

ACESSANDO BANCOS DE DADOS GEOGRÁFICOS VETORIAIS VIA INTERNET

FONSECA, F. T. (1), DAVIS JR., C. A. (2)

RESUMO

O atual estágio de desenvolvimento da tecnologia WWW permite hoje uma distribuição de informações muito mais interativa e dinâmica do que há alguns anos atrás. Com relação às informações geográficas, a Internet se apresenta como uma forma de acesso interessante principalmente para usuários com pequenas e específicas demandas. Este trabalho propõe uma abordagem que busca viabilizar o acesso a dados geográficos em formato vetorial através de uma interface de manipulação direta. A interface trabalha com o conceito de objetos geográficos, transmitindo vetores, e não imagens, pela rede. Para isto é necessário que o *browser* seja capaz de entender o que são estes vetores e que saiba manipulá-los. Demonstra-se que isto é possível utilizando programas (*applets*) desenvolvidos na linguagem JAVA, cujos recursos ainda garantem o atendimento aos requisitos de interatividade e dinamismo no acesso às informações geográficas.

Esta interface está disponível em <http://www.pbh.gov.br/prodabel/geo>.

ABSTRACT

The current state of development of WWW technology allows for a much more interactive and dynamic distribution of information, as compared to some years ago. The Internet constitutes an interesting resource for accessing geographic information, in special for users with small and specific demands. This article proposes an approach that intends to provide viable access to geographic data in vector format, through a direct-manipulation user interface. This interface works with the concept of geographic objects, transmitting vectors, instead of rasters, through the network. In order to accomplish that, the browser needs to be capable of understanding these vectors, and needs to be able to manipulate them. It is shown that this is possible using JAVA applets, while additionally granting the required interactive and dynamic access to geographic information.

This interface is available at <http://www.pbh.gov.br/prodabel/geo>.

(1) Engenheiro Mecânico, Tecnólogo em Processamento de Dados (UFMG), Mestrando em Administração Pública e Informática (Fundação João Pinheiro).

(2) Engenheiro Civil, Mestre em Ciência da Computação, Doutorando em Ciência da Computação (UFMG).

Ambos fazem parte da equipe de Geoprocessamento da Empresa de Informática e Informação da Prefeitura de Belo Horizonte.

INTRODUÇÃO

O atual estágio de desenvolvimento da tecnologia WWW permite hoje uma distribuição de informações muito mais interativa e dinâmica do que há alguns anos atrás. Com relação às informações geográficas, a Internet se apresenta como uma forma de acesso interessante principalmente para usuários com pequenas e específicas demandas. Embora as perspectivas para o futuro sejam boas e possamos contar com padrões como o *OPEN GIS* (1), de imediato temos preocupações com um ambiente tão heterogêneo como a Internet e com a diversidade de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) disponíveis no presente (2).

Então a pergunta a ser respondida é “como prover acesso amplo a informações geográficas armazenadas em uma rede complexa e heterogênea de forma simples e eficiente?”.

Câmara (3) nos dá algumas direções:

- “Pode-se prever, para o final da década de 90, o aparecimento de uma *terceira geração* de SIG’s (‘bibliotecas geográficas digitais’ ou ‘centros de dados geográficos’), caracterizada pelo gerenciamento de grandes bases de dados geográficos, com acesso através de redes locais e remotas, com interface via WWW (*World Wide Web*)”.
- “Estes sistemas deverão seguir os requisitos de *interoperabilidade*, de maneira a permitir o acesso de informações espaciais por SIG’s distintos”.
- “A terceira geração de SIG pode ainda ser vista como o desenvolvimento de sistemas orientados para troca de informações entre uma instituição e os demais componentes da sociedade (*society-oriented GIS*)”.
- “Estes sistemas deverão possuir interfaces que propiciem uma navegação pictórica e interativa”

Podemos ver então que é necessário a pesquisa de interfaces para informações geográficas via WWW. Estas interfaces deverão ser interativas e atender a padrões existentes (4). Elas também deverão fazer que recursos distribuídos na rede pareçam locais ao usuário, que desta forma pode se concentrar em seu trabalho, independente do SIG que gerencia os dados.

A INTERFACE

Uma das maiores dificuldades em Geoprocessamento é a construção de interfaces que permitam a um usuário ter acesso a SIGs de modo eficiente. Para isto devemos levar em consideração alguns aspectos como a facilidade de uso, potencial de interoperabilidade, e a variedade de usuários.

