

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE AUTOMAÇÃO E SISTEMAS**

Tiago Luiz Schmitz

**CRENÇAS DE GRUPO COMO INSTRUMENTO DE
FORMAÇÃO DA REPUTAÇÃO: UMA ARQUITETURA
BASEADA EM AGENTES E ARTEFATOS**

Florianópolis

2011

Tiago Luiz Schmitz

**CRENÇAS DE GRUPO COMO INSTRUMENTO DE
FORMAÇÃO DA REPUTAÇÃO: UMA ARQUITETURA
BASEADA EM AGENTES E ARTEFATOS**

Dissertação submetida ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia de
Automação e Sistemas para a obten-
ção do Grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Jomi F. Hüb-
ner

Coorientadora: Profa. Dra. Carine
G. Webber

Florianópolis

2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

S355c Schmitz, Tiago Luiz

Crenças de grupo como instrumento de formação da reputação [dissertação] : uma arquitetura baseada em agentes e artefatos / Tiago Luiz Schmitz ; orientador, Jomi Fred Hübner. - Florianópolis, SC, 2011.

90 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas.

Inclui referências

1. Engenharia de sistemas. 2. Reputação. 3. Wikipédia. 4. Ferramentas de busca na Web. I. Hubner, Jomi Fred. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas. III. Título.

CDU 621.3-231.2(021)

Para meus pais, Luiz e Lisana, minha
irmã, Luíza, e meus mestres que alimen-
taram meu cérebro e coração.

AGRADECIMENTOS

Era dezembro de 1999 e aquele guri novo que escutava sempre os mesmos versos transpassarem seus pensamentos: "... nem tão perto que eu possa tocar // nem tão longe que eu não possa crer que um dia chego lá... ". Onze anos e alguns meses depois estes versos ainda persistem na mente deste guri já não tão jovem.

Claro que o início e o fim é importante, mas é na viagem que tudo acontece. Viajar sozinho não tem graça e ninguém consegue seguir rumo sem uma mão amiga ajudando a guiar o barco nas noites sem estrelas. Este é o fim de uma jornada, uma fase, e muitas mãos foram necessárias para manter o rumo. Primeiramente, agradeço a minha família, em especial a meus pais e irmã que até hoje não sabem qual o nome do curso que eu faço, mas ainda assim me apoiam incondicionalmente. Neste ponto cabe dizer que a saudade é um veneno traiçoeiro que só se manifesta quando não há antídoto disponível.

Quando perdido no mar das ideias a mão experiente de um navegante que já singrou por essas águas é de grande valia ao aventureiro de primeira viagem. Muito injusto seria se não deixasse nestas poucas linhas um agradecimento a todos que foram meus professores. Em especial, ao Jomi e a Carine que de forma brilhante e dedicada me guiaram nesta jornada. Aos professores Cristian e Eugênio deixo minha gratidão pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

Quando eu digo que viajar sozinho é chato é porque viajar com amigos é muito bom. São eles que te fazem rir, oferecem um ombro amigo quando precisa chorar e aconselham nos momentos de dúvida, ou seja, fazem o papel da família quando esta não pode estar presente. Amigos são a família que a gente escolhe. Em especial, agradeço aos amigos que estão junto comigo na nau do mar das ideias, Cassiano, Edvandro, João Vitor, Gustavo e Riad.

Em qualquer história de aventura existe um termo de fé, esta não é diferente, agradeço a nossa Senhora de Caravaggio, pela força nos momentos em que fraquejei. Nestas linhas rôtas que contam um pouco da minha história personagens vieram e foram tornando-a única. A todos que participaram os meus sinceros agradecimentos, vocês tornaram a viagem maravilhosa.

*Mas não basta pra ser livre
Ser forte, aguerrido e bravo
Povo que não tem virtude
Acaba por ser escravo*

Hino Rio-grandense

RESUMO

A qualidade das interações entre agentes é um fator determinante na eficiência de um sistema multiagente. Uma importante ferramenta utilizada para melhorar a qualidade das interações é a reputação. Dentre os diversos modelos para a reputação, o modelo ForTrust destaca-se por sua excelente fundamentação teórica. Este modelo ainda não tem uma validação feita por meio de implementação e experimentação, carecendo inclusive de uma arquitetura computacional que o viabilize. Nesta direção, o presente trabalho apresenta uma arquitetura de implementação para o ForTrust usando a abordagem de Agentes e Artefatos. Nela, artefatos são estruturas passivas e orientadas a funções compartilhadas por um grupo de agentes como mecanismo de cooperação e coordenação na formação da reputação. A proposta de tais artefatos é demonstrada em alguns estudos de caso, em especial no auxílio dos patrulheiros da Wikipédia. A arquitetura apresentada neste trabalho se mostra de fácil utilização uma vez que obedece a uma série de requisitos específicos observados. Seu funcionamento é corroborado pela sua implementação no auxílio aos patrulheiros da Wikipédia.

Palavras-chave: Crença de grupo, Reputação, Wikipédia

ABSTRACT

The quality of interactions between agents is a determining factor of efficiency in multiagent system. An important tool used to improve the quality of interactions is the reputation. Among various models of reputation, ForTrust model stands out for its excellent theoretical foundation. The architecture presented in this research has shown flexible behavior, once it obeys specific requirements that are observed in this research. In this direction, this research presents an implementation architecture for ForTrust using the A&A approach. In this architecture, artifacts are passive structures, oriented functions and shared by a group of agents as a cooperation and coordination mechanism to make the reputation. This model was not validated by implementation and experimentation, due it needs a computing architecture. Its functioning is confirmed by its implementation in aiding to patrol the Wikipedia.

Keywords: Group belief, Reputation, Wikipedia

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Exemplo de rede de confiança - Modelo Histos	30
Figura 2	Formação da reputação - Modelo de Carter et al.	31
Figura 3	Formação da reputação - Modelo Regret	33
Figura 4	Formação da imagem e contágio da reputação	35
Figura 5	Mundos possíveis - Laura	42
Figura 6	Mundos possíveis - Laura e Luíza	42
Figura 7	Mundos possíveis - Laura, Luíza e Júlia	42
Figura 8	Visão local das crenças de grupo	45
Figura 9	Visão global das crenças de grupo	46
Figura 10	Estrutura genérica do artefato (RICCI; VIROLI; OMICINI, 2008)	50
Figura 11	Modelo de Crença de grupo	53
Figura 12	Artefato de Crença de Grupo	58
Figura 13	Diagrama de classe da reputação	59
Figura 14	Diagrama de sequência do método Announce	60
Figura 15	Diagrama de sequência do método update	61
Figura 16	Artefato Único	62
Figura 17	Artefato por crença	62
Figura 18	Artefato por tipo crença	63
Figura 19	Estrutura simplificada da Wikipédia	66
Figura 20	Estrutura simplificada da Wikipédia com patrulheiros	66
Figura 21	Ferramenta de Visualização de Contribuições Anteriores	67
Figura 22	Estrutura da Wikipédia incorporando o uso da reputação	68
Figura 23	Estrutura da Wikipédia incorporando o uso da reputação	68
Figura 24	Diagrama da plataforma relacionando os Agentes	71
Figura 25	Diagrama ER dos dados importados da Wikipédia	77
Figura 26	Divisão da lista de contribuições	78
Figura 27	Gráfico da evolução do reconhecimento dos usuários	79
Figura 28	Gráfico da evolução da reputação do usuário 38948	80
Figura 29	Gráfico dos usuários particionados pelos quartis - Alanis Morissette	81
Figura 30	Gráfico dos usuários particionados pelos quartis - Argen-	

tina	82
Figura 31 Gráfico dos usuários particionados pelos quartis - Afegani- nistão	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Tabela em percentual da evolução do reconhecimento dos usuários.....	79
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SMA	Sistema Multi-agentes.....	21
CG	Crença de Grupo	24
MRO	Modelos de Reputação Online.....	29
AA	Agentes e Artefatos	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 OBJETIVO	23
1.2 METODOLOGIA	24
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	24
2 REPUTAÇÃO E CONFIANÇA MULTI-AGENTES ..	27
2.1 DEFINIÇÃO DE REPUTAÇÃO	27
2.2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS PARA A REPUTAÇÃO ..	28
2.3 MODELOS DE REPUTAÇÃO	29
2.3.1 Modelos de Reputação Online: Histos e Sporas	29
2.3.2 Carter, Bitting e Ghorbaru	30
2.3.3 ReGreT	31
2.3.4 Liar	33
2.3.5 Conte e Paolucci	34
2.3.6 Castelfranchi e Falcone	36
2.3.7 ForTrust	37
2.3.8 Considerações gerais sobre Reputação	39
3 CRENÇAS DE GRUPO	41
3.1 CONCEITUAÇÃO DAS CRENÇAS DE GRUPO	41
3.1.1 Crenças Comuns	41
3.1.2 Tuomela	43
3.2 LOCALIZAÇÃO DAS CRENÇAS	44
3.3 SÍNTESE DAS CRENÇAS DE GRUPO	47
3.4 AGENTES E ARTEFATOS	48
3.5 RESUMO DO CAPÍTULO	50
4 PROPOSTA	51
4.1 ANÁLISE DE REQUISITOS	51
4.2 FORMALIZAÇÃO DAS CRENÇAS DE GRUPO	52
4.3 FORMALIZAÇÃO DA REPUTAÇÃO COM GRAU DE CERTEZA E FORÇA	56
4.4 IMPLEMENTAÇÃO	58
4.5 INSTANCIAMENTO DE ARTEFATOS	61
4.6 RESUMO DO CAPÍTULO	63
5 WIKIPÉDIA	65
5.1 HEURÍSTICA DE REVISÃO PROPOSTA	71
5.2 IMPLEMENTAÇÃO	72
5.3 EXPERIMENTOS	77
6 CONCLUSÃO	85

6.1	CONTRIBUIÇÃO	85
6.2	TRABALHOS FUTUROS	86
	REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO

Em sistemas multi-agentes (WOOLRIDGE, 2001), o comportamento coletivo dos agentes é utilizado para resolver problemas. Nestes sistemas um dos conceitos mais importantes é a interação entre os participantes, função elementar para o funcionamento de um sistema multi-agentes (SMA). A qualidade dessas interações é decisiva para o bom funcionamento do sistema, pois um comportamento desleal de um participante ou uma falha na comunicação tem potencial para afastar o sistema de uma solução. Por exemplo, um agente x_1 solicita a um agente x_2 a realização de uma tarefa. O agente x_2 processa a requisição e, por um ato gerado pela competição com o agente x_1 ou por simples falta de competência, ele retorna um valor inconsistente. O agente x_1 utiliza tal resposta e assim o sistema não alcança o resultado desejado. O problema que permeia este exemplo é como seria possível realizar a avaliação das informações e a escolha de parceiros em uma sociedade onde os agentes podem agir de má fé. Dois importantes conceitos oriundos das ciências sociais podem auxiliar a responder esta questão: a confiança e a reputação.

A confiança pode ser definida como uma relação binária, ou seja, envolve exclusivamente dois agentes. Por exemplo, a sentença: “o agente x_1 considera x_2 confiável para desempenhar uma tarefa”. A reputação por sua vez é definida como uma relação de vários indivíduos para com um indivíduo somente. Por exemplo, a seguinte sentença expressa o conceito de reputação: “o grupo σ acredita que x_1 pode desempenhar bem uma tarefa”. Os conceitos de confiança e reputação aplicados a um SMA tornam as relações entre os agentes mais seguras (SABATER; SIERRA, 2005), uma vez que utilizam as experiências anteriores dos agentes para prever os comportamentos futuros dos mesmos, assim reforçando os comportamentos positivos e desmotivando os negativos (CASTELFRANCHI et al., 2000). No caso de SMAs abertos, a confiança e a reputação são ainda mais importantes, pois nestes sistemas novos agentes podem entrar e sair do sistema durante seu funcionamento.

O termo reputação possui várias conceituações nas mais diversas áreas do conhecimento. Todas elas observam aspectos diferentes do mesmo objeto de estudo existindo assim diversos mecanismos de reputação. Boa parte destes mecanismos adotam uma representação quantitativa, onde a reputação é representada por um valor, o qual pode esconder aspectos da sua construção que sejam importantes para

os agentes (CASTELFRANCHI et al., 2000). Estes aspectos, se explícitos, poderiam fornecer mais subsídios aos agentes para determinar um estado de confiança mais completo sobre um agente alvo. Em contrapartida, existem modelos que provêem uma análise qualitativa da reputação baseada nos ingredientes que a compõem. A vantagem deste tipo de sistema é a representação dos diferentes aspectos que permitem ao agente chegar a um estado interno de confiança (HERZIG et al., 2008).

Dentre estes, destaca-se o modelo cognitivo ForTrust (HERZIG et al., 2008) que possui uma formalização fortemente inspirada no modelo de confiança social (CASTELFRANCHI et al., 2000) e portanto possui uma fundamentação sociológica para cada um dos termos apresentados pelo modelo. O ForTrust constrói os conceitos de confiança e reputação sobre quatro ingredientes: objetivos, capacidades, competências e intenções (o detalhamento destes ingredientes é apresentado no capítulo 2). A confiança e a reputação encontram-se em diferentes escopos, no nível individual e coletivo, respectivamente (HERZIG et al., 2008). A confiança se dá por uma relação binária entre agentes, logo, as crenças adquiridas destas interações são apenas de conhecimento dos agentes envolvidos, sendo representadas e localizadas na base de crenças dos agentes. Por outro lado, a reputação trata da relação de um grupo para com um agente, sendo assim as crenças deixam de ser definidas como do agente e passam a ser definidas como crença do grupo.

As crenças de grupo têm uma implementação mais complexa que as crenças individuais, evocando questões como: como são estruturadas? Onde se localizam? Como são alimentadas? Neste sentido, este trabalho tem como objetivo principal formalizar¹ estas crenças de grupo para o modelo ForTrust.

Como estudo de caso será analisado a classificação das atualizações da Wikipédia. Ambientes colaborativos abertos, tais como as Wikis, tem como propósito a livre criação e edição de artigos por seus usuários. Elas podem ser concebidas como um SMA aberto. Políticas de uso são atribuídas para tais ambientes para regulamentar as interações dos agentes e evitar excessos, tais como: propagandas, ataques pessoais, palavras de baixo calão, entre outros. A maneira como estas políticas são mantidas exige diferentes estratégias para diferentes volumes das contribuições. Em ambientes onde há um número massivo de alterações, como a Wikipédia, o volume de inserções e alterações executadas diariamente torna complexa a tarefa de validar as novas informações. Esta característica torna o ambiente propício ao surgimento de atos de vandalismo, imprecisão de informações, propagandas, entre

¹O termo formalizar neste trabalho é do ponto de vista da engenharia de software

outros (KRUPA et al., 2009).

Na Wikipédia existe uma entidade denominada patrulheiro, para analisar as alterações e para evitar estas desconformidades. Os patrulheiros são usuários normais que assumem uma função de analisar, voluntariamente, a lista de alterações em busca destas desconformidades (HERZIG et al., 2008). Entretanto, a quantidade de patrulheiros necessária para validar todas as contribuições é muito elevada sendo necessário o uso de ferramentas, tais como a confiança e a reputação, que auxiliem na detecção de más contribuições.

1.1 OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo estabelecer uma formalização para as crenças de grupo que viabilize o desenvolvimento de uma arquitetura de implementação para o modelo ForTrust que obedeça os seguintes requisitos:

- visibilidade: como os SMA abertos trabalham com a livre entrada e saída de agentes de seu sistema é necessário que as crenças de grupo que formam a reputação estejam disponíveis para que quando novos agentes entrarem estes estejam cientes do que o grupo acredita;
- dinamicidade: como a livre entrada e saída dos agentes e a evolução das crenças dos mesmos, as crenças do grupo sofrem alterações constantemente, tornando desejável que a arquitetura permita uma atualização de forma dinâmica das crenças de grupo;
- flexibilidade: o modo como as informações dos agentes são agrupadas para levar o grupo a formar uma reputação é diferente para cada tipo de aplicação para tanto é desejável que a arquitetura permita a utilização de diferentes modos de agregar as informações dos agentes permitindo sua utilização nos diferentes tipos de sociedade;
- reusabilidade: para este tipo de arquitetura é desejável que ela seja genérica o suficiente para que seja possível sua reutilização em diferentes contextos;
- heterogeneidade: com o livre trânsito dos agentes no sistema é normal que agentes heterogêneos possam surgir, para tanto é desejável que a arquitetura suporte esta variação de agentes e ambientes;

- tratamento da credibilidade: com a entrada e saída dos agentes, surgem diferentes informações, cada qual com sua credibilidade. É desejável que a arquitetura possa tratar esta credibilidade e quantificar sua relevância na composição da reputação dos agentes.

1.2 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo citado na seção anterior, dividiu-se o trabalho em três etapas:

A primeira delas constitui a especificação do modo como as crenças de grupo serão modeladas. São analisados nesta etapa:

1. a localização das crenças de grupo, sendo ela dentro da base de crenças do agente ou uma estrutura externa aos agentes;
2. o método de síntese das crenças de grupo, ou seja, como as CG são formadas pelo grupo empregando abordagens pessimistas, otimistas e ponderadas.

Na segunda etapa, a estrutura das crenças de grupo é aplicada ao modelo ForTrust, criando uma arquitetura de implementação que atenda os requisitos apresentados.

