

Um sistema multiagente com leilões para a seleção de pacientes numa clínica odontológica.

Rodrigo Rabenhorst¹, Cleo Zanella Billa²

¹Programa de Pós-Graduação em Computação
Curso de Mestrado em Ciência da Computação
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)
Centro de Ciências Computacionais Rio Grande –RS– Brasil

rodrigoraben@gmail.com¹, cleobilla@furg.com²

Abstract. *This article discusses the use of a multi-agent system (MAS) with auctions in order to improve the patient trial process in an academic clinical dentistry. The clinic is composed of 13 units, which one with its own speciality. We propose a MAS model where each unit is represented by an agent and they use auctions to negotiate and decide who is going to attend the patient. Each unit bids the auction based on its own availability and speciality.*

Resumo. *Esse artigo propõe a utilização de um Sistema Multiagente (SMA) com leilões para melhorar o processo de triagem de uma clínica acadêmica odontológica. A clínica é composta por 13 unidades, cada uma com sua especialidade. Nesse trabalho, é proposto um modelo onde cada unidade é representada por um agente e elas negociam o atendimento a um paciente através de leilões. Cada unidade calcula o seu lance baseado na sua disponibilidade e especialidade.*

1. Introdução

O atendimento hoje na clínica odontológica, Jequití III da Universidade Federal de Pelotas, é feito considerando-se uma seleção de pessoas segundo suas necessidades, as quais são avaliados por um profissional e alunos. Após, estes são encaminhados ao preenchimento das vagas de atendimento cujo critério principal é a urgência e o segundo preencher a lacuna das agendas das clínicas em um curto período, como este método é de um período muito curto, muitas unidades acabam perdendo pacientes que potencializariam as aulas práticas do curso de odontologia da Universidade Federal de Pelotas e deixam de prestar um serviço mais apropriado a comunidade.

Este trabalho tem como objetivo propor um modelo de triagem, para melhorar o atendimento dos pacientes que chegam a clínica, buscando diminuir o tempo de espera de um paciente para tratamento e aumentar o atendimento especializado. O modelo propõe o uso leilões como método de negociação entre as unidades, representadas por agentes, de atendimento.

[Fiani 2006], apresenta, mediante abstrações, como funciona o processo na tomada de decisões dos agentes que interagem entre si, baseado na compreensão da lógica de cada situação onde estão envolvidos. Além disso, o estudo da teoria dos jogos, propicia

desenvolver a capacidade de raciocinar estrategicamente, explorando as possibilidades de interação de tais agentes.

Quando feita a decomposição do problema, ficou claro a necessidade de um sistema colaborativo e que tivessem uma interação flexível. Com isto, foi tomada a decisão de modelar um SMA, aonde possível fosse explorar as áreas de conhecimento e a disponibilidade em cada uma das unidades clínicas disponíveis para atendimento. Visando qualificar o atendimento e facilitando o agendamento destes pacientes.

O artigo está organizado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta brevemente os conceitos da teoria dos jogos, leilões e triagem. A seção 3 apresenta os trabalhos relacionados que buscaram soluções a problemas semelhantes ao problema enfocado neste artigo. Já a seção 4 expõe uma visão sobre o cenário atual da Clínica Jequití III e propõe o modelo para transformar o processo de triagem num sistema SMA. Finalmente, a seção 5 aponta as considerações finais.

2. Conceitos básicos

[Wooldridge e Jennings 1995] e [Garcia e Sichman 2003] definem agente como uma entidade real ou virtual, imersa num ambiente sobre o qual ela está apta a agir, e disposta de uma capacidade de percepção e representação parcial deste ambiente, que pode se comunicar com outros agentes, e denota um comportamento autônomo – consequência de suas observações – de seu conhecimento e das suas interações com os demais agentes.

Segundo [Girardi 2004], os sistemas multiagente são utilizados para a construção de sistemas complexos, e a sua arquitetura permite esquematizar as propriedades e a estrutura de interação entre agentes, garantindo a funcionalidade deste sistema.

Nesta seção, são apresentados os conceitos teóricos fundamentais para este trabalho, tais como: sistema multiagente, teoria dos jogos e leilões.

