Journal of Korea Spatial Information Society Vol.23, No.6 : 57-66, December 2015
http://dx.doi.org/10.12672/ksis.2015.23.6.057
ISSN 2287-9242(Print)
ISSN 2287-9250(Online)

HTML5/WebGL 기반 3D 공간정보 오픈플랫폼 소프트웨어 설계 및 구현

Design and Implementation of 3D Geospatial Open Platform Based on HTML5/WebGL Technology

김민수* · 장인성**

Min Soo Kim · In Sung Jang

요 약 최근 공간정보 오픈플랫폼의 활용도가 지속적으로 증가하고 있으며, 지형, 건물, 쇼핑몰 등과 같이 3차원 공간정보에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 특히, 단순화된 3차원 공간정보가 아니라 실세계와 유사한 고정밀 공간정보에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 이러한 3차원 공간정보에 대한 수요를 충족시키기 위하여 다양한 3차원 공간정보 오픈플랫폼들이 개발되어 서비스를 제공하여 왔다. 그러나, 대부분의 3차원 공간정보 오픈플랫폼들은 빠른 렌더링 성능을 제공하기 위하여 설치 과정의 어려움, 크로스 웹 브라우저/운영체제 지원 불가, 보안 약화 등의 많은 문제점에도 불구하고, 플러그인 모듈을 부득이하게 이용하고 있다. 더구나, 최근 크롬, 파이어폭스 등의 웹 브라우저에서 플러그인 모듈의 동작을 지원하였던 NPAPI 서비스에 대한 중단을 선언함으로써, 기존 플러그인 기반 3차원 공간정보 오픈플랫폼의 동작에 큰 문제가 발생하게 되었다. 이에 본 연구에서는 플러그인을 사용하지 않고 3차원 공간정보를 빠른 성능으로 서비스할 수 있는 방법으로 HTML5/WebGL의 차세대 웹 표준 기술을 활용한 새로운 3차원 공간정보 오픈플랫폼의 설계 및 구현 방법을 제시하고 있다. 이러한 HTML5/WebGL 기반의 차세대 공간정보 오픈플랫폼은 Windows, Linux, Mac 등의 크로스 운영체제와 IE, Chrome, Firefox, Safari 등의 크로스 브라우저, 그리고 모바일 플랫폼에서 동작이 가능하다.

키워드 : 공간정보, 오픈플랫폼, 3차원, 플러그인, 크로스 브라우저, 크로스 운영체제, HTML5, WebGL

Abstract Recently, the utilization of geospatial open platforms has been constantly increased and the interest in 3D geospatial data such as terrain, building and shopping mall has been increased significantly. In particular, rather than simplified 3D geospatial data, interest in high-precision 3D geospatial data which similarly represents the real world objects has increased significantly. In order to satisfy the demand for such the high-precision 3D geospatial data, various kinds of 3D geospatial open platforms has been developed and has provided services on the web. However, most of the 3D geospatial open platforms have been used plug-in module in order to ensure a fast 3D rendering performance on the web, despite the many problems such as difficulty of the installation, no supporting of cross browser/operating system and security issues. In addition, recently, the existing 3D geospatial open platforms based on plug-in module are facing a serious problem, by declaring the NPAPI service interruption in Chrome and Firefox browsers. In this study, we presents the design and implementation of a new 3D geospatial open platform based on HTML5/WebGL technology without the use of plug-ins. Such the new 3D geospatial open platform based on HTML5/WebGL may support cross browsers such as IE, Chrome, Firefox, Safari and cross OS platforms such as Windows, Linux, Mac and mobile OS platforms.

Keywords : Geospatial Data, 3D, Plugin, Cross Web Browser, Cross OS Platform, HTML5, WebGL

1. 서 론

2005년 Google Map 서비스 시작 이후, GeoWeb 서비스가 전 세계에 확산됨에 따라 공간정보에 대한 활용도가 급격히 증가하게 되었다. 그 이후부터 지금까지 단순한 2차원 배경지도부터 시작하여 위성영상, 고정밀 항공영상, 그리고 도로 주변의 스트리트 뷰 등과 같이 다양한 유형의 공간정보들이 널리 활용되어 왔다[1]. 최근에는 2차원 공간정보 뿐만 아니라, 3차원 지형, 3차원 건물, 쇼핑몰, 컨벤션센터, 지하철 역사

† This research was supported by a grant (13 도시건축 A02) from Spatial Information Open Platform Infra Technology Development Research Project funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport government.

