

공간분석 WPS 모델을 위한 BPEL 설계 및 구현 - 상수도 보급 대상 가구 선정 사례 중심으로 -

The Design and Implementation of BPEL for Spatial Analysis WPS model - With Emphasis on the Selection of Housing Units for Water Supply -

이하경¹⁾ · 염재홍²⁾

Lee, HaKyung · Yom, Jae-Hong

Abstract

Analysis and sharing of spatial information can be made possible through the reuse of spatial analysis processes, and the sharing of spatial models on the web. However, the deployment of spatial analysis models is possible, only when the difficult tasks of model design and the exchange of spatial data are overcome. In this study, a WPS spatial analysis model is defined, based on the OGC standards, and applied to the 'Selection of Housing Units for Water Supply' application. BPEL was used to define the sequence of processes and to enable the exchange of spatial data. To this end, WSDL was defined for WPS and WFS accesses, the sequence of spatial processes was defined in BPEL, and XSLT was defined for the exchange of XML data. The WPS model was designed and deployed using the Apache ODE which provides RESTful binding. It is expected that effective decision making will be easier using the web based spatial analysis models which are realized by WPS Orchestration with BPEL, as presented in this study.

Keywords : WPS Orchestration, BPEL, WPS, XSLT, OGC

초 록

웹 기반으로 공간분석 모델을 공유하면 개발된 공간분석 프로세스 재활용이 가능하며 사용자가 공간분석 모델에 쉽게 접근할 수 있으므로 공간정보의 활발한 분석과 정보의 교류를 기대할 수 있다. 그러나 웹 기반의 공간분석 모델 배포는 모델 설계의 어려움과 공간 데이터 교환의 어려움 때문에 한계가 많다. 본 연구에서는 상수도 보급 대상 가구 선정이라는 사례로 OGC 표준 기반의 공간분석 WPS 모델을 정의하였다. 정의된 모델을 처리 순서, 공간 데이터 교환을 가능하게 하도록 BPEL 표준을 적용하였다. 외부에서 제공되는 WPS와 WFS에 접근하기 위한 WSDL을 정의하였으며, 공간분석 처리 순서를 설계하기 위하여 BPEL을 정의하였으며, XML 데이터 교환을 위한 XSLT를 정의하였다. 또한, BPEL을 실행하기 위해 RESTful 바인딩을 제공하는 Apache ODE 엔진 구축을 통해 공간분석 WPS 모델을 설계 및 배포하였다. 본 논문에서 제시한 방법으로 BPEL 적용을 통한 WPS Orchestration이 쉽게 정의되어, 공간분석 모델을 웹으로 쉽게 배포할 수 있으므로 효과적인 의사 결정을 기대할 수 있다.

핵심어 : WPS Orchestration, BPEL, WPS, XSLT, OGC

1) Department of Geoinformation Engineering, Sejong University, Korea (E-mail:hakyung@sju.ac.kr)

2) Corresponding author · Department of Geoinformation Engineering, Sejong University, Korea (E-mail:jhyom@sejong.ac.kr)

1. 서론

1.1 연구 배경

OGC(Open Geospatial Consortium)는 공간분석 프로세스의 인터페이스인 WPS(Web Processing Service)와 공간 데이터의 인터페이스인 WMS(Web Map Service), WFS(Web Feature Service), WCS(Web Coverage Service)에 관한 표준 명세를 제공한다.

WPS는 하나의 공간분석 알고리즘을 제공하는 단일 웹 서비스이다. WPS 프로세스가 다른 WPS 프로세스와 같은 웹 서비스를 연쇄 수행(Chaining)하기 위해 연쇄 수행 방식 중 하나인 Orchestration 방식으로 공간분석 WPS 모델을 실행하여야 한다. Orchestration은 중앙 프로세스가 관련 서비스들을 통제하고 각각의 서비스가 실행하는 작업을 정의하여 조율하는 방식이다(Kuk, 2012). 특히 공간분석 모델처럼 하나의 워크플로우로 연쇄 과정 순서의 흐름을 정의하기 위해서는 Orchestration이 적합하다. 52North로 개발된 Workflow Modeller(Kim, 2010)는 WPS Orchestration을 수행하나 프로그램 실행 속도가 느리고 사용자 환경설정에 어려움이 있는 것으로 판단되었으며, WPS Orchestration을 설계하는 것은 공간분석 수행 시 공간 데이터 타입의 다양성으로 인하여 입출력 데이터 교환에 대한 어려움, 공간분석 모델 설계의 어려움, OGC 인터페이스의 SOAP 지원 부족(Victoria, 2012) 때문에 한계가 많은 것으로 보고되었다.

이러한 WPS Orchestration 설계의 한계를 극복하기 위해 BPEL(Business Process Execution Language)(OASIS, 2007)을 적용할 수 있다. BPEL은 OASIS(Organization for the Advancement of Structured Information Standards)에서 정의한 표준으로 웹 서비스로 실행 과정을 작동하기 위해 XML 기반의 언어(OASIS, 2007)이다. 공간분석 WPS 모델의 실행 시 공간분석 프로세스 순서와 프로세스 처리 과정을 통제함으로써 조건-분기문 정의, XML 데이터의 교환을 통해 WPS Orchestration의 한계를 극복할 수 있다.

BPEL의 공간분석 모델 적용 연구는 BPEL의 특징인 프로세스 조합을 중심으로 진행하기 때문에 프로세스의 통제, 구조적 실행 등의 가능성을 제시할 수 있다(Albrecht, 2007; Bastian, 2012). 기존 연구에서는 KVP(Key Value Pair) 형태로 메시지를 전달하여 프로세스를 호출하거나, 하나의 문자열 데이터 전송이 주를 이루었다. 이는 WFS 데이터 간의 연쇄 작용으로 보기에는 한계가 있다. 다수의 WFS 데이터 연쇄 처리를 위해 적합한 XSLT 정의에 관한 연구가 진행되어야 한다.

