

Estudo da Tecnologia P2P Visando sua Aplicação em Sistemas Baseados em Agentes

Elder Rizzon Santos

José Fernando de Lacerda Machado Junior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Informática

Av. Bento Gonçalves, 9500, Bloco IV, Prédio 43424 – Porto Alegre – RS

{ersantos, fmachadoj}@inf.ufrgs.br

Resumo

O presente trabalho visa relatar o panorama de redes peer-to-peer na atualidade e também expor aplicações de agentes inteligentes dentro da peculiar arquitetura das redes estudadas, dando uma visão superficial de arquitetura do sistema, melhoramentos possíveis e propostas com tecnologia de agentes.

1. Introdução

O presente trabalho visa estudar a tecnologia peer-to-peer (aqui tratados como P2P) para estabelecer pontos de convergência com os sistemas baseados em agentes. Esta convergência pode apresentar benefícios para ambas, já que algumas deficiências de infraestrutura para sistemas baseados em agentes podem ser supridas por sistemas P2P e estes podem beneficiar-se das técnicas já estudadas e aceitas em Inteligência Artificial, nas quais estão incluídas os agentes inteligentes.

Inicialmente será apresentada uma introdução aos sistemas P2P; na seção 2 será apresentado um estudo mais detalhado sobre arquiteturas e funcionalidades dos sistemas P2P; a seção 3 apresenta uma reflexão sobre a união de sistemas P2P com sistemas baseados em agentes, além da apresentação de um projeto de implementação das tecnologias conjugadas; finalmente, são apresentadas as conclusões do estudo realizado.

2. Sistemas Peer-to-Peer

Apesar de bastante explorada, a tecnologia de P2P ainda gera controvérsias em relação a sua classificação. Segundo [MIL02], existe uma concepção errada de que sistemas de processamento distribuído não se caracterizam como P2P pois apresentam servidor que centraliza os recursos computacionais, sendo assim, os *peers* não funcionam como servidores e não ocorre comunicação entre eles. Porém, grande parte do processamento é realizado nos *peers*, com grande autonomia, o que permite que seja feita a caracterização de sistemas de processamento distribuído como P2P.

Porém [SAR01] defende que sistemas P2P se diferenciam de outros sistemas distribuídos devido à simetria do sistema, já que todos os *peers* atuam como servidor e cliente e não há uma centralização no serviço de troca, exceto na indexação.

Sistemas P2P geralmente não apresentam uma infra-estrutura centralizada, eles dependem da participação voluntária dos indivíduos (*peers*) para contribuir com recursos a

partir dos quais a infra-estrutura é estabelecida [SAR01]. A participação em um sistema P2P é *ad-hoc* e dinâmica, sendo assim, o desafio de tais sistemas é determinar um mecanismo e uma arquitetura para organizar os indivíduos de tal maneira que possam cooperar e, desta forma, fornecer um serviço útil para toda a comunidade de usuários.

Em [KAN02] são propostas cinco dimensões para a classificação de sistemas P2P sendo elas as seguintes: armazenamento de dados: centralizado ou distribuído; controle dos recursos: centralizado ou distribuído; utilização dos recursos: isolado ou colaborativo; controle do estado global: fraco ou forte; QoS: fraco, moderado ou forte. O autor também afirma que dificilmente um sistema P2P irá se enquadrar em algum destes valores extremos, já que estes são meramente ilustrativos, dependendo, então, de detalhes da implementação.

As dimensões para classificação são úteis para observar em detalhes a funcionalidade de um sistema P2P, além de servirem como base para comparações entre os diversos tipos de sistemas.

2.1. Peer-to-peer aplicada - Arquiteturas comuns e classificação

As arquiteturas peer-to-peer se permitem ser classificadas de duas maneiras, sendo a primeira quanto ao grau de centralização e a segunda quanto à estrutura da rede, tipos bastante parecidos, sendo um com foco na estrutura sistêmica e outro com foco na estrutura da camada de rede em nível de aplicação. O grau de centralização, como proposto por [AND02], pode se apresentar como:

- **Puramente descentralizado:** Arquiteturas P2P puramente descentralizadas, como o *Gnutella* original e o *Freenet*, são caracterizadas pelo mesmo grau de autonomia de todos os nós da rede, ou seja, todos os *peers* realizam as mesmas tarefas, atuando tanto como clientes como servidores, sem coordenação central de suas atividades. O termo SERVENTS é proposto para este tipo de aplicativo (SERVers+cliENTS), já que os clientes atuam como servidores também.
- **Parcialmente centralizado:** Exemplificada através de aplicativos famosos, como o *Kazaa* e o *Morpheus*, este tipo de arquitetura é bastante parecido com a puramente descentralizada, exceto pelo fato de existirem *peers* responsáveis pela indexação do que está sendo compartilhado pelos outros *peers*, ocorrendo uma diferenciação hierárquica entre os membros. Estes indexadores são designados dinamicamente, não comprometendo assim a segurança do sistema no caso de este vir a ser atacado ou em caso de falha
- **Hibridamente Descentralizado:** A presença de um servidor central, onde são armazenados dados referentes a todos os arquivos compartilhados pelos outros *peers* diferencia este tipo de arquitetura, que tem como mais famoso representante o extinto *Napster*. Há então a necessidade de uma conexão direta de todos os *peers* a um serviço centralizador de busca.

Milojicic, em [MIL02], trata estas classificações de maneira sintética, como *modelo de diretório centralizado*, *modelo de requisição por inundação* e *modelo de roteamento de documento*, que vem a ser uma classificação mais objetiva em relação à aplicação.

Quanto à estrutura da camada de rede em nível de aplicação, redes P2P possuem grande complexidade topológica e dinamismo, sendo possível a diferenciação dos sistemas através da forma que as redes formam a camada que sobrepõe a estrutura física. Esta

diferenciação se dá pelo grau de estruturação da rede, que pode ser de *ad hoc* para uma com um grau de planeamento. A caracterização proposta por [AND02] enquadra-se em uma das três seguintes:

- Redes desestruturadas: aqui se enquadra a clássica rede *peer-to-peer*, uma rede *ad hoc*. A localização de arquivos independe da camada de rede em nível de aplicação, sendo assim, a busca é ineficiente e se dá de forma distribuída e randômica, inundando a rede com pacotes *query*, porém é possível acomodar um grande número de nós sem sobrecarregar um específico.
- Redes estruturadas: as redes P2P estruturadas permitem um melhor aproveitamento da banda de transmissão de dados, uma vez que a centralização do conteúdo dos *peers* permite uma busca mais precisa e sem a necessidade de sobrecarga da rede com *floods* de *queries*. O ponto negativo fica por conta da falha **total** da rede no caso da indisponibilidade do servidor de indexação.
- Redes parcialmente estruturadas: a criação de supernós, que ficam responsáveis pela indexação de parte do conteúdo compartilhado pelos *peers* permite que não haja sobrecarga de um único nó, porém o mecanismo de busca não é tão eficiente quanto ao de uma rede estruturada. A grande vantagem é que a promoção de *supernodes* é feita de forma dinâmica, permitindo uma tolerância grande a falhas e ataques.

2.2. Tecnologia Comparada

Comparando-se as diversas tecnologias P2P presentes, pode-se observar diferenças em relação aos recursos, na sua descoberta, gerenciamento e descrição, como proposto por [CIM02]. Quanto à descoberta, o autor propõe a diferenciação entre o tipo de recursos buscados por cada aplicação, sendo assim, alguns buscam serviços, como o JXTA [JXT03], outros buscam arquivos, como o *Gnutella* e o *Freenet*.

O projeto desenvolvido pela Sun Microsystems [JXT03] para a criação de serviços em um ambiente P2P serve como uma plataforma para a execução de aplicativos de forma distribuída, seja processamento distribuído ou interação colaborativa. Existem vários aplicativos disponíveis para execução sobre a plataforma JXTA que permitem a utilização dos recursos providos pela estrutura do sistema de diversas maneiras, sendo elas de maneira isolada, onde um *peer* isolado oferece recursos, ou então através de um *cluster* de *peers*, que podem prover um ou mais recursos, de maneira transparente.

Os outros clientes de troca de arquivos, aplicações P2P clássicas oferecem apenas serviço de troca de arquivos e indexação. Os mecanismos de busca também não são muito eficientes, sendo no máximo razoáveis para o fim que se propõem. Através desta observação, têm-se o projeto JXTA como base e inspiração da integração de SMA e redes P2P.

Quanto ao gerenciamento destes recursos, as arquiteturas que trabalham com arquivos devem monitorar a utilização de banda e evitar sobrecarga, uma vez que os sistema deve responder ainda às buscas; já as arquiteturas que trabalham com serviços devem monitorar e manter uma lista dos mesmos, bem como resultados de medição de desempenho.

