COOKER, um Consultor para Elaboração de Cardápios

Andréa Schneider Maranhão
Carla Alessandra Gomes de Lima
Rodrigo Quites Reis
Simone Rosa Vicari
Beatriz de Faria Leão

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Instituto de Informática
Pós-Graduação em Ciência da Computação
Caixa Postal 15.064 - CEP 91591-970
Porto Alegre - RS - Brasil
Email: {deamar, clima, quites, simonerv, bleao}@inf.ufrgs.br

RESUMO

Este trabalho apresenta uma experiência no desenvolvimento de um sistema especialista na área de nutrição (COOKER), que visa auxiliar a elaboração de cardápios de refeições. São salientadas as fases de desenvolvimento de um sistema especialista, dando ênfase à fase de aquisição de conhecimento. O trabalho foi consolidado através da construção de um protótipo com representação de conhecimento baseada em *frames* e regras. A modelagem do sistema é apresentada e, para cada fase do desenvolvimento, são mostradas as técnicas utilizadas.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um sistema especialista, assim como o de um projeto qualquer, envolve várias fases que compõem um ciclo de vida. Para sistemas especialistas podemos destacar: 1) Determinação da viabilidade do uso de técnicas de Inteligência Artificial (IA) para resolver o problema; 2) Aquisição do conhecimento; 3) Escolha do formalismo de representação (por exemplo: *frames*, regras e lógica); 4) Modelagem da base de conhecimento e dos mecanismos de inferência; 5) Construção de protótipo; 6) Validação do protótipo [LEA95].

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma experiência de desenvolvimento de um sistema especialista (SE) do tipo classificatório na área de nutrição (COOKER). O sistema visa auxiliar o trabalho de profissionais de nutrição na montagem de cardápios de refeições, bem como o de organizadores de eventos, onde a adequação de cardápios se faça necessária. O artigo está organizado como segue: a seção 2 apresenta os principais conceitos da área de construção de sistemas especialistas; a seção 3 apresenta o processo de desenvolvimento do sistema COOKER; a seção 4 finaliza o artigo apresentando direções para trabalhos futuros.

2. SISTEMAS ESPECIALISTAS

Sistemas especialistas são uma classe de sistemas de *software* que atuam como colaboradores na tomada de decisão em áreas da ciência dominadas por especialistas humanos. Deste modo, um sistema especialista condensa o conhecimento de um ou mais especialistas e utiliza este conhecimento armazenado para auxiliar na resolução de problemas do usuário.

Os SEs fazem parte da área da Ciência da Computação conhecida como Inteligência Artificial, que caracteriza-se pela construção de programas que representam soluções não-algorítmicas e cujo processo de solução é não-determinístico.

Um SE possui uma estrutura básica de funcionamento como a mostrada na figura 1:

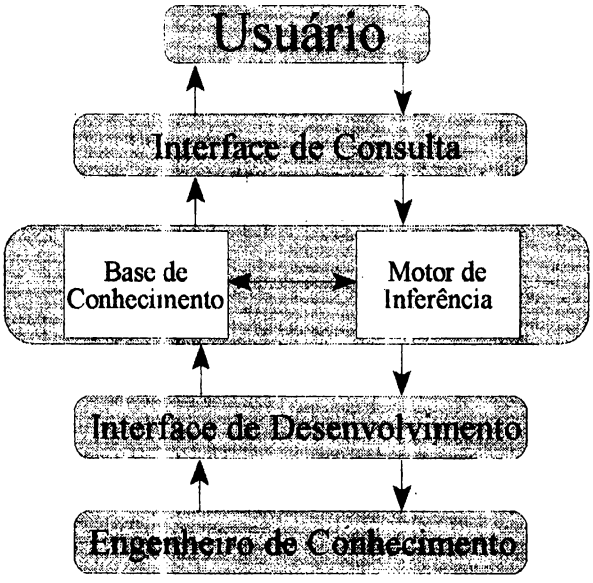

Figura 1: Funcionamento de um SE. [LEA95]

No conceito de SE está embutida a idéia da implementação dos dois componentes básicos do sistema [ABE94]:

- uma **base de conhecimento** que contém todas as informações fornecidas que auxiliam na solução de um problema do usuário;
- um **motor de inferência** que provê um mecanismo de manipulação deste conhecimento.

Assim sendo, o **engenheiro de conhecimento**, através de entrevistas e reuniões com um conjunto de especialistas modela a base de conhecimento e as regras de inferência do sistema que são disponibilizados para os **usuários** através de uma **interface de consulta**.

