



PUC

ISSN 0103-9741

Monografias em Ciência da Computação
nº 03/10

Estudo sobre Modelos de Representação de Preferências de Usuário

**Alexandre Leite Silva
Ingrid Oliveira de Nunes
Carlos José Pereira de Lucena**

Departamento de Informática

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
RUA MARQUÊS DE SÃO VICENTE, 225 - CEP 22451-900
RIO DE JANEIRO - BRASIL**

Estudo sobre Modelos de Representação de Preferências de Usuário *

Alexandre Leite Silva¹, Ingrid Oliveira de Nunes²,
Carlos José Pereira de Lucena²

¹ PUC-Rio, Rio de Janeiro – Brazil

² PUC-Rio, Computer Science Department, LES - Rio de Janeiro - Brazil

alexandreals@puc-rio.br , {ionunes,lucena}@inf.puc-rio.br

Abstract. In this paper we present a survey about user preferences representation models. We have investigated ten research works that present several ways of representing user preferences. Besides introducing and describing these works, we show how the models that they adopt are related to each other, as well as discuss relevant issues about these works. We conclude that representation models were elaborated focusing on being manipulated by algorithms for reasoning about preferences. As a consequence, these models limit the way that user preferences can be expressed, and therefore there is a need of preferences elicitation algorithms for capturing and transforming user preferences into a model used by software systems. However, if higher level models were adopted, users would be able to express their own preferences.

Keywords: Personal Agents, User Preferences, Personal Agents, Representation Models.

Resumo. Neste trabalho apresentamos uma pesquisa sobre modelos de representação de preferências de usuários. Foram estudados dez trabalhos que mostram uma variedade de formas de representação de preferências. Além de apresentar e descrever estes trabalhos, mostramos como os modelos de representação utilizados por eles estão relacionados, bem como discutimos questões relevantes a estes trabalhos. Concluímos que os modelos de representação foram elaborados com o foco de serem manipulados por algoritmos de raciocínio de preferências. Como consequência, esses modelos limitam as formas como as preferências do usuário podem ser expressadas, necessitando de algoritmos de elicitação de preferências para capturar e transformar preferências dos usuários no modelo utilizado pelos sistemas de software. Entretanto, se modelos de nível mais altos fossem adotados, usuários seriam capazes de expressar as suas próprias preferências.

Palavras-chave: Preferências do Usuário, Agentes Pessoais, Modelos de Representação.

* Trabalho patrocinado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia da Presidência da República Federativa do Brasil

Responsável por publicações:

Rosane Teles Lins Castilho
Assessoria de Biblioteca, Documentação e Informação
PUC-Rio Departamento de Informática
Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea
22451-900 Rio de Janeiro RJ Brasil
Tel. +55 21 3527-1516 Fax: +55 21 3527-1530
E-mail: bib-di@inf.puc-rio.br
Web site: <http://bib-di.inf.puc-rio.br/techreports/>

Sumário

1 Introdução	1
2 Modelos Indutivos de Preferências de Usuários	1
3 Modelando Preferências de Usuários e Agentes Mediadores em Comércio Eletrônico	2
4 Modelando Preferências de Usuário através de Teoria de Refinamento	3
5 Modelo Estatístico para Preferências de Usuário	5
6 Modelagem Adaptativa de Preferências de Usuários	6
7 OWLPref: uma Representação Declarativa de Preferências para Web Semântica	7
8 Atualização de Preferências baseada em Crenças	8
9 Um Framework para Expressar e Combinar Preferências	9
10 CP-nets: Representação e Raciocínio sobre Afirmções de Preferências Condicionais	9
11 Um Metamodelo para o Gerenciamento de Preferências	11
12 Discussão	11
13 Conclusão	14
Referências	14

1 Introdução

Os sistemas multi-agentes (SMAs) [Weiss, 1999] surgiram como uma tecnologia promissora para o desenvolvimento de sistemas de software modernos, cujas características incluem pró-atividade, autonomia e interação em ambientes dinâmicos. Do ponto de vista da engenharia de software, SMA é um paradigma onde o limite do problema é decomposto em entidades autônomas, proativas, reativas e com habilidade social, chamadas agentes. Possuindo características muito próximas das de software modernos, os agentes tornaram-se uma abstração de alto nível adequada para modelar sistemas complexos e distribuídos, aproximando o limite do problema à sua solução.

Uma das áreas de pesquisa sobre SMAs é o desenvolvimento de agentes pessoais [Mae, 1996]. Esses agentes devem agir de forma personalizada aos usuários, realizando tarefas previamente definidas pelos mesmos ou até mesmo agindo de forma proativa, com base na observação de interações dos usuários. Essa área de pesquisa possui muitos desafios. Primeiro, as preferências do usuário devem ser capturadas, representadas e modeladas no sistema. Além disso, a partir do momento em que essas preferências estão no sistema, esse deve ter capacidade para organizar o seu comportamento de acordo com as preferências definidas (raciocínio sobre preferências). Dessa forma, como esses agentes representam usuários, devem ser adaptados com base nas preferências dos usuários, além das suas necessidades. Para isso, esses agentes precisam capturar e representar modelos de usuários incluindo suas preferências. Na literatura, existem diversas abordagens para a captura, representação e algoritmos para raciocinar sobre preferências de usuários.

Neste trabalho, apresenta-se um estudo sobre diversas formas de representação de preferências de usuários, investigando a forma que essas preferências estão estruturadas. Estes diferentes tipos de representação de preferências estão diretamente relacionados com o poder de expressão do usuário. Este tema é o foco principal deste estudo, visto que usuários tendem a não adotar a captura explícita de preferências caso eles sejam forçados a expressar suas preferências através de um modelo de representação limitado. Assim, são apresentados dez trabalhos que descrevem diferentes modelos de representação de preferências. Esses trabalhos foram escolhidos de forma a explicitar a variedade de modelos propostos, da mesma forma que apresenta algumas formas diferentes de adaptar esses modelos ao longo do tempo.

Ao final, são apresentadas discussões que visam principalmente mostrar um resumo de como preferências podem ser representadas, bem como uma breve comparação entre elas.

Este artigo está estruturado como segue. Nas Seções 2 a 11 são apresentados os modelos pesquisados. Depois, a Seção 12 aborda as discussões e, por fim, a seção 13 apresenta conclusões.