Na terceira etapa, é usada a Wikipédia como caso de uso, é proposto o uso da arquitetura concebida para estabelecer um grau de credibilidade entre usuários, mesmo que eles nunca tenham interagido entre si, demonstrando a funcionalidade da arquitetura proposta neste trabalho.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

O restante deste documento é composto por cinco capítulos. O capítulo 2 apresenta a conceituação de reputação para diversos modelos dando especial atenção ao modelo ForTrust.

No capítulo 3 são apresentados todos os conceitos que fornecem um arcabouço para a formalização e concepção das crenças de grupo.

O capítulo 4 apresenta a arquitetura proposta, inicialmente com uma visão geral passando pela estruturação das crenças de grupo, consolidando a arquitetura.

O caso de uso é descrito no capítulo 5, juntamente com as avaliações feitas sobre a arquitetura. Este capítulo apresenta a implementa-

ção da arquitetura no caso de uso da Wikipédia e os resultados obtidos.

Por fim, o capítulo 6 apresenta as considerações finais deste trabalho e propostas de trabalhos futuros.

2 REPUTAÇÃO E CONFIANÇA MULTI-AGENTES

O objetivo deste capítulo é apresentar uma definição de reputação e situar o modelo ForTrust dentre outros modelos existentes, apresentando conceitos fundamentais que serviram de apoio para a concepção da proposta desta dissertação.

O capítulo está organizado em quatro seções. Inicialmente apresenta uma definição de reputação sobre a ótica das ciências sociais. A seção seguinte apresentará alguns modelos, seguido de uma comparação que situa o modelo ForTrust.

2.1 DEFINIÇÃO DE REPUTAÇÃO

Para as ciências sociais as reputações são definidas como um coletivo de crenças e opiniões que influenciam as ações dos indivíduos em relação aos seus pares (BROMLEY, 1993). Na ótica do ser, a reputação é definida como o núcleo das impressões compartilhadas por uma rede social. A reputação pode ainda ser vista como uma ferramenta social com o objetivo de reduzir a incerteza de se interagir com indivíduos de atributos desconhecidos (BROMLEY, 1993). A confiança, por sua vez, é definida como a expectativa que uma pessoa tem sobre a ação das outras pessoas (OSTROM, 1998).

Com base nestas naturezas, a literatura apresenta uma relação de dependência entre os dois conceitos. A reputação é um dos fatores envolvidos na construção da confiança do indivíduo e por sua vez, a confiança fornece material para o indivíduo emitir opiniões e testemunhos, ingrediente utilizado pelo grupo para compor a reputação.

A reputação é um dos três pilares da psicologia social, os outros dois são a personalidade e o relacionamento entre as pessoas e grupos (BROMLEY, 1993). A personalidade é a característica pessoal que traz regularidade ao comportamento do indivíduo, permite que o mesmo forme uma imagem de si e estabeleça o comportamento com o grupo. Desta maneira, o comportamento do indivíduo permite ao grupo construir uma imagem (reputação). A formação desta imagem é dependente de uma cultura específica, pois está fortemente ligada aos valores do grupo. Estes valores são regidos por um conjunto de normas morais e legais, que fornecem recursos para avaliar o comportamento de um indivíduo, situando-o em um contexto composto pelo papel desempenhado pela pessoa, o ambiente e as normas que regem o grupo.

A reputação é em sua essência um mecanismo social que estabelece um conjunto de crenças subjetivas entre os indivíduos de um grupo, baseado em valores ditados pelas normas.

2.2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS PARA A REPUTAÇÃO

Nesta seção serão apresentados alguns conceitos fundamentais a reputação. As definições destes conceitos são baseadas em uma ontologia funcional de reputação proposta por (CASARE; SICHMAN, 2005).

O primeiro diz respeito ao **papel exercido pelos agentes**. Segundo (CASARE; SICHMAN, 2005) são quatros: avaliador, alvo, beneficiário e propagador. Avaliadores são agentes capazes de avaliar o comportamento de outros agentes. Alvos são os agentes que sofrem a análise de agentes avaliadores. Beneficiários são agentes que utilizam a reputação construída. Por último os agentes propagadores são aqueles que distribuem as crenças de reputação. Estes papéis não são excludentes, ou seja, um agente pode ter mais de um papel.

O segundo conceito apresentado por (CASARE; SICHMAN, 2005) é a **origem das informações**. Este conceito tem duas naturezas: fontes primárias e secundárias. As fontes primárias são aquelas que as informações advêm da interação direta do agente, ou seja, da percepção de cada agente. Por exemplo, uma experiência negativa ou positiva, ou a observação de um agente. A fonte secundária é composta por opiniões que não são baseadas no contato direto do agente, ou seja, são informações obtidas de terceiros. Por exemplo, estereótipos e preconceitos.

A **manutenção da reputação** é outro conceito, que pode ser descrito como o processo de lidar com as modificações ocorridas com passar do tempo no conteúdo e estrutura da reputação. Este processo reflete a consistência entre o comportamento corrente de um agente alvo e o comportamento esperado. Qualquer alteração em um dos dois comportamentos provoca um ajuste na reputação de um agente.

O último conceito apresentado é o **escopo da reputação**. Conforme descrito em (CASARE; SICHMAN, 2005) pode ser classificado como global ou local. No global, todos os membros do grupo podem contribuir para formar a reputação de um agente alvo, e esta reputação é única para todo o grupo. A reputação é modificada toda a vez que um agente faz uma nova avaliação do agente alvo. No local, cada membro avalia o agente alvo de forma independente. O valor da reputação é uma característica associada ao relacionamento entre alvo e avaliador.

2.3 MODELOS DE REPUTAÇÃO

2.3.1 Modelos de Reputação Online: Histos e Sporas

Modelos de Reputação Online (MRO) (SABATER; SIERRA, 2005) são amplamente usados em sistemas de comércio eletrônico como eBay e Mercado Livre. O eBay (EBAY, 2009), hoje uma das maiores comunidades de leilão eletrônico do mundo, utiliza um MRO baseado nas avaliações feitas pelos usuários depois de completada uma transação. Os usuários podem atribuir um valor na sua avaliação, podendo ser: positivo(1), neutro(0) e negativo(-1). A reputação é calculada pelo somatório das avaliações recebidas.

Os MRO têm, em geral, a reputação como sendo uma propriedade global, independente de contexto e apresentada como um valor único, como no caso do eBay. A fonte de recursos deste modelo é dada pelo testemunho de um agente sobre seu alvo. Este tipo de modelo não provê nenhum tipo de proteção de forma explícita contra falsas informações. Tem-se como verdade que um grande número de testemunhos possa atenuar a influência de testemunhos maliciosos.

Sporas (ZACHARIA, 1999) é uma evolução do MRO, sua principal diferença é que apenas o último testemunho de cada agente é considerado. O principal benefício sobre o MRO é o modo como o modelo forma a reputação, usando um mecanismo que auxilia na atenuação de testemunhos maliciosos, atribuindo um menor grau de influência na formação da reputação para aqueles testemunhos de usuários com baixa reputação.

Histos (ZACHARIA, 1999) foi concebido para adicionar ao Sporas a personalização dos valores de reputação tornando-a uma propriedade subjetiva relacionada diretamente com um agente. A filosofia preconizada por este modelo diz que os agentes acreditam com maior fervorosi- dade em agentes mais próximos do seu núcleo social. A estrutura deste modelo é dada por um grafo dirigido, onde os nodos são os agentes e as arestas as suas confianças. O nodo raiz é o agente dono do grafo. Por exemplo, a Figura 1, x_1 confia em x_2 com certeza de 0,3 e confia em x_3 com um grau de certeza de 0,5, mas em x_4 confia com apenas 0,03, obtido do produtório das arestas da raiz até o nodo alvo.

Os dois modelos, Histos e Sporas, sugerem uma depreciação da reputação baseada no tempo, oferecendo maior relevância às avaliações mais jovens. Esta depreciação reflete rapidamente as mudanças de comportamento dos agentes no valor da reputação. Estes modelos

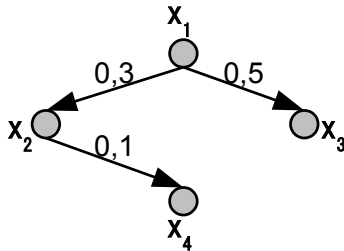


Figura 1 – Exemplo de rede de confiança - Modelo Histos

costumam ser utilizado de forma complementar. Enquanto o Sporas atribui reputações a agentes desconhecidos, o Histos oferece uma rede de confiança com valores personalizados para cada agente.

2.3.2 Carter, Bitting e Ghorbaru

A ideia central do modelo de Carter et al. (CARTER; BITTING; GHORBANI, 2002) pode ser descrita como: a reputação de um agente é baseada no grau de cumprimento aos papéis que lhe são atribuídos pela sociedade. Quando a sociedade julgar o agente apto no cumprimento de um papel ele é recompensado com uma boa reputação, do contrário, ele é penalizado com uma má reputação.

Este modelo de reputação trata exclusivamente de sistemas de compartilhamento de informações e nestes sistemas os agentes têm como objetivo facilitar a troca de informações entre usuários. O modelo propõe cinco papéis, os quais possuem diferentes métodos de atribuição para o grau de comprometimento. Os papéis propostos são:

1. servidor de informação social: este papel é desempenhado por usuários que podem regularmente contribuir com um novo conhecimento sobre seus pares para a sociedade. O comprometimento é baseado na regularidade com que o agente apresenta informações sobre seus pares;
2. interativo: os indivíduos que o desempenham interagem com o sistema de compartilhamento de informações. O comprometimento deste papel é baseado na quantidade de interações feitas pelo usuário;

3. provedor de conteúdo: papel desempenhado por agentes que relatam para o sistema as áreas de interesse e habilidades. Com o comprometimento baseado na legitimidade dos anúncios de habilidades e interesses;
4. informante administrativo: desempenhado por agentes que avaliam a qualidade dos relatos fornecidos pelos outros agentes e informantes das funcionalidades do sistema. O comprometimento deste papel é dado pela frequência com que fornece informações administrativas;
5. longevidade: este papel é uma agregação dos papéis anteriores, onde o comprometimento é obtido através do valor médio das reputações em uma janela de tempo.

A reputação é calculada de forma global, onde uma entidade central monitora o desempenho dos usuários nos diversos papéis. A reputação é obtida pela média ponderada do grau de comprometimento de cada um dos papéis. A Figura 2 representa o circuito percorrido pela informação para estabelecer a reputação. O usuário executa ações que são avaliadas pelas métricas dos papéis, construindo um esquema de comprometimento e formando a reputação.

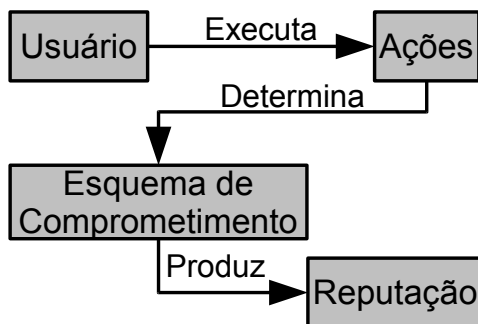


Figura 2 – Formação da reputação - Modelo de Carter et al.

2.3.3 ReGreT

O modelo de confiança e reputação Regret (SABATER; SIERRA, 2001) é um sistema desenvolvido para ambientes complexos de comér-

cio eletrônico. O modelo leva em consideração as estruturas sociais existentes entre os agentes para conceber a reputação.

O Regret trabalha com diversas fontes de informações: como a experiência direta, o testemunho e o preconceito. As fontes de informações são o modo como as relações entre os agentes são percebidas. A experiência direta é composta da observação da relação entre o observador e o agente alvo ou do observador para como dois agentes. Na primeira: o observador avalia as interações entre ele e o agente alvo. Na segunda: o observador avalia as interações entre dois agentes. O testemunho é o que um agente diz a outro sobre um agente alvo. O preconceito é uma avaliação do agente baseado no grupo ao qual pertence, se o grupo é confiável um agente deste grupo é confiável. Estas fontes de informações são utilizadas para compor as quatro avaliações sobre a confiança e a reputação do sistema. Estas avaliações são enumeradas a seguir.

1. confiança direta: fruto da interação direta e da observação do comportamento de um agente. Sendo considerada uma propriedade subjetiva e calculada por uma média ponderada, onde as interações mais recentes têm peso maior. Esta é a avaliação da confiança de um agente;
2. reputação por testemunho: resultada das informações oriundas de agentes que interagem diretamente com outros agentes. O Regret prevê testemunhos maliciosos, portanto atribui um peso ao testemunho representando a credibilidade do emissor podendo sofrer variações quando as relações entre os agentes forem perturbadas;
3. reputação de vizinhança: baseada no conceito de preconceito social atribui uma reputação a um agente tomando por base o grupo ao qual pertence;
4. reputação do sistema: baseada nos papéis e propriedades gerais do sistema.

O agente deverá escolher a natureza da reputação para estabelecer a confiança, pois neste modelo as diferentes reputações não são sintetizadas em uma única. As reputações possuem diferentes níveis de relevância. A confiança direta e a reputação por testemunho têm um grau maior de relevância que a reputação de vizinhança e de sistema.

A Figura 3 ilustra como a confiança é estabelecida pelo sistema. Onde a confiança direta é utilizada na composição das reputações. A escolha da confiança direta ou de uma das reputações forma a confiança do agente.

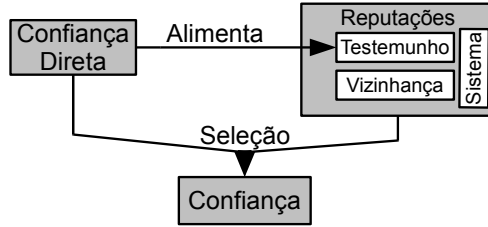


Figura 3 – Formação da reputação - Modelo Regret

2.3.4 Liar

O Liar (MULLER; VERCOUTER, 2005) é um sistema desenvolvido para aplicações abertas e descentralizadas, ou seja, não existe uma estrutura centralizadora que analisa e concebe a reputação dos elementos. Este modelo trabalha com a detecção de mentiras baseada em inconsistências nas comunicações, que são vistas como compromissos. Onde os agentes se comprometem a fornecer informações verdadeiras aos seus pares. Os compromissos deste modelo são definidos pela tupla $\langle UID, devedor, credor, UTT, conteudo, tempo, estado \rangle$, os elementos que a descreve são:

- UID é o identificador único para o compromisso;
- devedor é o agente que fornece informações;
- credor é o agente que detecta a mentira;
- UTT é o *timestamp* da emissão da imagem;
- conteúdo é a crença informada pelo agente alvo;
- tempo é o intervalo de validade das informações da mensagem;
- estado é o estado corrente do compromisso. Este possui cinco valores possíveis: pendente, ativo, cumprido, cancelado e violado.

A detecção das mentiras é dada pela percepção de situações de contradição do compromisso, o que difere da maioria dos outros sistemas de reputação que se baseiam na monitoração de uma atividade. Para fazer a detecção das mentiras o modelo atribui uma norma para controlar a comunicação. Onde a sanção associada à violação da norma é aplicada

pelos próprios agentes, uma vez que não existe uma unidade centralizada para fazê-lo. A sanção executada pelo agente é o acréscimo ou decréscimo da reputação alvo. As situações de proibição da norma são três:

- contradição do emissor, onde o agente emissor envia respostas diferentes para a mesma pergunta;
- contradição no receptor, onde os agentes enviam diferentes respostas para uma mesma pergunta a um receptor;
- contradição de transmissão a resposta da solicitação é distorcida no caminho até o receptor.

Quando o processo de detecção de mentiras apresentado (MULLER; VERCOUTER, 2005) observa uma situação de contradição o agente suspeito é acareado através dos seguintes passos:

1. o agente suspeito recebe uma mensagem contendo as cópias das mensagens em contradição;
2. se o agente suspeito cancela suas mensagens, não a alteração em sua reputação;
3. se a contradição persistir a reputação dos agentes suspeitos é atualizado.

Outra opção quando o agente suspeito não cancela suas contradições é argumentar sobre o conteúdo do compromisso em questão. A argumentação tem o objetivo de atingir um consenso sobre os fatos que estão em contradição. Este processo faz a alimentação do sistema de reputação do modelo e auxilia os agentes a não acreditarem em falsas crenças (mentiras).

2.3.5 Conte e Paolucci

O modelo de Conte e Paolucci (SABATER-MIR; PAOLUCCI; CONTE, 2006) é um modelo cognitivo, ou seja, baseado em estados mentais. Os dois conceitos centrais deste modelo são a imagem e a reputação.

A imagem é uma propriedade do agente. Ela representa a avaliação que um agente avaliador executa sobre um agente alvo. Esta avaliação é um conjunto de crenças do avaliador que refletem a disposição do agente alvo agir segundo as normas do sistema. A avaliação

depende das experiências adquiridas pelos avaliadores. A reputação é o processo e consequência da transmissão da imagem de um agente alvo. Desta maneira a reputação é uma propriedade social que emerge da propagação das imagens dos agentes. A reputação por ser atribuída também por preconceito, ou seja, o agente recebe uma reputação por pertencer a um determinado grupo, ou pela semelhança com outro agente. Por exemplo, Zé tem uma ótima reputação por trabalhar em uma empresa com uma reputação excepcional.

