

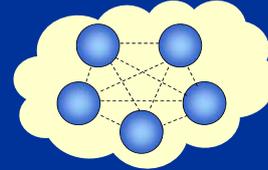
## Redes Peer-to-Peer

- Arquitetura de Redes P2P
- Exemplos de Redes P2P
- Indexação e Busca
- Integridade e Proteção

1

## Redes Peer-to-Peer

- Redes Peer-to-Peer (P2P)
  - São sistemas distribuídos nos quais os membros da rede são equivalentes em funcionalidade
  - Permitem que os pares compartilhem recursos diretamente, sem envolver intermediários



2

## Redes Peer-to-Peer

- Definição
  - "São sistemas distribuídos compostos de nós interconectados, aptos a se auto-organizar em topologias de rede, com o intuito de compartilhar recursos, como conteúdo, ciclos de CPU, largura de banda e armazenamento, com a capacidade de adaptação a faltas e acomodação a um número variável de nós, ao mesmo tempo que mantém a conectividade e o desempenho em níveis aceitáveis, sem a necessidade de suporte ou intermediação de um servidor centralizado." (Adroutsellis-Theotokis & Spinellis, 2004)

3

## Redes Peer-to-Peer

- Características:
  - Auto-organização: não há um coordenador do grupo; toda a coordenação é distribuída
  - Adaptabilidade: rede se ajusta ao ambiente, mesmo que ocorram falhas
  - Escalabilidade: rede cresce em escala facilmente; não há ponto de estrangulamento
  - Comunicação direta entre os pares: se opõe ao tradicional modelo cliente-servidor, já que cada nó pode fornecer ou obter recursos

4

## Redes Peer-to-Peer

- Utilização:
  - Compartilhamento de arquivos, imagens, músicas, vídeos, etc.
  - Atualização de sistemas operacionais e de software aplicativo
  - Gerenciamento de redes e sistemas
  - Processamento distribuído
  - Sincronização de bancos de dados
  - Difusão de informações
  - etc.

5

## Arquitetura de Redes P2P

- Classificação da Arquitetura de Redes P2P
  - Arquitetura Centralizada: utiliza um servidor central para controle de acesso à rede e para publicação e pesquisa de conteúdo
  - Arquitetura Descentralizada: todos os *peers* possuem funcionalidade equivalente
  - Arquitetura Híbrida: alguns *peers* especiais, chamados supernós, possuem um papel diferenciado na rede

6

## Arquitetura de Redes P2P

### ■ Arquitetura Centralizada

- Um servidor central controla as entradas e saídas de *peers* da rede
- Os *peers* registram no servidor central os recursos que compartilharão na rede
- Pesquisas por recursos disponíveis nos *peers* são efetuadas pelo servidor central
- O acesso aos recursos é feito diretamente entre *peers*
- Exemplos: Napster; eMule

7

## Arquitetura de Redes P2P

### ■ Arquitetura Híbrida

- Supernós permitem o ingresso dos nós na rede, podendo também exercer atividades de coordenação do funcionamento da rede, indexar os recursos compartilhados pelos nós e permitir a busca por estes recursos
- Após localizado, um recurso pode ser obtido a partir da interação direta entre nós
- Falha de um supernó pode ser tolerada elegendo dinamicamente outro supernó
- Exemplos: Kazaa; Skype

8

## Arquitetura de Redes P2P

### ■ Arquitetura Descentralizada

- Não há um elemento central
- Todos os nós possuem papel equivalente
- As pesquisas por recursos compartilhados são feitas por inundação (*flooding*)
- Gera um alto tráfego na rede
- Desempenho das pesquisas é ruim devido à necessidade de contactar muitos nós e aguardar a resposta
- Exemplos: Gnutella e JXTA

9

## Exemplos de Redes P2P

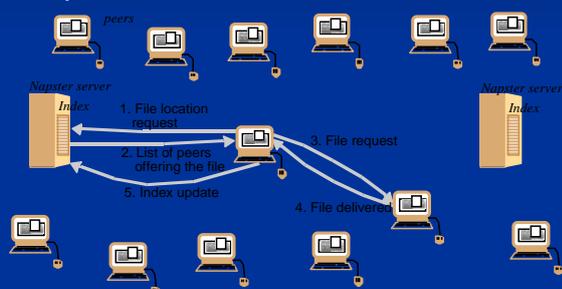
### ■ Napster

- Criado em 1999
- Utilizava um servidor central (replicado) para efetuar a procura de arquivos na rede
- Transferência de arquivos era feita diretamente entre os *peers*
- Sem o servidor central, que foi fechado por ordem judicial, a rede deixou de funcionar

