



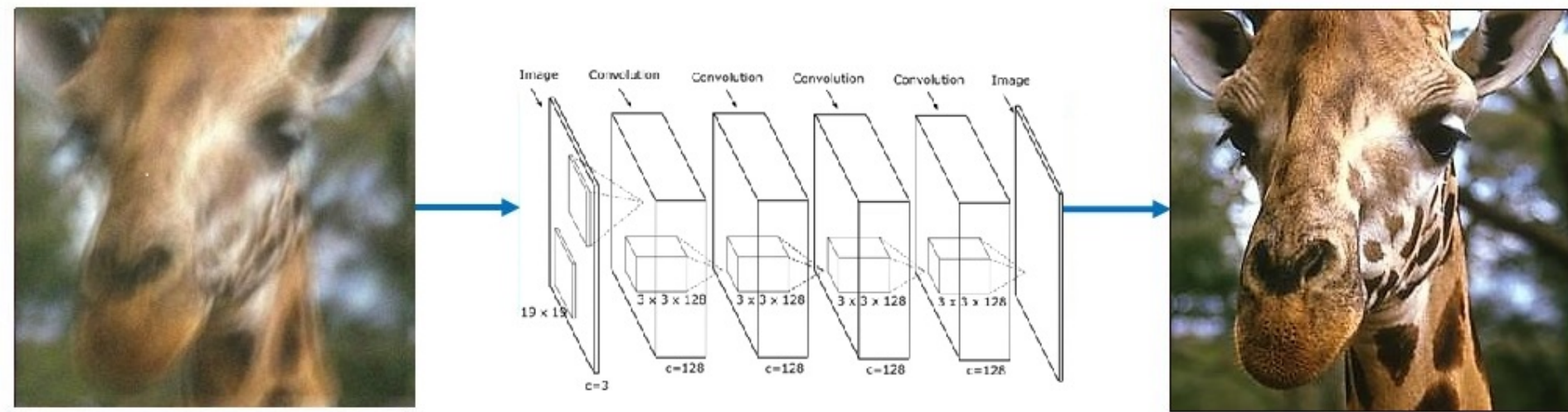
IMAGE DEBLURRING



Deblurring = processo che rimuove la sfocatura o il degrado da un'immagine digitale dovuti ad esempio all'errata messa a fuoco della fotocamera o al movimento durante l'acquisizione.

Dal punto di vista matematico, possiamo descrivere il deblurring con un'operazione di **deconvoluzione**.

Tuttavia, in quasi tutti i casi l'immagine sfocata non è sufficiente per determinare in modo univoco un'immagine originale plausibile. E' ciò che in matematica si definisce un **problema inverso mal posto**.



Per questo vengono studiati tanti algoritmi diversi che cercano di ottenere una buona stima dell'immagine originale. Dai classici algoritmi di ottimizzazione model-based a quelli di apprendimento che sfruttano le moderne reti neurali.

PROBABILITÀ

Il problema di Monty Hall

Siete un concorrente ad un quiz televisivo e dovete scegliere una porta tra tre: dietro ad una di esse si trova una Ferrari, mentre ciascuna delle altre due nasconde una capra. Ne scegliete una, senza che questa venga aperta immediatamente. Il conduttore apre un'altra porta, rivelando una capra e vi offre la possibilità di cambiare porta: cosa vi conviene fare?

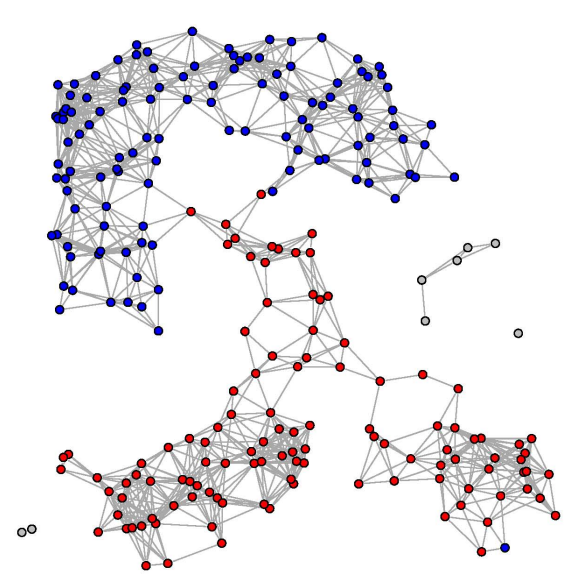


A cosa serve la probabilità?

