

Um estudo sobre alinhamento de ontologias no domínio de reputação de agentes

Marcos Inky Tae e Anarosa A F Brandão

Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais
Escola Politécnica - Universidade de São Paulo (USP)
São Paulo – SP – Brasil

Abstract. *Nowadays, the role of open and distributed systems is gaining an increasing importance within the society. Such systems may consist of dynamic environments populated by organized and cognitive entities, also known as open multiagent systems. In order to achieve the social control in such systems, some strategies that are adopted may raise some issues related to interoperability among agents that interact about reputation. The SOARI architecture deals with the semantic interoperability during interaction about reputation, but it adopts a semi-automatic approach to align the ontologies that describe heterogeneous reputation models. In this work we describe results about the viability analysis of adopting an automatic approach to align ontologies in the SOARI architecture.*

Resumo. *Atualmente observamos a crescente dependência da sociedade em relação aos sistemas abertos e distribuídos, que podem ser representados por ambientes físicos e dinâmicos populados por redes de entidades cognitivas auto-organizadas, os sistemas multiagentes (SMAs) abertos. Estratégias adotadas para o controle social em SMAs abertos levantam questões relacionadas a interoperabilidade no domínio de reputação de agentes. A arquitetura SOARI tratou este problema adotando uma abordagem semi-automática para o alinhamento de ontologias sobre reputação de agentes. Neste trabalho descrevemos os resultados da análise de viabilidade de automatização completa do mapeamento de ontologias para a arquitetura SOARI.*

1. Introdução

Atualmente observamos a crescente dependência da sociedade em relação aos sistemas abertos e distribuídos, os quais podem ser definidos como sistemas computacionais que representam ambientes físicos e dinâmicos populados por redes de entidades cognitivas auto-organizadas (Fredriksson and Gustavsson, 2003). Por suas características, pode-se dizer que sistemas multiagentes (SMAs) abertos são soluções naturais para o desenvolvimento deste tipo de sistemas (Luck et al, 2005).

Como decorrência natural surgem questões relacionadas à forma de auto-organização em SMAs abertos, assim como ao seu controle social, tendo em vista o trânsito dos agentes nestes sistemas. Algumas delas estão fortemente ligadas ao conceito de interoperabilidade, que pode ser definida como a habilidade de troca e compartilhamento de informações entre dois ou mais sistemas ou componentes (IEEE, 1991). Para haver tal troca e compartilhamento, estes sistemas ou componentes devem ser capazes de acessar, processar e interpretar a informação. Isto significa que assuntos relacionados à heterogeneidade entre estes sistemas ou componentes podem comprometer as atividades que devem ser executadas para atingir interoperabilidade. Tais

atividades são atividades de integração e podem ser classificadas relativamente a três dimensões: estrutural, sintática e semântica. Neste trabalho o foco recai sobre a integração semântica, que se refere à resolução de conflitos semânticos entre fontes de informações heterogêneas. Mais especificamente, nosso interesse está na análise de viabilidade da adoção de uma solução totalmente automatizada para tratar a interoperabilidade semântica durante interações entre agentes cognitivos no domínio de reputação.

Em sistemas abertos, onde os agentes podem entrar e sair a qualquer tempo, a possibilidade de interação expõem tais sistemas a riscos como, por exemplo, a tomada de decisão baseada em informações fornecidas por agentes desconhecidos ou maldosos.

Para tratar este tipo de problema em SMAs, foram criados vários modelos computacionais para avaliar a reputação de agentes (Huynh et al, 2004; Muller and Vercouter, 2008; Mui et al, 2002; Sabater and Sierra, 2002; Sabater et al, 2006) como critério para a tomada de decisão sobre a participação ou não dos agentes nas interações sociais. Esta proliferação de modelos de reputação de agentes e a heterogeneidade inerente a isso trouxe consigo o problema da interoperabilidade entre modelos de reputação de agentes. Neste caso, a questão é focada na interação entre agentes cognitivos cujos modelos internos de reputação são distintos, quando seus interesses recaem na avaliação da reputação de outros agentes.

