

Reconciliando Ontologias através de Conhecimento Organizacional para Agentes de Informação em Comunidade

Gustavo Giménez-Lugo*, Jaime S. Sichman[†], Jomi F. Hübner[‡]

Laboratório de Técnicas Inteligentes – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Av. Prof. Luciano Gualberto, 158, tv. 3 – 05508-900 São Paulo, SP

{gustavo.lugo, jaime.sichman, jomi.hubner}@poli.usp.br

Abstract. *This work presents a model in which concepts in ontologies are extended with organizational information to explicitly express the situation in which they were learned and used. It is discussed how autonomous agents are allowed to reason about concept usage and privacy in terms of organizational constructs, paving the way to reason about social roles in open Web communities. A peer-to-peer application following the model is described. We depart from a specific organization model, MOISE⁺, briefly presented here. An organizational bridge may now help in connecting and reconciling distinct knowledge views to facilitate information exploration and exchange.*

Resumo. *Este artigo apresenta um modelo no qual conceitos pertencentes a ontologias são estendidos com informação organizacional para representar de forma explícita as situações nas quais foram aprendidas e utilizadas. É discutido como agentes autônomos podem raciocinar sobre o uso e a privacidade de conceitos em termos de construções organizacionais, abrindo caminho para raciocinar sobre papéis sociais em comunidades abertas na Internet. Uma aplicação peer-to-peer usando o modelo é descrita. Parte-se de um modelo organizacional específico, MOISE⁺, brevemente apresentado. Uma ponte organizacional poderá agora auxiliar a interligar e reconciliar visões diferentes de conhecimento para facilitar a exploração e troca de informações.*

1. Introdução

Compartilhar conhecimento implica ter que enfrentar vários desafios, desde a representação até o raciocínio. O contexto é sempre fugidio, e a emergência e vasta utilização da Internet tem somente enfatizado a sua importância. Embora ontologias façam parte de um número cada vez maior de Sistemas Multiagentes (SMA), elas são vistas mormente como uma forma de vocabulário comum onde não restam vestígios das interações sociais que moldaram a sua emergência e evolução.

Este trabalho está situado na junção de diversas áreas de pesquisa, entre elas engenharia de ontologias, SMA e comunidades baseadas na Internet. Tenta-se considerar

*Bolsista CNPq, processo número 140372/00-8.

[†]Parcialmente financiado pelo CNPq, processo número 301041/95-4; e pelo projeto MAPPEL, CNPq/NSF PROTEM-CC, número 680033/99-8.

[‡]Financiado pela Universidade Regional de Blumenau e CAPES.

como o conhecimento individual é afetado pelos grupos aos quais os indivíduos historicamente pertenceram; não esquecendo o caminho inverso, *i.e.* que acordos sociais sobre pontos de vista podem ser atingidos em níveis mais abstratos através de interações sociais. O enfoque conecta ontologias a um modelo organizacional de SMA através de um mecanismo que anota conceitos de ontologias para armazenar explicitamente o contexto em que foram aprendidos e utilizados. As anotações são semelhantes às apresentadas em [Tamma and Bench-Capon, 2001] onde o modelo de protocolo OKBC (*Open Knowledge Base Connectivity* - Conectividade Aberta de Bases de Conhecimento) foi estendido para permitir, entre outras coisas, a representação do comportamento de atributos de conceitos através do tempo. A informação na forma aqui adicionada permite aos agentes raciocinar sobre o contexto organizacional no qual partes de uma ontologia foram utilizadas. Esta é uma propriedade desejável num agente, pois permite uma busca mais detalhada na sua representação de conhecimento. Agentes podem também raciocinar sobre a privacidade de conceitos em termos de construções organizacionais como grupos e papéis.