Al giorno d'oggi, le applicazioni del calcolo delle probabilità, della statistica e dei processi stocastici sono presenti in tante altre discipline:

- finanza
- informatica
- commercio
- medicina
- ingegneria
- biologia
- fisica
- neuroscienze
- crittografia

RANDOM NETWORKS

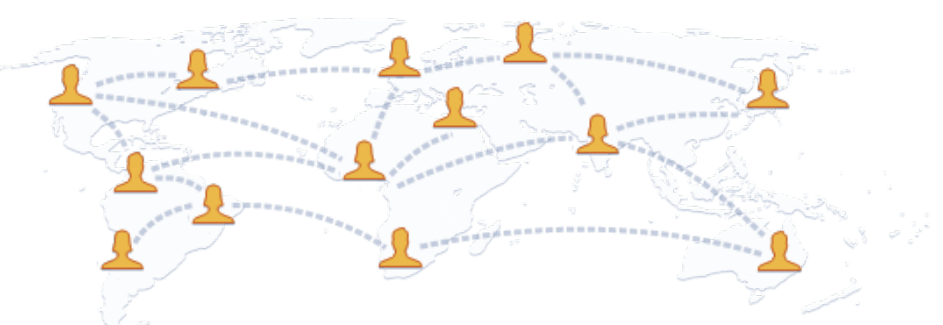


Che cos'è un grafo?

Un grafo è oggetto matematico definito a partire da un insieme di vertici (nodi) e di connessioni tra di essi. I nodi possono rappresentare, per esempio, delle persone o delle classi di oggetti mentre le connessioni, se presenti, ci indicano che esiste una relazione tra di essi.

A cosa servono i grafi?

I grafi sono utilissimi a modellare tante realtà del mondo di oggi, a cominciare dalle reti sociali (social networks)!



Che cos'è un grafo random?

Un grafo si dice random quando la presenza (o assenza) di una connessione tra i nodi è decisa in base ad una probabilità. Per esempio, potremmo stabilirlo lanciando una moneta!

RELAZIONI DI FLUTTUAZIONE

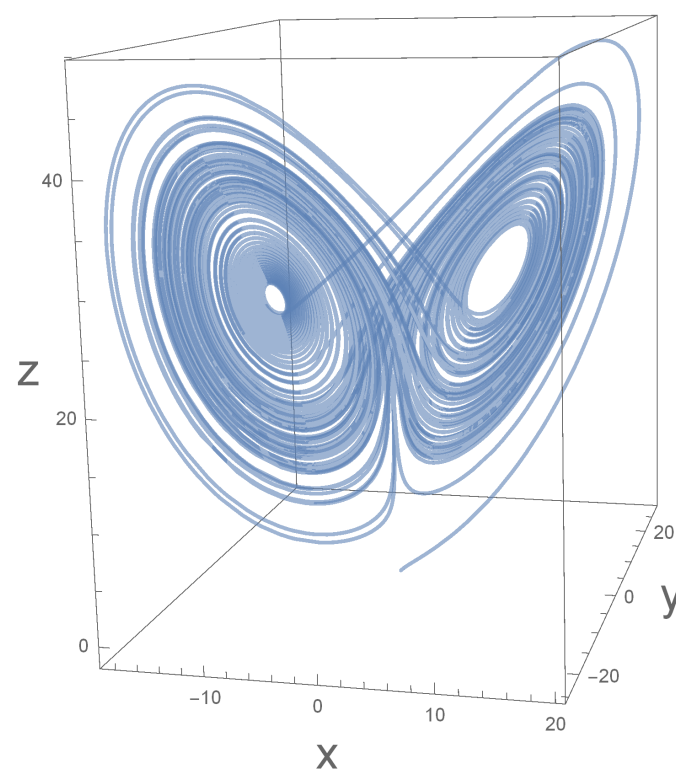
Un sistema complesso è un sistema esteso composto da più parti in interazione il cui comportamento può essere descritto usando i metodi della **Meccanica Statistica**, una disciplina originatasi dalla Fisica Teorica.

