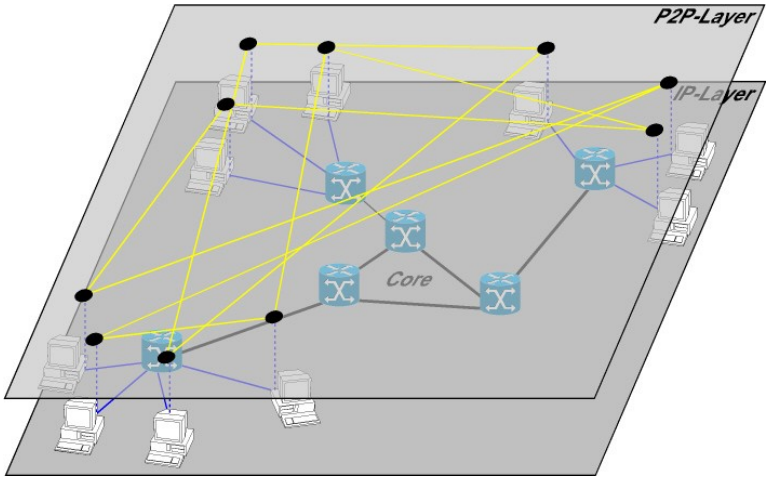
Lezione n.5
Sistemi P2P: Gnutella
Laura Ricci

Materiale didattico:
Peer-to-Peer Systems
and Applications
Capitolo 5

Riassunto della Presentazione

1. Caratteristiche generali dei sistemi P2P di prima generazione
2. Reti P2P centralizzate
   1. Caratteristiche Base
   2. Protocollo
   3. Dicussione
3. Rete Peer to Peer Pure
   1. Caratteristiche Base
   2. Protocollo
   3. Discussione
4. Reti Peer to Peer Ibride
   1. Caratteristiche Base
   2. Protocollo
   3. Discussione

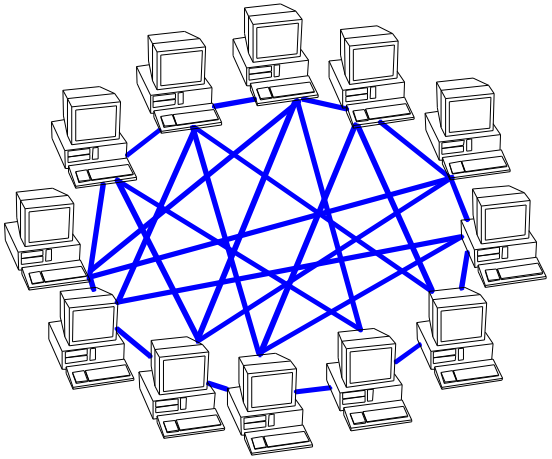


Sistemi P2P Completamente Decentralizzati: Definizione

- Non esiste una entità centralizzata nella overlay network
- La rimozione di un peer non riduce le funzionalità del sistema
- Le connessioni tra i peer stabilite in modo random sono utilizzate

  per inserire e propagare le queries sottomesse dall'utente

  per propagare le risposte alle queries



P2P decentralizzato: structured overlay network

P2P Puro: Caratteristiche Generali

Bootstrap:

Via bootstrap server (Beacon Server).

Web Server che memorizza una lista di peer attivi (con alta probabilità) sulla rete

Via peer-cache.

Ogni peer mantiene in una propria cache una lista di peer contattati nelle sessioni precedenti

Via well-known host

Non esiste alcuna entità che registra i peer attivi

P2P Puro: Caratteristiche Generali

Routing delle queries: Completamente Decentralizzato

- Reactive protocol
  - i peer non notificano i files che intendono condividere
  - i cammini verso i peer che forniscono il file ricercato (content providers) vengono stabiliti dinamicamente (on demand)
- Invio richieste (queries): utilizza un meccanismo di enhanced flooding
  - limitato dal TTL
  - utilizzo di GUID (Global Identificator) per identificare univocamente i messaggi che transitano sulla rete
- Invio delle risposte: backward routing.
  - La risposta positiva ad una query viene inoltrata a ritroso lungo lo stesso cammino seguito dalla quesry
  - utilizzo del GUID per individuare il backward path