O modelo deixa explícito que a imagem e a reputação de um mesmo alvo podem ter dois valores distintos, o primeiro é uma avaliação do comportamento de um agente alvo e o segundo é o efeito da difusão da imagem no grupo. A figura 4 apresenta as quatro etapas envolvidas na formação da imagem e reputação. Primeiramente, o agente faz uma avaliação por experiência direta com o agente alvo. no momento seguinte, é concebida a imagem do agente. No terceiro momento, a imagem é difundida para formar a reputação. Por fim, o contágio é a influência da reputação na experiência dos agentes.

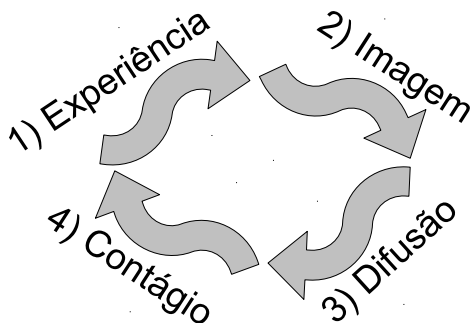


Figura 4 – Formação da imagem e contágio da reputação

Para que possa ser transmitida a imagem, o modelo apresenta quatro aspectos que devem ser observados, são eles:

- por que transmitir? O agente decide transmitir a imagem por diversos fatores, como a similaridade entre a imagem e a reputação, as implicações sociais da transmissão e a reputação do avaliador;
- sobre quem transmitir? A fama de um agente ou a distância entre o agente e o alvo são fatores que fazem o agente decidir transmitir a imagem;

- para quem transmitir? A escolha de receptores pode ser influenciada pela distância entre os agentes ou pelo interesse do agente receptor;
- como transmitir? A transmissão ocorre normalmente por uma cadeia de interação entre os agentes.

2.3.6 Castelfranchi e Falcone

Castelfranchi e Falcone propõem um modelo cognitivo de confiança (CASTELFRANCHI; FALCONE, 1998) que tem por base a relação entre confiança e delegação, podendo ser expressa na premissa “Confiança é a base mental da delegação”. Em um SMA, um agente x_1 delega uma tarefa para um agente x_2 se na base de crenças de x_1 existir um conjunto de crenças e objetivos específicos que dêem suporte a confiança em x_2 . Para construir um estado mental de confiança, as crenças necessárias são:

1. competência: existe na base de crenças do agente que ele crê na habilidade de um agente alvo realizar uma tarefa. O agente x_1 deve acreditar que x_2 pode fazer a tarefa;
2. dependência: corresponde a necessidade de auxílio do agente alvo. O agente x_1 crê que para chegar a um objetivo é necessário que x_2 realize a tarefa, isso porque x_1 não sabe realizá-la ou x_2 pode executá-la melhor;
3. disposição: corresponde a intenção de um agente alvo realizar uma tarefa. O agente α acredita que x_2 não só sabe fazer como deseja realizar a tarefa. Esta disposição tem duas naturezas:
 - voluntária: o agente x_2 dependendo do objetivo pode ou não executar a tarefa. A intenção do agente é condicional;
 - persistente: o agente x_2 é estável na sua intenção de realizar uma determinada tarefa, independente do objetivo. A intenção do agente é incondicional.

As duas primeiras crenças são o núcleo da confiança, pois estabelecem a necessidade de x_1 e a habilidade de x_2 em realizar uma tarefa. A disposição ratifica a condição de confiança, pois representa o desejo de x_2 realizar a tarefa. A presença das três crenças anteriores faz surgir uma nova crença da realização da tarefa. Se x_1 confia em x_2 para realizar γ o agente x_1 :

1. não renuncia do seu objetivo, pois ainda pode traçar um plano válido para atingir sua meta;
2. não realiza a tarefa γ , x_2 pode realizá-la com maior eficiência;
3. não busca outros parceiros para realizar γ , x_1 tem confiança em x_2 para realizar γ ;
4. solicita a realização de γ por x_2 .

Em síntese, confiança constitui um conjunto de crenças, formando um estado mental que caracteriza a delegação de tarefas para uma agente em relação a outros. O agente prefere que outro agente realize a ação, pois acredita que seja a melhor opção para atingir o seu objetivo.

2.3.7 ForTrust

O modelo ForTrust é um modelo cognitivo fortemente baseado no modelo de confiança de Castelfranchi e Falcone (CASTELFRANCHI; FALCONE, 1998). Nele o conceito de confiança é construído através de uma série de crenças que, quando reunidas, levam a um estado que permite confiar em um determinado agente (HERZIG et al., 2010). Para construir um estado mental de confiança, as crenças necessárias são:

1. objetivo: desejo de um agente em atingir uma meta. Por exemplo, um turista tem o objetivo de ir até a ilha do Campeche em Florianópolis;
2. capacidade: esta crença é dirigida aos recursos funcionais da resolução da tarefa. Por exemplo, o turista acredita que Tom, Zé e Pedro podem guiar o barco até a ilha;
3. competência: envolve os recursos não funcionais da resolução da tarefa. Por exemplo, o turista acredita que Tom pode guiar o barco com maestria e levá-lo grupo até a ilha rapidamente;
4. intenção: representa os aspectos motivacionais do agente alvo. Por exemplo, o turista acredita na boa vontade de Tom para guiar o barco.

Portanto, no modelo ForTrust, as crenças que fundamentam uma relação de confiança são: objetivo, capacidade, competência e intenção.

Sendo assim, para que um agente x_1 confie em um agente x_2 para realizar uma tarefa γ é necessário que: x_1 tenha um objetivo φ ; x_1 acredite que x_2 é capaz de fazer γ ; x_1 acredite que x_2 tem competência para atingir φ fazendo γ e x_1 acredite que x_2 tem a intenção de fazer γ . O agente x_1 , tendo essas crenças, pode confiar em x_1 (HERZIG et al., 2010). Tome como exemplo um time de futebol. O técnico tem o objetivo de levar a equipe à vitória, para tanto deve escalar 11 jogadores que acredita serem capazes de levar o time a atingir este objetivo. Ele escolherá para cada posição um jogador que ele acredite competente para a posição; seja capaz de desempenhar o papel satisfatoriamente e tenha a intenção de desempenhar a função.

Para a reputação o caso é similar, contudo faz uso do conceito de crenças de grupo (CG). Uma CG é um conjunto de crenças partilhadas por um grupo, logo, não é mais um agente x_1 que tem uma crença sobre um agente x_2 , mas um grupo X que tem uma crença sobre um agente x_2 (HERZIG et al., 2010). Sendo assim, para que X crie uma reputação γ para um agente x_2 para fazer uma tarefa é necessário que: X tenha um objetivo φ ; X acredite que x_2 é capaz de fazer γ ; X acredite que x_2 tem competência para atingir φ fazendo γ ; X acredite que x_2 tem a intenção de fazer γ . O grupo X tendo essas crenças pode estabelecer uma reputação para x_2 (HERZIG et al., 2010). Considere o seguinte exemplo: na escolha de um representante de uma agremiação os sócios nem sempre conhecem diretamente os candidatos a representante. O grupo de sócios acaba por escolher o representante através de sua reputação, sendo assim, o grupo acredita que: o candidato pode exercer a função de representante; tem competência para representar satisfatoriamente o grupo e tem a intenção de representar o grupo. Note que estas crenças são do grupo, mas não são necessariamente unanimidade no grupo, tornando o processo que leva o grupo acreditar em alguma coisa fundamental.

A reputação neste modelo é formalizada pela fórmula a seguir, Onde X é o grupo, γ é a tarefa, x_2 o agente alvo, φ o objetivo e *Objetivo_X*, *Capacidade_X*, *Competencia_X* e *Intencao_X* são as crenças de grupo correspondentes aos ingredientes que compõem a reputação.

$$\begin{aligned}
 Reputacao(X, \gamma, x_2, \varphi) \stackrel{\text{def}}{=} & \text{Objetivo}_X(\varphi) \wedge \\
 & \text{Capacidade}_X(x_2, \gamma) \wedge \\
 & \text{Competencia}_X(x_2, \gamma, \varphi) \wedge \\
 & \text{Intencao}_X(x_2, \gamma)
 \end{aligned}$$

2.3.8 Considerações gerais sobre Reputação

Os modelos de reputação possuem diferentes abordagens que satisfazem diferentes aspectos da reputação. O que faz surgir tantos modelos e aspectos é a dificuldade de se estruturar o comportamento do indivíduo, algo que não abrange tão somente a Inteligência Artificial, mas também as ciências humanas, como a Sociologia, Psicologia e Filosofia.

A reputação é componente de um arranjo de crenças de uma sociedade. A principal dificuldade encontrada nesta situação é representar as crenças sociais, além de estabelecer como estas ajudam a compor o comportamento coletivo.

O ForTrust é o modelo escolhido para ser utilizado neste trabalho, pois ele tem uma fundamentação sociológica bem forte, delimitando a reputação em um conjunto bem definido de crenças com o intuito de trazer uma avaliação personalizada para as diferentes habilidades que compõem a reputação.

3 CRENÇAS DE GRUPO

Este capítulo apresenta dois conceitos de crenças de grupo um baseado no conceito de crenças comuns (LISMONT; MONGIN, 1994) e o outro baseado no conceito filosófico de crença de grupo proposto por Tuomela (TUOMELA, 1990). O capítulo ainda apresenta como pode ser a localização e a síntese das crenças de grupo. Neste capítulo também é apresentado o conceito de Agente e Artefatos (VIROLI et al., 2007) utilizado no próximo capítulo para a composição da arquitetura proposta neste trabalho. A última seção apresenta um resumo das questões apresentadas neste capítulo.

3.1 CONCEITUAÇÃO DAS CRENÇAS DE GRUPO

A segunda questão que necessita de uma observação é o modo como as crenças de grupo são constituídas. Tuomela (TUOMELA, 1990) e Lismont (LISMONT; MONGIN, 1994) propõem diferentes modos de concepção das crenças de grupo.

3.1.1 Crenças Comuns

Uma das áreas que tratam deste conceito é conhecida como crença comum (LISMONT; MONGIN, 1994). Nele um estado é dito uma crença comum quando cada um dos agentes acredita nela e crê que cada agente do grupo acredita nesta crença.

Os agentes possuem para cada candidata a crença comum uma estrutura que representa todas as configurações possíveis onde os indivíduos do grupo que podem ter ou não a crença. À medida que existe a troca de experiência entre os agentes sobre e a crença as configurações possíveis são reduzidas e obtêm-se uma certeza maior que a crença é comum ao grupo. Por exemplo, Laura está no parque com outras crianças e deseja tomar sorvete (figura 5), ela interage com Luíza e descobre que ela também deseja tomar sorvete (figura 6) neste ponto Laura descarta um conjunto de mundos possíveis nos quais Luíza não deseja tomar sorvete. Agora Laura descobre que Júlia deseja tomar sorvete (figura 7), da mesma forma que ocorreu com Luíza o conjunto de mundos onde Júlia não deseja tomar sorvete é descartado. Neste momento Laura sabe que todos desejam tomar sorvete, mas isso ainda não quer dizer

que “tomar sorvete” é uma crença comum, essa é apenas uma crença de Laura.

Deseja	Ñ Deseja	Deseja	Ñ Deseja
Laura Luíza Júlia		Laura	Luíza Júlia
Deseja	Ñ Deseja	Deseja	Ñ Deseja
Laura	Luíza	Laura Luíza	Júlia

Figura 5 – Mundos possíveis - Laura

Deseja	Ñ Deseja	Deseja	Ñ Deseja
Laura Luíza Júlia		Laura	Luíza Júlia
Deseja	Ñ Deseja	Deseja	Ñ Deseja
Laura	Luíza	Laura Luíza	Júlia

Figura 6 – Mundos possíveis - Laura e Luíza

Deseja	Ñ Deseja	Deseja	Ñ Deseja
Laura Luíza Júlia		Laura	Luíza Júlia
Deseja	Ñ Deseja	Deseja	Ñ Deseja
Laura	Luíza	Laura Luíza	Júlia

Figura 7 – Mundos possíveis - Laura, Luíza e Júlia

Os agentes crerem que os membros do grupo acreditam não é suficiente para estabelecer uma crença comum. Existe uma característica representada no código 1, que expressa à mente de Laura no exemplo anterior, onde ocorre um encadeamento *ad infinitum*, no qual os agentes ficam encadeando crenças de forma perpétua, tornando sua implementação complexa.

Trecho de Código 1 Encadeamento de crenças na mente de Laura

$$\begin{aligned}
 & B_{Laura}(tomarsorvete) \\
 & B_{Laura}(B_{Luiza}(tomarsorvete)) \\
 & B_{Laura}(B_{Julia}(tomarsorvete)) \\
 \\
 & B_{Laura}(B_{Luiza}(B_{Laura}(tomarsorvete))) \\
 & B_{Laura}(B_{Luiza}(B_{Julia}(tomarsorvete))) \\
 \\
 & B_{Laura}(B_{Luiza}(B_{Laura}(B_{Luiza}(B_{Laura}(tomarsorvete))))) \\
 & B_{Laura}(B_{Luiza}(B_{Laura}(B_{Luiza}(B_{Julia}(tomarsorvete))))) \\
 & \dots
 \end{aligned}$$

3.1.2 Tuomela

Tuomela (TUOMELA, 1992) considera que uma crença é de grupo se e somente se ela é de conhecimento comum do grupo, onde os membros expressam publicamente o desejo que o grupo acredite naquela crença. Ou seja, γ é uma crença de grupo se e somente se γ é de conhecimento do grupo σ , e os componentes de σ expressaram publicamente para σ que creia em γ . Este conceito é discutido por Gilbert (GILBERT, 1987) que apresenta dois postulados com uma característica recursiva na definição da crença do grupo. São eles:

1. um grupo σ crê em γ se e somente se os membros de σ aceitam γ . Por exemplo, a crença “Em uma rótula a preferência é sempre do carro mais a esquerda”. Os membros do grupo respeitam e agem em conformidade com essa crença por esta ser uma crença do grupo;
2. os membros de σ aceitam conjuntamente γ se este é expresso publicamente como um conhecimento comum e asseguram o compromisso de crer em γ . Por exemplo, a premissa “Em uma rótula a preferência é sempre do carro mais a esquerda”. Esta premissa é divulgada por um ou mais membros do grupo que por sua vez, todos entenderão como crença de grupo.

Estes postulados são muito atrativos pela sua simplicidade aparente, mas possuem na verdade uma série de questões discutidas por

Tuomela em (TUOMELA, 1990). A mais importante para este trabalho é a coerência entre o que o grupo crê e o que a maioria do grupo crê. Dado o caráter recursivo da crença de grupo, um agente que determina uma crença como verdade para o grupo pode condicionar uma divergência entre o que a maioria dos agentes entende como verdade e o que o grupo entende como verdade. Por exemplo, o povo dos Estados Unidos acredita que a invasão do Iraque é irresponsável, apesar desta crença envolver a maior parte da nação não forma uma crença de grupo, pois o governo decreta a invasão. O primeiro postulado neste caso se apresenta como: “o povo se prepara para invasão”, logo o grupo acata a invasão. O segundo postulado: “o governo expressou publicamente que a invasão é necessária”, logo o grupo entende como uma crença do grupo. Para um observador as ações do grupo representam o que o grupo crê, neste caso, que a invasão do Iraque é uma coisa boa, sem que necessariamente a maior fração da população concorde.

Os dois filósofos argumentam que o modo como as crenças de grupo são constituídas é dependente do comportamento do grupo. As candidatas a crenças de grupo são anunciadas a qualquer instante por qualquer elemento do grupo, mas são cristalizadas como crença do grupo quando este passa a agir em acordo com o que rege a candidata a crença de grupo.

3.2 LOCALIZAÇÃO DAS CRENÇAS

Na concepção das crenças de grupo uma das questões que é muito discutida na literatura é a localização das crenças de grupo, que pode ser local, quando o agente tem crenças de grupo concebidas internamente. Em contrapartida, existe a crença de grupo como uma entidade localizada e concebida externamente aos agentes.

A visão local das crenças de grupo caracteriza a segmentação da mente do agente, onde uma parte corresponde às regras de formação das crenças de grupo e outra as regras de formação das suas próprias crenças. Por exemplo, um agente x_1 recebe uma mensagem e processa de duas maneiras diferentes uma para compor a crença que ele entende que o grupo acredita e outra como ele acredita que é correto. As crenças de grupo são alimentadas pelas informações trocadas entre os agentes, este tipo de comunicação transmite a informação passando - a de agente em agente. O problema desta forma de comunicação é a perturbação das informações pelas percepções dos agentes intermediários que a conduzem, podendo chegar ao destino uma crença divergente da

origem, causando uma inconsistência na crença do grupo, necessitando de muitas interações para obter-se um estado consistente para crença de grupo. Por exemplo, o agente x_1 envia uma mensagem com a crença que ele acredita ser de grupo para x_2 , por sua vez, este a processa conforme as regras que x_2 acredita ser do grupo e repassa seu entendimento para o agente x_3 . Assim sucessivamente até que todo o grupo tenha conhecimento da mensagem, contudo os diferentes entendimentos dos agentes sobre as regras que formam as crenças de grupo levam uma perturbação da mensagem original podendo criar estados inconsistentes no grupo e uma sobrecarga de mensagens para acordar uma crença de grupo única. Este tipo de visão é muito próximo do comportamento social humano. Uma representação visual deste cenário pode ser vista na Figura 8. Nela os vértices são os agentes, a parte mais escura dos agentes corresponde às regras que formam as crenças de grupo e as claras são as regras que formam crenças internas dos agentes. As arestas correspondem às interações dos agentes.