Para se projetar uma interface é necessário se conhecer sua finalidade principal. A nossa é o acesso a informações geográficas. Mas este objetivo pode ser mais detalhado. Bruns (2) acredita que uma

ferramenta como esta pode se destinar tanto a usuários experientes que necessitem conhecer o potencial de uma base de dados geográficos para eles desconhecida, quanto para usuários ocasionais que não sabem exatamente o que querem.

Voisard (6) afirma que usuários iniciantes são incapazes de formular *queries* complexas e ainda, que eles tem apenas uma vaga noção do que estão procurando. Desta forma preferem procurar interativamente a informação ao invés de usar comandos mais diretos como uma *query* em SQL.

Kuhn (7) diz que usar uma interface geográfica é entre outras coisas, folhear (*browse*), examinar superficialmente, explorar.

Larson (8) também destaca este tipo de pesquisa quando diz que outros tipos de busca, que não o *browsing*, são muito menos direcionados, e enquanto assumem que o usuário tem alguma noção do que procura, ao mesmo tempo reconhecem que ele pode não ter a habilidade para especificar este desejo em forma de '*query language*'. Larson observa que o que é necessário nestes casos é a habilidade para navegar o banco de dados geograficamente sem a necessidade de expressar uma *query* de forma explícita. Esta navegação ('*spatial browsing*') combinaria consultas espontâneas com *displays* interativos de mapas digitais que permitirão ao usuário explorar a dimensão geográfica da informação no banco de dados ou biblioteca digital.

Medychyj-Scott (9) diz que "no ambiente SIG um usuário diferente está aparecendo, um usuário que é menos tecnicamente orientado e que tem menos tempo disponível e menos inclinação para aprender a operar sistemas complexos. De forma a colocar a tecnologia disponível para estes usuários que querem usá-la, e não apenas para especialistas, precisamos de sistemas mais simples e usáveis".

Consideramos que nossa interface deve seguir então esta direção: fácil, intuitiva, flexível e acessível mesmo a usuários menos experientes. Nosso objetivo é atender a estes usuários que, segundo MacDougall (10), querem apenas estudar os dados sem hipóteses formuladas, procurando padrões e relacionamentos. Nesta fase a ênfase é no pensamento visual, com gráficos mais simples e sem preocupação excessiva com a precisão cartográfica.

Como a proposta é desenvolver uma interface com características predominantes de *browser*, em oposição a um "Desktop GIS", a opção aqui é clara, a troca da funcionalidade exagerada pela facilidade de uso, já que deve se procurar o equilíbrio entre o poder e a flexibilidade da interface com a sua facilidade de uso (11).

A necessidade de uma interface intuitiva para consulta de dados geográficos e que atenda a um grande numero de usuários é também discutida em Voisard (6) e Strauch, Souza e Mattoso (12).

Como os SIG's são cada vez mais usados por diferentes tipos de usuários, uma interface intuitiva, simples e fácil de se usar passa a ser essencial (13).

Conforme veremos mais adiante, aspectos básicos de uma interface genérica para acesso a dados geográficos serão respeitados (14). Entre eles podemos citar:

- a capacidade de seleção e consulta tanto de atributos ou forma gráfica
- a preferência pela funcionalidade quando em oposição à sofisticação de saídas cartográficas de alta qualidade
- a consideração da possibilidade da execução das pesquisas a partir de terminais remotos e sua implicação de que o volume de dados deve ser reduzido
- a aderência a padrões internacionais para efetivar sua natureza genérica e portabilidade

A ARQUITETURA

Existem diversas maneiras de se projetar uma interface para acesso a dados geográficos. Algumas maneiras estão mais ligadas a um determinado SIG e outras são mais independentes. Algumas dão ênfase ao processamento embutido na interface e outras ao processamento no SIG.

Oliveira e Medeiros (15) identificam quatro aspectos fundamentais em uma arquitetura GIS: a integração da interface ao SIG, a especificação da funcionalidade e interoperabilidade dos principais módulos, o modelo intermediário de representação e o mapeamento para o modelo do SIG, e a divisão de tarefas entre a interface e o SIG. Vamos analisar cada um destes quatro aspectos a seguir.

