

Auxiliando os Agentes de Software a Selecionar Melhor seus Parceiros

Elane Cristina da R. C. Saraiva¹, Viviane Torres da Silva²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pauí (IFPI)
R. Francisco Urquiza 462 - 64800-000 – Floriano-PI - Brazil

²Universidade Federal Fluminense (UFF)
R. Passo da Pátria 156(E) - 24210-240 – Niterói – Brazil

elanecrc@gmail.com, viviane.silva@ic.uff.br

Abstract. *This paper proposes three mechanisms able (i) to help an agent to identify how agent evaluates the behavior of its partners; (ii) to estimate the reputation that the agent using the approach will probably receive after interacting with such partner and (iii) to calculate the final reputation of agent joining the reputation as a service provider and the reputation that the agent will receive if interact with this evaluator.*

Resumo. *Este trabalho propõe três mecanismos capazes de (i) ajudar um agente a identificar como outro agente avalia o comportamento de seus parceiros; (ii) estimar o valor da reputação que o agente usando a abordagem provavelmente irá receber depois de interagir com o avaliador e; (iii) calcular a reputação final do agente unindo a reputação como provedor de serviço e a reputação que o agente ao usar o mecanismo receberá se interagir com tal agente.*

1. Introdução

Agentes heterogêneos interagem em Sistemas Multiagentes para alcançar alguns objetivos em comum. Por serem entidades autônomas e orientadas a objetivos, os agentes são capazes de tomar suas próprias decisões e suas ações individuais podem ser prejudiciais aos seus parceiros. Considerando que os agentes precisam colaborar uns com os outros para alcançar seus próprios objetivos e os objetivos dos Sistemas Multiagentes onde estão inseridos, há uma necessidade de mecanismos que os ajudem a decidir com quem interagir e evitar parceiros mal-intencionados.

Sistemas de Reputação coletam, distribuem e agregam feedbacks sobre o comportamento passado dos participantes. Os agentes são capazes de avaliar o comportamento de seus parceiros, armazenar tais informações da reputação, tornar a sua experiência à disposição de outros agentes e usar essa informação para decidir sobre seus futuros parceiros. Os valores de reputação ajudam os agentes não só a decidir em quem confiar, mas também a dissuadir os participantes desonestos.

Diversos Sistemas de Reputação têm sido propostos e alguns deles como [Liu and Sun, 2010][Liu et al 2011][Noorian, Marsh and Fleming, 2011][Yang et al, 2009] e [Zhang and Cohen, 2008] se preocupam em identificar testemunhas confiáveis/consultores e detectar avaliações colaborativas injustas. No entanto, eles não se preocupam com o valor da reputação que o agente pode receber se ele interagir com o melhor parceiro através da avaliação dessas testemunhas/consultores. Atualmente, nos Sistemas de Reputação, os futuros parceiros são selecionados com base somente em

seus valores de reputação que são avaliados de acordo com a qualidade dos serviços prestados nas interações passadas. No entanto, esta não é a única métrica importante para ser utilizada quando se seleciona um futuro parceiro.

Desde que Sistemas de Reputação estimulem a disseminação de valores de reputação entre os agentes, a avaliação feita pelos parceiros sobre o comportamento de um agente pode ser usada por um terceiro para selecioná-lo ou descartá-lo em futuras interações. É importante ter um bom valor de reputação para ser capaz de participar de futuras interações e colaborar com outros agentes. Portanto, um agente pode levar em consideração não só sobre a qualidade dos serviços prestados, mas também sobre como os seus parceiros avaliam o seu comportamento (considerando que as avaliações dos agentes são transmitidas a outros agentes). Unindo o comportamento estimado do agente como avaliador e como prestador de serviço, um agente pode tomar uma decisão mais precisa ao escolher os seus futuros parceiros.

Neste contexto, este trabalho propõe três mecanismos capazes de: (i) ajudar o agente a identificar como outro agente avalia o comportamento de seus parceiros; (ii) estimar o valor de reputação que o agente receberá se ele interagir com tal avaliador; (iii) calcular a reputação final do agente utilizando duas informações, prestação de serviço e a forma de avaliar seus parceiros. O primeiro mecanismo analisa um conjunto de valores de reputação fornecido pelo avaliador aos seus parceiros e estima o padrão de comportamento na avaliação de seus parceiros. O segundo mecanismo, com base no padrão de comportamento identificado, calcula o valor de reputação que o agente receberá e o grau de certeza do valor calculado baseado na diferença entre os valores de reputação. O terceiro mecanismo calcula a reputação final do agente utilizando a reputação como provedor de serviço e a reputação que o agente poderá receber se interagir com tal avaliador. Ao utilizar o nosso mecanismo, o agente poderá selecionar o melhor parceiro de acordo com o seu critério de avaliação, podendo priorizar a reputação como provedor de serviço ou a reputação que ele poderá receber se interagir com o futuro parceiro.