Uma solução possível para este problema foi proposta através da arquitetura SOARI (Nardin et al, 2008a; Nardin et al, 2008b; Nardin et al, 2008c; Nardin, 2009). Trata-se de uma arquitetura orientada a serviços baseada no uso de uma ontologia comum de domínio (FORe) (Casare and Sichman, 2005a; Casare and Sichman, 2005b) como interlíngua, que permite a interação sobre reputação entre agentes que utilizam modelos de reputação distintos. Porém, agentes SOARI usam uma abordagem semi-automática para o mapeamento dos conceitos oriundos de ontologias que descrevem outros modelos de reputação e a FORe.

Neste trabalho apresentamos uma análise de viabilidade da adoção de uma abordagem completamente automática para o mapeamento entre conceitos de ontologias que descrevam modelos de reputação e a FORe em agentes SOARI. Nele foram estendidas e consolidados os resultados apresentados em (Tae and Brandão, 2011).

O artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 descrevemos algumas soluções para tratar o problema de interoperabilidade semântica no domínio de reputação de agentes; na seção 3 descrevemos algumas ferramentas para alinhamento de ontologias, Alignment API (Euzenat et al, 2011), Lily (Wang and Xu, 2009) e RiMOM (Wang et al, 2010). Na seção 4 apresentamos as ontologias descrevendo dois modelos de reputação, Repage (Sabater et al, 2006) e Typology of Reputation (Mui et al, 2002), desenvolvidas para realizar o mapeamento automático, seguidos, na seção 5, pela apresentação dos resultados destes mapeamentos. Finalmente, na seção 6 apresentamos a partir de uma análise qualitativa, as conclusões sobre a possibilidade de adoção de abordagem automática de mapeamento em agentes SOARI.

2. Interoperabilidade semântica no domínio de reputação de agentes

Um dos primeiros trabalhos a tratar do problema de interoperabilidade entre modelos de reputação de agentes foi a proposição de uma ontologia funcional de reputação (FORe) (Casare and Sichman, 2005a; Casare and Sichman, 2005b). FORe "subsumia" grande parte das ontologias que representavam os modelos de reputação existentes, podendo então ser adotada como um

vocabulário comum no domínio de reputação de agentes, seguindo a abordagem híbrida proposta em (Visser et al, 2000). Tal abordagem, esquematizada na Figura 1, pressupõe que cada agente tenha sua própria ontologia, porém o vocabulário usado pelas ontologias dos agentes sejam concordantes com o vocabulário da ontologia comum.

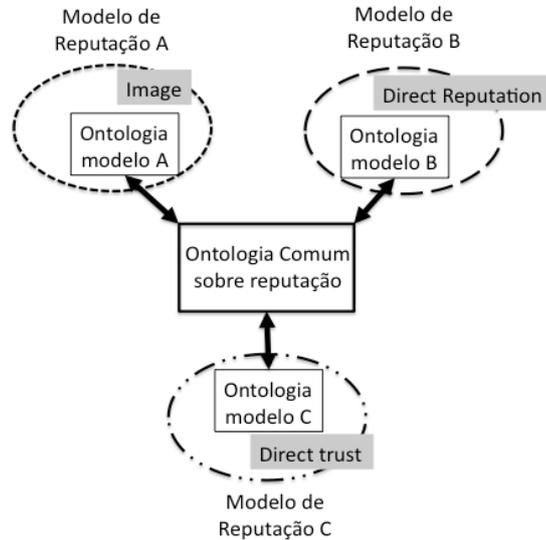


Figura 1: Modelo Híbrido para tratar interoperabilidade semântica

A arquitetura SOARI foi definida a partir da extensão da proposta de uma arquitetura geral para interação semântica sobre reputação (Vercouter et al, 2007, Brandão et al, 2007a, Brandão et al, 2007b), onde era previsto o uso da FORe como vocabulário comum para tratar o problema de interoperabilidade semântica no domínio de reputação de agentes. SOARI é adota uma abordagem orientada a serviços e é esquematizada na Figura 2. Nela observamos que o mapeamento entre conceitos das ontologias é feito por um serviço externo ao agente, evitando sobrecarga de processamento internamente ao agente e mantendo o sigilo sobre os modelos internos de reputação dos agentes envolvidos nas interações. O mapeamento, ou alinhamento de ontologias identifica, entre ontologias distintas, quais são os conceitos equivalentes ou similares, dependendo do grau de confiança associado.

