

Composição de Serviços Geográficos na Web

Sergio A. B. Cruz¹, Antonio M. V. Monteiro¹, Rafael Rafael D. C. Santos¹

¹INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Av dos Astronautas, 1.758 Jd. Granja - CEP: 12227-010
São José dos Campos – SP Brasil

{scruez,mguel}@dpi.inpe.br, rafael@lac.inpe.br

Abstract. *This paper is a overview about requirements for integration of geographic services on the Web. This integration corresponds to the specification of a process formed by the composition of services. Concepts and technologies required to perform this composition are presented. The automation of the composition is based in a representation of the functional capacity of service. This overview presents how this representation can be realized and how it can support the automation of composition of services.*

Resumo. *Este trabalho apresenta um estudo a respeito dos elementos necessários a integração de serviços geográficos na Web. Neste estudo a realização da integração de serviços é vista como a especificação de um processo formado pela composição de serviços. Neste contexto são apresentados conceitos e tecnologias necessários para a realização desta composição. A representação da capacidade funcional de um serviço é a base para a automação da tarefa de construção de uma composição. Neste estudo é então apresentado como esta representação pode ser realizada e como ela pode dar suporte a automação da composição de serviços.*

1. Introdução

Aplicações em geoprocessamento geralmente envolvem o uso de dados sobre diferentes temas e em diferentes formatos que são gerados e manipulados em um esforço multi-institucional. A realização das atividades e a interação entre as instituições envolvidas neste esforço definem um processo cuja meta é a realização dos objetivos da aplicação. Este esforço é caracterizado pela descentralização tanto da execução das atividades quanto dos dados utilizados pelas instituições. Uma abordagem comum adotada para uso destes dados consiste na construção de uma base de dados consolidada contendo informações provenientes das diferentes fontes. Geralmente esta base consolidada é hospedada em uma única instituição, a qual normalmente é a que realiza a maioria dos trabalhos de geoprocessamento e execução do processo. Esta centralização dos dados facilita o geoprocessamento uma vez que fornece um repositório com esquema único para modelagem dos dados, com controle centralizado de consistência e acesso em um ambiente computacional conhecido e controlado. Porém esta abordagem apresenta alguns inconvenientes relativos a necessidade de conversão e duplicação de dados, política de acesso aos dados entre instituições, e falta de compartilhamento de produtos intermediários gerados pelo processo, uma vez que estes permanecem inacessíveis internamente em cada instituição. Uma abordagem alternativa

para a realização deste tipo de processo pode ser obtida utilizando a arquitetura SOA (*Service Oriented Architecture*) (Erl, 2004), onde as instituições podem expor seus dados e procedimentos de maneira padronizada na forma de serviços. Esta abordagem possibilita um uso compartilhado de dados e de recursos computacionais e com isto permite uma redução de custos na execução de atividades em geoprocessamento. Cada instituição pode criar os seus serviços de maneira independente, os quais podem ser compartilhados por diferentes processos. Uma questão básica que surge dado um conjunto de serviços e a necessidade de construção de um processo específico é como combinar os serviços adequados para realizá-lo. Para responder a esta questão é necessário que sejam criados mecanismos para construção de um plano de execução e interação entre os serviços de modo que eles possam, combinados, realizar os objetivos do processo. Para construir este plano é necessário localizar os serviços mais adequados para realização das tarefas requisitadas. Para execução do plano e para gerenciamento das interações entre os serviços participantes da composição é necessário criar mecanismos para invocação adequada dos serviços componentes e para conversão adequada de dados trocados entre os serviços.

A base para construção destes mecanismos para composição, interação com serviços e conversão de dados está na representação semântica dos serviços e dos dados trocados entre as suas interações. Uma representação semântica de um serviço permite a construção de parâmetros para comparação entre funcionalidades requisitadas de um serviço e os serviços disponíveis para composição (Paolucci et al, 2002). Com base nesta representação das capacidades dos serviços também é possível construir mecanismos de inferência que permitem a combinação automatizada de serviços para construção de um processo e a execução do mesmo com o gerenciamento das interações entre os seus serviços componentes (Rao & Su, 2004) (Sirin et al, 2003, 2004a, 2004b) (McIlraith & Son, 2002) (Cardoso & Sheth, 2005).

Este trabalho apresenta como uma composição de serviços pode ser obtida a partir da descrição semântica de serviços.