Observe que quanto mais relacionados estão os valores de reputação considerados, mais preciso será o comportamento estimado. Consideramos que os valores de reputação estão relacionados quando tais valores (valores de avaliações fornecidos aos agentes) participam do mesmo tipo de interação. Diferentes interações pressupõem comportamentos diferentes e, conseqüentemente, os valores de reputação avaliados com base nos comportamentos que não estão relacionados também são diferentes.

Este artigo está estruturado da seguinte forma. A próxima seção apresenta a definição da situação a ser utilizada pelo agente ao desempenhar um papel. A seção 3.0 descreve os mecanismos propostos neste trabalho. Utilizamos um exemplo simples de *e-commerce* para exemplificar a nossa abordagem. Na seção 4.0, apresentamos uma discussão sobre os benefícios do uso desta proposta. A seção 5.0 descreve brevemente alguns trabalhos relacionados e a seção 6.0 conclui e apresenta alguns trabalhos futuros.

2. Definindo Situação

Os mecanismos propostos neste artigo assumem que os valores de reputação considerados foram fornecidos pelos avaliadores aos seus parceiros em uma situação particular. É importante considerar que os valores de reputação são fornecidos aos

agentes que participam do mesmo tipo de situação, uma vez que só é possível prever um futuro valor de reputação quando comportamentos similares são realizados pelos parceiros. Consideramos que um agente tende a avaliar comportamentos semelhantes de forma semelhantes e, portanto, fornecer valores de reputação semelhantes e coerentes aos seus parceiros. A Def. 01 apresenta a definição de situação utilizada nesta abordagem e anteriormente proposta em [Silva and Hermoso and Centeno, 2009].

Definição 1. Temos uma situação, $S_s^{A_i} = (A_i, R_j, I_k, t)$, quando $A_i \in A$ é um agente pertencente a um conjunto de agentes; $R_j \in R$ representa um papel desempenhado por A_i ; $I_k \in I$ representa uma interação (i.e, uma mensagem enviada ou recebida) realizada por A_i desempenhando um papel R_j em um determinado momento t .

Ao restringir os valores de reputação a uma mesma situação os mecanismos são capazes de identificar o padrão de comportamento a ser seguido pelo avaliador, prever o valor de reputação que um agente receberá e calcular a reputação final do avaliador se ele participar do mesmo tipo de situação S_s . No entanto, note que comportamentos diferentes no mesmo tipo de situação provavelmente irão gerar diferentes valores de reputação.

Por exemplo, considerando dois agentes desempenhando papel de vendedores e que participaram de uma interação relacionada à venda de um bem e não entregaram o bem com 03 dias após ter recebido o pagamento, como esperado. Supomos que o agente A entregou o bem com 04 dias de atraso e agente B com 07 dias. Em tal cenário, os dois agentes participaram do mesmo tipo de situação, mas percebe-se que um agente entregou o bem com mais atraso que o outro. Sendo assim, os valores de reputação que eles receberão provavelmente serão distintos uma vez que os seus comportamentos foram diferentes. Portanto, se os valores de reputação também são baseados pelo mesmo comportamento, mais preciso será o comportamento estimado do avaliador.

Note que o mecanismo proposto não compara as situações, uma vez que considera os valores de reputação. Ao utilizar o mecanismo, deve ser objetivo do agente coletar os valores de reputação relacionados à mesma situação em que os parceiros tenham executados (ou não executados) fatos similares. Quanto maior a diferença entre as situações e os valores de reputação relacionados aos comportamentos, menor a probabilidade de o comportamento estimado ser apresentado pelo avaliador.

3. Nossa Abordagem

Nesta seção, apresentamos o mecanismo para estimar o padrão de comportamento do agente avaliador (AV) e o mecanismo para estimar o valor da reputação que o agente usando o mecanismo (AM) receberá se ele interagir com o agente avaliador (AV). A fim de fazer tais estimativas, os mecanismos usam fórmulas das medidas de tendência central e medidas de dispersão [Brase and Brase, 2012]. Estas fórmulas são bem conhecidas na estatística descritiva e se preocupa com a descrição das características de distribuição de frequência. A média (média aritmética), a mediana (pontuação média) e a moda (pontuação mais frequente) são exemplos de medidas de tendência central. Uma vez que diferentes conjuntos de dados podem ter a mesma média, o objetivo das medidas de dispersão é descobrir o quanto os números em um conjunto diferem da média de tal conjunto [Brase and Brase, 2012]. Tais medidas são capazes de avaliar a variabilidade apresentada em um conjunto de dados. Exemplos de medidas de dispersão são desvio padrão e coeficiente de variação.

