

Smart Parking: mecanismo de leilão de vagas de estacionamento usando reputação entre agentes

Wesley R. C. Gonçalves¹, Gleifer Vaz Alves¹

¹Departamento Acadêmico de Informática – Universidade Tecnológica Federal do Paraná(UTFPR)

Caixa Postal 84.016 – 210 – Ponta Grossa – PR – Brazil

wesleygoncalves@alunos.utfpr.br, gleifer@utfpr.edu.br

Abstract. *Finding a spot in a parking lot which is almost full is not an easy task for a driver. It may occur that a person drives for a considerable time until find a parking space. This paper presents the modeling of a negotiation mechanism among agents (drivers) in a parking lot. Such negotiation is done by means of an auction which is established according to driver's reputation.*

Resumo. *Encontrar uma vaga livre num estacionamento quase cheio é uma tarefa difícil para um motorista. Ele pode percorrer o estacionamento por vários minutos até conseguir uma vaga. O artigo apresenta a modelagem de um mecanismo de negociação de vagas entre agentes (motoristas) em um estacionamento. A negociação é feita através de um leilão de vagas baseadas na reputação do motorista.*

1. Introdução

Segundo [Giffinger et al. 2007], cidades inteligentes almejam a criação e aplicação de métodos inteligentes e criativos para aprimorar o uso dos recursos de uma cidade por meio do uso das tecnologias da informação e da comunicação. Possibilitando melhora na qualidade de vida para os moradores da cidade.

Uma cidade possui diversos tipos de recursos e serão melhor aproveitados com mecanismos inteligentes, pois tornam os componentes da cidade mais eficientes na utilização destes recursos. O estacionamento é uma componente da cidade, é nele que os motoristas mantêm seus carros enquanto realizam suas tarefas. A quantidade de vagas existentes dentro de um estacionamento é o número limite para a quantidade de carros que poderão ser mantidos ao mesmo tempo dentro de um estacionamento, sendo desta forma um recurso de quantidade fixa. Devido a este limite, se faz necessário a criação de mecanismos inteligentes para alocação de recursos.

Existem os recursos do motorista que são o tempo e o combustível. Tais recursos são gastos ao procurar por uma vaga desconhecida num estacionamento. Em horário de pico o motorista lentamente percorre o estacionamento a procura de qualquer vaga livre, enquanto não encontrar uma vaga outros motoristas que também procuram uma vaga formam filas que dificultam o uso do estacionamento, até mesmo para os motoristas que querem sair do estacionamento e deixar uma vaga livre.

Para tentar minimizar estes problemas será criado um sistema multiagente (SMA) que utilizará a comunicação entre agentes para possibilitar o compartilhamento de informações úteis para o funcionamento mais eficiente do estacionamento.

A reputação dos motoristas é utilizada como critério para ganhar uma vaga mediante um leilão. A reputação é a credibilidade que um agente possui de outro agente ser honesto e confiável, o objetivo da reputação no sistema é minimizar erros por conta das ações dos agentes. Em sistemas multiagentes a reputação surge como uma forma de avaliação para incentivar os agentes a serem o mais honestos em suas atitudes. Uma vez que os agentes podem decidir em ser honestos ou não. Fazendo-se necessário o incentivo para que estes agentes contribuam para o sistema como um todo [Huynh et. al., 2006].

O objetivo deste trabalho é utilizar as características de um estacionamento e as informações disponíveis para criar um SMA, capaz de organizar o uso do estacionamento, tentando alocar as vagas de uma forma mais adequada e que incentive o motorista a cooperar com o sistema.

Na literatura existem abordagens relacionadas que discutem o uso de agentes inteligentes para problemas de trânsito e estacionamento. Destaca-se que em [Bazzan, 2012], a autora relaciona o conceito de cidades inteligentes com transporte, mostrando que tratar cada veículo como um agente é uma forma de criar soluções de cooperação para o trânsito. É um artigo que aprofunda em conceitos de engenharia de trânsito para relacionar com sistemas multiagentes, mostrando possibilidades de modelagem de problemas.

