

L'attività di ricerca si concentrerà sull'analisi della complessità nei sistemi finanziari. Nel dettaglio, sono previste tre direttrici:

- **Partecipazioni a Progetti di Ricerca Nazionali ed Internazionali** ci attendiamo che questo laboratorio diventi un punto di riferimento per la comunità europea nel settore delle reti economiche e finanziarie. Data la presente situazione economica questo aspetto è giudicato particolarmente importante dalla Commissione Europea si vedano ad esempio le iniziative Flagship (FUTURICT) e la *proactive initiative* (DYM-CS). Allo stesso tempo la costituzione di un osservatorio per i sistemi socio-economici è uno degli 8 progetti ritenuti di Interesse nel programma Nazionale della Ricerca 2011-2013.
- **Insegnamento** la persona incaricata dovrà contribuire alle attività d'insegnamento nell'ambito dei programmi di dottorato attivi e, inoltre, sarà coinvolta nella progettazione di un nuovo possibile programma di dottorato sulla scienza della complessità. In dettaglio, dovrà curare un corso sulla matematica delle reti complesse e la loro applicazione ai sistemi reali. Vi è, infatti, una crescente richiesta di formazione nel campo della complessità. È quindi fondamentale agire in modo da essere la prima istituzione internazionale con uno specifico corso di dottorato di ricerca e formazione dei ricercatori nel campo della complessità e reti complesse.
- **Ricerca nel campo della stabilità strutturale nei sistemi di reti:** la persona incaricata dovrà svolgere compiti di ricerca e di coordinamento di attività di ricerca nelle seguenti:
  - *Studio di sistemi economici.* Anche un semplice sistema economico come il commercio fra le nazioni può ancora fornire informazioni se analizzato per mezzo della matematica dei sistemi di reti complesse. In particolare è possibile calcolare in maniera quantitativa ed immediata il grado di competizione fra le nazioni e l'interdipendenza dei prodotti realizzati all'interno di una singola nazione. L'obiettivo di questa ricerca è fornire delle previsioni affidabili di crescita del PIL. Allo stesso tempo quest'analisi è in grado di determinare quali fra i prodotti realizzabili hanno maggiori probabilità di incrementare lo sviluppo di un paese.
  - *Rischio sistemico.* Fra le varie applicazioni ci aspettiamo un'analisi dettagliata dei fenomeni di contagio finanziario. Molti economisti ritengono che gli approcci tradizionali siano troppo semplicistici rispetto alla valutazione del rischio finanziario. È quindi opportuno cercare di applicare i risultati più recenti sui processi di contagio legati alla diffusione di epidemie. Sarà quindi necessario elaborare modelli di cascate di fallimenti che abbiano la semplicità dei modelli fisici ma anche il dettaglio dei sistemi economici cui sono ispirati. In particolare vogliamo studiare la robustezza delle reti dove la soglia di sovraccarico di ogni nodo non è solo eterogenea, ma anche dinamica.
  - *Processi di contagio:* In caso di influenza pandemica, è possibile ottenere la descrizione dell'evoluzione della malattia considerando la topologia della rete di trasporto (soprattutto quello a lunga distanza sulla base dei voli in tutto il mondo) e la topologia delle interazioni sociali tra le persone (caratterizzate da una grande varianza nel numero di connessioni). Ricalibrando continuamente i modelli di diffusione con i dati reali (mobilità delle persone, la forza del virus, la velocità di infezione) le previsioni diventano sempre più precise e consentono di adottare le misure necessarie. Nello stesso spirito è il caso di notare che una previsione molto accurata della evoluzione della malattia può essere ottenuta con l'analisi

delle *query log* dei motori di ricerca. Un esempio di che è disponibile in Google Trends (<http://www.google.org/flutrends/>). Abbiamo intenzione di applicare tali studi per determinare l'evoluzione dei gruppi sociali e l'avvio di effetti domino in caso di crisi economiche.

- *Modelli di grafo di sistemi economici e sociali.* Spesso nei social networks le persone si connettono tra loro e scambiano media come immagini, documenti o link html classificandoli con delle etichette (tag). La struttura che si origina è quella di un grafo tripartito. Allo stesso modo l'insieme di relazioni, in un settore economico è una rete intricata di diversi attori economici, in quanto composta da differenti tipi di imprese, enti di ricerca, istituzioni finanziarie, autorità di regolamentazione, consumatori ecc. Anche qui la struttura matematica che si origina è quella di un grafo multipartito. Questa complessa serie di attori e di diverse interdipendenze possono essere rappresentate in forma di grafi speciale chiamato ipergrafi che evidenziano la struttura di comunità. Gli ipergrafi sono una risposta conveniente ed elegante matematicamente al problema delle reti interconnesse e reti di reti (che è la situazione tipica nel caso dei sistemi economici e sociali). Dal punto di vista di un regolatore, è cruciale sapere come il disagio finanziario si propagherà in questa rete di reti. È interessante notare che le interrelazioni dinamiche tra i diversi settori del sistema finanziario poco se non del tutto sconosciuti.
- *Reti di credito* Allo scopo di prevedere il rischio sistemico nei sistemi economici è essenziale monitorare il credito nelle economie moderne. Come informazione di base si devono considerare le connessioni tra le banche sul mercato finanziario, tra imprese e banche sul mercato per i prestiti, tra clienti e fornitori sul mercato per il credito commerciale. In altre parole, i vari mercati del credito possono essere concepiti come reti di credito interagenti dove i nodi rappresentano gli agenti ed i collegamenti rappresentano relazioni di credito. È interessante notare che a causa del rischio di insolvenza, l'estensione del credito è subordinata alla valutazione del merito creditizio e la creazione di un rapporto di fiducia tra un mutuatario ed un mutuante. Dal momento che questo richiede tempo e fatica un agente è disposto a trattare solo con pochi altri agenti, e quindi le reti di credito sono generalmente incomplete. Attività più recenti in questo argomento si concentrano sul commercio, sui rapporti tra credito e imprese a monte a valle lungo la "supply chain".