



TEORIA DEI SISTEMI A RETE

Giovanni Carrosio

gcarrosio@units.it

QUELLI CHE DICONO RETE 1



QUELLI CHE DICONO RETE 2



QUELLI CHE DICONO RETE 3

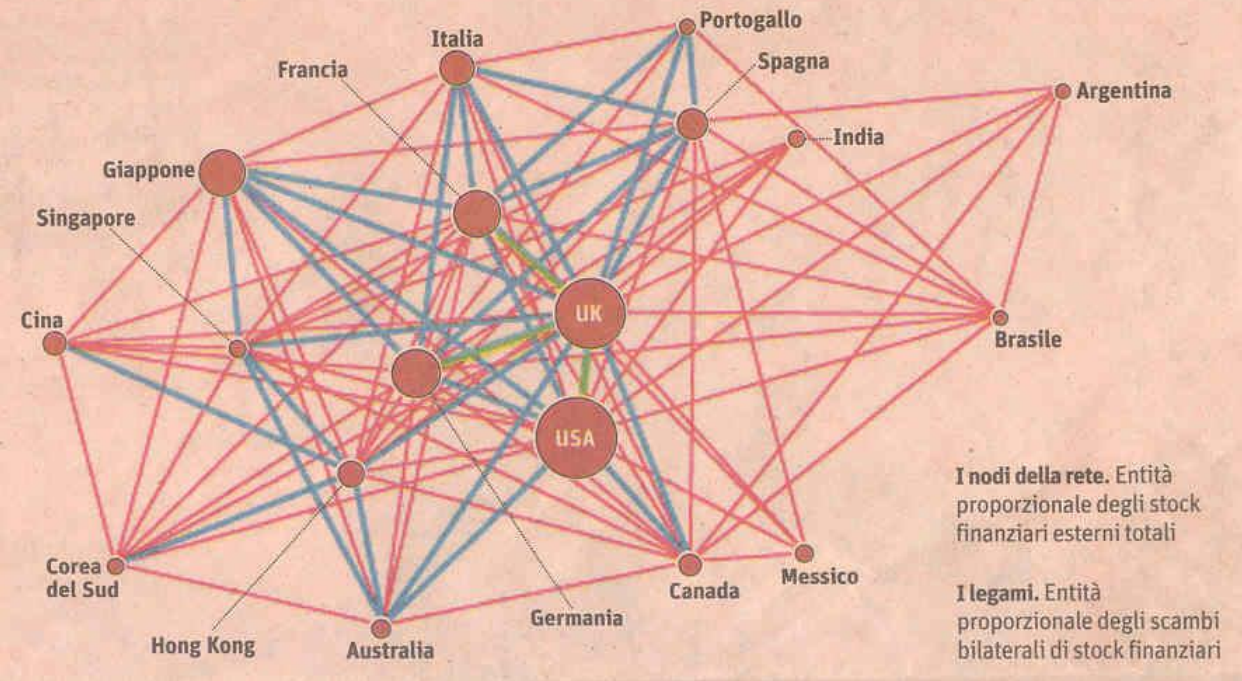


[illegible]