2.1 Sistemas multiagente

Conforme [Cunha e Wotter e Rabenhorst 2015], a área de sistemas multiagente (SMA) estuda a inserção de agentes autônomos em um universo multiagente. O objetivo final é garantir que os agentes interagem para solucionar um problema. Em um SMA, os agentes e suas interações devem ser projetados com o propósito de se tornarem independentes do contexto da aplicação-alvo. Assim, desenvolve-se um projeto reutilizável onde os componentes podem ser empregados em aplicações similares.

De acordo com [Girardi 2004], um SMA com política de cooperação precisa que agentes expressem as suas necessidades aos demais a fim de realizar uma determinada tarefa. Tal processo de cooperação ocorre por meio de tarefas compartilhadas - auxílio mútuo nas tarefas entre eles mesmos e transmitindo os resultados à comunidade.

2.2 Teoria dos Jogos

[Fiani 2006], com o uso da teoria dos jogos, apresenta mediante abstrações, como funciona o processo de tomada de decisão dos agentes que interagem entre si, considerando a lógica de cada situação na qual estão envolvidos. O estudo da teoria dos

jogos vai ainda mais longe, porque estuda a capacidade de raciocinar estrategicamente explorando as possibilidades de interações dos agentes, possibilidades estas que nem sempre correspondem à intuição.

Na teoria da escolha racional, busca-se entender como os jogadores tomam suas decisões em situações de interação estratégica. É preciso conhecer as preferências dos envolvidos objetivando nortear as suas escolhas. Assim, eles compartilham suas intenções, procurando um vínculo de associação entre os elementos [Fiani 2006].

2.3 Leilões

[Fiani 2006] define leilão como um modo de negociação definido por uma série de regras visando especificar a forma de determinação do vencedor e da quantia a ser paga por ele. Uma característica marcante dos leilões é a presença de assimetria de informações, tornando necessária sua caracterização. Justifica-se tal necessidade pois diferentes tipos deste mecanismo podem ocasionar resultados divergentes.

Leilões podem também ser definidos quanto à sua natureza (oferta, demanda ou duplicidade), quanto à forma dos lances (aberto ou fechado) e quanto ao método de determinação do valor de fechamento (primeiro ou segundo preço). Além disso, pode ou não ser determinado um preço de reserva, equivalente ao menor lance válido para a participação no leilão, ou ainda ser usado sequencialmente (*multi-round*), por meio de procedimento interativo de atualização de lances a cada interação [Fiani 2006].

2.4 Triagem de Pacientes

A triagem é o processo do qual os pacientes são separados por ordem de acordo com a sua condição. Para a clínica em questão esta seleção é feita para preencher as vagas de atendimento das disciplinas práticas do curso de odontologia da Universidade Federal de Pelotas. O processo é feito da seguinte maneira: os pacientes vão diariamente a procura de atendimento odontológico, passam por uma avaliação com os profissionais e são encaminhados para os atendimentos daquela semana, caso se encaixem nas especialidades e ainda existam vagas. Caso contrário, os pacientes devem retornar na semana seguinte e tentar novamente um atendimento.

Esse método faz com que muitos pacientes sejam perdidos, e a universidade além de precisar destes pacientes, deixa de atender a comunidade carente. Sendo este um problema colaborativo, justifica-se a escolha de um SMA para aprimorar o sistema de seleção de pacientes, visando diminuir a perda de pacientes pelo tempo de espera e buscando atender da melhor forma os pacientes e alunos dentro das clínicas disponíveis.

3. Trabalhos Relacionados

Nesta seção apresenta alguns trabalhos sobre SMA, leilões e triagem explicando o processo de desenvolvimento, bem como os conceitos aplicados, que mostram o uso de

duas modalidades diferente de leilões aplicada a casos semelhantes, os quais serviram para a proposta do modelo de triagem da Clínica Jequitti III.

3.1. Uma Proposta para Leilões Digitais com Multiagente e Negociação Dinâmica

[Carvalho 2006] discorre sobre a implementação de um ambiente de comércio eletrônico, baseado em multiagente, que utiliza cenários simulados da realidade, com a finalidade dos agentes executarem uma variedade de funções típicas do comércio eletrônico.

Segundo [Carvalho 2006], um sistema de comércio eletrônico contempla várias fases que abrangem desde a identificação das necessidades até a determinação dos processos de compra e venda de produtos. Porém esse estudo envolve, somente aquelas da procura por fornecedores. Em relação às compras, os autores aplicam as técnicas de SMA e a prática de leilões.