본 연구에서는 검증 모델을 통해 WPS Orchestration을 수

행한다. 이를 Orchestration을 실행하기 위한 BPEL을 적용하고, 공간분석 모델에 적합한 WSDL과 XSLT를 정의하여 공간 분석 WPS 모델을 배포하고자 한다.

1.2 연구 목적 및 방법

본 연구는 분산된 공간분석 프로세스를 효율적으로 통제 및 조합하기 위해 BPEL 적용을 통해 웹 기반의 자동화된 공간분석 모델 구현 방법을 제안하고자 한다. 제안된 방법을 통해 분산된 상수도 보급 대상 가구 선정 업무에 적용하였다.

WPS Orchestration을 구축할 때, 공간분석 프로세스의 조건-분기문을 적용한 자동화된 공간분석 모델의 제공이 어려우며, WPS 프로세스에서 필요한 WFS 데이터 버전과 사용되는 WFS 버전이 일치해야 한다. 위의 한계를 극복하고자 BPEL을 적용하여 프로세스 조건-분기문을 정의하였으며, 상이한 공간 데이터의 버전을 통일하여 연쇄 수행시켰다.

WPS Orchestration 방법을 검증하기 위해 상수도 보급 대상 가구 선정 주제에 적용하였다. 대상 사업 지침에서 WPS와 WFS 인터페이스로 서비스하기 위해 요구되는 공간분석 프로세스와 공간데이터를 분석하고, 각 서버의 서비스 접근 방식을 WSDL(Web Service Definition Language)로 기술하였다. BPEL은 공간분석 모델의 흐름에 따라 수행 순서를 정의하였고 WPS 실행 요청과 응답 구조에 따라 공간 데이터가 전달되도록 설계하였다. 특히 WFS에서 제공하는 공간 데이터는 입출력 데이터 교환을 위한 XSLT(Extensible Stylesheet Language Transformation) 정의를 통해 연쇄 수행을 할 수 있었다. 이는 Orchestration Engine(OE)는 Apache ODE를 통해 BPEL을 실행할 수 있었다.

검증 모델은 2011년 발생한 구제역을 중심으로 진행된 상수도 보급 대상 가구 선정 사업으로 선택하여 연구를 진행하였다. BPEL을 적용한 공간분석 WPS 모델의 결과와 공간 분석 모델의 결과를 비교하여 WPS Orchestration을 검증하였다.

2. 이론적 배경

WPS Orchestration을 수행하기 위해서는 OGC의 WPS·WFS의 요청과 응답 구조에 관한 분석과 WPS Orchestration을 실행하기 위한 BPEL의 설계 구조를 분석해야 한다.

2.1 BPEL 설계를 위한 OGC 웹 서비스

공간분석 WPS 모델의 프로세스 연쇄는 다음과 같이 Fig. 1의 순서로 진행된다. 공간분석 WPS 모델은 WPS와 WFS 요

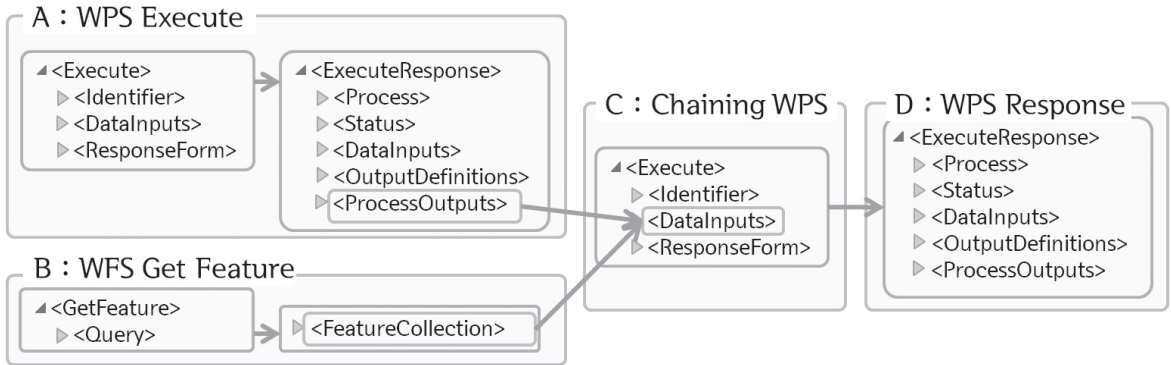


Fig. 1. Flow of WPS Orchestration

청 후 응답 데이터를 사용한다. Fig. 1(A)와 같이 WPS 요청하고 응답 데이터인 ExecuteResponse이거나 Fig. 1(B)와 같이 WFS 요청하고 응답 데이터인 FeatureCollection이다. 응답 데이터인 ExecuteResponse와 FeatureCollection을 연쇄 수행을 위해서 Fig. 1(C)인 WPS Execute 요청문에 전달되어야 한다. 이를 위해 WPS Execute 요청 · 응답 구조와 WFS GetFeature 요청 · 응답 구조를 파악해야 한다.

2.1.1 WPS Execute 구조

OGC WPS는 표준 웹 인터페이스를 통해 서버 측에서 특정 공간분석 알고리즘 프로세스를 제공하고 사용자가 공간분석 프로세스 실행을 가능하게 한다(OGC, 2007). OGC WPS는 GetCapabilities, DescribeProcess, Execute를 통해 공간분석 프로세스를 서비스하여 그 중 Execute는 특정 공간분석 프로세스를 처리하기 위한 방식이다(OGC, 2007).