2. Representação Semântica de Serviços

A implementação de mecanismos automatizados para composição de serviços requer a existência de uma descrição, processável por computador, das características dos serviços. Esta descrição permite expressar os requisitos de um serviço necessários à construção de uma composição, além de permitir a criação de um repositório de descrições de serviços componentes. OWL-S (Martin et al, 2004) é uma proposta submetida para apreciação pelo W3C que permite a realização destas descrições. OWL-S é uma ontologia construída em OWL (*Ontology Web Language*) que define um vocabulário para caracterização de serviços, modelando-os sob três aspectos: funcional, estrutural e de comunicação. Estes aspectos de um serviço são representados por um conjunto de classes, propriedades e relações entre estes elementos, os quais permitem uma descrição semântica do serviço e que podem ser interpretados de maneira automática.

No aspecto funcional é descrito o que o serviço realiza do ponto de vista do cliente. A funcionalidade do serviço pode ser descrita em termos de sua capacidade de transformação de informação, ou seja, de transformação dos tipos de dados de entrada em tipos de dados de saída. Como exemplo, um serviço para geração de Índice de Vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) poderia ser descrito desta

forma, considerando que sua funcionalidade pode ser caracterizada pelos seus parâmetros de entrada correspondendo a imagens da banda vermelho e infra-vermelho e parâmetros de saída correspondendo a imagem NDVI. Outra forma de representar a funcionalidade de um serviço pode ser realizada através de expressões lógicas que descrevem as modificações permanentes que um serviço promove no ambiente. Um exemplo de serviço que se enquadra nesta categoria seria um serviço de licenciamento ambiental que recebe como entrada dados referentes ao proprietário e características do empreendimento do qual se deseja a licença. Para emissão da licença algumas pré-condições devem ser avaliadas e ao final do procedimento, novas informações são geradas e registradas. O usuário do serviço pode obter como saída um número de registro de licença ambiental, porém além desta informação o serviço pode registrar uma série de novas informações que poderão ser verificadas posteriormente por outros serviços.

Segundo OWL-S todo serviço é visto como um processo. Os processos podem ser classificados em três tipos de acordo com a sua estrutura interna. Um processo do tipo *AtomicProcess* não possui subprocessos internos e corresponde a um serviço concreto que pode ser invocado diretamente. Um processo do tipo *CompositeProcess* pode ser decomposto em outros processos. A linguagem OWL-S possui elementos que descrevem como um *CompositeProcess* pode ser criado a partir de outros processos. Um processo do tipo *SimpleProcess* corresponde a uma abstração de um processo, possibilitando a criação de uma visão de um *AtomicProcess* ou de uma representação simplificada de um *CompositeProcess*.

No aspecto de comunicação são descritos como o serviço pode ser acessado em termos de formatos de mensagens, protocolos de serialização, transporte e endereçamento. Este aspecto do modelo detalha o mapeamento entre elementos de uma descrição semântica de um serviço do tipo *AtomicProcess* em elementos necessários para interação com um serviço concreto.

Os aspectos funcional, estrutural e de comunicação de um serviço são representados respectivamente pelas classes *ServiceProfile*, *ServiceModel* e *ServiceGrounding* da ontologia OWL-S conforme ilustrado na Figura 1.

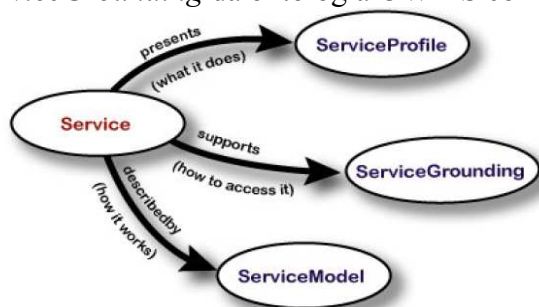


Figura 1 – Ontologia de serviço OWL-S.
Fonte: Martin et al. (2004)

A base para a implementação de mecanismos para composição de serviços é a representação da capacidade funcional do serviço. Em OWL-S esta representação pode ser expressa por meio das propriedades Input, Output, Preconditions e Effects da classe *ServiceModel* que em conjunto são conhecidas como IOPE's do serviço. Input e Output descrevem os tipos conceituais das entradas e saídas de um serviço. Os valores destas propriedades ajudam a caracterizar a capacidade de transformação de informação que o

serviço pode realizar. Preconditions e Effects descrevem respectivamente as condições em que o serviço pode ser invocado e os efeitos da execução do serviço. Os valores destas propriedades são expressões lógicas que modelam o estado do ambiente de execução do serviço. Em conjunto estas propriedades caracterizam a capacidade de transformação do ambiente que o serviço pode realizar. Os procedimentos para construção automatizada da composição de serviços baseiam-se nestas quatro propriedades.