P2P Puro: Caratteristiche Generali

Signaling Connections

- Utilizzate per
  - la ricerca di informazione condivisa
  - invio di messaggi di keep-alive
- Definiscono la overlay network
- Stabili, vengono modificate solo quando cambiano i vicini sulla overlay network
- Basate su TCP

Content Transfer Connections

- Utilizzate per il trasferimento dei dati
- Temporanee
- Basate su HTTP

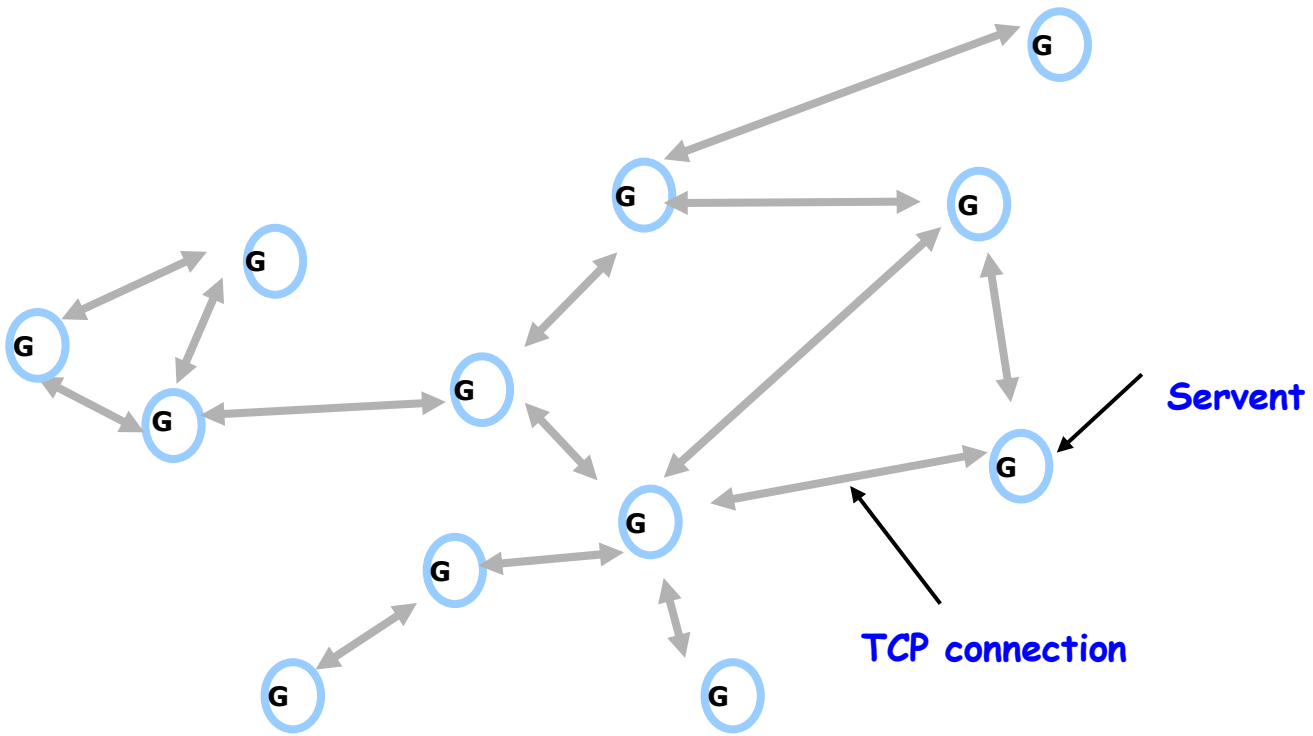
Gnutella

- Client Gnutella = programma che implementa il protocollo Gnutella, include un'intefaccia utente e viene eseguito su un qualsiasi peer

- Protocollo P2P definito a livello applicazione, utilizza connessioni P2P punto a punto