Desvio Padrão: O desvio padrão indica a variação dos elementos de um conjunto a partir da média. Um desvio padrão baixo indica que os pontos de dados tendem a ser muito próximos da média, enquanto um desvio padrão elevado indica que os dados estão dispersos em uma ampla gama de valores. O desvio padrão (**DP**) é calculado de acordo com a equação 01, onde x_i representa cada elemento do conjunto, o símbolo m representa a média e n é o número de elementos do conjunto. O desvio padrão individual (**DPI_i**) indica a variação de cada elemento do conjunto em torno da média, como representado na equação 02.

$$DP = \sqrt{\frac{\sum(x_i - m)^2}{n-1}} \quad (01)$$

$$DPI_i = x_i - m \quad (02)$$

Coefficiente de Variação: O coeficiente de variação (**CV**) é uma medida normalizada de distribuição de probabilidades. Esta medida mostra o grau de variabilidade em relação à média da população. O coeficiente de variação (**CV**) é calculado pela equação 03. O coeficiente de variação individual (**CVI_i**) é uma medida individual de dispersão, indicando o grau de variabilidade de cada elemento em relação à média, conforme ilustrado na equação 04:

$$CV = \frac{DP}{m} \quad (03)$$

$$CVI_i = \frac{DPI_i}{m} \quad (04)$$

3.1 Alguns Padrões Comportamentais

Mesmo que dois agentes participem de uma mesma situação com os mesmos parceiros desempenhando os mesmos fatos, eles podem avaliar o comportamento de seus parceiros de diferentes maneiras e fornecer diferentes valores de reputação. Nesta seção, apresentamos cinco exemplos de padrões de comportamento que indicam diferentes estratégias utilizadas pelos avaliadores no cálculo do comportamento de seus parceiros. Nota-se que não é nossa intenção fornecer todos os possíveis padrões de comportamento, mas exemplificar alguns deles. Tais padrões de comportamento foram encontrados após investigar o comportamento dos avaliadores em diferentes sistemas de reputação.

Normal: todos os valores de reputação são semelhantes. O avaliador avalia todos os seus parceiros de forma semelhante. Um caso particular desse padrão ocorre quando todos os valores de reputação são exatamente os mesmos.

Ruído: o valor de reputação fornecido a um dos agentes que participou da mesma situação dos outros agentes é completamente diferente dos demais valores de reputação. Tal reputação caracteriza um erro na avaliação do comportamento do agente e erros podem ocorrer outras vezes.

Tendência: os valores de reputação fornecidos a um dado agente em todas as situações que ele tenha participado são completamente diferentes dos valores previstos aos outros agentes e esses valores são reputações semelhantes. Esse agente está sendo prejudicado ou beneficiado pelo avaliador.

Mudança de Comportamento: os valores de reputação fornecidos seguem o mesmo padrão até um determinado período no tempo t , mas após esse período os valores de reputação seguem outro padrão. Nesse caso, considera-se que depois de um conjunto de situações, seguindo o mesmo padrão de comportamento, o agente muda o comportamento e começa a avaliar os seus parceiros de uma forma bem diferente.

Aleatório: quando uma estratégia aleatória é utilizada, cada agente recebe um valor de reputação diferente, mesmo quando um agente participa mais de uma vez da mesma situação. Nesse caso, o agente fornece valores de reputação aleatórios.

3.2 Mecanismo para Estimar os Padrões Comportamentais

Este mecanismo utiliza o coeficiente geral de variação (CV) e o coeficiente de variação individual (CVI) para descobrir o padrão de comportamento do avaliador. Abaixo detalhamos como é usada cada métrica ao analisar os valores de reputação e descobrir o padrão comportamental do avaliador. Consideramos neste trabalho que um CV abaixo de 25% caracteriza que os valores de reputação são semelhantes e um CV acima de 25% indica que os valores são diferentes. Uma vez que assumimos que os valores de reputação foram fornecidos aos agentes que executaram fatos semelhantes em situações semelhantes e que os agentes tendem a avaliar comportamentos semelhantes da mesma forma.

Para exemplificar a nossa abordagem, usamos um aplicativo de *e-commerce*, onde agentes desempenhando papéis de compradores e vendedores interagem comprando e vendendo livros usados. A situação a ser considerada é a entrega do livro ao comprador após efetuar o pagamento do bem. Nesta aplicação, antes de um comprador interagir com um vendedor, ele solicita ao vendedor os valores de reputação que ele forneceu aos compradores com quem interagiu. Vamos demonstrar a aplicabilidade dos mecanismos concentrando-se em um agente chamado comprador E que solicitou os valores de reputação fornecidos a diferentes compradores. Cada vendedor (ou avaliador) fornece os valores de reputação dos 10 compradores com quem ele tenha interagido em tal situação. A Tabela 1 apresenta os valores de reputação fornecidos por cinco vendedores que utilizaram diferentes padrões de comportamento ao avaliar seus parceiros. A Tabela 2 apresenta os CVs do conjunto dos valores de reputação fornecidos por cada vendedor/avaliador e o CVIs de cada valor de reputação.

