

# Análise de modelos de confiança e reputação em sistemas baseados em agentes para alocação de vagas em um estacionamento inteligente

Angelo Bittencourt Marini Filho  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Ponta Grossa  
Caixa Postal 84.016-210  
Ponta Grossa – PR– Brasil  
angelobittencourt@gmail.com

Gleifer Vaz Alves  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Ponta Grossa  
Caixa Postal 84.016-210  
Ponta Grossa – PR– Brasil  
gleifervaz@gmail.com

## RESUMO

Encontrar vagas disponíveis para motoristas estacionarem seus veículos pode ser uma tarefa árdua e desgastante. Outros motoristas que disputam as mesmas vagas podem agir de maneira desleal e não cumprir as normas definidas pelos administradores. Buscando encontrar soluções para tal problema o presente trabalho propõe uma análise de modelos de confiança e reputação em Sistemas Multiagentes, aplicados ao cenário de um estacionamento inteligente, conseguiriam classificar os motoristas e alocar as vagas de maneira justa.

## Palavras-chave

Smart Parking; Confiança; Reputação; Sistemas Multiagentes.

## ABSTRACT

Finding available spots where drivers will be able to parking their car could be a hard task. Others drivers who are looking for the same spot could act unfairly and don't respect standards set by administrators. Looking for solutions for this issue, this paper provides an analysis of trust and reputation models for Multiagent Systems, applied to smart parking could be able to rank and allocate drivers fairly.

## Keywords

Smart Parking; Trust; Reputation; Multiagent System.

## 1. INTRODUÇÃO

Cidades inteligentes são projetadas por visionários utilizando tecnologias de informação e comunicação com o objetivo de melhorar a qualidade de vida, reduzir desperdícios e melhorar as condições econômicas dos cidadãos das grades cidades, dado que a maioria da população deve viver em ambientes urbanos dentro das próximas décadas [1].

Um dos principais setores no qual cidades inteligentes buscam solucionar problemas é o trânsito. Em [2] é destacado que o Brasil perde em torno de R\$300 bilhões por ano com o trânsito das grandes cidades. Nesta mesma publicação, é informado que pessoas que procuram vagas para estacionar causam 30% do trânsito da cidade de São Paulo.

Neste cenário surgem os estacionamentos inteligentes, ou *smart parking*, que buscam por meio do uso de tecnologia facilitar o estacionamento de veículos pelos motoristas, os quais utilizando estacionamentos convencionais podem desperdiçar tempo precioso em lentas filas na busca por vagas.

Uma abordagem possível para modelagem de *smart parkings* se dá por meio da utilização de Sistemas Multiagentes (SMA), sistemas esses compostos por agentes autônomos, os quais interagem entre si e com o ambiente dinâmico no qual estão inseridos para serem capazes de alcançar seus próprios objetivos [3].

O Grupo de Pesquisa em Agentes de Software da UTFPR-PG (GPAS) desenvolve um projeto de pesquisa denominado *MultiAgent Parking System* (MAPS) o qual utiliza SMA aplicado para um estacionamento inteligente. O projeto MAPS tem como objetivo “ ” [4].

O desenvolvimento dos SMA teve grande contribuição para o aumento do interesse em estudos de confiança e reputação dentro da ciência da computação, gerando a criação de modelos de confiança e reputação que buscam sistematizar a avaliação de agentes para auxiliar em decisões e buscar parceiros confiáveis para interagir [5].

Atualmente no projeto MAPS é utilizada a noção de grau de confiança pela quantidade de vezes que um motorista utiliza o estacionamento (quanto mais o agente faz uso do ambiente, maior será o grau de confiança). Quando dois (ou mais) agentes disputam uma vaga, simplesmente aquele com maior grau de confiança obtém a vaga.

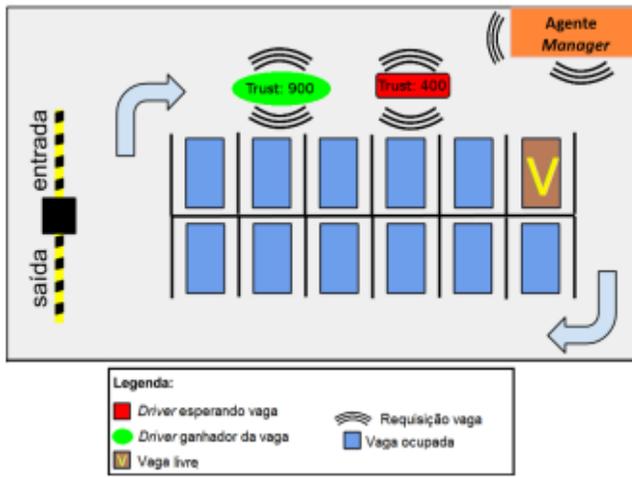
O objetivo desse estudo é analisar modelos de confiança e reputação para que futuramente seja incorporado ao projeto MAPS novos modelos que possibilitem que a experiência dos agentes motoristas no estacionamento seja mais satisfatória e que a alocação das vagas disponíveis seja feita de maneira justa.