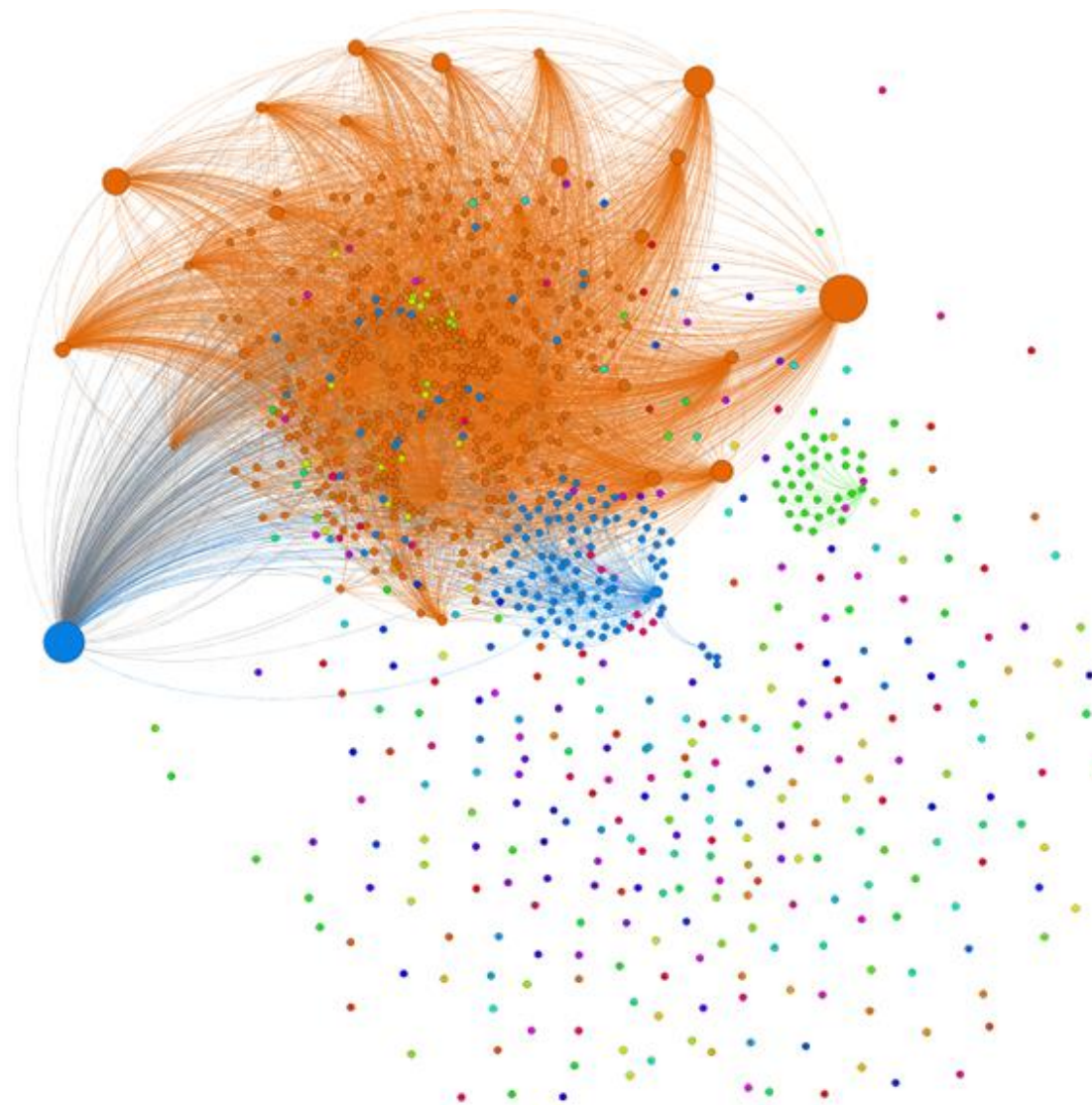
NETWORK DELLA RICCHEZZA

Metriche della complessità

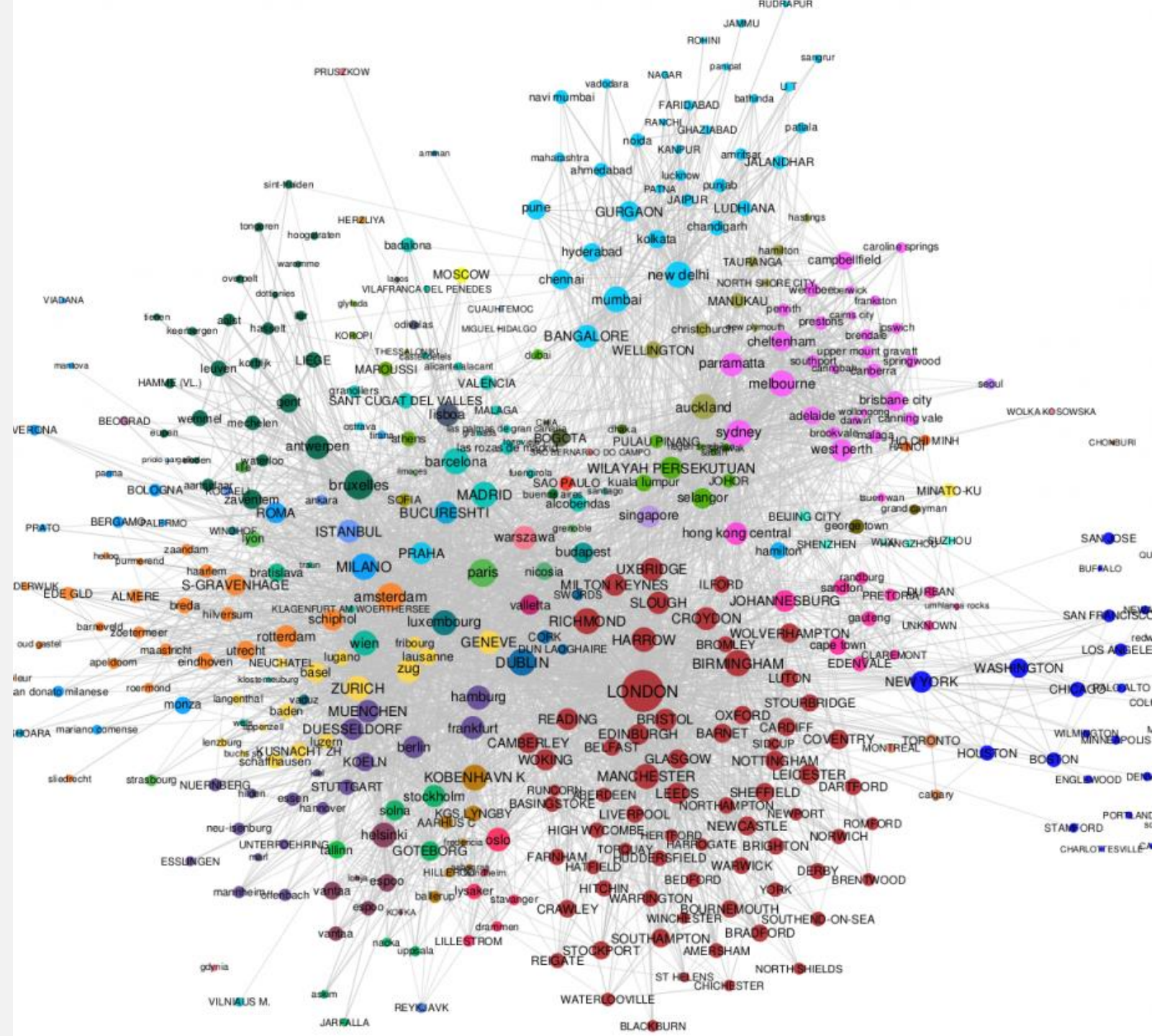
Network della ricchezza. Il grafico mostra l'ecosistema nel 2005: gli stock finanziari esterni totali detenuti dai centri finanziari globali sono cresciuti di 14 volte negli ultimi due decenni e gli scambi sono lievitati di sei volte