2 Modelos Indutivos de Preferências de Usuários

Em [Eckhardt, 2007], Alan Eckhardt revê alguns dos principais modelos de preferências. Ainda, afirma que o modelo de usuário é usado em sistemas web para apresentar melhor os dados para esse usuário ou para modificar as suas consultas, para que os resultados se aproximem cada vez mais das suas preferências. A seguir são vistos alguns dos modelos apresentados por Eckhardt.

O **modelo booleano** de preferências de usuário é usado em vários métodos, onde o modelo de preferência de usuário não é mencionado explicitamente. Esse modelo diferencia apenas dois estados de um objeto - preferido ou não-preferido. Essa é uma abordagem muito simples, com pequena semântica, porém pode ser usada quando é exigido muito poder computacional. Nesses casos, a preferência é representada por um vetor de n bits. Operações sobre esses vetores são rápidas quando somente operações binárias como e, ou, ou-exclusivo, etc, são exigidas. Essas operações são suficientes apenas para alguns métodos indutivos.

Relações de preferências são os modelos mais antigos de preferências de usuários. A idéia principal das relações de preferência é definir uma relação entre dois objetos, por exemplo o_1 e o_2 . Assim, podemos dizer que o_1 é mais desejado que o_2 , o_1 é igual a o_2 , o_1 não é comparável com o_2 ou que o_1 é um pouco melhor que o_2 mas não muito. Para uma preferência estrita, tradicionalmente é usado uma relação P . Assim, $P(o_1, o_2)$ define que o_1 é mais desejado que o_2 . Para a equivalência de dois objetos, existe a relação I , onde $I(o_1, o_2)$ significa que o_1 é tão desejado quanto o_2 . Para concluir, a relação R é criada a partir da união de P e I , onde $R(o_1, o_2)$ define que o_1 é igual ou mais desejado que o_2 . Para objetos que não são comparáveis existe a relação J . Dessa forma, $J(o_1, o_2)$ define que o_1 e o_2 não são comparáveis.

As propriedades dessas relações definem as propriedades das preferências. Existem várias propriedades, como a existência do mínimo ou a completude (linearidade) da relação. Todas essas estruturas podem ser ampliadas para estruturas de valores. Um caso significativo é a lógica de vários valores.

A **lógica de vários valores** é uma extensão da lógica tradicional baseada em dois valores. Na lógica de dois valores, uma variação pode ser verdadeira ou falsa. Na lógica de vários valores uma gama de possibilidades para valores verdadeiros é apresentada, comumente chamada de T . T deve formar uma estrutura, normalmente representada por uma estrutura linear, onde os valores mais usados estão no intervalo $[0, 1]$. A relação T representa uma série de valores de preferências, onde 1 é a mais desejada e 0 a menos desejada. Além disso, outras estruturas podem ser usadas, por exemplo um conjunto discreto de valores, como {péssimo, ruim, neutro, bom, melhor} ou {uma estrela, duas estrelas, três estrelas, quatro estrelas}, que podem ser úteis em alguns casos. Assim é o valor verdadeiro é interpretado como um grau de preferência.

Quando foi criada essa extensão da lógica de dois valores, houve a definição de uma nova compreensão para os operadores lógicos, os predicados e os quantificadores.

3 Modelando Preferências de Usuários e Agentes Mediadores em Comércio Eletrônico

Em [Dastani, 2001], Dastani explica que modelar preferências de usuários com base em conteúdo ou informação colaborativa pode ser considerado como um problema de aprendizagem onde o objetivo é aprender a chamada função de preferência para determinado usuário. A função de preferência para um usuário mapeia itens de um determinado domínio para alguns valores que expressam a importância daqueles itens para esse usuário.

Na **abordagem colaborativa** o modelo de preferências de um usuário é construído com base nos itens que são utilizados anteriormente e avaliados por esse usuário e as preferências de outros usuários representadas como um conjunto de itens avaliados. Intuiti-

vamente, na abordagem colaborativa um item é considerado adequado para um usuário se outros usuários que possuem um comportamento similar também estão interessados nesse item. A similaridade de comportamento dos usuários é determinada pela relação estatística entre os usuários e os seus itens avaliados. Nesse sentido, um grupo de usuários que avalia itens da mesma forma é considerado como se seus integrantes possuíssem o mesmo comportamento ou interesses. Essa abordagem para modelar preferências de usuários é geralmente chamada de “boca a boca”.

A **abordagem baseada em conteúdo** oferece o modelo de preferência para um usuário com base nas características e atributos dos itens. Usando essa abordagem, um item é considerado interessante para um usuário se aquele item possui características ou atributos de acordo com o modelo de preferências. É importante perceber que, ao contrário da abordagem colaborativa, a abordagem baseada em conteúdo pode ser aplicada somente quando os itens possam ser descritos a partir de características e atributos. Em geral, modelos de preferências baseados em conteúdo são formados por conjuntos de atributos.

A partir de um conjunto de atributos que definem o modelo de preferências, as preferências de um usuário são geralmente modeladas a partir de valores e avaliações para cada atributo. Primeiro, para cada atributo uma avaliação deve ser feita, para indicar a importância desse atributo. Depois, para cada atributo, um conjunto de possíveis valores deve ser definido. Além disso, uma avaliação deve ser feita para cada valor de atributo possível para indicar o quanto esse valor é preferido.

Na abordagem baseada em conteúdo, as preferências podem ser modeladas independentemente dos modelos de preferências dos outros participantes envolvidos. Na verdade, o modelo de preferência de um usuário pode ser construído com base nas descrições dos itens que são conhecidos pela preferência do usuário. Ainda, a qualidade dos modelos de preferência baseados em conteúdo que são oferecidos por métodos automáticos dependem do número de itens conhecidos pela preferência do usuário. Essa qualidade é, entretanto, independente do número de outros usuários ou das suas preferências, como é o caso da abordagem colaborativa.

Outra característica do modelo baseado em conteúdo, ao contrário da abordagem colaborativa, é que um item novo pode ser imediatamente interessante para um usuário sem a necessidade de ser previamente avaliado pelos demais usuários.