WPS로 프로세스를 실행하는 Execute의 스키마 구조는 루트노드인 Execute를 가진다. Execute의 하위노드는 프로세스를 구분하는 식별자, 입력 데이터 부분과 처리 결과의 데이터 타입에 관한 정보로 구성된다. WPS로 프로세스 응답인 ExecuteResponse의 스키마는 루트노드인 ExecuteResponse를 가진다. ExecuteResponse의 하위노드로 프로세스에 대한 요약, 서버 응답 상태, 그리고 결과 데이터로 구성된다.

WPS Execute 프로세스 요청 시 입력 데이터는 URL로 받아오거나 데이터 전체를 직접 입력받는다. URL은 WFS 형식의 데이터이고, 데이터를 직접 입력할 때 GML(Geography Markup Language) 구조의 데이터로 전달된다. BPEL에서는 주로 XML 형식인 피쳐(feature) 데이터를 사용하므로 데이터를 직접 전달해야 한다. 데이터는 DataInputs의 하위노드의 입력 데이터 구조에 적합하게 전달되어야 한다. WPS 프로세스 응답 시에는 ProcessOutputs에서 데이터가 반환되고, 이는

WPS Execute 요청에서 ResponseForm 노드의 버전, 인코딩, mimeType 등의 속성에 의해 데이터 구조가 정의된다. BPEL에서는 다음 프로세스로 전달하기 위해 반환된 데이터를 추출하여 WPS Execute 요청문에 전달해야 한다.

2.1.2 WFS GetFeature 구조

OGC WFS는 표준 인터페이스 형식으로 사용자에게 공간 자료를 XML로 제공한다. 인터페이스 내부의 피쳐는 GML로 정의가 되어있어야 하는 특징을 가진다(OGC, 2005).

WFS로 데이터를 요청하는 GetFeature 구조는 루트노드 GetFeature와 하위노드인 Query로 구성된다. Query 노드를 통해 피쳐의 속성 이름과 속성값의 조건을 통해 필터링하여 데이터를 요청할 수 있다. WFS의 GetFeature 응답 결과는 FeatureCollection으로 반환된다. 루트노드인 FeatureCollection은 하위노드로 featureMember(s)가 존재한다. featureMember(s)의 하위노드는 결과 데이터와 데이터의 경계값으로 구성되어 있다.

BPEL에서 프로세스 연쇄 과정 중 데이터 전달은 WFS GetFeature 응답 구조인 FeatureCollection으로 수행한다. 이는 WPS나 데이터의 속성명, 데이터 타입은 WFS의 DescribeFeatureType에 의해 정의되며 프로세스 수행 후 WPS 서버에서 정의하여 전달된다.

2.2 공간분석 WPS 모델을 위한 BPEL 설계

프로세스 중심적 언어인 BPEL은 공간분석 프로세스의 조정, 조합, 조건-분기문 등을 효율적으로 수행하므로 공간분석 WPS 모델에 적합하다. 공간분석 WPS 모델을 위한 BPEL 설계는 Fig. 2와 같은 순서로 진행한다. BPEL 처리 엔진 및 WPS와 WFS 서버의 웹 서비스 동작 방식에 관한 정보를 WSDL에 기술한다. BPEL은 WSDL에서 정의된 웹 서비스 방식에 따라

프로세스 조합을 한다. 프로세스 조합은 공간분석 모델의 처리 순서에 따라 정의된다. 공간분석 모델을 연쇄 수행하기 위해 피처 데이터 교환은 앞 장에서 언급한 WPS-WFS 요청과 응답에 맞도록 XSLT 구조 변경을 수행한다.

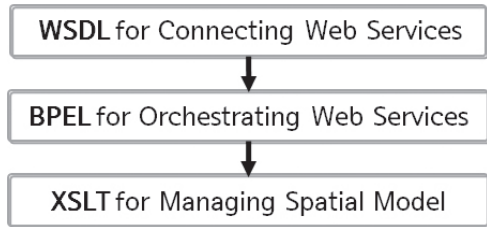


Fig. 2. Design BPEL for Spatial WPS Model

2.2.1 웹 서비스 연결을 위한 WSDL

웹 서비스는 서비스 제공자와 요청자 간의 네트워크 서비스와 접근 방식 방법을 WSDL을 통해 미리 지정한 메시지 체계에 의해서 등록, 발견 및 호출한다(W3C, 2001). 특히 BPEL에서 조합된 웹 서비스를 호출하고 OE와 연결하기 위해서 WSDL 기술이 매우 중요하다(Albrecht, 2007).

공간분석 WPS 모델에서는 웹으로 서비스되는 WPS 서버와 WFS 서버의 서비스 방식, 서버의 위치인 URL과 스키마 메시지 타입에 맞춘 변수 지정에 관해서 기술하기 위해서 WSDL을 정의하였다. 또 공간분석 WPS 모델에 알맞게 웹 서비스들을 호출하고, 호출된 서비스 처리 결과 값을 전달하는 과정을 정의하였다. Service 요소에 서비스되는 URL을 추가하고 WPS의 Execute와 WFS의 GetFeature를 동작 방식을 정의하였다.

일반 웹 서비스와 달리 WPS Orchestration은 WPS-WFS 요청과 응답 구조에 따라 메시지 교환이 발생한다.

OE는 BPEL이 실행될 때, BPEL 내부에서 정의된 WSDL을 호출한다. 이때 호출된 WSDL은 웹 서비스를 연결하기 위해 사용된다. WSDL이 웹 서비스를 수행하기 위해 동작할 때, OGC 웹 서비스의 SOAP 지원 부족(Victoria, 2012)을 극복을 위하여 OE의 REST 확장 바인딩 기능 적용이 필요하다.