10

## Exemplos de Redes P2P

### ■ Napster – Funcionamento:



11

## Exemplos de Redes P2P

### ■ eMule

- Utiliza vários servidores "centrais", que fazem a indexação de arquivos compartilhados
- As bases de dados usadas pelos servidores para indexação são independentes
- Os *peers* podem se conectar a um ou mais servidores para efetuar buscas
- Os *downloads* são feitos diretamente entre *peers*, sendo possível baixar partes de um arquivo a partir de diferentes *peers*

12

## Exemplos de Redes P2P

- Gnutella
  - Um nó entra na rede se conectando a qualquer outro nó já existente
  - Cada nó faz o papel de cliente para realizar buscas e baixar arquivos e de servidor para responder buscas e pedidos de *download*
  - O protocolo define as mensagens que podem ser trocadas entre nós para fazer pesquisas de arquivos e para baixá-los
  - Foi aperfeiçoado para tornar-se mais escalável, deixando de ser totalmente descentralizado (*Ultrapeers* e QRP – *Query Routing Protocol*)

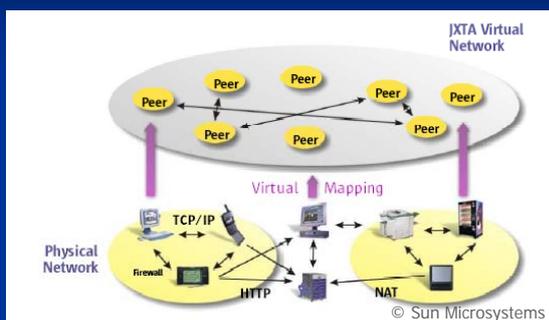
13

## Exemplos de Redes P2P

- JXTA
  - Proposto pela Sun
  - Provê uma infra-estrutura simples de rede P2P sobre a qual podem ser criadas aplicações que empregam este paradigma de comunicação
  - Cria grupos de pares com interesses comuns
  - Mensagens JXTA são codificadas em XML
  - Permite estabelecimento de conexões seguras
  - Possui uma implementação padrão em Java

14

## Exemplos de Redes P2P



15

## Exemplos de Redes P2P

- JXTA padroniza a forma como os pares:
  - Descobrem uns aos outros
  - Se organizam em grupos
  - Divulgam e descobrem os serviços disponíveis na rede
  - Se comunicam
  - Monitoram uns aos outros

16

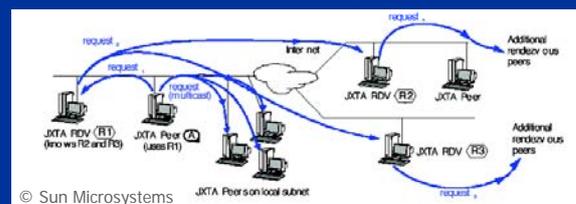
## Exemplos de Redes P2P

- JXTA – Comunicação:
  - São criados *pipes* – canais de comunicação unidirecionais – ligando os *peers* que fazem parte da rede, formando uma rede parcialmente conectada
  - O protocolo HTTP é usado para permitir que consultas atravessem *firewalls*, desde que haja um *peer* de cada lado do *firewall* (*relay peer*)

17

## Exemplos de Redes P2P

- JXTA faz consultas envolvendo os pares conhecidos, que por sua vez as enviam a seus conhecidos, e assim por diante



18

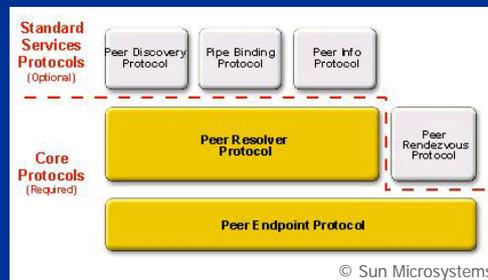
## Exemplos de Redes P2P

- JXTA – Protocolos:
  - *Peer Endpoint Routing Protocol* : permite a descoberta de rotas entre *peers*
  - *Peer Resolver Protocol* : usado para efetuar consultas nos *peers*
  - *Peer Discovery Protocol* : usado para descoberta de *peers* na rede
  - *Pipe Binding Protocol* : conecta *peers* utilizando pipes
  - *Peer Information Protocol* : permite obter informação de status dos *peers*
  - *Peer Rendezvous Protocol* : permite enviar mensagens para grupos de *peers*

