

Actualização de Conhecimento em Sistemas de Diálogo

Porfírio P. Filipe
GuIAA, DEETC – ISEL
Rua Conselheiro Emídio Navarro 1
1900-049 Lisboa - PORTUGAL
+351218317114
pfilipe@deetc.isel.ipl.pt

João A. Ferreira
GuIAA, DEETC – ISEL
Rua Conselheiro Emídio Navarro 1
1900-049 Lisboa - PORTUGAL
+351218317296
jferreira@deetc.isel.ipl.pt

ABSTRACT

This paper describes an approach to improve the knowledge represented in the domain model of a Dialogue System (DS). The DS allows its user to interact, via speech, for instance, with an Ambient Intelligence (AmI) scenario composed by a set of heterogeneous artifacts. Typically, the user's available tasks are represented in the domain model through atomic knowledge unit references, nominated concepts. Our knowledge-updating proposal suggests the insertion of similarity arcs, between pairs of concepts, represented by descriptors and determined by similarity measures. A case study about food is presented.

RESUMO

Este artigo descreve uma abordagem para melhorar o conhecimento representado no modelo do domínio de um Sistema de Diálogo (SD). Um SD permite ao seu utilizador interagir, através de fala, por exemplo, com um Ambiente Inteligente (AmI) composto por um conjunto de artefactos heterogéneos. Tipicamente, as tarefas disponibilizadas ao utilizador são representadas no modelo do domínio fazendo referências a unidades atómicas de conhecimento, designadas por conceitos. A actualização de conhecimento proposta sugere a inserção de arcos de similaridade, entre pares de conceitos, representados por descritores e determinados por métricas de similaridade. É apresentado um estudo de caso sobre alimentos.

Categories and Subject Descriptors

I.2.4 [Knowledge Representation Formalisms and Methods]: Representation languages; H.5.2 [User Interfaces]: Natural language

General Terms

Algorithms, Languages

Keywords

Dialogue System, Domain Model, Task Model, Intelligent User Interface, Ambient Intelligence, Ubiquitous Computing

1. INTRODUÇÃO

A concepção de arquitecturas de interfaces pessoa-máquina, em particular a concepção de Sistemas de Diálogo (SD) [1, 2, 3], envolve a satisfação de vários requisitos entre os quais se destaca a portabilidade em relação ao domínio de aplicação. A estratégia típica para garantir a portabilidade em relação ao domínio

pressupõe que a hipótese de independência em relação ao domínio é verdadeira [4]. Partindo deste pressuposto, considera-se que existe um módulo da arquitectura do SD responsável por manter uma representação do domínio, vulgarmente designada por modelo do domínio. O modelo do domínio, tal como o nome indica, sistematiza e isola o conhecimento dependente do domínio de outros tipos de conhecimento, como por exemplo, o conhecimento linguístico. A concepção de modelos de domínio tem as suas dificuldades intrínsecas sendo no entanto, mais ou menos consensual, a adopção de uma representação baseada em conceitos que simbolizam entidades pertencentes ao domínio e que podem ser referidas nos diálogos estabelecidos entre o utilizador e o SD.

O modo como os conceitos estão relacionados genericamente entre si nem sempre é tido em conta e quando o é, aparece de forma incipiente o que dificulta a implementação de estratégias de diálogo sofisticadas e simultaneamente eficazes. Com o objectivo de contribuir para aligeirar esta dificuldade, propõe-se a introdução no modelo do domínio de um mecanismo simples e de fácil implementação: o arco de similaridade aplicado a pares de conceitos. Este mecanismo vai permitir actualizar ou melhorar o modelo do domínio com conhecimento proveniente de diversas fontes de conhecimento. Sendo assim, a actualização de conhecimento é focada no conhecimento directamente relacionado com os conceitos já representados no modelo do domínio, ou seja, só é actualizado o conhecimento mais relevante. Adicionalmente as fontes de conhecimento não necessitam de estar disponíveis em tempo de execução do SD.