4 Modelando Preferências de Usuário através de Teoria de Refinamento

Em [Geisler, 2001], Geisler afirma que a Teoria Utilitária de Multi Atributos fornece um framework rico para representação e eliciação de preferências. De acordo com a Teoria Utilitária de Multi Atributos, um conjunto de itens é descrito em termos de um conjunto de atributos com um item contendo uma definição de valores para todos os atributos. Em domínios contendo onde não existe qualquer incerteza, preferências de usuários sobre um conjunto de itens podem ser representadas por uma função cujos valores referem-se a um valor real para cada item, resultando numa ordem total sobre os itens. Porém, quando o número de itens é muito grande, eliciar uma função de valores super dimensionais é impraticável, então praticantes normalmente assumem-se atributos para serem mutuamente independentes. Isso permite que uma função seja representada como uma combinação linear de funções de sub-valores.

A grande desvantagem dessa abordagem tradicional de elicitação é que o processo de elicitação é limitado pelas definições independentes. Se as definições estão incorretas, o modelo de elicitação será impreciso. Pode ser conveniente trabalhar de maneira mais flexível, simplificando as definições. Em particular, deseja-se fazer definições que possam, pelo menos, aproximar-se da aplicação para um grande segmento da população de usuários e assim corrigir as imprecisões nessas definições quando for encontrado uma situação indesejada. O problema de iniciar uma teoria de domínio correta e de corrigir e refinar essa teoria tem sido estudado pela teoria do refinamento. Nesse trabalho é explorado o uso da Knowledge-Based Artificial Neural Networks (KBANN) para elicitação de preferências.

A técnica KBANN permite uma teoria de domínio expressa como um conjunto cíclico de cláusulas de Horn proposicionais, codificadas em uma rede neural de *back-propagation*. As proposições são nós e as relações lógicas são ligações entre esses nós. Treinando a rede sobre os dados, uma teoria de domínio incompleta pode ser complementada e uma teoria de domínio pode ser corrigida. A partir de uma teoria de domínio aproximada, KBANN vem mostrando que precisa de menos exemplos para classificar corretamente um conjunto de teste do que uma rede imparcial.

Quando é usado uma rede imparcial, os pesos são iniciados aleatoriamente, então a rede inicia com pontos escolhidos aleatoriamente no espaço da função. Em contraste, iniciando a rede com uma teoria de domínio aproximadamente correta, os pontos estão mais próximos do alvo da função.

Ao elicitar preferências, deseja-se escolher uma representação através da qual seja possível comunicar a informação da preferência. Entretanto, caso deseja-se usar a teoria de refinamento, deve-se escolher uma representação que expresse a teoria de domínio.

Usando declarações de dominância, é possível codificar de maneira conveniente as suposições relativas à independência preferencial e à monotonicidade das preferências de usuários. Por exemplo, podemos codificar suposições onde um usuário prefere voos mais baratos, mais curtos e sem conexões usando as cláusulas de Horn abaixo:

$C_1 < C_2 \wedge T_1 \leq T_2 \wedge L_1 \leq L_2 \rightarrow F_1 > F_2$ $C_1 \leq C_2 \wedge T_1 < T_2 \wedge L_1 \leq L_2 \rightarrow F_1 > F_2$ $C_1 \leq C_2 \wedge T_1 \leq T_2 \wedge L_1 < L_2 \rightarrow F_1 > F_2,$
Figura 1: conjunto de cláusulas de Horn

Nessas definições, C_i e T_i representam o custo e o tempo de voo, respectivamente. L_i é zero se não existe conexão e 1 caso contrário. $F_1 > F_2$ indica que o voo 1 é preferido em relação ao voo 2.

A próxima figura mostra uma visão geral da arquitetura. Para adaptar essa teoria de domínio foi incluída mais uma camada escondida que contem a lógica para os operadores de comparação. Essa camada está entre a camada de entrada e a primeira camada escondida. Enquanto cada nó de cada camada é ligado com cada nó da próxima camada com pesos baixos, escolhidos aleatoriamente, as cláusulas de Horn são codificadas através de alguns pesos para valores altos. A figura mostra as ligações que codificam a primeira cláusula de Horn na teoria de domínio abaixo. Enquanto isso poderia processar as comparações fora da rede, além de incluí-los como entradas independentes, representando-os como nós em uma rede que permite-os serem modificados durante o treinamento.

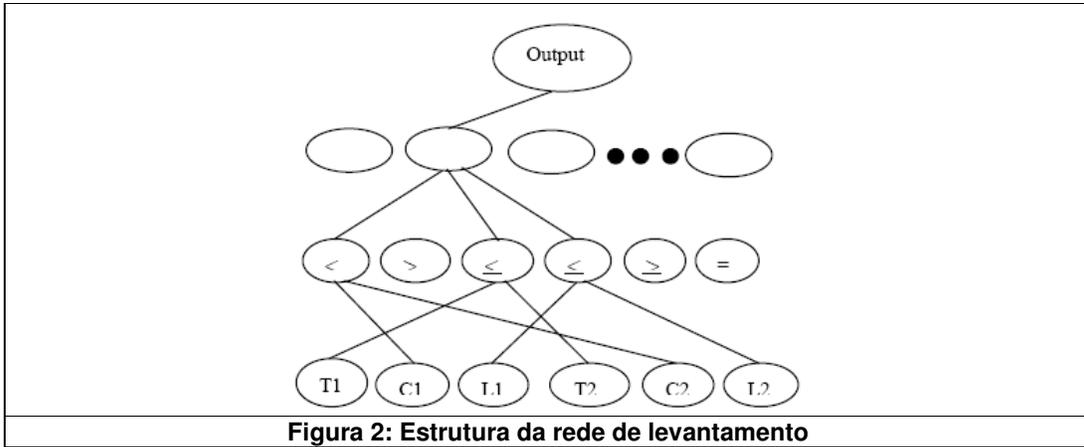


Figura 2: Estrutura da rede de levantamento

5 Modelo Estatístico para Preferências de Usuário

Na trabalho [Jung, 2005], observa-se que o problema na maioria das representações de preferências existentes nem sempre correspondem ao senso comum de preferência. Porém, uma representação adequada de preferência é crucial para a precisão do processamento e análise das características da preferência. Ainda, alguns modelos não representam preferências negativas corretamente e as preferências negativas são importantes para manter a confiabilidade em um sistema de recomendação. E ambas preferências, positivas e negativas, devem ser representadas adequadamente para garantir a precisão do processo.