O artigo está organizado como segue: após uma breve revisão de definições concernentes a ontologias, o modelo organizacional denominado $MOISE^+$ [Hubner et al., 2002] é apresentado; logo, é mostrado como tal modelo organizacional pode ser utilizado com ontologias através de um mecanismo para incluir informações organizacionais na forma em que elas são expressas no $MOISE^+$; segue uma discussão sobre um mecanismo de raciocínio; finalmente, um SMA *peer-to-peer*, denominado COMMUNET, aplicado à troca de informações num ambiente comunitário na Internet é descrito, no qual os agentes tiram proveito do modelo proposto.

2. Ontologias

Como sugerido por Guarino [Guarino, 1997], uma conceituação é uma estrutura semântica intencional que codifica as regras implícitas que limitam a estrutura de uma fração da realidade. Uma ontologia, então, é o compromisso com uma conceituação particular do mundo.

O uso de ontologias para explicar conhecimentos implícitos e ocultos é uma via para superar o problema de heterogeneidade semântica [Wache et al., 2001], *i.e.*, nos SMA, agentes são caracterizados por “diferentes visões do mundo” que podem ser explicitamente definidas por ontologias [Tamma and Bench-Capon, 2001]. A interoperabilidade entre eles é atingida reconciliando as visões pelo comprometimento a ontologias comuns [Wache et al., 2001]. No entanto, esta reconciliação é usualmente parcial, dependendo do ambiente organizacional no qual o agente está inserido (*e.g.*, não pode-se esperar que um colega, trabalhando em perfeita coordenação conosco, aceite como seus os nossos conceitos de beleza). Embora possa existir um vocabulário comum, aparece a necessidade de ontologias locais que representem as visões subjetivas dos agentes. Ontologias parcialmente globais (*e.g.* grupais) e locais (de cada agente) parecem claramente diferentes, embora interrelacionadas. Isto pode ajustar-se numa flexível metáfora organizacional.

Este trabalho focaliza representações baseadas em *frames*, mais especificamente OKBC [Chaudhri et al., 1998], o qual está baseado em *classes*, *atributos* e *facetas*. Organizadas numa hierarquia (*IS – A*) de herança múltipla, as *classes* (conceitos), *i.e.* coleções de objetos partilhando as mesmas propriedades, são descritas em termos de

atributos que possuem *facet*as (restrições adicionais). Segue um exemplo *ad hoc* simples, que será usado posteriormente para ilustrar a proposta:

c:MachineLearning;

a: NeuronSimulationActivationPotential

f: Domain: [0.0,1.0];

f: Value: [0.4,0.6];

No exemplo, o conceito “Aprendizado de Máquina” é representado pela classe (c) *MachineLearning*; um dos atributos (a) do conceito é o limiar de disparo numa simulação neuronal, expressado como sendo o par ordenado (*minValor*, *maxValor*); as facet^{as} (f) expressam o domínio do valor de limiar, que é considerado como estando na faixa de zero a um, sendo o valor usual entre 0.4 e 0.6.

O modelo OKBC foi extendido em [Tamma and Bench-Capon, 2001] para representar o comportamento de atributos ao longo do tempo, descrevendo as mudanças permitidas numa propriedade e também como propriedades são herdadas por subconceitos. As propriedades típicas (*prototypical*) e excepcionais atreladas a um conceito podem ser descritas. Usando estas facet^{as} o exemplo inicial poderia apresentar-se como segue:

c:MachineLearning;

a: NeuronSimulationActivationPotencial

f: Domain: [0.00,1.00];

f: Value: [0.40,0.60];

f: Typeofvalue: prototypical;

f: Exceptions: [0.00,0.39] \cup [0.61,1.00];

f: Ranking: 3;

f: Changefrequency: Volatile;

f: Event: (stimulated, [0.20,0.60], after, R);

f: Event: (damaged, [0.90-1.00], after, I);