* Min Soo Kim, Associate Professor, Dept of IT Convergence, Daejeon University. minsoo@dju.ac.kr (Corresponding Author)
** In Sung Jang, Senior Researcher, Spatial Information Technology Research Team, ETRI. e4dol2@etri.re.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

등과 같이 실내외의 다양한 3차원 공간정보에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 특히, 단순하게 요약하여 표현된 3차원 공간정보가 아니라 실세계와 동일하게 표현되어 사실감 있는 정보를 제공할 수 있는 고정밀의 3차원 공간정보 서비스에 대한 수요가 크게 증가하고 있다.

최근, 이러한 고정밀 3차원 공간정보 서비스와 관련하여 다양한 웹 기술이 적용된 서비스들이 국내외에서 제공되고 있다. 예를 들어, Nokia는 HERE City and Country Maps[2]에서 WebGL[1] 기술을 적용하여 3차원 지형, 3차원 건물 그리고 실사 스트리트 뷰 정보를 제공하고 있다. Google은 어플리케이션 SW 형태의 서비스로 Google Earth Desktop[3] 서비스와 Google Earth Plug-in 기반의 웹 형태 서비스로 3차원 공간정보 서비스를 제공하고 있다. CESIUM[4]은 HTML5/WebGL 기술을 활용함으로서 No Plug-in 방식으로 3차원 공간정보 서비스를 제공하기 위하여 단순 데이터를 중심으로 시범 서비스를 제공하고 있다. 국내의 경우는 Plug-in 소프트웨어 기술 기반으로 국토부 브이월드 서비스[5]에서 전국의 3차원 지형과 국내 주요 도시의 3차원 건물에 대한 공간정보를 제공하고 있으며, 서울시[6]도 자체적으로 3차원 공간정보 시스템을 이용하여 3차원 건물에 대한 공간정보 서비스를 제공하고 있다.

그러나, 지금까지 개발된 대부분의 3차원 공간정보 서비스 시스템은 Desktop 기반의 어플리케이션 소프트웨어로 동작하거나, 웹상에서 동작하는 경우에는 Plug-in 모듈을 별도로 설치해야 하거나, 차세대 웹 표준인 HTML5/WebGL 기술을 적용한 경우에는 다양한 고정밀의 3차원 공간정보 처리에서 성능 상의 한계를 가지고 있었다. 특히, Plug-in 방식을 이용하는 경우는 Plug-in 설치 시의 잦은 오류 발생 문제, 크로스 웹 브라우저 및 크로스 운영체제를 지원하지 못하는 한계, 웹상에서의 보안이 취약해지는 문제들을 야기 시켜 왔다. 더구나 최근 구글 크롬, 모질라 파이어폭스 등의 웹 브라우저에서 Plug-in의 동작을 가능하게 지원하였던 NPAPI (Netscape Plug-in Application Programming Interface)에 대한 지원 중단을 선언함으로써, Plug-in 모듈 기반으로 동작하였던 기존의 3차원 공간정보 서비스에 큰 문제가 예견되고 있다.

