

# Osservare il mondo fra algoritmi e simulazioni

Attivo da pochi anni, ma già con importanti progetti avviati, l'Istituto di Scienze Computazionali (ICS) dell'Università della Svizzera italiana (USI) sta guadagnando prestigio a livello internazionale. Dallo studio di tessuti biologici al comportamento di materiali: le scienze computazionali stanno diventando uno strumento d'indagine sempre più potente.



Prof. Rolf Krause e particolari di simulazioni

«Le scienze computazionali, grazie ai moderni computer, possono simulare problemi, per così dire, di qualsiasi natura. In particolare, ci consentono di prevedere il comportamento di sistemi biologici, meccanici e sociali.»

*Prof. Rolf Krause*

## USI - Istituto di Scienze Computazionali

Le scienze computazionali offrono oggi nuove prospettive alla ricerca scientifica. Grazie all'elaborazione di modelli matematici e simulazioni sempre più accurate è possibile affrontare problemi di grande complessità, che toccano ambiti molto diversi: dalla fisica alla biologia, dall'ingegneria alla meteorologia. L'ICS sta diventando un centro di riferimento nel panorama internazionale grazie al lavoro dei suoi ricercatori e alle collaborazioni avviate. Oggi vi operano due gruppi di ricerca, uno dei quali guidato dal prof. Rolf Krause, direttore dell'istituto.

web:

[www.ics.usi.ch](http://www.ics.usi.ch)

Liste di numeri e lunghi sistemi di equazioni... un'immagine ben poco suggestiva se non sapessimo che dietro quei caratteri si nasconde un mondo, il nostro, che aspetta di essere raccontato. Vengono in mente celebri film, in cui realtà e simulazione si confondono, in cui suggestioni cinematografiche si accompagnano a intuizioni quasi filosofiche. Sempre di più ci ritroviamo di fronte o immersi in affascinanti simulazioni create da potenti computer. Dalla medicina alla ricerca spaziale, dal cinema ai videogiochi; ed è sempre più comune anche per un ricercatore studiare la realtà partendo da modelli nati sul monitor del proprio PC: un ausilio in più, spesso fondamentale, che permette di affrontare fenomeni altrimenti troppo complessi. In questi ultimi anni l'USI sta portando avanti molti progetti di ricerca in questo campo, progetti che vanno dall'analisi di simulazioni per descrivere il comportamento di tessuti biologici, o di organi come il cuore fino allo studio di materiali. Tutto ciò ha permesso di avviare preziose collaborazioni con altre università e con i maggiori centri di ricerca della Svizzera italiana.

## Dai denti alle stelle: la potenza del calcolo

Abbiamo imparato che la ricerca scientifica nasce soprattutto dall'osservazione diretta dei fenomeni e da un'attività continua di sperimentazione, da questo paziente lavoro nascono anche le domande che l'uomo pone e tutte le nuove teorie che elabora. Forse qualcosa è cambiato in questo modello? "In un certo senso – spiega Rolf Krause, professore all'USI – le scienze computazionali rappresentano un modo nuovo di fare scienza". Oggi i ricercatori possono analizzare fenomeni come il comportamento di sistemi complessi attraverso accurate simulazioni, prevedendone l'evoluzione, e questo è tanto più utile quanto più è difficile una reale attività osservativa, o quanto più sono alti i costi e i rischi. Pensiamo alla difficoltà di studiare oggetti come i buchi neri o fenomeni come l'esplosione di una stella, fino ai rischi e ai costi connessi con i crash test. Tutto questo oggi può essere affrontato e studiato grazie alle scienze computazionali, una disciplina che nasce e si fonda su due scienze come la matematica e la *computer science*, e che trova il suo campo d'applicazione in ambiti molto diversi. Chi si occupa di scienze computazionali deve cercare di tradurre la varietà e complessità del mondo in matrici di numeri, algoritmi, modelli "digeribili" anche da un calcolatore. Ma che cosa significa in concreto?



