

# ***f*Grin: um *framework* baseado em sistemas multi-agentes para formação de grupos de interesse a partir de uma base semântica.**

Ângela Brígida Albarello, Carlos José Pereira de Lucena

Departamento de Informática

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RIO

R. Marquês de São Vicente, 225 - Gávea - Rio de Janeiro - 22453 900 - Brasil

{albarello, lucena}@inf.puc-rio.br

PUC-RioInf. MCC 31/04 Agosto, 2004.

**ABSTRACT:** The current growing use of technology exercises great influence on the behavior of the society. That is partially due to the application of new organizational strategies which assist people and institutions on the development of their activities. A tendency which can be currently observable is associated with the benefits that occur when people with the same interest are joined together for the accomplishment of a common task. This article presents *f*Grin, an application instantiated from a framework based as multi-agents systems whose purpose is forming groups of interest based on a semantic database.

**Keywords:** Group Formation, Multi-agent System, Semantic Web, Ontology.

**RESUMO:** O crescente uso da tecnologia exerce nos dias atuais grande influência sobre o comportamento da sociedade. Isso é parcialmente decorrente da aplicação de novas estratégias organizacionais que fazem com que pessoas e entidades se beneficiem e evoluam em suas atividades. Uma tendência observada no presente está associada aos benefícios alcançados quando pessoas com o mesmo interesse se unem para a realização de uma tarefa comum. Este artigo apresenta o *f*Grin, uma aplicação baseada em um framework que utiliza um sistema multi-agente (SMA) para formar grupos de interesse a partir de uma base de dados anotada semanticamente.

**Palavras-chave:** Formação de Grupos, Sistema Multi-Agente, Web Semântica, Ontologia.

## 1. Introdução

O advento da Internet e das tecnologias de informação vem produzindo uma forte influência na sociedade atual onde algumas atividades antes efetuadas manualmente são cada vez mais dependentes de sistemas de informação.

Essa crescente utilização da tecnologia viabilizou novas estratégias organizacionais, que beneficiam algumas atividades comunitárias como, por exemplo, (i) a educação (Olguín et. al., 2000), que passou a contar com serviços *on-line* de *e-learning*, que permitem o aprendizado colaborativo à distância; (ii) o comércio (Sardinha, 2001), que permitiu a massificação de compras *on-line* em relacionamentos *business to business* e *business to consumer* (Bailey e Bakos, 1997); e (iii) ações de voluntariado (Hattori et. al., 1999), que obtiveram êxito na aproximação de pessoas *on-line* com disponibilidade de tempo e, preocupação em colaborar voluntariamente em prol de uma ação social. Nessas atividades percebe-se a necessidade de unir pessoas com interesses em comum.

No processo de ensino colaborativo *on-line*, a aprendizagem é obtida através da interação entre alunos com alunos e alunos com professores de um curso a distância. Para esta finalidade, a formação de grupos para o aprendizado colaborativo é interessante quando em tal cenário de aprendizagem pode haver outros estudantes que compartilham metas comuns (Olguín et. al., 2000). Desta forma, é possível atingir em menor tempo a meta (desenvolver um trabalho, um projeto ou aprender um determinado assunto) do grupo devido à interação e troca de informações entre os seus membros. Assim, deve-se enfatizar o relacionamento e a contribuição individual de cada membro do grupo para o sucesso e evolução da educação neste tipo de ambiente.

Nas relações comerciais surge uma tendência para transações envolvendo grupos. Segundo Sardinha (Sardinha, 2001), essas transações podem introduzir vários benefícios jamais alcançados pelas transações de varejo, tais como: custos de produtos reduzidos, autofinanciamento, e compartilhamento de produtos. Esta prática permite agrupar consumidores para uma compra, respondendo assim às suas necessidades.

No âmbito das entidades que coordenam ações de voluntariado existem empecilhos como tempo disponível e impossibilidade de deslocamento quando uma pessoa decide ser voluntária. Além disso, uma preocupação maior refere-se ao gerenciamento das tarefas que serão atribuídas aos membros associados às entidades (Hattori et. al., 1999). Surge então a necessidade de formar grupos de voluntários em torno de uma questão social, levando em consideração fatores tais como localização geográfica comum, datas e tempo disponíveis em comum, aptidão para realizar tarefas específicas e intimidade com o tipo da ação social.