Sendo assim, o modelo de preferências de usuário proposto é definido por uma função que determina o quanto um usuário gosta ou não gosta de um dado item. Além disso, é importante que o usuário mantenha um histórico V de comportamento. Assim, a preferência por um item x , $Pref(x)$, pode ser estimado por uma função do item x e do histórico V , que pode ser aproximada através do perfil G :

$$Pref(x) = f(x, V) \approx f(x, G). \quad (1)$$

onde o histórico do comportamento V do usuário é representado por um conjunto de itens ($V = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$), formado a partir das ações do usuário, como compras, votações ou visitas. O histórico V do usuário pode ser considerado como um conjunto de itens preferidos. O item x é representado por um conjunto de características w ($x = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$). Assim, o perfil do usuário G é definido por um conjunto de valores de preferências para cada característica w ($G = \{Pref(w_1), Pref(w_2), \dots\}$). Dessa forma, a característica de preferência $Pref(w)$ representa o quanto um usuário gosta ou não gosta de uma determinada característica, registrado no histórico do usuário.

Apesar de não ser possível comparar o perfil G do usuário e um determinado item x diretamente, a função da preferência, $Pref(x)$, é representada pelas características comuns no perfil G do usuário e do item x . Assim, a preferência por um determinado item pode ser definida pela média da preferência de uma determinada característica, como na fórmula a seguir. Ainda, a preferência pode ser considerada como um modelo de preferências compensatório, onde uma preferência característica pode ser compensada por outras preferências:

$$Pref(x) = \frac{1}{M(x)} \sum_{w_i \in x} Pref(w_i), \quad (2)$$

onde $M(x)$ é um termo de normalização, definido pelo número de características que aparecem no item x . Dessa forma, a preferência por um determinado item é definido pela soma normalizada das características das preferências, a partir da definição que todas as características são independentes. Desse modo, a fórmula acima mantém a interpretação transferida das características das preferências e a interpretação atual vai fornecer a definição da característica de preferências.

O termo da normalização $M(x)$ é necessário para itens com um número variável de características. A normalização é usada normalmente em classificação de documentos. Por exemplo, um documento contém um número variável de palavras. Entretanto, a normalização dos termos não é necessária quando o número de características é fixa para todos os itens.

A probabilidade que um usuário escolha um item (ou característica) é determinada por dois fatores principais: a preferência pelo item e a acessibilidade do item. A preferência determina a maior parte da frequência da escolha, mas a acessibilidade também tem uma parte significativa. Apesar do usuário gostar de um item, a frequência da escolha pode ser baixa se o item está acessível raramente. Por outro lado, apesar do usuário não gostar de um item, a frequência da escolha pode ser alta se a ocorrência desse item é frequente.

6 Modelagem Adaptativa de Preferências de Usuários

De acordo com [Liu, 2008], uma preferência de usuário pode ser usada para personalizar sistemas de serviço de entregas. Para isso, o serviço é composto por uma preferência estática de um serviço a longo prazo, para alguns tipos de serviços, e requisitos espontâneos dependendo do contexto de uso. Uma preferência de usuário estática é composta pela definição de um conjunto de itens preferidos. Cada item preferido é representado por um par atributo/valor que pode ser refinado em subitens a partir de uma visão *top-down* ou de uma visão *bottom-up*. Cada item de preferência dinâmica do usuário se refere a um requisito, para uma determinada situação de uso para o serviço desejado. Ainda, cada subitem pode ser refinado em sub preferências ou composto por outros itens de preferências. A Figura 3 apresenta o metamodelo de preferências de usuário proposto.

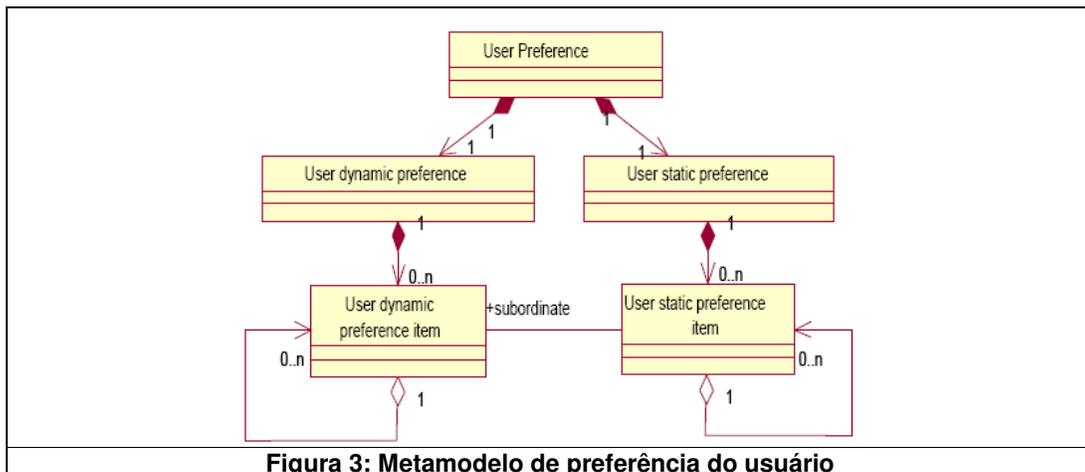


Figura 3: Metamodelo de preferência do usuário

Na Figura 4 é apresentado um modelo de preferências de usuário mais detalhado. Esse modelo é formado por duas camadas: uma é usada para modelar as preferências de serviços a longo prazo e a outra é usada para modelar requisitos espontâneos, de-

pendendo do contexto de uso. Na camada estática de preferências, o serviço pode ser refinado em música, jogos, etc. E música pode ser refinada em jazz, folk, etc. Nessa figura, considera-se que Jazz é descrito por dois atributos tempo e autor. O item de preferência (nervous, (tempo, 60)) é subordinado à preferência de música jazz e pode ser refinado em subitens de preferência. Ainda nessa figura, um dos itens de sub preferência é ((working, nervous), ((tempo, 60), (author, John))), onde (working, nervous) é um contexto de uso.

