

공간정보와 통계정보의 융합 활용을 위한 오픈플랫폼 아키텍처에 관한 연구

A Study on the Open Platform Architecture for the Integrated Utilization of Spatial Information and Statistics

김민수* · 유정기**
Kim, Min-Soo · Yoo, Jeong-Ki

Abstract

Based on the 'Government 3.0', the government opens the public data and encourages the active use in the private sector. Recently, the spatial and statistical information that is one of the public data is being widely used in the various web business as a high value-added information. In this study, we propose an architecture of high-availability, high-reliability and high-performance open platform which can provide a variety of services such as searching, analysis, data mining, and thematic mapping. In particular, we present two different system architectures for the government and the public services, by reflecting the importance of the information security and the respective utilization in the private and public sectors. We also compared a variety of server architecture configurations such as a clustered server configuration, a cloud-based virtual server configuration, and a CDN server configuration, in order to design a cost- and performance-effective spatial-statistical information open platform.

Keywords: Statistical GIS(SGIS), Open Platform, Server Architecture, Cloud, High Availability

1. 서론

최근, '정부 3.0'에 근거하여 정부는 공공기관이 보유한 공공데이터를 개방하고 민간의 활용을 적극 장려하고 있다. 이러한 흐름에 따라, 다양한 민간 비즈니스에서 기반 정보로서 활용가치가 매우 높은 공간정

보들이 오픈플랫폼 서비스를 통하여 민간에서 적극적으로 이용되고 있다. 예를 들어, 국토계획 및 정책결정을 지원하고 중앙 및 지방행정 고도화로 국민편익을 증진하기 위해 구축된 국가공간정보통합체계, 그리고 공공기관, 기업, 개인 등의 수요자가 원하는 공간정보에 대한 다운로드 서비스를 언제든지 제공하기 위해

* 대전대학교 컴퓨터공학과 부교수 Department. of Computer Engineering, Daejeon University (First author: minsoo@dju.ac.kr)

** 대전대학교 전자·정보통신공학과 조교수 Department of Electronics, Informatics and Communications, Daejeon University (Corresponding author: jkyoo@dju.ac.kr)

구축된 공간정보유통시스템 등을 통하여 다양한 유형의 공간정보들이 제공되고 있다. 특히, 웹상에서 Open API를 이용하여 공간정보와 타 정보의 매쉬업 기반 새로운 서비스 창출이 가능한 공간정보 오픈플랫폼 서비스가 매우 활발히 이용되고 있다. 활용되고 있는 공간정보의 유형에 있어서도 2차원의 단순한 배경지도부터 고정밀 위성/항공영상, 3차원 지형도, 3차원 건물, 지적도, 실내공간정보 등과 같이 다양한 유형의 고부가가치 공간정보들이 널리 이용되고 있다.

최근에는 빅데이터 기반 고객분석, 데이터마이닝과 같은 ICT 기술의 발전과 더불어 위치/공간정보를 이용한 수요자 맞춤형의 서비스가 큰 인기를 끌고 있다. 예를 들어, 모바일 상의 위치/공간정보와 수요자에 대한 다양한 속성정보를 융합하여 온-오프라인 비즈니스의 경계를 허물고 있는 O2O(Online-to-Offline) 서비스가 이러한 수요자 맞춤형 서비스의 대표적인 형태라고 할 수 있다. 여기서, 수요자에 대한 속성정보로 활용이 가능한 대표적인 정보로서 통계정보가 있으며, 이러한 통계정보의 효율적인 활용에 대한 사람들의 관심이 급증하고 있다. 현재, 국가 통계기관, 이동통신사업자, 포털사업자 등에서 다양한 수요자에 대한 통계정보를 지속적으로 수집하고 분석하여 고부가가치의 서비스를 제공하고 있다. 특이한 점은 통계정보의 수집, 저장, 관리 및 서비스 과정에서 대부분의 통계정보 처리 기관들은 통계 조사 및 분석 업무의 효율성을 높이기 위하여 통계정보와 공간정보를 융합하는 방법을 적극적으로 이용하고 있다는 것이다(김민호 2015; 김문수·이지영 2015). 그리하여, 공간정보와 통계정보의 융합을 위하여 기존에 상호 개별적으로 운영되었던 통계정보시스템과 공간정보시스템을 결합한 통계지리정보시스템이 새로이 등장하게 되었다(이건학·최은영 2011). 최근에는 웹 기반의 공간정보와 통계정보의 동적 매쉬업을 통하여 공간 통계주제도 생성, 통계 분석 및 마이닝 등을 효율적으로 수행할 수 있는 공간통계정보 오픈플랫폼도 등장하고 있다.

본 연구에서는 이러한 공간통계정보 오픈플랫폼과 관련하여 많은 사용자가 동시에 대용량 공간통계정보에 대한 통계 분석, 마이닝, 주제도 생성 등의 서비스를 안정적으로 수행할 수 있는 공간통계정보 오픈플랫폼의 시스템 아키텍처 구성을 제안하고자 한다. 특히, 공간통계정보를 활용하는 주체를 공공부문과 민간부문으로 명확히 구분함으로써, 내부 행정망에서의 공간통계정보 시스템과 외부 인터넷망에서의 공간통계정보 시스템에 대한 아키텍처를 분리하여 제안하고자 한다. 아울러, 제안되는 공간통계정보 오픈플랫폼에 대하여 고가용성 서비스를 보장하기 위하여 클러스터 기반의 다중화 서버 시스템 구성 방식, 클라우드 기반의 가상 서버 시스템 구성 방식, 그리고 CDN(Content Delivery Network) 기반의 서버 시스템 구성 방식을 비교 분석하여 현 시점에서 비용 대비 최적의 아키텍처 구성 방안을 제안하고자 한다.

끝으로, 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장의 관련 연구에서는 기존 공간정보 오픈플랫폼에 대한 기술 및 서비스 동향에 대하여 살펴보고, 이후 공간정보와 통계정보의 융합 활용 동향에 대하여 살펴보고자 한다. 3장에서는 공간통계정보 오픈플랫폼에 대한 요구 사항 분석과 다양한 아키텍처 구성 방법의 비교 분석을 수행하고, 최종적으로 비용 대비 우수한 성능과 안정성을 보장할 수 있는 공간통계정보 오픈플랫폼 시스템 아키텍처를 제시하고자 한다. 끝으로 4장에서는 본 연구의 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 제시한다.

2. 관련 연구

2.1. 공간정보 오픈플랫폼 서비스 동향

현재 공간정보 오픈플랫폼 서비스는 민간 기업뿐만 아니라, 공공기관 또는 협회 등을 통하여 다양하게 제공되고 있다. 예를 들어, 국외의 경우 대표적으로 Google의 Google Map(Google 2016), Daimler의

HERE Maps(VW Group 2016), Microsoft의 Bing Maps(Microsoft 2016) 등의 공간정보 오픈플랫폼 서비스가 가장 활발히 이용되고 있으며, 이외에 비영리 기구인 OpenStreetMap 재단에서 운영하는 오픈소스 기반의 OpenStreetMap(OpenStreetMap Foundation 2016) 오픈플랫폼도 활발히 이용되고 있다. 국내의 경우는 카카오의 Daum Map(Kakao 2016), 네이버의 Naver Map(Naver 2016), KT의 olleh Map(KT 2016) 오픈플랫폼이 대표적으로 이용되고 있으며, 2012년 이후 국토교통부 산하 공간정보산업진흥원의 VWorld(MOLIT 2016) 오픈플랫폼도 널리 이용되고 있다.