2.2.2 웹 서비스 조합을 위한 BPEL

BPEL은 외부 웹 서비스 연결과 변수 전달을 위한 기본 요소 정의 부분과 프로세스 처리 순서가 정의된 비즈니스 로직 부분을 위한 액티비티(activity) 요소로 구분된다. BPEL의 기본 요소인 import, partnerLink를 정의한다. 이는 웹 서비스를 사용하기 위하여 외부 서버나 OE의 WSDL 파일의 위치와 동

작 방식 등을 위해 사용한다. variable 요소는 OE 내부에 존재하는 웹 서비스와 통신을 하기 위한 로컬 변수, 외부에 존재하는 웹 서비스인 WPS-WFS와 통신을 하기 위한 외부 변수로 나눌 수 있다. 로컬 변수는 모델 실행 시 초기 입력 데이터와 수행이 완료된 후 결과를 출력하기 위한 데이터로 사용한다. 외부 변수는 주로 공간분석 프로세스가 연쇄적으로 수행될 때 입출력 데이터로 사용한다. 특히 외부 변수는 OGC 명세에 따라 구조가 스키마로 지정되어 해당 구조에 맞게 데이터 전달이 된다.

공간분석 WPS 모델 내부에서 수행되는 순서대로 BPEL의 액티비티를 정의해야 하며, 이는 다시 원시 액티비티(primitive activity)와 구조 액티비티(structure activity)로 구분된다. 원시 액티비티는 가장 기본 요소인 receive, assign, invoke, reply, throw, wait, terminate, empty로 구성된다. 이중 receive는 외부에 의해 호출될 서비스 작동하기 위한 초기화, invoke는 웹 서비스 작동 호출, assign은 데이터 저장 및 복사, reply는 서비스의 입출력 작동에 관한 응답 요소로 사용하는 이들 요소에 관해 정의 및 구현을 한다. 특히 외부 웹 서비스 호출하는 invoke 요소와 변수 전달과 메시지 타입 변경을 수행하는 assign 요소가 중요하다.

invoke 요소는 웹 서비스 작동 및 호출을 수행한다. partnerLink에 지정된 웹 서비스에 입력 메시지인 inputVariable를 portType 규약에 정의된 operation 방식으로 웹 서비스를 수행하여 결과를 outputVariable에 받아온다. partnerLink, operation, portType은 WSDL에서 정의된 내·외부 웹 서비스 방식으로 해당 서버에 적합하게 WSDL 정의가 필요하다. assign 요소는 변수 전달과 메시지 타입 변경을 수행한다. from 요소의 변수가 to 요소의 변수로 데이터를 복사 및 전달한다. 복사 노드는 해당 변수에서 정의된 구조에 따른다.

2.2.3 공간분석 모델 관리를 위한 XSLT

기존 IT 기반 모델의 BPEL 설계와 달리 공간분석 모델의 BPEL 설계는 WPS 프로세스 연쇄 수행을 위하여 공간분석을 요청문을 정의하고, 공간 데이터를 전달하는 부분이 필요하다. 외부 웹 서비스인 WPS와 WFS를 HTTP POST 방식으로 프로세스를 호출하였기 때문에 XML 형식으로 메시지 교환이 필요하다. 이를 위해, BPEL의 XML 데이터 관리를 위한 질의문, 표현식, 함수, XQuery, XSLT 등을 사용한다. XSLT는 XML 문서를 다른 구조로 변경하기 위해 사용되는 언어이다(W3C, 2007). 공간분석 프로세스인 WPS와 공간 데이터인 WFS는 XML 형태로 요청-응답을 수행하므로 XSLT 적용을

통해 원하는 구조로 XML 문서 변환이 가능하다.

공간분석 모델 관리를 위해 XSLT 요소는 XSLT는 4가지 요소와 XPath로 구분한다. 이는 XSLT의 기본적인 요소, 논리적 판단을 위한 분기 요소, 특정 요소를 정의된 템플릿으로 변경하기 위한 요소, 매개변수를 전달하기 위한 요소, 결과 제어를 위한 XPath이다.

BPEL에서 모델 실행 순서 단계별로 WPS Execute 요청문과 필요한 데이터가 존재한다. 이는 XML 형태로 정의되어 입출력되어 연쇄적으로 처리한다. WPS 프로세스의 데이터는 사용되는 GML 버전에 따라 WPS가 실행된다. 이를 위해 GML 버전 간의 호환이 필요하다. 또한, 공간분석 WPS 프로세스는 한 개 이상의 입력 데이터가 필요하고, 두 개 이상의 입력 데이터가 필요한 경우, 문자열 데이터는 Literal 형식에 따르지만, XML 구조로 반환되는 공간 데이터는 하나의 XSLT 상에서 구조 접근이 어렵다. 이 경우에는 데이터마다 구조 변환이 필요하다. 마지막으로, WPS 실행 후 서버에 따라 WPS 응답 접두사가 생성되어 전달된다. 그러나 일정 길이 이상의 접두사는 WPS 요청이 수행되지 않기 때문에 접두사 변경이 필요하다.

3. 상수도 보급 대상 가구 선정 모델의 BPEL 적용 및 구현

3.1 상수도 보급 대상 가구 선정 모델의 업무 분석

공간분석 WPS 모델의 증명을 위해서 기존의 공간분석 모델 사례인 2011년에 진행한 상수도 보급 사업 선정 모델(Lee, 2011)을 기반으로 선택하였다. 선택한 공간분석 모델은 환경부에서 발표한 지침(Ministry of Environment-Gyeonggi-province, 2011) 중 파주시를 기준(Paju-city, 2011)이다.

특히, 상수도 보급 대상 가구 선정 모델은 변화하는 환경에서 대응하는 공간분석 모델로서 신속한 대처와 민첩성이 요구된다. 또한, 많은 조직이 해당 모델을 필요로 하므로 생산성 향상 효과를 얻을 수 있다. 또한, 지난 연구를 통해 설계된 공간분석 모델이 존재했으므로 프로세스 재사용을 통해 구현할 수 있다.

