due insiemi equipotenti di  $n$  donne e  $n$  uomini
- Ogni persona ha una *lista di preferenze* di persone del sesso opposto
- Sia  $M$  un insieme di  $n$  coppie (*matching*)
- Una coppia  $(d,u)$  è *bloccante* se sia  $d$  che  $u$  preferiscono stare assieme piuttosto che con altri come assegnato da  $M$
- Un matching  $M$  è *stabile* se è privo di coppie bloccanti

## Example



# NSA: raccolta dati e interpretazione

Rekognition HOME DEMO\* DOCS PRICE SDKS MORE Try it Free

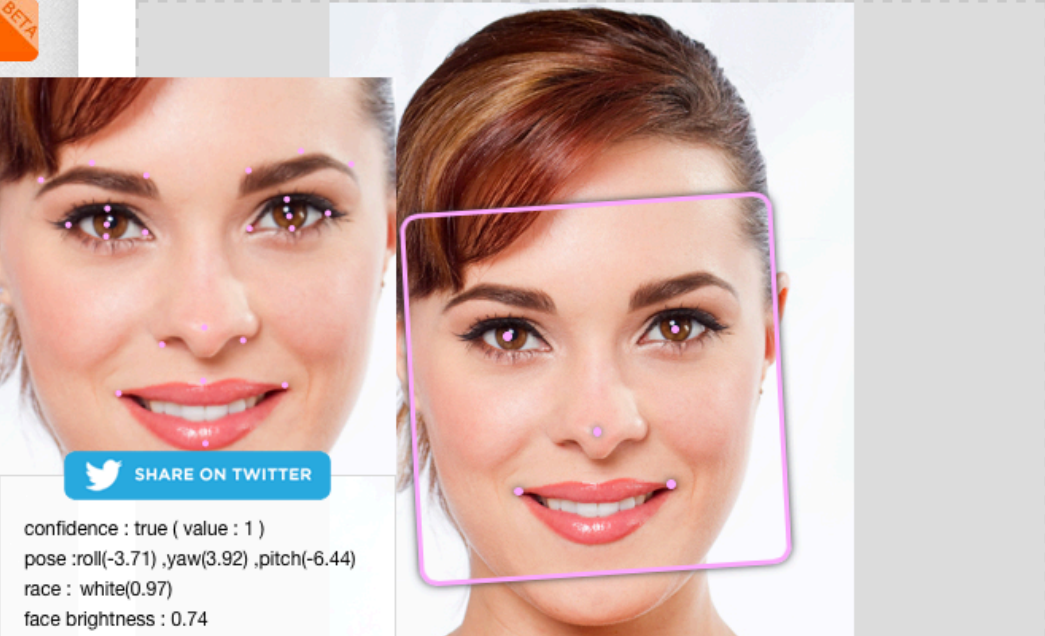
Concept Recognition BETA

Celebrity Recognition

Face Detection

Face Recognition

Scene Understanding



[SHARE ON TWITTER](#)

confidence : true ( value : 1 )  
pose :roll(-3.71) ,yaw(3.92) ,pitch(-6.44)  
race : white(0.97)  
face brightness : 0.74  
face sharpness : 1.5  
emotion : happy:99%,surprised:11%  
age : 25.15 ( value : 25.15 )  
smile : true ( value : 1 )  
glasses : no glass ( value : 0 )  
sunglasses : false ( value : 0 )  
beard : false ( value : 0.01 )  
mustache : false ( value : 0 )  
eye\_closed : open ( value : 0 )  
mouth\_open\_wide : 10% ( value : 0.1 )  
beauty : 99.87 ( value : 0.99874 )  
gender : female ( value : 0 )

Drop directly in the above box  
or click to upload your own images

API Key:   
API Secret:   
Name Space:   
User ID :

```
{  
  "url" : "https://rekognition.com:443/static/img/demo/people.jpg",  
  "face_detection" : [{  
    "boundingbox" : {  
      "tl" : {  
        "x" : 50,  
        "y" : 125.38  
      }  
    },  
    "size" : {  
      "width" : 229.23,  
      "height" : 229.23  
    }  
  }],  
  "confidence" : 1,  
  "eye_left" : {  
    "x" : 100,  
    "y" : 100  
  }  
}
```

Copyright © 2014 Orbeus Inc.

