

SEMINÁRIO DE PESQUISA EM ONTOLOGIA NO BRASIL
11 E 12 de Julho
Universidade Federal Fluminense • Departamento de Ciência da Informação
Niterói • Rio de Janeiro • Brasil

Esta comunicação está sendo submetida sob o
[x] **Tema 3 – Aplicações com enfoque em Ontologias**

UMA ABORDAGEM DE REPRESENTAÇÃO DE
CONHECIMENTO VISUAL EM TRÊS NÍVEIS

A THREE-LEVEL APPROACH TO VISUAL KNOWLEDGE
REPRESENTATION

Carlos Eduardo Santin (PPGC/UFRGS, cesantin@inf.ufrgs.br)
Mara Abel (PPGC/UFRGS, marabel@inf.ufrgs.br)
Karin Goldberg (PPGCEO /UFRGS, karin_goldberg@yahoo.com)
Manuel Menezes de Oliveira Neto (PPGC/UFRGS, oliveira@inf.ufrgs.br)

Resumo: Em diversos domínios a interpretação de informações visuais é mais valiosa do que a interpretação de dados numéricos ou textuais. Entretanto, a interpretação dessa informação não é uma tarefa simples de ser realizada de forma automática por programas de computador. Uma forma de representação da informação é necessária de modo a permitir seu processamento simbólico. Neste trabalho, propomos a extensão dos construtos ontológicos das ontologias de representação para permitir a descrição de aspectos visuais presentes em imagens, selecionados principalmente na atenção visual. Os objetos visuais são mapeados para três níveis de representação e posteriormente processados por um mecanismo de raciocínio. A abordagem é aplicada no domínio da Petrografia Sedimentar no auxílio da avaliação do nível de compactação de rochas reservatório de petróleo.

Palavras-chave: Visão Cognitiva, Representação de Conhecimento Visual, Ontologias.

Abstract: In several domains, the interpretation of visual information is more effective than the interpretation of numeric or textual data. Nevertheless, the interpretation of this kind of information is not a straightforward task to be done automatically by a computer program. One requirement involved is the adequate way of representing this information in order to allow to be processed in a symbolic way. In this work, we propose the extension of the ontological constructs of representation ontologies in order to describe visual aspects present in images, selected by visual attention. The objects of the image are mapped to three representation levels and subsequently processed by a reasoning mechanism. The approach is applied in the Sedimentary Petrography domain for the evaluation of the level of compaction of petroleum rock reservoir.

Keywords: *Cognitive Vision, Visual Knowledge Representation, Ontologies.*

Uma Abordagem de Representação de Conhecimento Visual em Três Níveis

Resumo: Em diversos domínios a interpretação de informações visuais é mais valiosa do que a interpretação de dados numéricos ou textuais. Entretanto, a interpretação dessa informação não é uma tarefa simples de ser realizada de forma automática por programas de computador. Uma forma de representação da informação é necessária de modo a permitir seu processamento simbólico. Neste trabalho, propomos a extensão dos construtos ontológicos das ontologias de representação para permitir a descrição de aspectos visuais presentes em imagens, selecionados principalmente na atenção visual. Os objetos visuais são mapeados para três níveis de representação e posteriormente processados por um mecanismo de raciocínio. A abordagem é aplicada no domínio da Petrografia Sedimentar no auxílio da avaliação do nível de compactação de rochas reservatório de petróleo.

Palavras-chave: Visão Cognitiva, Representação de Conhecimento Visual, Ontologias.

Abstract: In several domains, the interpretation of visual information is more effective than the interpretation of numeric or textual data. Nevertheless, the interpretation of this kind of information is not a straightforward task to be done automatically by a computer program. One requirement involved is the adequate way of representing this information in order to allow to be processed in a symbolic way. In this work, we propose the extension of the ontological constructs of representation ontologies in order to describe visual aspects present in images, selected by visual attention. The objects of the image are mapped to three representation levels and subsequently processed by a reasoning mechanism. The approach is applied in the Sedimentary Petrography domain for the evaluation of the level of compaction of petroleum rock reservoir.

