

Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata (DMPA): Fisica Matematica - Sistemi dinamici

Tipologia di calcolo scientifico

Il gruppo e' attivo su diverse linee di ricerca, e alcune di esse prevedono l'uso anche massiccio di calcolo numerico. In effetti in Italia, e specificamente a Milano, Padova e Roma, si e' sviluppato negli anni un metodo di studio in cui lo strumento tradizionale analitico e lo strumento numerico non solo si affiancano ma si integrano abbastanza profondamente: non solo da noi, ma da noi in modo particolare.

Tutta la nostra ricerca si inquadra grosso modo nell'ambito dei sistemi hamiltoniani "quasi integrabili", nei quali una piccola perturbazione si aggiunge a una situazione "facile". Ad esempio: integrabile, ovvero facile, e' il Sistema Solare se si trascura l'interazione tra pianeti; quasi integrabile e' il Sistema Solare vero, o qualunque sua semplificazione che vada oltre una collezione di problemi a due corpi. Integrabile e' il corpo rigido libero; quasi integrabile e' un pianeta che ruota attorno al suo asse di simmetria, e insieme gira attorno al sole ("problema spin-orbita"). Integrabile e' un sistema armonico; quasi integrabile e' un cristallo che oscilla con piccola anarmonicita' attorno all'equilibrio ("problema di Fermi-Pasta-Ulam").

Lo studio riguarda il comportamento asintotico a tempi lunghi: o infiniti, o per esempio crescenti come $\exp(1/\epsilon)$, ove ϵ misura la perturbazione. Piu' precisamente, e' uno studio di stabilita' a tempi lunghi delle variabili piu' rilevanti. Negli esempi: come si comportano semiassi e eccentricita' dei pianeti; come varia l'inclinazione dell'asse di rotazione dei pianeti sull'eclittica; se la dinamica nei modelli di Fermi-Pasta-Ulam soddisfa o no le assunzioni di "caos molecolare" tipiche della Meccanica Statistica.

Seguono alcuni tipici esempi di impiego del calcolo numerico.

1) La teoria, opportunamente sviluppata e adattata al problema in questione, garantisce stabilita' di certe variabili per certi tempi. Il calcolo numerico illustra il risultato, e fornisce un test di ottimalita' dei risultati. Piu' di una volta ci siamo trovati con situazioni (cioe' simulazioni numeriche) in cui la stabilita' di fatto era piu' forte di quella dimostrata, e se ne e' tratto spunto per migliorare la teoria; oppure la simulazione ha mostrato una fenomenologia piu' ricca del previsto, consentendo di ampliare la teoria. In altri casi, piu' semplicemente, il teorema dice "esiste una costante tale che..." e il calcolo numerico determina la costante, cosa relevantissima per le applicazioni.

2) C'e' una congettura, proposta da Arnol'd nel 1962: "genericamente" attraverso *sottili* canali nello spazio delle fasi, avviene un fenomeno diffusivo, *lentissimo* ma rilevante teoricamente e per le applicazioni, detto "diffusione di Arnol'd". Nessuno lo aveva mai osservato (ne' dimostrato) se non in esempi-modello sostanzialmente banali. Attraverso il calcolo numerico, si sono ottenute due cose: (a) una mappatura finissima, nello spazio delle fasi, dei canali candidati alla diffusione; (b) l'evidenza e la misura della diffusione in un problema realistico (il "Sistema Solare esterno"), attraverso lo studio di un numero enorme di dati iniziali collocati nei canali.

3) Infine, per i problemi del tipo Fermi-Pasta-Ulam, la teoria, a causa del numero elevato di gradi di liberta', e' in affanno. Qui il calcolo numerico domina, e la teoria segue con molta difficolta'.

Studi come quelli esemplificati ai punti (2) e (3) richiedono un impiego abbastanza massiccio del calcolo numerico.

Attrezzature di calcolo attualmente a disposizione

Il gruppo dispone al momento di due workstation di ultima generazione (quadriprocessore a 64 bit, acquisizione 2007) e di poche macchine piu' vecchie. E' il massimo compatibile con le nostre finanze. Per calcoli ripetitivi che richiedano calcolo distribuito, abbiamo potuto accedere, nelle ore notturne e nei giorni festivi, a circa 120 PC di media potenza normalmente usati per la didattica.

Percentuale attuale di utilizzo delle risorse

Le macchine veloci sono abbastanza sature.

Attrezzature di calcolo di potenziale interesse

Non dichiarato. Presumibilmente:

- un cluster di piccole/medie dimensioni di PC mediamente performanti, per il calcolo distribuito.

Elenco Persone

Benettin, Fasso', Guzzo, Ponno

Tipologia di assistenza tecnica a supporto delle attrezzature

e' svolta dal servizio calcolo del DMPA.

Costi di gestione delle attrezzature (NON DISPONIBILI)