

MECANISMOS PARA INTERCÂMBIO DE DADOS GEOGRÁFICOS ATRAVÉS DE WEB SERVICES

Michael Schuenck e Valéria Gonçalves Soares

Departamento de Informática e Matemática Aplicada - UFRN, Caixa Postal 515, 12201, Natal, RN, Brasil

michael@ppgsc.ufrn.br, valeria@dimap.ufrn.br

Abstract This paper proposes an interchange mechanism for geographic data through the use of intermediate Web Services. We also present an auxiliary software that codes geographic Web Services according to the OpenGIS specifications. The main objective of this work is facilitate the creation, publication and consumption of geographic Web Services.

Keywords: Intercâmbio, Dados Geográficos, *Web Services*, OpenGIS.

1. Introdução

Inúmeros são os tipos de instituições que utilizam Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), desde agências municipais até órgãos internacionais. Isto representa uma enorme geração de dados geográficos a nível global. Porém, são dados que encontram-se dispersos e desintegrados. Por outro lado, a aquisição e atualização de dados geográficos são tarefas tradicionalmente caras e que consomem muito tempo, dada sua complexidade. Portanto, o intercâmbio de dados geográficos torna-se uma opção bastante usual e que tem se tornado foco de inúmeras pesquisas [12, 15, 17, 19].

A diversidade de formas de armazenamento de dados geográficos e a infinidade de possibilidades na sua modelagem conceitual tornam o intercâmbio dos dados uma tarefa árdua. Segundo [9], existem três maneiras principais de se trocar dados: utilização de formatos "ad hoc", emprego de padrões e troca direta de dados. A primeira refere-se à troca de arquivos em formato convencional entre as partes, o que requer adaptações manuais ou programáticas quando os esquemas dos bancos de dados são diferentes. A segunda maneira diz respeito à utilização de formatos intermediários de representação dos dados, tais como SDTS [16] e GeoBR [15]. A terceira refere-se à troca de dados

sem a necessidade de arquivos intermediários, o que tem sido uma das principais motivações do consórcio OpenGIS [1].

A utilização de padrões proporciona uma maneira padrão para formatação dos dados oriundos de uma fonte de dados, além de eliminar a necessidade de uma instituição receptora dos dados ter que lidar com uma grande quantidade de formatos, o que aconteceria no caso da adoção de esquemas “ad hoc”. Porém, é possível a perda de informações em dois momentos: quando os dados são convertidos para o padrão e quando os dados são convertidos do formato escolhido para o esquema da base de dados que os recebe. Se os dados são convertidos apenas uma vez, existirá também apenas uma possibilidade de perda de informação. Por isto, a transferência direta torna-se uma possibilidade mais viável no intercâmbio de dados.

Como normalmente os dados trocados estão em bases localizadas a quilômetros de distância, torna-se usual a transferência dos dados através da Internet. Neste sentido, a utilização da tecnologia de *Web Services* é uma boa opção, já que se baseia na disponibilidade de métodos que podem ser invocados através da Internet, entre aplicações implementadas em diferentes linguagens.

Com base nisto, este trabalho apresenta aspectos inerentes à utilização desta tecnologia como forma de permitir o intercâmbio de dados geográficos, utilizando-se a Internet como canal de comunicação e as especificações de *Web Services* do Consórcio OpenGIS [3, 5] como regras para a troca dos dados. Além disto, este artigo apresenta uma arquitetura para intercâmbio de dados geográficos através de *Web Services* baseada na utilização de um serviço intermediário e, como pré-requisito para o desenvolvimento deste projeto, um aplicativo para geração automática dos códigos dos *Web Services*.

O restante deste artigo está organizado como se segue: a seção 2 mostra a tecnologia de *Web Services*, além das iniciativas para sua utilização em aplicações geográficas; a arquitetura e o aplicativo propostos são apresentados na seção 3; e por fim, a seção 4 apresenta as considerações finais sobre este trabalho.

2. A tecnologia de *Web Services*

Os *Web Services* são softwares que oferecem serviços a aplicações remotas, denominadas consumidoras, utilizando a Internet como canal de comunicação [2, 7]. As aplicações consumidoras e os *Web Services* podem ser desenvolvidos em diferentes plataformas, utilizando diferentes linguagens de programação, o que é permitido pelo uso de um conjunto de padrões, tais como XML, SOAP, HTTP, WSDL [2]. Além disto, uma aplicação pode utilizar simultaneamente, recursos de *Web Services* localizados em diferentes servidores.

