

Implementação de um servidor WPS para análise espacial

Emerson Magnus de Araújo Xavier

SER-301 Análise Espacial

Prof. Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro

Resumo: Servidores para Web Processing Services (WPS), especificados pelo Open Geospatial Consortium vêm surgindo como uma nova ferramenta para os analistas que usam dados espaciais. Este trabalho visa à montagem de uma arquitetura que possibilite o desenvolvimento de servidores WPS baseados na biblioteca TerraLib.

Palavras-chave: Web Processing Service (WPS), Análise Espacial.

1. Introdução

O Open Geospatial Consortium (OGC) tem produzido nesses últimos anos uma série de especificações que visam a interoperacionalidade entre os sistemas que usam a informação geográfica. Tais especificações têm atingido principalmente os serviços baseados na Web, particularmente os serviços de dados, como Web Map Service (WMS) e Web Feature Service (WFS).

Seguindo a tendência da Web 2.0, onde os usuários têm maior interatividade com os *sites* e serviços disponíveis, a OGC iniciou a especificação do Web Processing Service (WPS). Tal serviço pode ser configurado para oferecer qualquer tipo de processamento que envolva a informação geográfica, normalmente empregados nos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma arquitetura que possibilite a criação de servidores e clientes WPS. Tal arquitetura terá como camada básica de *software* as ferramentas de processamento disponíveis na TerraLib.

A TerraLib é um projeto de software livre que permite o trabalho colaborativo entre a comunidade de desenvolvimento de aplicações geográficas. É composta de uma biblioteca de classes escritas em C++ e baseada numa arquitetura de camadas, de acordo com Casanova et al (2005).

Nesse contexto, surge o questionamento se estaria a TerraLib pronta para servir como suporte a implementação de servidores e clientes que atendam às especificações da OGC.

Em setembro de 2005, a OGC disponibilizou para a comunidade uma especificação para ser discutida com a comunidade, o Web Processing Service (WPS). Tal serviço, que até o presente momento não encontra-se definido como um padrão OGC *de facto*, servirá como base para este trabalho.

2. Especificações OpenGIS

O OGC é um consórcio formado por mais de 300 empresas, agências governamentais e universidades de todo o mundo. Seu objetivo é promover o desenvolvimento de tecnologias que permitam a interoperabilidade entre sistemas que utilizam a informação geográfica, segundo Casanova et al. (2005).

No desenvolvimento dessas tecnologias o OGC usa uma denominação comum hoje na comunidade de SIG, os padrões OpenGIS. OpenGIS é uma marca registrada do OGC para ser associada às suas tecnologias e, de uso corrente, às suas especificações.

Uma das principais características dos produtos OpenGIS é que seus padrões não dependem de nenhum fabricante específico e são abertos à comunidade, inclusive aceitando sugestões, comentários e contribuições.

Serão abordados nas subseções seguintes dois padrões OpenGIS: GML e WPS, atividades meio e fim, respectivamente, deste trabalho.

2.1. Geography Markup Language (GML)

De acordo com Cox et al. (2004), o GML é uma especificação do OpenGIS para codificar dados geográficos num arquivo XML (eXtensible Markup Language). Para a construção dos esquemas XML usados nessa codificação, a equipe do OGC valeu-se das especificações XML distribuídas pela W3C (2004).

Num arquivo GML podem ser codificados os mais diversos tipos de dados geográficos, passando pelas feições geográficas simples, sistemas de coordenadas, topologias, tempo, entre outras informações relevantes.

Na **Figura 1** é possível observar como funciona a codificação de um dado geográfico num arquivo XML. Em **a** existe uma feição geográfica simples representada por um polígono, junto com seus atributos. Já em **b** está apresentada a forma codificada desta informação.

a) Dado geográfico.

Attribute Name	distritos
area	3852
cod	70
deno	SANTA CECILIA
id2	413
object_id_7	53
sigla	SCE
sprarea	3842344.0313
sprnome	54
sprperimet	8576.6837
sprrotulo	54
TeGeometry/Polygon/...	330221.3,7396108.7 ...

b) Codificação GML.

```

<distritos>
  <TeGeometry>
    <gml:Polygon srsName="EPSG:29193">
      <gml:outerBoundaryIs>
        <gml:LinearRing>
          <gml:coordinates>
            330221.3,7396108.7 ...
          </gml:coordinates>
        </gml:LinearRing>
      </gml:outerBoundaryIs>
    </gml:Polygon>
  </TeGeometry>
  <sprarea>3842344.0313</sprarea>
  <sprperimet>8576.6837</sprperimet>
  <sprrotulo>54</sprrotulo>
  <sprnome>54</sprnome>
  <id2>413</id2>
  <area>3852</area>
  <cod>70</cod>
  <sigla>SCE</sigla>
  <deno>SANTA CECILIA</deno>
  <object_id_7>53</object_id_7>
</distritos>

```

Figura 1. Codificação de um dado geográfico em GML.