19

## Exemplos de Redes P2P

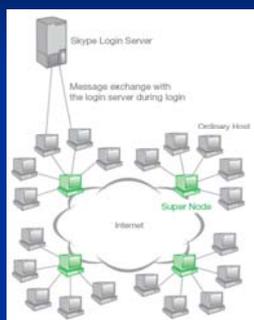
- JXTA – Protocolos:



20

## Exemplos de Redes P2P

- Kaza
  - Utiliza supernós para acesso à rede e para busca e indexação de conteúdo
- Skype
  - Permite comunicação por áudio ou vídeo entre usuários
  - Utiliza supernós e um servidor de login



21

## Indexação e Busca

- Indexação e Busca em Redes P2P com Arquitetura Centralizada
  - Indexação no servidor central, utilizando técnicas tradicionais para indexação e busca
  - Problemas:
    - Escalabilidade limitada (gargalo)
    - Ponto único de falha
    - Problemas jurídicos devido ao tráfego de conteúdos protegidos por direitos autorais
  - Possível solução: uso de servidores replicados, independentes ou sincronizados

22

## Indexação e Busca

- Indexação e Busca em Redes P2P com Arquitetura Distribuída
  - É necessário utilizar mensagens de inundação
  - Otimizações permitem fazer inundação seletiva de rotas (ex: QRP do Gnutella)
  - Uso de campo TTL permite limitar a inundação
  - Resposta pode ser enviada pelo caminho de recebimento da busca (mais tráfego; privacidade) ou diretamente para quem fez a busca (menos tráfego, sem privacidade)

23

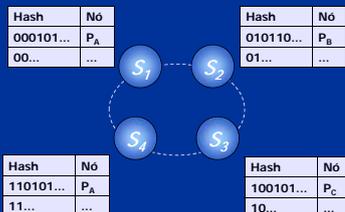
## Indexação e Busca

- Indexação e Busca em Redes P2P com Arquitetura Híbrida
  - Em geral, supernós mantém uma DHT (Tabela de Hash Distribuída / *Distributed Hash Table*)
  - A DHT contém os *hashes* dos nomes ou de metadados dos arquivos compartilhados, e a identidade dos *peers* que os contém
  - Cada supernó mantém uma parte da tabela
  - Supernós são organizados em um anel lógico, pelo qual a consulta é propagada

24

## Indexação e Busca

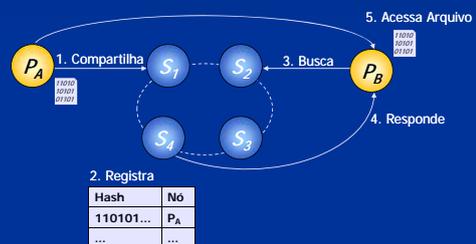
### ■ DHT – Particionamento da Tabela:



25

## Indexação e Busca

### ■ DHT – Funcionamento:



26

## Indexação e Busca

### ■ DHT – Considerações:

- Supernós podem desconectar ou falhar
  - Fragmentos da tabela devem ser replicados nos vizinhos para evitar perda de informação
  - Supernós devem detectar falhas/desconexão e recompor o anel lógico dinamicamente
- Ideal para registrar nomes e metadados
  - Qualquer variação gera um *hash* diferente (ou seja, não encontra o arquivo/recurso)
- Buscas compostas podem resultar em respostas de dois ou mais supernós → junção e classificação dos resultados

27

## Integridade e Proteção

### ■ Problemas em Redes P2P

- *Downloads* interrompidos resultam em muitos arquivos corrompidos compartilhados na rede
- Nós maliciosos registram dados erroneamente e enviam dados corrompidos / vírus / etc.
- Nos *downloads* de várias fontes, basta uma fonte maliciosa para corromper o dado

### ■ Soluções Adotadas

- Verificação de integridade dos dados
- Uso de mecanismos de proteção

28

## Integridade e Proteção

### ■ Verificação de Integridade dos Dados

- Consiste em efetuar comparações com base no *hash* do conteúdo compartilhado
- *Downloads* de várias fontes só acontecem se o conteúdo tiver o mesmo *hash*
- Ao final do *download*, pode ser feita uma verificação do *hash* do arquivo obtido, para verificar se ele não foi corrompido
- Não impede que nós maliciosos informem o *hash* errado

29

## Integridade e Proteção

### ■ Mecanismos de Proteção

- Baseados na associação de índices de reputação a cada nó da rede
- Um nó constrói sua reputação fornecendo conteúdos íntegros; caso forneça conteúdos inválidos ou corrompidos, sua reputação cai
- Evita-se direcionar *downloads* para nós com baixa reputação
- Nós cuja reputação mudou rapidamente também são evitados – podem ter sido hackeados ou estavam construindo uma boa reputação para depois atacar a rede

30