Os métodos para aquisição de conhecimento ainda são campo de estudo aprofundado na tecnologia de SEs. O método mais utilizado consiste na realização de entrevistas com especialistas humanos. Tais entrevistas são realizadas em duas fases: inicialmente, de forma aberta (ou não-estruturada) e, posteriormente, de forma estruturada. Nas entrevistas estruturadas, o engenheiro de conhecimento procura explicitar os procedimentos utilizados pelo especialista, definir as prioridades das regras, evidenciar as relações e propriedades dos objetos de estudo e, finalmente, especificar a hierarquia de objetos colhidos. Após as entrevistas, cabe ao engenheiro de conhecimento a tarefa de "filtrar" e classificar as informações colhidas a fim de formalizá-las na base de conhecimento.

O conhecimento obtido dos especialistas é representado através de cinco formalismos distintos: lógica, regras de produção, redes semânticas, *frames*, e raciocínio baseado em casos. Embora tenham abordagens diferentes ao problema da representação do conhecimento, nada impede que sejam utilizadas combinações entre duas abordagens, como por exemplo, regras e *frames* para a representação do conhecimento de um determinado sistema.

Baseados nestes formalismos surgiram diversos ambientes para o desenvolvimento de SEs, entre as quais ART (Inference), GOLDWORKS (GoldHill) e KAPPA-PC (IntelliCorp).

São classificados em [ABE94]: sistemas de classificação, interpretação, projeto, predição, planejamento, monitoração, depuração, reparos, instrução e reparos. Os sistemas classificatórios, objeto de nosso estudo, caracterizam-se por acumularem evidências e seus pesos relativos, para caracterizarem um certo caso como pertencendo a uma entre um conjunto dado de categorias de casos.

3. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO COOKER

Como apresentado anteriormente, o processo de desenvolvimento de um SE deve ser iniciado pela determinação da viabilidade do uso de técnicas de IA para resolver o problema. Para isso, as seguintes questões devem ser respondidas:

a) A tarefa exige uso de conhecimento especializado?
b) Quão disponível é este conhecimento?
c) Quem executa esta tarefa?
d) Existe alguma razão para acreditar que a solução algorítmica não daria certo?
e) A tarefa envolve julgamentos ou incertezas?
f) É aceitável que o sistema nem sempre apresente a solução correta?

Desta forma, são enumeradas a seguir as razões pelas quais foi obtida a inferência de que o sistema proposto (COOKER) é um SE:

- Um sistema que monta refeições baseado em evidências e critérios tais como o cardápio disponível, clima, grau de formalidade da ocasião e restrição calórica, exige um conhecimento especializado em nutrição, pois requer adequação de cardápios a restrições;

- O conhecimento necessário para alimentar a base de conhecimentos do sistema pode ser encontrado na literatura, todavia foi constatado que um especialista acrescenta técnicas mais atualizadas e testadas à classificação de alimentos e cardápios;

- A tarefa do sistema proposto é normalmente executada por profissionais de nutrição e pessoas ligadas à organização de eventos onde é necessária a escolha de cardápios adequados;

- As tarefas do sistema proposto envolvem julgamentos e incertezas e é aceitável que o sistema nem sempre apresente a solução ideal ou correta.

Após o passo inicial de justificativa para construção do sistema especialista, as seções a seguir descrevem cada passo seguido no desenvolvimento do SE, desde a fase de aquisição de conhecimentos até a fase de implementação.

3.1. Aquisição de Conhecimento

Para a fase de aquisição do conhecimento a equipe de desenvolvimento (denominados nesta fase de engenheiros do conhecimento) procurou fazer uma imersão no assunto, a qual consistiu de um estudo de termos e conceitos da área nutricional que o sistema trata. Este estudo teve como objetivo preparar a equipe para as entrevistas com o especialista, visando diminuir o *gap* linguístico entre o especialista e os engenheiros do conhecimento. Vale ressaltar que uma das dificuldades da fase de aquisição de conhecimento é a disponibilidade do especialista para transmitir o conhecimento.

Na fase de aquisição de conhecimento propriamente dita, a equipe de desenvolvimento utilizou primeiramente as técnicas de entrevistas. Foram feitas entrevistas abertas e estruturadas, sendo que nestas, o especialista teve a oportunidade de explicitar as classes relevantes para o problema e os procedimentos utilizados para seleção de um cardápio.