2.2. Web Processing Service (WPS)

O WPS é uma proposta de especificação de serviço Web editada por Schut e Whiteside (2005). O objetivo deste serviço é propiciar aos clientes o acesso a algoritmos espaciais sem a necessidade dos clientes possuírem estes algoritmos implementados em suas máquinas.

Segundo Shut e Whiteside (2005), a interface deste serviço deve prover mecanismos para a identificação de dados espaciais, iniciar os cálculos necessários e gerenciar a saída deste cálculo de forma que possa ser acessado pelo cliente. A especificação do WPS abrange tanto o processamento de dados vetoriais (geo-objetos) como matriciais (geo-campos).

O funcionamento de um servidor WPS segue o padrão OpenGIS Web Services Common Specification (OWS), editado por Whiteside (2005). Ainda de acordo com Shut e Whiteside (2005), essa interface especifica três operações básicas que podem ser requisitadas por um cliente e executadas por qualquer servidor que atende à sua especificação:

- **GetCapabilities**: operação comum a qualquer OWS. Permite que o cliente receba metadados do servidor, tais como identificação e atividades que podem ser executadas;
- **DescribeProcess**: permite que o cliente obtenha informações mais detalhadas sobre uma ou mais operações que o servidor pode executar, tais como parâmetros de entrada e de saída;
- **Execute**: esta operação permite que o cliente efetivamente execute o processamento desejado, desde que forneça os parâmetros necessários, recebendo a resposta pedida.

A **Figura 2** mostra o diagrama de seqüência para a execução das três operações preconizadas na especificação WPS.

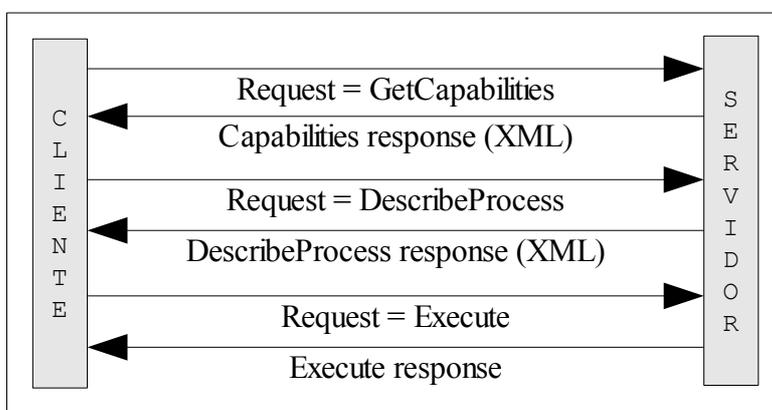


Figura 2. Diagrama de seqüência para as operações WPS.

3. Implementação

A implementação das classes em uso neste trabalho seguiu o padrão adotado nas demais classes da TerraLib, com o uso da linguagem de programação C++ e a inclusão da documentação junto com o código-fonte.

Para este trabalho foi desenvolvido um conjunto de classes que permitem a manipulação de dados no formato GML, tanto para a escrita como para a leitura, denominado pacote TeGML. Como o GML abrange uma miríade de informações possíveis de codificação no XML, optou-se, neste momento, em desenvolver classes que tratam as versões mais simples de feições geográficas, conforme descrito no documento Geography Markup Language (GML) simple features profile, editado por Vretanos (2006).

Na **Figura 3** está apresentado um diagrama UML das classes que compõem o pacote TeGML. Esta figura traz uma noção da complexidade do desenvolvimento de um pacote que permita manipular os dados codificados no padrão GML. As classes em branco foram criadas para servir de apoio às demais. As classes em verde constam do esquema XML do GML. Já as classes em azul e laranja representam a aplicação dos padrões de projeto Factory e Singleton, conforme Gamma et al. (2000).