2. ENQUADRAMENTO

A principal referência deste trabalho é o modelo do domínio descrito em [5, 6] que inclui um modelo do discurso no âmbito do qual são mantidas as definições dos conceitos. A Figura 1 representa genericamente, através de um diagrama de blocos, os componentes do modelo do domínio: modelo do discurso, modelo de tarefas e modelo do mundo, que por sua vez, é composto pelo mediador e pela hierarquia de tipos.

A Figura 1 também descreve, recorrendo a setas, exemplos de relações entre descritores de tarefas (modelo de tarefas), de artefactos (mediador) e de classes (hierarquia de tipos) sustentados pelos conceitos existentes no modelo do discurso. Os conceitos são utilizados e reutilizados, por exemplo, para definirem as tarefas (T_1, T_2, \dots, T_n) e os artefactos (X_1, X_2, \dots, X_n) existentes no domínio materializado sob a forma de um Ambiente Inteligente (AmI) [7].

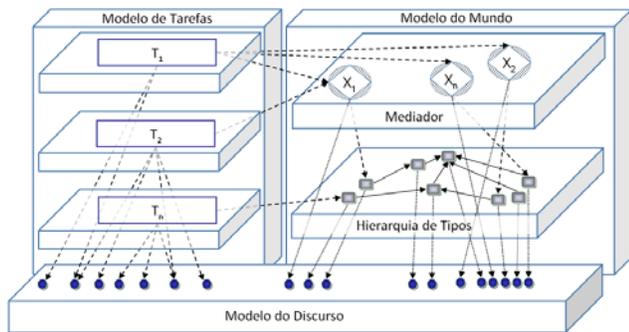


Figura 1. Diagrama do Modelo do Domínio

Um conceito, referido univocamente por um identificador, é a unidade atômica de representação de conhecimento do domínio. Cada conceito tem um ou mais descritores linguísticos, organizados por língua (“pt”, “br”, “uk”, “us”) que explicitam a terminologia empregue para designar, nomeadamente: sinónimos, acrónimos e antónimos. O conjunto de todos os termos (lema ou raiz da palavra), associados a todas as declarações de conceitos, constitui o vocabulário do domínio (léxico ou cobertura linguística). Cada termo está associado às características linguísticas julgadas importantes para o definir, tais como: categoria gramatical (por exemplo, substantivo, verbo, adjectivo ou advérbio) e transcrição fonética, codificadas usando o *Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet* (SAMPA) [8]. A terminologia associada a um conceito pode ser naturalmente expressa em múltiplas línguas, havendo no entanto a necessidade de contemplar no mínimo uma língua adoptada pelo SD para estabelecer o diálogo com o utilizador.

A Figura 2 apresenta um diagrama dos constituintes do descritor de conceitos.

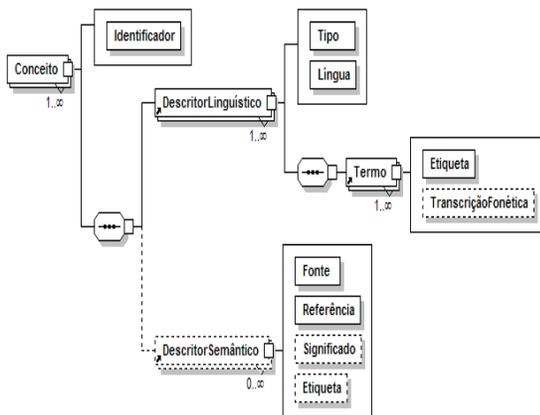


Figura 2. Representação do Descritor de Conceitos

À semelhança do que foi referido para os descritores linguísticos, um descritor de conceito também pode ter vários descritores semânticos que referenciam fontes de conhecimento (tipicamente externas), onde esse conceito existe representado, tais como uma base de dados lexical ou uma ontologia.