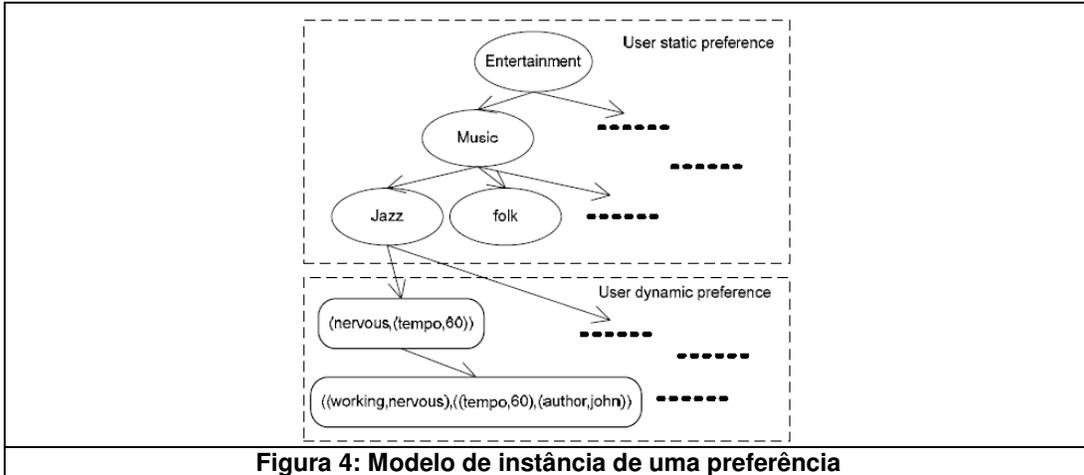


Figura 4: Modelo de instância de uma preferência

7 OWLPref: uma Representação Declarativa de Preferências para Web Semântica

O trabalho [Ayres, 2007] propõe uma ontologia de preferências, chamada OWLPref, afim de prover uma representação para preferências de maneira declarativa, independente de domínio e interpretável por máquinas. Assim, a proposta é útil para o compartilhamento de conhecimento entre agentes de software, permitindo a representação parcial de ordem entre atributos, classes e valores de atributos.

A utilização de OWL como linguagem tornou padrão a representação de conhecimento na web, além de possuir potência representacional suficiente para a definição das preferências. Ainda, OWL permite descrever conceitos de domínios e a relação entre os mesmos através de um conjunto de operadores.

Para as preferências por valores de atributos, foram criados os seguintes conceitos:

- **Preferência Máxima ou Mínima:** representa a preferência pela maximização/minimização de um valor de uma propriedade.
- **Preferência Aproximada:** representa a preferência por um valor que é próximo a um valor de referência.

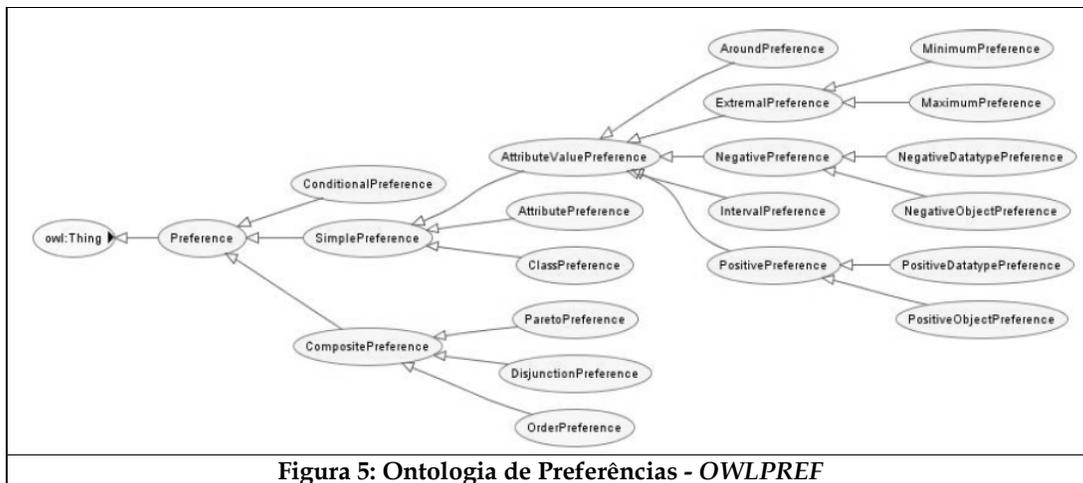


Figura 5: Ontologia de Preferências - OWLPREF

- **Preferência Positiva ou Negativa:** nesse caso é especificado o valor que é preferido (ou não) em relação aos demais.
- **Preferência Intercalada:** semelhante à Preferência Aproximada, a Intercalada representa uma preferência por uma faixa ou intervalo de valores.

Preferências compostas permitem a combinação de preferências para que se represente ordem, disjunções e pareto-optimal.

8 Atualização de Preferências baseada em Crenças

Ao analisar jogos, o desenvolvedor precisa de um modelo formal de preferências, quando o comportamento de um agente racional é uma função de duas crenças e suas preferências sobre as possíveis conseqüências sobre seus atos. O estado mental do agente evolui durante o jogo e essas mudanças resultam também em mudanças nas preferências do agente.

Em [Lang, 2008], Lang afirma que enquanto existe uma vasta literatura sobre mudança de crenças, e de certo modo um acordo geral sobre o significado de várias classes de operadores de mudança de crenças tais como revisão e atualização, a literatura sobre mudança de preferências é mais esparsa. Lang argumenta que essa dificuldade existente reside no fato que enquanto o processo de mudança de crenças pode razoavelmente ser considerado independente das preferências de um agente, o contrário não ocorre. Ou seja, não é verdade que o processo de mudança das preferências seja independente das crenças do agente. O que muda no estado mental de um agente (desde que mudando o seu comportamento presente ou futuro) geralmente depende das entradas vindas do ambiente ou de outros agentes (através de observações, comunicação, etc.) e afetam primeiramente as crenças do agente.

A idéia principal é a seguinte: o agente possui algumas crenças iniciais e algumas preferências sobre possíveis estados do mundo; essas preferências sobre os estados podem ser interpretadas através de fórmulas; então o agente aprende um pedaço de informação sobre o mundo; o agente revê suas crenças iniciais sobre essa informação, porém mantém as mesmas preferências sobre os estados do mundo. Mesmo assim, as preferências sobre as fórmulas podem mudar através da mudança nas suas crenças. Dessa forma, em [Lang, 2008], é feita uma primeira investigação das propriedades de

mudança em preferências em resposta à mudança em crenças, dependendo na escolha do operador de revisão e da escolha de uma semântica para preferência.