A partir das considerações acima, percebe-se que o processo de formação de grupos de interesse é, em geral, resultante da busca de objetivos comuns por parte de indivíduos que compartilham interesses afins e que, nessas circunstâncias, se beneficiariam atuando coletivamente (Olson, 1965). A identidade desses objetivos faz com que o atingimento dos mesmos torne-se um bem público para todos os membros do grupo de interesse.

Levando-se em consideração a relevância deste assunto para as organizações, este artigo apresenta o *fGrin*, um *framework* (Fayad et.al., 1999) baseado em sistemas

multi-agentes (Wooldridge, 2002 e Jennings, 1999) que tem o objetivo de formar grupos de interesse a partir de uma base de conhecimento anotada através da linguagem *DARPA Agent Markup Language* (DAML+OIL, 2004), que segue os conceitos de uma ontologia de domínio e permite a geração de relatórios referentes a esses grupos.

Para efeitos de validação da presente proposta, o *framework* foi instanciado para o domínio de Projetos de Pesquisa, utilizando uma base de conhecimento que segue uma ontologia de domínio desenvolvida em nosso Laboratório de Engenharia de Software.

Este artigo está organizado em quatro seções. A seção 2 apresenta o *fGrin*, seus objetivos, sua arquitetura expressa por um diagrama de classes e suas funcionalidades. A seção 3 traz um estudo de caso utilizando o domínio Projetos de Pesquisa para exemplificar a utilização do *framework*. Na seção 4 têm-se os trabalhos relacionados e a conclusão.

## 2. *fGrin*

A partir de qualquer base de conhecimento anotada em *DAML+OIL*, o *fGrin* utiliza um sistema multi-agente para formar grupos de pessoas que possuem interesses em comum. Este *framework* segue os conceitos de uma ontologia de domínio que se enquadra na especificação de uma meta-ontologia definida para ele. Esta meta-ontologia especifica os meta conceitos: meta-pessoa e meta-interesse. Desta forma, a ontologia utilizada deve possuir em sua especificação pelo menos um conceito associado à pessoa (instância de meta-pessoa), um conceito associado a interesse (instância de meta-interesse), além de um relacionamento que associe os conceitos instâncias de meta-pessoa e meta-interesse, para que seja possível o uso de uma heurística para a formação de grupos de interesse.

Tem-se uma base de conhecimento que segue uma ontologia de um domínio específico. Na especificação dessa ontologia, encontram-se conceitos associados a pessoas (aluno, pesquisador, consumidor, etc.), conceitos associados a interesses (assuntos, ações, tecnologias, transações, etc.) e, relacionamentos que associam os conceitos referentes a pessoas aos conceitos associados aos interesses. Existem pessoas, na base de conhecimento, que possuem interesse específico em comum, tais como interesse em colecionar carros, em efetuar uma ação comunitária, em comprar determinado produto, em aprender determinada tecnologia ou em trocar informações a respeito de algum assunto geral ou específico. Com essas informações, pode-se construir o perfil de uma pessoa, utilizando-se uma heurística de definição de perfil, e desta forma, classificá-la estimando-se quanto ela está interessada em determinado assunto. Posteriormente, para agrupar as pessoas a partir de seus interesses comuns, é necessária a utilização de uma estratégia de formação de grupos que faça uso dos perfis definidos.

Na figura 1, apresenta-se um modelo geral do ambiente de interação no qual o *framework* se baseia.

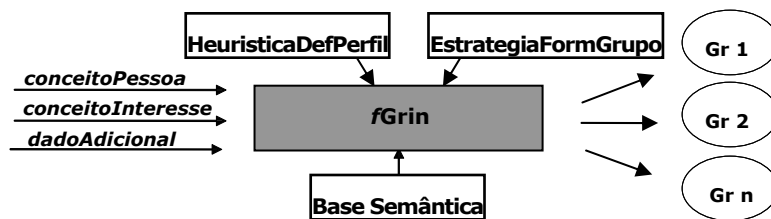


Figura 1. Ambiente de interação do *fGrin*.

