

센서기반 응용시스템간 상호운용성 확보에 관한 연구 : 지능형국토정보기술혁신사업을 대상으로

A Study on Interoperability of Geo-sensor Based Outcomes : Focusing on Korean Land Spatialization Program

박재민¹⁾ · 정연재²⁾ · 박관동³⁾ · 김병국⁴⁾

Park, Jae-Min · Jung, Yeun J. · Park, Kwan-Dong · Kim, Byung-Guk

Abstract

Korean Land Spatialization Program (KLSP) is a R&D program of the National GIS Project for developing ubiquitous GIS technologies under control of Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. The first program from 2006 to 2012, initiated with \$132 million of national fund and \$42 million of private matching fund. Aiming 'Innovation of the GIS technology for the ubiquitous Korean land', KLSP consists of five core research projects and one research coordination project. The coordination project's purpose is to practically utilize and commercialize the results of core research projects. Korean Land Spatialization Group (KLSG) is planning a test-bed for testing, integrating, and exhibiting the KLSP's outcomes. Integrations of the outcomes are mandatory for the successful KLSG Test-Bed. The main objective of this paper is to introduce KLSP test-bed and three methodologies for integration of the outcomes in KLSP. As a plan of integrations, especially, this paper proposes SWE SOS (Sensor Observation Service) prototype to achieve interoperability of the geo-sensor networks.

Keywords : Interoperability, Sensor Web, Sensor Observation Service, Korea Land Spatialization Program

초 록

2006년 11월에 시작된 지능형국토정보기술혁신사업은 '유비쿼터스 국토실현을 위한 공간정보 기술혁신'이라는 목표를 실현하기 위해 기술 분야별 5개의 핵심과제로 구성되어 있으며, 2012년 4월까지 정부출연급 약 1317억원, 민간부담금 약 446억원이 투입되는 대규모 R&D 사업이다. 본 사업에서는 개발된 연구성과물을 검증하기 위해 실제 환경에 적용, 통합, 전시하는 테스트베드 구축을 계획하고 있으며, 이를 통해 국가차원의 공간정보 상설 실험장을 확보하고자 한다. 현재 5개 핵심과제에서 개발되고 있는 연구성과물의 약 40%이상이 공간정보를 관측, 수집하는 다양한 센서를 사용하는 응용시스템들이며, 이러한 이기종 센서시스템간 통합 서비스를 제공하기 위해서는 상호운용성 확보가 가장 중요하고 시급한 문제이다. 본 논문에서는 지능형국토정보기술혁신사업에서 개발되고 있는 연구성과물의 통합 방안에 대해 살펴보고, 특히 센서관련 응용시스템간의 상호운용성 확보에 적절한 통합 방안을 센서웹을 통하여 제시하였다.

핵심어 : 상호운용성, 센서 웹, 센서관측서비스, 지능형국토정보기술혁신사업단

1. 서 론

사회학자인 Neil Gross는 1999년 Business Week에 게재

된 그의 글에서 '다음 세기의 지구는 수백만 개의 각종 전자관측 장비(센서)로 이루어진 전자 피부(Electronic Skin)를 입게 될 것 이며, 인터넷이 전자피부에 감각을

1) 교신저자 · 정회원 · 지능형국토정보기술혁신사업단 연구원(E-mail: jaemini.park@gmail.com)
2) 지능형국토정보기술혁신사업단 선임연구원(E-mail: yxj123@inha.ac.kr)
3) 정회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 지리정보공학과 부교수(E-mail: kdpark@inha.ac.kr)
4) 정회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 지리정보공학과 교수(E-mail: byungkim@inha.ac.kr)

전달하기 위한 대개체로 사용될 것' 이라고 예측하였다. 10년 전 그의 예측은 초소형 컴퓨터와 네트워크 기술의 발달로 이미 현실이 되고 있다. 최근 '언제 어디서나' 라는 의미의 유비쿼터스(Ubiquitous) 컴퓨팅 환경이 급속도로 구축되고 있으며, 공간정보 분야에서도 '유비쿼터스' 라는 키워드는 최고의 화두가 되고 있다.

여러 유비쿼터스 컴퓨팅 기술 중에서도 특히 무선센서네트워크(WSN, Wireless Sensor Network) 기술은 최근 상태 모니터링, 정보 수집용으로 각광을 받고 있다. 무선센서네트워크란, 센서, 수집된 정보를 가공하는 프로세서, 그리고 이를 전송하는 소형 무선 송수신 장치가 장착된 센서노드의 네트워크를 일컫는다(박현식, 2006). 일반적으로 센서네트워크 기술은 각종 센서에서 실시간으로 관측된 정보를 싱크노드(Sink Node) 또는 게이트웨이(Gateway)를 통해 무선 또는 유선으로 전송하고, 이를 서버에서 수집할 수 있다. 각종 공간적인 현상을 나타내는 센서 관측 정보는 GIS 데이터의 수집원으로 사용될 수 있으며, 이는 공간정보 분야의 연구자들이 여러 유비쿼터스 컴퓨팅 기술 중에서도 무선센서네트워크 기술에 깊은 관심을 보이는 이유이기도 하다. 최근에는 각종 지리공간에서 발생하는 현상들을 관측하는 센서네트워크라는 의미로 공간센서 네트워크(Geosensor Network)이라고 정의한 바도 있다(Nittel 등, 2006). 국내에서는 기존 GIS 시스템과 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 융합하여 '유비쿼터스 GIS(이하 u-GIS)' 기술로 명명하고 있다.

최근 유비쿼터스 공간정보 기술은 국토해양부가 추진하고 있는 지능형국토정보기술혁신사업(이하 지능형국토정보사업)을 통해 활발히 연구되고 있다(김병국 등, 2009). 지능형국토정보사업에서는 도시 내 여러 기반시설물과 교통시설물에 무선 센서를 부착하여 실시간 관측정보를 수집·관리하는 기술(정진석 등, 2008; 이용주 등 2008), 재난·재해 상황에 대비한 다양한 공간정보 관측 센서기반의 국토 모니터링 기술 등 여러 센서응용 시스템 기술들이 개발되고 있다. 이러한 이기종의 다양한 센서들이 동 사업에서 추진되고 있는 지능형국토정보 테스트베드에서 서로 유기적으로 통합되어 운용된다면, 각종 센서시스템의 고유기능과 더불어 새로운 서비스에도 응용이 가능할 것이다. 그러나 현재의 연구성과물들은 서로 다른 연구기관에서 테스트베드 내 통합을 고려하지 않고 개별적으로 개발되고 있기 때문에 성과물간의 상호운용성 확보가 해결되어야 할 가장 큰 문제점으로 부각되고 있다.