Genericamente, um descritor semântico comporta uma referência preferencialmente concretizada sob a forma de um *Uniform Resource Identifier* (URI) [9]. Por exemplo, a declaração do conceito “dispositivo” pode ter um descritor semântico com a referência (URN) “WordNet21:device:noun:1”, para indicar que está associado ao primeiro significado do nome representado na

fonte de conhecimento WordNet [10], onde é descrito por: “*An instrumentality invented for a particular purpose*” (este nome tem cinco significados). Opcionalmente, o descritor semântico pode também incluir etiquetas com valores característicos e dependentes da fonte de conhecimento. Por exemplo, se a fonte de conhecimento for a WordNet a etiqueta corresponde à categoria gramatical.

Por exemplo, a declaração do conceito “mesa” pode ter um descritor semântico com a referência (URL) “<http://ontologias.guiaa.pt/artefactos#mesa>” para indicar que está associado ao conceito representado na fonte de conhecimento “artefactos” disponível em “<http://ontologias.guiaa.pt/>”.

As referências para as fontes de conhecimento, associadas aos descritores semânticos, devem ser codificadas usando o mesmo formato ou sintaxe para conduzirem à identificação inequívoca do conceito em cada uma dessas fontes. Sendo assim, o formato da referência não necessita de ser universal, sendo suficiente que seja o mesmo para cada uma das fontes. No entanto, num mesmo modelo do domínio não podem existir referências para fontes de conhecimento repetidas. Note-se que a língua associada às fontes de conhecimento pode ser qualquer, uma vez que a comparação entre os conceitos é realizada confrontando as referências mantidas nos respectivos descritores semânticos.

Embora o modelo do discurso apresentado anteriormente tenha a vantagem de ser desacoplado dos restantes componentes do modelo do domínio, tal como é descrito ainda requer melhoramentos no sentido de facilitar melhores estratégias de diálogo que necessitam de considerar aspectos relacionados com a similaridade entre os conceitos.

3. PROPOSTA

Não é razoável admitir que um SD tem acesso a todos os recursos que necessita mesmo no âmbito de um domínio limitado. São sempre introduzidas simplificações que desprezam aspectos considerados marginais para o bom funcionamento do SD. Neste contexto, o modelo do domínio de um SD tem normalmente representados alguns milhares de conceitos julgados relevantes para suportarem a descrição das tarefas importantes para o utilizador do SD. Tipicamente, os conceitos são representados isoladamente considerando-se originalmente que são intrinsecamente diferentes. No entanto, quando o SD implementa estratégias de diálogo que necessitam comparar directamente os conceitos representados precisa de ter recursos para o fazer, nomeadamente mecanismos de inferência que apliquem métricas de similaridade e até outras fontes de conhecimento externas ao modelo do domínio. Atendendo à diversidade de recursos e aos casos possíveis de utilização não é prática e por isso não é viável a sua integração exhaustiva no modelo do domínio ou noutro módulo da arquitectura do SD.

Face ao exposto, considerou-se que existe interesse em avaliar a similaridade entre pares de conceitos. Para o efeito, propõe-se uma abordagem para actualizar ou adicionar ao modelo do domínio conhecimento relativo à similaridade dos conceitos evitando aplicar, em tempo de execução, mecanismos de inferência computacionalmente exigentes e que podem requererem frequentemente acesso a fontes de conhecimento externas que podem não estar momentaneamente disponíveis *on-line*. Esta abordagem é aplicada a pares de conceitos adicionando por cada par de conceitos um arco de similaridade, permitindo

passar do modelo de discurso para o modelo de discurso actualizado. Na Figura 3 é descrito o processo onde temos as fontes de conhecimento externas, definidas previamente tais como, por exemplo: ontologias, thesauri, taxionomias, índices e dicionários. Estas fontes de conhecimento têm as seguintes características comuns:

- São abordagens para estruturar, classificar, modelar e representar conceitos e relacionamentos pertencentes a algum tema de interesse (domínio de conhecimento);
- Permitem que uma comunidade (domínio de conhecimento) use a mesma terminologia;
- Os significados dos termos são especificados de alguma maneira a um certo nível.