De acordo com a figura 1, o *framework* possui três pontos de flexibilização que são instanciados para o desenvolvimento de sua aplicação:

- A base semântica utilizada deve seguir os conceitos de uma ontologia que se enquadra na especificação de uma meta-ontologia definida para o *framework*. A base de conhecimento é indispensável para o serviço oferecido pelo *fGrin*. A partir das informações obtidas a partir dela é possível definir o perfil dos indivíduos que farão parte do processo de formação de grupo.
- A heurística de definição de perfil é criada tomando-se como base o domínio ao qual a ontologia utilizada se aplica.
- A estratégia de formação de grupo torna-se indispensável no serviço oferecido pelo *framework*, pois algumas decisões que são tomadas pelos agentes de software responsáveis pela formação dos grupos sofrem sua influência.

Na figura 1 o retângulo cinza representa o núcleo do *framework*. Nele estão localizados os componentes que representam os pontos fixos da arquitetura e, que juntos oferecem o serviço que o *fGrin* se propõe a realizar. Para isso, quando instanciado, o *fGrin* utiliza informações fornecidas pelo usuário, que são representadas pelas setas (figura 1) *conceitoPessoa*, *conceitoInteresse* e *dadoAdicional*. Como resultado o *framework* fornece uma lista dos grupos de interesse formados e seus integrantes.

Uma instanciação genérica do *fGrin* apresenta ao usuário do sistema:

- 1) Os conceitos associados à *Pessoa* encontrados na base de conhecimento;
- 2) Os conceitos associados a *Interesse*, disponíveis na base de conhecimento;
- 3) As informações adicionais para a formação do grupo de interesse, que estão associadas à estratégia de formação de grupo e são flexíveis na instância.

Após a execução desses passos que fornecem as informações necessárias, o processo de formação de grupos pode ser iniciado. Na figura 2 apresenta-se o diagrama de classes do *fGrin* que representa a sua estrutura interna (retângulo cinza da figura 1).

Conforme o diagrama de classes representado na figura 2, o núcleo do *fGrin* é formado principalmente por: agentes de software (agente coordenador e agente pessoal), responsáveis pela formação dos grupos de interesse; e a classe *JenaFacade*, responsável pela interação entre o modelo de negócio e o modelo de interface (interação com o usuário) e, pelo acesso e recuperação de informações na base de conhecimento.

Quando todos os dados de entradas necessários para a formação dos grupos já foram fornecidos pelo usuário do sistema, um agente coordenador é criado para que

busque na base semântica as pessoas (instâncias do *conceito pessoa* selecionado) que possuem interesse pelo *conceito interesse* selecionado. Posteriormente, cada uma das pessoas recebe um agente pessoal, criado pelo agente coordenador, que tem a função de definir o seu perfil de acordo com o seu nível de interesse pelo *conceito interesse* ou pelo *dado adicional* (específico da instância) selecionados. Quando a pessoa recebe um nível de interesse maior do que zero (o cálculo do perfil é específico da instância), o seu agente pessoal vai continuar ativo no ambiente e iniciará o processo de formação de grupo, comunicando-se com outros agentes para a busca de pessoas que possuem um certo grau de afinidade com a pessoa que ele representa. Caso contrário, ele é desligado. Essa atribuição de valores ao perfil das pessoas é discutida na próxima seção.

A comunicação entre os agentes pessoais é muito importante na formação dos grupos, pois é a partir dela que os agentes verificam se as pessoas por eles representadas possuem um grau de afinidade desejado para que elas possam participar do mesmo grupo de interesse. Essa permissão do grau de afinidade é específica da estratégia de formação de grupos utilizada e, pode estar associado a vários fatores como a verificação de tempo disponível, localização geográfica, conhecimento específico ou simplesmente avaliação da diferença do nível de interesse encontrado na definição do perfil.