Para as entrevistas estruturadas foi utilizada a técnica de fichas, onde o especialista classificou fichas contendo palavras do universo do problema. A partir desta classificação exaustiva, foi possível obter as estruturas de abstração necessárias.

Além da técnica de fichas, o especialista delimitou os procedimentos para seleção de cada cardápio, de onde foram derivados os *scripts* (similares a algoritmos estruturados), demonstrando a parte procedural

do problema. No decorrer das entrevistas, o especialista também era levado a informar as regras que ele utilizava para escolha dos cardápios mais adequados. A partir dessas regras o sistema de inferência do SE foi desenvolvido.

3.2. Modelagem do Conhecimento

3.2.1. Modelagem dos *Frames*

Foi adotada a técnica de modelagem semântica de banco de dados [HUL87], que utiliza a notação *Generic Semantic Model* (GSM) para especificar as entidades principais do problema e seus atributos, como mostra a figura 2.

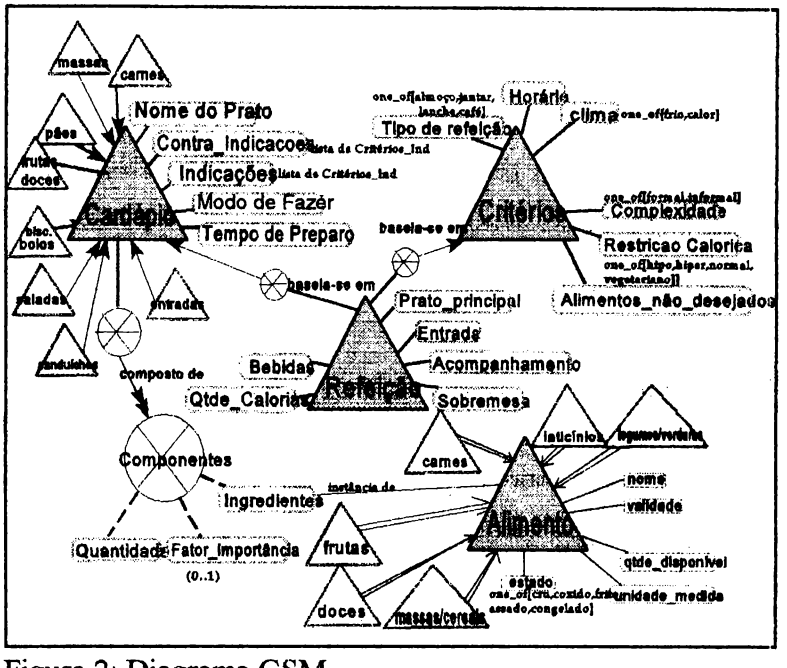

Figura 2: Diagrama GSM.

O mecanismo de escolha de cardápios do COOKER é baseado no processo do sistema de diagnóstico de medicina interna Internist [MIL82]. Neste sistema, os possíveis diagnósticos de doenças são tratados como listas e a partir da manipulação dessas listas são obtidas pontuações para os diagnósticos mais prováveis.

De forma similar, foi identificado durante o desenvolvimento do COOKER que o processo de escolha de uma refeição poderia resultar em várias opções mais prováveis. O sistema ordena a lista resultante pela pontuação geral, indicando a opção mais provável, mas deixando a encargo do usuário a escolha de uma das opções.

No processo de aquisição do conhecimento foram identificadas as classes ou *frames*:

- CARDÁPIO: Representa os pratos que compõem uma refeição. As instâncias desta classe possuem informações sobre critérios em que o prato é indicado ou contra-indicado, modo de fazer, tempo de preparo e quantidade de calorias do prato. Esta classe tem como sub-classes: Cardápio de Carnes, de Massas (com molho, sem molho), de pães, de frutas, de doces, de biscoitos/bolos, de saladas, de sanduíches, de frutos do mar, de entradas, de bebidas (alcoólicas, não-alcoólicas) e de vegetariano;

- ALIMENTO: Representa a classificação dos alimentos que estão disponíveis e compõem os pratos da classe Cardápio. As instâncias desta classe possuem informações como o nome, a validade do alimento e quantidade disponível. Esta classe tem como sub-classes: frutas, doces, massas/cereais, carnes (bovina, suína, peixe, aves, embutidos, frutos do mar), laticínios (queijos e leites), legumes/verduras e bebidas;

- COMPONENTES: Representa os componentes (ingredientes) necessários para a formação de um prato. Esta classe relaciona as instâncias da classe Alimento com as instâncias da classe Cardápio. Cada instância de Cardápio é composta de vários componentes. As instâncias desta classe incluem a quantidade necessária do ingrediente para o prato do cardápio e o fator de importância do ingrediente;

- REFEIÇÃO: Representa a refeição resultante da atividade do sistema. É uma classe criada pelo sistema para fornecer o resultado ao usuário, baseado nas opções do cardápio e critérios fornecidos;

- CRITÉRIOS:As instâncias desta classe representam as informações fornecidas pelo usuário, tais como, horário, clima, restrição calórica, lista de alimentos não desejados e tipo de refeição desejada.