A fase de procura por fornecedor é feita mediante a busca em vários leilões, cada um representando uma loja em potencial. Desobrigando o cliente a se preocupar em pesquisar informações a respeito das lojas.

A negociação é realizada considerando um processo denominado leilão inglês, ou seja, um mecanismo no qual cada participante é livre para aumentar sua proposta.

Quando encerradas as propostas, o leilão termina e o maior arrematante é o vencedor em razão do preço oferecido. Estratégias de agentes baseiam-se em uma série de lances em função das ofertas pessoais, das suas expectativas sobre os outros arrematantes, e os lances ocorridos no passado.

3.2 Smart Parking: Mecanismo de Leilão de Vagas de Estacionamento Usando Reputação entre Agentes

[Gonçalves e Alves 2015] criaram um ambiente multiagente, com dois tipos de agentes - o agente motorista e o agente estacionamento. O primeiro representa o motorista e seu veículo no sistema e tem o objetivo de interagir no compartilhamento de informações com outros agentes, incluindo o segundo tipo. O agente estacionamento representa o próprio estacionamento, ou seja, existe um agente para cada vaga, e ele é responsável pelo seu próprio gerenciamento por meio de leilões.

O agente motorista determina os objetivos - o local e o global. O primeiro é de interesse próprio desse agente que é conseguir a reserva de uma vaga. Já o segundo diz respeito à cooperação e à organização, da melhor forma possível, do estacionamento, otimizando como um todo a sua operacionalização. Os agentes estacionamento têm por intuito configurar as trocas de mensagens entre si e tomam decisões importantes referentes ao uso do estacionamento levando em conta a reputação dos motoristas quanto ao bom comportamento nesse sistema.

Essas informações subsidiam o aproveitamento do recurso - e delimitam quais os critérios utilizados na escolha do motorista mais adequado a fim de ocupar uma determinada vaga. As que não estão em uso são negociadas pelo agente estacionamento. Elas se encontram organizadas em uma fila prioritária com vistas a serem leiloadas - e a alocação de cada uma para um determinado motorista é feita por um leilão.

Nesses casos, o modelo de leilão utilizado é denominado leilão holandês [Krishna 2009], ou seja, é um tipo de arremate no qual o item a ser leiloadado, em razão do preço muito alto, dificilmente é adquirido pelos compradores. Quando não há nenhum interessado o valor diminui e o item passa a ser então novamente leiloadado, até encontrar um comprador que aceite a proposta.

3.3 Simulação Baseada em Agentes para Alocação Pessoal em Procedimento de Classificação de Risco na Emergência de um Hospital

Devido ao grande número de pacientes nos setores de emergência dos hospitais públicos, há uma necessidade crítica de lidar com esse incremento, por meio de um sistema de admissão de pacientes que os classifique com agilidade, priorizando o atendimento daqueles que apresentam maior risco. Para tanto, é preciso que existam profissionais qualificados para executar o procedimento de classificação de risco de pacientes, e de uma forma de avaliação do desempenho, que permita a proposição de mudanças, tais como a forma de alocação desses profissionais, para contribuir com a melhoria da qualidade de atenção aos pacientes recém-admitidos [Andrade 2010].

O objetivo principal do trabalho é proporcionar ao administrador hospitalar uma solução para o problema de alocação dos agentes envolvidos, em um procedimento de classificação de risco. Uma simulação social baseada em agentes foi criada, para emulação da dinâmica das equipes nos modelos de classificação de risco, incorporando a interação, a tomada de decisão, e a qualificação dos agentes, permitindo a mensuração do desempenho da equipe no procedimento.

[Andrade 2010], afirma que os sistemas de apoio à decisão baseados em simulação social multiagente são razoavelmente adequados para simular o comportamento de pessoas trabalhando em equipe, como um procedimento de classificação de risco hospitalar. Pode-se dizer que, estes sistemas são importantes no auxílio ao processo decisório da administração hospitalar em ambientes de incerteza.

Para realizar as triagens, o autor modela o procedimento de classificação de risco, através de algoritmos, considerando cada uma de suas tarefas como um processo a ser conduzido por agentes com qualidades, habilidades e experiências, sintetizadas por um índice numérico.