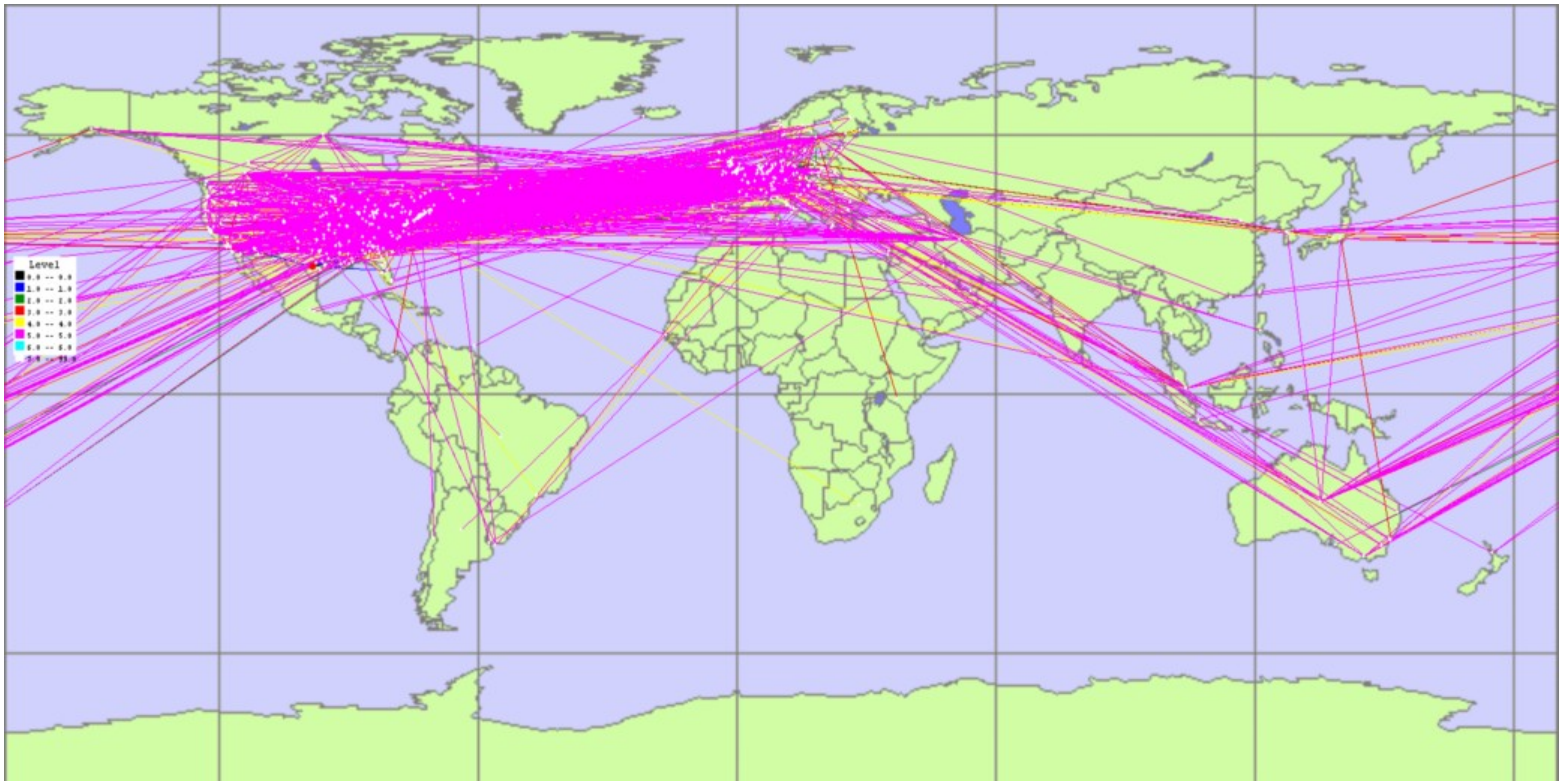
- Le specifiche del protocollo sono molto ampie: diverse implementazioni disponibili. Le più recenti introducono diverse ottimizzazioni.