Existe portanto, uma forte ligação entre as diferentes formas de representar o conhecimento, ilustrado na Figura 3. Uma ontologia descreve os conceitos existentes em determinado domínio de conhecimento, no qual todos os conceitos relevantes são definidos à custa de qualquer relação binária que mede a similaridade entre os conceitos, enquanto que nos thesauri só são usadas certas relações específicas. A taxionomia determina a relação hierárquica entre conceitos, criando uma organização em classes e subclasses. Esta relação hierárquica pode ser usada para determinar a métrica de similaridade entre os conceitos. Os índices fornecem as referências para os endereços onde cada conceito é referenciado, enquanto que os dicionários fornecem as definições dos conceitos.

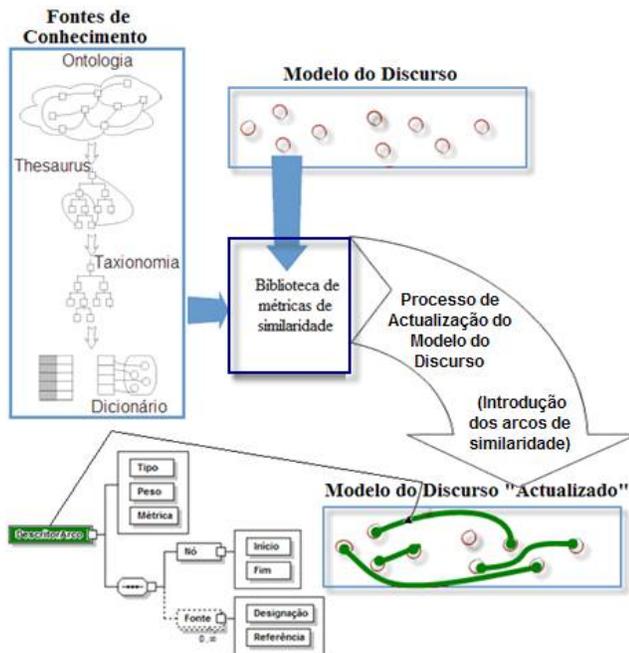


Figura 3. Actualização do Modelo do Discurso.

A Figura 3, ilustra genericamente o processo de actualização do modelo do discurso ao qual são adicionados arcos de similaridade. O descritor de arco de similaridade, ilustrado na Figura 3, é constituído por:

- **Tipo:** Lexical, Fonético, Semântico, PartOf, ISA, etc.

- **Peso:** é o resultado da métrica de semelhança, sendo uma medida normalizada entre 0 e 1. Se for 0 o arco não tem razão de existir. Se for 1 quer dizer que os conceitos “Início” e “Fim” podem ser incondicionalmente substituídos um pelo outro.
- **Métrica:** Designação da métrica aplicada para determinar o Peso, por exemplo, *edit distance*. Serve mais para documentar o processo.
- **Fonte:** Caso tenha sido usada uma fonte de conhecimento externa é indicado o nome ou um URI para a designar. Também pode servir para documentar o processo ou para definir o contexto de aplicação da métrica.
- **Nó:** Início e Fim são identificadores de conceitos que figuram no modelo do discurso.

A métrica de similaridade define uma medida de comparação de conceitos tendo em conta o seu significado ou contexto. Este processo envolve a comparação de conceitos representados numa fonte de conhecimento (e.g taxionomia, dicionário, thesaurus, ontologia) com os conceitos existentes no modelo de discurso.