이에 본 연구에서는 우선 Plug-in 기반으로 동작하고 있는 브이월드의 3차원 서비스와 관련하여 No Plug-in 방식으로 3차원 공간정보 서비스를 효율적으로 제공할 수 있는 차세대 공간정보 오픈플랫폼의 설계 및 구현 방법을 제시하고자 한다. 구체적으로 HTML5/WebGL의 차세대 웹 표준 기술을 적용함으로서 Windows, Linux, Mac 등의 다양한 크로스 운영체제와 IE, Chrome, Firefox, Safari 등의 다양한 크로스 브라우저 환경에서 고정밀의 다양한 3차원 공간정보 서비스를 제공할 수 있는 오픈플랫폼 소프트웨어의 설계 및 구현 방법을 자세히 제시하고자 한다. 차세대 공간정보 오픈플랫폼을 구현과 관련하여 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장 관련 연구에서는 고정밀 3차원 공간정보 서비스와 관련된 기술 동향에 대하여 살펴보고, 3장에서는 본 연구에서 제안하는 HTML5/WebGL 기반의 3차원 공간정보 오픈플랫폼 소프트웨어 설계 이슈에 대하여 살펴보고자 한다. 4장에서는 3장의 설계를 기반으로 실제로 구현된 3차원 공간정보 오픈플랫폼 소프트웨어와 관련하여 브이월드의 3차원 공간 데이터를 적용한 검증 결과를 제시하고자 한다. 끝으로 5장에서는 본 연구의 결론과 브이월드 서비스 적용을 위한 향후 연구방향에 대하여 제시하고자 한다.

2. 관련 연구

Nokia[2]는 HTML5/WebGL 기술을 적용하여 전 세계 25개 도시에 대하여 3차원 공간정보 서비스를 제공하고 있다. 3차원 공간정보로는 3차원 지형과 3차원 건물 정보를 통합하여 하나의 레이어로 서비스를 제공하고 있다. 그러나, 아직까지 대용량 3차원 공간정보에 대한 WebGL 기술의 느린 렌더링 속도 문제로 인하여 위하여 Nokia는 LOD (Level of Detail) 기술을 적용하여 3차원 건물의 정밀도와 Texture 해상도를 조정하여 제한적으로 고정밀 서비스를 제공하고 있다.

Google[3]은 기본적으로 Google Earth Desktop 버전을 통하여 3차원 지형과 3차원 건물 정보를 서비스하고 있으며, 최근에는 해양, 달, 화성 등에 관련된 공간정보도 부가적으로 서비스 하고 있다. 3차원 공간정보를 저장 관리하기 위한 형식으로는 KML과 KMZ의 데이터 형식을 이용하고 있으며, Windows 환경에서는 Microsoft의 DirectX Plug-in을 이용하여 3차원 렌더링을 지원하고 있다. 최근에는 웹상에서 WebGL 기술을 활용하여 3차원 공간정보 서비스를 제공하기 위한 MapsGL 기술을 개발하고 있으나, 아직은 성능 상의 문제로 인하여 고정밀 3차원 공간정보에 대한 공식적인 서비스를 제공하고 있지는 않고 있다.

1) WebGL은 HTML5에서 OpenGL ES 2.0을 기반으로 3차원 그래픽을 위한 프로그래밍 인터페이스를 제공한다.

Cesium[4]은 공간정보와 같은 고정밀의 다양한 동적 데이터에 대하여 No Plug-in 방식의 표출을 지원하기 위하여 2차원 공간정보를 시작으로 3차원 Globe 서비스를 시작하고 있다. 최근에는 WebGL 기술을 적용하여 고정밀의 3차원 건물정보 서비스를 위하여 CyberCity 구축 및 시범 서비스를 제공하기 시작하였다. 2015년 4월, 시애틀, 워싱턴 DC 등의 몇 개 주요 도시에 대하여 CyberCity를 구축하여 3차원 건물 정보에 대한 서비스를 시범적으로 제공하고 있다. 현재 Texture가 지원되지 않은 3차원 건물 모형 정보만 제공하고 있으나, 실사 기반의 3D CyberCity 서비스를 실현시키기 위하여 Texture 지원, 3차원 건물 정보의 표출 속도 향상, 다양한 3차원 Open API 제공 등의 기술개발을 계획하고 있다. 끝으로, Cesium은 다양한 2, 3차원 데이터의 효율적인 관리 및 표출을 위하여 내부적으로 KML과 유사한 자체 데이터 형식으로 CZML 형식을 이용하고 있다.