La rete Gnutella



- I peer sono connessi mediante una rete logica, l'overlay network (rete di copertura)
- Archi= connessioni TCP tra i peers, corrispondono a collegamenti astratti a cui possono corrispondere diversi collegamenti fisici
- Es: un arco tra un peer situato negli Stati Uniti ed uno in Polonia

La rete Gnutella



Topologia della rete Gnutella rilevata
nell'agosto 2002

Gnutella: il protocollo in breve

- ***Bootstrap:***

  Inserimento del peer nella rete mediante individuazione di peers attivi ed apertura di connessione essi.

  Meccanismi di bootstrap basati su

  beacon (bootstrap) servers: memorizzano una lista di peers spesso attivi sulla rete

  peer cache: memorizzano liste di hosts contattati in sessioni precendenti

  Evoluzione dei meccanismi di bootstrap in versioni recenti del servlent Gnutella

- ***Esplorazione***

  La rete viene esplorata mediante l'invio di messaggi di ping/pong (ping message, pong message). Questo consente di scoprire ulteriori peer sulla rete

  Eventuale creazione di connessioni con altri peer

Gnutella: il protocollo in breve

- ***Sottomissione di queries***

  invio delle queries ai peer vicini (query message). I vicini a loro volta inoltrano la query mediante un meccanismo di enhanced flooding, limitato da TTL.

  ricezione di risposte dai vicini selezione della risposta "migliore" (query hit message)

- ***Download***

  connessione diretta al peer selezionato e download del file ricercato

  scambio dei dei dati mediante protocollo HTTP

Gnutella: il Routing

- Principio Base: Enhanced Rooting

- Quando un peer riceve un ping message oppure un query message

  Decrementa il TTL del messaggio

  Se TTL=0, il messaggio viene scartato

  Se il peer ha già inoltrato lo stesso messaggio (utilizzo di identificatori unici di messaggio), il messaggio viene scartato. Questo consente di evitare cicli.

  Altrimenti il messaggio viene spedito a tutti i vicini (escluso il peer da cui si è ricevuto il messaggio)

- Quando un peer riceve un pong oppure un query hit

  Il messaggio viene inoltrato al peer che aveva spedito il corrispondente messaggio di ping o il corrispondente messaggio di query (il peer deve memorizzare le relazioni tra messaggi ricevuti e messaggi inoltrati)

Header Gnutella

Struttura Generale dell'Header:

HEADER DEL MESSAGGIO: 23Byte

GUID	Function	TTL	Hops	Payload Length
16 Bytes	1 Byte	1 Byte	1 Byte	4 Bytes

Descrive il tipo del messaggio (es: query, pong)

Lunghezza del messaggio che segue l'header

- **GUID**: stringa di 128 bits che identifica univocamente il messaggio
- **TTL** (*Time-To-Live*): quante volte il messaggio può ancora essere inoltrato dai servents prima di essere eliminato dalla rete
- **Hops**: quanti servent hanno già inoltrato il messaggio

$$TTL(0) = TTL(i)+Hops(i) \leq K \text{ (K in genere = 7)}$$

Gnutella: Principali Tipi di Messaggio

PING (0x00)

Non contiene il payload

PONG (0x01)

Port 2 Bytes	**IP Address** 4 Bytes	**Nb. of shared Files** 4 Bytes	**Nb. of Kbytes shared** 4 Bytes

Payload:

- indirizzo IP identifica il peer che invia il pong. Port è la porta su cui esso disposto ad accettare connessioni
- numero di file che il peer condivide
- numero di kbytes condivisi

Gnutella: Principali Tipi di Messaggio

QUERY (Function:0x80)

Minimum Speed 2 Bytes	**Search Criteria** n Bytes

- **Minimum Speed:**
  Velocità minima (kb/sec). Nelle versioni più recenti di Gnutella il campo è stato sostituito da un insieme di flags, tra cui
  - Firewalled Indicator: indica che l'host che ha inviato la query non può accettare connessioni perché si trova a monte di un firewall. In questo modo un peer che può soddisfare la query evita di inviare un query hit se si trova a sua volta a monte di un firewall.

- **Search Criteria:**
  Contiene una stringa costituita mediante la concatenazione di un insieme di keyworld, separate da spazi bianchi.