# Big data e Machine learning

- Non siamo in grado di riprodurre sistemi di apprendimento automatico simile a quello umano. Tuttavia sono stati inventati algoritmi efficaci per alcuni tipi di compiti di apprendimento, e oggi esistono alcune significative applicazioni commerciali
- Per problemi come il riconoscimento facciale, algoritmi basati sull'apprendimento automatico (*machine learning*) danno i migliori risultati.
- Nel campo del “data mining”, questi algoritmi sono utilizzati per scoprire conoscenze di valore “nascoste” in grandi basi di dati (*big data*): es. traffico telefonico
- Big data e machine learning sono campi multidisciplinari. Sfruttano risultati di intelligenza artificiale, probabilità e statistica, teoria degli algoritmi, teoria dell'informazione, scienze cognitive, filosofia (ontologie) e altro

# Amazon (1995): suggerimenti di acquisto

## Il mio Amazon.it

### Libri

Pagina



**Novità**  
Numero zero  
Umberto Eco  
★★★★☆ (42)  
EUR 17,00 EUR 14,45  
Perché è suggerito?

► Visualizza tutti i suggerimenti in Libri



**Novità**  
La verità e altre bugie  
Sascha Arango  
★★★★☆ (5)  
EUR 17,00 EUR 14,45  
Perché è suggerito?



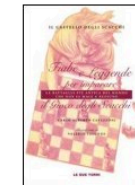
Gli anni delle ...  
Vittorio Sgarbi  
★★★★★ (3)  
EUR 22,00 EUR 16,50  
Perché è suggerito?



L'arte di guardare ...  
Philippe Daverio  
★★★★☆ (12)  
EUR 9,90 EUR 8,42  
Perché è suggerito?



**Novità**  
Sottomissione  
Michel Houellebecq  
★★★★☆ (38)  
EUR 17,50 EUR 14,88  
Perché è suggerito?



Il castello degli ...  
Carlo A. Cavazzoni  
★★★★★ (1)  
EUR 18,00 EUR 15,30  
Perché è suggerito?

### Casa e cucina

Pagina



Rubik's Cube Sedia ...  
EUR 35,80  
Perché è suggerito?



Suck UK Spargisale e ...  
EUR 29,99  
Perché è suggerito?



Rubik's Cube Safe ...  
EUR 22,36  
Perché è suggerito?



Lampada Fantasma ...  
★★★★☆ (1)  
EUR 46,90  
Perché è suggerito?



Thumbs Up Ninja Tazza  
★★★★☆ (7)  
EUR 16,99  
Perché è suggerito?



PHILIPS (PHILIPS) ...  
★★★★☆ (1)  
EUR 19,99  
Perché è suggerito?

► Visualizza tutti i suggerimenti in Casa e cucina

### Giochi e giocattoli

Pagina



Tetris Lampe  
★★★★☆ (17)  
EUR 32,55  
Perché è suggerito?



Masenghini 51020 - La ...  
★★★★★ (8)  
EUR 13,00  
Perché è suggerito?



Dal Negro 40013 ...  
★★★★★ (1)  
EUR 16,00  
Perché è suggerito?



Lupusburg  
EUR 19,90 EUR 18,95  
Perché è suggerito?



Giochi Uniti - Si, ...  
★★★★★ (32)  
EUR 17,50  
Perché è suggerito?



BANG!  
★★★★★ (52)  
EUR 19,90 EUR 17,49  
Perché è suggerito?