No exemplo extendido, o limiar usual está entre 0.40 e 0.60; fora dessa faixa os valores seriam “excessões” (*exceptions*). O “tipo de valor” (*Typeofvalue*) indica que o valor (*value*) do atributo é válido para qualquer instância típica (*prototypical*) do conceito; exceções são permitidas num grau dado pelo *ranking*. O “tipo de valor” pode, ainda, ser “herdado” (*inherited*) ou “diferenciador” (*distinguishing*) entre subconceitos dum mesmo nível [Tamma and Bench-Capon, 2001]. O *ranking* com valor 3 indica que o grau de confiança na observação do valor usual é para a “maioria” (*most*) dos casos (a escala vai de 1 a 7, sendo 1 o maior). A “frequência de mudança” (*Changefrequency*) “volátil” indica que o valor de limiar pode mudar mais de uma vez (outros valores podem ser *regular*(regularmente), *once only* (uma só vez) e *never*(nunca)). São descritos “eventos” (*Events*) que podem mudar o limiar junto com os novos valores, *e.g.* se um neurônio é simulado como sendo estimulado por um neurotransmissor, o limiar pode vir a ser tão baixo quanto 0.20 “depois” (*after*) do evento; finalmente, a mudança no valor do limiar é reversível (*R*), provavelmente após o fim do efeito dessa substância. Já se um neurônio é danificado (*damaged*), o limiar muda irreversivelmente (*I*).

Um conjunto de agentes que instancia uma especificação organizacional constitui uma entidade organizacional (EO). A dinâmica de uma EO (entrada/saída de agentes, criação de grupos, adoção de papéis, início/fim de SCH etc.) é representada por uma seqüência de estados da EO. Um estado é descrito pela especificação organizacional atual, o conjunto de agentes que criou a EO, os grupos criados com as suas especificações, os papéis que os agentes estão desempenhando, os SCH sendo executados junto com as suas

especificações e as missões com as quais os agentes estão comprometidos nesses SCH. Os agentes considerados podem representar e raciocinar sobre os grupos aos quais pertencem num dado momento e também sobre os grupos aos que pertenceram no passado.

4. Ontologias e organizações

Será considerado que uma sociedade é a entidade de mais alto nível. Assim, uma ontologia mais geral será atrelada à mesma. Igualmente, grupos, papéis e agentes podem ter ontologias específicas associadas. Os traços que as interconectam são desenhados através das ligações (*e.g.*, temporais, autoridade etc.) organizacionais. O conhecimento de um agente não deve ser considerado como coincidindo completamente com a ontologia de algum papel, pois a especificação de um papel pode mudar no percurso do tempo. Um papel indica o que deve-se esperar de um agente, o que ele deveria saber, e não o que ele de fato conhece. O conhecimento de fato depende das experiências acumuladas pelo agente. Como discutido em [Sichman and Conte, 1998], um papel pode ser enriquecido pelas experiências de agentes que o desempenharam e vice-versa.

O alvo deste trabalho é a utilização de SMA para auxiliar comunidades humanas já existentes. Um ser humano geralmente mantém as suas ligações organizacionais como índices para conceitos, não necessariamente diferenciando ontologias distintas, mas acessando partes (não necessariamente disjuntas) do seu conhecimento na medida em que são socialmente necessárias (*e.g.* dependendo do grupo), como sugerido por Halbwachs [Lavabre, 2000]. Um agente atuando em representação do usuário pode tirar vantagem da mesma estratégia, atacando o problema do contexto do conhecimento aplicando a metáfora de SMA. Assim, uma informação importante que pode ser armazenada, dado um modelo de organização como o $MOISE^+$, está relacionada ao grupo onde o conhecimento foi utilizado e, mais especificamente, o SCH, o papel e o plano que dele precisaram. A representação específica de uma instância é a visão subjetiva de um agente que lembra a sua participação numa versão de um SCH. Para recuperar uma fração particular de uma representação de conhecimento, um agente pode usar as ligações temporais desenvolvidas através da memória dos grupos (*i.e.* agentes especializados, ligações de comunicação) aos quais pertenceu. Para tanto, um mecanismo conveniente deve ser adicionado aos modelos existentes de acesso a ontologias.