Gnutella: Tipi di Messaggio

QUERY HIT (Function:0x81)

Nb. of Hits 1 Byte	**Port** 2 Bytes	**IP Address** 4 Bytes	**Speed** 1 Byte	**Result Set** n Bytes	**GnodeID** 16 Bytes

File Index 4 Bytes	**File Name** n Bytes

- Numero di elementi nel result set
- Port + IP Address = Individuano l'host che ha generato l'hit
- Speed dell'host che genera il query hit
- Speed = Velocità (kb al secondo) del peer

Gnutella: il bootstrap

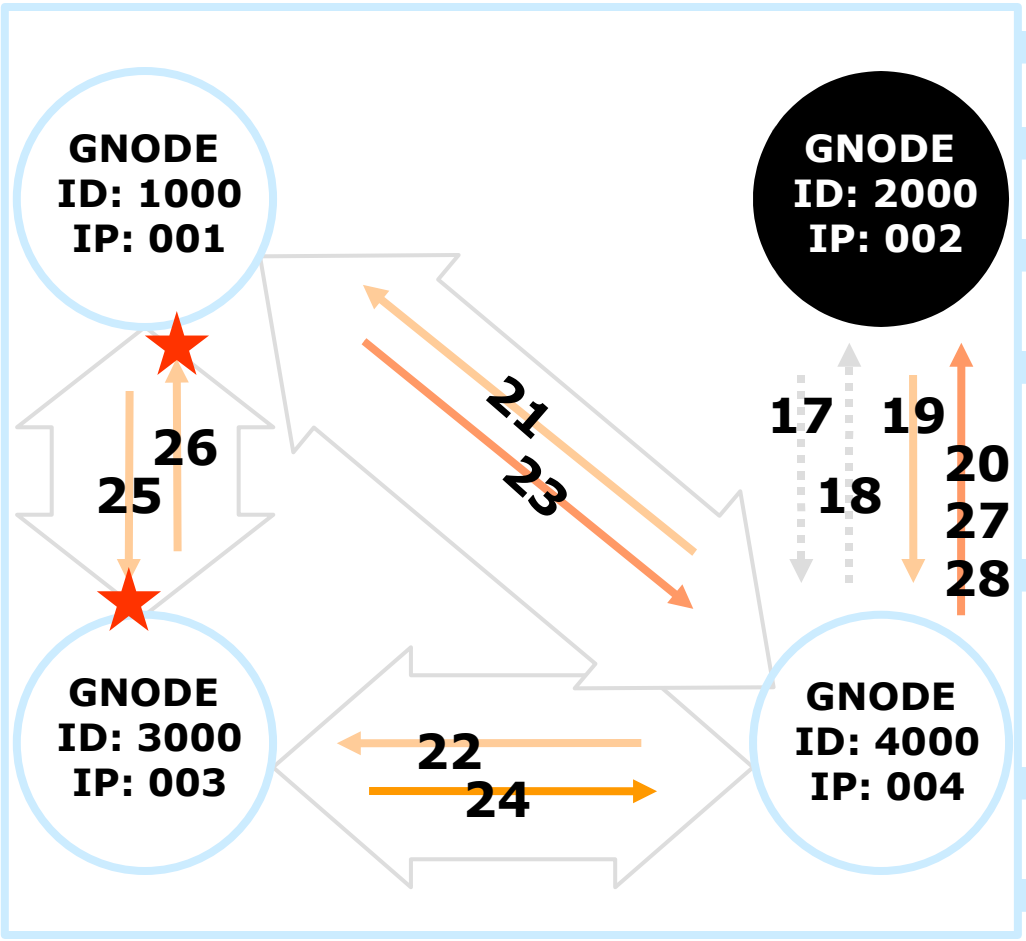
- Il servent gnutella individua uno o più hosts nella rete (tecniche di bootstrap analizzate in seguito
- Conosce indirizzo IP e numero di porta di ogni hosts
- Stabilisce una connessione TCP con ciascuno di questi hosts
- Per ogni connessione TCP stabilita

  Invio di una stringa GNUTELLA CONNECT/<protocol version> \n\n

  Ricezione della risposta GNUTELLA OK \n\n
- Il nodo esplora la rete inviando messaggi di ping ai vicini