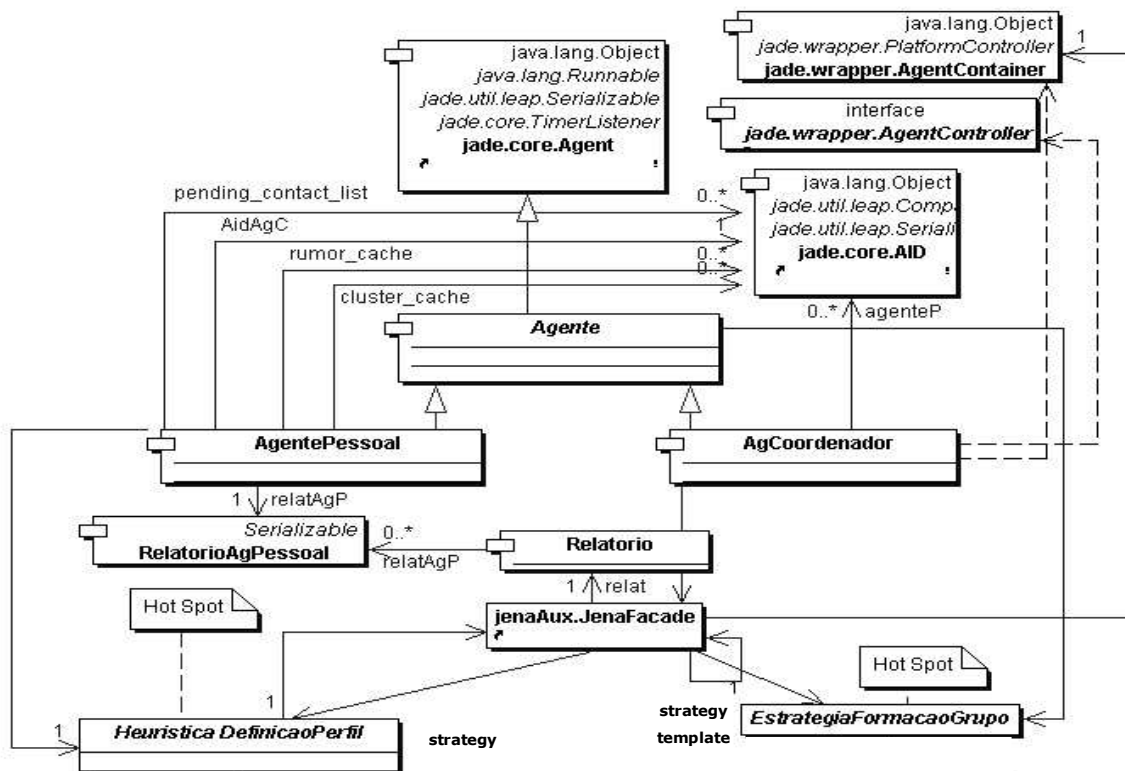


Figura 2. Diagrama de Classes do *framework*.

O agente coordenador é responsável pelas atividades de formação de grupos, pois os agentes pessoais não conhecem que outros agentes estão interagindo no ambiente. Desta forma, o coordenador, que possui a relação de todos os agentes pessoais ativos no ambiente, é quem designa, quando solicitado, um agente para a comunicação. Essa designação, utilizada como estratégia do comportamento do agente

coordenador, é atualmente uma estratégia simples. O coordenador repassa ao agente pessoal A qualquer outro agente B do ambiente diferente de A, se a comunicação entre eles ainda não tenha sido estabelecida.

Quando cada agente pessoal do ambiente finaliza a formação do grupo de interesse, seguindo uma estratégia de formação de grupos (tamanho do grupo, grau de afinidade entre os participantes do ambiente e outros), ele envia ao agente coordenador o grupo formado e, então, é finalizado. Ao receber todos os grupos de interesse formados por todos os agentes pessoais, o agente coordenador envia como dado de saída uma lista dos grupos formados e seus integrantes (para depois ser finalizado).

Para a comunicação dos agentes de software foi utilizado o *Jade (Java Agent Development Framework)*, disponível em <http://jade.tilab.com>), que é uma plataforma de comunicação entre agentes. Para o acesso e recuperação de informações da base semântica utilizou-se o *Jena* (disponível em <http://jena.sourceforge.net>), que é um *framework* para o desenvolvimento de aplicações dentro da *Web Semântica*, o qual oferece uma interface para programação de aplicativos (*API*) *Java* e um *toolkit* para manipulação de modelos em *DAML+OIL*, incluindo um mecanismo de regras baseado em inferências.

### **3. Estudo de caso: Projetos de Pesquisa**

O gerenciamento do conhecimento tornou-se recentemente um fator determinante de sucesso para diferentes tipos de organizações que dependem deste processo para integrar suas atividades e assim atingir seus objetivos principais (Cunha et. al., 2003). Em empresas e universidades, o gerenciamento do conhecimento é uma tarefa complexa. Por exemplo, em uma universidade existem pesquisadores que possuem certa rotatividade em grupos de pesquisa que eles participam. Isto pode deixar algumas lacunas no conhecimento associado ao grupo de pesquisa nos quais tais indivíduos contribuíram durante a realização das suas atividades. Por essas razões, torna-se necessário um modelo mais amplo de gerenciamento sistemático do conhecimento.