이러한 공간정보 오픈플랫폼들은 대부분 기본적인 2차원 배경지도를 포함하여 40cm급의 고해상도 위성 영상, 25cm급의 고해상도 항공사진, 차량을 이용하여 촬영된 도로사진 등과 같은 다양한 유형의 공간정보들을 서비스하고 있다. 특히, VWorld와 같은 공공부문 서비스는 국가가 보유한 지적도, 지형도 등과 같은 특수한 공간정보도 서비스하고 있다. 또한, Google Map, HERE Maps, VWorld 플랫폼은 2차원 공간정보를 넘어서 사용자에게 실감적인 서비스를 제공하기 위하여 대용량의 고정밀 3차원 공간정보 서비스를 제공하고 있다. 예를 들어, 산악지역 등을 포함하는 3차원 지형정보, 도심지의 3차원 건물정보 그리고 쇼핑몰, 공항, 역사 등과 같은 실내 공간에 대한 3차원 정보 서비스를 제공하고 있다. 이외에도 일부 공간정보 오픈플랫폼들은 실시간 이동 중인 차량 또는 사람들의 위치정보를 지속적으로 수집, 저장, 분석하여 실시간 변화하는 교통정보에 대한 서비스와 내비게이션 서비스를 정확하게 제공하기도 한다(이인수·이준석 2014).

공간정보의 활용방법에 있어서는 단순한 지도 검색 및 조회, 길찾기, 대중교통 검색, 테마지도 검색, 내비게이션 등과 같은 기본적인 공간정보 서비스 이외에도, 최근에는 공간정보 오픈플랫폼이 제공하는 Open API 서비스를 이용하여 사용자가 보유한 속성정보와 다양한 유형의 공간정보를 웹상에서 융합함으로써 새

로운 서비스를 창출할 수 있는 매쉬업(Mashup) 기반 서비스가 더욱 활발히 이용되고 있다. 현재, 이러한 공간정보와 속성정보의 매쉬업을 효율적으로 지원하기 위하여 대부분의 공간정보 오픈플랫폼들은 풍부하고 다양한 Open API 기능을 제공하고 있으며, 이와 같이 제공되는 Open API의 기능과 성능은 공간정보의 유형 및 품질과 더불어 사용자가 특정 공간정보 오픈플랫폼을 선택하는데 있어서 매우 중요한 기준이 되어 가고 있다(김문기 외 2015; 김병선 외 2014).

결론으로, 공간정보 오픈플랫폼과 관련하여 기술적으로는 기존의 Active-X 플러그인 방식을 완벽히 대체하기 위하여 HTML5/ WebGL의 차세대 웹 표준 기술을 활용하고 있다(김민수·장인성 2015; Christen et al. 2012). 현재, HTML5/WebGL 기술을 활용한 고정밀 3차원 공간정보의 효율적인 표출 기술은 Google Map, Here Maps, Cesium, VWorld 등에서 개발되어 서비스에 적용되고 있다. 또한, 최근의 O2O 서비스 등과 관련하여 IoT 센서정보, SNS 정보, 실시간 위치정보 등과 같이 실시간으로 변화하는 동적정보와 공간정보를 효율적으로 융합하여 활용하기 위한 기술에 대한 관심이 크게 증가하고 있다(Auer 2012).

2.2. 공간 및 통계 정보의 융합 서비스 동향

현재 주요 선진국들은 공간정보 기술의 발전과 더불어 공간정보, 속성정보와 통계정보를 융합한 다양한 공간통계정보 서비스를 제공하고 있다. 미국은 공간정보시스템과 통계정보를 융합하여 TIGER (Topologically Integrated Geographic Encoding & Referencing system)를 구축하여, 소지역단위의 인구추계나 공공시설의 입지선정 등의 고급통계 작성에 이를 적극 활용하고 있다. 예를 들어, TIGER 정보를 인구변화에 대응하기 위한 선거구의 재확정, 제반 행정서비스 지표 작성, 공중위생 시책의 입안 및 실시, 복지시설의 접근성, 학교교육을 위한 학생 수 예측 등의 통계 분석에

Table 1. Service status of the statistical GIS in developed countries

Country	Statistical GIS Services
USA	<ul style="list-style-type: none"> · TIGER (Integration of spatial data and statistical data) · FGDC (Standardization of spatial data), Data.gov web service
England	<ul style="list-style-type: none"> · ONS (Management and service of statistical database) · Ordnance Survey (Service of the national MasterMap), Data.gov.uk web service
Canada	<ul style="list-style-type: none"> · Census Geography (Web service for statistical GIS data)
Australia	<ul style="list-style-type: none"> · QuickStats (Service of statistical GIS data)
Netherlands	<ul style="list-style-type: none"> · Statline DB (Service of statistical data using Google map)

다양하게 활용하고 있다. 아울러, FGDC(Federal Geographic Data Committee)는 공간통계정보에 이용되는 공간 정보인프라 구축을 위하여 다양한 표준화 작업을 진행하고 있으며, Data.gov 사이트는 정부의 다양한 공간통계 데이터에 대하여 국민이 쉽게 접근하여 다운로드 받고 그 자료를 활용하여 다양한 연구 및 응용 서비스 개발을 할 수 있도록 지원하고 있다. 영국은 ONS (Office for National Statistics)에서 통계 데이터베이스 구축, 분석, 공식 통계 제작, 통계 데이터 접근 및 관리 등의 역할을 수행하고 있다. 아울러, 공간정보와 통계정보의 융합 서비스를 위하여 영국 지리정보원 (Ordnance Survey)은 고유지형식별참조에 의해서 인지도 지형, 행정적·정치적 경계, 주소 정보, 운송 네트워크, 그리고 이미지 레이어 등에 포함된 450만 이상의 대상물들을 포함하고 있는 최신 상태의 국가기본지도(MasterMap)를 제공하고 있다. 공간통계정보 서비스에서는 ONS 생산 통계의 분석 및 가시화, 통계 지도 및 참조지도 생성, 지역별 사회 추세 작성, 공간 정보 품질관리, 공간정보 웹서비스 기능 등을 제공하고 있다. 캐나다는 센서스 지리정보(Census Geography)라는 웹 서비스를 통하여 통계정보와 공간정보를 융합하여 고객이 쉽게 활용할 수 있도록 주제도별, 시계열별, 지역별, 통계지역체계별의 다양한 방법으로 제공하고 있다. 사용자는 이러한 Census Geography의 웹 서비스를 이용하여 여러 주제에 의한 통계검색 뿐만 아니라, 다양한 공간통계정보에 대한 검색을 수행

