

Matematica e supercalcolatori: modelli ed algoritmi per applicazioni sempre più complesse.

Sunto: Come riuscire a rappresentare fenomeni naturali, strutture biologiche, comportamenti sociali, la cui complessità sembra non avere limiti? Nemmeno la potenza di calcolatori in grado di infrangere la barriera dei *petaflops* (un milione di miliardi di operazioni al secondo) basterebbe, se non venisse assecondata da modelli matematici ed algoritmi sempre più efficienti ed accurati. In questa presentazione si forniranno svariati esempi a sostegno di questa tesi, prendendo spunto da settori quali la medicina, lo sviluppo urbanistico in aree metropolitane, e lo sport da competizione.

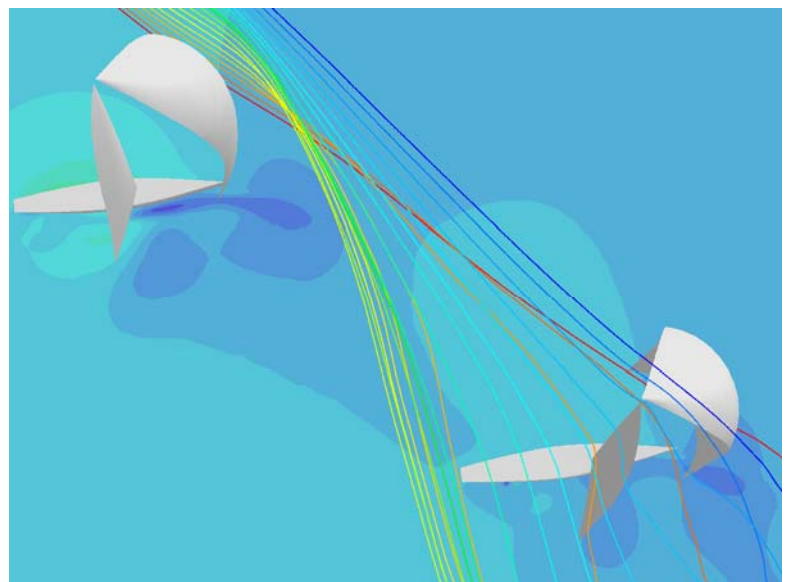
Presentazione del prof. dott. Alfio Quarteroni



Il prof. dott. Alfio Quarteroni, nato a Ripalta Cremasca in provincia di Cremona, è titolare della cattedra di Modellizzazione e calcolo scientifico alla Scuola politecnica federale di Losanna (EPFL) e professore di Analisi numerica al Politecnico di Milano, dove è anche direttore scientifico del MOX, l'Istituto di modellistica e calcolo scientifico.

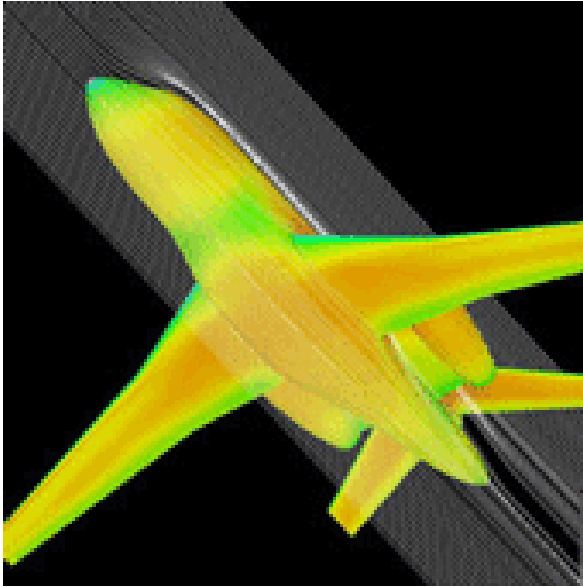
Nell'ambito dei progetti sviluppati dal Politecnico di Losanna e dal MOX, si sta occupando della modellizzazione matematica del sistema cardiovascolare (progetto HaeMOdel) e di una rete europea per le applicazioni della matematica a problemi di meccanica dei fluidi che interessano l'industria (progetto MACSInet).

Già ricercatore all'Istituto di analisi numerica del CNR di Pavia, professore di Analisi numerica alla Cattolica di Brescia, professore di matematica all'Università di Minneapolis (Minnesota), direttore scientifico del CRS4 (il Centro di Ricerca, Sviluppo e Studi superiori in Sardegna), il prof. Quarteroni è stato conferenziere principale in numerosi congressi internazionali; è autore di testi scientifici e di moltissimi articoli. Per il suo lavoro ha ottenuto diversi riconoscimenti in Italia e all'estero. Non da ultimo si rammenta che i calcoli relativi alla determinazione della forma dello scafo e al comportamento in acqua, eseguiti da Quarteroni e collaboratori, hanno avuto un ruolo importante per i successi in Coppa America dell'imbarcazione *Alinghi*.



