

Incentivi alla cooperazione

Introduzione

Matteo Dell'Amico
dellamico@disi.unige.it



Sistemi Distribuiti – P2P
A.A. 2007-08
6-7 dicembre 2007

Outline

- 1 Cooperazione e free riding
 - Free riding
 - Reciprocità
- 2 Concetti di Teoria dei Giochi
 - Introduzione
 - Forma strategica
 - Eliminazione iterata
- 3 Dilemma del prigioniero
 - Dilemma del prigioniero
 - Forma iterata

Free riding

- Per definizione, nelle reti P2P i nodi sono sia **fornitori** (*server*) che **fruitori** (*client*) di risorse nel rapporto con altri peer.
- Generalmente, i nodi **vogliono essere client**: vogliono ricevere un servizio.
- Un peer egoista, invece, **non vuole fare il server**: le risorse (spazio disco, memoria, banda, CPU, ...) costano.

Free riding

- Per definizione, nelle reti P2P i nodi sono sia **fornitori** (*server*) che **fruitori** (*client*) di risorse nel rapporto con altri peer.
- Generalmente, i nodi **vogliono essere client**: vogliono ricevere un servizio.
- Un peer egoista, invece, **non vuole fare il server**: le risorse (spazio disco, memoria, banda, CPU, ...) costano.

Definizione

Free rider: chi sfrutta le risorse altrui senza metterne a disposizione di proprie.

La tragedia dei *commons*

Garret Hardin, 1968

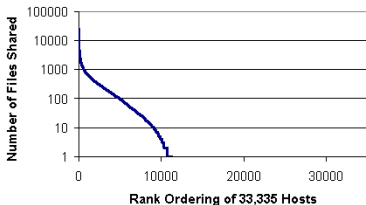


- Tragedia dei *commons*: **conflitto** tra interessi individuali e bene comune.
- Esempi: pascoli ad accesso libero, pesca, inquinamento, ...
- Come vedremo, anche sistemi P2P.
- Soluzione proposta: **autoregolamentazione**.
- Per noi, è molto difficile farla valere.

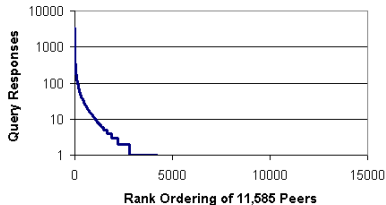
Free Riding in Gnutella

E. Hadar e B.A. Huberman, 2000

Rank Ordering of Peers by Number of Files Shared



Rank Ordering of Peers by Query Responses



- Il 70% dei nodi non **condivide nessun file**.
- L'**1%** dei nodi fornisce il 47% del servizio.

Reciprocità

Problema

- Nodi **egoisti**: non aiutano gli altri se questo ha un costo.
- **Non possiamo controllarli**: gli unici che vedono cosa accade tra due peer sono loro stessi.
- Non possiamo **imporre un certo comportamento** (per esempio, con imposizioni software):
 - con sufficienti sforzi, **di tutto si può fare il reverse engineering**.

Reciprocità

Problema

- Nodi **egoisti**: non aiutano gli altri se questo ha un costo.
- **Non possiamo controllarli**: gli unici che vedono cosa accade tra due peer sono loro stessi.
- Non possiamo **imporre un certo comportamento** (per esempio, con imposizioni software):
 - con sufficienti sforzi, **di tutto si può fare il reverse engineering**.

Approccio alla soluzione

- **Reciprocità**: ottiene un buon servizio solo chi fornisce un buon servizio.
- Un peer egoista è spinto a **comportarsi "bene"**.

Teoria dei Giochi

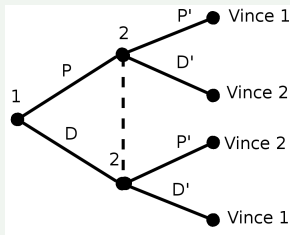
- Branca della matematica che studia situazioni in cui i giocatori effettuano **scelte fra varie strategie** per massimizzare i loro risultati.
- Punto fondamentale: **individui razionali** che interagiscono fra di loro.
- Applicata in economia, biologia, psicologia, sociologia, filosofia, scienze politiche... e informatica.
- I nostri giocatori saranno i peer, le strategie i comportamenti che essi adotteranno.

Pari o dispari?