할 수 있다. 예를 들어, Census Geography의 GeoSearch 서비스는 캐나다의 어느 지역이라도 공간정보(행정구역, 거리명 등)를 활용하여 사용자가 검색한 지역의 기본 센서스 자료(인구, 거주지 등)를 제공할 수 있다. 호주 QuickStats의 공간통계정보 프로그램을 통하여 통계정보에 대한 고급 검색을 제공하고 있으며, 텍스트, 주소, 공간영역 입력을 통하여 공간통계정보를 검색할 수 있으며, 검색된 지역에 대한 링크 정보를 제공하고 있다. 네덜란드는 통계정보 통합관리시스템인 Statline DB를 통해 인구, 가구 등의 기본 통계정보 이외에도 19개의 사회적 관심 통계항목을 제공하고 있으며, Google Map을 융합하여 사용자 편의를 고려한 공간통계정보 서비스를 제공하고 있다. Table 1은 선진국들의 공간통계정보 서비스 현황을 요약하여 보여 준다.

이와 같이, 주요 선진국들에서는 통계정보 서비스의 효율성 증대를 위하여 통계조사, 정보 분석, 집계 등 다양한 통계정보 서비스에 직접적으로 필요한 다양한 공간정보를 융합한 공간통계정보 서비스 체계를 이미 확보하고 있음을 알 수 있다. 웹상에서 공간정보와 통계정보를 단순히 융합하여 표출하는 수준의 해외 서비스 사례와 달리, 국내 통계청은 최근 SGIS 플러스의 웹 사이트를 구축하여 통계청이 보유한 센서스 정보와 사용자가 보유한 정보, 그리고 공간정보를 상호 융합(매쉬업)하여 다양한 새로운 공간통계 분석 및 서비스를 창출할 수 있는 개방형 공간통계정보 오

오픈플랫폼 서비스를 제공하기 위하여 노력하고 있다.

3. 공간통계정보 오픈플랫폼 시스템 아키텍처 설계

3.1. 요구사항 분석

본 절에서는 웹상에서 대용량 데이터로 이루어진 통계정보와 공간정보의 융합 서비스를 효율적이고 안정적으로 제공할 수 있는 공간통계정보 오픈플랫폼 구축을 위한 정책적, 기능적, 시스템적 요구사항을 분석하고자 한다.

첫째, 공간통계정보는 민간뿐만 아니라, 통계청 내부, 정부부처, 지방자치단체와 같이 공공부문에서의 활용도가 매우 높다. 이에 본 연구에서는 공간통계정보에 대한 보안문제와 사용자 급증을 대비할 수 있는

서버의 고가용성 문제를 동시에 해결하기 위하여 공간통계정보의 활용 주체를 공공부문과 민간부문으로 구분하고 행정망 기반 공간통계정보 오픈플랫폼과 인터넷망 기반 공간통계정보 오픈플랫폼에 대하여 별도의 아키텍처를 구성한다(이봉환 외 2015) 특히, 보안 강화를 위하여 방화벽 설치와 더불어 내부망 서비스와 외부망 서비스를 완벽히 구분하여 아키텍처를 구성한다.

둘째, 사용자들은 공간통계정보에 대하여 단순한 검색 및 조회 서비스 이외에도 대용량 공간통계정보에 대하여 통계 분석, 마이닝 분석, 주제도 생성 등과 같은 다양한 고급 분석 기능을 필요로 한다. 그러므로, 이러한 공간통계 분석 기능을 웹상에서 효율적이면서 안정적으로 수행할 수 있도록 시스템 아키텍처를 구성하여야 한다. 또한, 공간통계정보 오픈플랫폼이 제공하는 Open API 서비스로 처리하기에는 시스템 성

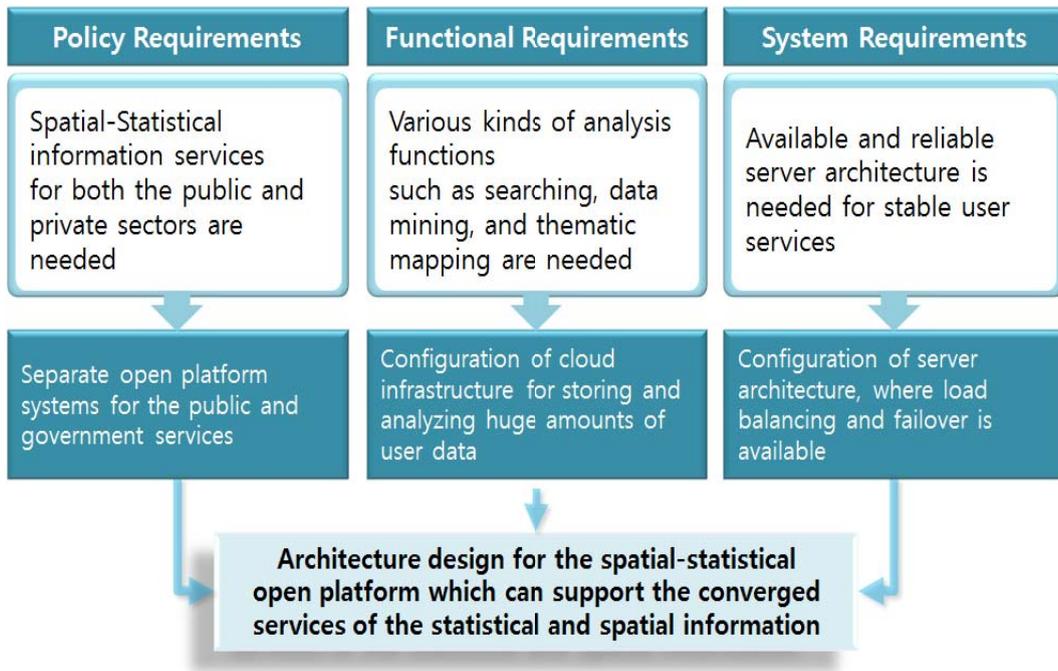


Figure 1. Requirement analysis for the spatial-statistical open platform system

능 상으로 한계가 있는 대용량의 공간통계정보에 대한 분석 기능도 효율적으로 처리할 수 있도록 시스템 아키텍처를 구성하여야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 사용자가 보유한 대용량 데이터의 서버로의 업로드, 서버에서의 저장 관리, 서버가 기존에 관리하는 공간통계정보와의 융합 분석을 효율적이면서 안정적으로 수행할 수 있는 클라우드 기반의 시스템 아키텍처를 구성한다. 개별 사용자를 위한 클라우드 공간으로는 50G 이상의 공간을 제공할 수 있도록 시스템을 구성한다.