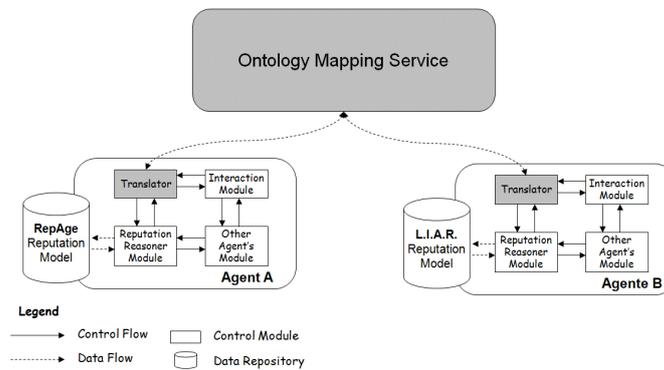


Figura 2: Arquitetura SOARI (fonte Nardin et al, 2008c)

Experimentos demonstraram que agentes SOARI identificam mais rapidamente agentes com má reputação, durante interações sobre reputação, quando comparados a agentes que não fazem uso

de semântica durante as interações (Nardin et al, 2011). Assim, a extensão da arquitetura para que o serviço de mapeamento seja completamente automático facilitaria sobremaneira sua adoção pelo mercado.

3. Ferramentas para alinhamento de ontologias

Tendo em vista a automação do alinhamento de ontologias na arquitetura SOARI, foram estudadas algumas ferramentas para alinhamento de ontologias, sendo dada uma breve descrição de cada uma delas.

A ferramenta Alignment API (Euzenat et al, 2011) é um conjunto de ferramentas que oferece funcionalidades de alinhamento, acesso, descrição e compartilhamento de alinhamentos de ontologias. É implementada em Java, onde cada classe API oferece implementações básicas para armazenamento, manipulação e comparação de alinhamentos, inclusive com possibilidade de escolha de algoritmos de mapeamento e geração pré-processadas de saídas. Provê suporte abstrato para acessar uniformemente parte da ontologia que pode ser útil para os algoritmos de mapeamento, através do OntoWrap e métricas para o cálculo de similaridades entre conceitos de ontologias distintas, através do OntoSim. Além disso, também disponibiliza uma linguagem para descrição de alinhamentos, chamada EDOAL (Expressive and Declarative Ontology Alignment Language), elaborada para capturar mais precisamente correspondências entre entidades ontológicas.

Lily (Wang and Xu, 2009) é um sistema de alinhamento que adota estratégias híbridas para executar o alinhamento de ontologias. Possui quatro funções principais: (i) método genérico para alinhamento de ontologias, usado para ontologias de pequeno porte; (ii) método de alinhamento para ontologias de grande porte; (iii) método de alinhamento semântico de ontologias, usado para descobrir relações semânticas entre ontologias; e (iv) depuração de alinhamentos de ontologias, usado para melhorar os resultados dos alinhamentos. Sua interface gráfica permite ao usuário selecionar as ontologias a serem alinhadas, assim como o alinhamento de referencia a ser adotado. A partir destas informações é feito o alinhamento e calculada a qualidade do mesmo, conceito a conceito.

RiMOM (Wang et al, 2010) é um sistema para alinhamento dinâmico de ontologias usando várias estratégias de alinhamento. O sistema pode combinar várias estratégias dinamicamente para gerar alinhamentos cujos resultados se beneficiem da combinação de estratégias. Consiste de três camadas: (i) a camada de interface, que implementa a interface gráfica que permite a interação do usuário com o sistema e personalização do procedimento de alinhamento; (ii) a camada de tarefa, que armazena os parâmetros para as tarefas de alinhamento e controla a execução do processo; e (iii) camada de componentes, que engloba cinco grupos de componentes executáveis (pré-processador, alinhador, agregador, pós-processador e avaliador), que são instanciados e executados pelo usuário.

4. Modelos de reputação de agentes e respectivas ontologias

Os modelos de reputação de agentes usados neste trabalho foram Repage (Sabater et al, 2006) e Typology of Reputation (Mui et al, 2002), pois os mesmos já dispunham de ontologias descritas seguindo o vocabulário comum proposto pela FORe. Como não foram encontradas outras descrições usando ontologias para os modelos adotados, a estratégia adotada neste trabalho foi construir ontologias para descrever os modelos partindo do zero, sem conhecimento prévio do

vocabulário comum da FORe. Em (Tae and Brandão, 2011) apresentamos versões iniciais das ontologias bem como os resultados dos alinhamentos obtidos entre cada ontologia e a FORe.