A Integração da Interface ao SIG

Voisard (16) considera dois tipos básicos de integração de uma interface ao SIG: acoplamento forte e fraco. No acoplamento forte a interface é parte integrante e indissolúvel do SIG. Como vantagens desta abordagem podemos citar a otimização e desempenho obtidos devido ao conhecimento das rotinas internas do SIG. Na integração fraca há uma separação clara entre as funções exclusivas de interface e as funções exclusivas de SIG, como recuperação de informações e processamento espacial. Embora esta opção de integração traga consigo a carga extra de definição da comunicação e do protocolo de tradução de dados entre o SIG e a interface (15,6), seus benefícios superam suas desvantagens. Entre os principais benefícios Oliveira e Medeiros (15) destacam a tendência mundial de desenvolvimento de sistemas abertos, a melhoria da funcionalidade de cada componente (interface e SIG) e finalmente a possibilidade de inclusão progressiva de novos serviços e funções.

Especificação da Funcionalidade e Interoperabilidade dos Principais Módulos da Arquitetura

Oliveira e Medeiros (15) consideram que são três os principais módulos na arquitetura de uma interface. Um módulo de diálogo com o usuário que controla a interação do usuário com o sistema. Um módulo de modelo de dados que vai dar ao usuário uma visão do banco de dados compatível com o modelo de representação escolhido. E finalmente um módulo de ligação que converte os dados do SIG para o formato adotado pela interface.

Voisard (6) considera que devem existir três módulos: um módulo que ela chama de “*mapget*” que vai cuidar da apresentação dos objetos geográficos para os usuários, um módulo chamado “*connection*” que faz as mesmas funções do módulo de ligação de Oliveira e Medeiros, e o módulo “*main*” que cuida da ligação entre os outros dois módulos e cuida das visões abstratas dos mapas.

Câmara (3) apresenta uma arquitetura em que diversos servidores de dados geográficos altamente especializados se ligam a interface através de um módulo intermediário que ele chama de “*request broker*”. Este módulo é responsável pela comunicação entre os clientes e os servidores e implementa um *modelo de objetos*, uma representação dos objetos que transcende os limites de um único aplicativo e uma única linguagem.

Modelo Intermediário de Representação e o Mapeamento para o Modelo do SIG

Na maioria das vezes a interface tem seu próprio modelo de representação, e cada SIG subjacente a interface, no caso de mais de um, certamente terá seu modelo próprio. Então é necessário fazer um mapeamento das representações presentes nos SIG para as respectivas representações na interface. Tanto Oliveira e Medeiros (15) quanto Câmara (3) sugerem um modelo completo orientado a objetos. Voisard (6) sugere um modelo que suporta objetos geográficos complexos, compostos de outros objetos, além de objetos atômicos.

A Divisão de Tarefas entre a Interface e o SIG

É muito importante separar claramente quais são as funções da interface propriamente dita e quais são as tarefas de responsabilidade exclusiva do SIG. Consideremos a seguinte questão: um conjunto de objetos está representado na tela do usuário e ele agora pergunta sobre dados específicos (espaciais ou não) de um determinado objeto já presente na tela. Como o objeto já está presente na tela, deve também, dependendo da arquitetura adotada, estar presente em alguma estrutura intermediária de memória. É muito grande a tentação de deixar esta tarefa a cargo da interface. Mas devemos observar que a tarefa de identificar um objeto na tela é uma tarefa do SIG e

não da interface. A interface deve pedir ao SIG que forneça o objeto identificado pelo ponto (seja em torno de, perto de, etc.) que o usuário indicou na tela. Esta questão, embora pareça irrelevante para o usuário, é muito importante. Aqui temos um ponto de discordância na literatura. Voisard (6) considera que a tendência é a construção de ferramentas que sejam cada vez mais eficientes, rápidas e inteligentes, e que o maior número possível de tarefas deve ser designado para a interface, embora a falta de padrões na representação e troca de dados geográficos seja um grande impedimento para a adoção generalizada desta solução. Já Oliveira e Medeiros (15) consideram que “a ausência da divisão de tarefas causa em geral redundância de código, pois as funções de interface são repetidas diversas vezes para cada tipo de análise. Além disso, isso dificulta a manutenção e evolução do SIG”. Também Ferreira (17) observa que os desenvolvedores de SIGs estão começando a reescrever seus produtos para isolar os algoritmos e o processamento da interface com o usuário.