Tabela 1. Valores de Reputações fornecidos por cinco vendedores aos seus parceiros

Avaliadores	Avaliações dos Parceiros									
	A	B	C	D	E	A	F	G	H	A
Vendedor 01 (moda = 1,5)	1,8	1,5	1,5	2,5	2,4	1,9	2,0	2,3	2,0	1,5
	B	C	A	D	E	A	B	E	G	H
Vendedor 02 (moda = 9,1)	9,1	8,8	9,2	9,3	1,0	8,9	9,1	9,0	9,1	9,2
	E	A	H	G	C	E	B	F	A	E
Vendedor 03 (moda = 3,0)	8,0	1,5	1,5	2,0	3,0	7,9	3,0	3,0	2,0	8,1
	H	F	A	D	H	C	G	B	C	A
Vendedor 04 (moda = 2,0)	2,1	1,9	2,0	1,8	2,0	9,0	4,0	7,0	8,0	3,0
	A	B	C	D	E	B	G	H	A	B
Vendedor 05 (moda = 3,0)	1,0	3,0	7,0	8,0	4,0	3,0	9,0	3,5	9,5	0,0

Normal: se o CV é baixo significa que os valores do conjunto estão próximos uns dos outros. Portanto, se o CV e todos os CVIs (ou quase todos os CVIs) relacionados a cada reputação são baixos, significa que os valores de reputação são homogêneos (próximos da média). Assim, podemos concluir que o avaliador está seguindo o padrão de comportamento normal. Ao analisar o CV e os CVIs na Tabela 2 relacionados ao vendedor 01, o mecanismo conclui que tal agente segue o padrão normal, pois o CV é baixo e a maioria dos CVIs também são baixos.

Tabela 2. CVs e CVIs dos valores das reputações fornecidas pelos compradores aos seus parceiros

Avaliadores	Percentual dos CVIs das Reputações dos Parceiros									
	A	B	C	D	E	A	F	G	H	A
Vendedor 01 (CV=19%)	7	23	23	29	24	2	3	19	3	23
Vendedor 02 (CV=31%)	10	6	11	12	88	8	10	9	10	11
Vendedor 03 (CV=70%)	100	65	63	50	25	98	25	25	50	103
Vendedor 04 (CV=69%)	49	53	51	56	51	121	2	72	96	26
Vendedor 05 (CV=70%)	79	38	46	67	17	38	88	27	98	100

Ruído: Se o CVI de apenas um único valor de reputação é alto, isso significa que tal reputação é completamente diferente das outras e podemos concluir que é um erro. Pela análise da Tabela 2, é possível detectar um ruído na avaliação do comprador E pelo vendedor 02, pois o seu CVI é elevado em relação aos demais (i.e., distante dos outros valores). Tal agente interagiu com o comprador 02 outra vez e recebeu um valor de reputação semelhante às recebidas pelos outros agentes.

Tendência: se (i) o CV é elevado e; (ii) todos os CVIs dos valores de reputação de um dado agente são muito semelhantes e os mais elevados e; (iii) o valor de reputação mais baixo ou o mais alto é um dos valores de reputação de tal agente, indica que este agente está recebendo valores de reputação que são completamente diferentes dos outros. Tais valores de reputação são os menores ou os mais elevados e nenhum outro agente tem uma reputação similar. Podemos concluir que há uma tendência a avaliar o comportamento desse agente de uma maneira diferente. No nosso exemplo, o vendedor 03 interagiu 03 vezes com o comprador E que recebeu valores de reputação muito semelhantes e tais valores são muito diferentes dos valores de reputação recebidos pelos outros agentes.

Podemos concluir que o vendedor 03 está priorizando o comprador E, uma vez que (i) os CVIs relacionados aos valores de reputação do vendedor 03 são muito semelhantes; (ii) o CV também é elevado, indicando que há uma discrepância nos valores de reputação fornecidos pelo vendedor 03 e; (iii) um dos valores de reputação do vendedor é a mais elevada.

Mudança de Comportamento: antes de considerar que é um caso de uma mudança de padrão de comportamento, é importante eliminar a hipótese de ser um ruído, um comportamento de tendência ou um padrão aleatório. Então, se não é nenhuma dessas situações e o CV não é baixo, o mecanismo inicia à avaliação do CV considerando apenas os três primeiros valores de reputação, a fim de descobrir um padrão. Depois disso, ele inclui outro valor reputação no conjunto e recalcula o CV. Se o valor do CV mudar drasticamente, podemos concluir que o agente mudou a forma como ele avalia o comportamento de seus parceiros. Senão, o mecanismo continua analisando os próximos valores. Em nosso cenário, podemos concluir que o vendedor 04 mudou o seu comportamento ao avaliar agente C. Antes dessa avaliação, considerando os cinco primeiros valores de reputação, os CVIs são semelhantes e o CV é baixo. Ao considerar os últimos 05 valores de reputação, o mecanismo detecta que o

padrão de comportamento real do vendedor 04 é aleatório, uma vez que estes valores são muito diferentes e o CV é elevado.