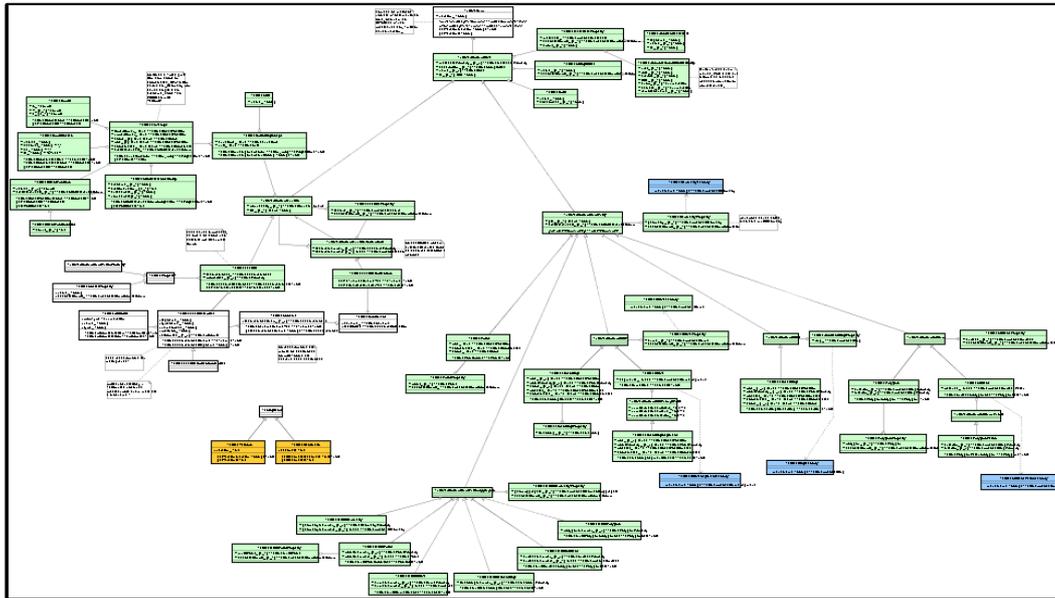


Figura 3. Diagrama UML do pacote TeGML.

A arquitetura desenvolvida para o pacote TeWPS, que materializa a especificação WPS encontra-se na **Figura 4**. É possível perceber sua dependência tanto do pacote TerraLib como do TeOWS. Tal dependência se verifica porque é na TerraLib onde estão os algoritmos para tratamento da informação espacial. O pacote TeOWS materializa os conceitos comuns a todos os OpenGIS Web Services, particularmente as funções para tratamento da comunicação entre o cliente e o servidor, caracterizando, desta forma, o reuso de código.



Figura 4. Arquitetura do pacote TeWPS.

4. Caso de uso

Testes são essenciais para o desenvolvimento de qualquer sistema computacional. Para validar a implementação realizada, foram executados testes no sentido de implementar um dos processamentos mais comuns em aplicações de análise espacial: a matriz de proximidade.

4.1. WPS matriz de proximidade

Conforme Wikipedia (2007), a matriz de proximidade, também conhecida como matriz de adjacência, guarda informações sobre como os vértices de um grafo estão relacionados. Trazendo este conceito para a análise espacial, pode-se afirmar que esta matriz guarda esses relacionamentos em relação a uma métrica bem definida, que pode ser distância, tempo ou outras.

Por ser um processamento fundamental nas atividades que envolvem os conceito de análise espacial, como média espacial móvel, índice de Moran, Skater, entre outros, o cálculo

da matriz de proximidade foi escolhido como algoritmo espacial a ser executado no servidor WPS implementado neste trabalho.

4.2. Funcionamento

Para que o servidor WPS calcule a matriz de proximidade de um conjunto de dados espaciais, é necessário que o cliente passe esses dados ao servidor. Também pode ser explorado nesse sentido o encadeamento de servidores, caso o dado estivesse disponível num servidor WFS (Web Feature Service), cuja especificação foi editada por Vretanos (2005). Para este trabalho em particular, será explorado apenas o caso em que o cliente remete o dado diretamente para o servidor WPS.

A forma escolhida para a codificação desse dado foi o formato GML, por ser um padrão proposto pelo OGC e estar pronto para as aplicações Web, pelo fato de ser uma implementação do formato XML, amplamente utilizado nesse tipo de sistema.

O esquema de funcionamento do sistema pode ser observado na **Figura 5**. O aplicativo cliente monta um documento GML e seu respectivo esquema XML de acordo com as necessidades do usuário (1). Esses dados são transmitidos pela rede até o servidor WPS (2). O servidor transforma esses dados em objetos da TerraLib e executa o processamento (3). Por último, o resultado é transmitido para o cliente pelo mesmo meio de comunicação (4).

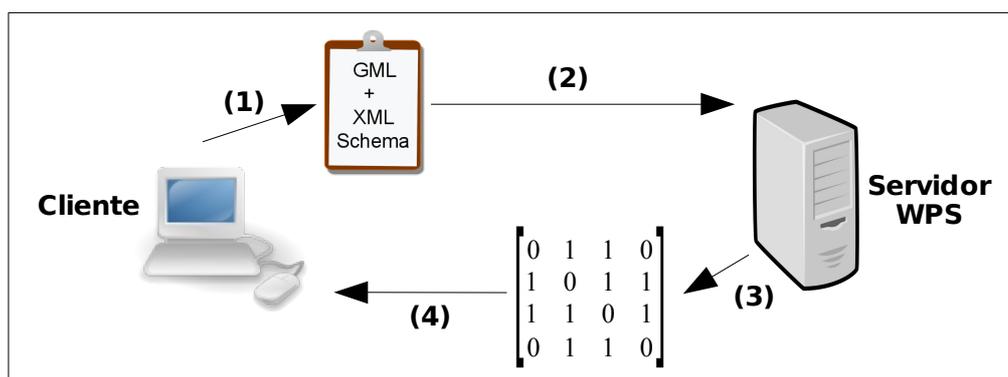


Figura 5. Esquema de funcionamento da arquitetura proposta.