Este trabalho é complementar ao de Tamma e Bench-Capon, porém, focalizando um aspecto diferente da manipulação de ontologias, qual é a noção de *situar* conceitos sociais/individuais num contexto organizacional. Como apontado por Halbwachs [Lavabre, 2000], a memória possui um caráter eminentemente social. Assim, três *facetas* são definidas para armazenar o contexto organizacional ao qual conceitos estão atrelados:

a) Situação Organizacional de Uso de Conhecimento (KUOS - *Knowledge Usage Organizational Situation*): permite evocar o estado organizacional onde o atributo foi usado por um agente. Cobre dois tipos de situações: (i) quando um agente usa o atributo e decide armazenar como o usou; (ii) quando o agente observa e decide registrar o uso do atributo por outro agente. O segundo caso pode ser considerado um caso especial de aprendizado, quando um agente lembra um fato mas não adota o conceito. Como podem existir múltiplas anotações deste tipo, o mesmo é definido como um conjunto $\{(ag_k, gi_k, ssi_k, r_k, t_k, d_k, a_k, i_k) \mid k = 1, \dots, n\}$ (vide a figura 2).

b) Situação Organizacional de Aquisição de Conhecimento (KAOS - *Knowledge Acquisition Organizational Situation*): permite evocar o estado organizacional onde o *valor* foi aprendido. Como podem existir múltiplas anotações deste tipo (um conceito pode ser modificado muitas vezes), o mesmo é definido como um conjunto $\{ (lv_k, tid_k, gi_k, ssi_k, r_k, t_k, d_k, o_k, i_k) \mid k = 1, \dots, m \}$ (vide a fig. 2). Esta faceta é aplicável ao caso em que um agente adquiriu uma parte do seu conhecimento através de boato ou alguma forma mais normativa. Ela pode armazenar a identidade da entidade organizacional que a ensinou, o que pode ser usado num grupo para determinar qual o indivíduo cujo conhecimento foi socialmente adotado, *i.e.*, quando foi aprendido algo e com quem.

c) Acessibilidade (Access): permite a um agente raciocinar sobre conceitos que devem ser considerados privados, diferenciando-os dos que podem ser partilhados (*e.g.* publicamente num grupo). Esta faceta indica se e quando uma entidade (*e.g.* agente, grupo) pode ter acesso ao atributo. Podem existir múltiplas instâncias desta faceta, pois um conceito pode ter permissões diferentes para papéis dum mesmo grupo. É definido como um conjunto $\{ gt_k, gi_k, r_k, ag_k, spv_k, \mid k = 1, \dots, p \}$ (vide a fig. 2). A necessidade de diferenciar (situando socialmente) o conhecimento “público” do “privado” é especialmente crítico quando são considerados agentes colaborativos num SMA aberto, dado que os mesmos devem ser capazes de contar uns com os outros, considerando as metas de outros agentes e possuindo atitudes em relação àquelas metas [Sichman et al., 1994].

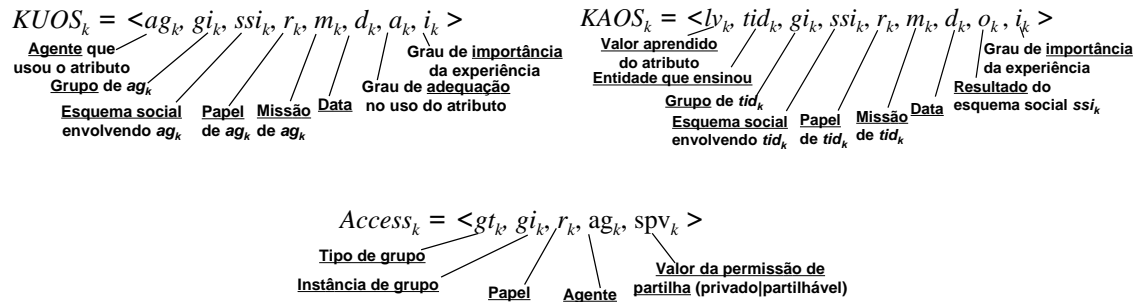


Figura 2: As facetas KUOS, KAOS e Access.