Quando questi sistemi complessi sono però forzati fuori dall'equilibrio termodinamico, il loro comportamento diventa difficilmente predicibile e abbiamo bisogno di strumenti matematici raffinati per analizzarlo.

In particolare, si è interessati a stimare la probabilità che avvengano in questi sistemi fluttuazioni di ampiezza molto grande o come questi sistemi reagiscono a perturbazioni esterne.

Questi studi ci aiutano a capire come le leggi della Termodinamica classica vadano generalizzate al fine di descrivere anche il comportamento di tali sistemi.

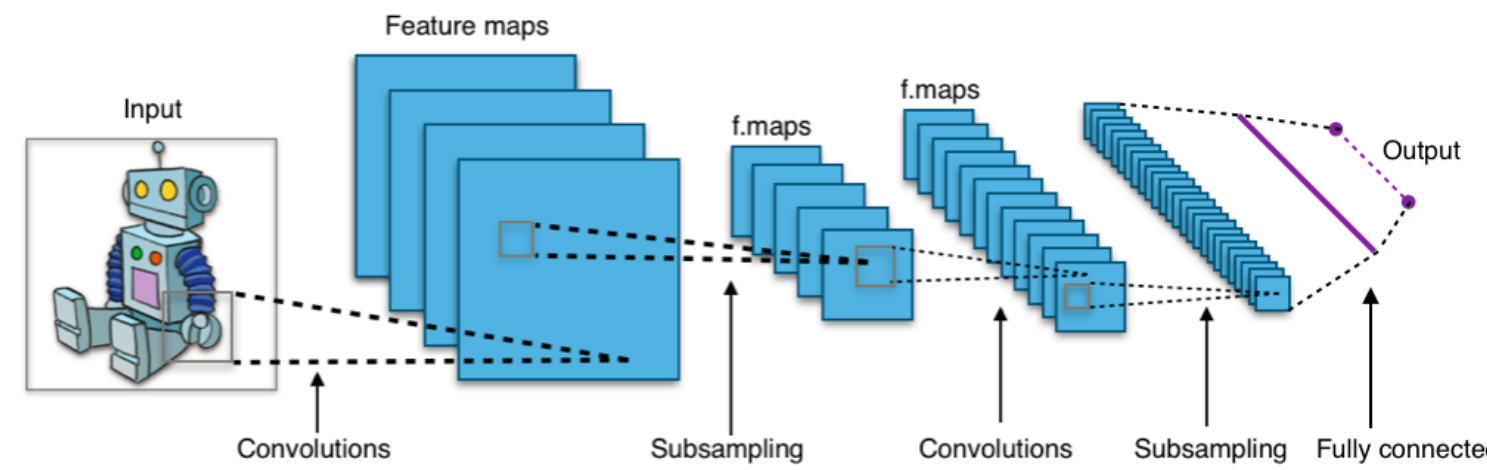
$$\frac{\mathbb{P}(\bar{\Omega} = A)}{\mathbb{P}(\bar{\Omega} = -A)} = e^{At}$$



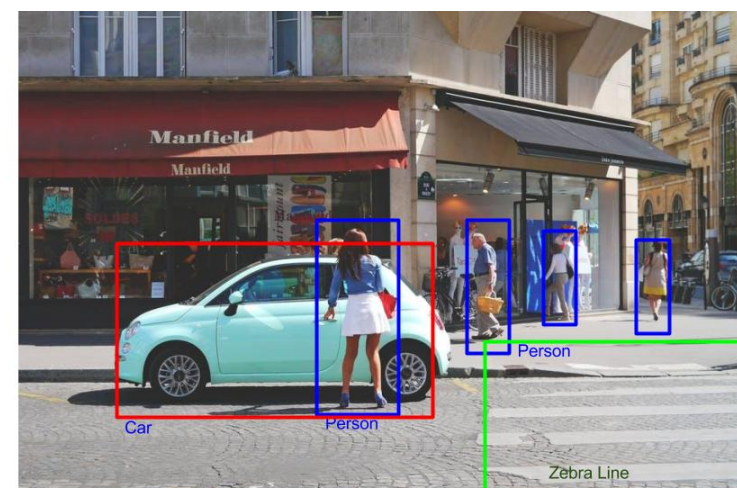
AUTONOMOUS DRIVING E BIOLOGIA

Le reti neurali convolutive per il riconoscimento degli oggetti stradali

La matematica in questi ultimi anni è riuscita ad unire il mondo della biologia con quello dell'intelligenza artificiale.