O modelo Repage é baseado em dois conceitos principais: Imagem e Reputação. Imagem é definida como sendo uma avaliação de crença, que é formada a partir da informação adquirida pelo agente por experiência própria ou por imagens propagadas por terceiros. Reputação é definida como sendo uma crença sobre a existência de uma avaliação transmitida, que pode não representar, necessariamente, a verdade. Trata-se de uma meta-crença, baseada no valor de reputação transmitido anonimamente numa rede social da qual o agente que se avalia a reputação faz parte.

O modelo Typology foi construído tendo como base uma tipologia de vários modelos de reputação classificando-a, inicialmente como individual ou global. São dez conceitos distintos organizados hierarquicamente, como pode ser visualizado na Figura 3.

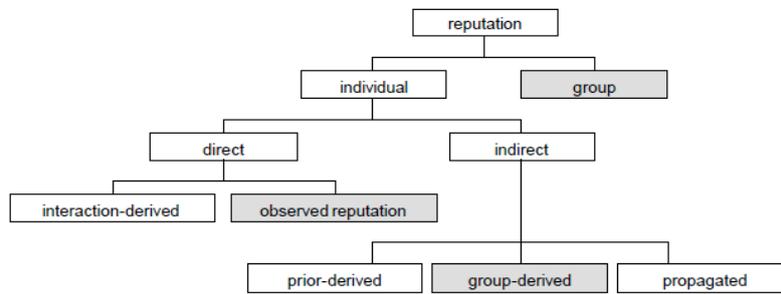


Figura 3: Typology of Reputation (fonte (Mui et al, 2002))

As ontologias desenvolvidas para os modelos e apresentadas em (Tae and Brandão, 2011) foram refinadas tendo em vista o melhor entendimento de ambos os modelos pelo desenvolvedor e os resultados desencorajadores dos alinhamentos produzidos. Assim, introduziu-se alguns conceitos e relacionamentos em ambas ontologias. Na Figura 4 observa-se a taxonomia e relações das ontologias usadas em (Tae and Brandão, 2011).

A Figura 5 mostra um *snapshot* da ontologia Repage após o refinamento. Sua estrutura foi revista, sendo os conceitos *Reference*, *Identified* e *Unidentified* suprimidos e os conceitos *Image*, *Reputation*, *SharedEvaluation* e *SharedVoice* passaram a ser subconceitos do novo conceito *Evaluation*. Novos relacionamentos também foram incluídos com o intuito de prover a ontologia com mais detalhes que pudessem, eventualmente, auxiliarem os alinhadores.



Figura 4: Ontologias antes do refinamento: Repage (a) e Typology of Reputation (b)