As mensagens trocadas são formatadas no protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*), o que permite a interoperabilidade entre diferentes platafor-

mas, em um processo denominado serialização XML (*Extensible Markup Language*). Porém, antes que as mensagens SOAP sejam trocadas, suas características são explicitadas através de documentos WSDL (*Web Services Description Language*), que descrevem quais dados estarão sendo trocados, e como estes dados estarão organizados nas mensagens SOAP [2].

Adicionalmente, os serviços dos *Web Services* podem ser publicados através de UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*), que é um formato utilizado para seu armazenamento em repositórios disponíveis na Internet. Assim, se um desenvolvedor precisar resolver uma determinada tarefa, pode encontrar o *Web Service* que mais se adequar à sua necessidade.

O consórcio OpenGIS tem definido especificações para padronizar a forma como dados geográficos são acessados [4]. Incluem-se especificações para a utilização de *Web Services*, cujas iniciativas serão apresentadas nas próximas subseções.

Geography Markup Language (GML)

A GML foi criada pelo consórcio OpenGIS com o intuito de permitir transporte e armazenamento de dados geográficos, incluindo propriedades espaciais e não espaciais de feições geográficas [11]. Ela encontra-se atualmente na versão 3.1 e é baseada em XML, sendo definida através de um conjunto de esquemas em XML Schema [13]. Estes esquemas são utilizados como base para a construção dos denominados esquemas de aplicação GML, que representam dados referentes a domínios específicos e nos quais podem ser definidos os elementos e tipos necessários à representação de tipos de feições específicos. Por isto, é possível que a troca de documentos XML de acordo com GML requiera a conversão dos dados, o que pode ser feito através de XSLT (*Extensible Stylesheet Language Transformations*) [14] e DOM (*Document Object Model*) [8].

Web Feature Service (WFS)

Esta especificação suporta a comunicação padronizada entre clientes e servidores de dados geográficos, permitindo a execução de consultas, inserções, atualizações e exclusões de feições geográficas [3]. Para tanto, foram definidas as seguintes operações [3]:

- **GetCapabilities**: retorna um documento que descreve os tipos de feições suportados, bem como as operações permitidas por cada um destes tipos.
- **DescribeFeatureType**: retorna uma descrição de um determinado tipo de feição, suportado pelo WFS.

- **GetFeature**: é responsável por retornar instâncias de dados oferecidos pelo serviço, representadas por documentos no formato GML.

Além destas, que definem um WFS básico, que é somente-leitura, existem ainda as seguintes operações, que definem um WFS transacional [3]:

- **Transaction**: permite a realização de operações de inserção, atualização e exclusão sobre os dados mantidos sob o WFS.
- **LockFeature**: é uma operação opcional, utilizada para bloquear um ou mais itens de dados na utilização de um WFS transacional, permitindo a serialização.

A seqüência natural na utilização de *Web Services* que implementam a especificação WFS consiste de três passos. O primeiro é a utilização do método **GetCapabilities** pelo cliente, que retorna as capacidades do serviço. Em seguida, o cliente pode invocar o método **DescribeFeatureType** e ter detalhes de um determinado tipo de feição. O terceiro passo consiste de recuperar ou modificar dados, utilizando-se o método **GetFeature** ou **Transaction**[3].

Web Map Service (WMS)

A função de WMS é criar uma forma padronizada para recuperação de mapas (imagens matriciais). Neste processo, os parâmetros utilizados para a definição exata de qual mapa recuperar são: a representação do mapa, o tamanho do mesmo e o seu sistema de referência [4]. São definidas três operações [5]:

- **GetCapabilities**: provê meta-dados sobre o serviço, oferecendo informações sobre os valores de parâmetros aceitáveis para as demais operações.
- **GetMap**: retorna um mapa para o cliente, com sistema de referência, tamanho, formato e transparência especificados [5].
- **GetFeatureInfo**: operação opcional que retorna informações adicionais sobre pixels determinados pelo cliente, por meio de um mapa recuperado previamente.

Um WMS básico é definido pelas duas primeiras operações, enquanto que um WMS consultável agrega as funcionalidades do primeiro, com a adição da operação **GetFeatureInfo**[5].