► Visualizza tutti i suggerimenti in Giochi e giocattoli



# AdWords(2000): pubblicità personalizzata

PRIMO PIANO ECONOMIA SPETTACOLI e CULTURA CINEMA SOCIETÀ SPORT ROMA TECNOLOGIA HDBLOG MOTORI SALUTE VIAGGI WEB TV

**TROVA FILM**  
Il Messaggero.it

HOME OGGI AL CINEMA NEWS TRAILER LOCANDINE FESTIVAL VIDEO

Provincia  Città   
Film  Cinema

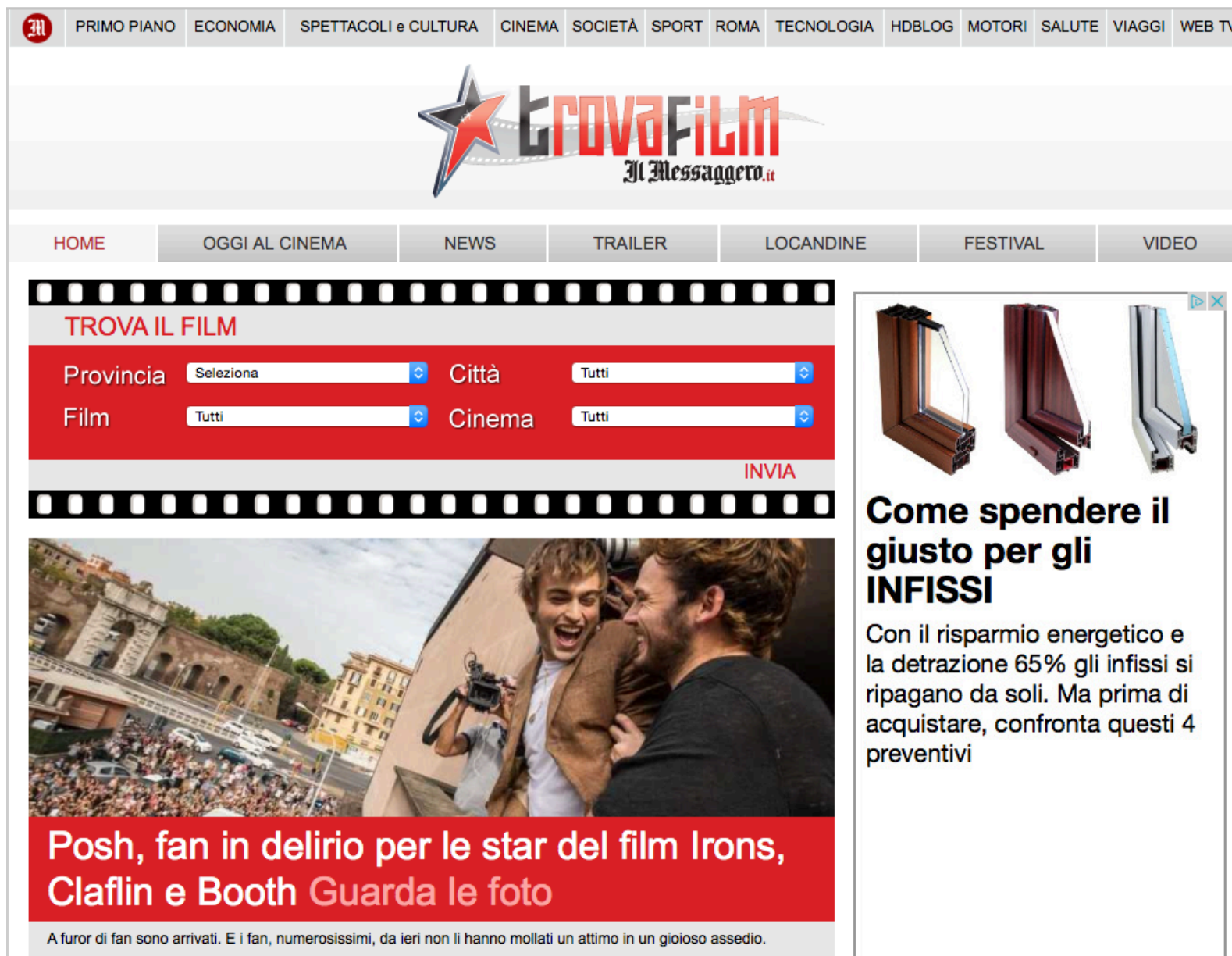
INVIA

**Posh, fan in delirio per le star del film Irons, Clafin e Booth Guarda le foto**

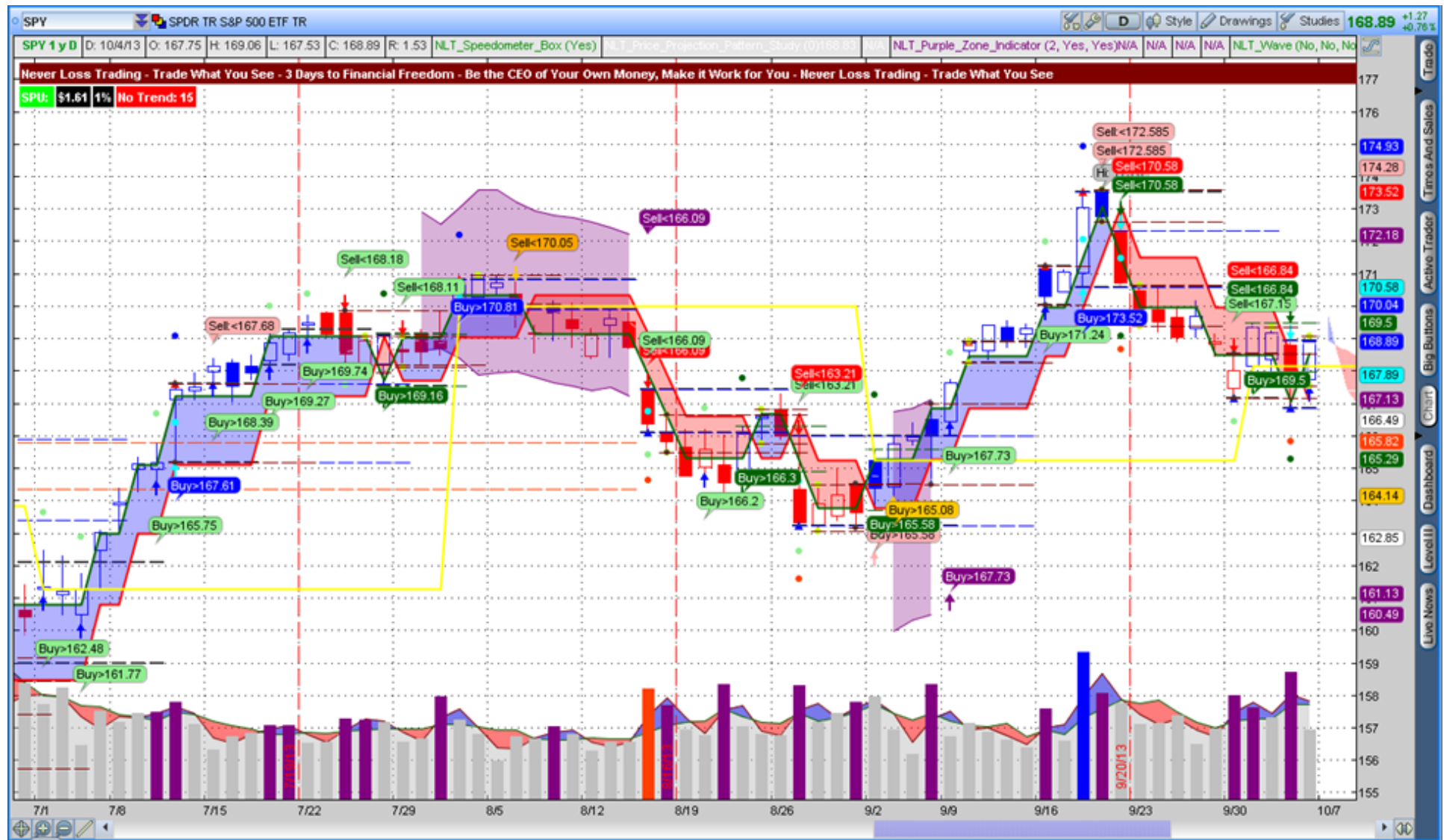
A furor di fan sono arrivati. E i fan, numerosissimi, da ieri non li hanno mollati un attimo in un gioioso assedio.