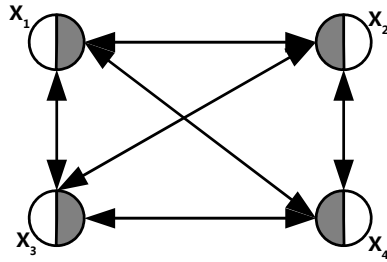


Figura 8 – Visão local das crenças de grupo

A representação global da crença de grupo permite o isolamento das regras de formação das crenças do agente e do grupo, ou seja, as regras de formação das crenças individuais se encontram dentro da mente dos agentes e as regras que formam as crenças de grupo se encontram em uma entidade externa à mente dos agentes. A comunicação que alimenta a formação da crença de grupo é o anúncio. As informações são enviadas a uma entidade centralizadora que as processa e fornece uma crença de grupo. O fato de a comunicação ser direta evita a distorção da informação pela percepção dos agentes intermediários. Outro benefício deste modelo é um tráfego menor de mensagens, pois a crença do grupo é estabelecida desde o primeiro anúncio e torna desnecessários os anúncios dos agentes que concordam com aquela crença. Esta característica ainda fornece uma formação sólida da crença em um nú-

mero de interações mais baixo que na local. Um exemplo desta ótica pode ser observado na Figura 9 onde os agentes representados pelos vértices possuem apenas as suas regras de composição de crenças em suas mentes. Esta visão é uma simplificação do comportamento social humano uma vez que as mensagens de testemunho deixam de circular de agente em agente para ser recebido por uma estrutura externa. A simplificação proposta por essa visão ainda se apresenta eficiente para sociedades virtuais, visto a quantidade de sistemas de reputação que seguem essa abordagem. A quantidade de anúncios para estabelecer é representada pelas arestas. O número de troca de mensagens entre os agentes é menor neste exemplo que no da Figura 8, visto que a entidade centralizadora das crenças de grupo elimina as mensagens utilizadas para manter a unicidade de uma crença de grupo.

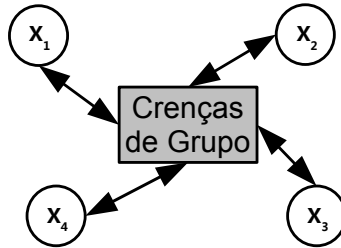


Figura 9 – Visão global das crenças de grupo

Comparando as duas visões, temos o modelo global produzindo uma crença de grupo mais rapidamente que o modelo local. Não existem estados inválidos para as crenças de grupo na visão global, um *snapshot* da CG sempre é válido, pois ela reflete uma síntese de todos os anúncios feitos até o momento, com garantia que todos os agentes conhecem a mesma crença de grupo. A modularidade é outro fator que se sobressai na modelagem global, pois novas estruturas centralizadoras das crenças de grupo podem ser construídas sem a necessidade de alteração profunda nos agentes. Diferente da visão local onde os agentes necessitam sofrer grandes alterações para aceitar uma nova estrutura de crença de grupo. Por outro lado, o modelo local tem uma similaridade maior com a sociedade humana, no tratamento das impressões formadas pelos agentes. A visão global apresenta-se como uma simplificação da sociedade humana, mas sua aplicação em sociedades artificiais pode fornecer resultados satisfatórios. Por estes motivos, a visão escolhida para ser utilizada nesta dissertação foi a global.

3.3 SÍNTESE DAS CRENÇAS DE GRUPO

A síntese das crenças de grupo é a forma como o grupo processa as mensagens emitidas pelos agentes para formar as crenças do grupo. Diversas técnicas computacionais podem ser utilizadas na formação das crenças de grupo.

Modelos de votação e consenso, tais como, (O'LEARY, 1999; GREEN; LEISHMAN; SADEDIN, 2007; LI; DUAN; HUANG, 2009; OLFATI-SABER; FAX; MURRAY, 2007) seguem uma tendência de periodicamente elaborar uma tomada de opinião do grupo para atualizar o que é entendido como verdade pelo grupo. Dessa maneira, entre um período e outro a crença de grupo fica imutável. Esta característica não é desejável para sistemas de reputação onde as crenças estão em constante mutação. Para compensar essa constante mutação estes modelos teriam que utilizar um período entre tomada de opinião muito baixa, causando um alto custo computacional para manter as crenças atualizadas.

Neste sentido para evitar estas características foi efetuado uma busca por técnicas que funcionassem orientadas a anúncios, tal qual Tuomela (TUOMELA, 1990) e alguns sistemas de reputação (CARTER; BITTING; GHORBANI, 2002; CONTE; PAOLUCCI, 2002; SABATER; SIERRA, 2001; JOSANG; QUATTROCIOCCI, 2009) apresentam. Dessa maneira a síntese das crenças de grupo se torna mais flexíveis, uma vez que os anúncios ocorrem quando o agente acha necessário e a casa anúncio a crença de grupo é imediatamente atualizada. As técnicas observadas para a síntese das crenças de grupo baseado em anúncios foram extraídas de modelos de reputação, são elas:

- redes bayesianas: nesta técnica a rede de reputação é composta por uma rede bayesiana onde as probabilidades *a priori* são atualizadas a cada novo testemunho e usando as crenças dos agentes como evidência pode ser estabelecida a crença mais aceitável para o grupo naquele estado mental evidenciado (JOSANG; QUATTROCIOCCI, 2009);
- abordagens pessimistas: nesta técnica a crença de grupo é composta pela pior situação de uma crença anunciada. Este tipo de síntese se mostra adequado para sistemas onde é necessário um máximo de garantia;
- abordagens otimistas: nesta técnica a crença de grupo é composta pela melhor situação de uma crença anunciada. Este tipo de síntese se mostra adequado para sistemas altruístas, onde um

resultado positivo é suficiente para crer que ele será repetido;

- abordagens ponderadas: nesta técnica é composta por uma ponderação de todos os anúncios de uma crença anunciada. Este tipo de síntese é adequado para ambientes onde a diversidade de agentes é grande, pois esta técnica tende amenizar distorções que possam ocorrer no sistema.

A questão que fica neste ponto é qual a técnica de síntese mais adequada para a composição das crenças de grupo? Não existe uma técnica absoluta como apresentado por (TUOMELA, 1990) existem diferentes tipos de sociedade e por isso existem diferentes formas de sintetizar as crenças de grupo, igualmente existem diversos sistemas e, portanto diferentes técnicas de síntese que são adequadas para estes sistemas.

3.4 AGENTES E ARTEFATOS

“Artefatos desempenham um papel fundamental na maioria das atividades humanas[...]. De fato [...] o desenvolvimento de artefatos, suas utilizações e, em seguida, a propagação de conhecimento e habilidades para as gerações seguintes de seres humanos estão entre as características que nos tornam diferentes das outras espécies”, Donald Norman (NORMAN, 1991).

“O uso de ferramentas é a marca registrada da inteligência comportamental. Seria difícil de descrever a vida humana moderna sem mencionar as ferramentas de uma forma ou de outra.” Robert Amant (AMANT; WOOD, 2005).

Norman e Amant, cada um em sua área destacam o uso fundamental das ferramentas pela sociedade. Mais genericamente as ferramentas podem ser tratadas como artefatos utilizados pela sociedade humana. Artefatos são qualquer objeto desenvolvido especificamente para ser utilizado pelo ser humano como suporte às suas atividades. O estudo dos artefatos é uma questão sempre presente, pois o ser humano está constantemente criando e recriando novos artefatos para otimizar a resolução de tarefas.

Os SMA implementam uma sociedade de agentes que trazem consigo alguns conceitos da sociedade humana. O ambiente das sociedades de agentes muitas vezes é deixado em segundo plano, por servir apenas como um espaço de convivência dos agentes, o qual não fornece ferramenta alguma para auxiliar os agentes. Ricci propõe o uso

do conceito de ambiente de trabalho, onde os agentes têm uma série de artefatos para auxiliá-los na execução de tarefas. O ambiente desta maneira torna-se muito mais rico e próspero para os agentes (RICCI; VIROLI; OMICINI, 2008). O modelo de Agentes e Artefatos (AA) tem como objetivo a modelagem e construção dos ambientes de trabalho nos SMA.

O ambiente de trabalho proposto no AA é definido como parte do SMA, o qual é planejado e construído pelos agentes como suporte às suas atividades. Aos programadores dos SMA fica a tarefa de conceber os tipos de artefatos que serão dinamicamente instanciados e cooperativamente utilizados pelos agentes. A noção de artefato é o ponto central do modelo de AA. Sua representação é de uma estrutura fora da mente do agente que é compartilhada por todos os agentes presentes no ambiente de trabalho, podendo ser criada, utilizada e, por vezes, removida pelos agentes durante a execução de tarefas.

Desta maneira os artefatos costumam encapsular algum tipo de função e também se estruturam de forma similar aos artefatos utilizados pelo ser humano. A Figura 10 representa a estrutura genérica dos artefatos. Os elementos que compõem essa estrutura são:

1. interface de uso: são gatilhos que disparam as funções do artefato. Por exemplo, em uma máquina de café a interface de uso é dada pelo painel seletor de café;
2. propriedades observáveis: são informações que o artefato deixa visível aos agentes. Por exemplo, na máquina de café temos uma propriedade observável representada pelo display de informação que traz informações como: falta de água, falta de pó de café e máquina preparada;
3. eventos observáveis: são informações efêmeras. Ao agente é necessário observar no artefato no momento que a emissão ocorre para não se perca a informação. Por exemplo, na máquina de café representado pelo sinal sonoro executado avisando que o café está pronto. Se o Agente não prestar atenção no sinal, ele não saberá que o café está pronto;
4. interface de Comunicação: faz a comunicação entre artefatos seguindo o princípio de composição de artefatos. Por exemplo, dois artefatos, um MP3 player e um fone de ouvido, o agente dispara a execução de uma música no MP3, que por sua vez envia o áudio para o fone que irá reproduzir o som;

5. manual: de forma análoga aos artefatos utilizados pelo ser humano é composto de informações de utilização dos recursos do artefato. Por exemplo, o manual de uma cafeteira.

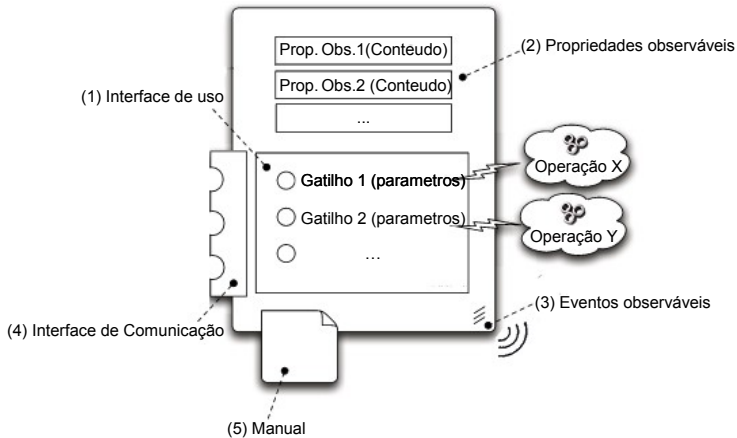


Figura 10 – Estrutura genérica do artefato (RICCI; VIROLI; OMICINI, 2008)

3.5 RESUMO DO CAPÍTULO

Para entender como as crenças de grupo são estabelecidas este capítulo abordou duas vertentes. Uma baseada na discussão de Tuomela (TUOMELA, 1992) e outra no conceito de crença comum apresentado por Lismont (LISMONT; MONGIN, 1994). Este capítulo também discutiu como pode ser dada a localização e a síntese das crenças de grupo. Além de apresentar o conceito de Agentes e Artefatos (RICCI; VIROLI; OMICINI, 2008) que será utilizado na arquitetura proposta no capítulo a seguir.

4 PROPOSTA

O objetivo deste capítulo é apresentar uma arquitetura de implementação para o ForTrust. Para tanto, apresentará também uma proposta de formalização das crenças de grupo. A proposta de crença de grupo está baseada nos conceitos de Agentes e Artefatos apresentado no capítulo anterior.

Na primeira parte deste capítulo são apresentados os requisitos necessários para a formalização das crenças de grupo. A segunda descreve como este trabalho formaliza as crenças de grupo para o ForTrust. A terceira descreve a arquitetura de implementação proposta para o ForTrust. A última é um breve resumo das questões abordadas neste capítulo.

4.1 ANÁLISE DE REQUISITOS

O uso das crenças de grupo para formar um sistema de reputação em um SMA aberto exige certos requisitos que serão analisados nesta seção.

O primeiro deles diz respeito à visibilidade este requisito determina que a crença de grupo tem de estar disponível a todos os agentes, ou seja, todos os agentes do grupo têm de conhecer o estado atual da reputação. No caso dos SMA abertos, no qual agentes entram e saem a qualquer momento do sistema, este requisito ganha uma complexidade maior uma vez que agentes que recém ingressaram no sistema precisam conhecer as reputações do grupo. Neste sentido com o intuito de atender a esta exigência a proposta que é formalizada neste capítulo obedece a uma visão global das crenças de grupo que permite ao agente que recém ingressou no sistema reconhecer as reputações feitas pelo grupo.

O segundo requisito demandado é a dinamicidade que diz respeito à periodicidade da atualização das crenças do grupo. Com a livre entrada e saída dos agentes do sistema o conteúdo de uma crença de grupo está em constante mudança. Neste sentido para manter essa dinamicidade elevada foi utilizado um modelo de alimentação por anúncios (testemunhos) o que permite uma elevada taxa de atualização da crença e com um baixo número de mensagens, uma vez que os agentes que concordam com o as crenças de grupo não precisam se manifestar.

O terceiro requisito a ser atendido é a flexibilidade de como as

crenças de grupo são sintetizadas. Diferentes tipos de aplicações contemplam diferentes maneiras de sintetizar as suas crenças de grupo. Nesta direção a proposta apresentada neste capítulo oferta uma arquitetura que permite aos agentes determinarem as regras que serão utilizadas para sintetizar as crenças de grupo.

O quarto requisito diz respeito ao suporte a heterogeneidade dos agentes. Em SMA abertos com o livre ingresso dos agentes do sistema é possível que este sejam compostos por diferentes tecnologias. Esta direção a proposta fará uso do conceito de Agentes e Artefatos (RICCI; VIROLI; OMICINI, 2008) que dará suporte a esta questão.

O quinto requisito refere-se à reusabilidade. Sistemas de reputação têm sua aplicação em diferentes contextos, para tanto eles devem ser genéricos o suficiente para que sua estrutura possa ser utilizada ao máximo por diferentes contextos. Neste sentido esta proposta oferece uma arquitetura baseada em artefatos que permite sua utilização em diversos contextos fazendo apenas algumas parametrizações conforme será apresentado neste capítulo.

O último requisito diz respeito ao tratamento da credibilidade. Sistemas de reputação tem que lidar com diferentes informações, cada qual, com sua credibilidade. Esta credibilidade pode ser decomposta em dois itens: o grau de certeza e a força. O grau de certeza fornece a possibilidade de o grupo quantificar o quanto acredita em uma determinada reputação. A força é um valor que permite quantificar a relevância da crença. Nesta direção foi observado o ForTrust, que em sua proposta trata apenas dois estados mentais onde os agentes fazem ou não fazem reputação. Com a finalidade de tratar a credibilidade esta proposta propõe estender o modelo com a adição dos dois elementos, o grau de certeza e a força.

4.2 FORMALIZAÇÃO DAS CRENÇAS DE GRUPO

A formalização, contribuição deste trabalho, segue uma estrutura centralizada para a concepção das crenças de grupo, conforme descrita pela visão global apresentada no capítulo anterior. A figura 11 ilustra o modo como os agentes fazem seus anúncios a uma estrutura central que através de regras de **síntese** dos anúncios estabelece as crenças de grupo.

Os anúncios são compostos por um predicado, um grau de certeza e uma força. O predicado é uma sentença sugerida pelo agente anunciante. O grau de certeza é um valor entre zero e um que quan-

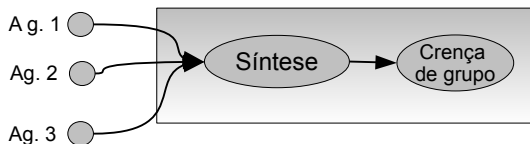


Figura 11 – Modelo de Crença de grupo

tifica a veracidade que agente associa para o predicado anunciado. A força é um valor inteiro positivo que corresponde à experiência que o agente tem sobre o predicado. Por exemplo, no anúncio *Capacidade* (“HotelCanarinho”, “Fernando de Noronha”, 50) com um grau de certeza 0,7 e força 5 o agente anunciante tem uma certeza considerável que o hotel Canarinho tem capacidade de atender 50 pessoas por ter 5 experiências onde constatou que o hotel foi capaz de receber um grupo de 50 pessoas. Definindo formalmente os anúncios são triplas:

$$A \stackrel{def}{=} \{ \langle p_a, c_a, s_a \rangle \mid p_a \in P, c_a \in [0..1], s_a \in \mathbb{N} \}$$

Onde A é o conjunto de todos os anúncios, P é o conjunto de todos os predicados e p_a , c_a e s_a são respectivamente o predicado, o grau de certeza e a força de um anúncio a .