Os parâmetros das facetas definidas não são detalhados por falta de espaço, mas a figura 2 deve auxiliá-los a torná-los mais claros. Considere a ontologia de um agente *João* (*i.e.*, na *sua* mente), e também que *agora* corresponde ao primeiro de dezembro de 2010. Usando as facetas recém definidas, o exemplo da seção 2 poderia apresentar-se como:

c: MachineLearning;

a: NeuronSimulationActivationPotencial

f: Domain:[0.0,1.0];

f: Value: [0.4,0.6];

f: KUOS:[Pedro,G4,71,estudante,m5,3Mai2010,0.6,1.0];

f: KUOS:[Myself,G4,70,professor,m3,4Jun2010,0.9,0.6];

f: KUOS:[Myself,G5,81,professor,m5,1Dez2010,0.9,0.8];

f: KAOS:[[0.5,1.0],Ale,G73,v1,professor,m2,2000,0.8,0.3];

f: KAOS:[[0.4,0.6],Dina,G7,w,colega,m6,2003,0.9,1.0];

f: Access:[docentes,-,-,-,partilhável];

f: Access:[-,G5,assistente,Pedro,partilhável];

Agora, o exemplo expressa que o *atributo* foi usado 3 vezes (*KUOS*), que existiram duas situações de aquisição (*KAOS*) e que há duas entidades organizacionais com permissão de acesso (*Access*).

A primeira linha *KUOS* indica que *João* observou que *Pedro* da instância de grupo *G4* (digamos uma instância do tipo de grupo *turma*) executou a instância 71 de um *esquema social* como *estudante*. *Pedro* usou o conceito em certa missão *m5* no dia 3 de maio de 2010, sendo que *João* julgou que o grau de adequação foi 0.6, o que ele considerou muito importante, como o valor de importância 1.0 mostra. Podemos supor que *João* escolheu esse valor pois, embora *Pedro* não estivesse realmente certo (segundo *João*), ele observou que *Pedro* desenvolveu uma ligação de autoridade sobre os seus colegas (*estudantes*) após usar o conceito. Perceba que, pela segunda linha *KUOS*, *João* parece ter “ensinado” o valor “correto” somente um mês depois do *Pedro* tê-lo usado. Outro enfoque para obter o valor da importância pode levar em conta a combinação dos índices de *João* com os de *Pedro*, como nas redes de crenças.

O primeira linha *KAOS* indica que $[0.5, 1.0]$ foi a faixa aprendida para o *valor* e quem ensinou foi *Ale*, numa instância de grupo *G73*, executando uma instância de esquema *v1*; ainda, *Ale* estava como *professor* e executando uma missão *m2*. A situação teve lugar “dez anos atrás”, no ano 2000 e o resultado de esquema *v1* foi considerado muito satisfatório por *João* (vide o valor 0.8) embora *João* não a considerou realmente importante (somente 0.3). Como este é o primeiro valor de *KAOS*, considerando a data, este foi o primeiro *valor* aprendido por *João* para este atributo, no qual ele continuou acreditando por três anos, até que *Dina* o “ensinou” corretamente (algo muito importante para *João*, como o valor de importância de 1.0 indica na segunda linha *KAOS*).

A primeira linha *Access* indica que *qualquer* agente desempenhando *qualquer* papel de *qualquer* instância do tipo de grupo *docentes* terá acesso ao *valor* do atributo. O mesmo vale para *Pedro*, desde que ele seja *assistente* na instância de grupo *G5* (uma instância do tipo de grupo *turma*) como indica a segunda linha *Access*.