국내의 경우, 공간정보산업진흥원과 서울시에서 3차원 지형 및 건물 정보에 대하여 웹 기반 서비스를 제공하고 있다. 공간정보산업진흥원[5]은 브이월드 서비스를 통하여 우리나라 전국에 대한 3차원 지형 정보와 서울 및 6대 광역시 중심의 3차원 건물 정보에 대한 웹 기반 렌더링 서비스 및 Open API 서비스를 제공하고 있다. 또한, 3차원 건물 정보에 대한 서비스를 전국의 주요 도시로 지속적으로 확장하고 있으며, 최근에는 실내 공간에 대한 3차원 서비스도 시범적으로 제공할 계획을 가지고 있다. 서울시[6]도 자체적으로 고정밀 3차원 건물 정보를 구축하여 3차원 공간정보시스템을 이용하여 서울시 전역에 대하여 웹 기반 서비스를 제공하고 있다. 그러나, 공간정보산업진흥원과 서울시의 3D 공간정보 서비스는 현재 기본적으로 ActiveX Plug-in 기반으로 동작하고 있는 한계점을 가지고 있다. 이외에도 최근 들어 HTML5 또는 WebGL 등의 최신 기술을 이용하여 3차원 지형, 3차원 건물, 실내 공간 등에 개별적으로 시각화하기 위한 다양한 연구들이 수행되어 왔다[7,8,9,10,11,12].

지금까지 살펴본 바와 같이 대부분의 웹 기반 3차원 공간정보 서비스 시스템은 ActiveX Plug-in 기술 기반으로 동작하고 있으며, 최근 HTML5와 WebGL 기술을 이용하고자 하는 시도가 추진되고 있다. 그러나, ActiveX Plug-in을 이용한 방식은 크로스 브라우저 및 운영체제 지원이 불가능한 문제와 보안이 취약한 문제를 내재하고 있으며, 이에 비하여 HTML5/ WebGL 기술을 이용한 방식은 크로스 브라우저/운영체제 지원 및 보안에서의 문제는 없으나, 대용량의 고정밀 3차원 공간정보 서비스를 제공하는데 있어서 성능상의 문제를 내재하고 있다.

3. WebGL 기반 공간정보 오픈플랫폼 설계

3.1 WebGL 기반 공간정보 오픈플랫폼 요구사항

본 연구에서는 HTML5/WebGL 기술을 적용하여 현재 브이월드에서 제공되고 있는 다양한 유형의 3차원 공간정보들을 크로스 플랫폼/크로스 브라우저환경에서 통합 관리하고 표출 할 수 있는 차세대 3차원 공간정보 오픈플랫폼의 설계 및 구현을 목적으로 하고 있다. 다시 말하면, Plug-in 모듈을 사용하지 않고 브이월드 서버가 보유하고 있는 3차원 지형, 항공영상, 3차원 건물, POI (Point Of Interest), 실내 공간정보를 포함하고, 사용자가 보유한 다양한 공간 콘텐츠까지 Open API를 통하여 융합하여 서비스할 수 있는 시스템의 설계 및 구현을 목적으로 하고 있다. 본 연구에서는 이러한 WebGL 기반 공간정보 오픈플랫폼 설계와 관련하여 사용자와 시스템 요구사항, 핵심 컴포넌트 구성 그리고 각 컴포넌트에 포함되는 렌더링 관련 주요 클래스들의 다이어그램을 제시하고자 한다. Table 1은 본 연구에서 제안되는 3차원 공간정보 오픈플랫폼

Table 1. Requirements of the Proposed 3D Open Platform

Data	Requirements
Terrain Data	· 3D digital globe modeling · Download and rendering of 3D terrain data (BIL (Band Interleaved by Line) format)
Geospatial Imagery Data	· Download and rendering of Geospatial imagery (DDS (DirectDraw Surface) format) · Geospatial imagery mapping over 3D terrain data
3D Building Data	· Download and rendering of 3D building data (XDO format) · Download and rendering of 3D indoor data (3DS format) · 3D matching method of 3D buildings and 3D terrain data · 3D building searching and selection
POI data	· Download and rendering of POI
Crowd data (User data)	· 2D object (SHP, KML, GPX(GPS eXchange) matching · Mash up and rendering of Web3DS data
Spatial Analysis Result	· Rendering of 3D spatial analysis result

이 제공해야 할 핵심 요구사항들을 보여준다.