Neste trabalho será apresentado na sequência o SMA desenvolvido para o projeto MAPS. A terceira seção mostra os modelos de confiança e reputação e suas características. Em seguida na seção quatro será apresentada comparação entre os modelos expostos na seção 3. E por fim o trabalho apresentará considerações finais a respeito da análise dos modelos, e a identificação da possibilidade da aplicação dos modelos no SMA desenvolvido.

## 2. PROJETO MAPS

O SMA desenvolvido para o projeto MAPS possui dois tipos de agentes: Os *drivers* que interagem e utilizam o sistema e o agente *manager* que gerencia o sistema. O objetivo do sistema é alocar vagas para os *drivers*, alocação essa feita pelo agente *manager*.

Para alocar a vaga, o agente *manager* deve receber uma solicitação de requisição de vaga e então se existirem mais requisições por vagas do que vagas disponíveis, o *manager* por meio da análise do grau de confiança (ou *degree of trust*) dos *drivers* decidirá para qual dos agentes *drivers* será disponibilizado o recurso, como é ilustrado na Figura 1:



**Figura 1. Ilustração Alocação de Vagas MAPS**  
Fonte: de Castro et al. , 2016 [6]

*Drivers* novos iniciam com o menor valor de confiança possível, porém para que esses novos agentes, ou agentes com baixo valor de confiança não fiquem por tempo indeterminado esperando, a partir de certo tempo de espera esse *driver* recebe prioridade para receber o recurso.

No momento o projeto MAPS é desenvolvido pensando em estacionamentos privados e fechados, como estacionamentos de shoppings e hospitais. A partir daí serão analisados os modelos de confiança buscando aprimorar o método usado pelo *manager* para alocação de vagas no estacionamento.

### 3. MODELOS DE CONFIANÇA E REPUTAÇÃO

Na literatura são encontradas diferentes definições de confiança e reputação no contexto de agentes. Segundo Gambetta [7] confiança é a probabilidade subjetiva de que um agente irá executar a tarefa que foi destinada a ele. Em Sabater e Sierra [5] a confiança normalmente é denotada por um valor numérico que indica quão confiável um agente é, e esse valor deve ser usado por outros agentes para decidirem se devem ou não interagir com o agente em questão.

Conforme destacado por Granatyr [8], reputação pode ser definida como uma coleção de opiniões sobre um agente, dadas por outros agentes, ou a expectativa de comportamento deste agente baseada nas suas interações anteriores.

Nesta seção serão apresentados resumidamente cinco modelos de confiança e reputação, SPORAS [9], ReGreT [10], Marsh [11], Travos [12] e FIRE [9], respectivamente.

#### 3.1 Modelo SPORAS

Segundo Huynh et. al. [9], SPORAS é um modelo de reputação centralizado, onde os valores de confiança de todos agentes são guardados por um gerenciador central, onde são mais valorizadas as avaliações recentes e descartadas avaliações antigas.

O algoritmo para a aplicação deste modelo deve contemplar os seguintes princípios:

1. Usuários novos entram no sistema com o valor mínimo de reputação, que cresce durante sua atividade no sistema.
2. O valor de reputação de um agente antigo nunca é menor do que de um iniciante.
3. Após cada interação o valor de reputação é atualizado.
4. Para agentes com valor de reputação muito alto, as novas avaliações não alteram muito o seu valor a cada interação.
5. Avaliações mais antigas são descartadas, sendo consideradas as avaliações de interações mais recentes.

#### 3.2 Modelo ReGreT

O modelo ReGreT, proposto por Sabater e Sierra [10], caracteriza-se como um modelo de confiança e de reputação, onde três diferentes fontes de informação são levadas em consideração: interações diretas, informações de terceiros e estrutura social. Além disso, o ReGreT tem dois módulos, alimentados pelas informações adquiridas pelo agente, um módulo de confiança e outro para reputação.

O módulo Confiança Direta lida com experiências diretas e como essas experiências podem contribuir para a confiança de terceiros. Junto com o módulo de reputação são capazes de calcular a confiança.

Já o módulo de reputação é dividido em três tipos específicos de reputação, dependendo da fonte da informação utilizada para o cálculo, sendo eles: reputação por testemunha, reputação por vizinhança e reputação do sistema.

Estes módulos trabalham em conjunto para oferecer um modelo de confiança completa com base no conhecimento direto e na reputação.

Neste modelo a confiança é avaliada de maneira totalmente descentralizada onde cada agente por si só é capaz de mensurar o valor de confiança dos demais.