Aleatório: se o CV é elevado e (i) não há ruído; (ii) não há comportamento de tendência e; (iii) não há comportamento aleatório, pode-se concluir que os valores de reputação são dispersos e, portanto, completamente diferentes uns dos outros. Conclui-se então, que estamos lidando com uma estratégia aleatória. Ao avaliar CV e os CVIs dos valores de reputação dos parceiros do vendedor 05, nota-se que os valores estão dispersos. O vendedor 05 está seguindo o padrão aleatório e fornecendo valores de reputação aleatórios sem se preocupar com o comportamento dos agentes.

3.3 Mecanismo para Estimar o Futuro Valor de Reputação

Após definir o padrão comportamental do agente avaliador (AV), é possível a utilização de tais informações juntamente com os valores de reputação para estimar a reputação que o agente que utiliza o mecanismo (AM) receberá se ele interagir com o AV. Além de fornecer o futuro valor de reputação, o mecanismo também fornece um grau de certeza de tal valor. Para estimar a reputação, o mecanismo adota diferentes estratégias que variam de acordo com o padrão de comportamento identificado.

Normal: se o AM ainda não interagiu com o AV, a reputação é a média estimada considerando todos os valores de reputação ou a moda (se houver uma pontuação que ocorre com mais frequência). Se existir moda, acreditamos que existe uma tendência em fornecer o valor relacionado com a moda. O grau de certeza da Equação 05 é avaliado de acordo com o CV. Quanto mais baixo for o CV maior é o grau de certeza.

$$\text{GrauDeCerteza} = 100 \% - \text{CV} \quad (05).$$

No caso do AM já ter interagido com o AV anteriormente, a reputação estimada é a média dos valores de reputação que o agente recebeu em situações anteriores. Uma vez que assumimos que o AM irá interagir com o AV em situação semelhante, acreditamos que o AV irá atribuir, provavelmente, valores de reputação semelhantes. O grau de certeza é avaliado através dos CVIs relacionados com os valores de reputação que o agente tem recebido, conforme a Equação 06.

$$\text{GrauDeCerteza} = 100 \% - (\text{CVI}_1 + \dots \text{CVI}_n) / n \quad (06).$$

Em nosso exemplo, o valor estimado da reputação que o comprador E receberá se ele interagir com o vendedor 01 um é 2,4, uma vez que tal reputação é fornecida ao agente E pelo vendedor 01 na interação passada. O grau de certeza é 76 % pois o CVI=24%.

Ruído: neste caso, é importante avaliar três alternativas diferentes. Em primeiro lugar, se o valor do ruído não tiver sido atribuído ao AM, a reputação estimada e o grau de certeza são avaliados depois de descartar o ruído e deve utilizar o mesmo método indicado no caso do padrão de comportamento normal. O ruído é descartado porque caracteriza um erro. Em segundo lugar, se o valor da reputação do ruído foi atribuído ao AM e tal agente tem interagido com o AV em outras situações e tem recebido os valores de reputação semelhantes aos valores recebidos por outros agentes, também consideramos a reputação ruído como um erro. Nota-se que isto não é uma tendência, já o AM interagiu com o AV em outras situações e não recebeu valores reputação semelhantes ao ruído. Assim, o ruído deve ser descartado e deve ser utilizada a mesma

abordagem descrita no caso do padrão normal. Por outro lado, se a reputação do ruído foi atribuída ao AM e esse agente não interagiu com o AV em qualquer outra situação, não podemos afirmar que o valor é um ruído ou será uma tendência. Optamos por considerar como uma tendência e estimar a reputação e o grau certeza seguindo o padrão tendência.

Em nosso exemplo, nos concentramos sobre o valor de reputação que o comprador E receberá após interagir com o vendedor 02. O valor de reputação estimado após o descarte do ruído é 9,0 (valor de reputação que o comprador E recebeu numa interação passada com o vendedor 02) e o grau de certeza é de 91% (já que o CVI de tal agente é 9%).

Tendência: se o AM é quem tem recebido diferentes valores de reputação (valores mais baixos ou valores mais altos), o valor estimado da reputação é calculado usando apenas os valores tendenciosos e seguindo a estratégia do padrão normal. Uma vez que existe uma tendência em avaliar o agente usando os valores distantes dos demais, o valor estimado da reputação deve seguir essa tendência. No entanto, se o AM não é quem está sendo prejudicado ou beneficiado, os valores tendenciosos são descartados e a estratégia do padrão normal é utilizada sobre demais valores.

Portanto, o valor da reputação que o comprador E receberá após a interação com o vendedor 03 é 8,0 (a média das reputações que tal agente recebeu) e o grau de certeza é 99% (o CV dos três valores de reputação que o agente E é 1%).

Mudança de Comportamento: ao identificar mudança de comportamento no padrão das avaliações, é necessário descobrir o último padrão de comportamento a ser seguido pelo avaliador antes de estimar a reputação. Uma vez que tal padrão for encontrado, a reputação estimada é avaliada seguindo a estratégia definida por esse padrão de comportamento. No nosso exemplo, o valor de reputação estimado que o agente E receberá após a interação com o vendedor 04 é 6,2, o que representa a média dos últimos 05 valores. O grau de certeza é 58%, uma vez que só consideram o CVIs dos últimos 05 valores.