O tipo de métrica a usar depende muito da fonte de conhecimento e do uso ou não de colecções de documentos. É frequente a utilização da WordNet para determinar a distancia taxionómica tal como se pode constatar em: [11, 12, 13, 14] os quais se podem resumir nas seguintes fórmulas:

$$sim(c_1, c_2) = 2\gamma / (\alpha + \beta) \quad \text{ou}$$

$$sim(c_1, c_2) = 2\gamma - (\alpha + \beta), \text{ onde } \alpha, \beta \text{ e } \gamma \text{ são atributos dos}$$

conceitos c_1, c_2 e o nó comum mais próximo dos conceitos (ncn) c_1 e c_2 é uma hierarquia definida pela relação ‘IS-A’.

Os atributos podem ser vistos como uma distância numa taxionomia. A distância pode ser determinada considerando o número de nós entre os conceitos c_1 e c_2 . Esta ideia tem raízes nos modelos de memória semântica [15, 16, 17], propõe as ligações nas hierarquias da WordNet para representarem uma métrica.

4. ESTUDO DE CASO

Tendo em conta a utilização do SD num cenário AmI doméstico e que se pretende usar uma taxionomia sobre alimentos propõe-se a métrica de similaridade, definida por:

$$\sigma : c \times c \rightarrow [0,1] \quad \forall x \in C, \sigma(x, x) = 1$$

$$\forall x, y \in C, \sigma(x, y) = \sigma(y, x) \quad (1)$$

Uma taxionomia define propriedades e relações entre conceitos. Uma dessas relações é a relação ‘IS-A’. Se C for um conjunto de conceitos definidos numa taxionomia de conceitos T é definida por $T(C, \prec)$ onde $c \prec c'$ significa que c IS-A c', ou seja c agrupa o conceito c'.

Para determinar o peso do arco de similaridade estabelecido entre um par de conceitos considera-se uma versão modificada de

- [7] Ducatel, K., Bogdanowicz, M., Scapolo, F., Leijten, J. and Burgelman, J. (2001) "Scenarios for Ambient Intelligence in 2010", Technical report, Information Society Technologies Programme of the European Union Commission (IST), Feb. 2001, EC 2001: <http://www.cordis.lu/ist/istag.htm>, <ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/istagscenarios2010.pdf>.
- [8] Wells, J. (1997) "SAMPA Computer Readable Phonetic Alphabet", Gibbon, D.; Moore, R. and Winski, R. (eds.), in Handbook of Standards and Resources for Spoken Language Systems, Berlin and New York: Mouton de Gruyter. Part IV, section B (www.phon.ucl.ac.uk/home/sampa).~
- [9] Berners-Lee, T.; Fielding, R.; Masinter, L. (2005) "Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax", IETF RFC 3986.
- [10] Fellbaum, C. (1999) "WORDNET: an electronic lexical database and some of its applications", Cambridge, MA: MIT Press.
- [11] Wu, Z.; Palmer, M. (1994) "Verb Semantics and Lexical Selection", In 32nd. Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics.
- [12] Leacock, C. and M. Chodorow (1998) "Combining Local Context and WordNet Similarity for Word Sense Identification", WordNet: An Electronic Lexical Database. C. Fellbaum, MIT Press: 265-283.
- [13] Jiang, J. and D. Conrath (1997) "Semantic Similarity Based on Corpus Statistics and Lexical Taxonomy", In International Conference Research on Computational Linguistics (ROCLING X), Taiwan.
- [14] Lin, D. (1997) "Using Syntactic Dependency as a Local Context to Resolve Word Sense Ambiguity", In 35th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Madrid.
- [15] Quillian, M. R. (1967) "Word concepts: A theory and Simulation of Some Basic Semantic Capabilities", Behavioral Science 12: 410-30.
- [16] Collins, A. M. and M. R. Quillian (1969). Retrieval Time from Semantic Memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 8: 240-47.
- [17] Resnik, P. (1995) "Using Information Content to Evaluate Semantic Similarity in a Taxonomy", IJCAI-95.
- [18] Zhong, J., Zhu, H., Li, J., Yu, Y. (2002) "Conceptual graph matching for semantic search", In The 2002 International Conference on Computational Science, Amsterdam.