Em [Di Napoli et. al., 2014] é criado um modelo completo para estacionamento com apresentação do modelo e simulações, o que difere da abordagem apresentada neste artigo é que no *Smart Parking* objetiva-se resolver o problema de alocação pensando no relacionamento de agentes para distribuir vagas, enquanto a abordagem é utilizar equipamentos sofisticados que elevam a precisão de funcionamento porém aumenta muito os custos do projeto.

Trabalhos sobre estacionamentos inteligentes como [Pala et. al., 2007] e [Chinrungrueng, 2007] utilizam dispositivos físicos para criar mecanismos que possibilitam benefícios automatizados para o motorista utilizar o estacionamento porém não estimulam o motorista a melhor utilizar o estacionamento e tem como desvantagem o custo de equipamentos instalados no veículo e no estacionamento, o que dificulta sua implantação.

Este artigo é estruturado da seguinte forma. Na seção 2 descreve-se o problema da alocação de vagas em um estacionamento. Na seção 3 é apresentado o desenvolvimento do modelo e como é a adaptação dos itens do mundo real para a representação em sistema multiagentes. Na seção 4 é apresentado o conceito de reputação e como ele é calculado no modelo criado. Na seção 5 são apresentados os estados que o agente estacionamento pode permanecer e como isso afeta o modelo de leilão de vagas. Na seção 6 têm-se as considerações finais.

2. Definição do Problema

O modelo tradicional de estacionamento não disponibiliza para os motoristas informações úteis sobre o estacionamento. A dificuldade do motorista ao utilizar o estacionamento é entrar no estacionamento sem saber se existe ou não vaga para estacionar seu veículo. Há também o problema do motorista não saber se existem vagas livres próximas a elevadores e portas, necessitando estacionar na primeira vaga livre que encontrar, para assim garantir um lugar no estacionamento. Estes problemas decorrem da falta de um mecanismo que melhor aproveite as informações do estacionamento.

Se o estacionamento estiver vazio ou pouco ocupado o motorista facilmente localiza as vagas livres. Porém em horários de pico, o estacionamento está com grande parte das vagas ocupadas obrigando o motorista a desperdiçar tempo e combustível à procura da vaga e nesses momentos é o que motorista mais se preocupa em economizar tempo.

3. Modelo

No sistema *Smart Parking*, existem dois tipos de agentes: o agente motorista e o agente estacionamento. Os agentes motoristas são aqueles que representam o motorista e seu veículo no sistema para interagir com outros agentes para compartilhar informações e também irá interagir com o agente estacionamento. O agente estacionamento representa o próprio estacionamento, ou seja, existe um agente estacionamento para cada estacionamento, e é responsável pelo gerenciamento de vagas por meio de leilões.

O agente motorista possui os objetivos locais e globais. O objetivo local é aquele que o agente faz para interesse próprio, o qual neste contexto é conseguir reservar uma vaga. O objetivo global é cooperar e organizar da melhor forma o estacionamento, otimizando como um todo o funcionamento do mesmo.

O modelo tem como objetivo configurar as trocas de mensagens entre os agentes, eles vão tomar decisões importantes referentes ao uso do estacionamento. Estas informações darão o suporte para aproveitar o recurso que são as vagas e quais os critérios utilizados para escolher qual motorista é o melhor para ocupar determinada vaga.

As vagas que não estiverem em uso estarão sendo negociadas pelo agente estacionamento. As vagas estarão organizadas em uma fila de prioridade para serem leiloadas. A alocação de cada vaga para um determinado motorista é dada por um leilão. O modelo de leilão utilizado é baseado no leilão Holandês. O Leilão Holandês [Krishna, 2009] é um tipo de leilão onde o item a ser leiloado inicialmente possui um valor muito alto, o qual dificilmente será adquirido pelos compradores. Quando não há nenhum comprador interessado o valor é decrementado e o item é então novamente leiloado, até encontrar um comprador que aceite a proposta. Este modelo foi escolhido porque possibilita maior velocidade para ser realizado, este tempo otimizado reflete na alocação das vagas.

O leilão deste modelo possui a mesma estrutura do leilão Holandês, a diferença básica é que no modelo utilizado no *Smart Parking* o valor utilizado como critério de escolha é a pontuação da reputação do agente motorista.