FACEBOOK NETWORK



CITY NETWORK



RETE ALIMENTARE

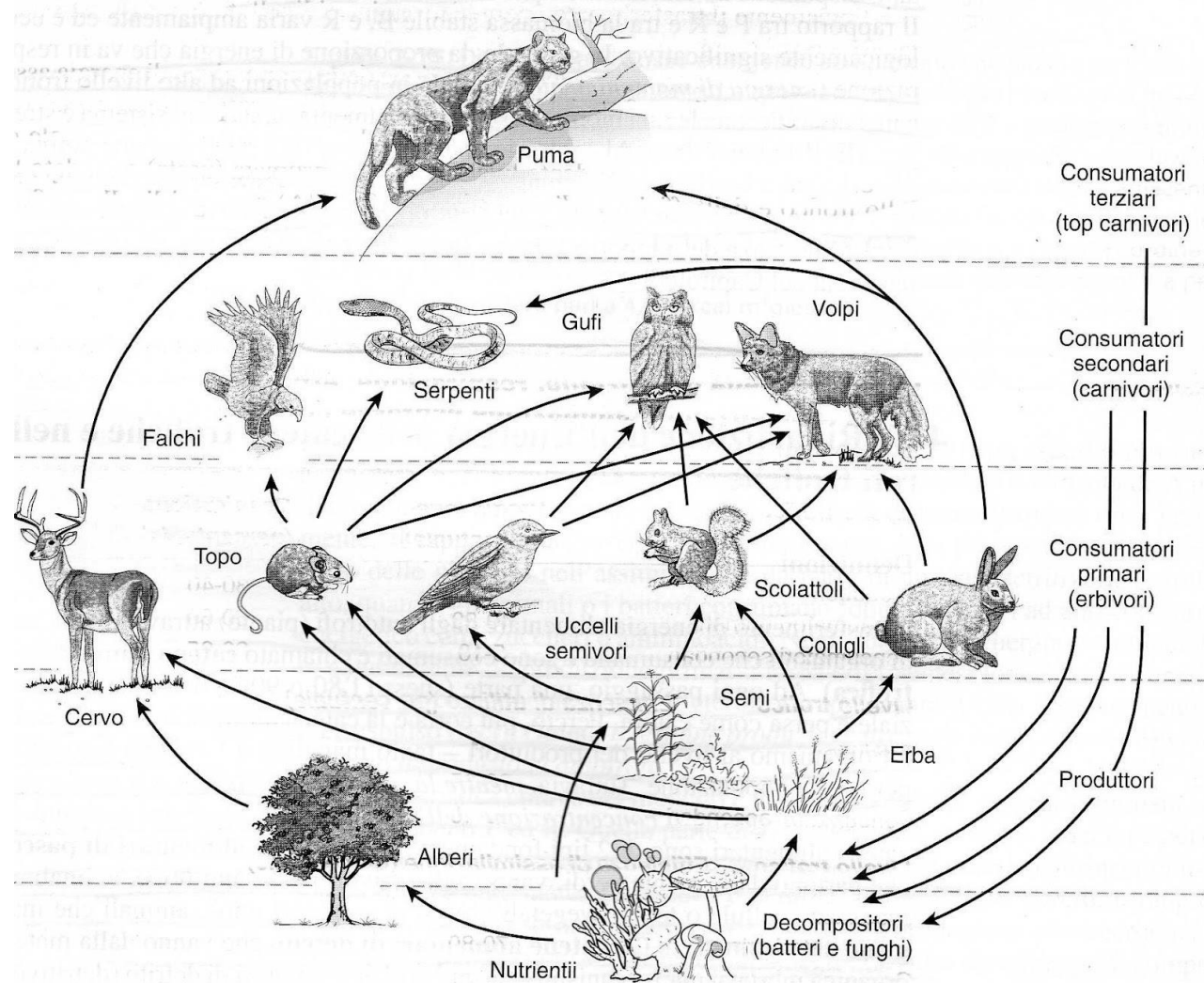


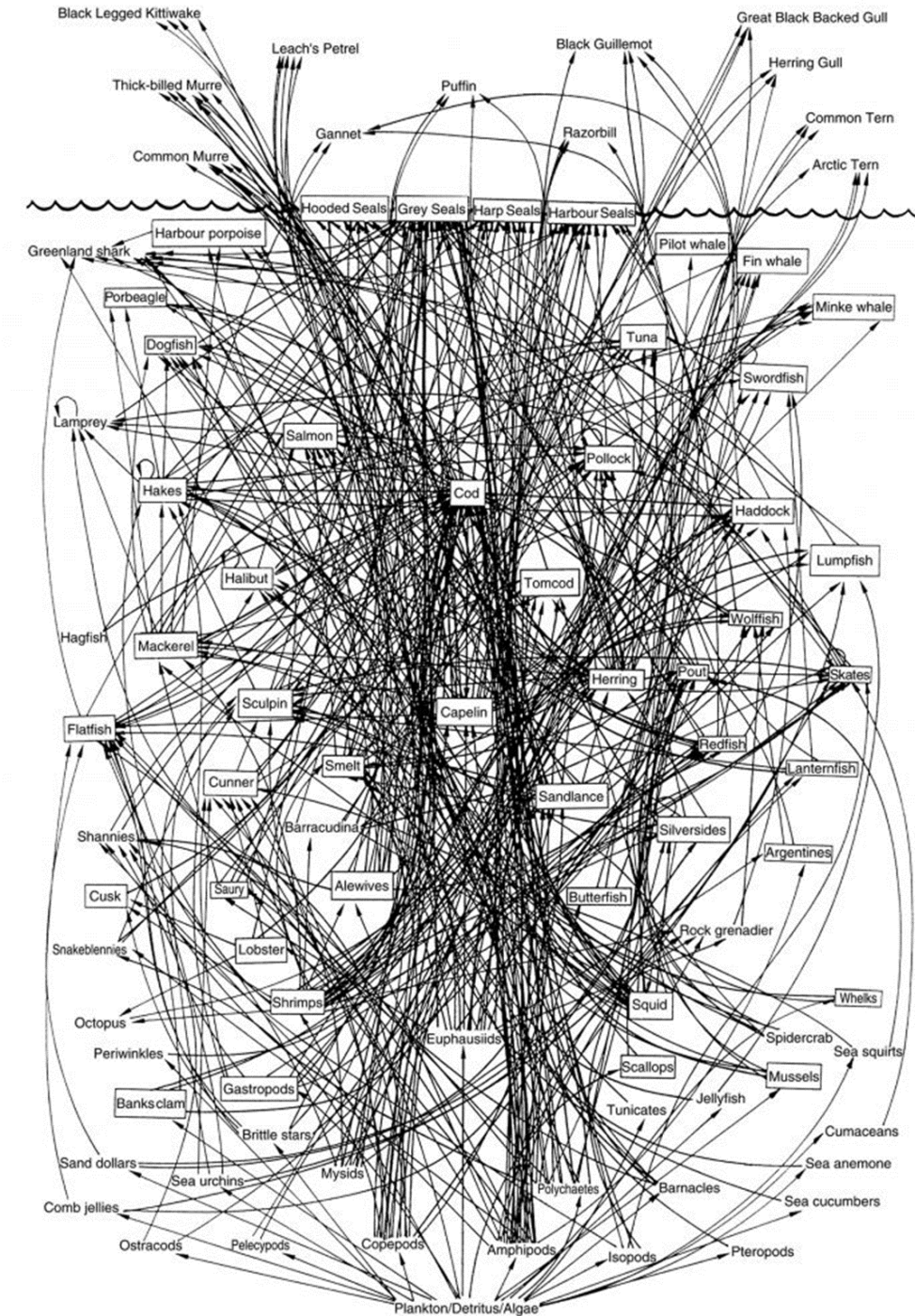
Figura 3-17. Catena alimentare tipica di un ecosistema terrestre

RETI ALIMENTARI

Gli organismi viventi, ossia le specie animali e vegetali che vivono in un determinato ambiente ([ecosistema](#)), sono tutti collegati tra loro da un sistema di relazioni alimentari che costituisce una rete. La rete alimentare, detta anche [rete trofica](#), permette agli organismi di vivere e di riprodursi formando una comunità biologica, cioè un insieme di specie che, per l'appunto, vivono insieme e si riproducono. Ogni specie ricava il proprio nutrimento da altre specie (le sue prede) e a sua volta può costituire il cibo per altre, costituite dai suoi predatori ([predazione](#)). Immaginiamo che ogni specie rappresenti un anello e che, insieme ad altre con cui ha relazioni alimentari, formi una catena. Poiché le comunità biologiche sono formate da centinaia o migliaia di specie, si possono riconoscere tante catene che nel loro insieme formano una rete. L'analisi dettagliata di questa rete ci permette di capire quali specie vengono consumate e da chi: "chi mangia chi?" si chiedono gli ecologi, che studiano le reti alimentari.