No que toca à descrição, arquiteturas que tratam com arquivos devem manter um identificador único, um *hash*, mantendo assim a integridade da transferência em caso de interrupção. Já arquiteturas de serviços possuem documentos XML com *metadados* identificando e descrevendo os serviços disponíveis e outros dados relevantes para os peers.

3. Aplicação da tecnologia P2P em sistemas baseados em agentes

Sistemas baseados em agentes geralmente estão relacionados aos Sistemas MultiAgentes (SMA), uma sub-área da Inteligência Artificial Distribuída (DAI) [SYC98]. Uma definição fundamental para qualquer estudo nesta área é o conceito de agente. Apesar da maioria dos pesquisadores de SMA, discordarem quanto a uma definição formal de agente, a maioria concorda que a sua propriedade principal é a capacidade de comunicar-se com outros agentes, independente de quem sejam e onde estejam. Em [FRA96] o autor apresenta uma discussão sobre diversas definições e reflete sobre o motivo para tal divergência.

Conforme apresentado anteriormente, um aspecto fundamental dos SMAs é a capacidade de interação dos agentes. Existem diversos modelos para a interação [YEP03]. A troca de mensagens utilizando a Linguagem de Comunicação entre Agentes¹ (ACL) é um dos modelos mais flexíveis e extensíveis.

Uma possibilidade de utilização de P2P em SMA decorre da própria meta de um SMA, que é, a partir de pequenas unidades resolvedoras de problemas – os agentes – ser capaz de resolver problemas complexos, através da cooperação, coordenação e planeamento. Considerando cada agente um *peer*, é possível mesclar as técnicas de IA presentes nos agentes às infra-estruturas P2P conhecidas, para, por exemplo, compartilhamento de recursos (podendo utilizar processamento de *peers* ociosos, obtenção de informações, etc.).

Um *peer*, isoladamente, através da sua autonomia de processamento pode ser capaz de criar ontologias e selecionar grupos de interesse de acordo com as informações recebidas de outros *peers*. Com isso espera-se a otimização de mecanismos de busca, como o proposto por [BER02] e derivações que podem advir destes conceitos.

3.1. Integração P2P + SMA – Estudo de Caso

Existem propostas de aplicações de agentes em redes P2P para busca de informações, como em [BER02], onde o sistema denominado SEWASIE (*SEmantic Webs and AgentS in Integrated Economies*), que tem como objetivo um mecanismo de busca avançado em fontes de dados heterogêneas via enriquecimento semântico, permite ser adaptado para funcionamento sobre um ambiente P2P. A proposta prevê um cliente onde o usuário se depara com uma interface de fácil utilização para busca de informações na internet, de diversas origens e em diversos formatos.

Inicialmente, o sistema foi projetado para utilização em ambientes estáticos. Apresenta três elementos, sendo eles um agente de busca (*query agent*), um agente negociador (*brokering agent*) e um SINode (*SEWASIE Information Nodes*). Os agentes são responsáveis pela manipulação de dados, tanto de descoberta como de informação aos nodos, enquanto o SINode fica encarregado de armazenar os dados e construir as

¹ A linguagem de comunicação é o meio no qual são comunicadas as atitudes referentes ao conteúdo sendo transmitido (uma solicitação, uma afirmação, uma consulta, etc.) [LAB99].

ontologias.

Os agentes de busca são responsáveis pela busca de informações dos clientes nos SINodes. Apenas transportam o conteúdo da busca do SINode para o cliente.

Os SINodes apresentam um repositório de informações (*Virtual Data Store*), que concentra informações sobre os dados disponíveis, um construtor de ontologias (*Ontology Builder*) responsável pela associação de dados e um gerenciador de busca (*Query Manager*), encarregado de administrar as chamadas dos clientes [BER02]

Já os *brokering agents* ficam encarregados de acessar os SINodes próximos para retirar informações sobre o conteúdo armazenado nesses e gerar informações para busca. Neste momento, os *brokering agents* assumem a responsabilidade de enriquecer o conteúdo do seu SINode, aumentando assim a eficiência da busca.

Há duas propostas de implementação em redes P2P apresentadas em [BER02], através da criação de redes alternativas, uma onde agiriam os agentes negociadores e uma rede onde estariam interligados os SINodes. Na primeira proposta vários agentes negociadores agiriam de forma a localizar os conteúdos e criar derivações. Na outra proposta, apenas um agente negociador teria conhecimento do sistema inteiro, sendo responsável por mapear as informações entre os SINodes envolvidos.