9 Um Framework para Expressar e Combinar Preferências

Quando uma pessoa está procurando por um produto, com a finalidade de encontrar um produto desejado, a quantidade de possibilidades aumenta a cada dia. Da mesma forma, o tempo e o esforço para ordenar os produtos desejados também aumenta. E esse problema também aumenta quando as pessoas estão na internet. O esforço necessário para vasculhar entre milhares, se não milhões, de produtos variados, entre categorias específicas está se como procurar uma agulha em um palheiro. A importância e o impacto comercial de gerenciar esses dados para que os usuários possam definir rapidamente as suas preferências representa um novo caminho para as tecnologias de bases de dados.

[Agrawal, 2000] propõe um framework para expressar e combinar preferências, afim de atacar o problema descrito acima. Para isso, a formalização da função de preferência é expressa a seguir.

Primeiro, um usuário deve expressar uma preferência por uma entidade através da definição de um *score* numérico entre 0 e 1, ou vetando essa entidade ou explicitando indiferença. Por padrão, a indiferença é assumida. Assim, um usuário define preferência apenas sobre as entidades que tem interesse. Depois, uma entidade deve ser descrita por um conjunto de campos definidos. Cada campo possui valores para um determinado tipo. O símbolo "*" deve ser usado para sinalizar qualquer elemento de um determinado tipo.

Assim, é apresentado um tipo de dado chamado *score*, que representa uma preferência de usuário. Formalmente, *score* é $[0, 1] \cup \{\perp, \dashv\}$. Um *score* de 1 indica o nível máximo de uma preferência do usuário. Um *score* de 0 significa o mais baixo nível de uma preferência do usuário. O *score* " \dashv " representa uma proibição. O *score* " \perp " indica que nenhuma preferência foi definida.

Além disso, também foi usado um tipo de registro de dados, formado por um conjunto de pares {nome_1:tipo_1, ..., nome_n:tipo_n} onde todos os n nomes (um nome é simplesmente uma *string* não-vazia) são diferentes (embora com os mesmos tipos). Nesse caso, nome_i é o nome de um campo no registro e tipo_i é o tipo desse mesmo campo. Um registro existe quando cada campo possui um tipo para o seu campo. Mais formalmente, um registro é uma função r cujo domínio é {nome_1, ..., nome_n} tal que $r(\text{nome}_i)$ é um elemento de tipo_i. Ainda, existe um tipo que é chamado coringa se, e somente se, contém "*". O símbolo "*" é usado para indicar um coringa que representa qualquer valor.

Assim, uma função de preferência é uma função que mapeia registros de um determinado tipo de registro em um *score*.

10 CP-nets: Representação e Raciocínio sobre Afirmações de Preferências Condicionais

Em [Boutilier, 2004], descreve-se uma representação gráfica, denominada *CP-nets*, que pode ser usada para definir relações de preferências de uma forma compacta, intuitiva

e estruturada, usando definições *ceteris paribus* condicionais. CP-nets podem ser usadas para especificar diferentes tipos de relações de preferências. A técnica de inferência para CP-nets descrita em [Boutilier, 2004] pretende abordar: como trabalhar comparações entre preferências distintas e como encontrar a melhor escolha a partir de definições parciais.

A representação é gráfica e explora a independência das preferências condicionais ao estruturar as preferências do usuário. Na superfície, esse modelo é similar às redes Bayesianas. Entretanto, a natureza das relações entre nós em uma rede é geralmente bastante fraca. A representação e a semântica apresentada nesse modelo é bem diferente, pois o objetivo é usar o gráfico para capturar definições qualitativas sobre a independência condicional das preferências.

Para cada variável X_i , foi solicitado ao usuário para identificar um conjunto de nós pais $Pa(X_i)$, cujos valores afetam diretamente esses nós X_i . Assim, a partir do valor atribuído a $Pa(X_i)$, o usuário está apto para determinar uma ordem de preferência para os valores X_i . Formalmente, a partir de $Pa(X_i)$ nós temos que, condicionalmente, X_i é independente de $V - (Pa(X_i) \cup \{X_i\})$. Assim, pediu-se ao usuário para definir explicitamente suas preferências para os valores de X_i em todas as instâncias de $Pa(X_i)$. A partir dessas informações, é criado um grafo direcional, onde os nós definem as variáveis do problema e cada X_i possui um $Pa(X_i)$ como seu “nó-pai”. O nó X_i é descrito através de uma *tabela de preferência condicional*, que define as preferências do usuário sobre os valores de X_i , a partir das combinações dos seus nós-pais.

Considere a CP-net da Figura 6 que expressa uma preferência sobre um jantar. Essa rede é formada por duas variáveis S e W , que representam sopa e vinho, respectivamente. Agora, eu prefiro sopa de peixe (S_f) ao invés de sopa de vegetais (S_v), enquanto a minha preferência entre vinho tinto (W_r) e vinho branco (W_w) depende do tipo da sopa que será servida: eu prefiro vinho tinto se for servida a sopa de vegetais e prefiro vinho branco se for servida a sopa de peixe.

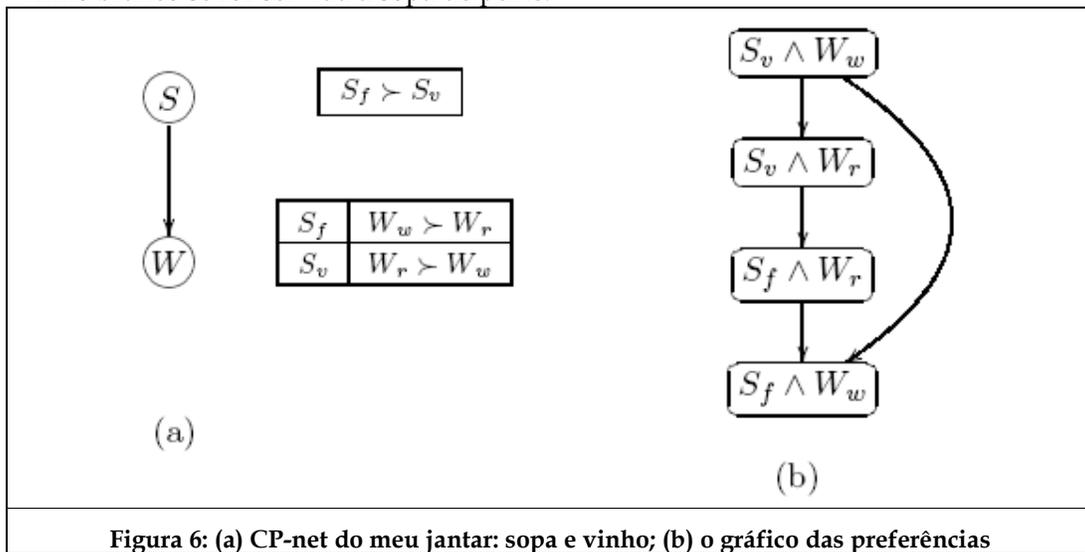


Figura 6: (a) CP-net do meu jantar: sopa e vinho; (b) o gráfico das preferências

11 Um Metamodelo para o Gerenciamento de Preferências

A proposta de [Tapucu, 2008] inicia com a definição da estrutura de um meta modelo, que consiste em uma ontologia FOAF (Friend of a Friend), uma ontologia de domínio, uma ontologia de domínio de visão de preferência e uma ontologia de meta preferência.