#### 3.3 Modelo Marsh

O modelo Marsh é um dos primeiros modelos de confiança, proposto por Marsh em 1994 [11], onde são consideradas apenas interações diretas entre agentes para calcular a confiança.

Marsh diferencia três tipos de confiança:

- Confiança Básica: é a disposição de um agente confiar em outro, calculada a partir das interações do agente.
- Confiança Geral: A confiança que um agente tem em outro sem levar em conta qualquer situação específica.
- Confiança Situacional: Valor da confiança que um agente tem em relação a outro, baseado em uma situação específica.

#### 3.4 Modelo Travos

Segundo Da Silva [12], o modelo Travos representa a confiança dos agentes por informações recebidas por testemunhas e por meio de interações diretas. Para calcular o nível de confiança de um agente, é feito um cálculo da probabilidade do agente cumprir a tarefa delegada, cálculo realizado aleatoriamente dentro da população de interações.

Quando não é possível determinar a confiança do agente por meio das interações diretas, por conta do intervalo de confiança não atingir um valor mínimo necessário, os agentes devem utilizar as interações indiretas. Neste caso, a confiança é obtida por testemunhas.

### 3.5 Modelo FIRE

O modelo FIRE proposto por Hyunh et. al. em [9], é um modelo de confiança e reputação integrado, com uma arquitetura de tomada de decisão distribuída entre os agentes. Ele incorpora quatro fontes de informação:

- Confiança por interação: mede a confiança de maneira direta.
- Confiança por papel: Baseado no papel que o agente desempenha o valor de confiança inicial do agente é a média dos agentes com o mesmo papel no sistema.
- Confiança por testemunho: Calcula a reputação por meio do testemunho de outros agentes.
- Confiança certificada: Calculada com base nas referências fornecidas pelo próprio agente avaliado.

Essa variedade de fontes (do modelo FIRE) torna-se importante, visto que, em várias situações nem todas estarão prontamente disponíveis, além de permitir aos agentes combiná-las para lidar com as incertezas do ambiente.

### 4. COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS

Os modelos apresentados na seção anterior possuem similaridades, bem como diferenças. Para poder delinear uma comparação entre os modelos aqui são destacadas a natureza da reputação, tipo da reputação, valor da reputação e distribuição da reputação desses modelos.

A natureza da reputação permite identificar a que tipo de entidade a reputação se aplica, e os modelos apresentados são todos semelhantes nesse quesito, onde a reputação se aplica a cada agente individualmente.

O tipo da reputação classifica a origem da informação utilizada na formação da reputação. O modelo SPORAS não distingue a reputação pelo tipo. Todos os outros utilizam a interação direta entre agentes para gerar seu valor de reputação. Além da interação direta o modelo Travos e o ReGreT também utilizam testemunhas para se informar e gerar a reputação do agente. O modelo ReGreT também usa o papel e propriedades gerais do agente como fonte de informação. O mais versátil entre os modelos é o FIRE, que além das fontes de informação relatadas anteriormente ainda analisa informações certificadas vindas do próprio agente avaliado.

Para valorizar a reputação dos agentes os modelos utilizam dois tipos de valor, consolidado e detalhado. O valor consolidado valoriza os agentes por meio de pontuação enquanto o detalhado traz os atributos do agente para este valor. Os modelos SPORAS, Marsh e Travos utilizam valor consolidado. Já os modelos FIRE e ReGreT utilizam valor consolidado e valor detalhado para valorar a confiança dos agentes.

A distribuição da reputação identifica se a reputação é formada por uma entidade centralizada da informação, ou se esta pode ser realizada por qualquer agente de maneira descentralizada. Dos modelos apresentados apenas o SPORAS é centralizado, enquanto todos os demais são descentralizados.

A tabela 1 ilustra a comparação entre os modelos estudados conforme as seguintes características:

- Tipo da reputação (TR)
  - ND- Não Distingue
  - ID – Interação Direta
  - IT – Informação por Testemunho
  - P – Papel no sistema
  - IC – Informação Certificada
- Distribuição da Reputação (DR)
  - C – Centralizada
  - D – Descentralizada

- Valor de Reputação (VR)
  - C – Consolidado
  - D – Detalhado
- Tipo do modelo (TM)
  - C- Confiança
  - R – Reputação

	TR	DR	VR	TM
<b>Sporas</b>	ND	C	C	R
<b>Marsh</b>	ID	D	C	C
<b>ReGret</b>	ID, IT e P	D	C e D	R e C
<b>FIRE</b>	ID, IT, P e IC	D	C e D	R e C
<b>Travos</b>	ID e IT	D	C	C

**Tabela 1. Comparação Modelos**  
Fonte: Autoria Própria

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os modelos de confiança e reputação descritos na seção anterior, essa seção busca identificar a possibilidade de aplicação desses modelos no projeto MAPS.