3.2.2. Modelagem dos *Scripts*

O script principal para montagem de uma refeição é:

Script: Montar Refeição
Personagens Principais: Cardápio e Critérios
Personagem Secundário: Alimentos
Condição de entrada: Desejo do usuário
Condição de Saída: Refeição montada

Passos:

1) Usuário fornece critérios (todos opcionais):
   Tipo_de_Refeição: (almoço, jantar, café ou lanche)
   Complexidade: (formal ou informal) default informal
   Horário: (Se Tipo_de_Refeição não foi indicado)
   Clima: (frio, quente)
   Restrição calórica: (hipo, hiper, normal, vegetariano)
   Alimentos_Indesejados: lista de instâncias de Alimentos
2) Usuário informa quais os tipos de pratos que devem ser montados (entrada, prato principal, acompanhamento, sobremesa e bebida).
3) Descobrir Tipo_de_Refeicao (se não foi informada)
4) Escolher Prato de Entrada
5) Escolher Prato principal
6) Escolher Acompanhamento
7) Escolher Sobremesa
8) Escolher Bebidas
9) Fornecer todos os elementos da refeição pedidos (entrada, prato principal, acompanhamento, sobremesa e bebida) com quantidade de calorias para cada um, ingredientes necessários e modo de fazer.

Os passos do script principal também foram decompostos em novos scripts, porém, por motivos de simplicidade, optou-se por não apresentá-los neste artigo. Os passos 4, 5, 6, 7 e 8 trabalham da seguinte forma: uma lista de candidatos é criada com as instâncias da sub-classe de Cardápio mais adequada. A lista de contra-indicações de cada prato da lista é verificada para possibilitar a retirada do prato da lista de candidatos. Se um determinado prato "passar" pelo critério de contra-indicações, então são verificados seus ingredientes para descobrir se existem ingredientes não desejados pelo usuário e se existe quantidade suficiente em estoque do ingrediente para preparação do prato. No caso de não existir quantidade suficiente do ingrediente, é verificado o fator de importância do mesmo para o prato: se o fator for alto, então o prato é descartado; se for baixo, então o prato continua na lista de candidatos.

Os pratos restantes na lista de candidatos são então ordenados por critérios de desempate, os quais são:

- Pratos mais indicados para a ocasião: são pontuados aqueles com maior índice de indicação baseado nas listas de indicações e contra-indicações do prato;
- Restrição Calórica: são pontuados os pratos que estão de acordo com a restrição calórica selecionada pelo usuário;
- Tempo de preparo: são mais pontuados os pratos com menor tempo de preparo.

No final desta modelagem, os scripts foram mapeados para sistema de regras do tipo SE...ENTÃO.

3.3. Protótipo

O protótipo do COOKER foi desenvolvido na ferramenta KAPPA PC para o ambiente Windows. Esta ferramenta é baseada no paradigma de objetos e representa a base de conhecimentos como classes e instâncias de classes, também possibilitando *triggers* ou gatilhos. A ferramenta permite inclusão de regras e metas e possui mecanismos de encadeamento para frente e para trás (*forward chaining* e *backward chaining*). Além disso, possui facilidade de definição da interface do usuário.

A seguir o exemplo de uma regra implementada no sistema e telas de consulta (figuras 3, 4 e 5).