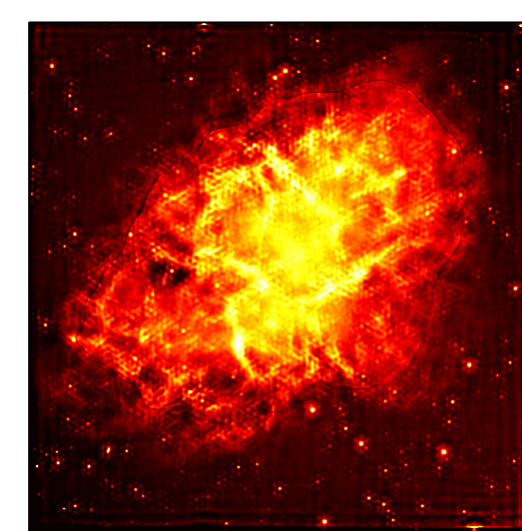
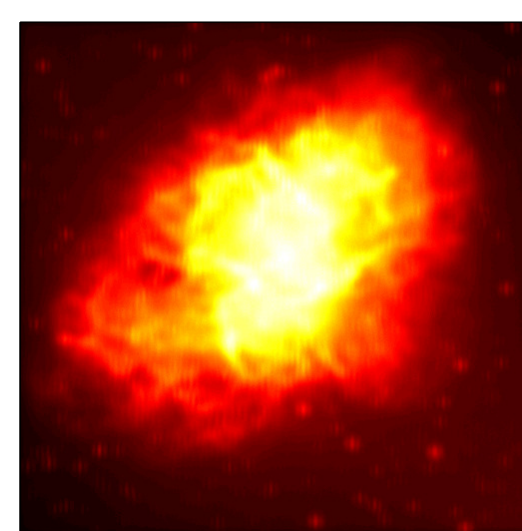
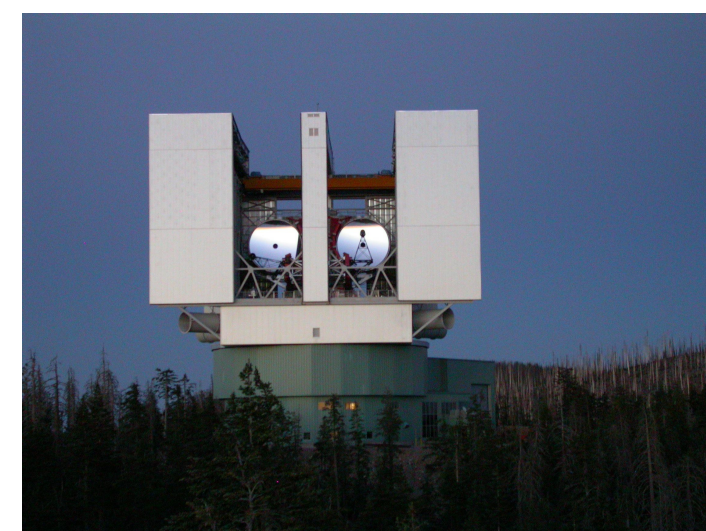


Le reti neurali artificiali traggono ispirazione proprio dai processi cerebrali e vengono massicciamente utilizzate per il riconoscimento degli oggetti stradali: pedoni, semafori, altri veicoli, marciapiedi...



Un buon riconoscimento degli oggetti che coinvolgono le decisioni alla guida è il primo passo verso la guida autonoma.

IMAGING ASTRONOMICO



I telescopi a terra di nuova generazione consentono di acquisire immagini ad altissima risoluzione di galassie e costellazioni poste a milioni di anni luce dalla Terra. Ad esempio, il **Large Binocular Telescope (LBT)**, sito a Mount Graham, Arizona (figura a sinistra), è in grado di superare in risoluzione spaziale persino il telescopio spaziale Hubble, posto al di fuori dell'atmosfera! Tuttavia, le immagini acquisite con LBT ed altri telescopi di questo tipo presentano alcuni inconvenienti: sono sfocate, granulose (rumore digitale) e contengono informazioni incomplete sull'oggetto osservato (figura centrale).

