

Caos deterministico in ingegneria: problema o risorsa?

Nello studio dei sistemi dinamici, con il termine “caos” si intende un movimento irregolare, non periodico, con talune caratteristiche apparentemente casuali, ma generato in realtà da un sistema perfettamente deterministico (necessariamente non lineare). Lo studio del caos ha registrato un interesse sempre più diffuso negli ultimi decenni del secolo scorso quando, a fianco dello sviluppo di una solida teoria, sono state individuate dinamiche caotiche nei più svariati settori scientifici. Anzi, in molte scienze il caos è servito da paradigma chiarificatore di fenomeni prima compresi in modo vago e insoddisfacente.

È quindi lecito chiedersi se, riferendosi all'ingegneria, si debba considerare il caos come un ulteriore problema o, al contrario, come una risorsa.

In molte applicazioni, il caos costituisce sicuramente un problema, poiché rappresenta una fluttuazione indesiderata, irregolare, con ampiezze e tempi di ritorno non prevedibili se non in termini statistici.

Insomma, un disturbo da eliminare o, a volte, da ricondurre ad un'oscillazione regolare. La teoria del “controllo del caos” ha proposto svariati metodi *ad hoc* per regolarizzare, con piccolo dispendio energetico, le oscillazioni caotiche irregolari.

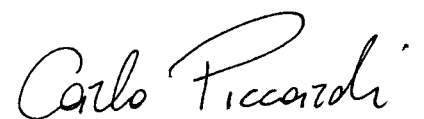
Tra le numerose applicazioni, le più note sono quelle relative ai convertitori elettrici di potenza, all'emissione luminosa dei laser, o al movimento delle camme degli alberi di motori a scoppio.

Ma vi sono situazioni in cui, all'opposto, qualcuna delle caratteristiche distintive del caos può essere proficuamente sfruttata. Nell'ingegneria di processo, si sono ottenuti risultati interessanti imponendo pattern caotici alla miscelazione di fluidi.

Nei sistemi di telecomunicazione, segnali caotici sono studiati come promettente alternativa alle portanti convenzionali. Nell'ingegneria dell'informazione, svariate applicazioni sono state proposte in crittografia, nel miglioramento di algoritmi di ottimizzazione, nell'immagazzinamento, recupero e trasmissione di informazione. In bioingegneria, l'analisi di segnali fisiologici con le metodologie proprie della teoria del caos sembra offrire interessanti opportunità diagnostiche. E nuove possibilità applicative vengono scoperte continuamente, spesso in settori insospettati.

Peraltro, il fatto che il caos possa costituire una risorsa non deve sorprendere, dal momento che noi stessi sopravviviamo grazie a una buona dose di “disordine”: ad esempio, è appurato che, per quanto riguarda i ritmi cardiaci e cerebrali, comportamenti “ordinati” sono il segnale di patologie in atto.

Proprio la consapevolezza che la presenza di caos è cruciale nel funzionamento della macchina più perfetta e più complessa che conosciamo - l'uomo - deve incoraggiare la ricerca di soluzioni non convenzionali (magari con una buona dose di caos) a problemi ingegneristici complessi.



Carlo Piccardi
Dipartimento di Elettronica e Informazione
Politecnico di Milano