3. Composição de Serviços

A composição de serviços pode vista como um procedimento orientado por meta, que a partir dos requisitos da composição, expressos na forma dos tipos de dados ou da descrição do estado final que se deseja obter como resultado da execução da composição, gera um plano de execução dos serviços. A capacidade funcional de cada serviço determina se o mesmo participará do plano de execução, e em caso positivo, como será a sua participação.

Duas abordagens principais são adotadas para implementar mecanismos que realizam a composição de serviços. A primeira considera que a capacidade funcional de um serviço pode ser caracterizada pela sua capacidade de transformação de informação, ou seja, da transformação de seus dados de entrada em dados de saída. Como requisito da composição é fornecido o tipo de dado que se deseja obter com a execução da composição. Opcionalmente pode ser definido neste requisito, o tipo de dado disponível como entrada. O procedimento de construção da composição neste caso consiste no encadeamento de serviços de modo a resolver as dependências de dados de entrada. Em um primeiro passo, são seleccionados do repositório de serviços aqueles que fornecem como saída um tipo de dado compatível com o requisitado. As entradas dos serviços seleccionados definem novos requisitos para seleção de outros serviços a serem encadeados. Quando não existirem mais dependências de dados dentro da composição, o procedimento termina. O resultado do procedimento é um plano de execução de serviços que quando executado gera o dado requisitado. A Figura 2 ilustra este procedimento.

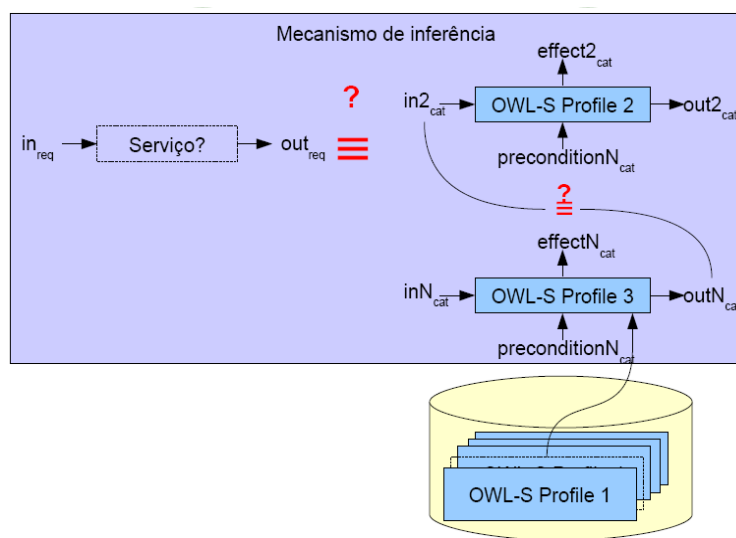


Figura 2 – Encadeamento de serviços baseados em tipos de IO.

Neste procedimento é fundamental a identificação da compatibilidade entre os tipos de entrada e saída de dados dos serviços a serem encadeados. Para que esta identificação seja efetiva deve ser considerado o tipo conceitual dos dados, ou seja, os tipos de dados devem estar modelados em uma ontologia que torna explícita as suas relações. Baseados nestas relações podem ser definidos diferentes níveis de compatibilidade entre os tipos de dados, conforme apresentado na Figura 3. O tipo de compatibilidade mais relevante é o *exact*, que indica que dois tipos de dados são equivalentes. Um segundo tipo de compatibilidade mais relevante é o *plugin*, onde temos que o tipo de dado gerado por um serviço é mais geral do que o requisitado. O terceiro tipo de compatibilidade é o *subsumed*, onde temos que o tipo de dado gerado por um serviço é mais específico do que o requisitado e neste caso serão necessários mais serviços, que de forma complementar, geram o tipo de dado requisitado. Quando nenhum destes níveis de compatibilidade puder ser identificado entre os tipos de dados, é assumido o tipo de compatibilidade *fail*.



Figura 3 – Níveis de compatibilidade de entre tipos de dado.

Geralmente estes níveis de compatibilidade definem uma ordem de preferência para seleção dos serviços para a composição. A execução deste procedimento de composição pode se tornar complexa, se considerarmos que cada serviço pode possuir várias entradas e saídas, e que um repositório de serviços pode ser formado por um grande número de serviços componentes que devem ser verificados. Podemos encontrar um série de trabalhos que seguem esta abordagem para a composição de serviços. Sycara et al (2003) adota esta abordagem para descrição de serviços, complementada por uma taxonomia de conceitos associada a descrição de cada serviço que torna explícita a sua funcionalidade. Tanto a taxonomia quanto a compatibilidade de tipos são utilizadas para seleção dos serviços adequados a composição. O trabalho de Sirin et al (2004a) apresenta uma abordagem interativa para a composição de serviços, com a participação do usuário na seleção de serviços formadores da composição em cada passo do processo de sua construção. As opções de serviços apresentadas por sua ferramenta para seleção pelo usuário, são obtidas utilizando o critério de compatibilidade de tipos de dados e a navegação por uma taxonomia para classificação dos serviços. Seguindo uma linha semelhante, Yue et al (2007) apresentam uma abordagem para composição automática de *Web Services* geoespaciais utilizando uma semântica geoespacial,

associada à tipos de dados de entrada e saídas dos serviços e a uma taxonomia para classificação dos serviços geoespaciais.