4. O Cenário

A Clínica Jequitti III, situa-se dentro da Universidade Federal de Pelotas, no prédio da Faculdade de Odontologia. Por se tratar de um ambiente acadêmico, no curso há divisões das áreas de conhecimento em treze disciplinas, e em aulas práticas. Estas são ministradas na clínica com a participação de voluntários da comunidade ou de pessoas indicadas pela rede básica de saúde após atendimento em postos de saúde.

4.1. A Clínica

O atendimento hoje na clínica é feito considerando-se uma seleção de pacientes segundo suas necessidades, as quais são avaliados por um profissional e alunos. Os pacientes são encaminhados ao preenchimento das vagas de atendimento cujo critério principal é a urgência. Assim, as unidades, como são chamadas cada uma das especialidades, têm pacientes à espera de tratamento, e os responsáveis pela triagem, tentam evitar vagas ociosas.

Os exames da triagem costumam seguir uma rotina. Inicialmente o paciente entra na sala de triagem, um profissional lhe faz algumas perguntas com o intuito de conhecer o histórico e os hábitos odontológicos. Depois, ele passa por exames, tais como anamnésia, clínico, avaliação de estresse oclusal e periodontal. - Com base nessas informações, o paciente é encaminhado às filas de atendimento de uma das unidades, ainda disponíveis para a semana.

As clínicas possuem data semanal certa para funcionar, assim, o profissional responsável pela triagem tenta preencher primeiro as lacunas da próxima clínica, desconsiderando, portanto, a necessidade de o paciente ser encaminhado a outra clínica mais apropriada.

4.2. O Modelo Gerado para a Clínica

Para criar o primeiro modelo, e reduzir um pouco a complexidade, ao invés de trabalhar com as 13 unidades, foi gerado um modelo que trabalha com apenas três destas unidades, que tratam de restauração dentária e que ocorrem em maior incidência. Estas unidades são as Unidades Odontológicas (UCO) I, II e III. Elas atendem os mesmos casos de dentísticas, e alguns de periodontia e endodontia, mas a posição do dente afetado e a face deste dente é um fator determinante para gerar um lance de maior ou menor interesse pelos agentes.