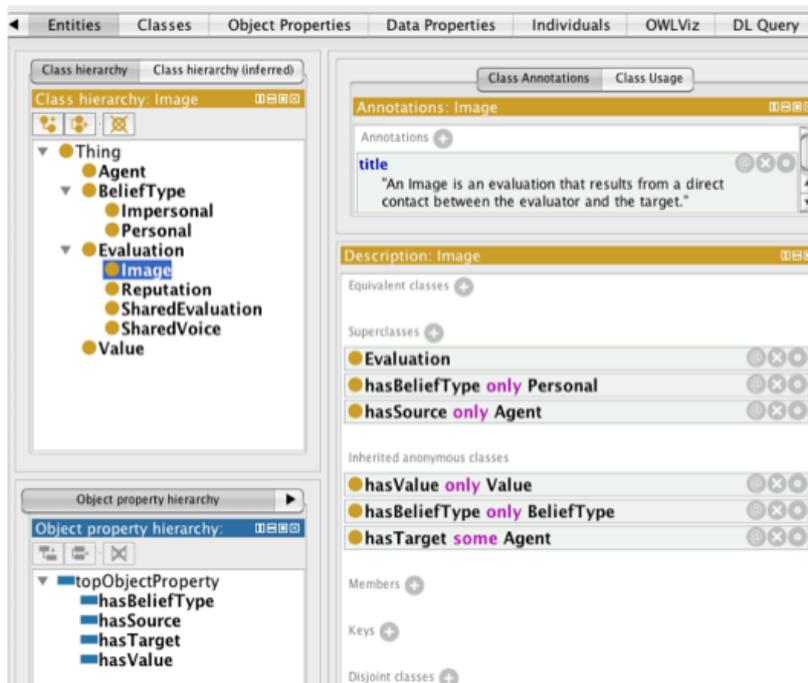


Figura 5: Ontologia Repage refinada

A Figura 6 mostra um snapshot da ontologia Typology, onde também pode ser observada a inclusão de novos conceitos e relacionamentos, como *InformationSource*, *InteractionType* e respectivos subconceitos.

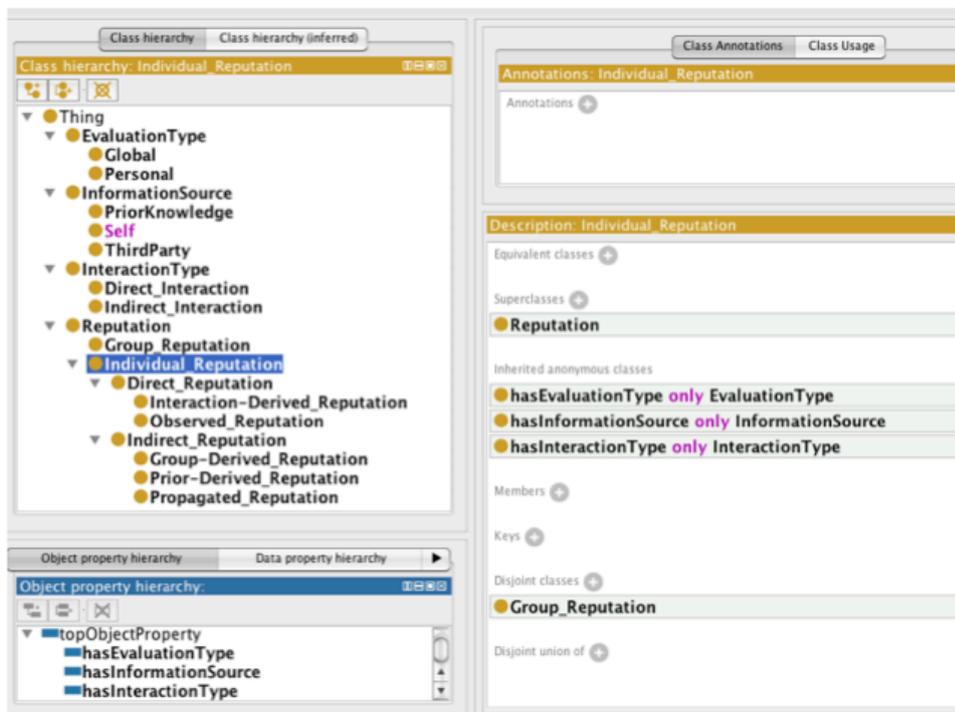


Figura 6: Ontologia Typology refinada

5. Alinhamentos obtidos

Por motivos de espaço, são apresentados apenas os alinhamentos obtidos usando a ferramenta Lily nas tabelas 1 e 2. Das tabelas constam, na primeira coluna da esquerda, os conceitos da ontologia que se pretende alinhar, na segunda coluna, os conceitos correspondentes na ontologia FORe após o alinhamento. A terceira coluna indica a confiança avaliada pelo sistema de alinhamento e atribuída ao alinhamento entre entidades correspondentes de cada linha e a última coluna apresenta a opinião de um especialista do domínio sobre a exatidão ou não do alinhamento.