**Come spendere il giusto per gli INFISSI**

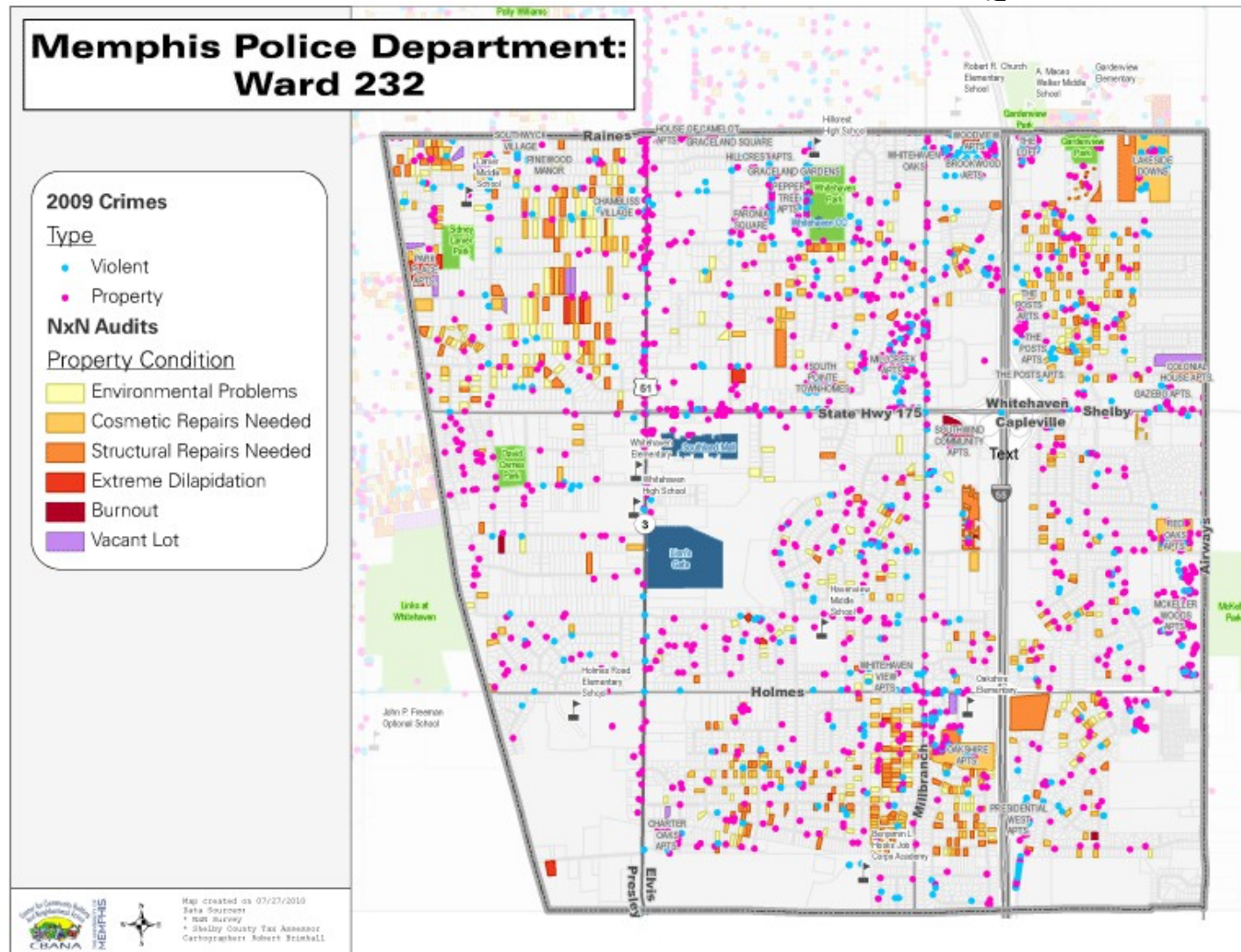
Con il risparmio energetico e la detrazione 65% gli infissi si ripagano da soli. Ma prima di acquistare, confronta questi 4 preventivi