Table 1에서 보듯이, 본 연구에서 제안되는 플랫폼은 브이월드와 동일한 수준의 서비스를 제공하기 위하여 기존 브이월드 서버에서 제공되고 있는 BIL 형식의 3차원 지형, DDS 형식의 항공영상, XDO 형식의 3차원 건물, POI, 3DS 형식의 실내 공간정보에 대하여 로드하고 이들 정보들을 정합하여 렌더링을 수행하는 유스케이스를 정의하고 있다. 또한, 매쉬업을 통하여 사용자가 제공하는 SHP, KML, GPX 등과 같은 벡터 형식과 PNG, JPG 등과 같은 이미지 형식의 공간 콘텐츠를 융합 렌더링할 수 있는 유스케이스를 정의하고 있다. 끝으로, 화면상에서 사용자에 의하여 발생하는 확대, 축소, 이동, 선택 등의 다양한 네비게이션 이벤트를 처리하기 위한 유스케이스를 정의하고 있다.

3.2 WebGL 기반 오픈플랫폼 소프트웨어 설계

본 연구에서 제안되는 공간정보 오픈플랫폼 소프트웨어는 모듈별 재사용성, 유지 보수 효율성, 구현 용이성을 고려하고, 동시에 Table 1에서 정의된 다양한 사용자 요구사항을 만족시키기 위하여 Table 2와 같이 Globe, Layer, Parser, Renderer, Geometry, Navigation, Event의 7개 컴포넌트로 구성되었다.

Table 2에서 보듯이, 제안된 플랫폼은 다양한 유형의 3차원 공간정보를 효율적으로 관리하고 정합하여 표출하기 위하여 레이어 개념을 이용하고 있으며, 이를 위하여 Layer 컴포넌트를 포함하고 있다. 또한, 다양한 유형의 공간정보를 다운로드하여 검증하기 위한 Parser 컴포넌트와, 파싱된 공간정보를 WebGL 버퍼의 메모리 공간을 고려하면서 효율적으로 표출하기 위한 Renderer 컴포넌트를 구분하여 별도로 구성하고 있다. 또한, 웹상에서 사용자를 위한 인터페이스를 동적으로 다양하게 구성하기 위한 Navigation 컴포넌트와 마우스 또는 키보드에 의한 확대, 축소, 이동, 선택 등의 다양한 사용자 이벤트를 처리하기 위한 Event 컴포넌트를 포함하고 있다. 끝으로, 공간정보에 대한 기본적인 연산 및 좌표 변환 등의 공통적인 작업을 수행하기 위한 Geometry 컴포넌트를 포함하고 있다.

Table 2. Component Specifications

Component Name	Specifications
Globe	· Matrix configuration of 3D globe model · Setting of initial position of 3D globe
Layer	· Management for 3D terrain, aerial images, 3D buildings, 2D data, and crowed(user) data layers
Parser	· Loading and parsing of 3D terrain data, aerial images, 3D buildings data, 2D data, and crowd data
Renderer	· Drawing of the parsed 3D terrain, aerial images, 3D buildings, 2D data, and crowed data · Management of WebGL buffer
Geometry	· Geometry operation · Coordinate transformation
Navigation	· Processing of user navigation such as zoom in/out and panning
Event	· Processing of mouse, keyboard and data events