Porém ainda permanecem alguns desafios, observados em [BER02], como um protocolo consistente para a troca de informações, suporte semi-automático para geração de fórmulas de coordenação, as políticas de propagação de informações para os outros *peers* e a disponibilização destas informações.

4. Conclusão

Com o estudo realizado neste artigo foi possível observar alguns pontos de convergência entre a tecnologia P2P e SMA. A aplicação de SMA em P2P ainda é um paradigma novo na área de redes de computadores, porém permite propostas bastante interessantes, como o sistema de busca SEWASIE.

Observando a abordagem arquitetural, observa-se que as aplicações P2P clássicas oferecem apenas serviço de troca de arquivos e indexação. Os mecanismos de busca também não são muito eficientes, sendo no máximo razoáveis para o fim que se propõem. Através desta observação, têm-se o projeto JXTA como base e inspiração da integração de SMA e redes P2P.

O sistema de busca explorado por [BER02], o SEWASIE parece bastante eficiente e permite implementação em sistemas P2P. Dentro da proposta, é possível criar derivações dos modelos propostos pelo autor para o funcionamento do mecanismo de busca dentro de uma arquitetura P2P.

Como trabalho futuro, pode-se citar uma abordagem derivada do mecanismo de busca SEWASIE, devidamente enriquecido e com mecanismos de coordenação eficientes.

5. Referências

[AND02] ANDROUTSELLIS-THEOTOKIS, S.. **A Survey of Peer-to-Peer File Sharing Technologies**. White paper, 2002.
http://www.eltrun.aueb.gr/whitepapers/P2P_2002.pdf

- [BER02] BERGAMASCHI, S, GUERRA, F. **Peer-to-peer Paradigm for Semantic Search Engine**. 2002. Disponível em <http://citeseer.ist.psu.edu/bergamaschi02peertopeer.html>
- [CIM02] CIMINIERA, L.; SANNA, A.; ZUNINO, C. **Survey on grid and peer-to-peer network technologies**. European Grid of Solar Observations (EGSO), Document EGSO-DE01_01D02-021001, Outubro 2002.
http://www.mssl.ucl.ac.uk/grid/twiki/pub/Main/AndreaSanna/Technology_Survey.pdf
- [FRA96] FRANKLIN S., GRAESSER A. **Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents**. In: Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages, Springer-Verlag, 1996.
- [JXT03] **The JXTA Project Website**. Sun Microsystems, 2003 <http://www.jxta.org>
- [KAN01] KANT, K., MOHAPATRA, P. **Current Research Trends in Internet Servers**, PAWS-2001 proceedings (Performance Evaluation Reviews, Vol. 29, no 2), Sept 2001, pp 5-7.
- [KAN02] KANT, K., IYER, R., TEWARI, V. **A framework for classifying peer-to-peer Technologies**, 2nd IEEE/ACM Intl. Symposium on Cluster Computing and the Grid, May 21-26, 2002, Berlin, Germany.
- [LAB99] LABROU Y., FININ T., PENG Y. **Agent Communication Languages: the Current Landscape**. In: Intelligent Systems, volume 14, number 2, March/April 1999, IEEE Computer Society.
- [MIL02] MILOJICIC, D. *et al.* **Peer-to-peer computing**. Technical Report HPL-2002-57, HP Lab, 2002. <http://citeseer.ist.psu.edu/milojicic02peertopeer.html>
- [PET96] PETRIE, C. **Agent-Based Engineering, the Web, and Intelligence**. In: IEEE Expert: Intelligent Systems and Their Applications Volume 11 , Issue 6 (Dezembro de 1996) Pg: 24 – 29.
- [SAR01] Stefan Saroiu, P. Krishna Gummadi and Steven D. Gribble: **A Measurement Study of Peer-to-Peer File Sharing Systems**. Technical Report UW-CSE-01-06-02 University of Washington, Seattle, WA, USA, July 2001.
- [SYC98] SYCARA K. **Multiagent Systems**. In: AI Magazine volume 19, Nº 2 Intelligent Agents, 1998.
- [YAN01] YANG, B., GARCIA-MOLINA, H. **Comparing hybrid peer-to-peer systems**. In Proc. of the 27th International Conference on Very Large Data Bases, Rome, Italy, September 2001.
- [YEP03] YEPES I., BARONE D. **Inteligência Artificial distribuída: Uma Abordagem ao Comportamento Social Inteligente**. In: Sociedades Artificiais: A Nova Fronteira da Inteligência nas Máquinas, Porto Alegre: Ed. Bookman, 2003.