A PROPOSTA

Nossa proposta é criar uma interface para acesso a dados geográficos armazenados em diversas bases de dados na Internet. Vamos trabalhar com o conceito de objetos geográficos. Estes objetos serão transferidos da base de dados geográficos para a interface. O usuário vai trabalhar interativamente com estes objetos geográficos. O sistema terá dois módulos principais: um manipulador de objetos geográficos e um extrator de objetos geográficos (Figura 1). A idéia é que o manipulador receba objetos geográficos e opere sobre eles sob o comando interativo do usuário. Desta forma, este módulo, o manipulador de objetos geográficos, fica independente do SIG de origem dos objetos. A tarefa de extrair os objetos fica a cargo do extrator de objetos geográficos. Este módulo pode ser alterado de acordo com a introdução de novos SIGs, mas o módulo manipulador não precisa ser alterado. Desta forma o usuário final tem uma interface estável, independente da fonte de dados, que pode ser alterada sem que ele perceba. Ou seja, o usuário não precisa saber de qual SIG estão vindo seus dados.

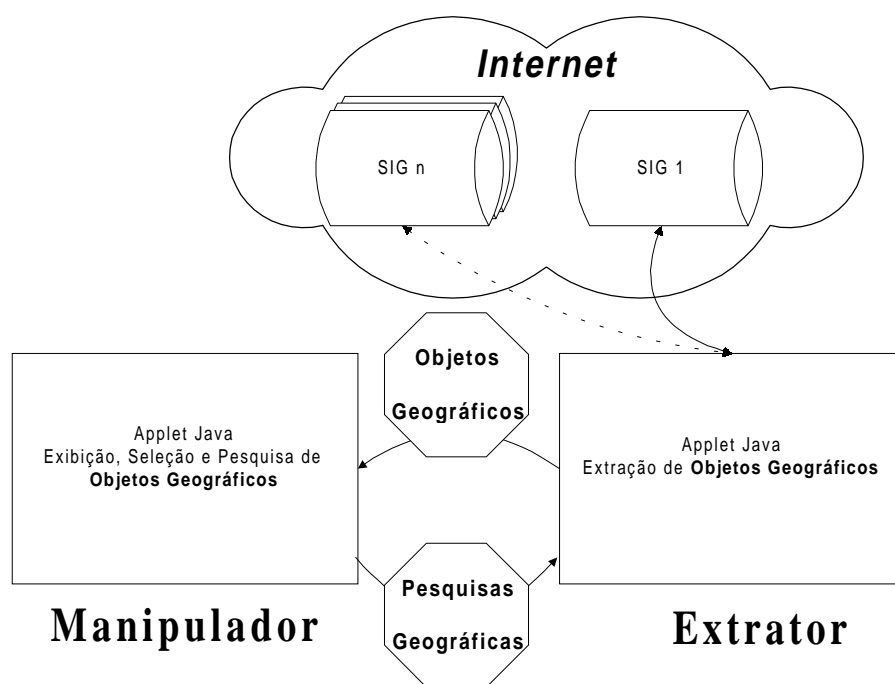


Figura 1 - Arquitetura do modelo proposto

Portanto temos, com relação à integração, um acoplamento fraco com o SIG subjacente. Com relação a distribuição de tarefas consideramos que uma separação clara é necessária.. Uma interface que pretenda (como é nosso caso) se conectar a vários SIGs não pode de maneira alguma querer assumir tarefas que são exclusivas do SIG. A grande especialização deste na realização das tarefas de recuperação de dados e processamentos espaciais não pode nunca ser alcançado pela interface. Mesmo em nosso caso em que a recuperação da informação se dará pela Internet, um meio freqüentemente congestionado, consideramos fundamental evitar delegar tarefas de processamento espacial e recuperação de informações à interface. Esta solução pode perder um pouco em desempenho, mas isto é compensado pela possibilidade de se manter a interface estável e independente do SIG.

A PLATAFORMA

Geralmente a interface para acesso a dados geográficos que se encontra na Internet é uma interface do tipo formulário ou então mapa chave. Na primeira o usuário preenche informações alfanuméricas informando quais as “folhas” de mapas que necessita. A requisição é processada pelo servidor e o usuário recebe estas informações como uma imagem digital. A segunda abordagem apresenta ao usuário uma imagem que representa um mapa chave. O usuário pode usar o mouse para escolher a

região na qual está interessado. Sua requisição é processada pelo servidor, que devolve a resposta em forma de mapa raster.