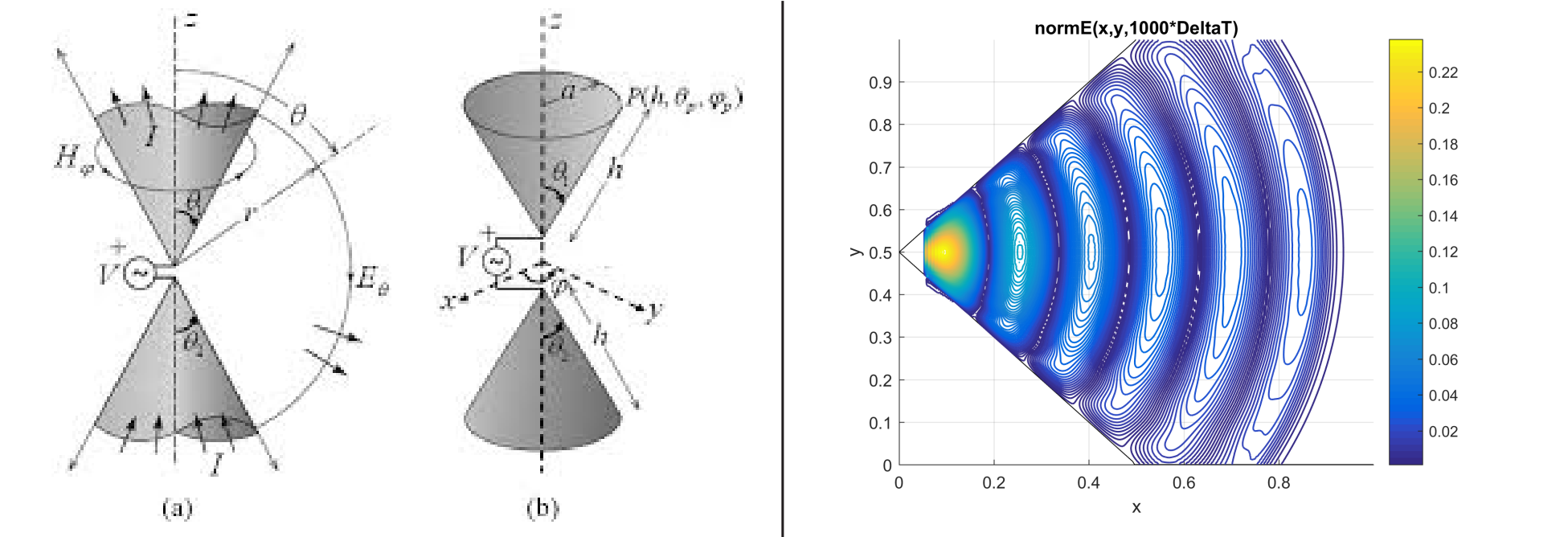
Il gruppo di ottimizzazione numerica del FIM si occupa dello studio ed implementazione di nuovi algoritmi che permettano di correggere efficacemente, nel minor tempo possibile, i difetti presenti nelle immagini acquisite con dispositivi digitali in una grande varietà di applicazioni scientifiche: dall'astronomia, passando per la biomedicina, fino alle neuroscienze e alla microscopia.

Per saperne di più: www.oasis.unimore.it

ANALISI NUMERICA

Studio del campo elettromagnetico generato da un'antenna biconica.

È passato più di un secolo da quando J.C.Maxwell pubblicò il lavoro teorico alla base del moderno elettromagnetismo e G.Marconi effettuò i suoi primi esperimenti di radiocomunicazione. Oggi antenne di ogni genere lavorano ininterrottamente per spedire e ricevere segnali tutt'intorno al nostro pianeta (e anche oltre).