Uma segunda abordagem utilizada em procedimentos para composição de serviços considera além da compatibilidade entre os seus tipos de dado de entrada e saída, as suas pré-condições para execução e os seus efeitos. Em OWL-S estas propriedades são expressas como proposições lógicas que descrevem o estado do ambiente de execução do serviço que habilitam a sua execução, ou seja, suas pré-condições, ou o estado que é gerado pelo serviço, ou seja, seus efeitos. O princípio do procedimento de composição consiste em selecionar os serviços que geram um estado final desejado. Inicialmente devem ser selecionados de um repositório de serviços, aqueles que geram o estado requisitado. Estes serviços selecionados definem novos requisitos, relacionados às suas pré-condições, que devem ser utilizados para seleção de novos serviços. A verificação da equivalência entre proposições lógicas descrevendo as pré-condições e os efeitos dos serviços exige o uso de mecanismos de inferência lógica, tais como o cálculo situacional (Reiter, 2008), lógica de primeira ordem, mecanismos de inferência sobre lógica descritiva (Breitman et al, 2007) dentre outros. A geração do plano de execução nesta abordagem deve considerar também a consistência global do plano, ou seja, os efeitos gerados por um serviço não podem invalidar pré-condições já assumidas como verdadeiras em algum ponto do plano. A sua maior complexidade quando comparado a abordagem de compatibilidade de tipos de dados e a instabilidade na adoção das propriedades de pré-condições e efeitos dentro da recomendação OWL-S faz com que sejam encontrados um número menor de soluções seguindo nesta linha. A Figura 4 ilustra o procedimento de composição desta segunda abordagem.

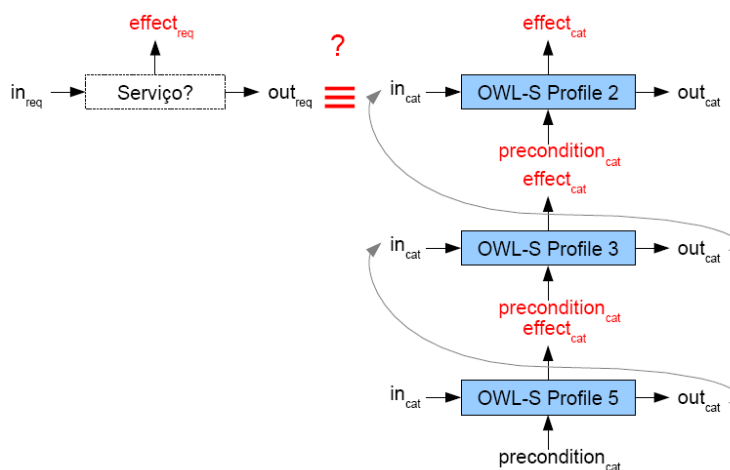


Figura 4 – Encadeamento de serviços baseados nas propriedades IOPE

4. Considerações Finais

Uma representação semântica é essencial para viabilizar a integração de serviços. Baseado nesta representação é possível realizar a comparação das capacidades funcionais de um serviço e determinar a sua utilização como componente de um plano de execução. As propriedades de entrada e saída de dados de um serviço disponíveis nesta representação permitem a construção de mediadores viabilizando a troca de mensagens entre os serviços. A existência na OWL-S de uma descrição do aspecto de

comunicação com o serviço permite um mapeamento dos elementos abstratos de um serviço com os elementos necessários ao acesso a um serviço concreto. Estas características da OWL-S permitem a implementação de mecanismos para construção da composição e para a sua posterior execução, habilitando a construção de aplicações clientes capazes de gerenciar as trocas de mensagens e de coordenar e realizar o acesso aos serviços participantes da composição.