A ontologia para Projetos de Pesquisa especifica o domínio Projetos de Pesquisa para o qual é possível mapear alunos e pesquisadores juntamente com suas publicações associadas a projetos que pertencem a uma área de pesquisa. Este conhecimento anotado semanticamente permite a recuperação mais precisa de informações do que a recuperação de informações em base de dados convencionais. A partir desses conhecimentos gerenciados é possível formar grupos de pessoas que possuem interesse em uma área ou projeto de pesquisa, avaliar o nível de interesse individual e o grau de afinidade entre eles.

Para avaliar-se o serviço fornecido pelo *fGrin*, aplicou-se como estudo de caso o domínio Projetos de Pesquisa, sobre o qual o *framework* é instanciado utilizando uma base semântica que segue a ontologia Projeto de Pesquisa desenvolvida no LES. Assim, essa instância fornece o serviço de formar grupos de pessoas que possuem um interesse científico em comum, tais como os que possuem artigos publicados em uma específica área de pesquisa ou os que participam de algum projeto específico.

Conforme visto anteriormente, as pessoas encontradas na base de conhecimento que possuem alguma associação com o *conceito interesse* selecionado pelo usuário do sistema são integradas ao ambiente de formação de grupos. Cada uma delas recebe um

agente pessoal que possui, dentre outros objetivos, a função de definir o seu perfil. A heurística de definição de perfil utilizada para essa instância do *framework* é muito simples e definida a ser uma prova de conceito. Ela está baseada em um valor numérico (entre 0 e 10) que define o nível de interesse da pessoa pela *instância do conceito interesse (dado adicional)* selecionado. Esse nível de interesse é calculado em três etapas, descritas a seguir para efeitos de ilustração do que pode ser uma heurística.

- 1) Na primeira etapa acumula-se uma pontuação associada aos relacionamentos que a pessoa tem com a instância do conceito interesse selecionados. Se a pessoa cujo perfil deseja-se definir possui uma associação com a instância do conceito interesse selecionados através do relacionamento `TemAutoriaDeProduto` ou `temCoAutoriaDeProduto`, então calcula-se um fator de publicação baseado em autoria e co-autoria. Isto é, se a pessoa é autora de algum produto o qual está associado à instância selecionada do conceito interesse selecionado, nesse caso acumula-se na soma de publicações o valor 1,0, e sendo de co-autoria, o valor 0,5.
- 2) Na segunda etapa calcula-se o total de relacionamentos de pessoas associadas à instância do conceito interesse selecionados.
- 3) Na terceira etapa calcula-se, para cada pessoa, o nível de interesse associado à instância selecionada do conceito interesse selecionado, dividindo o valor obtido na primeira etapa pelo valor obtido na segunda e multiplicado por 10. Esta última multiplicação serve para melhor adequar o número à escala de 0 a 10. Quando a pessoa não possui nenhuma associação com essa instância selecionada, o nível de interesse atribuído a ela é zero.

Após esse procedimento, inicia-se a comunicação entre os agentes dentro do processo de formação dos grupos, conforme apresentado na seção anterior. Algumas decisões tomadas pelos agentes pessoais são estabelecidas pela estratégia de formação de grupos definida para a instância do *fGrin*, a qual estabelece: o número máximo de membros pertencentes a cada grupo (tamanho igual a 3); o grau de afinidade entre os participantes do mesmo grupo, obtido pela diferença entre os seus níveis de interesse. Ao término deste processo é gerado um relatório contendo os grupos formados.

#### **4. Trabalhos relacionados e Conclusão**

A estratégia utilizada no comportamento dos agentes para o processo de formação de grupos está incorporada ao *fGrin* e é bastante simplificada na nossa prova de conceito. Como consequência, o seu uso torna-se obrigatório em qualquer instância do *framework*. Estudos feitos a partir de recentes publicações que utilizam sistemas de informação como suporte ao processo colaborativo entre pessoas que possuem interesse compartilhado (tabela 1), apresentaram estratégias mais elaboradas, onde os agentes possuem maior autonomia.

