



Università degli Studi di Salerno
Dipartimento di Fisica “E. R. Caianiello” e Dipartimento di Matematica

in consorzio con

Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”
Dipartimento di Matematica e Fisica

Scuola di Dottorato
“Matematica, Fisica ed Applicazioni”
XXIX ciclo

Curriculum Sistemi Complessi

Tesi

Il ruolo del disordine nella statistica delle valanghe e nella sincronizzazione di modelli a blocchi con accoppiamento elastico

Candidata

Valentina Esposito

Tutor
Dr. Eugenio Lippiello

Coordinatore
Prof. Sandro Pace

Sintesi

La criticit  auto-organizzata   un comportamento collettivo la cui caratteristica principale   che il sistema dinamico in esame si muove verso uno stato critico senza nessuna opportuna calibrazione di parametri esterni. Il pi  famoso esempio di criticit  auto-organizzata   il modello della pila di grani di sabbia, introdotto nel 1987 da Bak, Tang e Wiesenfeld. Altri esempi sono varianti di questo primo modello, come il modello di incendio delle foreste, di propagazione di un fronte, modelli evolutivi per le specie, e cos  via. La criticit  auto-organizzata ha riscosso interesse anche in geofisica, come possibile spiegazione per l'invarianza di scala presente nei terremoti, le cui distribuzioni empiriche in magnitudo (legge di Gutenberg Richter) e nel tempo (legge di Omori) sono delle leggi a potenza.

Un modello classico per i terremoti   il modello a blocchi con accoppiamento elastico di Burridge-Knopoff, dove la faglia tra due placche tettoniche   descritta come un reticolo di blocchi rigidi connessi tramite molle e tra di loro e ad un piatto che si muove a velocit  costante (drive). A causa del movimento relativo delle placche, la forza su tutti i blocchi aumenta fino a quando la forza su di un generico blocco raggiunge una soglia massima e rilassa, provocando lo spostamento del blocco e una redistribuzione della forza perduta sui blocchi vicini. Questo pu  indurre lo spostamento di altri blocchi ed innescare una valanga di spostamenti, e cio  il terremoto. I modelli a blocchi con accoppiamento elastico sono la descrizione pi  semplice di una faglia sismica in grado di riprodurre, qualitativamente, le osservazioni sperimentali come la legge di Gutenberg Richter. Nella sua versione automa cellulare, il modello OFC, il disordine   presente solo nella condizione iniziale e le taglie delle valanghe seguono una distribuzione a legge di potenza con un esponente che dipende dalla dissipazione.

Middleton e Tang hanno introdotto l'ipotesi che il comportamento critico di questo modello sia collegato alla tendenza alla sincronizzazione in sistemi di questo tipo. Infatti, questo modello presenta un comportamento critico quando le disomogenit  dai bordi (condizioni al bordo aperta) si propagano verso il centro del sistema, portandolo in uno stato parzialmente sincronizza-

to. Tuttavia le correlazioni spaziali e temporali dei veri terremoti non sono correttamente descritti da questo modello nella sua forma originale.

Il modello OFC può essere mappato su di un altro modello, l'evoluzione di un'interfaccia elastica guidata in un mezzo disordinato, dopo aver aggiunto del disordine nelle soglie d'attrito. In questo caso la distribuzione delle taglie delle valanghe è ancora una legge a potenza, ma con un esponente stabile che non dipende dalla dissipazione. Un accordo molto buono con l'esponente della Gutenberg Richter, nonché con la correlazione spaziale degli aftershock, è stato ottenuto in un modello recente di interfacce visco-elastiche (Jagla, Rosso, Landes). L'introduzione di un meccanismo di rilassamento, in una scala temporale che si colloca tra quella del drive e quella delle valanghe, istantanea rispetto alla prima, comporta una dinamica stick-slip periodica delle valanghe grandi, e questa nuova scala temporale è responsabile del fenomeno degli aftershocks.

In questo lavoro di Tesi abbiamo studiato il meccanismo responsabile delle differenze osservate tra il modello standard OFC e il modello OFC con disordine, focalizzandoci sul ruolo della sincronizzazione che conduce ad un comportamento quasi periodico.

Per avere una migliore comprensione della sincronizzazione e della dissipazione nel sistema abbiamo studiato modelli semplificati, come modelli in campo medio e modelli a due blocchi. In quest'ultimo caso è stato discusso anche il ruolo del rilassamento.