- A ontologia FOAF possui os dados pessoais de um usuário.
- A ontologia de domínio define os dados sobre um domínio de conhecimento.
- A ontologia de domínio de visão de preferência decompõe a ontologia de domínio e armazena os recursos da ontologia em uma hierarquia definida no meta modelo de definição da ontologia.
- A ontologia de meta preferência define diferentes tipos de ontologia.

As preferências que são armazenadas na ontologia FOAF assumem o meta modelo da ontologia de meta preferência e os dados da ontologia de domínio de visão de preferência. Os meta modelos mostram que preferências pessoais para mais de um domínio podem ser armazenadas e personalizadas em uma arquitetura de meta modelo.

A ontologia de meta preferências inclui as entidades exigidas para definir as preferências de usuário. A ontologia de meta preferências permite ontologias de domínio como um conjunto selecionado e define diferentes tipos de preferências para ilustrar as preferências pessoais de usuário. Assim, as preferências são mantidas em um modelo baseado em tipos, dentro dos documentos FOAF. Os tipos de ontologias de meta preferências estão listados abaixo.

- **Preferências booleanas** são modeladas por meio da construção da propriedade do tipo booleano de dado OWL.
- **Preferências de restrições** são modeladas por meio da construção da propriedade do objeto OWL. Preferências de restrição mostram a classe relacionada ao domínio.
- **Preferências individuais** tem valor a partir da classe de domínio.
- **Preferências de intervalos** possuem valores numéricos, textuais e datas, todos discretos ou contínuos.

12 Discussão

Nesta seção, apresentamos e discutimos questões relevantes a respeito dos trabalhos abordados neste trabalho. A seguir, a Tabela 1 sumariza quais formas de representação (ou de expressão) de preferências que estes trabalhos contemplam. Além disso, pode-se observar o relacionamento entre eles, mostrando-se interseções entre eles (trabalhos que contemplam um mesmo tipo de representação). Dessa forma, o objetivo da Tabela 1 é mostrar uma visão geral dos trabalhos discutidos, bem como facilitar as discussões que serão posteriormente apresentadas.

Forma de Representação	Exemplos	Trabalhos Relacionados
Preferência booleana	Prefiro hotel com sauna. Um gênero musical que gosto é Jazz.	[Eckhardt, 2007] [Tapucu, 2008] [Liu, 2008]
Preferência booleana condicional	Quando estou nervoso e trabalhando, gosto de ouvir música do gênero Jazz cujo compositor é John.	[Liu, 2008]
Relação de ordem	Prefiro sanduíches a crepes.	[Eckhardt, 2007] [Agrawal, 2000] [Boutilier, 2004]
Relação de ordem condicional	Se o carro for esportivo, prefiro a cor vermelha a cor azul.	[Boutilier, 2004]
Preferência Valorada	Eu gosto <u>muito</u> de andar de moto, mas <u>pouco</u> de andar de bicicleta. Eu dou a nota 8, numa escala de 1 a 10, em relação a passar férias na praia.	[Eckhardt, 2007] [Jung, 2005] [Dastani, 2001]
Preferência com Multi-atributo	Prefiro o voo A em relação ao B, se o voo A é mais barato, tal qual ou mais curtos e tal qual ou com menos conexões do que o voo B.	[Geisler, 2001]
Preferência máxima ou mínima	Prefiro o processador mais veloz. Prefiro o mouse mais barato.	[Ayres, 2007]
Preferência aproximada	Prefiro alterar a frequência do relógio o menor possível (em referência à frequência atual).	[Ayres, 2007]
Preferência positiva ou negativa	Prefiro carros azuis. Prefiro carros que não sejam vermelhos.	[Ayres, 2007]
Preferência de intervalos	Prefiro livros entre R\$ 10,00 e R\$ 30,00.	[Ayres, 2007] [Tapucu, 2008]
Preferência contextualizada	Prefiro comer sushi. Já que o sushi foi feito com peixe não fresco, prefiro não comer sushi. Prefiro andar hoje à tarde. Começou a chover, agora não prefiro mais andar.	[Lang, 2008]
Preferências forte (restrição)	A quadra de tênis do hotel tem que estar aberta das 10am até as 22pm.	[Tapucu, 2008]

Tabela 1: Classificação dos modelos

Além da classificação dos modelos apresentados, apresentamos uma tabela que oferece uma visão diferente da abrangência de cada modelo. A Tabela 2 permite ver quais os tipos de preferências mais comumente utilizados, bem como quais os trabalhos que utilizam uma maior variedade de tipos de representações.

	[Eckhardt, 2007]	[Tapucu, 2008]	[Agrawal, 2000]	[Geisler, 2001]	[Jung, 2005]	[Liu, 2008]	[Ayres, 2007]	[Lang, 2008]	[Boutilier, 2004]	[Dastani, 2001]
Preferência booleana										
Preferência booleana condicional										
Relação de ordem										
Relação de ordem condicional										
Preferência Valorada										
Preferência com Multi-atributo										
Preferência máxima ou mínima										
Preferência aproximada										
Preferência positiva ou negativa										
Preferência de intervalos										
Preferência contextualizada										
Preferências forte (restrição)										

Tabela 2: Relação Formas de Representação x Trabalhos Pesquisados

Como pode ser visto a partir das tabelas expostas, algumas representações se estendem por mais de uma abordagem. Com exceção de alguns trabalhos ([Ayres, 2007] e [Tapucu, 2008]), a maior parte deles não foca exclusivamente na representação de preferências, mas sim em um algoritmo para o raciocínio sobre preferências. Dessa forma, o modelo de preferências desse trabalho não visa dar uma maior expressividade para os usuários informarem suas preferências, mas sim oferecer um modelo que seja processável pelo algoritmo.