본 논문에서는 지능형국토정보사업에서 개발되고 있는 연구성과물을 테스트베드 내에서의 효과적으로 연구성과물을 통합하는 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 연구성과물을 특성별로 분류하고, 공간정보를 측정하여 사용자에게 서비스를 제공하기까지의 단계별 프로세서별로 세부적인 기술사양을 분석하였다. 또한 정보기술(IT) 분야의 시스템통합 방법론의 분석을 통해 본 사업에서 실질적으로 적용 가능한 통합방안에 대한 서비스 시나리오, 성과물 통합 측면을 구체적으로 제시하였다. 특히 본 사업에서 많은 비중을 차지하고 있는 센서 및 센서네트워크 기반 성과물의 상호운용성 확보를 위해 개발된 센서웹(Sensor Web) 프로토타입 시스템을 통해 이기종 센서응용시스템간의 통합 방안에 대하여 중점적으로 논하고자 한다.

2. 지능형국토정보기술혁신사업

지능형국토정보사업은 2006년부터 2012년까지 6년간 총 1763.5억원(정부출연금 1317억, 민간부담금 446.5억)이 투입되는 국내 최대의 공간정보 분야 R&D 사업이다. '유비쿼터스 국토실현을 위한 공간정보 기술혁신'이라는 목표를 실현하기 위해 기술 분야별로 5개의 핵심과제로 구성되어 있으며 현재 2단계 연구가 시작되고 있는 시점이다. 사업단은 1단계 연구(2006-2009)를 통해 u-GIS 핵심기술을 확보했으며, 2009년 6월에 시작되는 2단계 연구(2009-2012)를 통해 성과물의 상용화 작업을 시작할 예정이다. 이를 위해 지능형국토정보기술혁신사업단(이하 사업단)은 지능형국토정보 테스트베드를 위한 실험부지를 지방자치단체를 대상으로 공모를 통해 선정하고 실험을 위한 기반시설을 구축할 계획이다.

2.1 지능형국토정보 테스트베드

최근 많은 대형 R&D 사업에서는 기술개발 과정에서 필요한 각종 단계별 실험과 연구개발 완료 후에 성과물들을 최종적으로 검증하고 효과적으로 홍보하기 위해 테스트베드를 구축하고 있다. 이에 사업단에서도 연구개발 성과물의 현장적용을 통한 기술검증, 개별 성과물간의 통합, 그리고 우수 연구성과물들을 전시하기 위한 '지능형국토정보 테스트베드' 구축을 추진하고 있다. 또한 이를 통해 향후 국가적인 차원의 '차세대 유비쿼터스 공간정보 실험장' 확보를 목표로 하고 있다.