3. Intercâmbio de dados geográficos através de *Web Services*

A partir de *Web Services* implementados de acordo com as especificações WFS e WMS, uma aplicação pode fazer requisições de dados a um ou diversos serviços. Porém, esta abordagem apresenta alguns pontos negativos. Para cada aplicação consumidora, é necessária uma nova implementação de todo o aparato necessário para invocar os métodos, recuperar os dados e reuni-los. Além disso, os programadores das aplicações consumidoras devem se preocupar em localizar os serviços que lhes interessem, sendo possível a inclusão de algum serviço irrelevante ou a não inclusão de um serviço relevante para seu domínio.

Com base nisto, este trabalho propõe uma solução baseada na criação de um serviço intermediário para realizar o intercâmbio. O processo completo é apresentado na Figura 1, em que a seqüência de execução é representada pelos círculos enumerados.

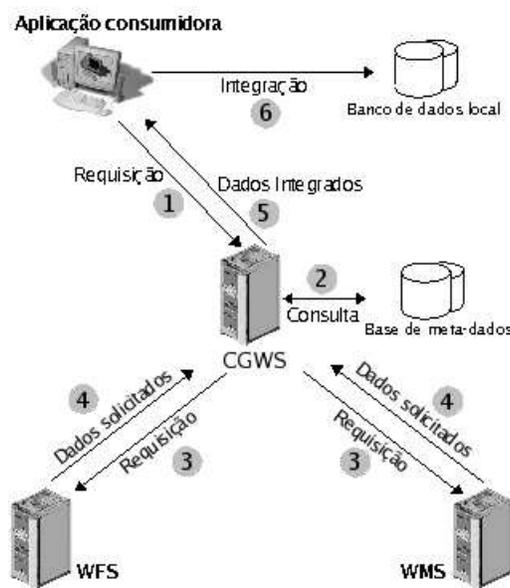


Figure 1. O mecanismo de compartilhamento através de um *Web Service* intermediário

O serviço intermediário, denominado CGWS (*Centered Geographic Web Service*), deve ter um conhecimento prévio dos *Web Services* que pode acessar para saber qual escolher, quando receber uma requisição. Por isto, devem ser armazenados meta-dados na forma de documentos RDF (*Resource Description Framework*) [6]. As descrições dos serviços podem incluir informações sobre

os tipos de serviços oferecidos (WFS ou WMS), bem como suas funcionalidades, área de abrangência e data de aquisição e de disponibilização dos dados. Ele recebe solicitações de dados de aplicações remotas (1) e, utilizando a base de meta-dados, descobre o serviço que contém os dados que mais se adequam às requisições (2). A partir dos resultados obtidos, o serviço selecionado é invocado (3), retornando os dados desejados (4), seguindo o formato padrão de resposta do serviço acessado (WFS ou WMS). Como apenas um serviço é acessado pelo CGWS, não é necessário realizar qualquer integração antes de os dados serem enviados para a aplicação remota que os solicitou (5). Por fim (6), os dados recebidos pela aplicação solicitante podem ser convertidos para o formato do banco de dados local.

As requisições do passo 1, incluem os métodos suportados pelas especificações de *Web Services* do OpenGIS. Porém, o método `GetCapabilities` é alterado de forma a incluir seus parâmetros originais, de acordo com WFS e WMS, além de parâmetros de decisão, que permitem a definição de quais serviços o CGWS buscará os dados, como por exemplo, o período de aquisição dos dados.

Para o armazenamento de meta-dados, optou-se pela utilização de RDF, como forma de permitir a definição dos tipos de informações mais apropriadas para este caso, dada a liberdade oferecida para a representação de entidades e seus relacionamentos. Um trecho de um documento RDF representando os meta-dados é apresentado abaixo.