«Una nuova opportunità: si può simulare e prevedere il comportamento di sistemi complessi, per i quali fino ad oggi era quasi impensabile.»

Una prima risposta potrebbe venire proprio guardando uno dei progetti più recenti dell'ICS, *Development of mathematical models and efficient algorithms to simulate the loading conditions of the periodontium in dental biomechanics*, svolto in collaborazione con la facoltà di medicina dell'Università di Bonn, e finalizzato allo sviluppo di modelli per studiare il comportamento biomeccanico del tessuto parodontale. "È un tessuto complicato – sottolinea Krause – costituito da strutture molto diverse e in qualche modo capace di reagire ai carichi, mantenendo una sorta di memoria nel comportamento". L'utilità di un progetto di questo tipo, finanziato dal Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), è chiara: capire la meccanica di un simile tessuto sotto le diverse sollecitazioni può essere d'aiuto, per esempio,

nella creazione e nell'impianto di protesi dentarie. Ancora più ambizioso è il progetto *High performance and high productivity computing (H2PC)* in collaborazione con il Politecnico di Zurigo e il Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS). "Pensiamo – dice Krause – allo sviluppo che hanno avuto i processori dei computer in questi ultimi anni. Per circa vent'anni sono diventati sempre più veloci, costringendoci a un ricambio continuo, ogni 2 o 3 anni. Questo sviluppo ora si è fermato". L'innovazione nei computer che acquistiamo oggi non è più nella velocità del processore, ma nel numero di processori che lavorano in parallelo nella stessa macchina, per questo si parla di "computer dual core", "quad-core" o "eight core". Il progetto, finanziato dalla Conferenza Universitaria Svizzera, punta a capire come sfruttare la potenza dei moderni supercomputer, capaci di lavorare con centomila o addirittura un milione di processori in parallelo. Ma per farlo servono programmi adatti. Il lavoro è proprio quello di cercare d'implementare all'interno di particolari aree d'applicazione, dalla cosmologia alla medicina, programmi che consentano di sfruttare questa enorme potenza di calcolo. Tutto ciò permetterà di ottenere risultati e simulazioni impensabili solo fino a qualche anno fa, in cui anche fenomeni molto complessi potranno essere studiati con grande accuratezza.



Questi appena descritti sono solo due dei tanti progetti che l'Istituto sta portando avanti a livello internazionale, ma preziose collaborazioni sono nate anche a livello locale con alcuni dei maggiori centri di ricerca della Svizzera italiana. Fra le più promettenti – secondo Krause – c'è la strada intrapresa con il Cardiocentro di Lugano, per il quale i ricercatori dell'USI stanno facendo simulazioni sulle sequenze d'attivazione del cuore umano. Altre collaborazioni sono state avviate con la Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI), in particolare nello studio di simulazioni a livello molecolare del comportamento di sistemi granulari, e con l'IRB di Bellinzona, il centro di ricerche biomediche. Un'attività dunque in crescita, che ha il suo cuore nella Svizzera italiana, e che sta trasformando l'USI in un nodo cruciale, sempre più al centro di una densa rete di relazioni internazionali.

Per saperne di più ascolta il podcast su [www.ticinoscienza.com](http://www.ticinoscienza.com)

Università  
della  
Svizzera  
italiana

Faculty  
of Informatics

Grafica, immagini e testi sono a cura di [fabio.meliciani@usi.ch](mailto:fabio.meliciani@usi.ch)  
Traduzione a cura della prof.ssa [Simona Cain Palli](mailto:Simona.Cain.Palli)

Le schede *Focus sulla ricerca*, immagini e podcast sono scaricabili dal sito [www.ticinoscienza.com](http://www.ticinoscienza.com)

Contatti:

**Rolf Krause**  
Professore, USI - ICS  
Via Giuseppe Buffi 13  
CH - 6906 Lugano  
tel: +41 58 666 43 09  
e-mail: [rolf.krause@usi.ch](mailto:rolf.krause@usi.ch)