Gnutella: Bootstrap

Il nodo 2000 stabilisce una connessione con il 4000



17Gnutella Connect

18Gnutella OK

19PING

20PONG/IP:004

21PING

23PONG/IP:001

27PONG/IP:001

22PING

24PONG/IP:003

28PONG/IP:003

25PING

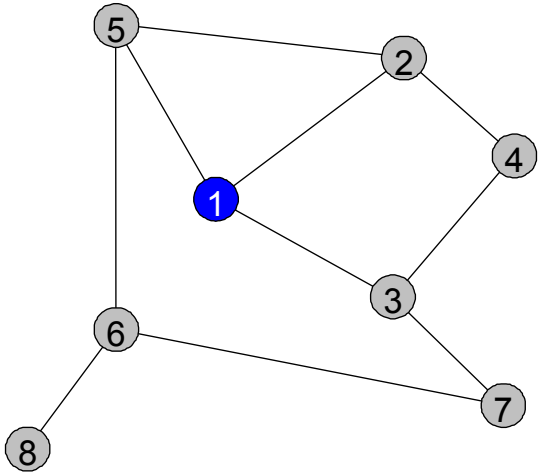
26PING

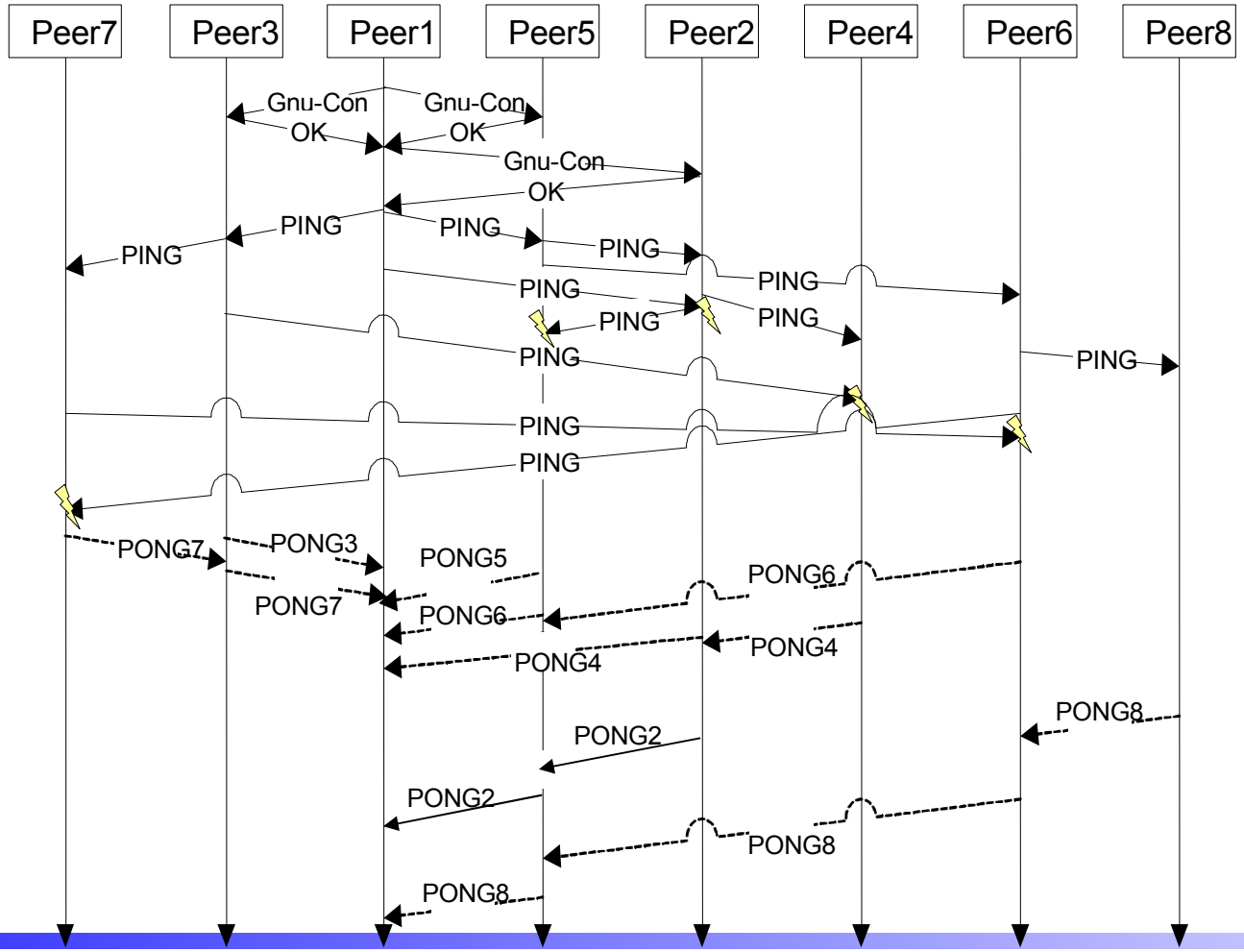
Gnutella:Bootstrap

Sequenza di messaggi scambiati nella fase di connessione ed esplorazione della rete

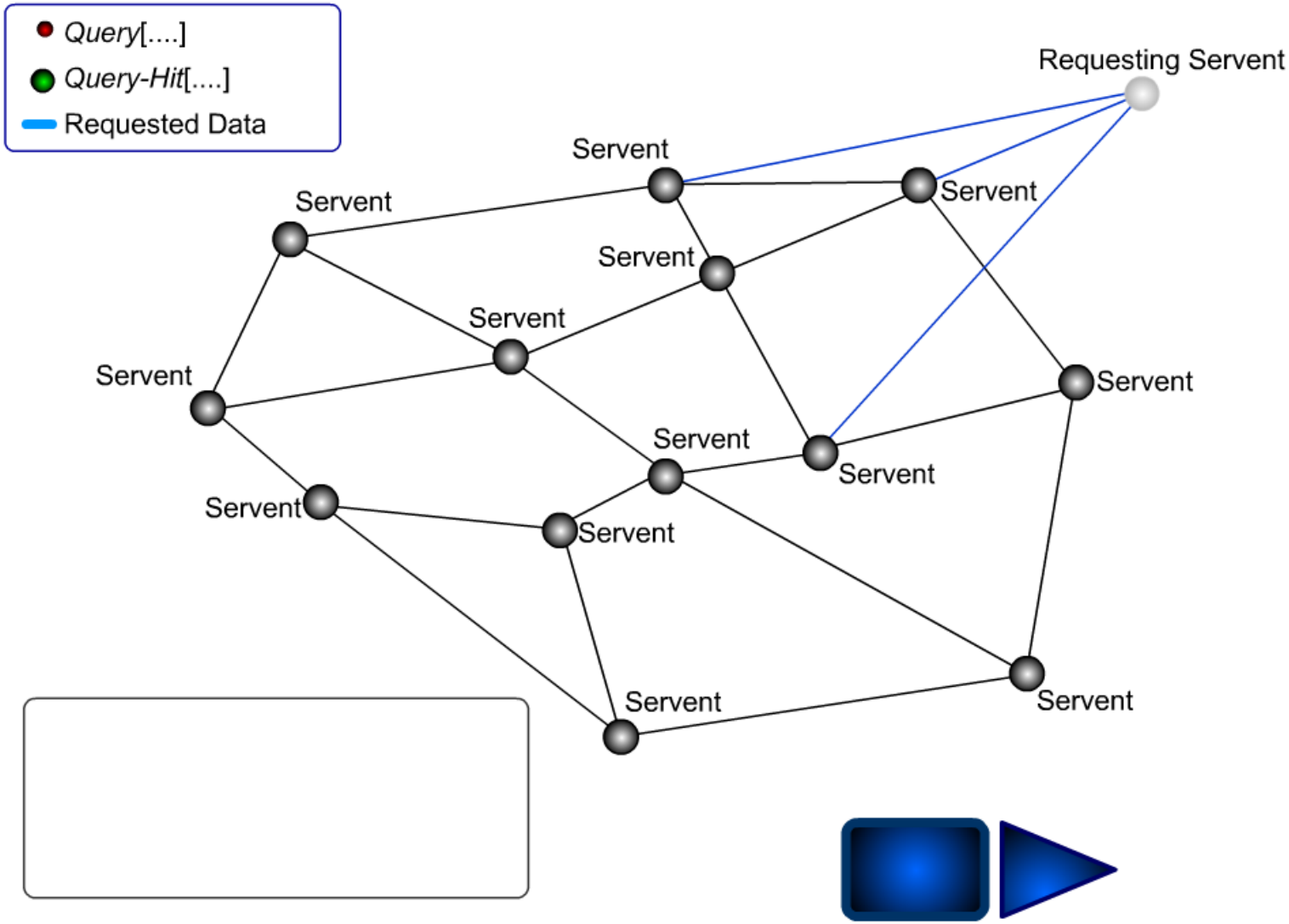
Numero di messsaggi per esplorare la rete:

- 6 connessione
- 12 PING
- 12 PONG





Gnutella: analisi dei messaggi di query/query hit



Gnutella: Discussione

- Problema principale: bassa scalabilità

  Il numero di pings e di queries cresce in modo esponenziale ad ogni hop

  Esempio: un nodo invia un messaggio di query con TTL=7 (valore di default per la maggior parte delle implementazioni), ogni nodo lo propaga a 4 vicini,

  il numero totale di queries propagate sulla rete è circa:

  $$\Sigma_{k=0,n}\, x^k=(x^{n+1}-1)/(4-1)=(4^{7+1}-1)/(4-1)=21845$$

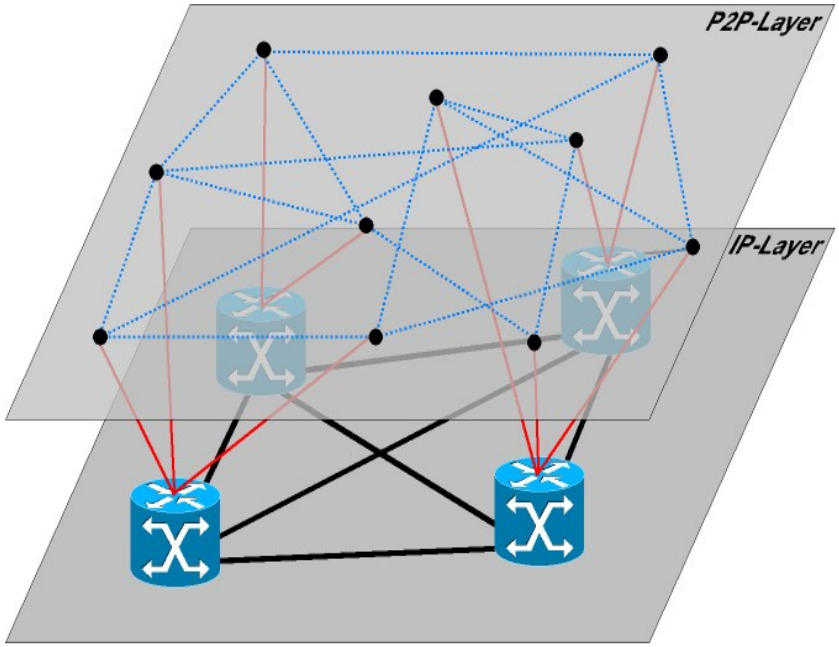
  Il numero di risposte dipende dalla popolarità del file richiesto

  Soluzione

  Introduzione di appocci ibidi basati su superpeers

  Definizione di meccanismi di caching

P2P: Topologia



Servent	Connessione tra servent e router
Connessione tra 2 servents (TCP)	Connessione tra routers

Gnutella: Discussione

- Problemi: La overlay network può differire notevolmente dalla struttura della rete fisica
- Zig Zag Routing: Esempio servent collocati in Europa ed negli States possono rimbalzare il messaggio più volte attraverso l'Atlantico
- Utilizzo di una gran quantità di banda tra Europo e States
- Ritardi di comunicazioe
- Proposta: adttare la topologia dell'overlay network a quella della rete fisica