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:s="http://www.dimap.ufrn.br/esquema#">
...
  <rdf:Description rdf:about="http://www.ccet.ufrn.br/geo.aspx">
    <rdf:type resource="http://www.dimap.ufrn.br/esquema#servico">
      <s:instituicao>CCET - UFRN</s:instituicao>
      <s:tipo>WFS</s:tipo>
      <s:operacao>
        <rdf:bag>
          <rdf:li rdf:resource="GetCapabilities"/>
          <rdf:li rdf:resource="DescribeFeatureType"/>
          <rdf:li rdf:resource="GetFeature"/>
        </rdf:bag>
      </s:operacao>
      <s:tema>
        <rdf:bag>
          <rdf:li rdf:resource="hidrografia">
```

```

        <rdf:li rdf:resource="elevacao">
      </rdf:bag>
    </s:tema>
  ...
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

Neste documento é descrito o serviço cuja URI (*Unified Resource Identifier*) é <http://www.ccet.ufrn.br/geo.asmx>. Nele também são definidas suas propriedades, tais como tipo e o conjunto com as operações suportadas.

Geração dos *Web Services*

Antes do desenvolvimento das etapas do mecanismo apresentado na seção 3, uma frente adicional do trabalho é a criação do aplicativo *Geographic Web Service Generator* (GWSG). Sua função é a geração de *Web Services* em conformidade com as especificações do OpenGIS, para acesso e disponibilização de dados geográficos.

A importância desta iniciativa reside no fato de que atualmente existem poucas instituições que disponibilizam seus dados geográficos por meio de *Web Services* que seguem as especificações WFS e WMS, o que pode ser percebido pela pequena quantidade de referências a estes tipos de serviços nos diretórios UDDI. Assim, este aplicativo visa propiciar a disseminação de *Web Services* geográficos, dado que esta iniciativa facilita a criação dos serviços e que, para as instituições que possuem dados geográficos, este trabalho não necessariamente constitui alguma vantagem.

Suas principais características são as seguintes:

- Os códigos gerados são escritos em Java.
- Gera os dois tipos de *Web Services* propostos pelo Consórcio OpenGIS, WMS e WFS, com seus respectivos métodos. Isto desobriga o usuário do aplicativo, de conhecer estas especificações.
- Inclui um formulário para inserção de meta-dados sobre os dados geográficos a serem disponibilizados, além de ambientes para a visualização e edição do código gerado, e para auxílio à publicação dos serviços.
- Pode gerar *Web Services* para acesso a dados localizados em bases locais ou remotas.

A Figura 2 apresenta seu funcionamento. O GWSG deve receber meta-dados sobre o banco que armazena os dados geográficos, tais como parâmetros de conexão e campos das tabelas (WFS), e nomes dos arquivos de imagens



Figure 2. Funcionamento do GWSG

(WMS). A partir disso, é gerado o código do *Web Service*, sendo possível seu empacotamento em arquivos WAR e sua publicação, tarefas que também são auxiliadas pelo aplicativo. A Figura 3 mostra a interface do protótipo.

4. Considerações Finais

O reuso de dados geográficos já capturados por outras instituições reduz tempo e custos na sua aquisição. Portanto, é essencial a utilização de formas de intercâmbio eficazes, até mesmo para não tornar a própria troca dos dados, uma tarefa onerosa. Neste sentido, este trabalho dá sua contribuição, ao apresentar uma arquitetura que permite o intercâmbio programático de dados geográficos, utilizando uma combinação de artefatos criados por instituições conceituadas, como os consórcios OpenGIS e W3C.

Para a arquitetura proposta, no entanto, sua implementação imediata não surtiria efeito, dada a pequena quantidade de *Web Services* disponíveis em conformidade com as especificações WFS e WMS. Assim, uma forma de estimular a criação destes serviços é a criação do aplicativo apresentado, para geração do código de *Web Services*. Esta iniciativa, que encontra-se em fase