본 사업단에서는 그림 1과 같이 각 핵심과제에서 개발

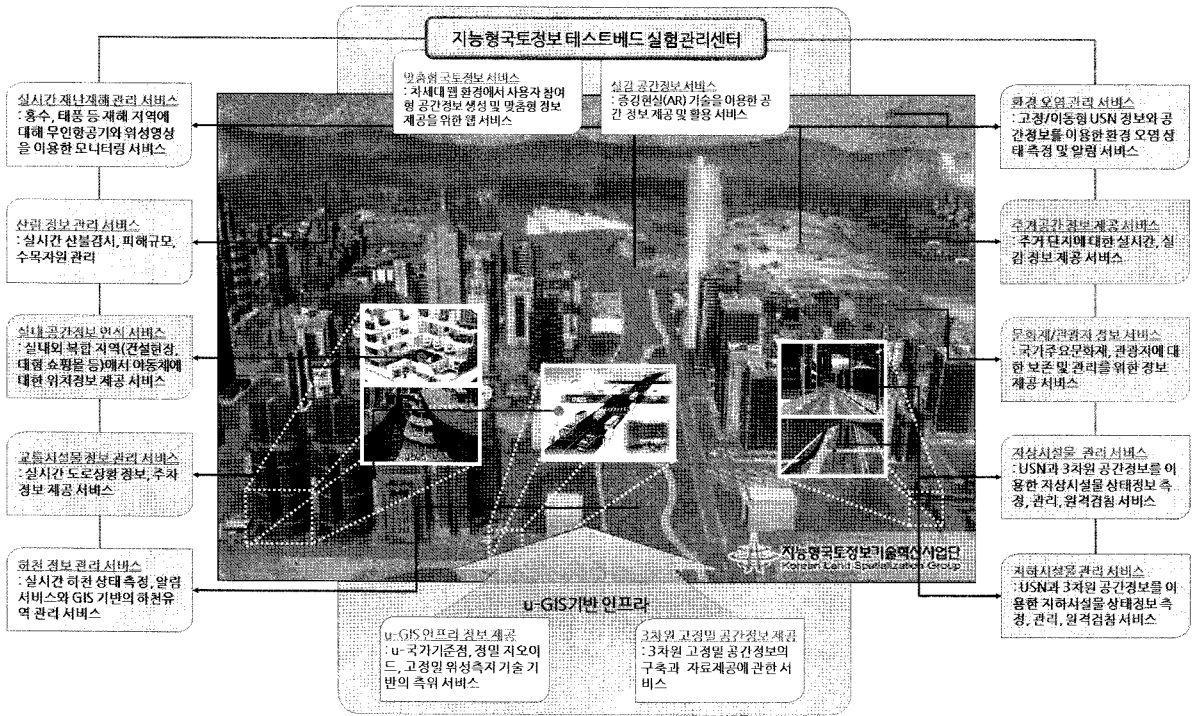


그림 1. 지능형국토정보 테스트베드 예상도

되는 개별 단위시스템과 통합시스템이 상호운용 되어 유기적인 응용 서비스가 이루어질 수 있는 환경을 테스트베드에 구축하고자 한다. 또한 최종적으로 개발되는 29개의 연구성과물을 향후 정해지는 도심 속의 실험지역에 지하, 지상, 하천 등 다양한 공간적 범위에 적용할 예정이다. 각 연구성과물들은 테스트베드를 구성하는 기본적 기능인 단위시스템들로 구성되어 있으며, 이 단위시스템 역시 여러 개의 기반기술을 통하여 완성되는 계층적인 구조로 구성되어 있다. 따라서 연구성과물을 검증하기 위해서는 기본적으로 개별 단위시스템이 제대로 작동하는지를 검증하는 단계를 거쳐야 하며, 통합시스템을 구성하는 단위시스템들이 서로 유기적으로 동작되는 상호운용성 확보도 중요하게 고려되어야 한다(박재민 등, 2009a). 이를 위해 사업단에서는 모든 성과물의 연구개발 진행과정에 관련분야의 국내외 대표적인 표준들을 적용하도록 연구기관들에게 권고하고 있다. 또한 사업단과 핵심연구진간의 테스트베드 구축과 관련한 효율적인 의사소통을 위한 기구인 테스트베드 TF (Task Force)를 구성하고 있으며, 정기적인 회의와 협의를 통하여 상호운용성 확보와 같은 문제들을 해결해 나가고 있다.

지능형국토정보 테스트베드 구축은 개발된 각종 단위 기술, 통합기술, 응용 서비스들을 다양한 공간적 범위를 대상으로 검증하고, 실제 운영 환경 및 확대구축 과정에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 파악해본다는 차원에서 매우 중요하다. 특히 실제 운영 환경과 유사한 환경을 구축하여 사전에 반복 실험하는 과정이 중요하다. 테스트베드 구축을 통해 '개발기술의 상용화를 위해 현장실험을 통한 개선사항을 정확하게 도출할 수 있는가?', '단위 기술에 대한 검증은 물론 융복합 기술 및 서비스에 대한 검증이 가능한가?', '다양한 응용 서비스 모델을 발굴하고, 이에 대한 기술적, 사업적, 경제적 타당성에 대한 검증이 가능한가?' 등에 대해 해답을 얻을 수 있어야 하며, 테스트베드 설계 및 구축 과정에서는 이러한 요소들을 중요하게 고려되어야 한다(김병국 등 2009).

2.2 연구성과물

본 사업은 연구개발을 통해서 표 1과 같이 34개 대표 성과물을 최종 목표(결과물)로 정하고 사업을 진행 중이다. 34개 대표성과물 중에서 29개의 성과물이 실제 테스트베드에 구축 및 설치될 예정이며, 나머지 성과물은 실

표 1. 지능형국토정보기술혁신사업 대표성과물

구분	대표 성과물			개발기술 분류				
	번호	성과물 명칭	TB적용	측정	전달	수집	가공	서비스
총괄과제	(0)	• 실험관리센터	적용	√	√	√		
1핵심	(1)	• 차세대 기준점 및 관리체계	적용	√				√
	(2)	• 지하 시설물 탐지장비 및 시스템		√				
	(3)	• 지상 3차원 레이저 스캐너 장비		√				
	(4)	• Multi-looking 항공사진 촬영시스템		√				
	(5)	• 차세대 수치지도 관리시스템					√	√
	(6)	• 정밀 지오이드 모델	미적용	√		√	√	
	(7)	• GVS 자료 통합 처리 시스템		√		√	√	
	(8)	• 영토경계 결정시스템					√	
2핵심	(9)	• 실시간 공중자료 획득시스템	적용	√	√	√	√	
	(10)	• 지상고정센서형 모니터링 시스템		√	√	√		
	(11)	• 동영상정보 수집센싱 시스템			√	√		
	(12)	• 차량이용 국토정보 모니터링 시스템		√	√	√	√	
	(13)	• 항공/위성 LiDAR 이용 도시정보 추출/변화탐지 시스템						√
	(14)	• 국토변화정보 포털시스템						
	(15)	• 공간정보갱신 시스템				√	√	
(16)	• 하천유역 모니터링 지원시스템				√	√		
	(17)	• 한반도 국토환경 모니터링 시스템	미적용				√	√
3핵심	(18)	• 지상시설물용 USN Package	적용	√	√	√		
	(19)	• 지하시설물용 UFSN Package		√	√	√		
	(20)	• 도시시설물 관리용 통합 플랫폼				√	√	√
	(21)	• 지능형 도시공간정보 서비스 표준화 체계	미적용					√
4핵심	(22)	• 건설장비 위치추적 시스템, 실내외 위치인식 시스템	적용	√				
	(23)	• 2차원 건설도면을 이용한 GIS DB 갱신 소프트웨어		√				√
	(24)	• 첨단 측량장비를 활용한 자료취득 및 검증 시스템		√				√
	(25)	• 실내공간정보 활용 서비스 플랫폼					√	√
5핵심	(26)	• GeoSensor 데이터 저장/관리시스템	적용			√	√	
	(27)	• u-GIS 공간 데이터 저장/관리시스템				√	√	
	(28)	• u-GIS 데이터 융합 분석 Package					√	
	(29)	• 모바일 u-GIS 정보 저장/관리시스템				√	√	
	(30)	• 맞춤형 국토정보 시각화 시스템					√	
	(31)	• 실내외 모바일 증강현실시스템					√	√
	(32)	• 맞춤형 국토정보 제공 플랫폼						√
	(33)	• 맞춤형 국토정보GeoDRM 시스템					√	√

협대상이 한반도 전역으로서 개별적으로 실험을 진행하거나, 실험이 필요없는 성과물들이다. 테스트베드에서는 실험관리센터(운영센터)를 중심으로 각 성과물이 유기적으로 서비스가 가능하도록 시스템의 통합을 하고자 한다. 그러나 각 성과물들은 핵심과제별로 서로 다른 기관에서 개발되고 있으므로 시스템 통합 측면에서 다양

한 문제를 야기할 수 있다.