Dessa forma, os modelos mais abrangentes são aqueles que focam na representação de preferências, como por exemplo [Ayres, 2007]. Com esse modelo, podemos representar Preferência máxima ou mínima, Preferência aproximada, Preferência positiva ou negativa e Preferência de intervalos. [Tapucu, 2008] distingue preferências booleanas de preferências individuais. Entretanto, pela descrição dessas preferências em [Tapucu, 2008], não encontramos diferença entre essas duas categorias.

Para representar preferências de intervalos, podemos encontrar as propostas de [Eckhardt, 2007] e [Tapucu, 2008]. Caso o interesse seja por representar relações de preferências, pode-se escolher entre [Eckhardt, 2007] e [Agrawal, 2000]. Além desses exemplos, [Eckhardt, 2007] também pode ser usado para representar a Lógica de vários valores para preferências de usuários.

Além dos tipos de representação de preferências apresentados, em [Dastani, 2001], encontramos um modelo que baseado em colaboração. Esse modelo não oferece meios de um usuário expressar suas preferências individualmente. O modelo observa o comportamento coletivo. Por exemplo: usuários X e Y tem um perfil semelhante, assim, se X gosta de A, o usuário Y também deve gostar de A. Como este modelo não está relacio-

nado com a expressão de preferências de um único usuário, ele não se encontra nas tabelas.

Alguns modelos de representação de preferências podem ser transformados em outros. Um exemplo é relação de ordem e preferência valorada. Se um usuário classifica os itens A, B e C com os valores 1, 2 e 3, respectivamente, podemos representar essa preferência como $C > B > A$. Além disso, existem sentenças de alto nível que não podem ser diretamente representadas nos modelos, e.g. "Para mim é indiferente viajar de avião com as companhias A, B e C."

13 Conclusão

Este trabalho apresentou dez trabalhos propostos baseados em modelos de preferências de usuários, muitos deles explorando uma abordagem sistemas multi-agente. Durante a pesquisa, pode-se verificar que o meio acadêmico está interessado no problema da representação de preferências de usuários.

Verificou-se que existem alguns modelos que não são muito abrangentes. E essa deficiência é impacta no poder de expressão de preferências, por parte do usuário. Mesmo assim, alguns modelos pesquisados oferecem uma flexibilidade significativa, porém, ainda assim, limitam a interface entre o usuário e o modelo. Muitas vezes, um modelo de preferências de usuário é feito de uma forma limitada, devido a restrições impostas pelo algoritmo de raciocínio sobre preferências. Dessa forma, uma outra área de pesquisa existente no contexto de preferências de usuários é como elicitar preferências, i.e. como capturar as preferências e transformá-las no modelo utilizado em um sistema de software. Na ausência de mecanismos de elicitação de preferências, o usuário precisa interpretar as suas próprias preferências, para depois adaptar os seus desejos e preferências à entrada do modelo proposto.

Para finalizar, concluímos que os modelos de representação de preferências de usuários precisam atingir um nível mais alto (a nível de usuários) para poderem ser diretamente manipulados por usuários, pois a maioria dos modelos atuais ainda são muito restritos. Por meio de modelos de mais alto nível, usuários podem diretamente informar suas preferências ou realizar ajustes finos em preferências inferidas por sistemas de software. Esse nível de abstração mais alto auxiliara no processo da informação explícita de preferências, pois o usuário não teria o esforço de mapear a forma de expressar sua preferência para as restrições do modelo das aplicações.

Referências

Agrawal, R., Wimmers, E. L., **A Framework for Expressing and Combining Preferences**. ACM SIGMOD, 2000.

Ayres, L., Furtado, V., **OWLPref: Uma Representação Declarativa de Preferências para Web Semântica**. Anais do XXVII Congresso da SBC, 2007

Boutilier, C., Brafman, R. I., Domshlak, C., Hoos, H. H., Poole, D., **CP-nets: A Tool for Representing and Reasoning with Conditional Ceteris Paribus Preference Statements**. Journal of Artificial Intelligence Research 21, 2004.

Dastani, M., Jacobs, N., Jonker, C.M, and Treur, J., **Modeling User Preferences and Mediating Agents in Electronic Commerce**, In F. Dignum, C. Sierra (eds.), Agent-Mediated Electronic Commerce. Lecture Notes in AI, vol. 1991, Springer Verlag, 2001.

- Eckhardt, Alan. **Inductive models of user preferences for semantic web.** In Jaroslav Pokorný, Václav Snásel, and Karel Richta, editors, *DATESO 2007*, volume 235 of *CEUR Workshop Proceedings*, pages 108–119. Matfyz Press, Praha, 2007.
- Geisler, B.; Ha, V.; and Haddawy, 2001. **Modeling user preferences via theory refinement.** In *Proceedings of the Conference on Intelligent User Interfaces (IUI)*, 2001.
- Jung, S. Y., Hong, J., Kim, T., **A Statistical Model for User Preference.** *IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING*, VOL. 17, NO. 6, 2005.
- Lang, J., Torre, L., **From belief change to preference change.** In *Proceedings of ECAI*, 2008.
- Liu, H., Salem, B., Rauterberg, M., **Adaptive user preference modeling and its application to in-flight entertainment.** In *Proceedings of the 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts*, 2008
- Maes, P., **Intelligent Software: Easing the Burdens that Computers Put on People.** 1996. *IEEE Expert Systems*, Vol. 11, No. 6, pp. 62-63.
- NUNES, Ingrid Oliveira de, BARBOSA, Simone Diniz Junqueira, LUCENA, Carlos José Pereira de. **Modeling User Preferences into Agent Architectures: a Survey.** 2009. Monografia do Departamento - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, Rio de Janeiro, 2009
- Nwana, H. S., Ndumu, D. T., **A Perspective on Software Agents Research.**
- Tapucu, D., Can, O., Bursa, O. and Unalir, M. O., **Metamodeling approach to preference management in the semantic web.** In *4th Multidisciplinary Workshop on Advances in Preference Handling (M-PREF 2008)*, Chicago, Illinois, July 13-14, 2008.
- WEISS, Gerhard. **Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence.** 1999, MIT Press