셋째, 공간통계정보 오픈플랫폼을 이용하는 사용자의 급증으로 인하여 갑자기 발생할 수 있는 서버 중단의 문제를 제거하고 성능 면에서도 효율적인 서비스를 제공할 수 있는 시스템 아키텍처를 구성하여야 한다. 구체적으로 동일한 기능을 제공할 수 있는 여러 대의 서버를 다중화된 시스템으로 구축함으로써, 다수 사용자들에 대한 로드밸런싱(Load Balancing)이 가능하고 문제가 발생한 서버에 대한 서버대체(Server Failover)가 가능한 고가용성(HA: High Availability)의 시스템 아키텍처를 구성하여야 한다(장한술 외 2015). Figure 1은 앞에서 설명한 공간통계정보 오픈플랫폼 시스템 아키텍처에 대한 요구사항 분석 결과를 보여준다.

끝으로, 본 연구에서는 공간통계 주제도를 위한 20종 이상의 Open API와 사회현상주요지표를 시각화할 수 있는 분석지도를 위한 50종 이상의 Open API에 대하여 최대 일일 사용량을 확대하는 것을 목표로 한다.

3.2. 공간통계정보 오픈플랫폼 아키텍처 수립을 위한 서버 기술 분석

본 절에서는 3.1절에서 제시된 공간통계정보 오픈플랫폼 아키텍처 요구사항을 반영할 수 있는 기존의 서버 아키텍처 방법들에 대하여 비교 분석을 수행하고 국내 서비스 상황을 고려하여 최적의 방법을 제시

하고자 한다. 구체적으로 본 연구에서는 클러스터 방식을 이용한 서버의 다중화 아키텍처 구성 방법, 클라우드 인프라를 이용한 가상화 아키텍처 구성 방법, 그리고 대용량 콘텐츠의 빠른 서비스를 제공하는 CDN 아키텍처 구성 방법에 대하여 비교 분석을 수행한다(고준희 외 2015).

우선, 클러스터 기반의 서버 다중화 구성 방법은 물리적으로 각각 다른 여러 대의 서버를 클러스터로 묶은 다음, 전체 클러스터가 하나의 컴퓨터 시스템이 서버 기능을 수행하는 것과 동일하게 동작하도록 시스템을 구성한다. 이러한 구성 방법은 서버에서의 고성능 계산 작업이나 대규모 작업을 효과적으로 처리하기에 효과적인 방식이며, 또한 임의의 개수의 서버에 문제가 발생하는 경우에도 전체 서비스에는 영향을 미치지 않는 고가용성(HA: High Availability) 지원의 특징을 가지고 있다. 그러므로, 이러한 클러스터 기반의 다중화 서버 구성 방법을 이용하는 경우, 공간통계정보 오픈플랫폼 시스템을 다중화하여 구성함으로써 많은 사용자 서비스들에 대한 로드밸런싱이 가능하고 특정 서버 시스템의 장애 시에 서버 대체가 가능한 고가용성의 안정적인고 효율적인 서비스를 구축할 수 있다. 특히, 사용자 증가폭과 서버에 대한 부하를 지속적으로 모니터링 하여 필요한 수만큼의 서버 시스템만을 추가 도입하는 방식을 이용함으로써 비교적 저비용으로도 고가용성 서비스를 제공할 수 있는 장점도 있다.

클라우드 인프라를 이용한 가상화 아키텍처 구성 방법은 물리적으로 각각 다른 다수의 서버 자원들을 가상화하여 클라우드 인프라를 구축하고, 서버 자원을 필요로 하는 서비스 시스템에 상황에 따라 유동적으로 서버 자원들을 할당하는 방식으로 동작한다. 이러한 가상화 아키텍처 구성 방법은 WEB 서버, WAS 서버, DBMS 서버, 데이터 수집 서버, 융합분석 서버 등과 같이 다양한 서버 시스템으로 구성되는 공간통계정보 오픈플랫폼에 효율적으로 적용될 수 있다. 예

를 들어, 전체 서버 장비들을 가상화하여 클라우드 인프라로 구축하고 공간정보 오픈플랫폼의 각 서버에 대한 수요에 따라 서버 장비를 동적으로 WEB 서버, WAS 서버, DBMS 서버, 데이터 수집 서버, 융합분석 서버 등에 각각 할당하고 조정함으로써, 특정 서버에 대한 일시적인 수요 폭증에 따른 예상치 못한 서비스 중단을 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 서버 장비의 사용률도 극대화할 수 있다. 또한, 이 방법은 공간통계정보 오픈플랫폼의 각 서버 시스템의 자원 사용률(CPU, 메모리)에 대한 동적 모니터링을 통하여 각 서버 시스템의 남은 유휴자원에 대하여 타 서버 시스템으로의 효율적인 재 할당을 수행함으로써, 서버 장비의 추가 도입 비용도 절감할 수 있는 장점도 있다. 그러나 이러한 가상화 아키텍처 구성 방법은 초기에 다량의 서버 자원을 구입하여 클라우드 인프라를 구축해야 하는 초기 비용에 대한 부담이 매우 큰 단점이 있다. 또한, 현재 공간통계정보 오픈플랫폼에 대한 수요가 서서히 증가하고 있는 국내 상황을 고려할 때, 초기부터 많은 비용을 들여 클라우드 인프라를 구축하는 것은 바람직하지 않다고 판단된다. 초기에는 서서히 증가하는 사용자 요구에 대하여 클러스터 기반의 다중화 방식을 적용하고, 추후 서버 장비의 수가 급증하고 WEB 서버, WAS 서버, DBMS 서버, 데이터 수집 서버, 융합 분석 서버 등에 대하여 서버 장비의 유동적인 할당이 필요하게 되는 경우 클라우드 방식으로 전환하는 것이 바람직하다고 판단된다.

끝으로, CDN (Contents Delivery Network) 아키텍처 구성 방법은 대용량 콘텐츠(정보)에 대한 외부 캐싱 기술을 이용하여 서버 네트워크의 트래픽을 효과적으로 감소시키면서 안정적이고 효율적으로 대용량 정보를 지속적으로 전송할 수 있는 특징을 가지고 있다. 공간통계정보 오픈플랫폼의 경우, 사용자가 요청한 대용량 공간통계정보에 대한 다운로드에 있어서

많은 시간 지연이 발생하는 경우, 사용자와 가까운 곳에 위치한 캐시 서버에 해당 공간통계정보를 미리 저장(Caching)해 두고 정보 요청 시 해당 캐시 서버로부터 대용량 정보를 빠른 시간 내에 제공 받을 수 있다. 이 방법은 사용자에 대한 서버의 주요 기능과 대용량 정보 전송 기능을 완전히 분리함으로써 서버 시스템의 부담을 완화시키고 사용자에게는 빠른 정보 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다. 그러나, 현재 공간통계정보 오픈플랫폼은 대용량 공간통계정보의 다운로드보다는 융합분석 기능에 대한 요구가 더욱 증가하고 있으며, 이러한 융합분석은 서버 시스템의 용량 증설 또는 클라우드 인프라를 이용하여 해결하여야 한다. 또한, CDN 아키텍처 구성 방법은 캐시 서버를 외부 기관에 설치해야 하기 때문에 높은 비용문제와 더불어 공간통계정보 관련하여 보안상의 문제도 발생할 수 있다. 이에 공간통계정보 오픈플랫폼에 CDN 아키텍처를 도입하는 것은 비교적 낮은 다운로드 이용률, 높은 비용 지불, 보안 문제 등으로 인하여 바람직하지 않다고 판단된다.