Na formação das crenças de grupo é estabelecido um método de síntese que possui as regras que avaliam os anúncios e formam as crenças de grupo. A crença de grupo e a função de síntese podem ser definidas como:

$$G \stackrel{def}{=} \{ \langle p_g, c_g, s_g \rangle \mid p_g \in P, c_g \in [0..1], s_g \in \mathbb{N} \}$$

$$C_p \stackrel{def}{=} \{ \langle p, c_a, s_a \rangle \mid p \in P, c_a \in [0..1], s_a \in \mathbb{N} \}$$

$$sin_p : 2^{C_p} \rightarrow G$$

Onde G é o conjunto de todas as crenças de grupo e p_g , c_g e s_g são respectivamente o predicado, o grau de certeza e a força de uma crença de grupo g , C_p é um subconjunto de A contendo todos os anúncios de

um predicado p , sin_p é a função de síntese e 2^{C_p} é o conjunto potência de C_p , que representa todos os anúncios de um predicado.

Neste trabalho foi usado o conceito de crença de grupo proposto por Tuomela (TUOMELA, 1990) e algumas características dos modelos de reputação, pois a reputação pode ser vista como uma crença de grupo. Não existe nenhum método de síntese de crença de grupo que seja absoluto, pois existem diversos tipos de sociedades, cada qual com suas propriedades. Por exemplo, sociedades ideais totalmente igualitárias onde a força da decisão parte da maioria, ou sociedades autoritárias com hierarquia de poder onde a decisão não necessariamente reflete na vontade da maioria são exemplos que demonstram a necessidade de ter diferentes tipos de síntese para as crenças de grupo, cabendo a sociedade ou ao projetista do SMA estabelecer a métrica mais apropriada para sua composição. Para tanto, é desejável um grau de modularidade que permita ao projetista estabelecer novas funções de síntese com facilidade. A seguir são propostos três tipos de síntese de crença de grupo que ilustram a sua diversidade:

1. síntese ponderada: onde os anúncios são sintetizados de maneira a buscar um termo intermediário entre os anúncios. A função de síntese tem como regra uma ponderação relacionando o grau de certeza com força apresentada a seguir. Onde $sinpon$ é a função de síntese ponderada, c é o grau de certeza calculado e s é a força calculada. Note que c_a é o grau de certeza do anúncio e de forma análoga define-se s_a como a força do anúncio.

$$sinpon_p = \langle p, c, s \rangle$$

$$c = \frac{\sum_{a \in C_p} c_a s_a}{\sum_{a \in C_p} s_a} \quad s = \frac{\sum_{a \in C_p} s_a}{|C_p|}$$

Este tipo de síntese beneficia anúncios com maior força, aproximando a crença de grupo dos anúncios considerados mais experientes. Por exemplo, a operadora de viagem Vavatur anuncia que a empresa Cegonha linhas aéreas é uma empresa ruim no ingrediente capacidade através de um grau de certeza 0,4 obtida de uma única experiência, ou seja, força igual a 1. A empresa Dtudo turismo anuncia que a Cegonha é uma boa empresa no ingrediente capacidade e por isso da um grau de certeza de 0,8 baseada em 3

experiências que teve com esta empresa, logo a força do anúncio é 3. Os cálculos a seguir apresentam como é calculado o grau de certeza (c) e a força (s) neste exemplo. Observa-se que a função de síntese considera o anúncio da Dtudo 3 vezes mais forte que o anúncio da Vavatur, criando uma crença de grupo sobre a Cegonha com grau de certeza de 0,7 e força 2;

Entrada:

$$2C_{\text{capacidade(Cegonha)}} = \{ \text{capacidade(Cegonha)[certeza(0,4), forca(1)];} \\ \text{capacidade(Cegonha)[certeza(0,8), forca(3)]} \}$$

Cálculo:

$$c = \frac{(0,4 \cdot 1) + (0,8 \cdot 3)}{1 + 3} \qquad s = \frac{1 + 3}{1 + 1}$$

$$c = \frac{0,4 + 2,4}{4} \qquad s = \frac{4}{2}$$

$$c = \frac{2,8}{4} \qquad s = 2$$

$$c = 0,7$$

Saída:

$$\text{CG}(\text{capacidade(Cegonha)[certeza(0,7), forca(2)])$$

2. síntese pelo mínimo: a síntese seleciona o anúncio de menor certeza como crença de grupo. Este tipo de síntese é interessante em sociedades pessimistas, onde a menor certeza de um anúncio sobre um predicado deve ser a crença do grupo. A função de síntese tem como regra a seleção do anúncio de menor grau de certeza de um predicado. *sinmin* é a função de síntese mínimo, *ami* é o anúncio de menor certeza sobre um predicado.

$$\text{sinmin}_p = \langle p, c_{ami}, s_{ami} \rangle$$

tal que

$$ami = \arg \min_{c_{ami} \in C_p} c_{ami}$$

Por exemplo, o caso da Cegonhas linhas aéreas apresentado anteriormente, dentro do conjunto de anúncios efetuados o escolhido para representar a crença do grupo é o feito pela Vavatur, que possui o menor grau de certeza. Sendo assim a crença de grupo é sintetizada com uma certeza de 0,4, representando que a Cegonhas é uma empresa de qualidade questionável no ingrediente capacidade;

3. síntese pelo máximo: a síntese seleciona o anúncio de maior certeza como crença de grupo. Este tipo de síntese é interessante em sociedades otimistas, onde o pior caso é desinteressante, interessando apenas o anúncio sobre um predicado de maior certeza. A função de síntese tem como regra a seleção do anúncio de maior grau de certeza de um predicado. $sinmax$ é a função de síntese máximo, ama é o anúncio de maior certeza sobre um predicado.

$$sinmax_p = \langle p, c_{ama}, s_{ama} \rangle$$

tal que

$$ama = \arg \max_{c_{ama} \in C_p} c_{ama}$$

Por exemplo, no caso da Cegonhas linhas aéreas o anúncio da Dtudo turismo é tomado como crença de grupo por ser o anúncio mais positivo do predicado. Sendo assim a crença de grupo é sintetizada com uma certeza de 0,8 representando que a empresa presta o serviço de forma satisfatória no ingrediente capacidade.

Existem ainda muitos outros métodos de síntese que podem estabelecer as crenças de grupo. Estas métricas estão intimamente relacionadas com as normas que regem a sociedade. Como Tuomela (TUOMELA, 1990) apresenta os anúncios que são feitos pelos agentes e a síntese destes anúncios em crenças de grupo podem descrever o comportamento social do grupo, tornando a forma de síntese um critério fundamental das crenças de grupo.

4.3 FORMALIZAÇÃO DA REPUTAÇÃO COM GRAU DE CERTEZA E FORÇA

A segunda contribuição deste trabalho visa adicionar os elementos grau de certeza e força a formalização do ForTrust. A reputação observada originalmente no ForTrust pode ser descrita como um con-

junto de crenças de grupo compõe reputação de um indivíduo. Dessa maneira o ForTrust permite elaborar um apenas dois estado, faz ou não faz reputação. Com a adição do grau de certeza e da força ao ForTrust será possível quantificar o quanto se acredita em uma reputação e qual a intensidade desta crença. A sentença a seguir representa como uma reputação é definida para formalizar a reputação com adição do grau de certeza e da força. Onde R é o conjunto de todas as reputações e p_r , c_r e s_r são, respectivamente, o predicado, o grau de certeza e a força da reputação r .

$$R \stackrel{def}{=} \{ \langle p_r, c_r, s_r \rangle \mid p_r \in P, c_r \in [0..1], s_r \in \mathbb{N} \}$$

A reputação originalmente no ForTrust é dada por um “e” lógico entre os ingredientes, mas nesta proposta de extensão do modelo as crenças deixam de ser binárias e ganham componentes contínuos e assim a composição da reputação ganha uma nova função de síntese. Esta função através de suas regras forma a reputação com a mesma estrutura de uma crença de grupo, ou seja, é composta de um predicado, um grau de certeza e de uma força. A função a seguir representa a função de síntese da reputação. Nela $sinr_P$ corresponde à função de síntese da reputação, CR_p é um conjunto de crenças de grupo (ingredientes) de um predicado que sintetizados produzem um estado de reputação R . Os demais componentes são: P como conjunto de predicados, G como conjunto de crenças de grupo e p_g, c_g, s_g sendo respectivamente o predicado, o grau de certeza e a força de uma CG e 2^{CR_p} é o conjunto potência de CR_p , que representa todos os ingredientes de um predicado.

$$CR_p \stackrel{def}{=} \{ \langle p, c_g, s_g \rangle \mid p \in P, c_g \in [0..1], s_g \in \mathbb{N} \}$$

$$sinr_p : 2^{CR_p} \rightarrow R$$

As métricas adotadas neste trabalho para a função de síntese da reputação são as mesmas descritas anteriormente para a formação das crenças de grupo.

4.4 IMPLEMENTAÇÃO

Para implementar as crenças de grupo de forma global, como proposto neste trabalho foi utilizado o conceito de Agentes e Artefatos (RICCI; VIROLI; OMCINI, 2008). Modelando as crenças de grupo na forma de artefatos obtêm-se estruturas que são modulares e amplamente manipuláveis pelos agentes uma vez que estas herdam as características dos artefatos.

A figura 12 representa um artefato de crença de grupo. O artefato possui as crenças do grupo como propriedades observáveis, sendo que cada crença corresponde a uma propriedade observável. Os anúncios são tratados como uma operação na interface de uso, no qual é passado como parâmetro o predicado anunciado, um grau de certeza sobre a crença e a força da certeza. Ele ainda possui uma interface para o acoplamento de outros artefatos representados na interface de comunicação, que permite a transmissão das crenças de grupo para outros artefatos.

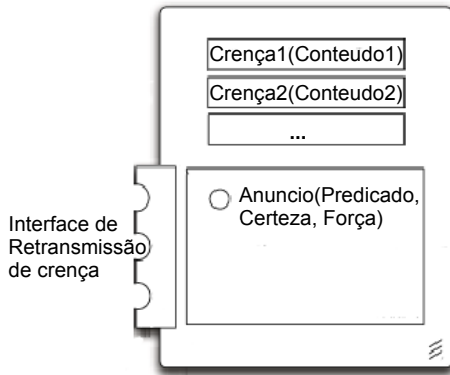


Figura 12 – Artefato de Crença de Grupo

A implementação utilizou a plataforma CArtAgO (RICCI; VIROLI; OMCINI, 2006) que fornece uma implementação para os conceitos de Agentes e Artefatos. O diagrama de classe da figura 13 apresenta a arquitetura de implementação para o modelo estendido do ForTrust proposto neste trabalho.

A Classe **ArtCG** representa o artefato de crença de grupo. Esta

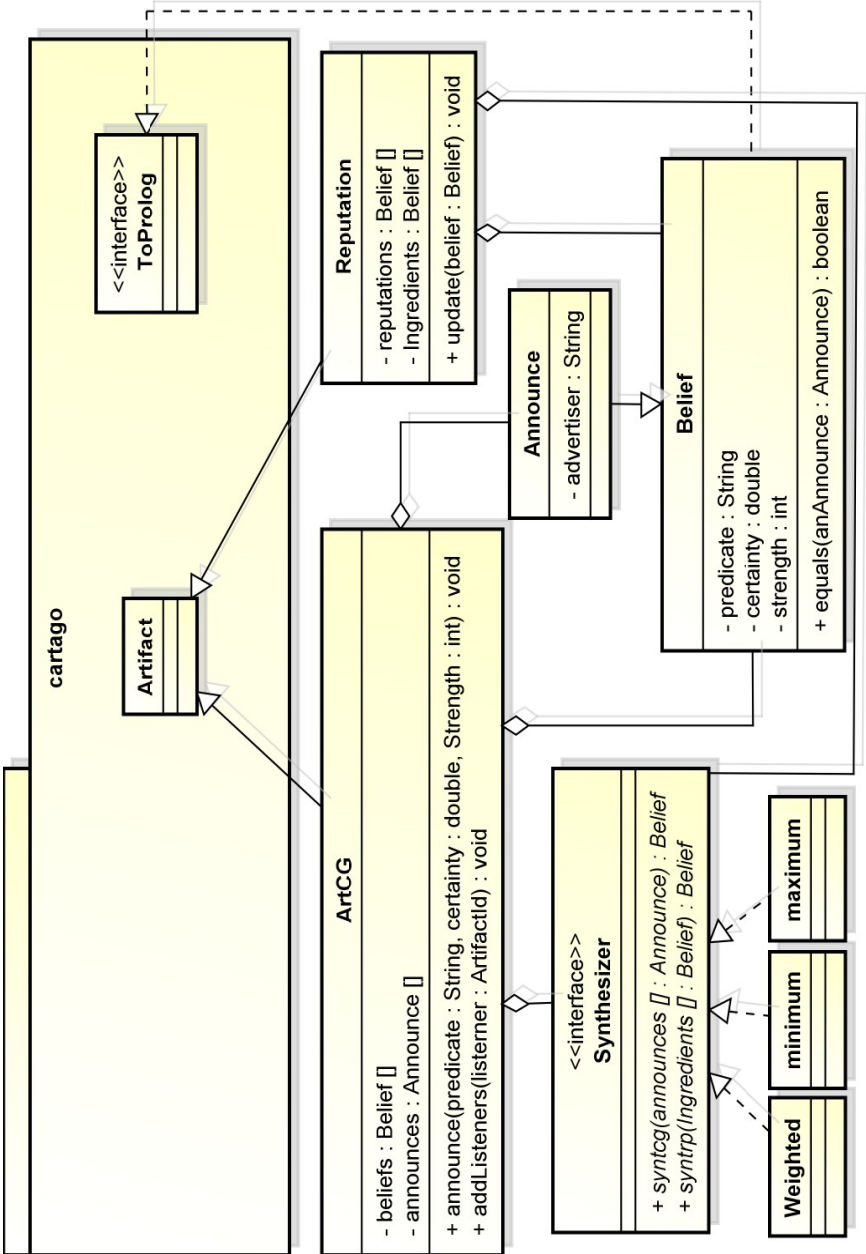


Figura 13 – Diagrama de classe da reputação

classe herda da *Artifact* as primitivas dos artefatos, além de agregar as classes *Announce*, *Belief* e a interface *synthesizer*. O método *announce* corresponde à operação de anúncio do artefato de crença de grupo e recebe como parâmetro um predicado, um grau de certeza e uma força. Ao receber um anúncio o artefato adiciona-o a lista de anúncios ou substitui o anúncio antigo do agente pelo recebido. Atualizada a lista de anúncios e sintetiza a crença de grupo do predicado anunciado. Em seguida, a crença de grupo é enviada para o artefato de reputação. Este processo pode ser observado no diagrama de sequência da figura 14. O método *addListener* é o método que adiciona os artefatos que receberão a notificação quando uma nova crença for sintetizada, neste caso o artefato ligado é o de reputação.

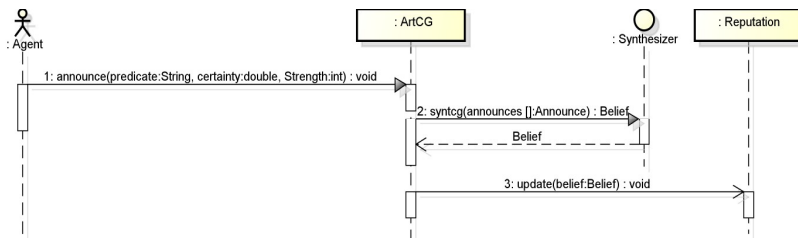


Figura 14 – Diagrama de sequência do método *Announce*

As classes **Weighted**, **Minimum** e **Maximum** implementam a interface *Synthesizer* e representam os métodos de síntese discutidos neste trabalho. A Classe **Belief** implementa a interface *ToProlog* que permite a sua representação na forma de um predicado. A função desta classe é representar uma crença de grupo composta pela tripla: predicado, grau de certeza e força.

A Classe **Announce** representa os anúncios pelos agentes. Esta classe herda a classe *Belief* e adiciona o atributo *advertiser* que representa o agente que fez o anúncio.

A reputação pode ser entendida como uma crença de grupo, contudo esta crença diferente das outras e surge quando o grupo acredita nas quatro crenças (objetivo, capacidade, intenção e competência). Para tanto, ela não é alimentada pelos anúncios dos agentes, mas pela presença de outras crenças de grupo. A classe **Reputation** corresponde a ao artefato de reputação. O método *update* é o receptor das crenças vindas do artefato de CG. Ao receber uma crença ele atualiza a lista de ingredientes, calcula e atualiza a nova reputação. O Diagrama

de sequência da figura 15 ilustra este processo.