Esempio

- Due giocatori, 1 e 2.
- Entrambi scelgono contemporaneamente un numero.
- Se la somma è pari, vince 1. Altrimenti, vince 2.

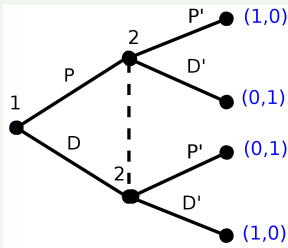
Forma estesa



Payoff

- I giocatori hanno delle **preferenze** sui possibili risultati.
- Forma semplice per associare preferenze ai risultati: usare **numeri reali**.
- I giocatori vogliono massimizzare **esclusivamente** il loro payoff.

Forma estesa



Forma strategica

Forma strategica

1 \ 2	P	D
P	1, 0	0, 1
D	0, 1	1, 0

- Rappresentazione tabellare del gioco.
- Comodo se i giocatori sono due.
- I payoff si ottengono cercando riga e colonna indicati dalle due strategie.

Strategie dominanti

Definizione

Date due strategie A e B per il giocatore X, se qualsiasi sia la scelta di strategie per gli altri giocatori, i payoff ottenuti scegliendo A sono maggiori di quelli ottenuti scegliendo B, si dice che A domina fortemente B.

Strategie dominanti

Definizione

Date due strategie A e B per il giocatore X, se qualsiasi sia la scelta di strategie per gli altri giocatori, i payoff ottenuti scegliendo A sono maggiori di quelli ottenuti scegliendo B, si dice che A domina fortemente B.

- È ragionevole supporre che nessun giocatore razionale giochi una strategia fortemente dominata.
- Questo ci permette di “eliminare” la strategia dal gioco, ottenendo un nuovo gioco equivalente nei risultati.
- In questo nuovo gioco, potrebbero esistere nuove strategie dominate.

Eliminazione iterata (1)

Esempio

1 \ 2	D	E	F
A	2,0	4,1	5,2
B	3,1	3,2	2,1
C	1,4	2,2	0,3

Eliminazione iterata (2)

Esempio

1 \ 2	D	E	F
A	2,0	4,1	5,2
B	3,1	3,2	2,1
C	1,4	2,2	0,3

Eliminazione iterata (3)

Esempio

1 \ 2	D	E	F
A	2,0	4,1	5,2
B	3,1	3,2	2,1
C	1,4	2,2	0,3

Eliminazione iterata (4)

Esempio

1 \ 2	D	E	F
A	2,0	4,1	5,2
B	3,1	3,2	2,1
C	1,4	2,2	0,3

Eliminazione iterata (5)

Esempio

1 \ 2	D	E	F
A	2,0	4,1	5,2
B	3,1	3,2	2,1
C	1,4	2,2	0,3

Il problema

- Due prigionieri vengono interrogati separatamente, e ognuno può tradire o meno l'altro.
- Se entrambi tradiscono, vengono incarcerati per quattro anni.
- Se nessuno dei due lo fa, vengono incarcerati per due anni per reati minori.
- Se uno tradisce e l'altro no, il traditore viene liberato, e l'altro resta "al fresco" per cinque anni.

La forma strategica

1 \ 2	C	D
C	3, 3	0, 5
D	5, 0	1, 1

La forma strategica

1 \ 2	C	D
C	3, 3	0, 5
D	5, 0	1, 1

- Payoff: numero di anni “risparmiati”.
- Per entrambi i giocatori, la strategia D (“defezione”) domina C (“cooperazione”).
- Il risultato della coppia di strategie (D, D) è (1,1): un risultato che scontenta entrambi i giocatori.
- Versione “minimale” della tragedia dei commons.

DdP iterato

- Nel DdP la cooperazione è impossibile da raggiungere.
- Cosa succede se iteriamo il gioco? Supponiamo di voler massimizzare la somma dei payoff ottenuti.
- Potrebbe esserci spazio per la cooperazione, dato che è possibile scegliere come comportarsi in base alla storia passata.

DdP iterato

- Nel DdP la cooperazione è impossibile da raggiungere.
- Cosa succede se iteriamo il gioco? Supponiamo di voler massimizzare la somma dei payoff ottenuti.
- Potrebbe esserci spazio per la cooperazione, dato che è possibile scegliere come comportarsi in base alla storia passata.

Nell'intervallo

- Se doveste scrivere un programma che gioca al DdP iterato, come lo fareste giocare?