이에 본 연구에서는 비교적 저렴한 비용으로 안정적이고 효율적이며 동시에 용이하게 대용량 공간통계정보의 융합분석 서비스를 제공하기 위하여 클러스터 기반의 서버 다중화 구성 방법을 공간통계정보 오픈플랫폼의 시스템 아키텍처로 구성하고자 한다.

3.3. 공간통계정보 시스템 아키텍처 구성

본 절에서는 현재 통계청에서 추진 중인 '개방형 공간통계정보 오픈플랫폼 서비스'에 대하여 아키텍처를 사용자 처리의 성능 면에서 일부 개선할 수 있는 행정망 기반의 공간통계정보 내부 시스템과 인터넷 기반의 공간통계정보 외부 시스템 아키텍처를 각각 제시한다.

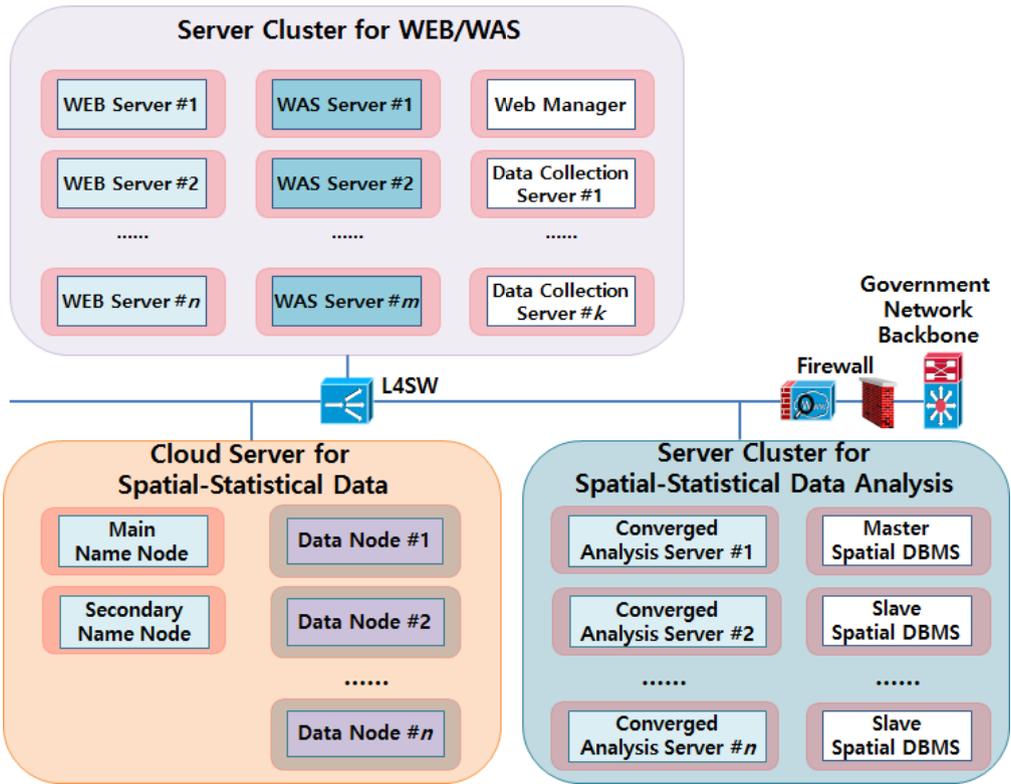


Figure 2. Spatial-statistical open platform system architecture for the government service

3.3.1. 공간통계정보 내부 시스템 아키텍처 구성

공공부문을 위한 내부망 서비스는 기본적으로 공간 통계정보에 대한 단순 조회뿐만 아니라, 대용량 공간 통계정보에 대한 복잡한 융합분석이 가능해야 한다. 이러한 대용량 정보에 대한 융합분석 기능은 CPU, 메모리, 저장장치 등과 같이 많은 시스템 자원을 필요로 하기 때문에 아키텍처 설계 시에 이러한 사항을 반드시 고려해야 한다. 또한, 공간통계정보 내부망 서비스는 사용자가 보유한 대용량 데이터를 공간통계정보 오픈플랫폼 내에 효율적으로 저장 관리하고 융합분석 기능을 수행하기 위하여 IaaS (Infrastructure as a Service)의 클라우드 서비스를 제공할 수 있어야 한

다. 구체적으로 데이터 볼륨이 상당히 큰 공간통계정보의 일반적인 특징을 고려할 때, 각 사용자별 최대 50GB 수준 이상의 데이터를 저장 관리할 수 있도록 클라우드 인프라를 구성하는 것이 바람직하다고 판단 된다. 이러한 IaaS의 클라우드 아키텍처 구성과 더불어 대용량 공간통계정보에 대한 복잡한 융합분석을 빠르게 수행하기 위하여 CPU, 메모리 등의 서버 컴퓨팅 용량과 소프트웨어 능력도 동시에 고려하여 아키텍처를 구성해야 한다. Figure 2는 멀티유저를 효율적으로 지원하는 WEB/WAS 클러스터, 융합분석을 빠르게 수행하는 융합분석 서버 클러스터, 그리고 대용량 저장장치를 제공하는 클라우드 서버로 구성된 내부망 서비스를 위한 공간통계정보 오픈플랫폼 시스템 아키텍처를 보여준다. Figure 2에서 내부망 서비스를 위한

Table 2. Main features of spatial-statistical system architecture for the government service

Category	Server Cluster	Functions	Features
Server Cluster for WEB/WAS	WEB Server(1~n)	Web server connection for multi-users	<ul style="list-style-type: none"> · Multi-server architecture · Stable and efficient server · Active-active server
	WAS Server(1~m)	WAS middleware functions for multi-users	
	Data Collection Server(1-k)	Data Collection for the government users	
	Web Manager	Web manager functions	<ul style="list-style-type: none"> · Single-server architecture
Cloud Server for Spatial-Statistical Data	Main Name Node	Meta data management for the data nodes	<ul style="list-style-type: none"> · Dual name node · Multi-users support
	Secondary Name Node		
	Data Node(1-n)	Storage for the spatial-statistical data	<ul style="list-style-type: none"> · Cloud Infrastructure for huge amounts of user data
Server Cluster for Spatial-Statistical Data Analysis	Converged Analysis Server(1-n)	Converged analysis for the spatial-statistical data	<ul style="list-style-type: none"> · Multi-server architecture for converged analysis
	Master Spatial DBMS	Spatial DBMS operations	<ul style="list-style-type: none"> · Spatial DBMS for spatial-statistical data
	Slave Spatial DBMS		

공간통계정보 오픈플랫폼은 크게 WEB/WAS 서버 클러스터, 공간통계정보 클라우드 서버, 공간통계정보 분석 서버 클러스터로 구성되어 있다.