A interface que estamos propondo é altamente interativa e deverá saber manipular e extrair do SIG objetos geográficos vetoriais. Mas sabemos que para realizar esta tarefa as limitações da linguagem HTML (HyperText Markup Language) seriam intransponíveis. Obter um mapa resultante de uma operação de “zoom” ou “scroll” pode levar alguns minutos quando se usa apenas HTML (8). Ele sugere o uso de protocolos diferentes do HTTP ou como alternativa cita uma outra solução proposta por von Hoff (18): a linguagem Java.

Também falando sobre isto Strand (19) diz que “a arquitetura do software deve ser dinâmica para suportar as novas fontes de informação geo-espacial e suas implementações orientadas a objeto através da Web. A linguagem Java preenche perfeitamente esta arquitetura para se fazer a reengenharia do *browser* geo-espacial afim de acomodar uma reconfiguração dinâmica. Embora os antigos *browsers* tenham demonstrado a possibilidade de se localizar e recuperar informações geográficas armazenadas em servidores Web, sua interface gráfica deixou a desejar em termos de sofisticação. Demora no recebimento de informações e a limitação das ações disponíveis nos documentos escritos em HTML impediram um uso mais confortável destes *browsers*. Os *browsers* habilitados para Java conseguem superar estas limitações provendo capacidade de processamento local para detecção e resposta a eventos gerados por *mouse* ou teclado. A linguagem Java traz de volta à máquina local a responsabilidade pelo processamento dos menus e interfaces, liberando o usuário das limitações da conexão de rede com o servidor Web”.

Portanto optamos por usar a linguagem Java como base de desenvolvimento de nossa interface. Optamos por implementar a metáfora de pilhas de mapas (2), embora com apenas duas operações: a adição e subtração de camadas geográficas. A escolha e implementação de outras operações é motivo de um estudo posterior. Devemos acrescentar que o caráter modular da interface vai facilitar estas implementações. A implementação foi feita usando-se o modelo “*windows, icons, menus and pointing device*” conhecido como WIMP e a interface é de manipulação direta (6,15).

OBJETOS GEOGRÁFICOS

Em nosso projeto toda a informação geográfica vai estar contida em objetos geográficos. A definição destes objetos contém tanto a definição da informação alfanumérica (atributos) como a definição da informação gráfica (vetores). Além disto, é necessário também a definição dos métodos, que são operações que podem ser aplicadas sobre estes objetos.

Foi definida uma classe denominada Objeto Geográfico, levando em conta a opção de tratar somente objetos do tipo vetorial. Nesta primeira implementação, os objetos do tipo exclusivamente alfanuméricos ou do tipo raster não são considerados, ficando assim para um estudo posterior. Três classes descendem da classe Objeto Geográfico: Polígono, Linha e Símbolo (ponto). Estas classes derivadas são as classes mais comuns de objetos geográficos que aparecem no mundo real (20,21).

A interface poderá no futuro suportar outros tipos de objetos desde que estes cumpram os requisitos básicos. Estes novos objetos deverão ser derivados da Classe Objeto Geográfico ou de uma de suas derivações, Ponto, Linha e Polígono.

Desta forma novas funcionalidades podem ser adicionadas à interface sem que se perca a compatibilidade e a consistência com tipos já implementados. Por exemplo, a adição de um novo tipo a base comum de dados, o tipo Rede (*Network*), pode ser implementado a partir de linha, acrescentando-se a esta classe novos métodos. Os SIGs já integrados à rede continuam com o mesmo mecanismo de comunicação com a interface, já que usam classes já implementadas anteriormente. O módulo básico da interface também não precisará ser alterado.

IMPLEMENTAÇÃO

A interface em sua implementação final permite as seguintes operações ao usuário de forma interativa:

- Adicionar e subtrair camadas geográficas
- Localizar objetos geográficos através de seus atributos
- Apontar um objeto na tela e visualizar seus atributos
- Executar operações de zoom, através de menus e interativamente sobre o mapa
- Criar mapas temáticos baseados em valores de atributos

Para desenvolvimento da aplicação foi usado o kit de desenvolvimento Java da Sun Microsystems (Version 1.0.2 : Java(tm) Developers Kit Developed by Sun Microsystems, Inc.). Para visualização da aplicação é necessário um Browser habilitado para a linguagem Java, como o Netscape 3.0 ou Internet Explorer 3.0.