4.3. Resultados

Para a execução dos testes do servidor WPS desenvolvido, foi escolhido como dado alguns distritos que compõem o município de São Paulo.

Para executar os cálculos envolvidos na montagem da matriz de proximidade foi necessário criar algumas rotinas no servidor, tomando por base o relacionamento topológico *intersects*, também conhecido por *not disjoint*, conforme Casanova et al. (2005). Não foi possível executar tal procedimento através do uso da classe *TeGeneralizedProxMatrix* da TerraLib. Este fato ocorreu devido ao fato de seus algoritmos estarem intrinsecamente ligados à utilização de dados armazenados em SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados).

Inicialmente foram exportados os dados dos distritos de São Paulo para um arquivo no formato GML, juntamente com a criação do arquivo do modelo de dados, ou esquema XML, correspondente. Esses dados foram submetidos ao servidor através do método POST, amplamente utilizados em transações CGI (Common Gateway Interface), segundo Weimann (1997), através de um *browser*.

O servidor, após receber os dados, processou as informações e remeteu a resposta ao cliente também no formato XML, de forma a manter esse padrão em aplicações desse tipo. Os

resultados obtidos foram satisfatórios e dentro do previsto.

5. Conclusões

O uso de servidores WPS se apresenta como uma opção interessante para o analista que trabalha diretamente com dados espaciais. Juntamente com seus aplicativos mais usados para esse fim, tal profissional poderá contar também com os algoritmos desenvolvidos por terceiros, que estejam disponíveis nesse tipo de servidor.

A arquitetura proposta, mesmo numa fase de prototipagem, apresentou-se capaz de cumprir a tarefa. O servidor WPS que realiza o cálculo de uma matriz de proximidade demonstrou resultados esperados. Pode-se concluir que o objetivo deste trabalho foi atingido.

O formato GML é um padrão interessante para intercâmbio de dados geográficos porque é aberto, ou seja, independente de fornecedor; está pronto para aplicações Web, pois é XML, e está em constante evolução.

Neste trabalho, a TerraLib mais uma vez apresentou sua potencialidade para trabalhar com serviços Web. Para o total aproveitamento de suas ferramentas de processamento espacial, em alguns casos, será necessário rever seus algoritmos, a fim de diminuir uma eventual dependência com o SGBD.

Como sugestão para trabalhos futuros fica a melhoria desta arquitetura, procurando levar em conta o encadeamento de servidores e a utilização do protocolo SOAP para a comunicação cliente-servidor, como mais uma opção ao CGI.

Referências

Casanova, M. A.; Câmara, G.; Davis, C.; Vinhas, L.; Queiroz, G. **Bancos de Dados Geográficos**. Curitiba: Editora MundoGeo, 2005.

Cox, S., Daisey, P., Lake, R., Portele, C., Whiteside, A. **OpenGIS Geography Markup Language (GML) Implementation Specification**. 2004. Document number OGC 03-105r1 Version 3.1.0. Open Geospatial Consortium, Inc.

Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J. **Padrões de projeto: soluções reutilizáveis de software orientado a objetos**. Bookman, Porto Alegre, 2000.

Schut, P., Whiteside, A. **OpenGIS Web Processing Service**. 2005. Document number OGC 05-007r4 Version 0.4.0. Open Geospatial Consortium, Inc.

Vretanos, P. **Web Feature Service Implementation Specification**. 2005. Document number OGC 04-094 Version 1.1.0. Open Geospatial Consortium, Inc.

Vretanos, P. **Geography Markup Language (GML) simple features profile**. 2006. Document number OGC 06-049 Version 1.0. Open Geospatial Consortium, Inc.

W3C. **XML Schema Part 1: Structures Second Edition**. 2004.

Weinman, W. E. **Manual de CGI**. Makron Books, São Paulo 1997.

Whiteside, A. **OpenGIS Web Service Common Specification**. 2005. Document number OGC 05-008 Version 1.0.0. Open Geospatial Consortium, Inc.

Wikipedia. Matriz de adjacência. [online], 2007. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Matriz_de_adjac%C3%Aancia>, acesso em 28 Jan 2007.