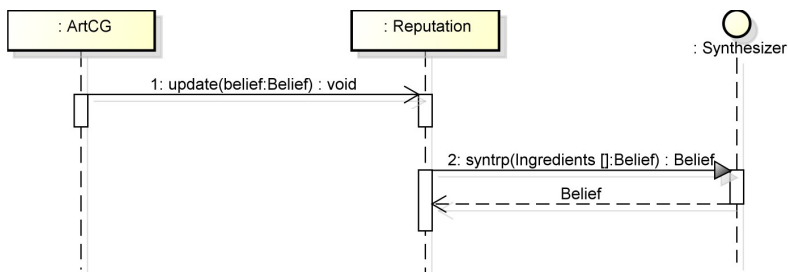


Figura 15 – Diagrama de sequência do método update

4.5 INSTANCIACÃO DE ARTEFATOS

Neste trabalho foram observadas três maneiras de utilizar os artefatos de crença de grupo para implementar o modelo de reputação. As maneiras se encontram enumeradas a seguir:

1. artefato único: como o nome sugere é criado apenas um artefato que recebe todos os anúncios dos membros do grupo e os sintetiza nas crenças do grupo. A figura 16 representa a interação dos agentes com o artefato. O problema desta arquitetura é que para cenários com muitos anúncios, o artefato fica sobrecarregado. Outro fator que desfavorece seu uso é a restrição do artefato fazer a síntese dos anúncios da mesma maneira para diferentes predicados. Por exemplo, uma crença de grupo “capacidade” pode ter uma métrica de síntese diferente de uma crença “competência” e o uso de um único artefato força o uso da mesma métrica de síntese. Por esta razão, embora esta forma de implementação seja possível, ela é limitada e restritiva;
2. artefato por crença: nesta situação é alocado um artefato por crença de grupo fazendo os agentes distribuírem a carga dos anúncios nos vários artefatos. O problema desta arquitetura é que sistemas que tenham muitas crenças de grupo requerem bastante memória para manter todas as estruturas. Por exemplo, a figura 17 apresenta dois artefatos um representando uma crença “capacidade(“HotelCanarinho”, “Fernando de Noronha”, 50)” e ou-

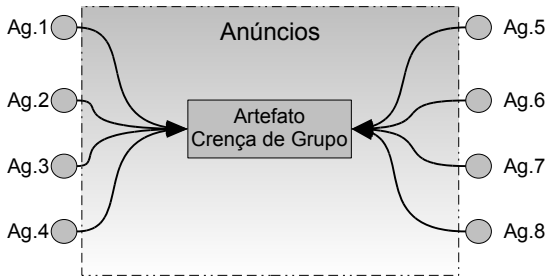


Figura 16 – Artefato Único

tro representando “capacidade(“HotelVigario”, “Santana do Livramento”, 25)”. Se houvessem 1000 crenças de grupo haveriam 1000 artefatos. O uso de diversos artefatos permite o uso de diversas métricas de síntese, embora esta forma de implementação seja possível e tenha grande flexibilidade no uso de diferentes métricas ela consome muita memória e sua utilização é recomendada a sistemas com poucas crenças de grupo e que exigem o uso de diversas métricas de síntese;

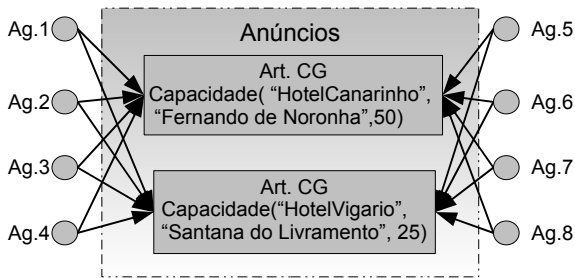


Figura 17 – Artefato por crença

3. artefato por tipo de crença: nesta arquitetura as crenças de grupo são agrupadas em artefatos por seus tipos. A presente arquitetura reduz a carga de anúncios recebidos por cada artefato devido à distribuição entre eles. O modo como as crenças são agrupadas fornece um consumo menor de memória que a arquitetura

anterior. Outro fator positivo desta arquitetura é a possibilidade de ter diversas métricas de síntese de crença pelo fato de se ter diversos artefatos. Por exemplo, a figura 18 o artefato de crença de grupo nomeado como “capacidade” congrega todas as crenças de grupo do tipo capacidade e o artefato “competencia” congrega todas as crenças de grupo do tipo competência.

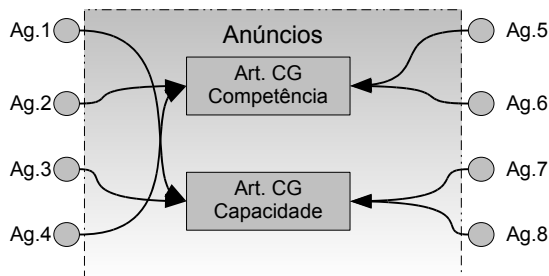


Figura 18 – Artefato por tipo crença

4.6 RESUMO DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou uma formalização para as crenças de grupo, bem como uma arquitetura de implementação baseada em artefatos (RICCI; VIROLI; OMICINI, 2008). Com a formalização das CG este capítulo apresentou uma extensão para o ForTrust com a adição dos elementos **grau de certeza** e **força**, além de uma arquitetura de implementação para o mesmo. Esta proposta atende aos requisitos analisados neste capítulo.

5 WIKIPÉDIA

O objetivo deste capítulo é apresentar um caso de uso para a arquitetura apresentada anteriormente. O caso que será apresentado é a aplicação da reputação na Wikipédia, enciclopédia digital, como forma de auxílio na validação das contribuições feitas pelos usuários. Através deste caso de uso são demonstradas as características da arquitetura proposta.

Os ambientes Wiki permitem a seus usuários a livre criação e edição de artigos. Essa característica favorece o surgimento de contribuições indesejadas, tais como, a proibição de propagandas, ataques pessoais, palavras de baixo calão, entre outros. Na Wikipédia existe um número muito grande de contribuições executadas diariamente, tornando complexa a tarefa de verificar a qualidade de tais contribuições.

Atos de vandalismo são caracterizados pela intenção de degradar as contribuições fazendo com que seu conteúdo contenha erros. Existem dois tipos de vandalismo: o primeiro é facilmente detectável por possuir palavras de baixo calão. O segundo tipo ocorre quando o usuário tem a intenção de vandalizar, mas usa de linguagem culta de forma que apenas uma análise cuidadosa do texto por alguém com conhecimento no assunto pode detectar o vandalismo. Este segundo tipo tem uma dificuldade adicional, pois é necessário diferenciar o ato de vandalismo, que é uma ação intencional, das contribuições de uma pessoa que não é detentora do conhecimento que deseja expressar.

A figura 19 representa o funcionamento da Wikipédia, onde usuários e *bots*, representados por quadrados, interagem com o ambiente Wiki fornecendo contribuições sobre um determinado assunto que representa um artigo na enciclopédia. Estas contribuições são armazenadas em ordem cronológica em uma estrutura. Dentro destas contribuições a Wiki seleciona a versão mais recente de cada artigo e a publica para consulta.

O conteúdo das contribuições é tratado como pouco confiáveis devido à volatilidade das informações e a falta de referência de seus contribuidores. Para tanto são criadas estruturas para adicionar ao conteúdo um grau de credibilidade. A entidade denominada patrulheiro encontrada na Wikipédia faz a análise das contribuições para evitar que ocorram vandalismos. Os patrulheiros são usuários normais que assumem uma função de analisar, voluntariamente, a lista de alterações em busca destas desconformidades (KRUPA et al., 2009). A figura 20 apresenta a interação dos patrulheiros na estrutura da Wikipédia.

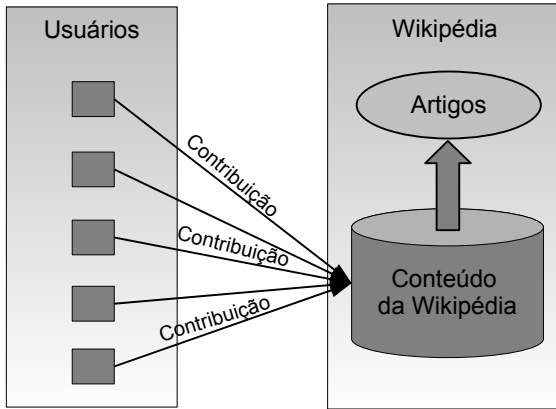


Figura 19 – Estrutura simplificada da Wikipédia

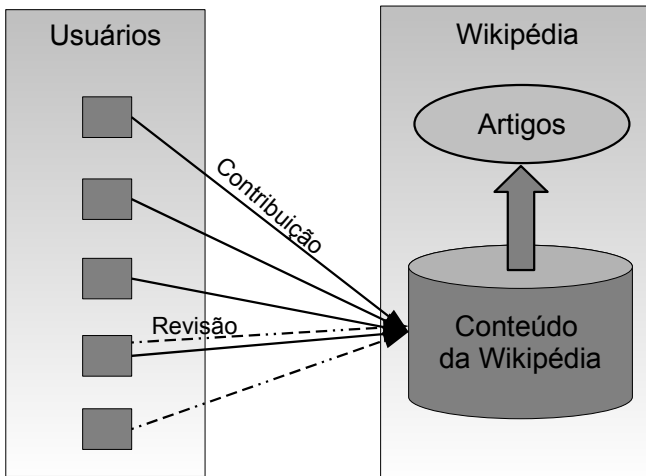


Figura 20 – Estrutura simplificada da Wikipédia com patrulheiros

Entretanto, a quantidade de patrulheiros necessária para validar todas as contribuições é muito elevada sendo necessário o uso de ferramentas que auxiliem na detecção de más contribuições. A figura 21 apresenta a ferramenta disponibilizada pela Wiki para que os patrulheiros exerçam sua atividade. A ferramenta apresenta uma lista de todas as contribuições ordenadas temporalmente, com um campo comentário que é preenchido pelo usuário contribuidor. Não existe qualquer indicativo da qualificação dos usuários contribuidores, tornando-se necessária a análise completa das contribuições.

Ferramentas: Registos · Registos do filtro de edições · **Ligações:** Desambiguações · Externas · Número de visitas · Pesquisar no histórico de edições · Estatísticas de edição · Número de vigilantes

Discussões: Nenhuma proposta de eliminação · Nenhuma proposta de destaque · Nenhuma proposta de reavaliação de destaque

Para mais informações, consulte as páginas de ajuda: História e Sumário de edição.

Legenda: **(atu)** diferença da versão atual **(ult)** diferença da versão anterior **m** edição menor → edição de secção
← sumário automático

Esta página tem **77 kB**. Páginas maiores que 32 kB podem causar problemas em alguns navegadores.

(Mais recentes | Mais antigas) Ver (50 posteriores | 50 anteriores) (20 | 50 | 100 | 250 | 500).

Comparar as versões selecionadas

- (atu | ant) • 10h09min de 10 de fevereiro de 2011 Ademario neto (discussão | contribs) (78 571 bytes) *(Desfeita a edição 23894988 de 201.3.210.126 (discussão | contribs))* (desfazer)
- (atu | ant) • 02h39min de 10 de fevereiro de 2011 201.3.210.126 (discussão) (78 571 bytes) (←História) (desfazer)
- (atu | ant) • 02h34min de 10 de fevereiro de 2011 201.3.210.126 (discussão) (78 571 bytes) (←História) (desfazer)
- (atu | ant) • 23h04min de 30 de janeiro de 2011 HRoestBot (discussão | contribs) **m** (78 571 bytes) *(/2.6.5) (Bot*

Figura 21 – Ferramenta de Visualização de Contribuições Anteriores

Este trabalho propõe o uso de um SMA para a criação de um sistema de reputação aplicado ao tratamento das contribuições da comunidade na Wikipédia. O uso de um SMA permite estabelecer um grau de credibilidade entre o patrulheiro e o usuário contribuidor, mesmo que um determinado patrulheiro nunca tenha analisado a contribuição de um referido usuário. O uso da reputação atribui um grau de aceitação a um indivíduo em um grupo para desempenhar uma tarefa sem que necessariamente o patrulheiro tenha interagido anteriormente com o agente alvo e para tanto faz uso das experiências dos demais participantes do grupo.

A figura 22 representa a incorporação de um sistema de reputação na estrutura da Wikipédia. Os usuários passam a interagir com um agente que faz a interface com a estrutura de armazenamento e alimenta com anúncios ao sistema de reputação as contribuições feitas, bem como as revisões executadas. Desta maneira alimentado o sistema de reputação disponibiliza para utilização dos patrulheiros as

reputações construídas, subsidiando a escolha das contribuições a serem revisadas pelos patrulheiros.

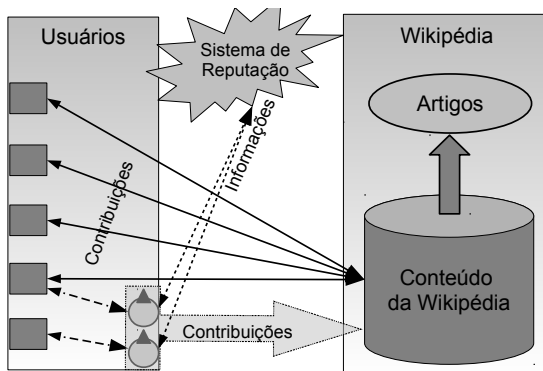


Figura 22 – Estrutura da Wikipédia incorporando o uso da reputação

A inviabilidade de inserir essa estrutura na Wikipédia para fim de testes fez com que neste trabalho os patrulheiros da Wikipédia fossem substituídos por agentes que simulam suas atividades. Os agentes percorrem um log de contribuições e dotados de diferentes heurísticas estabelecem análises estatísticas das contribuições. A figura 23 apresenta a topologia adotada neste caso.

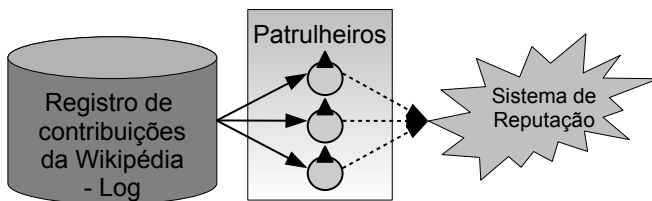


Figura 23 – Estrutura da Wikipédia incorporando o uso da reputação

Existem diversos indicadores para conceber estas estatísticas, as utilizadas neste trabalho estão fortemente baseadas nos trabalhos de (ADLER et al., 2008) e (WEST; KANNAN; LEE, 2010) e produziram três classes de agentes descritas a seguir.

Agente Avaliador Textual. Observa o crescimento do texto

com o passar das contribuições. Ele crê que informações novas são adicionadas quando há um aumento no volume de texto. É observado que o crescimento do texto em uma página na Wikipédia não se dá de forma linear. Inicialmente, o crescimento é muito grande e tende a diminuir com passar das contribuições (ADLER et al., 2008). O conteúdo normalmente contido no início da publicação de uma página é baixo permitindo que outros usuários menos especialistas no assunto contribuam com um grande volume de texto. Quando a página atinge uma maturidade, as alterações passam a ser mais escassas. Uma vez que uma quantidade significativa do assunto já foi descrita na página, resta apenas a inserção de um conteúdo mais aprofundado, que tende a ser adicionado por um usuário especialista no assunto. Mesmo em menor volume de texto a contribuição de um especialista é de grande valia para a página. Quando o texto sofre uma diminuição, existe uma possibilidade real de que tenham sido removidas informações relevantes, o que caracteriza uma contribuição negativa. Desta maneira, este agente segue um indicador descrito na equação a seguir, onde V_j é o grau de certeza da interação j , T_j é o tamanho do texto da contribuição j , A_j é o tamanho do texto imediatamente antes da contribuição j , L_j é a quantidade de interações anteriores a j , C_c é o grau de certeza da crença e α é uma constante que representa o peso da penalidade pela redução do texto e neste caso o valor atribuído para ela foi 0,1.

$$V_j = \begin{cases} (1 - \frac{T_j}{A_j}) \cdot \alpha & \text{se } T_j < A_j \\ (1 - \frac{A_j}{T_j}) \cdot \frac{L_j}{2} & \text{senão} \end{cases}$$

$$C_c = \frac{1}{i} \cdot \sum_{j=1}^i V_j$$

Agente Avaliador de Reversão. Um patrulheiro tem a possibilidade de ao encontrar uma contribuição de um vândalo fazer uma reversão para uma contribuição anterior (ponto de retorno) que ele considera de qualidade. Desta maneira, este agente avalia as contribuições baseado no histórico de reversões, punindo os usuários que tem suas contribuições revertidas e recompensando usuários que tem suas contribuições como ponto de retorno de uma reversão. Ele segue um indicador descrito na equação a seguir, onde R_j é a versão a recuperada.

$$V_j = \begin{cases} 0.1 & \text{se } \neg R_j \\ 1 & \text{senão} \end{cases}$$

$$C_c = \frac{1}{i} \cdot \sum_{j=1}^i V_j$$

Agente Avaliador Temporal. Este agente avalia o tempo de persistência da contribuição. Contribuições com baixa qualidade ou ações de vandalismo são geralmente identificadas em um período de 48 horas. Já contribuições de boa qualidade encontram - se em páginas maduras, que já atingiram uma estabilidade e raramente terão uma nova contribuição. Neste caso o período de persistência de uma página é muitas vezes superior a um mês (720 horas). Desta forma o agente observa o tempo de persistência entre uma contribuição e outra e penaliza os usuários que tem contribuições que rapidamente foram substituídas e recompensa usuários que tem contribuições com bom tempo de persistência. Desta maneira este agente segue um indicador descrito na equação a seguir, onde T_j é tempo de persistência da contribuição i .

$$V_j = \begin{cases} \frac{T_j}{720} & \text{se } T_j \leq 720 \\ 1 & \text{senão} \end{cases}$$

$$C_c = \frac{1}{i} \cdot \sum_{j=1}^i V_j$$

Os ingredientes destacados neste caso para a composição da reputação são a competência e a intenção. O objetivo pode ser descrito como o desejo de verificar uma contribuição, haja visto que são os patrulheiros que utilizarão esta ferramenta a crença é sempre presente. A competência pode ser descrita como a qualidade das contribuições de um usuário e a capacidade é a habilidade do usuário escrever sobre um determinado assunto. A forma como os dados das contribuições são apresentados, na forma de um texto natural, dificulta a diferenciação por parte do agente do que é capacidade e o que é competência, fazendo com que a capacidade seja incorporada na competência. Por fim a intenção é descrita como a vontade do usuário contribuir. Esse ingrediente relaciona-se diretamente como o conceito de vandalismo, onde estas contribuições danosas caracterizam uma falta de intenção de contribuir com a adição de informações ao ambiente. Assim sendo,

constituiu-se a reputação neste caso de uso com apenas dois artefatos de crença de grupo como apresentado na figura 24.