5개 핵심/세부과제는 매우 다양한 공간정보 분야(측지/측량, GIS 엔진개발, 센서네트워크, 영상취득 등)의 연구로 구성되어 있으므로 각 성과물의 분석을 위해서는 기술들을 동일한 분류체계로 구분할 필요가 있었다. 따라서 시스템 측면에서 모든 연구성과물을 센서시스템으

로 간주하여 공간정보를 관측(측정), 전달, 수집, 가공, 서비스하는 각 프로세스별로 추상화하고, 자료(정보)의 흐름에 따라 세부적인 기술 사양들을 조사하였다. '측정'은 각 공간정보 센서자료의 관측 단계이며, '전달'은 관측된 자료를 운영센터 또는 각 통합시스템으로 전달하는 단계이다. 또한 운영센터 내에서 각 공간정보시스템에서 전달되는 자료를 데이터베이스에 저장하고, 목적에 따라 처리하는 과정, 이를 사용자에게 제공하는 과정을 '수집', '가공', '서비스' 단계로 구분하였다. 표 1에서 확인할수 있듯이 1핵심과제(과제명: 공간정보 기반 인프라 기술)의 성과물은 주로 '측정' 단계의 기술을 개발하고 있으며, 5핵심과제(과제명: u-GIS 핵심 융복합 기술)의 성과물은 주로 테스트베드내에 구축될 운영센터 내의 공간정보 '가공'과 '서비스' 단계에 대한 기술을 개발하고 있다.

3. 연구성과물 통합방안

현재 연구성과물들은 각 연구기관별로 개별적으로 개발하고 있기 때문에 특정부지 내에서 유기적으로 운영되기 위해서는 모든 연구개발 성과물을 포괄할 수 있는 시스템적인 기반이 필요하다. 또한 시스템 통합 방법론 측면에서도 '어느 정도 수준까지 성과물을 통합할 것인가?'에 대한 통합 수준이 결정되어야 한다. 통합의 수준은 일반적으로 표 2와 같이 5개 수준으로 나뉜다. 더 높은 수준의 통합일수록 더 많은 자원(시간, 비용 등)이 투입되어야 하므로 필요에 따라 수준에 대한 조정이 필요

표 2. 시스템 통합 수준

수준	단계	비고
0	통합 이전 단계	외부 인터페이스를 가지지 않는 Stand-alone 시스템
1	개별 연결 통합	API나 데이터 동기화 툴을 이용하는 점대점 형식의 통합
2	구조적 통합	메시지 형식이나 어플리케이션 서버 등의 미들웨어를 사용하는 통합
3	프로세스 통합	미들웨어를 사용하여 시스템간의 정보를 공유하는 차원을 넘어 정보를 관리하는 수준의 통합
4	외부 통합	인터넷과 같은 공통의 통신 하부 구조를 이용한 통합

하다. 통합의 수준이 결정되었으면, 그에 따른 추진전략을 적절히 세우는 것이 성공적인 시스템 통합으로 이끄는 가장 중요한 요소가 된다(최완일 등, 2001).

표 3. 시스템 통합 추진전략

추진전략	특징
공통사용자 인터페이스 통합 전략	공통화된 인터페이스를 이용한 통합 전략으로 인터페이스에서의 변화만 일어나며 DB와 비즈니스 로직상의 변화가 없음
데이터베이스 통합 전략	데이터베이스만을 통합하는 전략으로, 비교적 안전한 통합 전략
어플리케이션 혼합(합성) 전략	ERP 시스템 등의 대규모 어플리케이션을 이용하는 통합 전략 ex) ESRI와 같은 특정 GIS 어플리케이션을 사용하는 성과물 또는 시스템간의 통합 작업을 하는 경우가 이에 해당함
다단계 프로세스 전략	미들웨어를 이용하는 통합 전략 ex) u-City 통합 운영센터나 대용량 실시간 센서 미들웨어 사용이 이에 해당함

통합 과정을 위한 전략은 일반적으로 각 상황에 따라 네 가지로 구분될 수 있으며, 각 전략별로 표 3과 같은 특징을 가진다. 또한 시스템 통합 추진전략에 따른 시스템 통합 유형은 표 4와 같이 구분할 수 있다. 실제 시스템 통합 시에는 각 상황에 따라 적용 환경이 매우 다양하고 상이한 특성을 가지는 경우가 많다. 따라서 실제 통합과정에서 통합의 유형을 명확하게 구분하는 것은

표 4. 시스템 통합 유형

유형	특징
데이터 통합	각 시스템이나 어플리케이션에서 나오는 다양한 데이터를 통합하는 가장 하위의 기초적인 통합 유형
어플리케이션 통합	각 어플리케이션들이 자체적으로 가진 특성을 고려하여 새로운 어플리케이션을 구축하는 통합 유형
프로세스 통합	하나의 조직내 또는 여러 조직에 걸쳐 있는 시스템들 사이에서 순서, 계층, 이벤트, 실행 로직, 정보의 이동 등을 규정하여 공통의 프로세스를 적용하는 통합 유형
포탈 지향 통합	웹브라우저 같은 단일한 사용자 환경을 통해서 정보 서비스를 하는 프리젠테이션 계층의 통합 유형

서비스 품질 측면에서 많은 장점을 가지게 된다.

▶ 대상 성과물 및 시스템 통합 측면

구 분	내 용				
대상 성과물 (표 1 참조)	• 총괄(0)		• 3핵심 -		
	• 1핵심(4), (5)		• 4핵심 -		
통합 수준	• 2핵심(9), (10), (14), (16), (17)		• 5핵심(26), (30), (32)		
	수준 0 : 통합 이전단계	수준 1 : 개별 연결 통합	수준 2 : 구조적 통합	수준 3 : 프로세스 통합	수준 4 : 외부 통합
통합 전략	<input type="checkbox"/> 공통사용자 인터페이스	<input type="checkbox"/> 데이터베이스 통합	<input checked="" type="checkbox"/> 어플리케이션 혼합	<input type="checkbox"/> 단단계 프로세스 통합	
통합 유형	<input type="checkbox"/> 데이터	<input checked="" type="checkbox"/> 어플리케이션	<input type="checkbox"/> 프로세스	<input type="checkbox"/> 포탈지향	
참고 표준	-				

표 6은 u-City에서 제공하는 여러 서비스 중에서 본 사업의 연구성과물을 이용하여 구현이 가능한 일례로서, '실시간 재난재해 관리서비스'에 대한 통합 시나리오이다. 서비스 기반의 통합은 어플리케이션 수준에서 통합이 이루어지므로 비교적 낮은 수준의 통합작업으로 높은 효과를 낼 수 있는 방법이다.