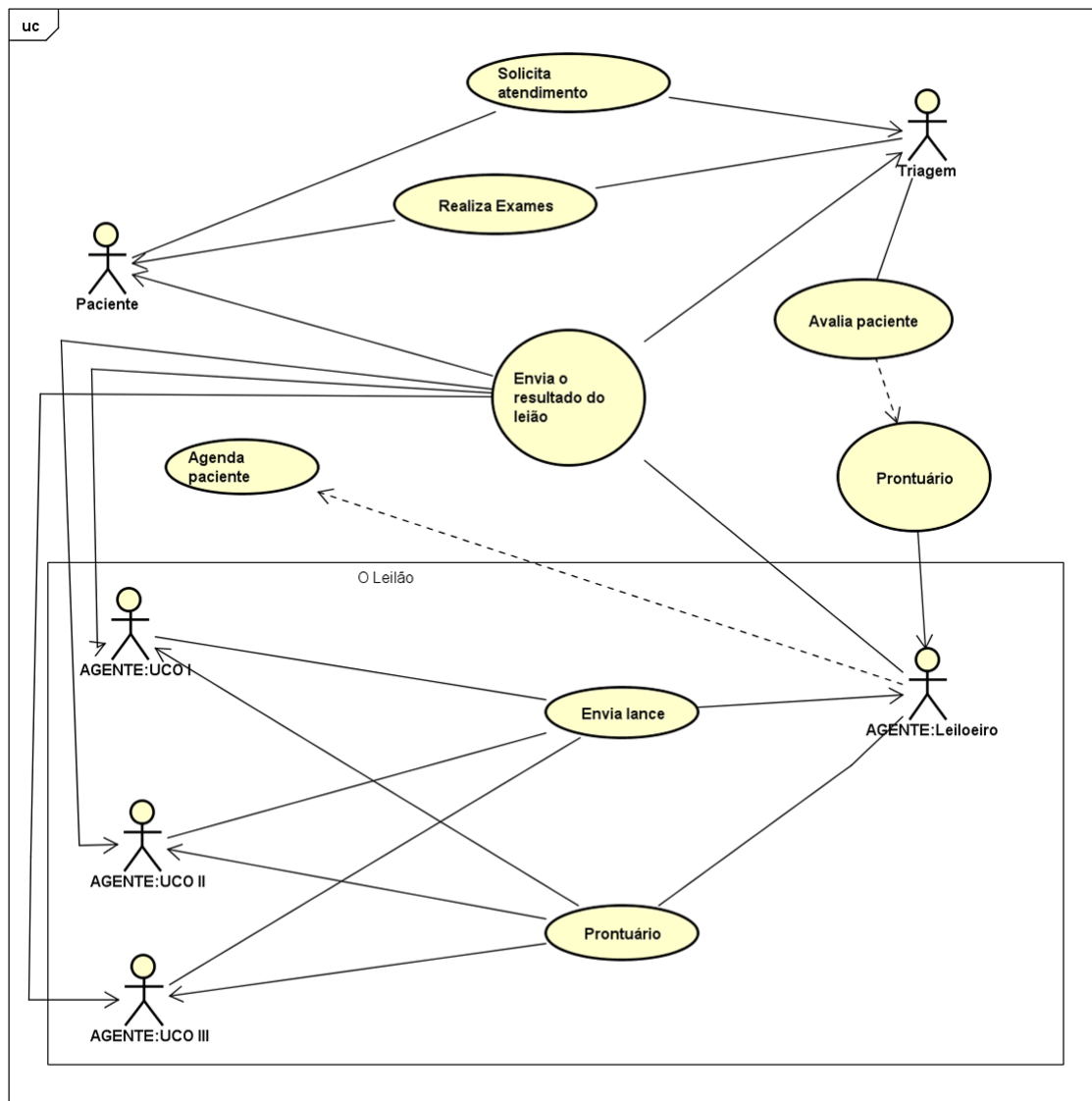
O sistema de chegada dos pacientes até a parte dos primeiros exames clínicos, continua igual. Mas o responsável pela triagem, insere no sistema o prontuário deste paciente e as informações são lidas pelo agente responsável pelo leilão aplicado ao modelo inglês. Ele informa para as demais unidades todos os problemas encontrados no primeiro exame e estes baseados em suas crenças, desejos e intenções, geram lances e enviam para o agente leiloeiro, que informa a todos os agentes o vencedor com o melhor lance ou informa que não há mais vagas para atendimentos no período de agenda. Ao final o

agente leiloeiro devolve ao usuário do sistema a clínica que irá atender, a data e o horário.

A seguir foi criado baseado na forma como a clínica Jequiti III realiza sua seleção de pacientes, buscando melhorar o atendimento, diminuindo a evasão de pacientes pela demora ou forma como o agendamento ocorre hoje. No modelo proposto a avaliação do paciente continua ocorrendo da mesma forma, porém agora a clínica possui um agendamento que abre vagas para os próximos trinta dias, o que permite ao profissional da triagem oferecer o atendimento mais apropriado para o paciente, deixando que a seleção das vagas disponíveis através dos Agentes que junto as suas crenças, desejos e intenções podem fazer uma avaliação sobre cada prontuário e gerar um lance demonstrando o quanto aquele paciente se enquadra para as suas especialidades.

As vagas e o agendamento de cada unidade é controlada pelos Agentes a quem representam. A Figura 1 apresenta o Diagrama de Caso de Uso do Sistema. Ao chegar um paciente na clínica, antes de qualquer exame é feita uma pesquisa sobre se ainda há vagas disponíveis para atendimentos, independente da especialidade. E só depois com o exame realizado pelo profissional da triagem, o agente leiloeiro recebe o prontuário deste paciente e o envia para os demais agentes para iniciar o leilão. Cada agente unidade calcula o valor do seu lance com base na sua especialidade e na sua agenda.

A forma de leilão escolhida para adaptar a este caso, é o modelo de leilão inglês, muito semelhante ao trabalho de [Carvalho 2006], no qual o lance é determinado através de um processo dinâmico que estabelece o vencedor. Este processo dinâmico ocorre de forma ascendente. Neste leilão, o lance vencedor pode ser anunciado pelo agente leiloeiro, que recebeu um lance baseado nos desejos de cada unidade representada por um agente. A negociação encerra, com a mensagem enviada pelo leiloeiro a todos os agentes, informando o agendamento ou que não há vagas disponíveis para o período. Como os lances são gerados baseados nos desejos e no número de vagas ociosas de cada unidade, o paciente só não consegue uma vaga com o especialista mais indicado.



powered by Astah

Figura 1. Estudo de Caso do Modelo.