Tabela 1: Alinhamento realizado entre Repage e FORe usando Lily

Repage	FORe	Confiança	Especialista do domínio
BeliefType	Agent	0.5	Não
Impersonal	GroupOfReputation	0.4715	Não
Personal	Individual	0.4971	Não
Entity	NonAgent	0.4643	Não
Agent	IndividualReputation	0.2114	Não
SetOfAgents	TransmitterReputation	0.0676	Não
Evaluation	ReputationEvaluationProcess	0.1372	Não
Image	ActivityReputation	0.0354	Não
Reputation	GroupReputation	0.2097	Não
SharedEvaluation	EvaluatorRole	0.069	Não
SharedVoice	ReputationType	0.0187	em termos
Value	ValuePartition	0.1037	Não
hasBeliefType	isReputationOf	0.5482	Não
hasSource	isInformationSourceOf	0.3333	OK
hasTarget	hasResponsabilityAssignmentBy	0.5912	Não
hasValue	hasOutput	0.1799	em termos
isBeliefTypeOf	hasReputation	0.5938	Não
isSourceOf	hasInformationSource	0.372	OK
isTargetOf	isResponsabilityAssignerFor	0.6086	Não
isValueOf	isOutputOf	0.166	em termos

Pela tabela 1 apresentada observa-se que a confiança atribuída aos alinhamentos obtidos entre as ontologias Repage e FORe usando Lily foi baixa, na maioria, considerando-se que ela varia no intervalo $[0,1]$. Além disso, de acordo com o especialista do domínio, apenas dois alinhamentos foram considerados corretos e três aceitáveis, num universo de vinte possíveis.

Tabela 2: Alinhamento realizado entre Typology e FORe usando Lily

Typology	FORe	Confiança	Especialista do domínio
EvaluationType	ReputationEvaluationProcess	0.0476	Não
Global	Observation	0.1619	OK
Personal	DirectExperience	0.1514	OK
InformationSource	InformationSource	0.1874	OK
Self			
PriorKnowledge	Prejudice	0.1172	OK
ThirdParty	SecondHandInformation	0.0925	OK
InteractionType	ReputationType	0.2751	Não
Direct_Interaction			
Indirect_Interaction	GroupInheritance	0.0327	OK
Reputation	TargetRole	0.0916	Não
Group_Reputation	GroupReputation	0.1692	em termos
Individual_Reputation	IndividualReputation	0.2416	OK
Direct_Reputation	PrimaryReputation	0.4223	OK
Interaction-Derived_Reputation	DirectReputation	0.5258	OK
Observed_Reputation	ObservedReputation	0.5859	OK
Indirect_Reputation	SecondaryReputation	0.3122	OK
Group-Derived_Reputation	StereotypedReputation	0.1514	em termos
Prior-Derived_Reputation	CollectiveReputation	0.3337	em termos
Propagated_Reputation	PropagatedReputation	0.4223	OK
Target	TargetBehavior	0.1081	Não
Value	ValuePartition	0.0941	Não
hasEvaluationType	isReputationOf	0.2584	Não
hasInformationSource	isInformationSourceOf	0.7054	OK
hasInteractionType			
hasTarget	hasResponsibilityAssignmentBy	0.3778	Não
hasValue	hasOutput	0.1427	em termos
isEvaluationTypeOf	hasReputation	0.4351	Não
isInformationSourceOf	hasInformationSource	0.6914	OK

isInteractionTypeOf			
isTargetOf	isReponsabilityAssignerFor	0.4636	Não
isValueOf	isOutputOf	0.1429	em termos

Novamente observou-se que a confiança atribuída aos alinhamentos obtidos entre as ontologias Typology e FORe usando Lily foi baixa, na maioria, tendo inclusive media menor que a obtida pelo alinhamento (Repage, FORe). Além disso, algumas entidades simplesmente não obtiveram correspondentes na FORe. Apesar dos resultados, a opinião do especialista do domínio mostra que o alinhamento foi bem sucedido pois foi correto em 42% dos casos (14/33) e aceitável em 15% dos casos (5/33).

Foram realizados alinhamentos com a ferramenta Alingment API, com resultados cuja qualidade avaliada pelo especialista do domínio foi classificada como inferior à apresentada pelos alinhamentos realizados usando Lily.

6. Conclusões e trabalhos futuros

Os alinhamentos realizados indicam que as ferramentas para alinhamento de ontologias usadas mostraram-se pouco eficientes para realizar o mapeamento de conceitos de ontologias no domínio de reputação de agentes.

Acreditamos que este resultado se deve, principalmente, ao fato de que as ontologias são usadas em sua essência durante as interações entre os agentes, uma vez que não é feito uso de instancias de conceitos durante a troca de mensagens envolvendo reputação entre agentes SOARI. Assim, a falta de instancias de conceitos que poderiam melhor alimentar os algoritmos de alinhamento pode ter sido determinante para a baixa confiança nos alinhamentos obtidos.