우선 WEB/WAS 서버 클러스터는 기본적으로 멀티 유저를 지원하기 위한 웹 서버와 미들웨어 기능을 빠르게 수행하기 위하여 다수 개로 구성된 WEB 서버와 WAS 서버 클러스터를 포함하고 있다. 또한, 사용자들로부터 입력되는 대용량 공간통계정보를 효율적으로 수집하기 위한 다수의 내부 데이터 수집 서버 클러스터들을 포함하고 있으며, 추가적으로 내부망 서비스의 웹 관리자 기능을 수행하는 서버 1식을 포함하고 있다. WEB/WAS 클러스터와 내부망 수집 서버 클러스터는 기본적으로 고가용성 서비스를 제공하고 로드 밸런싱을 지원하기 위하여 동일한 기능을 수행하는 여러 대의 서버를 동시에 운영하는 Active-Active 형태로 동작해야 하며, 각 클러스터는 최소 사양 기준으로 적어도 두 개의 서버를 이용하여 이중화 아키텍처를 구성해야 한다. 사용자 수가 급증하는 경우에는 각

클러스터에 간단히 서버를 추가하여 다중화 아키텍처 방식을 구성하면 된다. 이러한 클러스터 기반의 다중화 아키텍처는 서버 장애 시의 서버 대체와 일부 서버에 대한 일시 중지 및 유지보수 등이 가능한 것과 같이 고가용성 및 고신뢰성을 보장해주고, 성능 면에서도 뛰어난 효율성을 보장해 줄 수 있다.

둘째 공간통계정보 클라우드 서버는 내부 데이터 수집 서버로부터 입력되는 사용자의 대용량 공간통계정보를 IaaS의 클라우드 인프라를 이용하여 효율적으로 저장관리 할 수 있도록 구성된다. 구체적으로 하둡과 같은 빅데이터 관리를 위한 파일시스템을 적용하여 두 개의 네임 노드와 확장 가능한 다수 개의 데이터 노드로 구성된 대용량의 클라우드 저장공간 구축이 가능하다. 이 방식은 하둡 파일시스템을 이용함으로써 데이터 노드 추가를 통한 저장공간 확장이 매우 용이하며, 사용자의 대용량 공간통계정보에 대한 이중화 관리도 가능하며, 향후 공간통계 빅데이터 분석도 가능한 장점을 가진다. 다만, 데이터 노드를 추가하는

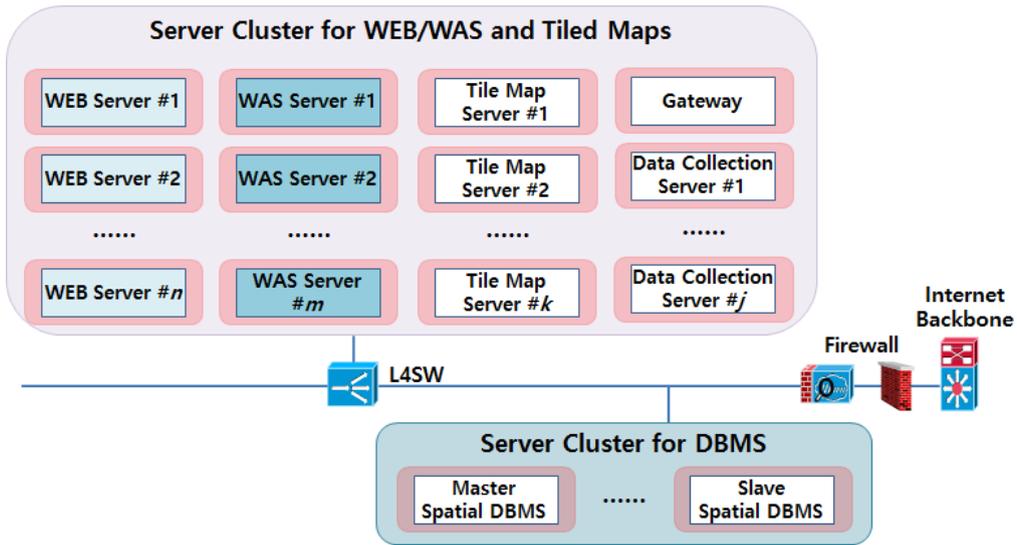


Figure 3. Spatial-statistical open platform system architecture for the public service

경우에 기존에 저장되어 있는 전체 데이터에 대한 재 구성 및 저장 작업에 상당히 많은 시간이 소요되기 때문에 향후 추가로 소요되는 저장공간의 볼륨을 정확히 예측한 이후에 데이터 노드 추가 작업을 수행해야 한다.

셋째 공간통계정보 분석 서버 클러스터는 DBMS 서버들과 대용량 공간통계정보에 대한 융합분석 기능을 수행하기 위한 융합분석 서버들로 구성된다. DBMS 서버는 공간통계정보에 대하여 고성능의 저장 및 검색기능을 제공하고 고가용성의 서비스를 제공하기 위하여 Master-Slave 형태로 이중화 형태로 구성해야 한다. 또한, DBMS에 저장되어 있는 공간 데이터에 대한 효율적인 공간검색 및 공간분석을 지원하기 위하여 공간데이터베이스 관리시스템을 이용하여 시스템을 구성해야 한다. 융합분석 서버는 공간통계정보 클라우드 서버의 데이터 노드들에 저장되어 있는 사용자의 대용량 공간통계정보와 DBMS 서버에 저장되어 있는 공간통계정보를 상호 융합한 분석을 고성능으로 수행하기 위하여 다수 개의 융합분석 서버로 구성된

클러스터 아키텍처로 구성해야 한다. Table 2는 위에서 설명한 공간통계정보 오픈플랫폼의 내부망 시스템 아키텍처의 주요 기능 및 특징을 간단히 요약하여 제시하고 있다.