Uma característica percebida é a utilização da tecnologia de agentes para formação dos grupos de interesse. O *fGreen*, *Sapiens* e *Socialware* são sistemas multi-agentes característicos, pois neles vários agentes agem, de forma autônoma, sobre um mesmo sistema, para a realização de um objetivo em comum. A diferença existente entre eles está associada ao comportamento e objetivo dos agentes que os levam a formar os grupos.

**Tabela 1. Sistemas de informação de suporte a processo colaborativo**

<b>Aplicações</b>	<b>Projeto Sapiens (Olguín et. al., 2000)</b>	<b>Vgroups (Sardinha, 2001)</b>	<b>Socialware (Hattori et. al., 1999)</b>
Domínio	Aprendizado colaborativo	Grupos virtuais de consumo	Ações comunitárias
SMA (formação de grupos)	Sim	Não	Sim

O SMA utilizado no projeto Sapiens baseia-se no seguinte processo: cada pessoa que interage no sistema possui um agente pessoal que define seu perfil. Para formar um grupo, uma pessoa no ambiente define o perfil do grupo, inserindo os requisitos básicos que os membros devem possuir. Posteriormente, um agente de software é encarregado de representar o grupo, buscando por pessoas que possuam níveis de conhecimento desejáveis. A comunicação entre o agente do grupo e os agentes pessoais torna possível à composição do grupo com pessoas que tem interesses comuns.

No ambiente do Socialware são utilizados agentes com os seguintes propósitos: os agentes pessoais possuem a função de definir o perfil do usuário e visualizar possíveis grupos de interesse dos quais o usuário faz parte; o agente da comunidade é responsável por coletar os perfis dos usuários do sistema e manter a informação sobre seus possíveis grupos de interesse. Após receber uma requisição feita por um agente pessoal, o agente da comunidade verifica quais são os seus interesses. Assim, lhe envia os agentes pessoais que possuem interesse em comum para que estes se comuniquem e formem os grupos de interesse.

Considerando-se a forma de utilização dos agentes de software nos modelos apresentados, pretende-se averiguar a similaridade encontrada nas estratégias utilizadas para definição do comportamento dos agentes com o objetivo de adaptar o *framework* para que ele também dê suporte, como ponto de flexibilização, ao uso de qualquer estratégia na definição do comportamento dos agentes que interagem para a formação de grupos.

## **5. Referências**

- Olguín, C. J. M., Delgado, A. L. N., Botero, S. W. e Ricarte, I. L. M. (2000) “O Uso de Agentes em Ambientes de Aprendizagem Colaborativos”, XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Maceió, Brasil.
- Sardinha, J. A. R. P. (2001) “VGroups: Um Framework para Grupos Virtuais de Consumo”, Dissertação de Mestrado, Departamento de Informática, PUC-Rio.
- Hattori, F., Ohguro, T., Yokoo, M., Matsubara, S. e Yoshida, S. (1999) “Socialware: multiagent systems for supporting network communities”, ACM Digital Library, Vol. 42, Issue 3, ACM Press, New York.
- Olson, M. (1965) “The logic of collective action. Public goods and the theory of groups.”, Camb. Mass., Harvard University Press.
- Cunha, L. M., Brandão, A. A. F, Orlean, D. A., Albarello, A. B., Schroeder, B. e Lucena, C. J. P. (2003) “Following Up a Case Study for the Semantic Web”, Monografias em Ciência da Computação nº 32/03, ISSN 0103-9741. Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.



- Fayad, M., Johnson, R. and Schmidt, D. (1999) "Building Application Frameworks: Object -Oriented Foundations of Framework Design", Wiley & Sons.
- Wooldridge, M. (2002) "An Introduction to Multiagent Systems", John Wiley & Sons.
- Jennings, N. (1999) "Agent-Oriented Software Engineering", In Proceeding of the Twelfth International Conference on Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence, Cairo, Egypt, pp. 4-10.
- J. Bailey, Y. Bakos. (1997) "An Exploratory Study of the Emerging Role of Electronic Intermediaries". International Journal of Electronic Commerce 1(3), Spring.
- "Jena - A Semantic Web Framework for Java" (2004), <http://jena.sourceforge.net>, Março.
- "Jade - Java Agent Development Framework" (2004), <http://jade.tilab.com>, Julho.
- "DAML+OIL - DARPA Agent Markup Language" (2004), <http://www.daml.org>, Maio.