Outras ferramentas de alinhamento podem ser analisadas, como por exemplo AgreementMaker (), porém uma análise preliminar sobre a forma como foi implementado o mapeamento na ferramenta indica que a falta de instancias dos conceitos das ontologias que descrevem os modelos de reputação deve levar a soluções parecidas com as apresentadas neste trabalho.

Até o momento podemos afirmar que a solução semi-automática proposta pela arquitetura SOARI provê melhores resultados que as soluções automáticas pesquisadas.

Agradecimentos

Este trabalho é resultado de projeto apoiado pela FAPESP, processo 2010/20620-5 e pelo CNPq, através do programa PIBIC-USP, processo 146339/2011-8.

7. Referencias

(Brandão et al, 2007a) Brandão, A. A. F. ; Vercouter, L. ; Casare, S. J. ; Sichman, J.S. . Extending the ART Testbed to Deal with Heterogeneous Agent Reputation Models. In: Trust n Agent Societies -TRUST Workshop at Sixth Intl. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2007, Honolulu. W20: trust in Agent Societies (TRUST) - May 15th 2007, 2007. v. 1. p. 07-13.

(Brandão et al, 2007b) Brandão, A. A. F. ; Vercouter, L. ; Casare, S. J. ; Sichman, J.S. . Exchanging Reputation Values among Heterogeneous Agent Reputation Models: An Experience on ART Testbed. In: Sixth Intl. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2007, Honolulu. Proceedings of

- the Sixth Intl. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems. Nagar : IFAAMAS, 2007. v. 1. p. 1307-1309.
- (Casare and Sichman, 2005a) Casare, S. and Sichman, J. Towards a functional ontology of reputation. In Proc. 4th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS'05), Utrecht – The Netherlands, July 2005a.
- (Casare and Sichman, 2005b) Casare, S. and Sichman, J. Using a functional ontology of reputation to interoperate different agent reputation models. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 11(2):81–94, 2005b. (Euzenat et al, 2011) David, J., Euzenat, J. Scharffe, F., dos Santos, C.T. (2011) *The Alignment API 4.0 Semantic Web Vol 2, 1*, IOS Press, <http://dx.doi.org/10.3233/SW-2011-0028>
- (Fredriksson and Gustavsson, 2003) Fredriksson, M and Gustavsson, R. Quality of service in network-centric warfare and challenges in open computational systems engineering. In *Proceedings of 20th International Workshop on Enabling technologies: Infrastructure for collaborative enterprises (WETICE)*, 2003.
- (Huynh et al, 2004) Huynh, T. D., Jennings, N. R., Shadbolt, N., 2004. Fire: An integrated trust and reputation model for open multi- agent systems. In: *16th European Conference on Artificial Intelligence*. pp. 18–22. URL <http://eprints.ecs.soton.ac.uk/9559/>
- (IEEE, 1991). *IEEE standard computer dictionary: a compilation of IEEE standard computer glossaries*. IEEE Computer Society Press, New York, USA.
- (Luck et al, 2005) Luck, M., McBurney, P., Shehory, O. and Willmott, S. *Agent Technology: Computing as Interaction (A Roadmap for Agent Based Computing)*. AgentLink, 2005.
- (Mui et al, 2002) Mui L.; A. Halberstadt; M. Mohtashemi. *Notions of Reputation in Multi-Agents Systems: A Review*. In: *Proceedings of 1st International Joint Conference on Autonomus Agents and Multi-agent Systems.AAMAS'02*, July 15-19, 2002, Bologna, Italy.
- (Muller and Vercouter, 2008) Muller, G., Vercouter, L., 2008. *L.i.a.r. achieving social control in open and decentralised multi-agent systems*. Tech. rep. , Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, Saint-Etienne, France.
- (Nardin et al, 2008a) Nardin, L.G., Brandão, A.A.F., Sichman, J. and Vercouter, L. An ontology mapping service to support agent reputation models interoperability, In *Proceedings of the TRUST in Agent Societies Workshop at AAMAS'2008*, Estoril, Portugal, 2008.
- (Nardin et al, 2008b) Nardin, L.G. ; Brandão, A. A. F. ; Sichman, J.S. ; Vercouter, L. A Service-Oriented Architecture to Support Agent Reputation Models Interoperability. In: *3rd Workshop on Ontologies and their Applications (WONTO 2008)*, 2008, Salvador. *Proceedings of the 3rd Workshop on ontologies and their applications (WONTO 2008)*, 2008. v. 427.
- (Nardin et al, 2008c) Nardin, L.G. ; Brandão, Anarosa A.F. ; Sichman, J.S. ; Vercouter, L. . SOARI: A Service Oriented Architecture to Support Agent Reputation Models Interoperability. In: Rino Falcone; Suzanne K. Barber; Jordi Sabater-Mir; Munindar P. Singh. (Org.). *Trust in Agent Societies 11th*