3.3.2. 공간통계정보 외부 시스템 아키텍처 구성

인터넷 기반의 공간통계정보 외부망 서비스는 민간 기관 및 일반 국민을 대상으로 공간통계정보에 대한 조회 서비스 및 간단한 공간통계분석이 가능해야 한다. 구체적으로 통계정보, 공간정보(타일맵), 주소정보에 대한 간단한 조회 서비스와 더불어 공간통계정보에 대한 간단한 분석을 수행하기 위하여 Web API 또는 Open API¹⁾ 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 아울러, 이러한 일반국민을 대상으로 하는 공간통계정보에 대한 Web API 및 Open API 서비스는 고품질 공간통계정보 서비스가 활성화 되는 시점에 사용자가 급증할 가능성이 매우 높다고 할 수 있다. 이에 공간통계정보 외부망 시스템은 반드시 이러한 상황을 고려

Table 3. Main features of spatial-statistical system architecture for the public service

Category	Server Cluster	Functions	Features
Server Cluster for WEB/WAS and Tiled Maps	WEB Server(1~n)	Web server connection for multi-users	<ul style="list-style-type: none"> • Multi-server architecture • Stable and efficient server • Active-active server • Open API users processing
	WAS Server(1~m)	WAS middleware functions for multi-users	
	Data Collection Server(1-j)	Data collection for the public users	
	Tiled Map Server(1-k)	Tiled map creation, Open API operation	<ul style="list-style-type: none"> • Thematic map creation • Converged analysis
	Gateway	Internet gateway	<ul style="list-style-type: none"> • Single-server architecture
Server Cluster for DBMS	Master Spatial DBMS	Storage and operation for the spatial-statistical data	<ul style="list-style-type: none"> • DBMS for huge amounts of spatial-statistical data
	Slave Spatial DBMS		

하여 시스템 아키텍처를 구성해야 한다. 다시 말하면, WEB 서버, WAS 서버, DBMS 서버에 대한 과부하 문제, 성능저하 문제, 서비스 중단 문제를 해결할 수 있는 고성능 및 고가용성의 아키텍처를 구성해야 한다. Figure 3은 많은 사용자에 대하여 고가용성 및 고성능을 지원하기 위하여 WEB/WAS, 타일 맵의 클러스터와 DBMS 서버 클러스터로 구성된 외부망 서비스를 위한 공간통계정보 오픈플랫폼 시스템 아키텍처를 보여준다.

우선 WEB/WAS, 타일 맵 서버 클러스터는 많은 수의 사용자를 효율적으로 지원하기 위한 웹 서버와 미들웨어 기능을 빠르게 수행하기 위하여 WEB 서버와 WAS 서버 클러스터를 구성하고 있다. 또한, 사용자들이 요청하는 이미지 형태의 공간정보를 신속히 제공하기 위하여 다수 개로 구성된 타일 맵 서버 클러스터를 별도로 구성하고 있다. 이외에도 사용자들이 보유한 정보들을 효율적으로 수집하기 위하여 외부 데이터 수집 서버 클러스터와 인터넷 서비스 제공을 위한 1식의 게이트웨이를 포함하고 있다. 여기서 WEB 서버, WAS 서버, 외부 데이터 수집 서버, 타일 맵 서버의 각 클러스터들은 기본적으로 고가용성, 고신뢰성, 고성능의 서비스를 제공하기 위하여 최소 기준으로 적

어도 두 개의 서버를 이용하는 이중화 아키텍처로 구성되어야 하며, 사용자 증가에 따라 다중화 아키텍처로 확장 구성되어야 한다. 특히, 타일 맵 서버는 사용자가 요구하는 다양한 형태의 공간정보 맵을 생성하고 통계정보와의 매쉬업을 수행하는 Open API 서비스가 빈번하게 사용될 가능성이 매우 높기 때문에 고성능과 고신뢰성을 보장하기 위하여 반드시 다중화 아키텍처로 구성되어야 한다.

둘째 DBMS 서버 클러스터는 외부 사용자에게 제공해야 하는 다양한 대용량의 통계정보와 벡터형태의 공간정보에 대한 고성능의 저장관리 및 검색기능을 제공할 수 있도록 구성되어야 한다. 구체적으로 동시에 접근하는 수많은 사용자들에 대하여 대용량의 통계정보와 공간정보를 빠르게 검색하고 간단한 공간통계분석 기능을 고성능으로 수행해야 한다. 또한 DBMS 서버에 일시적인 문제가 발생하더라도 안정적으로 고가용성의 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 이에 제안된 시스템에서는 다수 개의 DBMS 서버로 구성된 클러스터 형태의 다중화 아키텍처를 구성하고 있으며, 효율적인 공간 데이터 처리를 위한 공간데이터베이스 관리시스템을 이용하여 아키텍처를 구성하고 있다. Table 3은 위에서 설명한 공간통계정보 오픈

플랫폼의 외부망 시스템 아키텍처의 주요 기능 및 특징을 간단히 요약하여 제시하고 있다.

4. 결론

본 연구에서는 수많은 사용자가 동시에 대용량 공간통계에 대하여 조회, 분석, 마이닝, 주제도 생성 등과 같은 다양한 서비스를 안정적으로 이용할 수 있는 공간통계정보 오픈플랫폼 시스템 아키텍처를 제시하였다. 아울러, 민간부문뿐만 아니라, 공공부문에서의 활용도도 매우 높으며 정보의 종류에 따라서 보안성이 매우 중요한 공간통계정보의 특성을 반영하여 행정망 기반의 내부 서비스 시스템과 인터넷망 기반의 외부 서비스 시스템 아키텍처를 상호 분리하여 제시하였다. 또한, 공간통계정보 오픈플랫폼을 이용하는 사용자들에게 고가용성, 고신뢰성, 고성능의 서비스를 보장하기 위하여 초기 투자비용 대비 가장 효율적인 방법으로 판단되는 클러스터 기반의 다중화 서버 구성 방법을 이용하였다. 구체적으로 내부 시스템으로 멀티유저를 효율적으로 지원하는 WEB/WAS 클러스터, 융합분석을 빠르게 수행하는 분석 서버 클러스터, 그리고 대용량 저장공간을 지원하는 클라우드 서버로 구성된 아키텍처를 제시하였다. 외부 시스템으로는 많은 사용자에 대한 고가용성 및 고성능 서비스를 지원하는 WEB/WAS, 타일 맵 클러스터와 DBMS 서버 클러스터로 구성된 아키텍처를 제시하였다.

향후 연구로는 본 연구에서 제안된 공간통계정보 오픈플랫폼 시스템 아키텍처에 대한 시뮬레이션 구현 및 시험을 통하여 아키텍처의 가용성, 신뢰성 및 성능에 대한 검증을 진행하고자 한다. 끝으로 이러한 공간통계정보 오픈플랫폼은 사용자가 보유한 다양한 공간정보, 통계정보, 실시간 수집되는 동적 통계정보 등과 융합되어 O2O, IoT, SNS, Big Data 등의 다양한 서비스에서 더욱 활발히 이용될 수 있을 것으로 기대된다

(김봉준·김태영 2015).

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축개발사업 연구비지원(13도시건축A02)에 의해 수행되었음.