Comparado a outras técnicas de leilão este é o mais rápido uma vez que o valor é apenas decrementado existindo uma margem limite para o valor decrementar, desta forma ao chegar no valor mínimo sem lances realizados pelos compradores o leilão é reiniciado [Krishna, 2009].

Cada vaga será leiloada separadamente e o que determinará a ordem das vagas para serem aplicadas ao leilão será a pontuação que cada vaga possui. Esta pontuação se refere a proximidade da vaga para pontos de saídas do estacionamento pelos motoristas e passageiros após saírem do carro, por exemplo: elevadores, portas de acesso, dentre outras. Esta pontuação ocorre de forma a facilitar o uso do estacionamento pelos motoristas, uma vez que veículos estacionados neste tipo de vagas possibilitarão aos motoristas andarem menos e perder menos tempo para sair do estacionamento após estacionar o carro.

O agente estacionamento por meio do leilão escolhe o melhor motorista dentre todos que estão disputando aquela vaga. O motorista escolhido é o que possuir melhor reputação entre aqueles que estão na disputa pela vaga. A vaga então é reservada para o motorista que ganhou o leilão, porém se ele não ocupar a vaga até um determinado tempo, o motorista recebe uma penalização em sua reputação e a vaga será leiloada novamente.

No momento da escolha do melhor agente motorista caso haja empate na primeira casa decimal o critério de desempate será a distância do agente para a vaga. Este critério preza pela organização do estacionamento uma vez que agentes com reputação tão parecidas têm o mesmo direito pela vaga, restando desempatar com um critério que beneficie a todos.

Se o motorista ocupar a vaga no tempo determinado, ele permanecerá o tempo necessário ocupando a vaga. No momento que deixar a vaga o motorista avisa o sistema que ele está deixando a vaga e assim a vaga estará livre. O motorista recebe uma bonificação por ter cooperado com o sistema melhorando assim sua reputação. A vaga livre para alocação será colocada novamente na fila de alocação para um novo motorista utilizar.

4. Reputação

A reputação será o valor que o agente motorista oferece ao agente estacionamento para participar do leilão por uma vaga.

A equação 1 representa o cálculo da reputação do agente M1:

$$\text{Reputação}(M1) = ((\text{MédiaVagaOcupada}(M1) + \text{MédiaVagaOferecida}(M1)) / 2) \quad (1)$$

Reputação(M1): é a média de dois fatores: MédiaVagaOcupada e MédiaVagaOferecida. Os quais representam o quão bem o agente usa e coopera com a utilização do estacionamento.

A reputação varia entre zero e um, zero é o pior valor para a reputação e um é o melhor valor para a reputação. A equação 2 representa o cálculo da variável MédiaVagaOcupada:

$$\text{MédiaVagaOcupada}(M1) = \text{NumVagaOcupada}(M1) / \text{NumVagaReservada}(M1) \quad (2)$$

MédiaVagaOcupada: é uma variável que representa o comportamento do agente motorista ao utilizar uma vaga. Por exemplo: para o agente motorista obter pontuação mínima que é zero, ele deve ocupar nenhuma vaga que é reservada para ele. Para obter pontuação máxima o agente motorista deve ocupar toda vaga que conseguir reservar. A equação 3 representa o cálculo de MédiaVagaOferecida:

$$\text{MédiaVagaOferecida}(M1) = \text{NumVagaOferecida}(M1) / \text{NumVagaOcupada}(M1) \quad (3)$$

MédiaVagaOferecida: é a média de pontuação do motorista M1 referente a quantidade de vagas oferecidas ao sistema pelo agente motorista em relação ao número de vagas ocupadas pelo agente. Se o agente motorista avisa o agente estacionamento antes de sair da vaga ele irá otimizar o uso da vaga, uma vez que o leilão poderá acontecer antecipadamente, ocasionando bonificação para o mesmo devido a contribuição ao uso do sistema. O sistema pode ter a informação de que o motorista avisou que a sua vaga está livre, por meio de um sensor na cancela de saída do estacionamento.

O cálculo das variáveis Reputação, MédiaVagaOcupada e MédiaVagaOferecida é realizado pela média da somatória das n últimas pontuações de cada variável, sendo n um número estabelecido ao inicializar o sistema. Utilizar o histórico da reputação será útil para incentivar o agente motorista utilizar o estacionamento da melhor maneira sempre, e não apenas por um tempo.