3.3 국내외 표준 활용 방안

시스템 통합 관점에서 가장 명확한 통합방법은 개발

표 7. 통합 시나리오 III : 국내외 표준 활용 방안

OGC 센서웹 표준을 이용한 성과물 통합	
▶ 통합 시나리오(서비스) 측면	
구 분	내 용
설 명	• 각 핵심과제별 연구성과물중에서 센서 및 센서네트워크 성과물의 상호운용성 확보를 통한 센서웹서비스
주요 기능	• 센서스트림 데이터 관측, 관제 기능
제공 서비스 (표 1 참조)	• 센서관측서비스(Sensor Observation Service) • 센서계획서비스(Sensor Planning Service) • 센서알람서비스(Sensor Alarm Service) • 웹공지서비스(Web Notification Service)
실험 범위	<input type="checkbox"/> 한반도 전체 <input checked="" type="checkbox"/> 도시 규모 <input type="checkbox"/> 도시내 소구역 <input checked="" type="checkbox"/> 기타
목표 사용자	<input checked="" type="checkbox"/> 정부 <input checked="" type="checkbox"/> 지자체 <input checked="" type="checkbox"/> 일반 기업 <input checked="" type="checkbox"/> 대국민

▶ 대상 성과물 및 시스템 통합 측면

구 분	내 용				
대상 성과물 (표 1 참조)	• 총괄(0)		• 3핵심(18), (19), (20)		
	• 1핵심(1)		• 4핵심(22)		
통합 수준	• 2핵심(10), (11), (12), (15)		• 5핵심(26), (27), (28) (32)		
	수준 0 : 통합 이전단계	수준 1 : 개별 연결 통합	수준 2 : 구조적 통합	수준 3 : 프로세스 통합	수준 4 : 외부 통합
통합 전략	<input checked="" type="checkbox"/> 공통사용자 인터페이스	<input type="checkbox"/> 데이터베이스 통합	<input type="checkbox"/> 어플리케이션 혼합	<input type="checkbox"/> 단단계 프로세스 통합	
통합 유형	<input checked="" type="checkbox"/> 데이터	<input checked="" type="checkbox"/> 어플리케이션	<input type="checkbox"/> 프로세스	<input checked="" type="checkbox"/> 포탈지향	
참고 표준	• OGC SWE Specification				

과정에서 서브시스템들이 통일된 데이터 포맷을 사용하고 하나의 표준 기반으로 개발하는 것이다. ISO, OGC 등 공간정보 관련 표준들이 있으나, 실제로 표준을 준수하지 않는 경우가 빈번하다. 이는 개발목적에 완벽히 부합하는 표준이 부재하거나, 해당기술이 표준 범위를 벗어나거나, 현존하는 표준방식보다 더 효율적인 방법이 존재하는 경우이다.

지능형국토정보사업에서 개발 중인 연구성과물을 살펴보면, 각종 공간정보 관측센서를 활용하거나 센서 데이터를 처리하는 기술들이 많은 비중을 차지하고 있다. 기존 센서 관측시스템들은 대부분 특정 어플리케이션이나 데이터 수집 목적에 따라 독립적으로 설계되었다. 대부분 서버-클라이언트 방식으로 특정 어플리케이션에 제한된 구조로서 일반 사용자들이 접근하고 사용하기에 어려웠다. 향후 유비쿼터스 공간정보 환경에서는 관측이 필요한 지역에 이기종 센서들을 설치하고, 인터넷을 통해 사용자들이 실시간으로 센서 관측정보나 다양한 부가 서비스를 제공받을 수 있는 센서웹(Sensor Web) 기술이 필요하다. 최근 OGC에서는 각종 센서시스템의 상호운용과 서비스를 위한 센서웹 표준을 제정하고 테스트베드 프로그램을 통해 표준에 대한 실험과 검증을 지속적으로 수행하고 있다. OGC 센서웹 표준은 성능에 대한 우수성과 안정성이 이미 검증되어 많이 활용되고 있으며, 최근에는 OGC 센서웹 표준을 이용하여 센서기반 응용시스템의 상호운용과 통합서비스를 제공하는 국외

표 8. 센서시스템 및 센서네트워크 관련 성과물 특성

핵심 과제	성과물명							
		측정 단계		전달/전송 단계		수집/저장 단계	처리/가공 단계	서비스 단계
				노드→G/W	G/W→서버			
1 핵심	유비쿼터스 국가기준점	U-국가기준점 (RFID tag)		RFID 리더 (EPC Gen2)	CDMA	기준점 정보처리 DB서버	기준점 정보처리 DB서버	기준점 관리 웹서비스
2 핵심	지상고정 센서형 모니터링 시스템	u-GISN(화염감지 센서, 간극수압계, 습도센서, 온도센서)		ZigBee	TRS	-	-	-
	동영상정보 수집 센싱 시스템	CCTV (VRS, DVR, Network CCTV)		유선	CDMA	지도기반 CCTV 모니터링 (수집 및 스트리밍) 서비스		
3 핵심	대중교통 국토모니터링 시스템	차량탐재 이동형 센서(GPS, CCD, 대기센서), 게이트웨이		ZigBee	Wibro/HSDPA	USN 미들웨어 (Binary 형태 저장)	USN 미들웨어 (GML 형태 센서정보 생성)	OpenAPI 지도기반 환경정보 웹서비스
	지하시설물 USN 패키지	UFSN (초음파유량센서)		지하 G/W (ZigBee)	-	5핵심 u-GIS SDBMS (Stream & Database Management System) 사용		
	지상시설물 USN 패키지	지상센서(온도, 습도, 풍향, 풍속), CCTV		지상 G/W (ZigBee)				
도시시설물 관리용 통합플랫폼	-	-	통합 G/W (XML 기반 자체 프로 토폴)	UID 모듈 센서데이터 상황인지 모듈				
4 핵심	WiFi 기반 건설현장 RTLS시스템	측위센서(RTLS, Real Time Locating System)		-	-	-	-	-
5 핵심	GeoSensor 데이터 저장/관리 시스템	Geosensor 프로토타입 (Network CCTV, 온도, 습도, 조도센서)		-	-	u-GIS SDMS 서버 • GeoSensor Edge Server • GeoStream Server	-	-
	u-GIS 데이터 융합/분석 패키지	-	-	-	-	-	• u-GIS 융합분석 시스템 • u-GIS 상황인식 모델	-
	맞춤형 국토 정보 제공 플랫폼	-	-	-	-	-	u-GIS GeoWeb 플랫폼 (2D : UPMaps, 3D : UPMapsHybrid) • Open API 형태 위성/벡터지도 엔진 • WMS/WFS, TMS, JSON/GeoJSON, GeoRSS, GML, KML, Google, VirtualEarth, WorldWind, Yahoo 등 매쉬업 가능	-

프로젝트들이 많이 수행되었다. 이와 같이 공인된 OGC 센서웹 표준을 이용하면 많은 성과물들이 쉽게 통합될 수 있으며, 다양한 서비스를 제공할 수 있게 된다. 표 7 과 같이 센서시스템 관련 성과물들을 통합하기 위해서는 프로세스 통합 수준까지 이루어져야 하며, 공통 사용자 인터페이스 및 데이터 스키마 형태를 통일해야 하는 단점이 있다. 표준 기반의 통합 방식은 표준 문서에 따라 개별적으로 개발한 다음 최종 통합 과정에서는 최소의 노력만이 요구되므로 오히려 시스템의 전체적인 품질이나 효율성 측면에서 효과적인 통합 방안이다.