Aleatório: no caso de o AV fornecer valores aleatórios, a nossa proposta é a utilização da mesma estratégia utilizada pelo padrão normal, em que a média (ou a moda) é usada para avaliar a reputação estimada. Em caso de padrão aleatório, o CV é sempre elevado e o grau certeza é sempre baixo. No nosso exemplo, o valor da reputação estimada do comprador E após a interação com o vendedor 05 é, portanto, 3,0 (a moda) e o grau certeza é 30%.

3.4 Mecanismo para Calcular a Reputação Final de um Agente

Como comentado anteriormente, ao escolher interagir ou não com um parceiro, um agente pode considerar não só a qualidade dos serviços prestados por tal parceiro, mas também sobre como ele irá avaliar o seu comportamento após a interação. Assim, propomos a utilização da equação 07 em que une tais informações e calcula a reputação final do futuro parceiro.

$$\text{ReputacaoFinal} = (\alpha * \text{ReputacaoProvedorServico}) + (\beta * \text{ReputacaoEstimada} * \text{GrauDeCerteza}) \quad (07)$$

A variável *ReputacaoProvedorServico* é a reputação referente à prestação de serviço do avaliador (AV) podendo ser utilizado qualquer modelo para calcular tal

reputação, a *ReputacaoEstimada* é o valor de reputação que o agente usando o mecanismo deve receber do AV se ele interagir com esse parceiro e o *GrauDeCerteza* está associado ao referido valor. As variáveis α e β estão relacionadas com a importância que o AM considera a cada valor de reputação. Por exemplo, se o AM está mais interessado em receber uma reputação muito boa após interagir com o AV ao invés de um serviço de alta qualidade, este agente deve fornecer um valor $\beta > \alpha$. O agente usando a abordagem pode ponderar tais valores de acordo com o seu critério de seleção de seus parceiros.

4. Discussão

Os mecanismos são independentes do Sistema de Reputação utilizado pela aplicação, uma vez que depende apenas de (i) valores de reputação (numéricos e positivos) ordenados por tempo; (ii) identificação dos agentes que receberam tal valor e; (iii) identificação do agente que está utilizando os mecanismos (a fim de descobrir se ele deve ou não interagir com o avaliador). Ambos os mecanismos foram implementados em Java, tal como ilustrado na Figura 1.

Cada subclasse da classe *PadraoComportamento* é responsável por (i) informar se o avaliador está seguindo o padrão ou não (através da execução de método *execute()*); (ii) estimar o valor da reputação estimada (através do método *estimadaReputacao()*) e; (iii) calcular o grau de certeza do valor (através do método *grauDeCerteza()*). A classe *RAVPAC* é a principal classe e é responsável pelo cálculo da reputação final conforme o mecanismo proposto neste trabalho.

Note que outros padrões de comportamentos podem ser facilmente implementados. Para definir outro padrão de comportamento é necessário (i) estender a classe *PadraoComportamento* e implementar os seus métodos abstratos e; (ii) estender a classe *RAVPAC* e implementar o método *incluirComportamento()* para incluir todos os comportamentos que o agente é capaz de analisar. Ao calcular a reputação como provedor de serviço através do método *estimaReputacaoParceiro()* poderá ser implementada qualquer proposta disponível na literatura. No entanto, perceba que o cálculo da reputação final não poderá ser alterado.

A fim de avaliar a aplicabilidade da nossa abordagem implementamos uma simulação usando Jason [Bordini and Hubner and Wooldridge, 2007]. Na simulação, 20 agentes compram livros e 10 agentes vendem livros: 05 dos vendedores são bons prestadores de serviços e 05 são prestadores de serviços ruins (eles atrasam a entrega dos livros). Todos os 20 compradores são bons prestadores de serviços. Além disso, cada vendedor avalia o comportamento de seus parceiros, seguindo um dos padrões comportamentais descritos na seção 3.1 e 10 compradores usam a nossa abordagem para ajudar na seleção de seus futuros parceiros.

Cada comprador que utiliza a nossa abordagem calcula dos vendedores (i) a reputação como prestador de serviço (RPS); (ii) o valor da reputação estimada que o comprador receberá se interagir com o vendedor (RE); (iii) o valor da reputação final do vendedor considerando $\alpha = \beta = 50\%$ (RF), (iv) $\alpha = 30\%$ e $\beta = 70\%$ (RFB) e (v) $\alpha = 70\%$ e $\beta = 30\%$ (RFA). O Gráfico 01 mostra essas informações sobre o ponto de vista do comprador E. Devido ao limite de espaço estamos mostrando dados relativos de apenas 05 vendedores. Observe que os vendedores 01 e 02 possuem a RPS elevada e a RE associada também é elevada (RF e FRB estão bem próximas). Isso significa que eles

são bons prestadores de serviços e, provavelmente, irão fornecer valores elevados de reputação ao comprador E. No entanto, o vendedor 04 possui a RPS elevada, mas apresenta a RE baixa (RFA é maior do que RFB). Por outro lado, o vendedor 05 possui uma RPS média, mas, provavelmente, fornecerá uma reputação elevada (RFB é superior a FR e RFA). Assim, se os agentes 01 e 02 estiverem ocupados, o comprador que utiliza a nossa abordagem deve preferir selecionar agente 05 já que além de receber um bom serviço e ele será bem avaliado.