RETE ALIMENTARE DEL MERLUZZO IN NUOVA SCOZIA

- Anni '80 crollo del numero di merluzzi
- Crisi economica che interessò l'industria Canadese
- Incremento della caccia alle foche
- Ma la popolazione dei merluzzi non si riprese
- Gli ecologi studiarono le reti alimentari che collegano I merluzzi alle foche
- Foche predatrici di 150 specie, molte di queste predatrici dei merluzzi
- Diminuendo il numero di foche, non diminuisce la predazione sul merluzzo, perchè aumenta la pressione di altri predatori

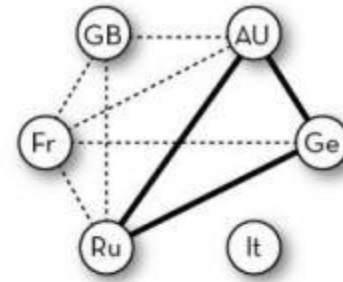


QUALITÀ EMERGENTI DELLE RETI COME ECOSISTEMI

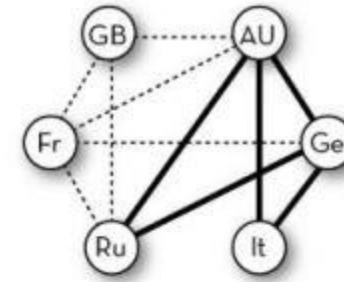


LE ALLEANZE DIPLOMATICHE COME RETI

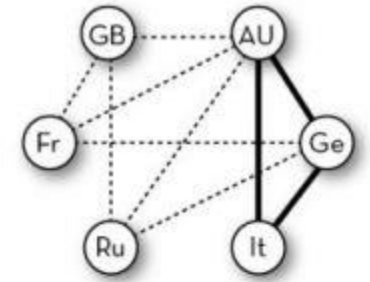
- Nel 2006 il matematico Tibor Antal e i fisici Paul Krapivsky e Sidney Redner applicarono l'analisi di rete al cambio di alleanze diplomatiche fra sei stati europei prima della prima guerra mondiale
- Modifica delle alleanze verso una situazione strutturalmente bilanciata
- I sei stati si divisero in due gruppi
- Non appena la situazione si stabilizzò, scoppiò la guerra



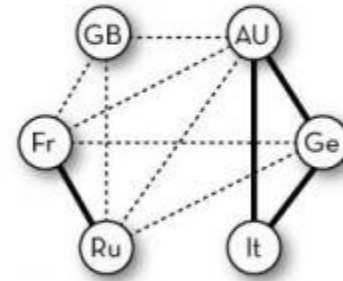
(a) Lega dei Tre Imperatori
1872-81



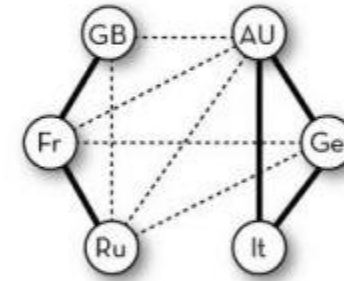
(b) Triplice Alleanza
1882



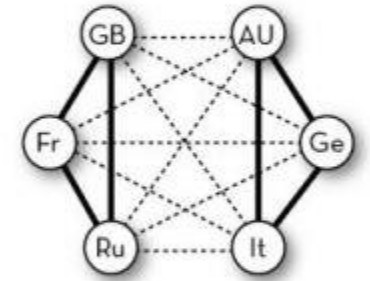
(c) Collasso delle relazioni
tra Impero Germanico
e Impero Russo
1890



(d) Alleanza Franco-Russa
1891-94



(e) Entente Cordiale
1904



(f) Alleanza Russo-Britannica
1907

Le sigle indicano rispettivamente i seguenti stati:

(GB) Impero Britannico	(Ru) Impero Russo	(Ge) Impero Germanico
(Fr) Francia	(It) Regno d'Italia	(AU) Impero Austro-Ungarico

— alleanze rivalità



Available online at www.sciencedirect.com



Physica D 224 (2006) 130–136

PHYSICA D

www.elsevier.com/locate/physd

Social balance on networks: The dynamics of friendship and enmity

T. Antal, P.L. Krapivsky, S. Redner*

Center for Polymer Studies and Department of Physics, Boston University, Boston, MA 02215, United States

Available online 7 November 2006

Abstract

How do social networks evolve when both friendly and unfriendly relations exist? Here we propose a simple dynamics for social networks in which the sense of a relationship can change so as to eliminate imbalanced triads — relationship triangles that contains 1 or 3 unfriendly links. In this dynamics, a friendly link changes to unfriendly or vice versa in an imbalanced triad to make the triad balanced. Such networks undergo a dynamic phase transition from a steady state to “utopia” — all friendly links — as the amount of network friendliness, defined as the fraction of friendly links ρ , is changed. Basic features of the long-time dynamics and the phase transition are discussed.