Considerações Finais

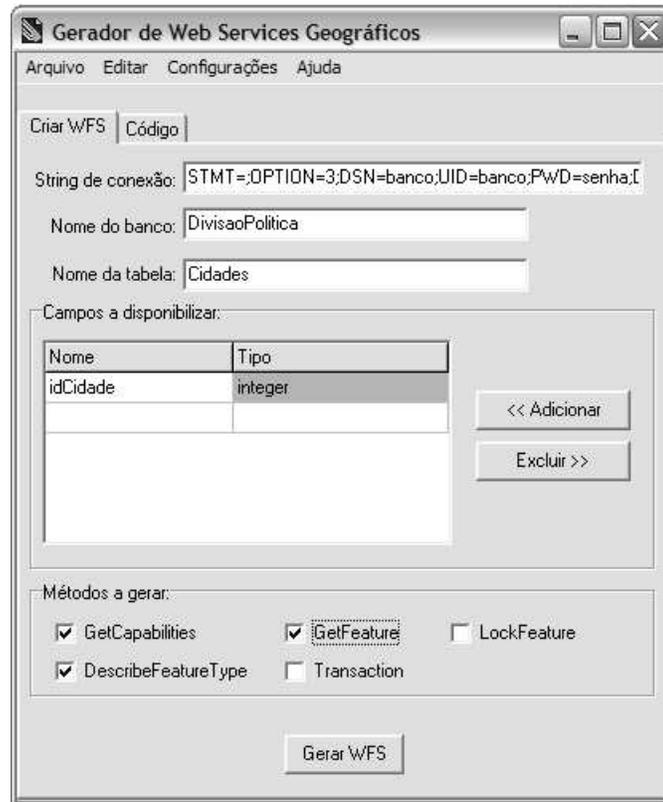


Figure 3. Protótipo do GWSG

de desenvolvimento, irá desencarregar cada instituição de ter que conhecer as especificações do consórcio OpenGIS, além de reduzir o tempo de implementação dos serviços.

References

- [1] *OpenGIS Consortium Inc. (OGC)*, disponível em: <http://www.opengis.org>, acessado em: 04/05/2004.
- [2] World Wide Web Consortium (W3C), *Web Services Architecture*, disponível em: <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-arch-20040211/>, acessado em: 10/05/2004.
- [3] *Web Feature Service Implementation Specification*, OpenGIS Consortium Inc., Version: 1.0.0, 2002.
- [4] *OpenGIS Reference Model*, OpenGIS Consortium Inc., Version: 0.1.2, 2004.
- [5] *Web Map Service Interface*, OpenGIS Consortium Inc., Version: 1.3.0, 2004.
- [6] World Wide Web Consortium (W3C), *Resource Description Framework (RDF) / W3C Semantic Web Activity*, disponível em: <http://www.w3.org/RDF/>, acessado em: 09/07/2004.

- [7] World Wide Web Consortium (W3C), *Web Services*, disponível em: <http://www.w3.org/2002/ws/>, acessado em: 10/05/2004.
- [8] World Wide Web Consortium (W3C), *W3C Document Object Model*, disponível em: <http://www.w3.org/DOM/>, acessado em: 10/05/2004.
- [9] P. A. Burrough, R. A. McDonnell, *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford University Press, 1998.
- [10] A. Voisard, M. Jürgens, *Geospatial Information Extraction: Querying or Quarrying?*, Interoperating Geographic Information Systems, MA: Kluwer Academic Publishers (1999), 165-180.
- [11] *Geographic Information – Geography Markup Language (GML)*, OpenGIS Consortium Inc., Version: 3.1.0, 2004.
- [12] P. Lima, G. Câmara, J. A. Paiva, A. M. V. Monteiro, *Intercâmbio de Dados Geográficos: Modelos, Formatos e Conversores*, III Simpósio Brasileiro em Geoinformática – GeoInfo 2001, Rio de Janeiro.
- [13] World Wide Web Consortium (W3C), *XML Schema Part 0: Primer*, disponível em: <http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/>, acessado em: 15/06/2004.
- [14] World Wide Web Consortium (W3C), *XSL Transformations (XSLT)*, disponível em: <http://www.w3.org/TR/xslt>, acessado em: 10/05/2004.
- [15] P. Lima, G. Camara, G. Queiroz, *GeoBR: Intercâmbio Sintático e Semântico de Dados Espaciais*, IV Simpósio Brasileiro em Geoinformática – GeoInfo 2002, Caxambú, MG.
- [16] United States Geological Survey (USGS), *Spatial Data Transfer Standard*, ANSI NCITS 320-1998.
- [17] R. Fileto, *Issues on Interoperability and Integration of Heterogeneous Geographical Data*, III Simpósio Brasileiro em Geoinformática – GeoInfo 2001, Rio de Janeiro.
- [18] V. Poe, P. Klauer, S. Brost, *Building a Data warehouse for Decision Support*, Prentice Hall, 1998.
- [19] R. Müller, A.U. Frank, *Interoperability and Workflow: Multi-Agency Databases*, In Proceedings of 6th Int. Conference on Distributed Multimedia Systems (DMS99), in University of Aizu, Japan.