Se houver empate o agente mais próximo ganhará a vaga, pois o sistema visa melhor utilizar o estacionamento como um todo. O agente próximo a vaga tende a alcançar mais rápido a vaga e será um veículo a menos procurando por vaga.

5. Mensagens Trocadas e seu significado

Os agentes necessitam de uma forma para indicar a outros agentes sua decisão sobre as negociações de vagas. A comunicação será baseada na troca de mensagens entre os agentes utilizando a linguagem e protocolo KQML (*Knowledge Query and Manipulation Language*). A linguagem utiliza performativas para que os agentes identifiquem o tipo de mensagem e seu conteúdo. Será utilizada como meio de realizar os leilões de vagas no estacionamento. A seguir as mensagens que serão desenvolvidas no sistema para comunicação entre agentes:

Leilão de vaga: se houver pelo menos uma vaga livre, o agente estacionamento envia esta mensagem para os agentes motoristas interessados em estacionar o carro. Este tipo de mensagem é continuamente enviada até obter resposta positiva de pelo menos um agente motorista.

Recusa de participação em leilão: o agente motorista que procura vaga responde ao agente estacionamento recusando aquela vaga ofertada.

Aceite de participação em leilão: o agente motorista responde ao agente estacionamento aceitando a participação no leilão, lhe enviando a sua reputação e também sua posição geográfica no conteúdo da mensagem.

Vencedor da Vaga: O agente estacionamento envia esta mensagem para o agente motorista vencedor indicando a posição da vaga.

Oferecer Vaga: O agente estacionamento envia esta mensagem para o agente estacionamento avisando que oferece a vaga, indicando a posição da vaga.

6. Considerações Finais

O presente trabalho tem como meta principal iniciar a modelagem do problema de alocação de vagas em um estacionamento com sistema multiagente, além de incentivar o motorista a cooperar afim de melhorar a eficiência do sistema. A reputação foi desenvolvida pensando no modo como o agente estacionamento negociaria o recurso vaga com os agentes motoristas, um tipo de reputação na forma como o motorista utiliza o sistema e o tempo que ele leva para realizar as próprias tarefas, uma vez que o tempo é um recurso utilizado pelo motorista para retirar o carro da vaga ou estacionando o carro na vaga.

Em relação a continuidade do trabalho destaca-se: (i) implementar o mecanismo de comunicação entre agentes; (ii) implementar o SMA fazendo uso do mecanismo de reputação; (iii) fazer alterações no mecanismo de reputação e comparar resultados. Dentre as alterações do mecanismo, é possível considerar o SMA tendo o agente motorista capaz de negociar diretamente a vaga com outro agente motorista.

Referências

- Bazzan, Ana LC (2012). "Lessons learned from one decade of developing agent-based tools for traffic modeling, simulation, and control: how to make cities smarter." *VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*.
- Chinrungrueng, Jatuporn, Udomporn Sunantachaikul, and Satien Triamlumlerd (2007). "Smart parking: An application of optical wireless sensor network." *Applications and the Internet Workshops, 2007. SAINT Workshops 2007*. International Symposium on. IEEE.
- Di Napoli, Claudia, Dario Di Nocera, and Silvia Rossi (2004). "Negotiating parking spaces in smart cities." *Proceeding of the 8th International Workshop on Agents in Traffic and Transportation, in conjunction with AAMAS*.
- Di Napoli, Claudia, Dario Di Nocera, and Silvia Rossi. "Negotiating parking spaces in smart cities." *Proceeding of the 8th International Workshop on Agents in Traffic and Transportation, in conjunction with AAMAS*. 2014.
- Giffinger, Rudolf, et al. (2007). Smart cities-Ranking of European medium-sized cities. Vienna University of Technology.
- Huynh, Trung Dong, Nicholas R. Jennings, and Nigel R. Shadbolt. (2006). "An integrated trust and reputation model for open multi-agent systems." *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems* 13.2, pages: 119-154.
- Krishna, Vijay. *Auction theory*. Academic press, 2009.
- Pala, Zeydin, and Nihat Inanc (2007). "Smart parking applications using RFID technology." *RFID Eurasia, 2007 1st Annual*. IEEE.