Keywords: Cognitive Vision, Visual Knowledge Representation, Ontologies.

1. Introdução

Ontologias alcançaram um amplo espectro de utilização ao permitir descrever de maneira formal, portanto processável por computador, o significado de um enorme volume de informação disponível na Internet. Aplicações de comércio eletrônico, de bibliotecas virtuais são fortemente baseadas em ontologias de representação e de domínio. Porém as abordagens de modelagem e construção de ontologias são fortemente baseadas na captura de informação simbólica, expressadas na Internet através de representações textuais. O enorme conteúdo de informação visual associado a textos na Internet ou documentos de diferentes tipos ainda não apresenta uma estrutura de representação que permita a captura em ontologias para realização de consultas e a compreensão automática por uma máquina, sendo esse um assunto de pesquisa em diversos trabalhos [1-3].

Para a interpretação de uma imagem, se faz necessária a representação simbólica dos aspectos visuais presentes, para que estes possam ser processados. Com este objetivo, a literatura descreve alguns modelos de representação deste tipo de conhecimento.

Podemos classificar os modelos de representação de conhecimento visual existentes em (1) modelos que simplesmente armazenam informações sem se preocupar em criar estruturas que atribuam um significado para elas, e (2) modelos que permitem a atribuição de um significado semântico aos parâmetros coletados.

No primeiro grupo encontra-se a representação de características visuais de baixo nível onde são extraídos da imagem atributos como cor, textura e geometria local. Porém, essas características são insuficientes para representar a percepção visual humana. Isso é alcançado fazendo uso de uma representação simbólica ou de alto nível, onde se faz uso de termos compartilhados pelas pessoas quando descrevem um objeto. Ontologias de representação [4] têm por objetivos definir as primitivas de representação necessárias para o compartilhamento da descrição e do significado dos objetos com os quais é possível organizar ou dar uma visão geral sobre o mundo.

2. Material e Métodos

Visando a automatização da interpretação de uma cena, propomos neste trabalho a definição de três níveis de representação do conhecimento. Cada um dos níveis é construído através das primitivas de representação associadas a uma comunidade de domínio, garantindo assim sua reusabilidade independente da aplicação. Assim, no nível mais baixo os termos são descritos de acordo com os construtos de processamento de imagem, no nível intermediário, são utilizados os construtos de descrição de interpretação dos objetos visuais e no nível mais alto, as primitivas são relacionadas ao domínio do problema. No nosso estudo, essas são primitivas geológicas para análise de reservatórios. O primeiro nível é denominado nível de processamento de imagens, onde são extraídas características de difícil interpretação por um ser humano, no entanto, muito simples de serem obtidas por um computador. São processadas neste nível a imagem original e sua segmentação para extração dos objetos presentes na imagem e características possíveis de serem extraídas através de seus *pixels*.

As ontologias propostas neste trabalho são definidas baseadas em quatro primitivas de representação genéricas [5]: *classes*, representando elementos do domínio; *propriedades*, representando atributos pertencentes a cada classe; *relações*, que representam possíveis relacionamentos entre duas classes, e *restrições*, como, por exemplo, restrições de número, restrições existenciais, etc. Essas primitivas são complementadas com o uso de *instâncias*, representando indivíduos do domínio.

Quando olhamos para uma cena diversas informações visuais chegam até nós. No entanto, nosso cérebro não considera todas essas informações, ele filtra apenas aquelas que nos são interessantes. Essa tarefa de seleção é chamada de atenção visual, um mecanismo que seleciona áreas mais relevantes em detrimento de outras [6].