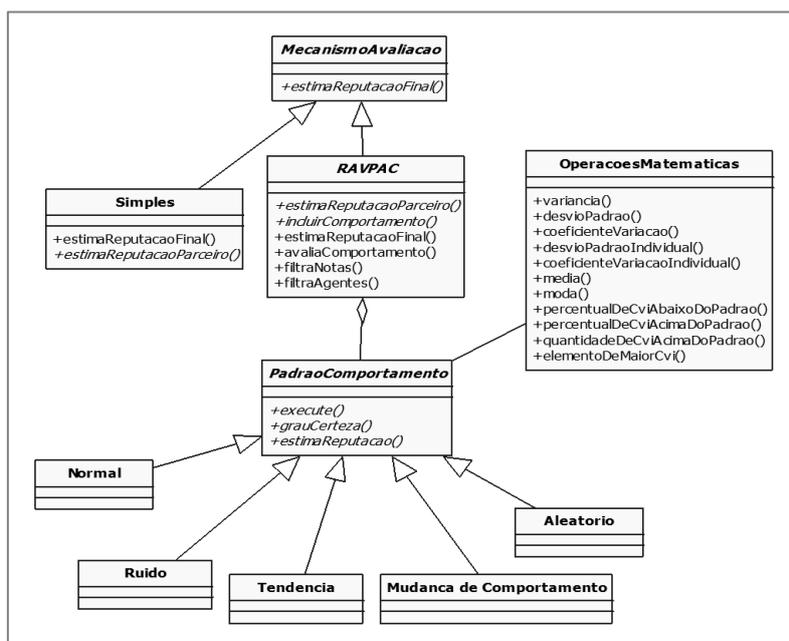


Figura 1 Diagrama de Classe

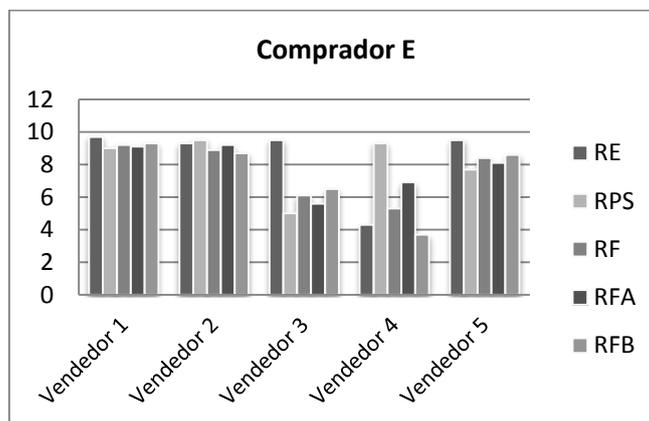


Gráfico 1. Reputação como Provedor de Serviço e Reputações Finais.

Na nossa simulação os vendedores avaliam o comportamento de seus parceiros baseado apenas em suas experiências diretas. Além disso, não consideramos falsos testemunhos fornecidos por vendedores sobre o comportamento dos compradores com os quais interagiram. Estamos supondo que os valores de reputação fornecidos aos compradores representam os valores de reputação que vendedores têm realmente fornecido aos seus parceiros. Podemos considerar que os compradores estão recebendo os valores de reputação certificados fornecidos pelos vendedores como proposto em [Huynh, Jennings and Shadbolt, 2004].

5. Trabalhos Relacionados

Em Medic (2012) é apresentado um estudo onde comparam 19 modelos de confiança e reputação. Em todos esses modelos os agentes são capazes de avaliar o comportamento de seus parceiros e utilizar essas informações ao escolher seus futuros parceiros. No entanto, nenhum desses modelos se preocupa sobre como os agentes avaliam seus parceiros e como tal avaliação pode beneficiar ou prejudicar os agentes que interagem com eles. Ao usar essas abordagens, os agentes escolhem os seus parceiros com base unicamente nas reputações de acordo com a prestação de serviços e não consideram como os agentes avaliam os seus parceiros.