© 2006 Elsevier B.V. All rights reserved.

Keywords: Social balance; Networks

<http://www.maths.ed.ac.uk/~antal/Mypapers/friends06.pdf>

1. Introduction

As we all have experienced, social networks can evolve in convoluted ways. Friendships can become estrangements and vice versa. New friendships can be created while existing friends drift apart. How are these changing relations reflected in the structure of social networks? As a familiar and illustrative example, suppose that you are friendly with a married couple that gets divorced. A dilemma arises if you try to remain friendly with both of the former spouses. You may find yourself in the uncomfortable position of listening to each of the former spouses separately disparaging each other. Ultimately you may find it simplest to remain friends with only one of the former spouses and to cut relations with the other ex-spouse. In the language of *social balance* [1–4], the initially balanced triad became unbalanced when the couple divorced. When you subsequently kept your friendship with only one former spouse, social balance is restored.

What happens in a larger social network? Now we need to look at all triads ijk that link individuals i , j , and k . We define the link variable $s_{ij} = 1$ if i and j are friends and $s_{ij} = -1$ otherwise. Then the triad ijk is balanced if $s_{ij}s_{jk}s_{ki} = 1$, and is imbalanced otherwise (Fig. 1). A balanced triad therefore fulfills the adage:

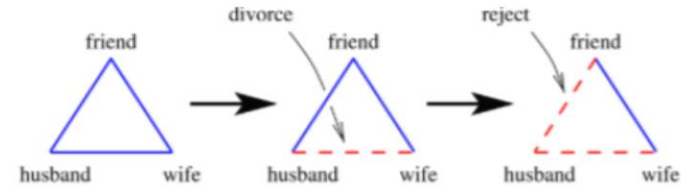


Fig. 1. Evolution of a married couple plus friend triad. After a divorce the triad becomes imbalanced, but balance is restored after another relationship changes. Full and dashed lines represent friendly and unfriendly relations respectively.