가축 매몰지의 영향을 받는 주택 중 지하수 사용 가구를 찾아야 한다. 파주시 지침을 기반으로 WPS 공간분석이 가능한 지침을 중심으로 연구를 진행하였다. 우선, 지하수 사용 지역 중 매몰지 고도보다 낮으면 영향을 받는 것으로 간주하였다. 또한, 영향권에 있는 건물 중 매몰지 중심으로 500m 반경 안에 주택 건물을 최종 선정 가구로 결정(Ministry of Environment-Gyeonggi-province, 2011 ; Paju-city, 2011)하였

다. Fig. 3은 상수도 보급 대상 가구 선정 모델로 설계 시 각 단계에서 BPEL에 적용하는 데이터와 프로세스를 도식화한 것이다.

모델은 지하수 사용하는 지역을 찾기 위해 상수도 보급 여부에 관한 정보를 보유하고 있는 행정구역 데이터에서 지하수 사용 지역을 선택(A)한다. 영리 시설 및 공장 건물은 사업 대상이 아니므로 건물 데이터에서 주택 데이터를 선택(B)한다. 매몰지의 고도에 따라 지하수 오염 여부가 판단되므로 주택의 높이와 매몰지의 고도 높이를 비교하여 매몰지의 고도보다 낮은 주택만 선택(C)한다. 앞서 추출된 결과들을 중첩하면 지하수 사용하는 주택을 추출할 수 있다. A의 지하수 보급 지역 데이터와 C의 주택 데이터를 중첩(D)한다. 마지막으로 매몰지 주변 지역을 우선으로 선정하기 때문에 매몰지를 중심으로 반경 500m(E) 안의 주택을 선정(F)하여 최종 결과(G)를 얻는다.

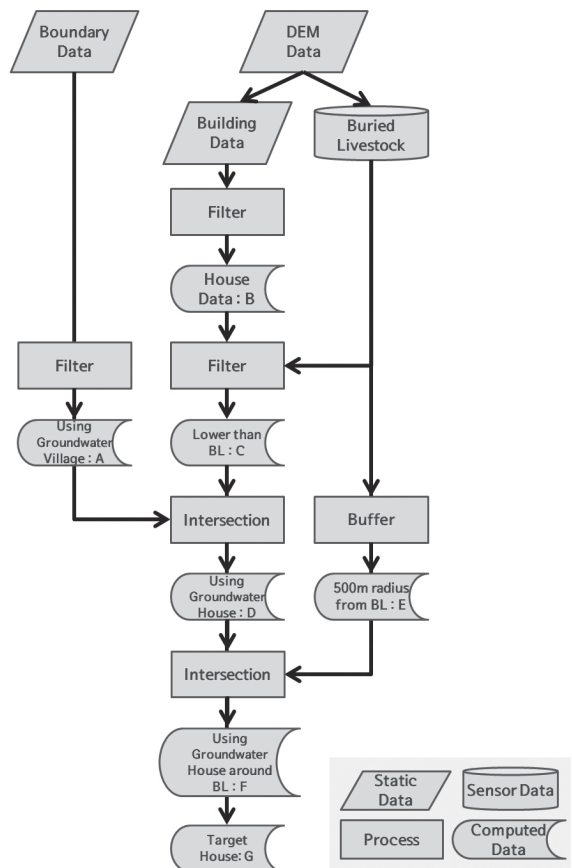


Fig. 3. Workflow for Selection of Housing Units for Water Supply

이를 위해 상수도 보급 대상 가구 선정 모델에서 필요한 데이터는 구제역 매몰지의 위치, 마을 공간 데이터, 상수도 보급 여부 데이터, 지형의 높이 데이터다. 마을 데이터는 수치지도에서 추출한 데이터를 기반으로 사용하였다. 지형의 높낮이를 판단하기 위해서 수치지도에서 등고선을 추출하여 DEM으로 제작한 후 데이터에 높이값을 부여하였다. 또 매몰지의 위치에 따라 영향권을 판단하여 보급 범위를 결정하기 때문에 구제역 발생 의심 신고 지역에 대해서 좌표를 부여하여 사용하였다.

3.2 상수도 보급 대상 가구 선정 모델의 구현

상수도 보급 대상 가구 선정 모델을 구현하기 위하여 2장서 설명된 내용을 구현하였으며, 이를 실험하기 위한 시스템 아키텍처는 Fig. 4와 같다. 사용자는 원하는 공간분석 모델을 웹을 통해 실행할 때, 시스템 내부적으로 아래와 같이 동작한다. Orchestration을 처리하기 위한 OE, 공간분석 WPS 서버와 공간 데이터 WFS 서버를 분산 환경 기반으로 구축하였다. Table 1은 자세한 시스템 사양이다.

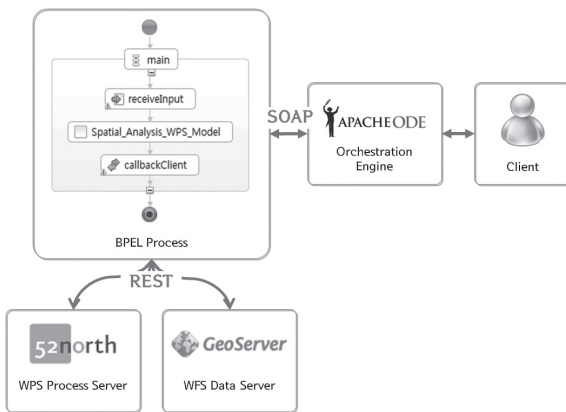


Fig. 4. System Architecture

BPEL의 구문을 해석하고 처리할 수 있는 OE는 오픈소스인 Apache ODE 2.0 베타 버전을 적용하였고, Apache Tomcat의 6.0.36 버전에서 실행이 되었다. Apache ODE는 Eclipse를 통해 BPEL의 개발 도구로 사용할 수 있으며 개발자가 친숙하고 시각적으로 개발할 수 있도록 Eclipse BPEL Designer를 제공한다.