Os procedimentos para construção de uma composição de serviços seguem duas abordagens principais. Uma é baseada na resolução de dependências de tipos de dados de entrada e saída entre os serviços participantes de uma composição. Uma segunda abordagem considera além destes fatores, a capacidade que o serviço têm de alterar o seu ambiente de execução e as pré-condições deste ambiente que habilitam a sua execução. A primeira abordagem permite implementações mais simples, porém, nem sempre serviços podem ser completamente caracterizados pela sua assinatura semântica (conjunto de tipos semânticos de entradas e saídas). Serviços possuindo uma mesma assinatura podem ter funcionalidades diferentes. Como exemplo temos em geoprocessamento diferentes procedimentos para tratamento de imagens que realçam algumas de suas características, porém não alteram o seu tipo. Serviços que realizam estes procedimentos de tratamento de imagem não seriam incluídos em uma composição, caso fosse utilizada a primeira abordagem para construção de uma composição de serviços. Por outro lado, a utilização da segunda abordagem implica em implementações mais complexas para realização da composição. Talvez uma abordagem intermediária possa ser obtida utilizando uma variação da solução para anotação semântica de dados geoespaciais baseada em regras proposta por Klien (2007). Em sua proposta, Klien descreve como conceitos espaciais descritos por regras lógicas podem ser identificados sobre um conjunto de dados georeferenciados utilizando procedimentos de análise espacial. Usando um princípio semelhante, proposições lógicas referentes às pré-condições de um serviço, poderiam ser verificadas sobre os dados de entrada de um serviço utilizando agora serviços auxiliares que realizam procedimentos de análise. Estes serviços auxiliares podem complementar o resultado da composição, permitindo o acréscimo de serviços que não seriam identificados utilizando a abordagem baseada em compatibilidade de tipos convencional.

References

- BREITMAN, K. K.; CASANOVA, M. A.; TRUSZKOWSKI, W. *Semantic Web – Concepts, Technologies and Applications* New York: Springer, 2007. 327 p.
- CARDOSO, J.; SHETH, A., *Introduction to semantic web services and web process composition*. In: Cardoso, J., Sheth, A. (Eds.), First International Workshop on Semantic Web Services and Web Process Composition (SWSWPC 2004). Lecture Notes in Computer Science, vol. 3387. Springer, Berlin, Germany, 14pp, 2005.
- ERL, T. *Service-oriented architecture: a field guide to integrating XML and Web services*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Professional Technical Reference, 2004. 534 p.
- KLIEN, E. *A Rule-Based Strategy for the Semantic Annotation of Geodata Transactions in GIS*, 2007, v.11(3), p. 437–452, 2007.
- MCILRAITH, S. A.; SON, T. C. Adapting Golog for composition of Semantic Web

- services, in: *Proceedings of the Eighth International Conference on Knowledge Representation and Reasoning(KR2002)*, Toulouse, France, April, 2002.
- PAOLUCCI, M.; KAWAMURA, T.; PAYNE, T. R.; SYCARA, K.. *Importing the Semantic Web in UDDI*. in *Proceedings Web Services, E-Business and Semantic Web Workshop, CAiSE 2002*. Toronto, Canada, 2002.
- RAO, J.; SU, X., 2004. *A survey of automated web service composition methods*. In: *Proceedings of the First International Workshop on Semantic Web Services and Web Process Composition (SWSWPC 2004)*, San Diego, CA, USA, pp, 43–54.
- REITER, R. *The Knowledge in Action Home Page* Disponível em <<http://www.cs.toronto.edu/cogrobo/kia/index.html>>. Acesso em março 2008.
- SIRIN, E.; HENDLER, J.; PARSIA, B. *Semi-automatic composition of web services using semantic descriptions*. In: *First Workshop on Web Services: Modeling, Architecture and Infrastructure*. In conjunction with the Fifth International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2003), Angers, France, 22nd–26th April, p. 17–24, 2003.
- SIRIN, E.; PARSIA, B.; J. HENDLER. *Filtering and Selecting Semantic Web Services with Interactive Composition Techniques*. *IEEE Intelligent Systems*, 19(4):42-49, 2004a.
- SIRIN, E.; PARSIA, B.; WU, D.; HENDLER, J.; NAU, D.. HTN planning for web service composition using SHOP2. *Journal of Web Semantics*, 1(4):377-396, 2004b.
- SIRIN, E., PARSIA, B.: Planning for Semantic Web Services. In: Martin, D., Lara, R., Yamaguchi, T.(eds.) *Proceedings of the ISWC 2004 Workshop on Semantic Web Services: Preparing to Meet the World of Business Applications*, 2004c.
- YUE, P.; DI, L.; YANG, W.; YU, G.; ZHAO, P. *Semantics-based automatic composition of geospatial Web service chains* *Computers & Geosciences* v. 33 , p. 649–665, 2007.