주1. Web Service API는 웹상에서 서로 다른 종류의 서버들 간에 단순 서비스 제공을 위한 API로서, SOAP, WSDL, UDDI 등의 표준기술로 이루어지며, Open API는 Web 2.0에서 Open API가 제공하는 서비스와 사용자가 보유한 콘텐츠들간의 매쉬업을 통하여 전혀 새로운 서비스 및 콘텐츠 생산이 가능한 것을 의미함

참고문헌

References

- 고준희, 임용화, 김민수, 장인성. 2015. 차세대 브이월드 시스템 아키텍처 구성에 관한 연구: 최적의 아키텍처 설계를 위한 신기술 분석. 한국공간정보학회지. 23(4):13-22.
- GO JH, Lim YH, Kim MS, Jang IS. 2015. A Study on the Next VWorld System Architecture: New Technology Analysis for the Optimal Architecture Design. *Journal of Korea Spatial Information Society*. 23(4):13-22.
- 국토교통부. 2016. 브이월드[인터넷]. [http://map.vworld.kr] 2016년 10월 4일 검색.
- MOLIT(Ministry of Land, Infrastructure and Transport). 2016. VWorld [Internet]. [http://map.vworld.kr]. Last accessed 4 October 2016.
- 김문기, 윤동현, 고준환. 2015. 미래 공간정보 오픈플랫폼의 개발전략에 관한 연구. 한국공간정보학회지. 23(2):59-68.
- Kim MG, Yoon DH, Koh JH. 2015. A Study on the Development Strategy for Future GeoSpatial

- Open Platform. *Journal of Korea Spatial Information Society*. 23(2):59-68.
- 김문수, 이지영. 2015. 격자 기반의 통계정보 표현을 위한 데이터 변환 방법. *한국공간정보학회지*. 23(5):31-40.
- Kim MS, Lee JY. 2015. A Data Transformation Method for Visualizing the Statistical Information based on the Grid. *Journal of Korea Spatial Information Society*. 23(5):31-40.
- 김민수, 장인성. 2015. HTML5/WebGL 기반 3D 공간정보 오픈플랫폼 소프트웨어 설계 및 구현. *한국공간정보학회지*. 23(6):57-66.
- Kim MS, Jang IS. 2015. Design and Implementation of 3D Geospatial Open Platform Based on HTML5/WebGL Technology. *Journal of Korea Spatial Information Society*. 23(6):57-66.
- 김민호. 2015. 연결형 마이크로맵: 공간통계자료의 탐색적 분석 및 지리적 시각화. *한국지도학회지*. 15(2):39-50.
- Kim MH. 2015. Linked Micromap : Exploratory Data Analysis and Geographic Visualization of Spatial Statistics Data. *Journal of Korea Cartographic Association*. 15(2):39-50.
- 김병선, 안종욱, 신동빈. 2014. 서비스 중심의 국가 공간정보 플랫폼 연계 방안에 관한 연구. *한국공간정보학회지*. 22(2):11-18.
- Kim BS, Anh JW, Shin DB. 2014. A Study on the Construction of Service-oriented Connection Model among National GeoSpatial Information Platforms. *Journal of Korea Spatial Information Society*. 22(2):11-18.
- 김봉준, 김태영. 2015. 공간통계를 활용한 도시지역 토지가격의 변화분석. *한국지적학회지*. 31(3):97-105.
- Kim BJ, Kim TY. 2015. Analysis of Changes in Urban Area Land Price using Spatial Statistics. *Journal of Korea Society of Cadastre*. 31(3):97-105.
- 이건학, 최은영. 2011. 센서스 GIS와 지리통계시스템의 구축. *통계연구*. 16(2):1-21.
- Lee KH, Choi EY. 2011. Development of Census GIS and Spatial-Statistic System. *Journal of The Korean Official Statistics*. 16(2):1-21.
- 이봉환, 김민수, 유정기. 2015. GIS 기반 통계플랫폼 표준화 방안 수립. *통계청*.
- Lee BH, Kim MS, Yoo JK. 2015. *Establishment of Standardized Methods for Statistic Platform based on GIS*. Statistics Korea.
- 이인수, 이준석. 2014. 공간정보 포털 동향 분석에 관한 연구. *지적과국토정보*. 44(2):125-138.
- Lee IS, Lee JS. 2014. A Study on Analysis on Geospatial Information Portal Trends. *Journal of Cadastre*. 44(2):125-138.
- 장한솔, 고준희, 김민수, 장인성. 2015. 공간정보 오픈플랫폼 서비스의 성능 분석 및 자원 재조정 방안에 관한 연구. *한국공간정보학회지*. 23(4):1-11.
- Jang HS, GO JH, Kim MS, Jang IS. 2015. A Study on Performance Analysis and Resource Re-distribution Method of the Spatial Information Open Platform Service. *Journal of Korea Spatial Information Society*. 23(4):1-11.
- Auer M. 2012. Real-Time Web GIS Analysis Using WebGL. *International Journal of 3-D Information Modeling*. 1(3):49-61.
- Christen M, Nebiker S, Loesch B. 2012. Web-Based Large-Scale 3D-Geovisualisation Using WebGL: The OpenWebGlobe Project. *International Journal of 3D Information Modeling*. 1(3):16-25.
- Google. 2016. Google Maps [Interent]. [<https://maps.google.com>]. Last accessed 4 October 2016.

Kakao. 2016. Daum Map [Interent]. [http://map.daum.net]. Last accessed 4 October 2016.

KT. 2016. olleh Map [Interent]. [http://map.ollehmap.com]. Last accessed 4 October 2016.

Microsoft. 2016. Bing Maps [Interent]. [http://www.bing.com/maps]. Last accessed 4 October 2016.

Naver. 2016. Naver Map [Interent]. [http://map.naver.com]. Last accessed 4 October 2016.

OpenStreetMap Foundation. 2016. OpenStreetMap [Interent]. [https://www.openstreetmap.org]. Last accessed 4 October 2016.

VW Group, BMW, Daimler. 2016. [https://here.com]. Last accessed 4 October 2016.

2016년 10월 06일 원고접수(Received)
2016년 11월 03일 1차심사(1st Reviewed)
2016년 12월 07일 게재확정(Accepted)

초 록

정부 3.0에 근거하여 공공기관이 보유한 공공데이터를 개방하고 민간 활용을 적극 장려하고 있다. 최근, 이러한 공공데이터와 관련하여 다양한 비즈니스에서 기반 정보로서 활용가치가 매우 높은 공간통계정보가 웹상에서 활발히 이용되고 있다. 본 연구에서는 사용자들에게 이러한 대용량 공간통계 정보에 대한 조회, 분석, 마이닝, 주제도 생성 등의 다양한 서비스를 안정적으로 제공할 수 있는 고가용성, 고신뢰성, 고성능의 오픈플랫폼 시스템 아키텍처를 제안하고자 한다. 특히, 민간부문과 공공부문의 모든 영역에서 활용도가 매우 높으며 정보의 종류에 따라 보안성이 매우 중요한 공간통계정보의 특성을 반영하여 행정망 기반의 내부 서비스 시스템과 인터넷망 기반의 외부 서비스 시스템 아키텍처를 상호 분리하여 제시한다. 또한, 비용 효율적이며 성능이 우수한 공간통계정보 오픈플랫폼 시스템 아키텍처를 구성하기 위하여 클러스터 기반의 다중화 서버 구성, 클라우드 기반의 가상 서버 구성, 그리고 CDN 기반의 서버 구성 등과 같은 기존의 다양한 서버 아키텍처 구성 방식에 대한 비교 분석을 수행하여 최적의 방식을 제안한다.

주요어 : 공간통계정보, 오픈플랫폼, 서버 아키텍처, 클라우드, 고가용성