공간분석 프로세스를 제공하기 위한 WPS는 52°North 프레임워크에서 제공하는 GeoTools, JTS, SEXTANTE 공간분석 라이브러리를 적용하였다. 52°North WPS에서 2012년 4월에 배포된 3.0 버전으로 수행하였다.

공간 데이터는 GeoServer 2.3 버전으로 WFS 인터페이스로 서비스하였다.

Table 1. System Specifications

System	SW	Version
OE	Apache ODE	2.0 Beta
WPS Server	52°North	3.0
WFS Server	GeoServer	2.3

3.2.1 웹 서비스 방식 정보를 제공하는 WSDL 구문 정의

WSDL은 BPEL에서 웹 서비스를 어떻게 호출하여 조합할지 방법에 관해 기술한다. 연구에서는 OE 및 WPS와 WFS 서버의 WSDL 정의가 필요하다.

OE의 WSDL은 사용자가 접근할 수 있도록 해당 모델의 주소와 사용자 입력 값을 받아서 처리 후 결과를 반환해야 한다. 모델의 서비스 주소는 OE에서 서비스되는 BPEL 프로세스 위치인 %OE_DOMAIN%/ode/processes/WSPProcess로 입력하였다. 웹 브라우저로 해당 웹 서비스에 접근하고, BPEL 실행 후 결과 값을 String 타입으로 반환하기 위해 구성하였다.

WPS와 WFS 서버의 바인딩 네임스페이스는 OGC 서비스의 한계를 극복하기 위해 Apache ODE에서 제공하는 RESTful 바인딩을 사용하였다. 또한, 각 서버의 웹 서비스 요청과 응답 구조는 각 동작 방식에 의해 정의된다. WPS의 Execute 동작 방식은 WPS의 스키마 중 Execute와 ExecuteResponse로 요청과 응답하도록 메시지 타입을 정의하였다. WFS의 GetFeature 동작 방식은 WFS의 스키마 중 GetFeature와 FeatureCollection으로 요청과 응답하도록 메시지 타입을 정의하였다. 이를 통해 BPEL 내부의 WPS와 WFS 웹 서비스에서 메시지 교환을 수행할 수 있었다.

3.2.2 WPS Orchestration을 위한 BPEL 구문 정의

WPS Orchestration을 위해 BPEL의 원시 액티비티인 receive, reply, invoke, assign에 관해 정의하였다. 그 중 invoke 요소는 웹 서비스를 호출하고 assign 요소는 XML 데이터 복제 및 교환을 수행하였다.

Fig. 4는 invoke 요소의 예시이다. WFS 서버의 WSDL에 정의된 RemoteWFS에 지정된 웹서비스를 호출한다. 그러기 위해서 앞서 기본 요소에서 WFS 서버의 요청문을 전송할 수 있도록 WFS의 GetFeature 구조인 WFS_Request01을 입력 데이터로 사용한다. WFS_Request01을 WFSPortType 규약에

정의된 GetFeature 동작 방식으로 웹 서비스를 수행한다. 결과물은 WFS 서버에서 응답 데이터를 받아올 수 있도록 WFS의 FeatureCollection 구조로 정의한 WFS_Response01로 수행 결과를 전달받았다.

```
<bpel:invoke name="Ivk_WFS_APT_filter"
  partnerLink="RemoteWFS"
  operation="GetFeature"
  portType="wfs_wsdl:WFSPortType"
  inputVariable="WFS_Request01"
  outputVariable="WFS_Response01" />
```

Fig. 5. BPEL invoke element

특히 공간분석 모델은 POST 방식으로 WPS를 요청하고 XML로 결과를 전달받기 때문에 XML 데이터를 복제 및 조작이 중요하다. 실험에서 주로 GML 버전 변경, WFS와 WPS 응답 데이터 추출을 수행하였다. Fig. 5와 같이 BPEL의 doXslTransform 함수를 사용한다. doXslTransform 함수는 XSLT 파일의 위치와 전달될 매개변수를 입력한다. 실험에서는 입력 데이터 WFS_Response01을 'VERSION.xsl' 경로에 존재하는 스타일시트로 XML 형식 변환하여 WPS_response01의 변수에 반환하였다.

```
<bpel:assign validate="no" name="version">
  <bpel:copy>
    <bpel:from>
      <![CDATA[bpel:doXslTransform(
        'VERSION.xsl', $WFS_Response01.payload)]]>
    </bpel:from>
    <bpel:to part="response" variable="WFS_Response01" />
  </bpel:copy>
</bpel:assign>
```

Fig. 6. BPEL assign element

3.2.3 공간분석 모델 관리를 위한 XSLT 구문 정의

BPEL의 assign 요소에서는 XML 데이터가 복제 및 전달된다. 공간분석 모델 관리를 위해 해당 XML 데이터를 공간분석 프로세스나 공간 데이터에 맞게 구조 변환을 수행하기 위해 XSLT를 적용하여 수행할 수 있었다.

Fig. 3은 상수도 보급 대상 가구 선정 모델에 관한 워크플로우이다. Fig. 3의 결과 F를 반환하는 Intersection 프로세스는 Polygon1과 Polygon2의 입력 데이터를 가진다. Polygon1(Fig. 3의 결과 D)은 건물 데이터와 보급 지역 데이터를 Intersection 수행하여 WPS 구조로 반환한 데이터고, Polygon2(Fig. 3의 결과 E)는 매물지를 Buffer를 500m 수행하여 WPS 구조로

반환되는 데이터다. Polygon1과 Polygon2의 데이터는 WPS 응답 메시지인 ExecuteResponse 구조로 되어 있었기 때문에 WFS 응답 메시지인 FeatureCollection 구조로 변환할 필요가 있었다.

우선, 프로세스의 입력 데이터는 2개이므로 응답 데이터 구조 변환을 입력 데이터마다 단계별로 나눠서 진행하였다.