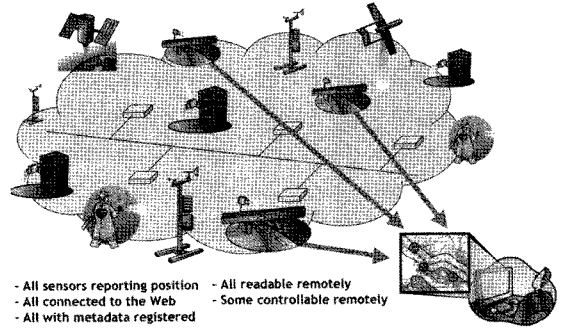


그림 2. 센서웹 개념(OGC SWE 참고)

4. 센서응용시스템간 상호운용성 확보

4.1 센서 및 센서네트워크 관련 성과물

지능형국토정보사업에서 개발 중인 연구성과물 중에서는 공간정보를 수집하는 센서 및 센서네트워크와 관련된 성과물이 많은 비중을 차지하고 있다. 전체 성과물의 약 40% 정도가 공간정보를 수집하고 센서 데이터의 처리/저장/서비스와 관련된 성과물이다. 테스트베드에서는 각 성과물들이 운영센터를 기반으로 상호운용성을 확보하여 유기적으로 작동 되어야 한다. 표 8에서와 같이 센서 관련 성과물들은 공간정보의 측정, 전달/전송, 수집/저장, 처리/가공, 서비스 단계로 구분되어 있다. 측정단계에서는 성과물별로 다양한 센서들을 사용하고 있으며, 전달/전송 단계에서도 다양한 통신방식을 사용한다. 수집/저장, 처리/가공, 서비스 단계에서는 성과물별 목적에 따라 상이한 기능, 데이터 포맷, 서비스, 표준을 사용하여 시스템을 개발하고 있다. 이는 전반적으로 연구기관들이 성과물간 상호운용성을 고려하지 않고 개발하고 있는 것을 의미한다. 또한 센서 관련 성과물 간에도 매우 다양한 특성을 가지고 있기 때문에 테스트베드 내에서의 상호운용성 확보는 중요하다.

4.2 센서웹 개념

다양한 이기종 센서들을 통합하여 테스트베드에 적용하기 위해서는 다양한 종류의 시스템 간에 상호운용성을 보장할 수 있는 방법이 필요하다. 이를 위한 최적의 대안 중 하나가 앞절에서 언급한 웹 서비스를 이용하여 다양한 이기종 센서시스템을 통합하는 센서웹 기술이다.

센서웹은 그림 2와 같이 인공물과 자연물에 다양한 센서를 설치하고 이를 웹상에서 시설물 및 환경, 교통 상

태, 재난재해 등을 모니터링 하는 개념이며(이충호 등, 2007), 인터넷을 통해 다양한 센서 네트워크로부터 필요한 정보를 자동으로 액세스하고 추출하여 사용할 수 있는 개방형 표준 사양(Specification)이다. 가장 대표적인 센서웹 표준으로는 OGC의 SWE(Sensor Web Enablement)가 있다.

표 9에는 SWE를 구성하는 4개의 웹서비스(SOS, SPS,

표 9. OGC SWE 스펙

	스펙	목적
웹 서비스	Sensor Observations Service (SOS)	센서 정보 및 측정값의 수집, 조회 및 접근 서비스
	Sensor Planning Service (SPS)	사용자 요구에 의한 데이터 획득, 관측 요청 서비스
	Sensor Alert Service (SAS)	센서로부터 경고 발생시 메시지 데이터 생성/구독 서비스
	Web Notification Services (WNS)	SAS/SPS로부터의 경보나 메시지의 비동기식 웹 전송
데이터 모델 / 스키마	Observations & Measurements Schema (O&M)	센서 관측값의 인코딩센서
	Sensor Model Language (SensorML)	시스템과 관측 프로세스에 대한 기술
	Transducer Markup Language (TransducerML)	실시간 스트리밍 데이터를 지원하는 트랜스듀서 기술

SAS, WNS, O&M)와 3개의 데이터 모델/스키마(O&M, SensorML, TML)에 대한 표준 스펙을 나타내고 있다. OGC SWE는 XML 형태의 데이터 모델/스키마를 이용하여 메시지를 주고받는 웹 서비스 형태이다(Botts, 2007). 웹 서비스는 일반적으로 HTTP 프로토콜을 이용하여 통신이 이루어지므로 별도의 특수한 프로토콜을

요구하지 않는다. 또한 대부분의 인터넷 시스템이나 운영체제 등이 HTTP 프로토콜을 기본적으로 지원하므로 이기종 시스템 간에도 통신이 이루어질 수 있다. SOS의 메시지는 XML의 형태로 표현된다. XML은 이기종 시스템간에 데이터의 전송이나 교환을 위하여 사용되는 표준 방식으로서 다양한 시스템에서 쉽게 지원이 가능하다. 따라서 OGC의 SOS를 활용하는 것이 이기종 센서 및 시스템들 간에 상호운영성을 확보할 수 있는 좋은 대안으로 볼 수 있다.

4.3 센서웹 프로토타입 개발

지능형국토정보사업에서는 테스트베드 내의 공간정보 센서 시스템간의 상호운영성 확보를 위하여, OGC SWE 중 센서 정보 및 측정값의 수집, 조회, 접근을 위한 표준 서비스인 Sensor Observation Service (SOS) 시스템을 프로토타입으로 개발하였다. 이러한 테스트베드 프로토타입을 개발하기 위하여, 센서 네트워크의 구축, 센서 정보의 수집, 센서 정보의 처리 및 최종 서비스까지의 전체 과정을 포함하고 있는 센서 모니터링의 단계별 요소를 표 10과 같이 구성하였다.