O segundo nível proposto é o nível visual, onde é utilizada a atenção visual para classificar os elementos existentes na imagem em objetos principais, fundo e contorno. Além dessa classificação, também são representados neste nível os relacionamentos existentes na imagem, como a relação de conteúdo interior, de topologia [7] e de tipo de contato. Conforme as necessidades de representação apresentadas nesse nível, propomos seis classes em nossa ontologia de representação: *Contorno*, que representa o contorno dos objetos principais; *Seção*, representando os objetos principais; *Interstício*, referente ao fundo da imagem; *Poros*, uma parte de Interstício, que serve para representar elementos que no mundo real não são sólidos; *NãoPoros*, uma parte de Interstício, que serve para representar elementos que no mundo real são sólidos; e *Imagem* que é a agregação de todos os elementos que formam a imagem (Contorno, Seção e Interstício).

Como último nível temos o nível semântico, onde está representado o conhecimento específico do domínio, no caso, os elementos da área de Petrografia Sedimentar. Nesse nível, temos a classe *amostra* que representa a imagem de lâmina de rocha que está sendo observada. Os elementos que formam uma amostra são os *grãos*, *interstício* e *contornos*. O interstício é formado pelo material existente entre os grãos que são os *poros* e *cimento*. Esses construtos fazem parte de uma ontologia pré-existente.

Um atributo identificador é associado a cada classe existente. Tabelas realizam o mapeamento entre classes e entre os identificadores de cada instância, permitindo assim navegar entre os diferentes níveis.

Para validação, a ontologia proposta foi aplicada no domínio da Petrografia Sedimentar para extração do grau de compactação em uma rocha-reservatório. A compactação de uma rocha é um dos atributos utilizados para definir sua porosidade e permeabilidade, os quais determinam em grande parte a qualidade da rocha como um reservatório. Com este objetivo, foi definido um método de raciocínio que classifica os elementos existentes na imagem através dos valores de seus atributos.

Para a determinação do grau de compactação da imagem de rocha em análise, são verificadas as relações de tipo de contato existentes entre os contornos dos grãos na rocha. Os tipos de contatos podem ser pontuais, longos, côncavo-convexos ou

suturados, sendo esta a ordem que determina do menor ao maior grau de compactação. Também é possível determinar o grau de compactação através do volume intergranular atual e original da rocha. O método de solução de problemas implementado pode ser visto na figura 2.1, onde foi utilizado o formalismo de Common Kads [8].

```

TAREFA extrai-grau-de-compactacao;
  PAPÉIS:
    ENTRADA: amostra: "Amostra de rocha a ser analisada";
    SAÍDA: amostra.grauDeCompactacao: "O grau de compactação da amostra analisada";
  FIM TAREFA extrai-grau-de-compactacao;

MÉTODO-TAREFA método-extrai-grau-de-compactacao;
  REALIZA: extrai-grau-de-compactacao;
  ESTRUTURA-CONTROLE:
    decompõe(amostra -> elemento-semantico);
    PARA-CADA elemento-semantico FAÇA
      especificar(elemento-semantico -> cor + formato-dominante);
      classificar(cor + formato-dominante -> classeCandidata);
      SE classeCandidata == Contorno ENTÃO
        mapear(elemento-semantico -> elemento-visual);
        especificar(elemento-visual -> relação-contato);
        PARA-CADA relação-contato FAÇA
          SE relação-contato == Pontual ENTÃO
            contatos-pontuais := contatos-pontuais SOMA 1;
          SENÃO SE relação-contato == Longo ENTÃO
            contatos-longos := contatos-longos SOMA 1;
          SENÃO SE relação-contato == CôncaveConvexo ENTÃO
            contatos-concavo-convexos := contatos-concavo-convexos SOMA 1;
          SENÃO SE relação-contato == Suturado ENTÃO
            contatos-suturados := contatos-suturados SOMA 1;
          FIM SE
        FIM PARA-CADA
      SENÃO SE classeCandidata == Grao ENTÃO
        especificar(elemento-semantico -> eixo-maior);
        lista-tamanho-grao := lista-tamanho-grao ADICIONA eixo-maior;
        especificar(elemento-semantico -> area);
        area-graos := area-graos SOMA area;
      SENÃO SE classeCandidata == Poro OU classeCandidata == Cimento ENTÃO
        especificar(elemento-semantico -> area);
        area-intersticio := area-intersticio SOMA area;
      FIM SE
    FIM PARA-CADA
  gerar(contatos-pontuais + contatos-longos + contatos-concavo-convexos +
    contatos-suturados -> decisão);
  calcular(lista-tamanho-grao -> volume-intergranular-original);
  calcular(area-intersticio + area-graos -> volume-intergranular-atual);
  gerar(volume-intergranular-original + volume-intergranular-atual -> decisão)
  FIM MÉTODO-TAREFA método-extrai-grau-de-compactacao;