3.2.1 지구모델, 지형, 항공영상 표출 모듈 설계

본 연구에서 제안된 플랫폼은 지구모델, 지형, 항공영상, 건물 등의 정보를 표출할 때, 효율적인 렌더링을 지원하기 위하여 전체 영역을 줌인/아웃 레벨에 따른 다수 개의 섹터별로 관리하며 렌더링이 수행되도록 구성되어 있다. 구체적으로 레벨 0에서는 5 × 10개의 섹터가 구성되며, 줌인 이벤트가 발생하여 레벨이 증가하는 경우, 각 섹터가 4개씩 분할되어 관리되도록 구성되어 있다. 또한, 각 섹터는 기본적으로 MBR과 레벨 정보를 포함하고 있다. 본 연구에서는 이러한 섹터들을 관리하기 위하여 SectorManager 클래스와 실제 섹터 정보들을 저장하고 있는 Sector 클래스를 설계하였다. 아울러, 3차원 지형, 항공영상, 3차원 건물 등의 실제 데이터를 수집하여 표출하기 위한 기능은 이러한 Sector 클래스로부터 상속된 TerrainData, BuildingParser, BuildingReal3DRenderer 등의 하위 클

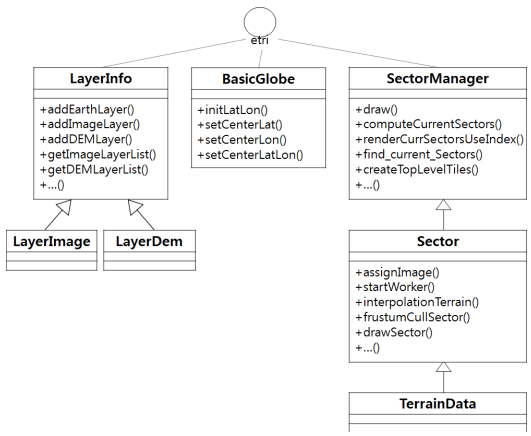

Figure 1. Class Diagram for Matching and Rendering of Globe, Terrain, Aerial Images

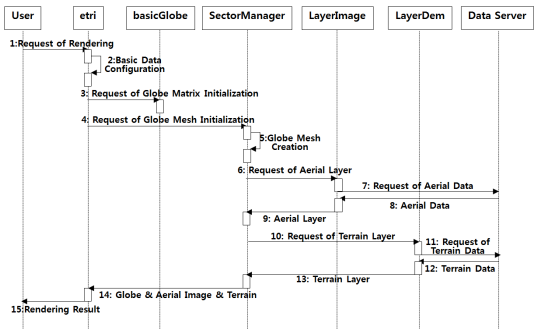

Figure 2. Sequence Diagram for Rendering of Globe, Terrain, Aerial Images

래스에서 섹터 별로 렌더링 되도록 설계 하였다.

제안된 플랫폼은 지구모델, 3차원 지형, 항공영상 데이터를 정합 표출하기 위하여 Figure 1과 같이 지구모델 데이터 관리를 위한 BasicGlobe 클래스, 지형 및 항공영상 데이터 레이어 관리를 위한 LayerInfo, LayerDem, LayerImage 클래스, 섹터 관리를 위한 SectorManager, Sector, TerrainData 클래스로 구성되어 있다. 특히, TerrainData 클래스는 섹터 기반으로 DDS 형식의 이미지 데이터와 BIL 형식의 지형 데이터를 파싱하여 메모리에 적재하고 렌더링 하는 역할을 수행하도록 구성되어 있다.

Figure 1에 제시된 클래스를 기반으로 지구모델, 지형, 항공영상 데이터를 다운로드하여 메모리에 적재하고 렌더링하기 위한 구체적인 과정은 Figure 2의 시퀀스 다이어그램과 같다.

Figure 2에서 보듯이, 지구모델은 지구모델 매쉬를 생성한 다음에, 그 위에 항공영상 레이어와 지형 레이어 데이터를 정합 렌더링하여 만들어진다. 여기서, 서버에서 수집되는 대용량 BIL 형식의 지형 데이터는 Sector 객체에서 배열 형태의 TerrainData 객체로 관리되고 있으며, TerrainData 객체는 렌더링을 수행하기 위한 Triangle 객체로 생성되어 관리되고 있다. 실제로 렌더링이 수행될 때는 빠른 성능을 제공하기 위하여 카메라 기준으로 앞면에 해당되는 Triangle 객체들만 렌더링하도록 구성되어 있다. 또한, 카메라의 줌 인/아웃 이벤트 발생 시에 섹터 내의 레벨 정보를 변경시키며, 이동 이벤트 발생 시에 앞면에 해당되는 Triangle 객체 정보를 변경시킴으로써 변경된 렌더링을 쉽게 수행하도록 구성되어 있다. 끝으로, 제안된 플랫폼은 서버로부터 대용량 지형 데이터의 다운로드 및 렌더링 작업을 효율적으로 처리하기 위하여 Web Worker 기반의 멀티스레드 방식을 채택하도록 설계되었다.