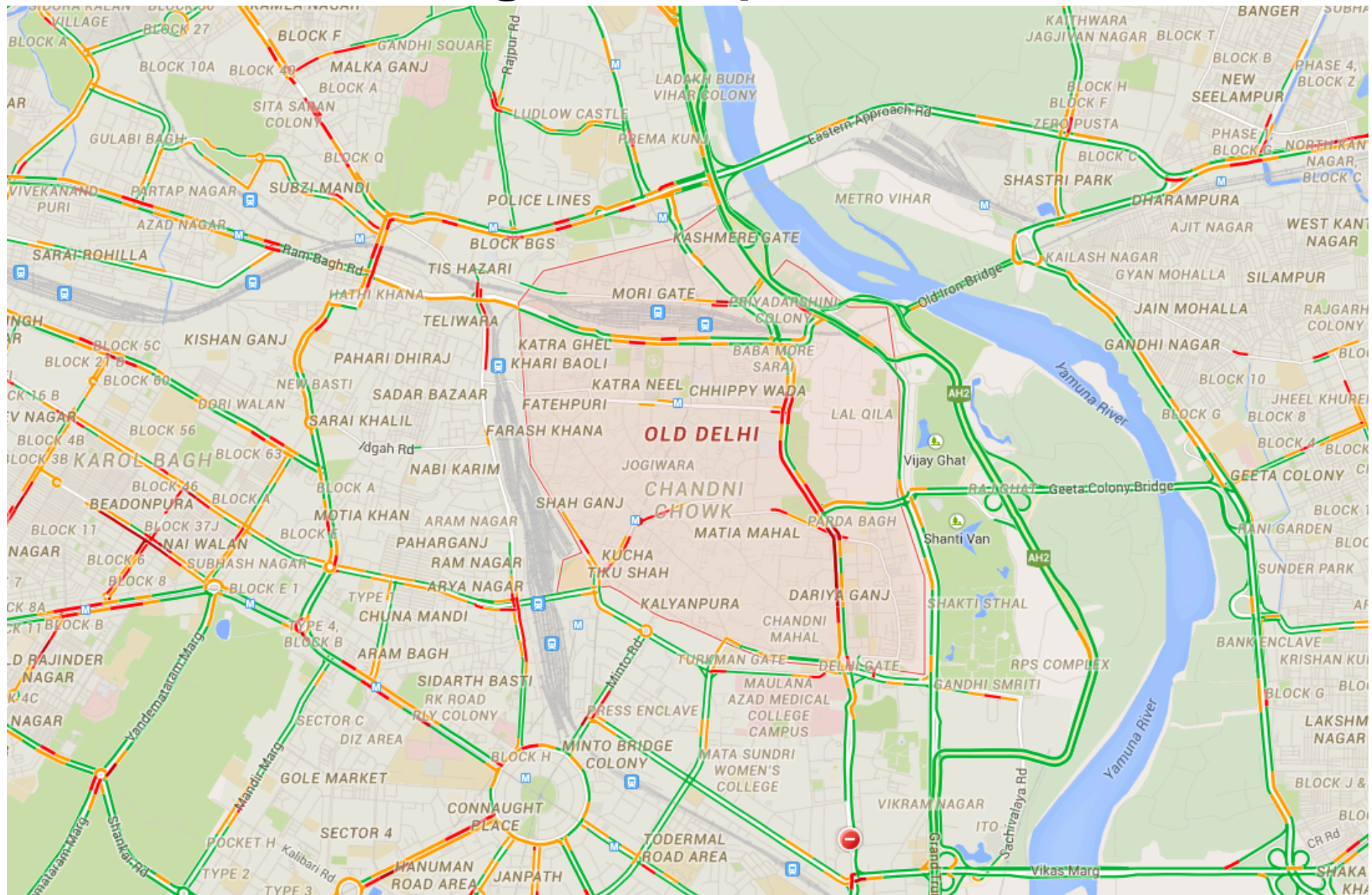
# Algoritmi per giocare in borsa



# Criminal Reduction Utilizing Statistical History



# Google Maps traffic



# Il pensiero computazionale

Il pensiero computazionale è un processo di *problem-solving* che ha almeno le seguenti caratteristiche:

- Formula i problemi in modo da poter usare un computer (e altri strumenti) per risolverli
- Organizza e analizza i dati in modo logico
- Rappresenta i dati mediante astrazioni quali modelli e simulazioni
- Usa il pensiero algoritmico (sequenze ordinate di passi) per automatizzare la soluzione ad un problema
- Identifica e analizza le soluzioni possibili cercando quelle più efficienti dato il tempo e le risorse disponibili
- Applica e generalizza questo approccio ove possibile e nelle più varie situazioni problematiche

# Dimensioni del pensiero computazionale

Approccio	Definizione	Come si esprime chi lo applica
Pensiero logico	Sviluppare, selezionare e controllare ipotesi rilevanti	Cerca di scoprire i dettagli del problema Lo definisce con chiarezza Definisce i criteri di successo inclusi gli obiettivi misurabili
Pensiero strategico	Anticipare e valutare i possibili risultati	Anticipa e valuta gli effetti di diverse soluzioni Prende decisioni in base a criteri razionali
Pensiero astratto	Trovare il migliore livello di dettaglio per definire e risolvere un problema	Decomponere un problema in sottoproblemi Comprende le relazioni tra i sottoproblemi Cerca di riusare sottoproblemi già risolti