O SIG usado foi um protótipo desenvolvido apenas para esta aplicação. Ele também foi desenvolvido em Java. De qualquer maneira, a interface pode se ligar a qualquer SIG desde que o módulo extrator seja adaptado para isto, como é objetivo deste projeto.

CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou a necessidade da criação de uma interface simples, interativa e flexível para acesso a dados geográficos. Além disto, foi demonstrado como a arquitetura da interface determina o potencial de interoperabilidade, fundamental para a implantação de bibliotecas geográficas digitais. Como estas bibliotecas deverão estar disponíveis através da Internet, a utilização de uma linguagem de programação orientada a objetos, multi-plataforma, como Java, é um recurso fundamental. Além disto, Java permitiu construir uma interface de manipulação direta para acesso a bancos de dados geográficos através da Internet.

REFERÊNCIAS

1. McKee, L. e Buehler, K. (eds), The Open GIS Guide, in <http://www.opengis.org/guide>, Open GIS Consortium, Inc , Massachusetts, (1996).
2. Bruns, T., Egenhofer, M.J., “WEB-Top Interfaces for GIS Map Algebra”, <http://www.cs.umd.edu/projects/hcil/People/tbruns/gisjournal/webalgebra>, (1997).
3. Câmara, G., Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos, PhD Thesis, INPE, (1995).
4. Kuhn, W., Willauer, L., Mark , D. M. e Frank, A.U. (Eds), User Interfaces for Geographic Information Systems: Discussions at the Specialist Meeting, National Center for Geographic Information and Analysis, (1992).
5. Bruns, H.T., “Direct Manipulation User Interfaces for GIS Map Algebra”, MS Thesis, University of Maine, 1994.
6. Voisard, A., Mapgets: A Tool for Visualizing and Querying Geographic Informatio, in Journal of Visual Languages and computing, 1995.
7. Kuhn, Werner, “Let Metaphors Overcome their WIMP Image”, in (Kuhn, Willauer, Mark e Frank), 1992
8. Larson, Ray R., “Geographic Information Retrieval and Spatial Browsing”, in http://www.sherlock.berkeley.edu/geo_ir, University of Berkeley, California, 1996.
9. Medyckyj-Scott, David, “GIS and the Concept of Usability”, in (Kuhn, Willauer, Mark e Frank), 1992

10. MacDougall, Bruce E., "Thoughts on Graphic Interfaces for Exploring GIS Data", in (Kuhn, Willauer, Mark e Frank), 1992
11. Lindholm, M. and T. Sarjakoski, "Designing a Visualization User Interface" in MacEachren, A. M. and D. R. F. Taylor, (eds.), Visualization in Modern Cartography, Elsevier Science, Oxford, 1994.
12. Strauch, Júlia C. M., Souza, Jano M., Mattoso, Marta L. Q., MULTISIG: Uma Arquitetura para Interoperabilidade entre Bases de Objetos Geográficos, in Proceedings of GIS Brasil 97, 1997.
13. Perez, Celso R., Batista, daniela C. F., Salgado, Ana C., BDGEO: Modelagem, Implementação e Visualização de Dados Geográficos, in Proceedings of GIS Brasil 97, 1997.
14. Gho, P-C. A Graphic Query Language for Cartographic and Land Information Systems", International Journal of Geographic Information Systems, 1989.
15. Oliveira, J.L., Medeiros, C.B., "User Interface Issues in Geographic Information Systems", Relatório Técnico IC-96-06, DCC, UNICAMP, 1996.
16. Voisard, A., Designing and Integrating User Interfaces of Geographic Database Applications, in Proceedings of 1994 ACM Workshop on Advanced Visual Interfaces, 1994.
17. Ferreira, Joseph, "User Interfaces for Geographic Information Systems", in (Kuhn, Willauer, Mark e Frank), 1992.
18. von Hoff, A. Java and Internet Programming. Dr. Dobb's Journal, 20(8), 1995.
19. Strand, Eric J., "Java-Enabled Browsers Provide Geographic Access", in GIS-World, Vol. 9, n.6, pp.38, June 1996
20. Sacchi, Cristiano, Sbatella, Licia, "An Object-Oriented Approach to Spatial Databases", in proceedings of EGIS 1994
21. Shneider, Bernhard, "Object Programming for Spatial Problems: Definitions of a Basic Set of Spatial Classes", in proceedings of EGIS 1994