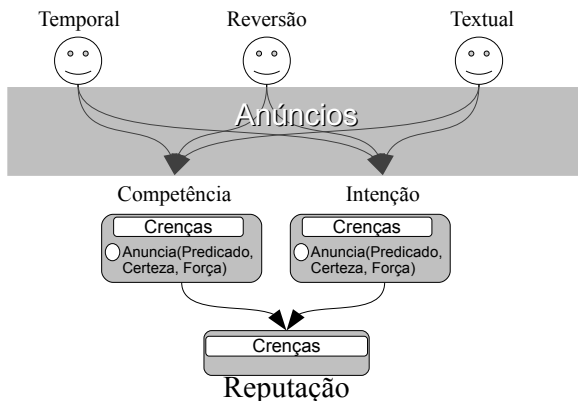


Figura 24 – Diagrama da plataforma relacionando os Agentes

Os artefatos de crença de grupo utilizam uma métrica de síntese ponderada, visto que existe uma diversidade grande de tipos de agentes anunciando diferentes perspectivas da qualidade dos usuários. Este tipo de métrica também atenua as avaliações extremas que um determinado agente pode formar. A reputação por sua vez usa uma métrica de síntese pessimista por receber como entrada crenças de grupo já ponderadas.

5.1 HEURÍSTICA DE REVISÃO PROPOSTA

O uso de um sistema de reputação nos permite classificar os agentes de um sistema. Com a classificação dos usuários utilizando o ForTrust este trabalho propõe uma heurística de revisão baseada no conceito da estatística descritiva conhecido como quartil (LOESCH; STEIN, 2008).

Cada amostra possui três valores conhecidos como quartis que dividem a amostra em quatro partes iguais. O que é proposto, por este trabalho, como heurística é utilizar esta divisão da amostra para classificar os usuários reconhecidos pelo sistema de reputação. Os usuários com reputação inferior ao valor do primeiro quartil são classificados

como ruins, ou seja, usuários que estão abaixo do que é esperado para a página e necessitam de revisão. Os usuários com reputação entre o primeiro e terceiro quartil são usuários razoáveis, ou seja, se comportam como a maioria dos usuários que contribuem naquela página. Os usuários com reputação superior ao valor do terceiro quartil são usuários bons, ou seja, que tem uma contribuição acima do esperado para a página.

Classificados desta maneira é possível aos patrulheiros priorizar a revisão dos usuário ruins e razoáveis, em caso de tempo ocioso é recomendado a revisão dos usuários bons. A aplicação desta heurística se encontra na sessão de experimentos deste capítulo.

5.2 IMPLEMENTAÇÃO

Os agentes desenvolvidos neste trabalho são implementados na linguagem AgentSpeak (RAO, 1996), pois ela segue o paradigma BDI (RAO; GEORGEFF, 1995) que se mostra o mais adequado no que tange a natureza do modelo de reputação ForTrust (HERZIG et al., 2010). O ambiente utilizado para conceber a implementação foi o Jason (BORDINI; HÜBNER, 2006) por existir uma biblioteca que faz a interligação entre ele e o CarTaGo (RICCI; VIROLI; OMCINI, 2006).

Na descrição da Wikipédia foram proposto três agentes, sendo eles, o temporal, o reversão e o textual. A segunda parte do sistema, os artefatos, são criados pelo primeiro agente a entrar no sistema. A criação destes artefatos se dá pelo código 2. Nele são criados os artefatos correspondentes as crenças de grupo da reputação, competência e intenção. A principal característica que deve ser observada neste trecho de código é a simplicidade de criação de um artefato, mesmo com diferentes formas de síntese é exigido apenas uma mudança no parâmetro na criação do artefato. O comando `makeArtifact` é composto dos seguintes parâmetros:

1. nome do artefato no ambiente. Este nome deve ser único, pois não pode haver dois artefatos como mesmo nome;
2. tipo de artefato que será criado;
3. parâmetros para instanciação do artefato, no caso de artefatos do tipo *Reputation* sua instanciação exige dois parâmetros, a métrica de síntese e a quantidade de ingredientes envolvidos que compõem a reputação. Já para a instanciação de artefatos do tipo ArtCG

(artefato de crença de grupo) o parâmetro exigido é a métrica de síntese;

4. referencia da variável interna do agente.

Trecho de Código 2 Criação dos artefatos de crença de grupo

```
// plano para atingir o objetivo de criar os artefatos
+!constroiArtefatos <-

/* cria artefato de chamado rep
do tipo Reputation com métrica de
síntese mínima, utilizando dois ingredientes
e a variável Rep do agente
aponta para o artefato no ambiente */

makeArtifact("rep", "Reputation", ["minimum",2], Rep);

/* cria artefato de chamado comp
do tipo ArtCG com síntese máximo
e a variável Comp do agente aponta
para o artefato no ambiente */

makeArtifact("comp", "ArtCG", ["Weighted"], Comp);
makeArtifact("int", "ArtCG", ["Weighted"], Int);

/* Adiciona o artefato rep na interface
de comunicação dos artefatos comp e int
os quais a qualquer modificação de uma cg
atualizam rep */

addListeners(Rep)[artifact_id(Int)];
addListeners(Rep)[artifact_id(Comp)].
```

O código 3 permite ao agente visualizar o conteúdo de um artefato crença de grupo. Para tanto faz uso de duas primitivas do CarTaGo a `lookupArtifact`, que tem como parâmetros o nome do artefato a ser referenciado e a variável interna do agente que representará o artefato, e a `focus` que efetivamente faz o agente observar e adicionar a sua base de crenças as informações dispostas nas propriedades observáveis do artefato. Este trecho de código é executado por agentes que não criaram os artefatos e por tanto não os têm referenciado.

Quando um agente obtém uma nova experiência são necessário que sejam recalculados os valores dos ingredientes da confiança de um agente e, por conseguinte, que seja anunciado ao grupo para manter os ingredientes da reputação atualizados. O código 4 reproduz esta

Trecho de Código 3 Localização e observação dos artefatos de crença de grupo

```
// Plano para atingir o objetivo de localizar os artefatos
// e observar suas propriedades observáveis
+!observaArtefatos <-
  // localização de artefatos

  /* Localiza no ambiente o artefato rep3lsp
   e associa a variável Rep3lsp do agente */

  lookupArtifact("rep",Rep);
  lookupArtifact("comp",Comp);
  lookupArtifact("int",Int);

  // Observação dos artefatos

  /* Observa as propriedades observáveis do
   artefato rep3lsp associada a variável Rep3lsp */
  focus(Rep);
  focus(Com);
  focus(Int).
```

tarefa. Como parâmetro do objetivo experiência é passado o predicado do qual se adquiriu uma experiência e as certeza desenvolvidas em cada ingrediente. Na primeira parte do plano a ser executada, o cômputo dos ingredientes internos do agente que formam sua confiança são recalculados. Na etapa seguinte, os novos valores dos ingredientes são anunciados através da operação *announce* dos artefatos de crença de grupo. Neste código as crenças **confcompetencia** e **confintencaao** são crenças dos agentes;

Quando um patrulheiro vai executar uma revisão o ele procura o agente de pior reputação para revisar as contribuições do mesmo. Dessa maneira, o código 5 segue esta premissa de seleção. Na primeira parte deste código é apresentada uma regra que seleciona o agente que possui a pior reputação. Na segunda parte do código é feita a revisão da contribuição do agente com pior reputação que não foi revisado. Na terceira parte do código o agente tira o estado de revisado do agente A por ter percebido que o mesmo fez uma nova contribuição.

Os trechos de códigos apresentados para este caso de uso demonstram os artefatos de crenças de grupo propostos neste trabalho. A arquitetura destes artefatos permite a construção de novos artefatos e alteração dos mesmo de maneira simplificada o que implica em uma baixa alteração de código na troca dom método de síntese.

Trecho de Código 4 Cômputo dos ingredientes e anúncio aos artefatos

```

/* Plano para atingir o objetivo de Atualizar a
   confiança do agente e anunciar ao artefato
   a experiência */
+!experiencia(Pred, Cint, Ccomp):
  confintencao (Pred)[certeza(Intc), forca(Intf)] &
  confcompetencia (Pred)[certeza(Compc), forca(Compf)]
  <-
  // Cômputo das experiências
  /* Soma em Ci o valor certeza da nova
     experiência sobre a intencao com o
     valor da soma das experiências anteriores */
  Ci=Cint+Intc;

  /* Incrementa Fi (força da capacidade) */
  Fi=Intf+1;

  Co=Compc+Ccomp;
  Fo=Compf+1;

  // Atualização das crenças do agente
  // Remove a crença do agente confcompetencia(Pred)
  -confcompetencia(Pred);

  /* Adiciona a nova crença do agente
     confcompetencia(Pred) com os valores
     da certeza e da força atualizados */
  +confcompetencia(Pred)[certeza(Co), forca(Co)];

  /* Anuncia ao artefato comp a
     premissa competencia(Pred) com uma certeza
     Co/Fo e força Fo */
  announce(competencia(Pred), Co/Fo, Fo)[artifact_id(Comp)];
  announce(intencao(Pred), Ci/Fi, Fi)[artifact_id(Int)].

```

Trecho de Código 5 Seleção do agente para revisão

```

/* Regra de seleção - escolhe o pior agente
   contribuidor de uma pagina segundo a
   reputação utilizando a propriedade observável
   da crenca de grupo (gb) */

pior(reputacao(A,X), CA, SA) :-
  gb(reputacao(A,X)[certainty(CA),strength(SA)]) &
  not (gb(reputacao(B,X)[certainty(CB),strength(_)]) &
  A \== B & CB < CA) & !revisado(A,X).

/* Plano para revisar contribuicao do pior agente (A)
   para uma pagina (X) para ser revisado */

+!fazer_revisao:
  pior(reputacao(A,X),_,_)
  <-
  // Executa revisão do agente (A) na pagina (X)
  +!revisa(A,X);

  // Marca como revisado o agente (A) da pagina (X)
  +revisado(A, X).

/* Plano com o objetivo de remover status de revisado
   do agente (A) quando uma nova contribuicao é feita */

+!contribuicao(A, X) <-
  -revisado(A, X).

```

5.3 EXPERIMENTOS

O objetivo destes experimentos é demonstrar a funcionalidade e aplicação da arquitetura proposta. Para tanto, foram efetuados três experimentos. O primeiro tem o objetivo de demonstrar a capacidade de o sistema classificar agentes. O segundo tem o objetivo de demonstrar a importância do componente força na formalização proposta. O terceiro apresenta a aplicação da heurística de revisão proposta que faz uso do conceito de quartis (LOESCH; STEIN, 2008).

O dados utilizados nos experimentos descritos a seguir foram extraídos de uma versão da Wikipédia feita para testes conhecida como simplewiki. O dados desta Wiki são periodicamente copiados para arquivos XML disponibilizados para download¹. Estes arquivos possuem informações referentes as contribuições dos usuários dispostos nos seguintes campos: usuário, timestamp, comentário e conteúdo da contribuição. Para a melhor manipulação dos dados foi criado um banco de dados com a estrutura representada no diagrama E-R da figura 25. 4

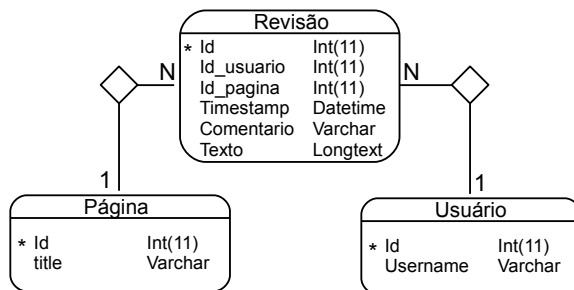


Figura 25 – Diagrama ER dos dados importados da Wikipédia

Para realizar os experimentos selecionaram-se três páginas da Wikipédia com diferentes volumes de contribuição, são elas: Alanis Morissette (baixo volume de contribuições), Argentina (volume mediano de contribuições) e Afeganistão (volume grande de contribuições).

Quando um patrulheiro vai fazer seu trabalho de revisão, ele observa uma lista de contribuições sem qualquer classificação dos usuários contribuintes. Este primeiro experimento demonstra a capacidade do sistema proposto atribuir reputação aos usuários contribuintes. Para fazer esta observação, utilizando os agentes desenvolvidos ordenam-se

¹<http://download.wikipedia.org/simplewiki>

os registros de contribuições em ordem decrescente de data de publicação, reservando uma fração de 10% das contribuições mais recentes para testes (dados de teste), simulando contribuições a serem encontradas pelos patrulheiros. A outra fração correspondente a 90% da lista de contribuições é utilizada para treinamento do sistema de reputação (dados de treinamento).

Este experimento foi dividido os dados de treinamento em quatro instâncias representadas na figura 26. A primeira instância é a fração de 20% imediatamente seguinte aos 10% utilizados como dados de teste. As outras instâncias aumentam a fração de 20% para 40%, 60% e 90% aumentando o número de contribuições analisadas. Estas instâncias têm como objetivo traçar uma relação entre o volume de treinamento e a quantidade de usuários com reputação atribuída no conjunto de dados de testes.

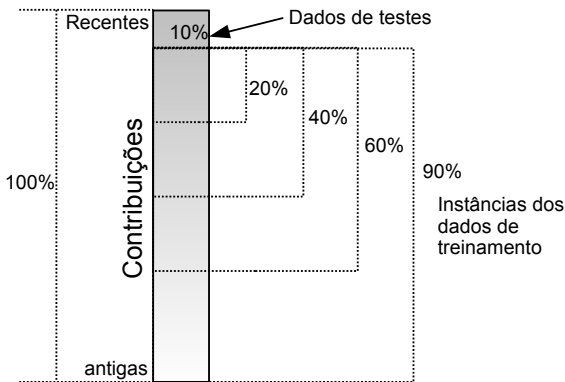


Figura 26 – Divisão da lista de contribuições

A tabela 1 e o gráfico da figura 27 demonstram em percentual a quantidade de usuários com uma reputação atribuída. Nestas páginas que foram selecionadas pode ser observado que há um rápido crescimento no reconhecimento dos usuários nas instâncias de 20% a 40%. Observa-se também uma estabilização do crescimento na instância de 60%, visto que a observação de 90% pouco acrescentou ao reconhecimento dos usuários.

Embora o primeiro experimento demonstre que para estas páginas é necessário de observar algo em torno de 60% do histórico para atribuir uma reputação a uma boa quantidade de usuários, este limite

Página	20%	40%	60%	90%
Alanis Morissette	47,06	64,71	64,71	64,71
Argentina	51,72	60,34	63,79	65,52
Afeganistão	65,91	68,18	70,45	70,45
Total	56,30	63,87	66,39	67,23

Tabela 1 – Tabela em percentual da evolução do reconhecimento dos usuários

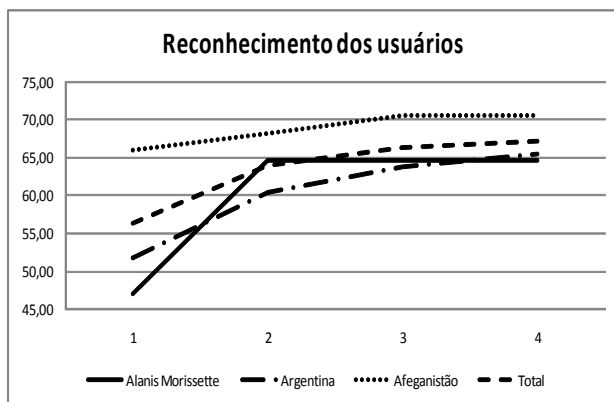


Figura 27 – Gráfico da evolução do reconhecimento dos usuários

de 60% não avalia a qualidade atingida pela reputação atribuída ao usuário. Por exemplo, um usuário é reconhecido logo nas primeiras contribuições analisadas, mas este reconhecimento é baseado em apenas uma contribuição o que torna a força da reputação questionável. Quando um usuário possui uma reputação construída através da observação de várias contribuições é obtido uma força maior para o grau de certeza da reputação.

Neste segundo experimento em que se observa é justamente a relação entre a força e o grau de certeza da reputação. Como cenário para demonstrar esta relação foi selecionado o usuário de código 38948, pois este tem muitas contribuições na página “Argentina” e permite exemplificar de forma bem ampla a relação da força com o grau de certeza. O gráfico da figura 28 representa esta relação para o usuário 38948. Inicialmente, o usuário tem uma reputação de 0,09 e uma força 1, ou seja, teve apenas uma contribuição revisada. Depois de um tempo ele tem 31 contribuições revisadas e os mesmos no grau de certeza 0,09. O fator diferencial destes dois momentos é a força. No segundo momento a crença reputação tem uma veracidade maior por ter sua análise composta por 30 revisões a mais que no primeiro momento. Desta maneira pode ser observado que a força é um fator relevante na análise de uma crença de grupo do tipo reputação.