International Workshop, TRUST 2008, Estoril, Portugal, May 12-13, 2008 - Revised Selected and Invited Papers. Berlin: Springer, 2008, v. 5396, p. 292-307.

(Nardin et al, 2009) Nardin, L.G. ; MULLER, G. ; Brandão, Anarosa A.F. ; Vercouter, L.; Sichman, J.S. . Effects of expressiveness and heterogeneity of reputation models in the ART-Testbed: Some preliminary experiments using the SOARI architecture. In: Workshop on Trust in Agent Societies, 2009, Budapest. Autonomous Agents and Multi Agent Systems 2009 (AAMAS-09) Workshop on, 2009. v. 1. p. 1-12.

(Nardin, 2009) Nardin, L.G. Uma arquitetura de apoio à interoperabilidade de modelos de reputação de agentes. 2009. Dissertação de Mestrado (Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo.

(Nardin et al, 2011) Nardin, L.G., Brandão, A.A.F., Sichman, J.S.. Experiments on semantic interoperability of agent reputation models using the SOARI architecture. Engineering Applications of Artificial Intelligence (2011),doi:10.1016/j.engappai.2011.05.004

(Sabater et al, 2006) Sabater-Mir, J., Paolucci, M., Conte, R., 2006. Repage: Reputation and image among limited autonomous partners. Journal of Artificial Societies and Social Simulation 9 (2). URL <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/9/2/3.html>

(Sabater and Sierra, 2002) Sabater-Mir, J., Sierra, C., 2002. Social regret, a reputation model based on social relations. SIGecom Exch. 3 (1), 44–56

(Tae and Brandão, 2011) Tae, M.I. and Brandão, A.A.F. Towards automating ontologies alignment to support autonomous agent's interaction about reputation. In: Anais do II CBSOFT: Congresso Brasileiro de Software: teoria e Prática, II Workshop on Autonomous Software Systems – AutoSoft 2011, vol 10, pp 90-100.

(Vercouter et al, 2007) Vercouter, L.; Casare, S. J. ; Sichman, J.S. ; BRANDÃO, A. A. F. . An Experience on Reputation Models Interoperability based on a Functional Ontology. In: Twentieth International Joint Conference on Artificial Intelligence, 2007, Hyderabad. Proceedings of the 20th International Joint Conference on Artificial Intelligence - IJCAI 2007, 2007. p. 617-622.

(Visser et al, 2000) Visser, U., Stuckenschmidt, H., Wache, H., Vogege, T., 2000. Enabling technologies for interoperability. In: Visser, U., Pundt, H. (Eds.), Proceedings of the Workshop on the 14th International Symposium of Computer Science for Environmental Protection. TZI, Bonn, pp. 35–46.

(Wang and Xu, 2009) Wang, P., Xu, B., 2009. Lily: Ontology alignment results for oaei 2009. In: Proceedings of the ISWC 2009 Workshop on Ontology Matching. Vol. 551 of CEUR Workshop Proceedings. CEUR-WS.org, Linkping, Sweden, pp. 186–192.

(Wang et al, 2010) Wang, Z., Zhang, X, Hou, L., Zhao, Y., Li, J., Qi, Y. and Tang, J. (2010) RiMOM results for OAEI 2010, in Pavet et al (Eds) Proceedings of the 5th International Workshop on Ontology Matching (OM-2010) collocated with the 9th International Semantic Web Conference (ISWC-2010), Shanghai, China, November 7, 2010., CEUR Workshop Proceedings, vol. 689 <http://ceur-ws.org/Vol-689/>