3.2.2 3차원 건물정보 표출 모듈 설계

3차원 건물정보의 효율적인 관리 및 렌더링을 수행하기 위하여 제안된 플랫폼은 Figure 3과 같은 클래스 다이어그램을 구성하고 있다.

Figure 3을 보면 기본적으로 Figure 1의 클래스 다이어그램과 유사하게 LayerInfo 클래스와 Sector 클래스로부터 각각 상속받은 LayerInformationBuilding3d 클래스와 BuildingParser 및 BuildingReal3DRenderer 클래스를 포함하고 있다. 이는 3차원 건물정보도 성능 효율성을 고려하여 섹터 기반으로 렌더링이 되며, 각 클래스들의 역할은 3차원 지형정보의 렌더링 과정에서 수행되었던 역할과 유사하기 때문이다. 구체적으로 LayerInformationBuilding3d 클래스는 3차원 건물 레이어에 대한 관리 기능을, Building3D 클래스는 3차원 건물 데이터를 저장하기 위한 기능을, BuildingParser 클래스는 DAT 형식의 3차원 건물 데이터를 파싱하여 메모리에 적재하기 위한 기능을, BuildingReal3DRenderer 클래스는 3차원 건물 데이터에 대한 렌더링 및 메모리 관리 기능을 수행하도록 설계되었다. 3차원 건물의 렌더링 과정도 Figure 2의 지구모델, 지형, 항공형상 데이터 렌더링의 시퀀스 다이어그램과 동일한 순서로 수행되도록 구성되어 있다. 특히, 사실감 있는 3차원 건물 정보 서비스를 위하여 렌더링이 수행되기 전에 3차원 지형 데이터와의 정합이 반드시 먼저 수행되도록 구성되어 있다. 구체적으로 3차원 건물의 Vertex List에 지형 데이터의 높이 값을 반영하여 정합을 수행하도록 설계되어 있다. 아울러, 복잡한 3차원 건물들의 신속한 렌더링을 지원하기 위하여 3차원 건물정

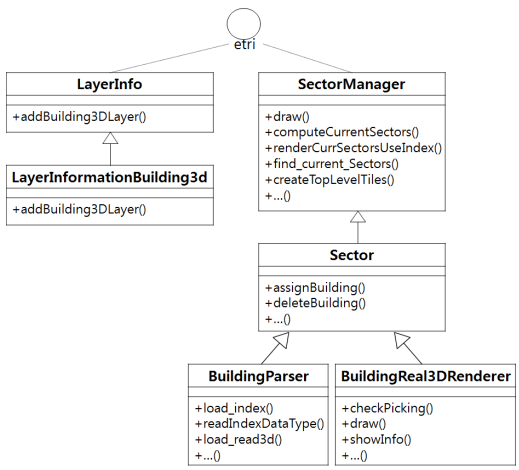

Figure 3. Class Diagram for Matching and Rendering of 3D Buildings

보들을 섹터별로 분할하여 관리하고 있으며 WebGL의 느린 렌더링 속도 문제를 보완하기 위하여 3차원 건물 정보가 제공되는 레벨을 기존 브이월드와 동일하게 레벨 15 이상으로 설정하고 있다. 끝으로, 본 연구에서 제안된 플랫폼은 브이월드 서비스와 동일하게 3차원 건물에 대한 선택 및 정보 제공 방법도 지원할 수 있도록 설계되었다.