Pensiero procedurale	Selezionare i passi più adatti per risolvere un problema ed eseguirli correttamente	Identifica i passi che risolvono un problema inclusi i possibili punti di scelta Identifica le soluzioni normali e quelle anomale
Pensiero ottimizzante	Analizzare i processi per scoprire gli sprechi	Capisce le risorse disponibili Sviluppa una soluzione usando solo le risorse disponibili evitando gli sprechi
Pensiero dubitante	Cercare ripetutamente un miglioramento della qualità dei risultati	Misura e valuta la soluzione rispetto ai criteri di successo Modifica il processo risolutivo se necessario

# Conclusioni

- L'informatica è la scienza che studia le astrazioni che elaborano le informazioni
- Le astrazioni che chiamiamo algoritmi hanno modificato in modo profondo il nostro stile di vita in moltissimi campi
- Non abbiamo affatto esaurito le possibilità dell'informatica: altre rivoluzioni tecnologiche ci aspettano

# Iniziative sul pensiero computazionale

- <http://programmaitfuturo.it>
- <http://hourofcode.com/it>



# Riferimenti

- J. Wing, Computational thinking, *Communications of the ACM*, 2006
- <http://scratch.mit.edu>
- [http://69.195.124.111/~batecorg/?page\\_id=497](http://69.195.124.111/~batecorg/?page_id=497)

# Domande?

Paolo Ciancarini  
Dipartimento di Informatica  
Università di Bologna

Email: [paolo.ciancarini@unibo.it](mailto:paolo.ciancarini@unibo.it)  
Twitter: [@paolociancarini](https://twitter.com/paolociancarini)