5. Raciocínio

Embora necessário, o mecanismo apresentado é inútil sem uma estratégia de raciocínio que irá depender da mente do agente. Uma ontologia à qual este tipo de informação foi adicionada é *organizacionalmente situada*. Na verdade, as facetas definidas permitem processar informação num nível de detalhe que pode ir além da granularidade de uma especificação organizacional no *MOISE*⁺. Isto é feito de forma a permitir a manipulação de situações que podem aparecer no nível de agentes, *i.e.*, de instâncias.

Um exemplo de tal estratégia aparece na fig. 3. Duas possíveis construções mentais do agente *João* são mostradas. A tabela representa parte das informações concernentes às *suas* representações das situações organizacionais nas quais participou (com as suas impressões sobre os agentes *Zeca*, *Pedro* e *Maria*). *O_{João}* é a ontologia completa de *João*, a *sua* representação do seu próprio conhecimento. Usando as facetas definidas, *João* tem agora diversas formas de aceder à sua (de outra forma “monolítica”) ontologia *O_{João}*. Caso alguém pergunte a ele sobre “castelhano”, e ele pense que o seu

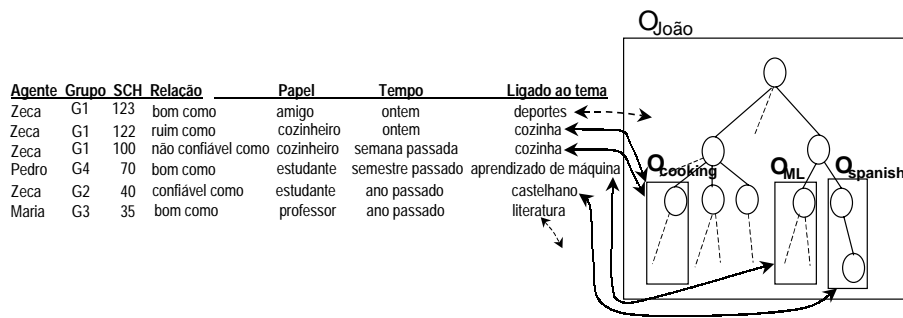


Figura 3: Um agente *João* raciocinando sobre outros agentes num contexto organizacional e relacionando-os a partes da sua ontologia $O_{João}$.

conhecimento de castelhano (indicado por $O_{spanish}$ e fazendo parte de $O_{João}$) não é suficiente para uma situação, ele poderá procurar agora entre os seus conhecidos aqueles que se mostraram capacitados (digamos acessando os i_k , o_k ou a_k) quando do uso ($KUOS$) e/ou da aquisição ($KAOS$) de conhecimento sobre castelhano. A coluna “relação” da figura pode ser substituída pelos parâmetros das facetas definidas (e.g., i_k , o_k ou a_k).

6. COMMUNET: um SMA *peer-to-peer* para troca de informações

Para conseguir informação as pessoas geralmente usam as suas redes de contatos. Sistemas *peer-to-peer* podem ser utilizados como infraestrutura computacional para disponibilizar diversos serviços nessas redes, como localização de informações, recursos e especialistas. Os sistemas *peer-to-peer* existentes não consideram explicitamente o contexto organizacional dos contatos, nem ontologias individuais. A adoção do enfoque aqui proposto, em agentes autônomos num SMA aberto e distribuído *peer-to-peer*, pode levar a formas de colaboração mais amplas entre os membros de uma comunidade na Internet.

A ontologia situada de um agente pode auxiliá-lo a descobrir grupos de interesse e eventualmente papéis nos mesmos, a verificar a reputação de outros agentes e a gerenciar recursos individuais baseados nela, ou a traçar a dinâmica do conhecimento em grupos diversos. Vários aspectos comportamentais, grupais e subjetivos, podem ser investigados, como: adoção, modificação, substituição, ou rejeição de conceitos, interrelação de conceitos em grupos diferentes, etc. Ainda, o uso de ontologias situadas por agentes imersos numa rede social [Travers and Milgram, 1969] poderia ser uma valiosa ferramenta para estudar a gênese de papéis sociais.