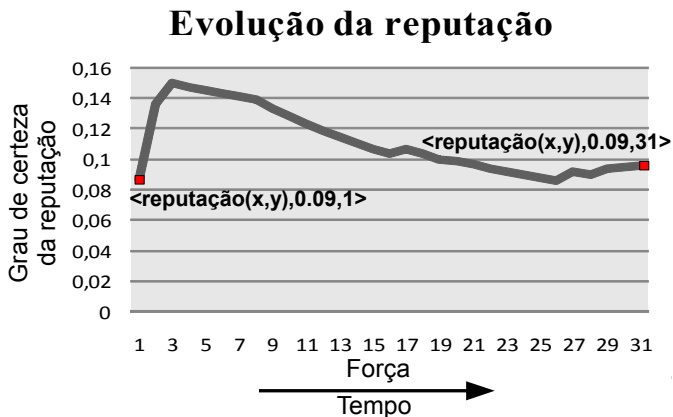


Figura 28 – Gráfico da evolução da reputação do usuário 38948

O último experimento apresenta a aplicação da heurística proposta para o patrulheiro revisar as contribuições da Wikipédia, usando

um conceito da estatística descritiva conhecido como quartil. Este conceito é a representação de três valores que dividem uma amostra em quatro partes iguais. Desta maneira ao utilizar estes valores como ponto de corte é possível classificar os usuários como ruins, medianos e bons, sendo os usuários ruins aqueles que têm um grau de certeza inferior ao primeiro quartil, os usuários medianos são aqueles que têm um grau de certeza entre o primeiro e o terceiro quartil e os bons usuários são aqueles que têm grau de certeza superior ao terceiro quartil.

Para realizar este experimento utilizou-se uma instância do primeiro experimento onde se reservou a fração dos 10% mais recentes para representar a lista de contribuições encontrada pelos patrulheiros (dados de teste) e para alimentar o sistema de reputação foi utilizado a fração restante de 90% (dados de treinamento). Os gráficos nas figuras 29, 30 e 31, representam respectivamente a divisão dos usuários pelos quartis como proposto na heurística para as páginas Alanis Morissette, Argentina e Afeganistão.

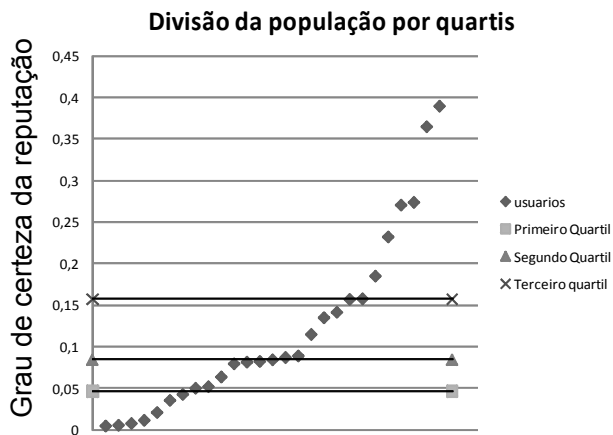


Figura 29 – Gráfico dos usuários particionados pelos quartis - Alanis Morissette

Com a classificação dos usuários efetuada foi atribuído os conceitos aos usuários contribuintes presentes nos dados de teste para página Argentina. Nesta página foram classificados 28,84% dos usuários

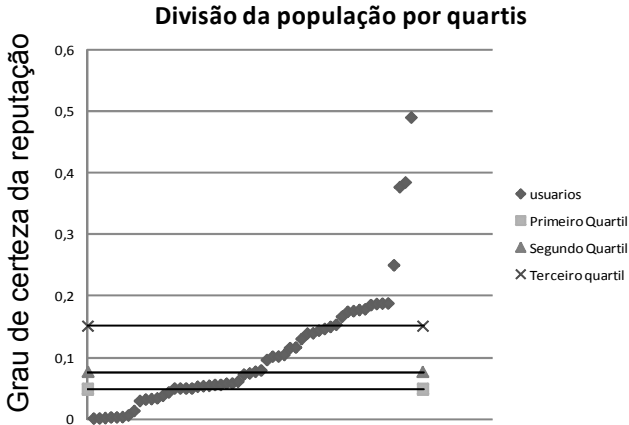


Figura 30 – Gráfico dos usuários particionados pelos quartis - Argentina

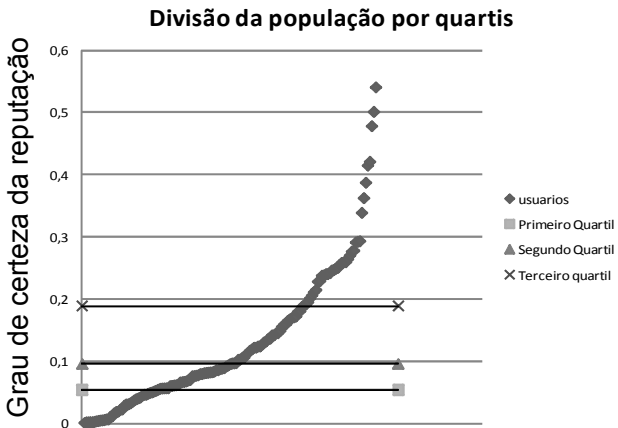


Figura 31 – Gráfico dos usuários particionados pelos quartis - Afeganistão

como ruins e portanto necessitam revisão. 28,84% dos usuários foram considerados medianos e tiveram a revisão recomendada. 3,84% dos usuários foram classificados como bons e portanto recebem uma menor necessidade de revisão. Por fim, 38,46 são usuários desconhecidos do sistema de reputação. Através deste experimento observa-se que o uso da reputação, juntamente com a heurística proposta, pode ser um instrumento de classificação dos usuários da Wikipédia para o auxílio dos patrulheiros durante a revisão das contribuições.

Este capítulo apresentou um caso de uso para a arquitetura proposta neste trabalho. Nele foi possível observar a adaptabilidade da arquitetura na reconfiguração das crenças de grupo que compõem a reputação. A facilidade de integração em uma aplicação através da criação dinâmica dos artefatos de crença de grupo. Os experimentos demonstraram a importância do elemento força para a crença de grupo reputação e a funcionalidade do sistema de reputação. Neste capítulo foi proposto uma heurística para a classificação dos usuários contribuintes baseada em quartis que se mostrou funcional no último experimento apresentado.

6 CONCLUSÃO

A formalização, proposta neste trabalho, desenvolvida para as crenças de grupo permitiu a composição de uma arquitetura de implementação para o modelo de reputação ForTrust. A arquitetura proposta atendeu aos requisitos demandados pelos SMA abertos, são eles:

- visibilidade, através do uso de uma visão global tornou-se possível a visão das CG à todos os agentes independente do momento de entrada no sistema;
- dinamicidade, o uso de anúncios (testemunhos) como forma de alimentação da arquitetura permitiu que as crenças fossem atualizadas com grande dinamismo e com baixa troca de mensagens;
- flexibilidade, a possibilidade de o agente construir os artefatos e escolher a forma como se dará a síntese da CG permite a arquitetura ser aplicada em diferentes contextos bem como a atualização das regras de síntese em tempo de execução;
- heterogeneidade, o uso do conceito de artefatos, uma vez que faz parte do ambiente, da suporte a heterogeneidade dos agentes, visto que um agente quando entra no sistema tem suas percepções do ambiente e por conseguinte dos artefatos.
- reusabilidade, os artefatos de crença de grupo por serem ferramentas orientadas a funções podem facilmente ser instanciadas em diferentes contextos com grande facilidade necessitando apenas uma parametrização conforme apresentado neste trabalho.

Observou-se ainda neste trabalho que o uso do conceito de Agentes e artefatos (RICCI; VIROLI; OMICINI, 2008) forneceu bom suporte as arquiteturas proposta. O que permitiu o cumprimento de todos os requisitos.

Este trabalho propôs também a aplicação do ForTrust na Wikipédia. Onde foi observado que através da heurística proposta é possível fornecer apoio aos patrulheiros.

6.1 CONTRIBUIÇÃO

A contribuição deste trabalho para a crenças de grupo foi a formalização do conceito de crença de grupo para o ForTrust. Apesar da

complexidade inerente a composição das crenças de grupo, esta formalização tornou possível a composição de uma arquitetura que atendesse os requisitos demandados por um SMA aberto.

Para o ForTrust, a contribuição apresentada por este trabalho foi a adição de dois novos conceitos no modelo, o grau de certeza e a força. Esta contribuição permite quantificar a reputação e qual a credibilidade desta. Para o ForTrust ainda foi concebido neste trabalho uma arquitetura de implementação baseada em artefatos de crenças de grupo.

Outra contribuição deste trabalho foi a heurística de classificação utilizando quartis. Esta heurística, juntamente com o ForTrust demonstrou que é possível fornecer um auxílio aos patrulheiros na revisão das contribuições com o uso de um sistema de reputação.

6.2 TRABALHOS FUTUROS

No decorrer deste trabalho surgiram algumas questões que não foram tratadas devido a delimitação do escopo inicial proposto. Estas questões representam os principais temas de continuação para este trabalho, são elas:

1. o uso dos artefatos de crença de grupo em diferentes escopos que não a reputação; tal estudo pode aprimorar e corroborar as qualidades do uso dos artefatos como arquitetura para as crenças de grupo;
2. o modo como os agentes racionalizam as crenças de grupo; tal estudo pode elaborar estratégias para os agentes processarem as informações vindas das crenças de grupo;
3. a busca por diferentes métricas de síntese de crenças; explorando abordagens oriundas das ciências sociais e das técnicas de inteligência computacional para criar novas métricas que podem elevar a qualidade das crenças de grupo obtidas e aprimorar a adaptabilidade dos artefatos de crença de grupo em diferentes escopos;
4. aplicação efetiva do sistema de reputação na Wikipédia; o que permitiria a utilização da ferramenta por usuários reais, desta maneira fornecendo um resultado mais preciso da eficiência da ferramenta.

REFERÊNCIAS

- ADLER, B. T. et al. Measuring author contributions to the wikipedia. *The International Symposium on Wikis and Open Collaboration*, v. 1, 2008.
- AMANT, R. S.; WOOD, A. B. Tool use for autonomous agents. *AAAI / IAAI Conference*, v. 1, p. 184–189, 2005.
- BORDINI, R.; HÜBNER, J. Bdi agent programming in agentspeak using jason. In: TONI, F.; TORRONI, P. (Ed.). *Computational Logic in Multi-Agent Systems*. [S.l.]: Springer Berlin / Heidelberg, 2006, (Lecture Notes in Computer Science, v. 3900). p. 143–164.
- BROMLEY, D. B. *Reputation, Image and Impression Management*. [S.l.]: John Wiley & Sons Ltd., 1993.
- CARTER, J.; BITTING, E.; GHORBANI, A. Reputation formalization for an information-sharing multi-agent system. *Computacional Inteligence*, v. 1, p. 515–534, 2002.
- CASARE, S.; SICHTMAN, J. Towards a functional ontology of reputation. In: *Proceedings of the fourth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*. New York, NY, USA: ACM, 2005. (AAMAS '05), p. 505–511. ISBN 1-59593-093-0.
- CASTELFRANCHI, C.; FALCONE, R. Principles of trust for MAS: Cognitive anatomy, social importance and quantification. *ICMAS*, v. 1, p. 72–79, 1998.
- CASTELFRANCHI, C. et al. Special issue on trust, deception and fraud in agent societies. *Applied Artificial Intelligence Journal*, v. 1, p. 763–768, 2000.
- CONTE, R.; PAOLUCCI, M. *Reputation in Artificial Societies. Social Beliefs for Social Order*. [S.l.]: Boston: Kluwer, 2002.
- EBAY. *eBay*. 2009. [Http://www.eBay.com/](http://www.eBay.com/).
<<http://www.eBay.com/>>.
- GILBERT, M. Modelling collective belief. *Synthese* 73, v. 1, p. 185–204, 1987.

GREEN, D.; LEISHMAN, T.; SADEDIN, S. The emergence of social consensus in boolean networks. In: *Artificial Life, 2007. ALIFE '07. IEEE Symposium on*. [S.l.: s.n.], 2007. p. 402–408.

HERZIG, A. et al. Prolegomena for a logic of trust and reputation. In: *4th ForTrust Meeting*. [S.l.: s.n.], 2008.

HERZIG, A. et al. A logic of trust and reputation. *Logic Journal of the IGPL*, Oxford University Press, v. 18, n. 1, p. 214–244, fev. 2010. Special Issue “Normative Multiagent Systems”.

JOSANG, A.; QUATTROCIOCCI, W. Advanced features in bayesian reputation systems. In: FISCHER-HÜBNER, S.; LAMBRINOUDAKIS, C.; PERNUL, G. (Ed.). *Trust, Privacy and Security in Digital Business*. [S.l.]: Springer Berlin / Heidelberg, 2009, (Lecture Notes in Computer Science, v. 5695). p. 105–114.

KRUPA, Y. et al. Trust based evaluation of wikipedia’s contributors. In: *Proceedings of the 10th International Workshop on Engineering Societies in the Agents World X*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. (ESAW ’09), p. 148–161. ISBN 978-3-642-10202-8.

LI, Z.; DUAN, Z.; HUANG, L. Leader-follower consensus of multi-agent systems. In: *Proceedings of the 2009 conference on American Control Conference*. Piscataway, NJ, USA: IEEE Press, 2009. (ACC’09), p. 3256–3261. ISBN 978-1-4244-4523-3.

LISMONT, L.; MONGIN, P. On the logic of common belief and common knowledge. *Theory and Decision*, Springer Netherlands, v. 37, p. 75–106, 1994. ISSN 0040-5833. 10.1007/BF01079206. <<http://dx.doi.org/10.1007/BF01079206>>.

LOESCH, C.; STEIN, C. E. *Estatística Descritiva E Teoria Das Probabilidades*. 1. ed. [S.l.]: EDIFURB, 2008.

MULLER, G.; VERCOUTER, L. Decentralized monitoring of agent communications with a reputation model. In: FALCONE, R. et al. (Ed.). *Trusting Agents for Trusting Electronic Societies*. [S.l.]: Springer Berlin / Heidelberg, 2005, (Lecture Notes in Computer Science, v. 3577). p. 99–99.

NORMAN, D. Cognitive artifacts. *Designing interaction: Psychology at the human-computer interface*, v. 1, p. 17–38, 1991.

O'LEARY, D. E. Models of consensus for knowledge acquisition. In: *Proceedings of the Thirty-second Annual Hawaii International Conference on System Sciences-Volume 6 - Volume 6*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 1999. p. 6004-. ISBN 0-7695-0001-3.

OLFATI-SABER, R.; FAX, J.; MURRAY, R. Consensus and cooperation in networked multi-agent systems. *Proceedings of the IEEE*, v. 95, n. 1, p. 215 –233, 2007. ISSN 0018-9219.

OSTROM, E. A behavioral approach to the rational choice theory of collective action. *The American Political Science Review*, v. 92, p. 1–22, 1998.

RAO, A. S. Agentspeak(l): Bdi agents speak out in a logical computable language. In: *Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World*. [S.l.: s.n.], 1996. p. 42–55.

RAO, A. S.; GEORGEFF, M. P. *BDI Agents: from Theory to Practice*. 1995.

RICCI, A.; VIROLI, M.; OMICINI, A. The A&A programming model and technology for developing agent environments in MAS. *ProMAS*, v. 1, p. 89–106, 2008.

RICCI, R.; VIROLI, M.; OMICINI, A. Cartago: An infrastructure for engineering computational environments. In: *3rd Inter. Workshop "Environments for Multi-Agent Systems" (E4MAS)*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 102–119.

SABATER, J.; SIERRA, C. Regret: A reputation model for gregarious societies. *Proc. of the Fourth Workshop on Deception, Fraud and Trust in Agent Societies*, v. 1, p. 61–69, 2001.

SABATER, J.; SIERRA, C. Review on computational trust and reputation models. *Kluwers Academic Publishers*, v. 1, p. 27, 2005.

SABATER-MIR, J.; PAOLUCCI, M.; CONTE, R. Repage: Reputation and image among limited autonomous partners. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, v. 9, 2006.

TUOMELA, R. 'can collectives have beliefs'? In: *Language, Knowledge, and Intentionality: Perspectives on the Philosophy of Jaakko Hintikka*, *Acta Philosophica Fennica* 48. [S.l.: s.n.], 1990.

TUOMELA, R. On the structural aspects of collective action and free-riding. *Theory and Decision* 32, v. 1, p. 165–202, 1992.

VIROLI, M. et al. Infrastructures for the environment of multiagent systems. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, v. 14(1), p. 49–60, 2007.

WEST, A. G.; KANNAN sampath; LEE, I. Detecting wikipedia vandalism via spatio-temporal analysis of revision metadata. *Proceedings of the Third European Workshop on System Security*, 2010.

WOOLRIDGE, M. *Introduction to Multiagent Systems*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2001. ISBN 047149691X.

ZACHARIA, G. *Collaborative Reputation Mechanisms for Online Communities*. Dissertação (Mestrado) — Massachusetts Institute of Technology, 1999.