O modelo ReGreT não pode ser aplicado pois seu método de classificação da reputação é totalmente descentralizado, e como é utilizado um agente *manager* centralizador para alocar as vagas, esse modelo não aplica-se ao MAPS.

O modelo Travos não seria aplicável ao projeto MAPS, pois nele os cálculos do grau de confiança são feitos de forma subjetiva, o que não seria adequado para solucionar uma disputa de recurso (no caso, vaga do estacionamento) entre dois agentes *drivers*.

O modelo Marsh, utilizando o cálculo da confiança situacional poderia ser utilizado para fazer as médias das avaliações das interações e alocar a vaga para aquele agente *driver* com maior média. Porém se um *driver* utiliza o estacionamento pela primeira vez, e ganha uma nota elevada na sua primeira interação, ele passará na frente de outros agentes que possuem uma média razoável que já estão utilizando o sistema por mais tempo. Isso também pode fazer com que um *driver* com uma avaliação baixa, deixe o sistema e retorne depois subindo seu grau de confiança facilmente.

O modelo de reputação SPORAS entre os apresentados é o que melhor aplica-se a versão atual do MAPS, pois o agente *manager* age como centralizador, responsável por avaliar o agente *driver* a cada interação. Outra vantagem deste modelo, em relação a sua aplicação ao MAPS está nas avaliações mais recentes serem usadas, enquanto as antigas são descartadas. A única característica diferenciada é que o SPORAS é um modelo de reputação, ao passo que o MAPS utiliza confiança.

O modelo FIRE pode ser considerado o mais robusto dos cinco modelos apresentados anteriormente, com várias abordagens para fazer a avaliação do grau de confiança. Considerando uma possível extensão do projeto MAPS, no caso, uma versão distribuída onde os próprios *drivers* seriam responsáveis pela negociação das vagas. O modelo FIRE poderia ser aplicado, utilizando principalmente a confiança por

interação entre os agentes *drivers*. Porém, como a arquitetura atual do MAPS é centralizada, o modelo FIRE (por completo) não se aplica ao projeto MAPS.

Por fim, é possível dizer que a alternativa (que parece) mais adequada ao MAPS, seria a arquitetura do modelo SPORAS. Porém, ao invés de usar reputação, seria necessário usar o grau de confiança dos agentes.

Como trabalhos futuros é possível destacar: (i) implementação de um modelo de confiança com novas fórmulas para o cálculo do grau de confiança; (ii) testes e simulações do novo modelo de confiança no projeto MAPS.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] C. Stimell. Building Smart Cities. Analytics, ICT, and Design Thinking. 1st. ed. [S.I.] CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business, 2016. ISBN 13: 978-1-4987-0277-5
- [2] J. Da Silva. Aplicativo de vagas pode reduzir trânsito nas cidades e facilitar sua vida, Disponível: <http://www.infomoney.com.br/negocios/startups/noticia/3853310/aplicativo-vagas-pode-reduzir-transito-nas-cidades-facilitar-sua-vida, fevereiro/2015>.
- [3] M. Wooldridge. An Introduction to MultiAgent Systems. Wiley Publishing, 2nd edition, 2009.
- [4] W. Gonçalves; G. Alves. Smart parking: mecanismo de leilão de vagas de estacionamento usando reputação entre agentes. In: Anais do IX Workshop-Escola de Sistemas de Agentes, seus Ambientes e Aplicações – WESAAC. [S.l.: s.n.], 2015.
- [5] J. Sabater; C. Sierra. Regret: Review on computational trust and reputation models. Bellaterra, Barcelona, Spain, IIIA – CSIC, 2003
- [6] L. Castro; G. Alves; A. Pinz. Utilização de grau de confiança entre agentes para alocação de vagas em um Smart Parking. In: Anais do X Workshop-Escola de Sistemas de Agentes, seus Ambientes e Aplicações – WESAAC. Maceió, 2016.
- [7] D. Gambetta. Can We trust Trust? In Trust: Making and Breaking Cooperative Relations. Basil Black-well, New York, 1988.
- [8] J. Granatyr; V. Botelho; O. Lessing; E. Scalabrin; J. Barthes; F. Enembreck. Trust and Reputation Models for Multiagent Systems. ACM Comput. Surv. 48, 2, Article 27, 2015.
- [9] T. Huynh; N. Jennings; N. Shadbolt. An integrated trust and reputation model for open multi-agent systems. Springer Science, LLC 2006.
- [10] J. Sabater; C. Sierra. Regret: Reputation in gregarious societies. In: Proceedings of the Fifth International Conference on Autonomous Agents. New York, NY, USA: ACM, 2001.
- [11] S. Marsh. Formalising trust as a computation concept – University of Stirling, 1994.
- [12] V. Da Silva. Um modelo de confiança certificado baseado em assinatura digital aplicado a sistemas multiagentes. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2009.