Apesar das abordagens como [Liu and Sun, 2010][Liu et al 2011][Noorian, Marsh and Fleming, 2011][Yang et al, 2009] e [Zhang and Cohen, 2008] se preocuparem com a identificação de testemunhos confiáveis/consultores e detectar avaliações colaborativas injustas, elas não se preocupam com o valor da reputação que o agente pode receber se ele interagir com o melhor parceiro. Essas abordagens são capazes de identificar os agentes que estão fornecendo falsos testemunhos sobre o comportamento de seus parceiros e de excluir esses agentes ao pedir novos depoimentos. No entanto, em caso de testemunhos confiáveis, os valores de reputação que essas testemunhas prestam aos seus parceiros não são usados na escolha de um futuro avaliador. Nota-se que mesmo sendo de confiança, dois agentes podem apresentar diferentes valores de reputação sobre comportamentos semelhantes no mesmo tipo de situação. Por exemplo, do ponto de vista de um vendedor que recebe o pagamento com 02 dias após a entrega de um bem, isto pode ser imperdoável. Este vendedor irá fornecer um valor muito baixo para reputação como prestação de serviço do comprador. Mas outro vendedor pode fornecer um valor de reputação razoável ao considerar que o atraso de 02 dias, no pagamento do bem, não é tão grave.

Não devemos esquecer que o comportamento de um agente será avaliado de acordo com o ponto de vista do seu parceiro. Se considerarmos que o parceiro é um parceiro de confiança e que o nosso agente apresentará um bom comportamento, o nosso agente não deverá receber um valor de reputação ruim. Portanto, ao escolher o melhor parceiro para interação, é importante considerar o valor de reputação do agente como prestador de serviços, mas também é importante considerar o valor de reputação que tal agente pode fornecer ao nosso agente na próxima interação.

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Mecanismos de reputação atuais suportam apenas a avaliação do comportamento de parceiros como prestadores de serviços. O histórico de tais informações, bem como a propagação de tais valores de reputação pode ser utilizado para selecionar os futuros parceiros. Em sistemas onde os agentes devem interagir uns com os outros para atingir seus objetivos e parceiros são selecionados com base em seus valores de reputação, os agentes podem se preocupar com o seu comportamento em tais interações e também sobre as avaliações que os seus parceiros vão fazer sobre o seu comportamento. Portanto, há uma necessidade de um mecanismo que permita estimar o comportamento de um agente quando avaliam os seus parceiros e de um mecanismo para estimar a reputação que um agente utilizando o mecanismo irá receber após a interação com o avaliador e uma maneira de usar essa informação ao selecionar futuros parceiros. Para

responder a essas necessidades foram definidas as abordagens apresentada neste trabalho.

Como trabalhos futuros estamos em processo de definição de mecanismos de incentivos para estimular os agentes a fornecer informações sobre seus parceiros. Por exemplo, os agentes que não oferecem tais informações podem ser automaticamente descartados como futuros parceiros. Supondo que é importante interagir com outros agentes para atingir os objetivos, um agente será estimulado a cooperar. É também nossa intenção fornecer mecanismos para descobrir os valores de reputação não verdadeiros. Esses valores podem ser facilmente detectados se a abordagem também pede reputações certificadas. Finalmente, mas não menos importante, atualmente, os mecanismos propostos supõe que as situações em que os agentes têm participado são do mesmo tipo. O nosso objetivo é estender o mecanismo que estima o valor de reputação de um agente para ser capaz de considerar a diferença entre as situações e usar essa informação ao estimar as reputações.

REFERÊNCIAS

Brase, C.H. and Brase, C.P. (2012) *Understanding Basic Statistics*, Brooks Cole, 6th Edition.

Bordini, R. and Hubner, J. and Wooldridge, M. (2007) *Programming Multi-agent Systems in Agentspeak using Jason*. John Wiley & Sons, vol. 01. p. 273, 2007.

Huynh, T. D., Jennings, N. R., Shadbolt, N. R. (2004) FIRE: An Integrated Trust and Reputation Model for Open Multi-Agent Systems, In *Proceeding of ECAI*, pp.18–22.

Liu, Y. and Sun, Y. (2010) *Anomaly Detection in Feedback-based Reputation Systems through Temporal and Correlation Analysis*, in Proc. of 2nd IEEE International Conference on Social Computing.

Liu, S et al. (2011) *iCLUB: An Integrated Clustering-based Approach to Improve the Robustness of Reputation Systems*. In Proceedings of International Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, vol 3, pp. 1151–1152.

Medic, A. *Survey of Computer Trust and Reputation Models – The literature Overview*. (2012) International Journal of Information and Communication Technology Research, vol. 2, nº 3, pp. 254-275.

Noorian, Z. and Marsh, S. and Fleming, M. (2011) *Multi-layer Cognitive Filtering by Behavioral Modeling*, in Proceedings of the 10th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS), pp. 871–878.

Silva, V; Hermoso, R.; Centeno, R. (2009) A Hybrid Reputation Model Based on the Use of Organization, In *Coordination Organization, Interaction and Norms III*, LNAI 5428.

Yang, Y et al. (2009) *Defending Online Reputation Systems against Collaborative Unfair Raters through Signal Modeling and Trust*. In Proceedings Annual Symposium on Applied Computing, Honolulu, ACM Press, pp. 1308–1315.

Zhang, J. and Cohen, R. (2008) *Evaluating the Trustworthiness of Advice about Seller Agents in E-Marketplaces: A Personalized Approach*. Electronic Commerce Research and Applications, 7(3), pp. 330–340.