4.2.2 O Diagrama de Sequência

O diagrama de sequência da Figura 2 mostra a comunicação entre os diversos agentes participantes do processo. Na figura são representados os seguintes agentes: Paciente, Triagem (Profissional responsável pela primeira avaliação), Leiloeiro e as unidades clínicas odontológicas, UCOI, UCO II e UCO III.

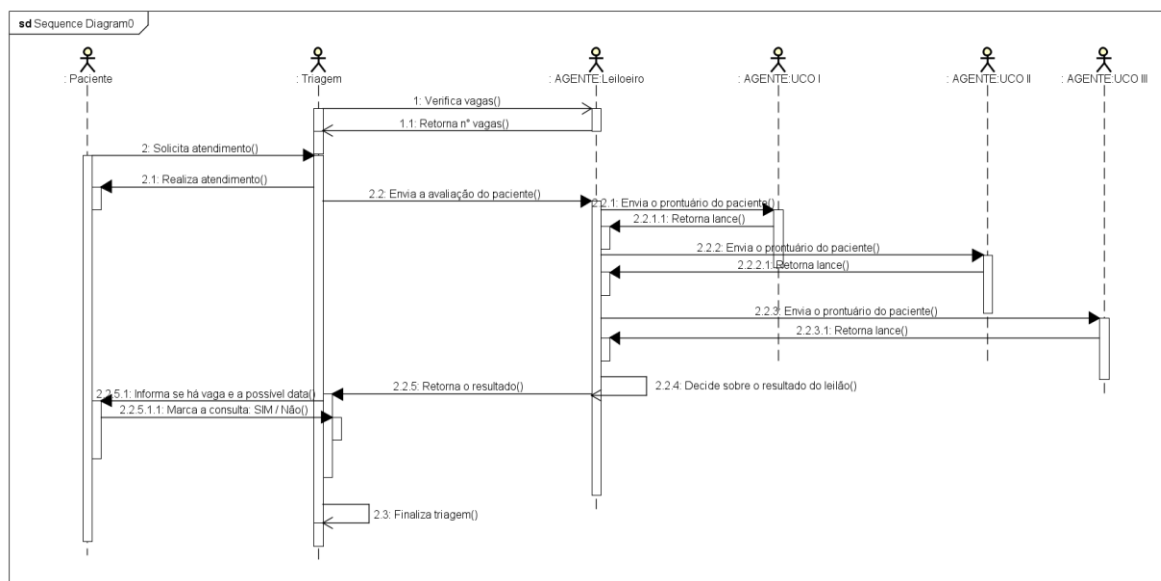


Figura 2. Diagrama de Sequência do Modelo.

Conforme mostra na Figura 2, o profissional responsável pela triagem recebe a informação sobre as vagas disponíveis nas agendas dos agentes UCO I, UCO II, UCO III que representam as unidades especializadas através do Agente leiloeiro, e fica aguardando a chegada de possíveis pacientes. Com a chegada de um paciente, o agente triagem realiza os exames básicos e registra no sistema para que o agente leiloeiro possa receber o prontuário e realizar o leilão. O agente leiloeiro abre o leilão enviando a cada agente unidade o prontuário do paciente. Cada agente unidade calcula o lance baseado no seu interesse em atender o paciente e informar ao agente leiloeiro. Quando todos os agentes unidades enviarem seus lances, o agente leiloeiro encerra o leilão e define o vencedor. O agente leiloeiro comunica a todos os agentes a data, a hora e a unidade que irá atendê-lo.

Fluxo Básico:

- a) O agente triagem consulta as vagas disponíveis nas clínicas;
- b) O agente paciente solicita atendimento;
- c) O agente triagem realiza os exames básicos;
- d) O agente triagem envia para o agente leiloeiro o prontuário do paciente;
- e) O agente leiloeiro abre um leilão e envia para os agentes unidades, o prontuário para avaliação do caso e aguarda como retorno um lance;
- f) Os agentes unidades UCO I, UCO II e UCO III enviam seus lances ao agente leiloeiro;
- g) O agente leiloeiro envia para todos os envolvidos o resultado final do leilão e o agendamento do paciente com data e hora.
- h) O agente da unidade vencedora atualiza sua agenda.