```

Figura 2.1: Método-tarefa para extração do grau de compactação de uma rocha-reservatório.

3. Resultados

A ontologia proposta foi utilizada para a descrição de dez amostras de rochas sedimentares siliciclásticas. Para cada imagem de lâmina de rocha analisada, foram calculadas as quantidades de cada tipo de contato existente e o volume intergranular perdido, o que permitiu a inferência do grau de compactação da rocha.

Os valores obtidos como resposta foram confrontados com a análise das mesmas rochas realizada por um geólogo. Como resultado obtivemos para seis das amostras descritas os mesmos resultados exibidos pelo geólogo e valores muito próximos para as

quatro restantes. A tabela 3.1 exibe exemplos de entradas e saídas do sistema para duas amostras com diferentes graus de compactação.

Tabela 3.1 – Exemplos de entradas e saídas do sistema para duas amostras de rocha.

Identificador da Amostra		01	02
Entrada		Número de Contatos	
	Contatos Pontuais	12	88
	Contatos Longos	24	30
	Contatos Côncavo-Convexos	25	8
	Contatos Suturados	14	2
Saída (Grau de compactação)		Apertado	Frouxo
Entrada	Volume Intergranular atual	4,42	30,69
	Granulometria	Grossa	Média
	Seleção	Mal Selecionado	Moderado
Valores Intermediários	% Volume intergranular perdido	84,46	11,17
Saída (Grau de compactação)		Apertado	Frouxo

4. Discussão e Conclusão

Este trabalho propôs a representação de conhecimento visual fazendo uso de ontologias e de diferentes níveis de abstração, apresentando o diferencial de propor uma camada de abstração relacionada à atenção visual, que simula a forma como o ser humano separa objetos em uma imagem. Não há dependência entre as camadas propostas, garantindo assim a reusabilidade da abordagem, bastando alterar o nível semântico para aplicação em outros domínios.

5. Referências Bibliográficas

1. IYATOMI, H.; HAGIWARA, M. Scenery image recognition and interpretation using fuzzy inference neural networks. **Pattern Recognition**, v. 35, n. 8, p. 1793-1806, 2002.
2. MAILLOT, N. **Ontology Based Object Learning and Recognition**. 2005. - Université de Nice, Sophia Antipolis.
3. FU, H.; CHI, Z.; FENG, D. Attention-driven image interpretation with application to image retrieval. **Pattern Recognition**, v. 39, n. 9, p. 1604-1621, 2006.
4. GÓMEZ-PÉREZ, A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; CORCHO, O. **Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web**. London, UK: Springer-Verlag London Ltd., 2004.
5. GRUBER, T. R. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. In: *Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*, 1993, Deventer, The Netherlands. Kluwer Academic Publishers.
6. MEUR, O. L. et al. A Coherent Computational Approach to Model Bottom-Up Visual Attention. **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence**, v. 28, n. 5, p. 802-817, 2006.
7. RANDELL, D. A.; CUI, Z.; COHN, A. A Spatial Logic Based on Regions and Connection. In: *THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE REPRESENTATION AND REASONING*, 1992, San Mateo, California. Morgan Kaufmann, p. 165-176.
8. SCHREIBER, G. et al. **Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology**. Cambridge: The MIT Press, 2000.