OGC SOS의 목적은 원격 또는 현장 관측, 고정 또는

표 10. 센서웹 프로토타입 구성

구성요소	세부 설명
센서	한백전자 HBE-ZigBeeX II 패키지 - 센서 노드(온도, 조도, 습도): 7개 - ZigBee 통신 - 인하대 하이테크센터에 설치됨
	자채개발 - 개발언어: Java - SOS 서버와 접속 - 센서 정보를 수집하여 SOS 메시지 전송 - 센서 정보, 측정값 정보 등에 대한 표준 용어 제정, 사용
데이터 수집 노드	52° North SOS - Open-Source 기반 SOS 서버 - Java Servlet 기반 4-Tier 구조 - PostgreSQL서버 / PostGIS 서버 이용
SOS 서버	자채개발 - Apache HTTP Web Server 이용 - 개발언어: PHP - SOS 서버를 통하여 센서 정보획득 및 가공
웹 어플리케이션 서버	자채개발 - 웹브라우저 이용 - 개발언어: Javascript, HTML, CSS - Naver MAP 연동 : OpenAPI 이용 - AJAX 통신
클라이언트	

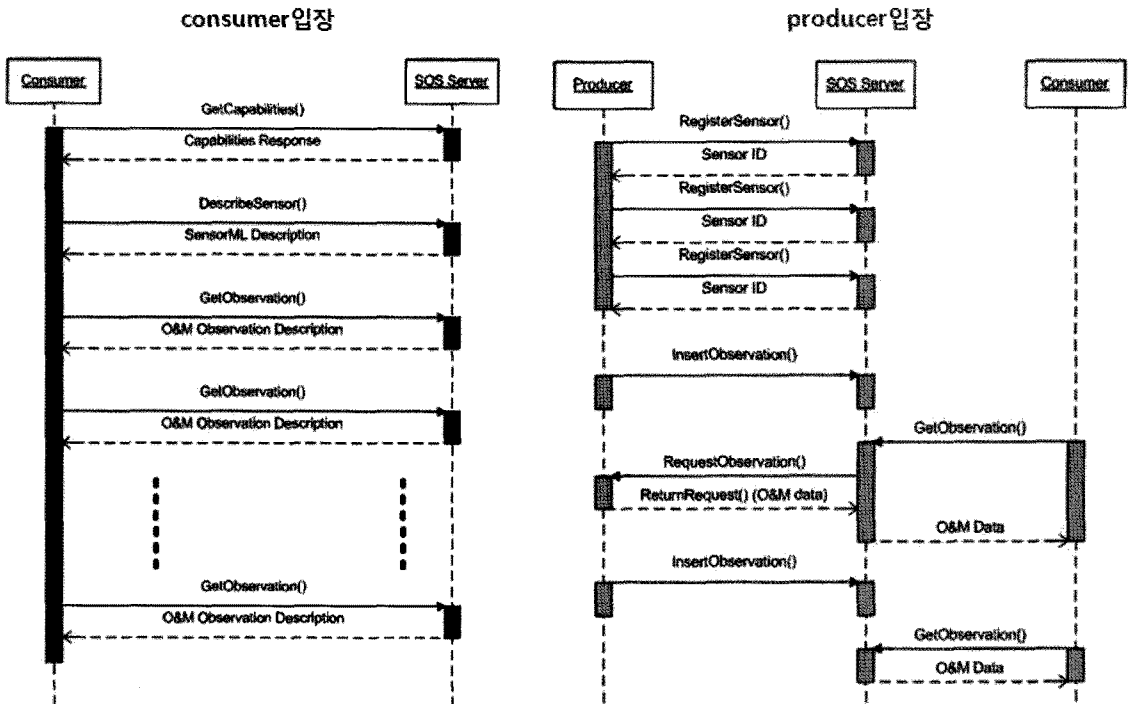


그림 3. 센서웹 프로토타입의 시퀀스 다이어그램

모바일 센서를 포함하는 모든 센서환경에서 동일하게 적용될 수 있는 표준적인 방법을 제공하는 것이다. OGC SOS는 센서의 측정값을 생산해내는 Producer와 그 측정된 값들을 소비하는 Consumer 입장으로 나누어 그 기능을 기술할 수 있다(박재민 등, 2009b). 그림 3은 본 연구에서 개발된 센서웹 프로토타입의 Producer와 Consumer의 측면의 시퀀스 다이어그램을 보여주고 있다.

SOS서비스를 지능형국토정보사업의 센서 관련 성과

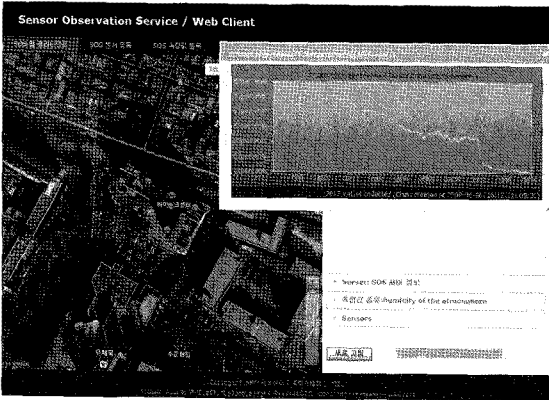


그림 4. SOS서비스 시범 적용의 예

물의 통합 기반으로 시범적용하기 위해 표준 문서에서 제시한 API를 이용하여 프로토타입 시스템을 개발하였다. 그림 4와 같이 센서로부터 수집한 측정값들을 SOS 서버에 저장하고, 이를 웹을 통하여 사용자가 쉽게 접근할 수 있는 웹클라이언트를 네이버 지도 API를 사용하여 개발하였다.