4.2.3 Os Agentes

A seguir são mostrados os agentes do sistema e suas crenças, desejos e intenções iniciais.

Nome do Agente: Leiloeiro

Desejos: Conduzir um leilão.

Crenças: Conhece os agentes que participam do leilão.
Conhece o agente triagem.

Intenções: * Abrir o leilão;
* Receber os lances;
* Encerrar o leilão;

Nome do Agente: UCO I

Desejo: Tratar pacientes com problemas de cavidade oclusal;
Tratar pacientes com problema de face livre;
Ocupar vagas ociosas;

Crenças: Agenda da unidade;

Intenções: * Receber prontuários;
* Gerar um lance baseado nos seus desejos;
* Enviar um lance.

Nome do Agente: UCO II

Desejos: Tratar pacientes com problemas de cavidade oclusal;
Tratar pacientes com problemas de cavidade oclusal e ou mais um ou dois proximais;

Tratar pacientes com problema de face livre.

Ocupar vagas ociosas;

Crenças: Agenda da unidade;

Intenções: * Receber prontuários;
* Gerar um lance baseado nos seus desejos;
* Enviar um lance.

Nome do Agente: UCO III

Desejos: Tratar pacientes com problemas de cavidade oclusal e ou mais dois proximais;
Tratar pacientes com problema de face livre;
Ocupar vagas ociosas;

Crenças: Agenda da unidade;

Intenções: * Receber prontuários;
* Gerar um lance baseado nos seus desejos;
* Enviar um lance.

5. Considerações Finais

Este artigo apresenta um modelo de sistema multiagente que utiliza leilões para realizar a triagem de pacientes para uma clínica odontológica e assim distribuir da melhor forma estes pacientes dentro de suas unidades especialistas.

No modelo, os agentes que representam as unidades possuem em seus desejos e crenças os procedimentos que eles querem e podem atender. As decisões sobre os lances de cada unidade, são formados através das informações dos prontuários e das agendas de cada clínica. Suas intenções podem ser idênticas, mas seus desejos e a sua agenda serão fatores determinantes para gerar o valor do lance a ser ofertado ao agente leiloeiro.

Referências

- Andrade, Sylvio Flávio. “Simulação Baseada em Agentes Para Alocação de Pessoal em Procedimento de Classificação de Risco na Emergência de um Hospital”. 2010. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Carvalho, Christiano Guimarães de; Rathie, Aman. “Uma proposta para leilões digitais com multiagente e negociação dinâmica”. CEP, v. 70910, p. 900, 2006.
- Cunha, Rafael Rodrigues; Wotter, Renata Gomes; Rabenhorst, Rodrigo Machado. Hardwares e sistemas multiagente: um estudo sobre arquiteturas híbridas. Revista Brasileira de Computação Aplicada, v. 7, n. 2, p. 2-15, 2015.
- Fiani, Ronaldo. “Teoria dos Jogos–Com Aplicação em Economia, Administração e Ciências Sociais”. 2ª Edição. São Paulo-SP: Campus, 2006.
- Garcia, A. C. B. e Sichman, J. S. (2003). Agentes e Sistemas Multiagentes, capítulo 11, páginas 269–306. Barueri, SP: Manole. In Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações, Rezende, S. O., Editor.
- Girardi, Rosario. "Engenharia de Software baseada em Agentes. "Procedimentos do IV Congresso Brasileiro de Ciência da Computação (CBCComp 2004). 2004.
- Gonçalves, Wesley RC; Alves, Gleifer Vaz. “Smart Parking: mecanismo de leilão de vagas de estacionamento usando reputação entre agentes”. Universidade Federal do Paraná (UTFPR) – Ponta Grossa, PR. Brasil, 2015, proceedings do WESAAC 15.
- Krishna, Vijay. “Auction theory”. Academic press, 2009.
- Woodridge, Michael; Jennings, Nicholas R. “Agent theories, architectures, and languages: a survey”. In: Intelligent agents. Springer Berlin Heidelberg, 1994. p. 1-39.