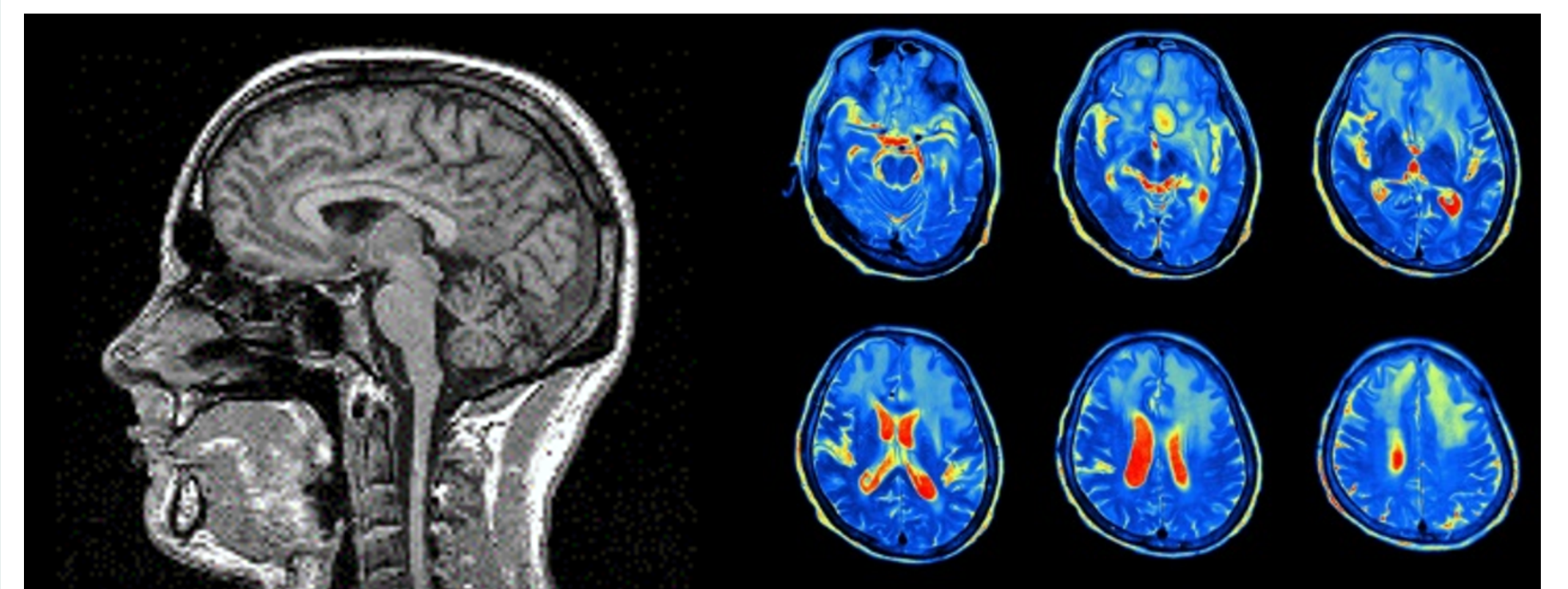


Un nuovo modello matematico, che unisce Navier-Stokes alle equazioni di Maxwell, potrebbe allargare gli orizzonti di questo settore con enormi ricadute pratiche, ma prima deve essere studiato. Siccome è piuttosto complicato farlo con carta e penna è necessario avvalersi del computer!

IMAGING BIOMEDICO

Una matematica che aiuta la medicina

La matematica, un argomento ben lontano della realtà dell'essere umano? È vero piuttosto il contrario: al giorno d'oggi, la matematica svolge un ruolo chiave per la medicina, in particolare per quanto riguarda l'imaging biomedico. Dalla registratura d'immagini all'intelligenza artificiale, passando per problemi inversi e metodi d'ottimizzazione, tanti algoritmi vengono creati e messi a disposizione della comunità medica per aiutare a compiere diagnosi e permettere una conoscenza sempre migliore delle varie patologie.



Alcuni esempi !

- Individuare un tumore allo stadio iniziale
- Localizzare la parte malata di un organo
- Valutare con precisione l'evoluzione di una malattia degenerativa

SCHEDULING REAL-TIME

Scheduling nei Sistemi in Tempo Reale

I sistemi operativi Real-Time sono i sistemi più diffusi in ambito industriale, ma in generale sono utili in tutte le situazioni in cui è necessario ottenere una risposta entro un tempo prefissato. Alcune applicazioni che sfruttano sistemi Real-Time sono: automotive, sistemi di controllo del volo o ferroviari, automazione industriale, robotica, missioni spaziali e tanti altri.



Per garantire che le operazioni vengano svolte entro un dato vincolo temporale è richiesto che la schedulazione delle operazioni sia fattibile. La schedulazione (o scheduling) è un problema matematico che consiste nel trovare un ordinamento temporale per l'esecuzione di diverse operazioni.