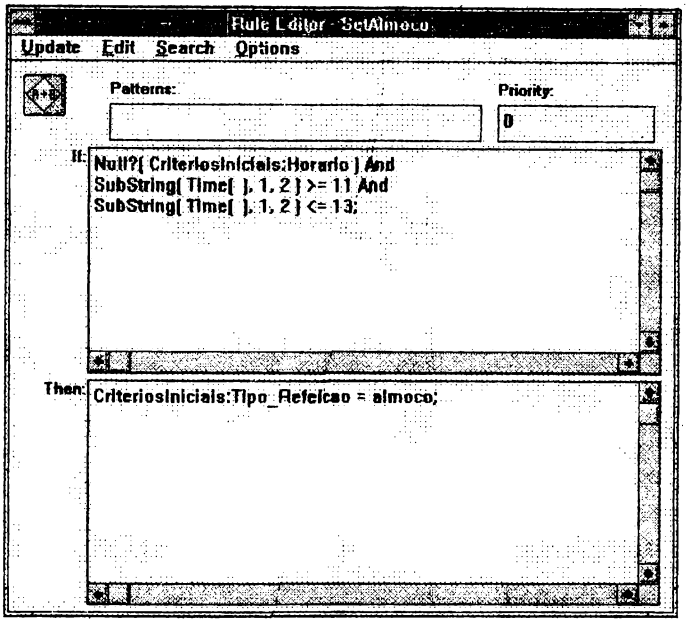

Figura 3: Exemplo de Regra

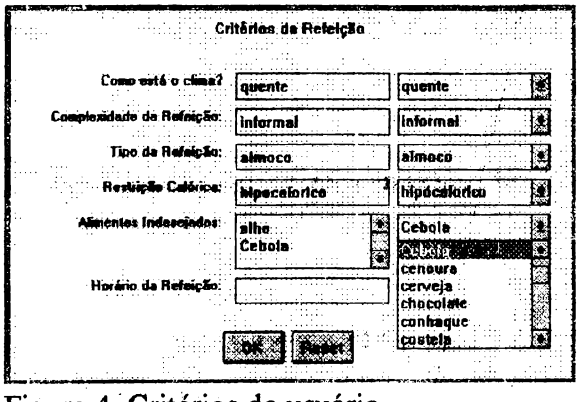

Figura 4. Critérios do usuário

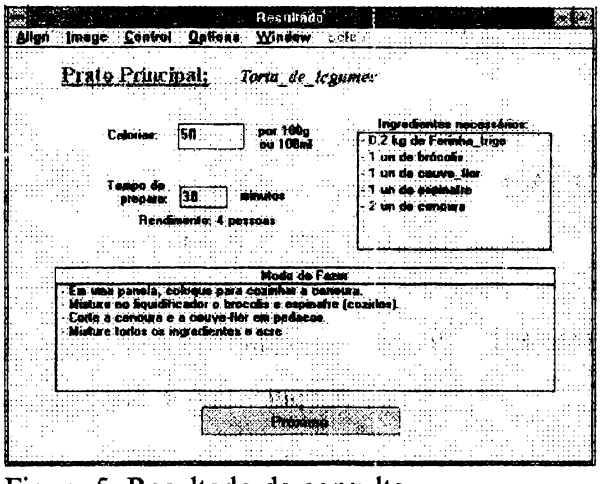

Figura 5: Resultado da consulta.

4. CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento do sistema COOKER foi observado que as técnicas de desenvolvimento de SEs ainda não atingiram o grau de maturidade alcançado pelas técnicas de engenharia de software. Em vista disso, as fases de determinação da viabilidade do uso de técnicas de IA e aquisição de conhecimento podem ser consideradas as fases de maior esforço do processo. Além disso, a fase de aquisição do conhecimento requer uma adaptação do engenheiro de conhecimento ao universo do especialista.

É importante observar que o sistema proposto não busca substituir o especialista, pois necessita do mesmo para classificar os alimentos e pratos de cardápio, e escolher a mais viável dentre as opções apresentadas. Apesar disso, o sistema é capaz de auxiliar leigos na escolha de cardápios.

Como trabalhos futuros, pretende-se realizar a validação do sistema especialista, assim como incrementar o mecanismo de inferência proposto.

5. BIBLIOGRAFIA

[ABE93] ABEL, Mara. **Introdução aos sistemas especialistas.** Instituto de Informática da UFRGS, Porto Alegre, agosto de 1994.

[HUL87] HULL, Richard; KING, Roger. **Semantic database modeling: survey, applications, and research issues.** ACM Computing Survey, v. 19, n. 3, setembro de 1987.

[LEA95] LEÃO, Beatriz. **Sistemas de inteligência artificial - notas de aula.** Instituto de Informática da UFRGS, Porto Alegre, 1995.

[MIL82] MILLER, Randolph; POPLE, Harry; MYERS, Jack. **INTERNIST-I, an experimental computer-based diagnostic consultant for general internal medicine.** New England Journal of Medicine, 307, p. 468-476, 1982.