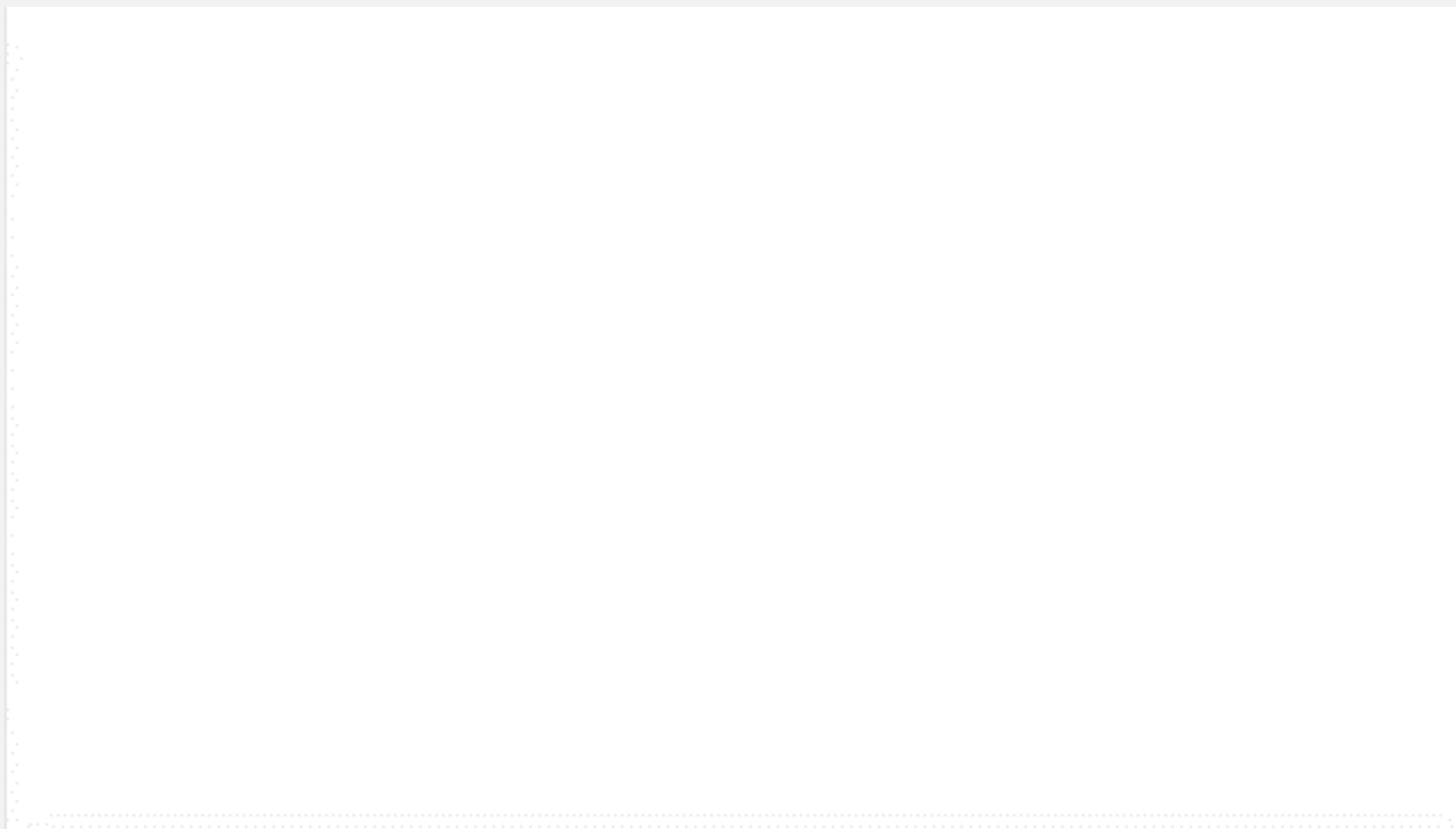
- a friend of my friend, as well as an enemy of my enemy, is my friend;
- a friend of my enemy, as well as an enemy of my friend, is my enemy.

A network is balanced if each constituent triad is balanced [1,4]. A seemingly more general definition of a balanced network is to require that each closed cycle is balanced; that is, $\prod_{\ell \in \text{path}} s_{\ell} = +1$. Cartwright and Harary showed [5] that a cycle-based definition of balance is equivalent to a triad-based definition for complete graphs. This result can be reformulated as follows: if we detect an imbalanced cycle of any length in a complete graph, there must be an imbalanced triad.

Balance theory was originally introduced by Heider [1] and important contributions were made by many others [2,3,6]. Cartwright and Harary [5,7] translated Heider's ideas into the framework of graph theory, and proved several fundamental theorems about the structure of balanced networks. There is

* Corresponding author. Tel.: +1 617 3532618; fax: +1 617 3539393.
E-mail address: redner@bu.edu (S. Redner).

ALBERT DIAZ GUILERA - RETI COMPLESSE



GLOSSARIO

Rete alimentare: il sistema di relazioni che connette specie animali e vegetali che vivono in un determinato ambiente e che permette agli organismi di vivere e di riprodursi formando una comunità biologica, cioè un insieme di specie che, per l'appunto, vivono insieme e si riproducono. Ogni nodo della rete è connesso agli altri da rapporti di interdipendenza complessa e da gradi di centralità differente gli uni rispetto agli altri.

Qualità emergenti: qualità/proprietà che emergono dall'organizzazione del sistema, attraverso le interazioni che si stabiliscono tra i diversi livelli del sistema stesso. Tali proprietà non esistono se non come risultate delle interazioni sistemiche tra attori.

LA PROSSIMA LEZIONE

Ancora in generale sulle reti, i mondi piccoli, i sei gradi di separazione