이러한 프로토타입 개발을 통하여 예상되는 각 핵심별 주요 이슈들은 표 11과 같다. 1핵심과제의 유비쿼터스 국가기준점의 경우 상호운용성 가능성이 가장 낮은 성과물로 판단된다. 그러나 능동형 방식의 기준점으로 연구내용이 변경됨에 따라 기준점 자체가 센서로 활용되어 SOS서비스와 연계는 가능할 것으로 예상된다. 2핵심과제의 경우, OGC 표준에서 지원하는 VOD 스트리밍 관련 스펙을 사용한다면 OGC 표준으로 연계 가능할 것으로 판단된다. 3핵심과제의 경우, 각 지상/ 지하 세부과제별로 독자적인 서비스를 구축하고 있으므로 OGC 표준 준수의 유도가 필요하다. 또한 도시시설물 관리용 통합플랫폼과 5핵심의 맞춤형 국토정보 제공 플랫폼과의 연계도 필요하다. 4핵심과제의 경우, SOS서비스와의 직접적인 연관보다는 성과물에서 측위센서를 이용하도록 유도할 필요가 있다. 5핵심과제는 OGC 표준 구현의 핵

표 11. 성과를 분석 결과

과제	연계가능 성과물	관련이슈
1 핵심	유비쿼터스 국가 기준점	<ul style="list-style-type: none"> 상호운용성 가능성이 가장 낮음 단, 능동형 기준점으로 변경되면 기준점 자체가 센서로 활용되어 SOS서비스와 연계 가능함
	지상고정센서형 시스템	<ul style="list-style-type: none"> OGC표준에서도 VOD스트리밍 관련 스펙도 지원하므로 2핵심과제의 성과물도 OGC표준으로 연계 가능함.
	동영상정보 수집 센싱 시스템	
	대중교통 국토모니터링 시스템	
3 핵심	지하시설물 USN 패키지	<ul style="list-style-type: none"> 각 세부과제별로 독자적인 서비스를 구축하고 있음. OGC표준 준수의 유도가 필요함. 도시시설물 관리용 통합플랫폼과 5핵심의 맞춤형 국토정보 제공 플랫폼과의 연계도 필요함.
	지상시설물 USN 패키지	
	도시시설물 관리용 통합플랫폼	
4 핵심	WiFi 기반 건설 현장 RTLS 시스템	<ul style="list-style-type: none"> SOS서비스와의 직접적인 연관보다는 성과물에서 측위센서를 이용하도록 유도할 필요가 있음.
5 핵심	GeoSensor 데이터 저장/관리시스템	<ul style="list-style-type: none"> OGC표준 구현의 핵심되는 과제 DBMS, DSMS, GeoSensor Edge Server 등이 OGC 표준 플랫폼의 주요 구성요소로서 연계가 되어야 함. 이러한 연계가 테스트베드의 주요한 이슈가 될 것으로 예상된다.
	u-GIS 데이터 융합/분석 패키지	
	맞춤형 국토정보 제공 플랫폼	

심이 되는 과제로서 DBMS, DSMS, GeoSensor Edge Server 등이 OGC 표준 플랫폼의 주요 구성요소로서 연계가 되어야 한다. 이러한 연계가 테스트베드의 주요한 이슈가 될 것으로 예상된다.

5. 결 론

지능형국토정보사업은 개발되는 성과물의 테스트, 통합, 전시를 위하여 테스트베드 구축을 계획하고 있다. 특히, 서로 다른 기관에서 개발되는 성과물의 통합을 위해서는 시스템 통합, 서비스 통합, 그리고 표준을 이용한 통합 등의 다양한 방법들이 성과물의 특성에 따라 고려될 수 있다. 본 논문에서는 표준을 이용한 통합 방법을 지능형국토정보 테스트베드에 적용하기 위하여, SOS

프로토타입을 OGC SWE 표준에 맞게 개발하여 제시하였고, 프로토타입 운영을 통하여 실제 테스트베드 적용 시 각 성과물별로 발생 가능한 주요 이슈들을 예상하였다. 향후 더욱 효과적인 테스트베드 운영을 위해서는, SPS, SAS, WNS 등 다양한 기능들도 고려된 프로토타입이 개발되어 보다 현실적인 이슈들을 제시할 수 있어야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 국토해양부 첨단도시기술개발사업-지능형 국토정보기술혁신사업-총괄과제 연구비지원(07국토정보B01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

김병국, 박수홍, 박관동, 최원익, 박승욱, 권동섭 (2009), 총괄과제 1단계 연구보고서, R&D/07국토정보B01, 지능형국토정보기술혁신사업단.

박재민, 정연재, 박동윤, 박관동, 김병국 (2009a), 지능형 국토정보 공동실험장 기초설계 연구, 한국공간정보시스템학회지, 한국공간정보시스템학회, 제 11권, 제 1호, pp. 169-176.

박재민, 최원익, 권동섭, 정연재, 박관동 (2009b), Implementation of Sensor Observation Service Prototype for Interoperable Geo-Sensor Networks in Korean Land Spatialization Program, 한국공간정보시스템학회지, 한국공간정보시스템학회, 제 11권, 제 2호, pp. 65-73.

박현식 (2006), WSN(Wireless Sensor Network) 기술 동향, ITFIND 메일진, 정보통신연구진흥원, 제 257호.

이용주, 김지소, 장훈, 정진석 (2008), 센서 기반의 교통 시설물 서비스 발전방향에 관한 연구, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 26권, 제 4호, pp. 415-421.

이충호, 안경환, 이문수, 김주완 (2007), u-GIS 공간정보 기술 동향, 전자통신동향분석, 한국전자통신연구원, 제 22권, 제 3호, pp. 110-123.

정진석, 김의명, 이용주, 변인선 (2008), USN 기반의 지상시설물 관리를 위한 추진절차 및 서비스 모델 연구, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 26권, 제 4호, pp. 433-442.

최완일, 유천수, 김민수, 박범대, 윤석우 (2001), 시스템 통합 절차 지침, 연구보고서, 한국정보사회진흥원.

Botts, M., Percivall, G., Reed, C., Davidson, J. (2007), *OGC® Sensor Web Enablement: Overview and High Level Architecture*, OGC White Paper 07-165, Open Geospatial Consortium.

Gross, N. (1999), 21 Ideas for the 21st Century - "The earth will don an electronic skin", *BusinessWeek*, Aug. 1999, McGraw-Hill.

Nittel, S., Labrinidis, A., Stefanidis, S., Davidson, J. (2006), Introduction to Advances in Geosensor Networks, *2th International Conference on GSN 2006*, Springer, Boston, pp. 1-6.

(접수일 2009. 6. 26, 심사일 2009. 7. 24, 심사완료일 2009. 9. 4)