Polygon2의 데이터를 WFS 응답 메시지 구조로 변환을 수행하였다. 그리고 Polygon1의 데이터와 WFS 응답 메시지 구조로 변환한 Polygon2의 데이터를 WPS 요청 메시지인 Execute 구조에 전달하였다.

Fig. 6은 WPS 응답 메시지 구조를 WFS 응답 메시지 구조로 변환하는 XSLT 구문 중 일부이다.

```
<xsl:template match="/">
  <xsl:for-each select="iterating_node">
    <xsl:copy-of select="target_node" />
  </xsl:for-each>
</xsl:template>
```

Fig. 7. WPS response data manipulation

Polygon1과 Polygon2의 데이터는 WPS Execute 응답 구조이다. 이를 WPS Execute 요청할 때 그대로 사용할 수 없으므로, WFS의 FeatureCollection 구조로 변환을 수행하였다. FeatureCollection은 공간 데이터와 속성 데이터가 포함되어 있다. WPS 응답 데이터의 FeatureCollection 구조를 추출하기 위해 "ExecuteResponse/ProcessOutputs/Output/Data" 노드까지 접근하여 "Data" 노드가 존재할 때까지 반복한다. Fig. 6의 xsl:for-each 요소에서 iterating_node 부분이다. "Data"의 하위노드인 "ComplexData/gml:FeatureCollection" 혹은 "ComplexData/wfs:FeatureCollection"의 노드 전체를 그대로 복사하기 위해 xsl:copy-of를 사용하였다.

WFS 응답 메시지 구조를 WPS 요청 메시지 구조에 전달은 그대로 전달되거나 버전 변경이 필요하다.

WFS 응답 형태로 반환되는 데이터는 기존 명세서의 스키마 구조에 맞게 루트노드는 FeatureCollection으로 시작되었다. 이 경우에는 다음 공간분석 처리를 수행하기 위한 데이터의 입력 부분 루트노드와 응답 데이터 루트노드가 동일하였으므로 루트노드 구문 그대로 복사하는 copy-of 요소를 사용하였다.

Fig. 8은 WFS 버전을 변경하는 XSLT 구문이다. WPS Orchestration 연쇄 수행은 GML 버전에 예민하다. 면 데이터의 경우 GML2 버전의 outerBoundaryIs와 GML3 버전의

exterior 요소가 호환이 되어야 한다. 이를 XSLT의 템플릿 호출 요소를 통해 적용할 수 있었다. XSLT를 프로세스 수행, 데이터 교환, 데이터 버전 호환 등의 단계마다 정의해야 하는 단계가 있었다. 그러나 XSLT를 통해 WPS와 WFS 데이터 교환을 할 수 있었고, 최종 데이터에서 원하는 결과를 추출하기에 적합하였다.

```
<xsl:template match="@* | node()">
  <xsl:copy>
    <xsl:apply-templates select="@* | node()" />
  </xsl:copy>
</xsl:template>
<xsl:template match="gml:outerBoundaryIs">
  <gml:exterior>
    <xsl:apply-templates select="@* | node()" />
  </gml:exterior>
</xsl:template>
```

Fig. 8. change WFS data version

4. 결과 분석

본 연구에서 구현한 상수도 보급 대상 가구 선정 사업 모델의 최종 결과는 해당 지역의 건물 ID 반환한다.

WPS Orchestration 수행 여부 확인을 위해 각 프로세스 수행 단계인 지하수 사용 지역, 주택 건물, 인근 지역에 매몰지 위치 여부 별로 확인하였다. Fig. 9은 단계별 지도 화면 모습이다. 사용자의 지도 화면은 OE의 Debug 출력을 GML 형식으로 변환하여 Geotools를 통해 결과 확인하였다.

Fig. 9(a)은 초기 데이터로 행정구역 데이터, 건물 데이터, 매몰지 데이터이다. 행정구역은 8개로 분할되어 있고, 건물 데이터는 225개의 가구가 있고, 매몰지는 5곳이다.

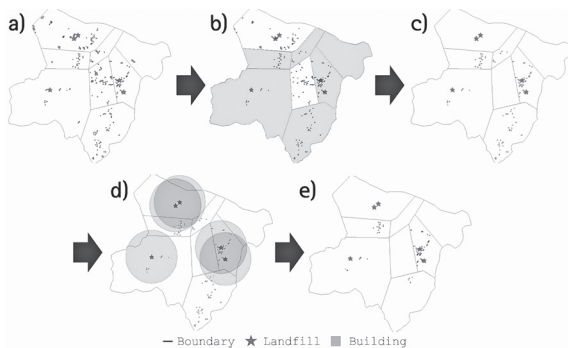


Fig. 9. Result Map

지하수 보급 마을 중 건물 데이터 중 주택 데이터를 선택하

기 위해서 Fig. 9(b)의 과정을 거쳤다. 지하수 보급 여부에 관한 정보는 행정구역 데이터에 존재하며 실험 대상지에서는 8개의 마을 중 6개의 마을이 지하수를 사용하고 있었다. 건물 데이터 중 주택 데이터는 185개이다. 이 과정을 통해 Fig. 9(c)의 과정이 나왔다.

매몰지 주변 500m 반경 지역만 추출하기 위해서 매몰지를 중심으로 Buffer(Fig. 9(d))를 수행하였다. Buffer와 Fig. 9(c)의 결과를 연쇄 처리하여 Fig. 9(e)의 결과를 얻을 수 있었다. 최종적으로 114개의 가구가 선정됨을 알 수 있었다.

연구에서 나온 결과는 4개의 마을이고 114개의 가구가 선정되었다. 이는 실제 이 지역에서 상수도 보급 사업 가구로 선정된 2개와 일치(Lee, 2011)함을 알 수 있다. 실제 결과와의 차이는 파주시에서 발표한 지침 중 공간분석 WPS 모델 적용 가능한 지침만 선택하여 구현하였기 때문이다.