Isto posto, o enfoque apresentado foi aplicado no sistema COMMUNET, um SMA *peer-to-peer* dedicado à troca de informações num ambiente comunitário. A rede social do usuário é considerada como ponto de partida para atribuir grupos e papéis sociais a contatos. Uma suposição fraca, quando comparada a enfoques que usam organizações, baseadas mormente em equipes amarradas através de processos. Cada agente é dedicado a um usuário. Inicialmente, o agente processa os documentos e tenta mapear quais são os conceitos usados numa ontologia geral, denominada ODP¹, usando um vocabulário selecionado para cada conceito. Tal ontologia é necessária inicialmente, pois agentes convergem para uma ontologia comum somente através de interações [Steels, 1998]. Para

¹Foi escolhida a ontologia do Projeto *Open Directory* (ODP), disponível em www.dmoz.org

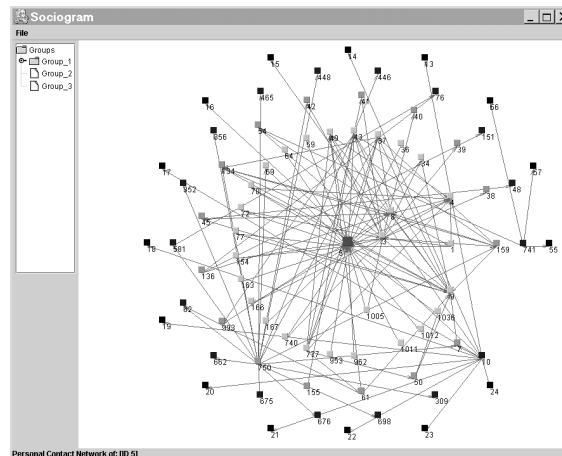


Figura 4: Uma rede pessoal (*sociograma*) real automaticamente construída por um agente COMMUNET.

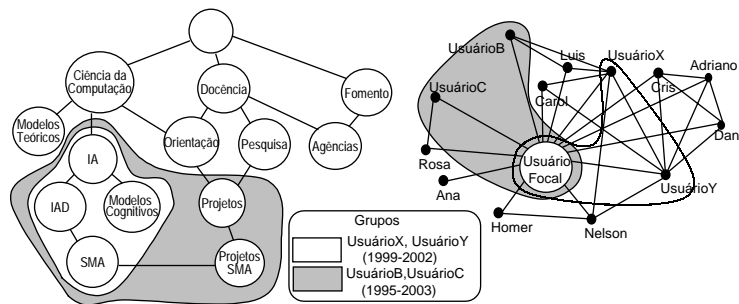


Figura 5: Áreas de interesse de dois grupos, referenciando períodos distintos, como subconjuntos da ontologia *situada* de um usuário focal (à esquerda) e como contatos na sua rede social (à direita).

cada conceito, um conjunto de páginas HTML é previamente escolhido como exemplo, para extrair um vocabulário representativo através de técnicas de sumarização automática. Cada agente inicia contando com a ontologia ODP e o vocabulário extraído para cada conceito. Após reconstruir a rede pessoal do usuário(vide fig. 4) baseado nas suas mensagens de *e-mail*, tenta mapear os conceitos que aparecem neles (e nos documentos) e os contatos relacionados. Usando as facetas definidas e os dados da rede pessoal, o agente pode ter um quadro aproximado das relações entre os conhecimentos do usuário e os seus contatos sociais (vide fig.5). Para completar a instalação, o agente interage com o usuário para confirmar as entidades organizacionais existentes e obter as permissões de grupos/agentes. O agente possui uma interface que permite ao usuário consultar várias máquinas de busca de propósito geral. Ao mesmo tempo, a consulta é comparada aos conceitos da ontologia, recomendando arquivos e contatos obtidos com outros agentes de forma *peer-to-peer*.