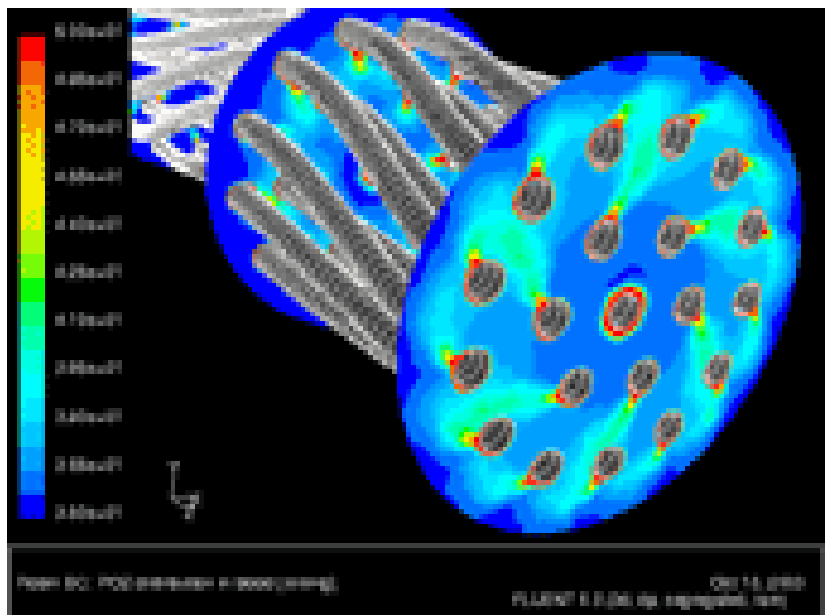
Alfio Quarteroni, professore all'EPFL Lausanne e al Politecnico di Milano, illustra il suo lavoro di ricercatore nell'ambito della matematica applicata

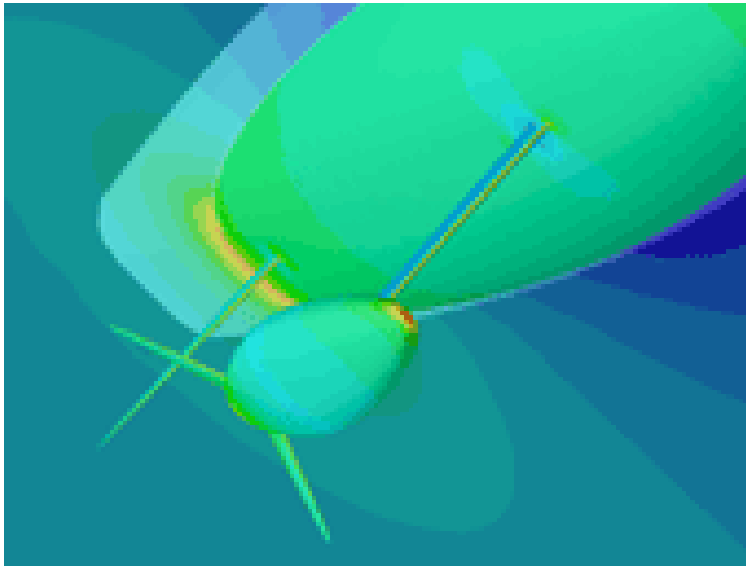
(Le immagini sono state gentilmente concesse dal prof. dott. Quarteroni)



Da qualche anno la matematica applicata vive in una sorta di stato di grazia. Se fino a vent'anni fa essa era utilizzata solo in alcuni ambiti specifici, quali ad esempio il settore aerospaziale o automobilistico, oggi il suo uso pervade quasi ogni ambito industriale e sociale. Essa è utilizzata nelle aziende energetiche, per la modellistica ambientale e la valutazione dell'inquinamento; si usano modelli matematici per la simulazione di eventi a grande impatto ambientale o per la valutazione della propagazione delle onde sismiche e del loro effetto su edifici e grandi strutture industriali. Nell'ultimo decennio la matematica è diventata essenziale in settori come la medicina e la finanza. Essa permette di andare al cuore dei problemi, avendo una capacità di descrizione sintetica straordinaria.

Quando si usano modelli matematici, si parte da un problema concreto e si cerca di rappresentarlo attraverso equazioni. Normalmente, problemi di questo tipo coinvolgono una quantità enorme di informazioni (anche diverse decine di milioni), che per di più hanno tra loro relazioni molto complesse. Quindi, è necessario selezionare le informazioni più rilevanti e creare le equazioni che descrivono l'essenza del problema. Dopo di che si creano gli algoritmi in grado di risolvere le equazioni e, sulla base di questi, si sviluppano i programmi da far girare sui calcolatori. Alla fine si interpretano i risultati e si controllano gli errori; questa analisi di validità permette di capire se si è lavorato bene e se il modello è migliorabile. In questa fase, quindi, è necessario utilizzare i dati sperimentali e interagire con chi lavora concretamente sul problema: ingegneri, designer, medici. I nostri dati, infatti, vanno interpretati alla luce dell'esperienza sperimentale.





Nel nostro gruppo di ricerca all'EPFL ci occupiamo di problemi inerenti la progettazione ingegneristica, studiando l'ottimizzazione di forme in rapporto a specifiche esigenze. Ma modelliamo anche la diffusione di inquinanti in bacini d'acqua. Un altro campo di applicazione è la cardiocirurgia: simuliamo al computer il flusso di sangue nel sistema cardiovascolare per capire, per esempio, come influisce l'impianto di uno stent in un'arteria affetta da aneurisma o di un bypass coronarico. Simuliamo il rilascio di farmaci nel sistema circolatorio, o la diffusione e propagazione attraverso le pareti arteriose di ossigeno, zuccheri o lipoproteine.

Nel caso di Alinghi, abbiamo simulato con modelli matematici il campo di flusso aereo e idrodinamico, le turbolenze che si creano al contatto della barca con l'acqua e la spinta del vento sulle vele in modo da sviluppare con i progettisti le forme ottimali di scafo, chiglia, bulbo e alette. Il team dei progettisti di Alinghi ha una professionalità straordinaria senza la quale nulla sarebbe stato possibile. Abbiamo considerato anche i dati di tutte le possibili condizioni del vento e delle maree del golfo di Auraki, e anche l'interazione con le imbarcazioni concorrenti. Oggi le simulazioni al computer basate su modelli matematici consentono di rappresentare con accuratezze sempre più grandi fenomeni di reale interesse in numerosi campi delle scienze applicate.