5. 결론

본 논문에서는 웹 서비스를 통한 공간분석 WPS 모델의 배포를 위해서 BPEL 설계 및 구현 과정을 제시하였다. 공간분석 BPEL 처리 환경을 구축하고 BPEL 구현을 통해 WPS Orchestration 수행을 확인하였다.

WPS Orchestration을 수행함을 확인하기 상수도 보급 대상 가구 선정 모델을 중심으로 연구를 진행하였다. 해당 모델은 가축 매몰지 발생 후 신속한 대처가 필요하며 단시간에 많은 지방자치단체가 해당 모델을 필요로 하므로 공간분석 모델로 웹 서비스가 된다면 생산성 향상 효과를 얻을 수 있었다. 또한, 파주시 지침을 기반으로 설계된 공간분석 모델이 존재했으므로 공간분석 프로세스의 재사용을 통해 구현을 효과적으로 할 수 있다. 해당 모델의 수행 결과는 225개의 건물 중 114개의 건물이 선택함을 알 수 있었다.

웹 서비스를 통해 공간분석 모델을 공유하기 위해서는 BPEL을 적용하였다. BPEL은 외부 웹서비스를 조합과 통제하기 편리하고 XML 데이터 관리가 편리하였기 때문에 공간분석 모델에 적합하다고 판단하였다. 외부 웹 서비스를 호출하기 위해 WSDL 정의를 하였고, XML 데이터 관리는 XSLT를 적용하여 WPS 연쇄 수행하였다. 또한, BPEL을 통해 공간분석 기능의 반복적인 업무를 자동화하여 공간분석 모델을 관리하는 체계를 구축할 수 있었다. 이를 통해서 분산된 클라이언트도 같은 공간분석 모델을 제공받아 의사소통의 효과와 시간 소모의 측면에서 효율적으로 쓸 수 있다고 판단할 수 있다.

본 연구를 통해 기존에 경영, 컴퓨터공학 분야 등으로 한정

되어 연구를 진행한 BPEL은 위치기반의 분야에서 적합하게 사용할 수 있다고 판단된다. 특히 공간분석 모델은 BPEL의 특징인 프로세스 통제, 외부 웹 서비스 호출, XML 데이터 교환 등과 조화될 수 있다. 이를 통해 OGC 인터페이스에 적합한 공간 데이터와 공간분석을 공간분석 모델 실행의 흐름에 맞게 설계할 수 있다.

향후 연구는 해당 시스템이 BPEL 중심의 웹서비스가 REST 기반의 웹서비스로 확장하기 위해 OpenAPI 등 다양한 정보들과 결합하여 효과적인 의사결정을 내릴 수 있을 것이라 기대한다. 이는 GIS와 각종 공간분석기법을 활용하여 국토정책 및 공간계획 수립을 지원하는 의사결정 지원 도구로 사용되는 KOPSS 모형이 공간분석 WPS 모델로 발전 가능성을 제안을 통해 WPS 산업의 활성화를 기대한다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(No. 2011-0012868)과 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 것입니다.

References

- Albrecht, W., and Alexander, Z. (2007), Web service orchestration of OGC web services for disaster management, *Geomatics Solutions for Disaster Management*, pp. 239-254.
- Bastian, S., Bastian, B., Theodor, F., and Johannes, B. (2012), A Service-Oriented framework for real-time and distributed geoprocessing. *Geospatial Free and Open Source Software in the 21st Century*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 3-20.
- Kim, B. (2011), *Orchestration Design and Reuse Evaluation of GIS Standard Web Processing Service*, Master's thesis, Sejong University, Seoul, Korea, pp. 77-83. (in Korean with English abstract)
- Kuk, S., Seo, Y., and Kim, H. (2012), Conformity assessment and test method for implementation of Web Services Compositions based on Choreography, *Korean Society for Internet Information*, Korean Society for Internet Information, Vol. 13, No. 1, pp. 83-98.
- Lee, H. (2011), Selection of housing units for water supply using geospatial analysis, *CogSI 2012 Fall*, The Korean Society for Geo-Spatial Information System, pp. 8-12.
- Ministry of Environment-Gyeonggi-province (2011), *Promotion Guidelines about Water Supply for the Crisis Management of the Buried alive-Contamination*. Newsrelease, Ministry of Environment-Gyeonggi-province, Korea, pp. 4-8.
- OASIS (2007), Web Services Business Process Execution Language Version 2.0, OASIS, <https://www.oasis-open.org/committees/download.php/23964/> (last date accessed: March 1 2013).
- ODE, WSDL 1.1 Extensions for REST, ODE, <http://ode.apache.org/extensions/wsdl-11-extensions-for-rest.html> (last date accessed: March 25 2013).
- OGC (2005), Web Feature Service 1.1.0, OGC, <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs> (last date accessed: March 1 2013).
- OGC (2007), Web Processing Service 1.0.0, OGC, <http://www.opengeospatial.org/standards/wps> (last date accessed: March 1 2013).
- Paju-city (2011), Q&A for the Water Supply Business for Contamination of Foot-and-Mouth-Disease, *Paju-City*, <http://www.paju.go.kr> (last date accessed: July 12 2011).
- Victoria, R., Serena, C., and Adam, I. (2012), Orchestrating OGC web services to produce thematic maps in a spatial information infrastructure. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 37, pp. 107-120.
- W3C (2001), Web Service Definition Language (WSDL), *W3C Recommendation*, <http://www.w3.org/TR/wsdl> (last date accessed: March 1 2013).
- W3C (2007), XSL Transformations (XSLT) Version 2.0, *W3C Recommendation*, <http://www.w3c.org/TR/xslt20> (last date accessed: March 1 2013).

(Received 2013. 06. 10, Revised 2013. 06. 18, Accepted 2013. 10. 09)