Como cada agente é autônomo, a privacidade do conhecimento do usuário é mantida intacta, não sendo relaxada para além dos limites armazenados na faceta de acessibilidade. Um passo posterior permitirá a agentes, cujos usuários mudaram as suas ontologias, publicá-las e negociar mudanças nos conceitos ligados a grupos que os partilham.

7. Conclusões

Este artigo apresentou um modelo que auxilia a interligar diferentes visões de mundo quando agentes interagem para usar e compartilhar conhecimentos em SMA, referenciando-os através de informação organizacional. Embora existam alguns trabalhos correlatos [Lacher and Groh, 2001, Schwartz and Te'eni, 2000], nenhuma das estratégias conhecidas enfoca a dimensão organizacional dos conceitos como parte de agentes autônomos imersos em SMA abertos. Ainda, a reputação dos agentes [Pujol et al., 2002] pode ser melhor explorada. A sobrecarga imposta pela extensão fornece como retorno a possibilidade de raciocinar simultaneamente sobre organizações e representações explícitas de conhecimento, numa forma não disponível anteriormente.

Referências

- Chaudhri, V., Farquhar, A., Fikes, R., Karp, P., and Rice, J. (1998). OKBC: A programmatic foundation for knowledge base interoperability. In *AAAI-98*.
- Guarino, N. (1997). Formal ontological distinctions for information organization, extraction, and integration. In *Information Extraction: A Multidisciplinary Approach to an Emerging Inf. Technology. LNAI 1299*. M. T. Pazienza(ed). Springer.
- Hubner, J. F., Sichman, J. S., and Boissier, O. (2002). A Model for the Structural, Functional and Deontic Specification of Organizations in Multi-Agent Systems. In *Proceedings of the SBIA'02 Conference. LNCS 2507*, Springer.
- Lacher, M. S. and Groh, G. (2001). Facilitating the exchange of explicit knowledge through ontology mappings. In *Proc. of the 14th FLAIRS Conference*. AAAI Press.
- Lavabre, M.-C. (2000). For a sociology of collective memory. In *CNRS Cross-disciplinary Encounters: Memories*. <http://www.cnrs.fr/cw/en/pres/memoire>.
- Pujol, J., Sanguesa, R., and Delgado, J. (2002). Extracting Reputation in Multi Agent Systems by Means of Social Network Topology. In *AAMAS 2002*.
- Schwartz, D. G. and Te'eni, D. (2000). Tying Knowledge to Action with kMail. *IEEE Intelligent Systems*, 15(3):33–39.
- Sichman, J. and Conte, R. (1998). On personal and role mental attitudes: A preliminary dependence-based analysis. In *Proc. of the SBIA'98 Conference*.
- Sichman, J., Conte, R., Demazeau, Y., and Castelfranchi, C. (1994). A social reasoning mechanism based on dependence networks. In *11th ECAI Proceedings*. T. Cohn(ed.).
- Steels, L. (1998). The origin of ontologies and communication conventions in multi-agent systems. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 1(2):169–194.
- Tamma, V. and Bench-Capon, T. (2001). A conceptual model to facilitate knowledge sharing in multi-agent systems. In *OAS 2001 Workshop Proc.*, pages 69–76. Canada.
- Travers, J. and Milgram, S. (1969). An Experimental Study of the Small World Problem. *Sociometry*, 32(4):425–443.
- Wache, H., Vögele, T., Visser, U., Stuckenschmidt, H., Schuster, G., Neumann, H., and Hübner, S. (2001). Ontology-based integration of information - a survey of existing approaches. In *IJCAI Workshop on Ontologies and Information Sharing*.