3.2.3 POI 데이터 표출 모듈 설계

POI 정보도 성능 효율성을 고려하여 3차원 지형 및 건물 렌더링 방식과 동일하게 섹터 기반으로 나뉘어서 관리 되도록 유사한 클래스 다이어그램을 구성하고 있다. 단지, POI 정보 레이어 관리, POI 정보 저장 및 관리, POI 정보 파싱, POI 정보 렌더링을 처리하기 위하여 LayerInformationPOI, POI, POIParser, POIRenderer의 클래스가 추가되었다. 이들 클래스를 이용한 POI 정보 렌더링을 위한 시퀀스 다이어그램은 Figure 2의 3차원 지형 렌더링의 시퀀스와 동일하다.

3.2.4 사용자의 2D 벡터 객체 표출 모듈 설계

본 연구에서 제안된 오픈플랫폼은 브이월드 서버에서 제공하는 다양한 3차원 공간정보 이외에도 사용자가 보유한 다양한 형식의 2차원 객체를 웹상에서 융합하여 표출할 수 있는 기능을 제공해야 한다. 이에 본 연구에서는 SHP, KML, GPX 형식의 2차원 객체의 융합 렌더링을 지원하기 위하여 Figure 4와 같은 클래스 설계를 포함하고 있다.

Figure 4의 구성을 보면, 주요 클래스는 크게 SHP, KML, GPX 데이터의 저장 관리를 위한 Content 클래스와 파싱을 위한 Parser 클래스로 구성되어 있음을 알 수 있다. 렌더링 시퀀스는 2차원 객체 모델 생성, 데이터 요청, 파싱, 그리고, WebGL 렌더링의 순서로 간단하게 구성되어 있다. 여기서, 2차원 공간정보들은 3차원 지형 데이터와의 선형 보간을 통하여 정합이 수행된 이후에 렌더링이 수행되기 때문에 시간이 많이 소요되는 문제점을 가지고 있다. 이에 대용량 2차원 공간정보에 대한 신속한 렌더링을 지원하기 위하여 제안된 플랫폼은 렌더링을 수행할 때, 지구모델 레벨 기준 5 이하, 10 이하, 11 이상의 3단계를 기준점으로 정밀도가 점점 낮아지는 사용자의 2차원 벡터 공간정보를 렌더링 하도록 시스템을 설계하였다. 다시 말하면, 2차원 벡터 공간정보를 세 가지의 LOD 기준에 따라서 각각 다른 정밀도를 가지는 3개로 구분하여 미리 저장 관리하면서, 실제 렌더링을 수행할 때 지구모델 레벨에 따라서 정밀도가 다른 데이터를 선택할 수 있도록 구성하였다.

3.2.5 3차원 실내 데이터 표출 모듈 설계

최근 3차원 실내 공간정보 서비스에 대한 사용자 요구가 증가함에 따라, 브이월드에서도 이에 대하여 부분적으로 서비스를 준비하고 있다. 이에 본 연구에서도 2, 3차원 공간정보와 더불어 3차원 실내 공간정보에 대한 서비스가 가능한 모듈을 Figure 5와 같이 설계하고 있다. 그러나, 현재 실내 공간정보는 대부분 3DS 형식으로 구축되어 있으며, 기존 3차원 공간정보와도 별도로 서비스가 제공되고 있다. 이에 Figure 5에 설계된 클래스 구성도는 Figure 1, 3에서 언급한 3차원 지형, 건물들을 렌더링하기 위한 클래스 구성과 다소 차이를 가지고 있다.

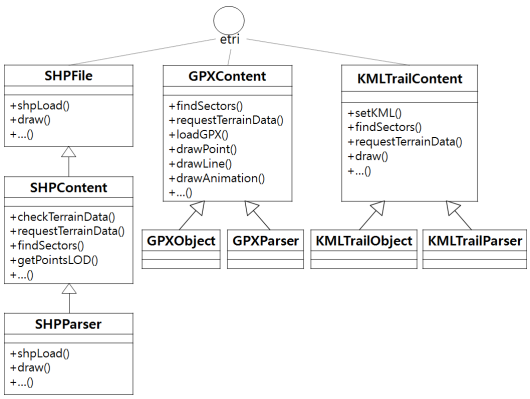

Figure 4. Class Diagram for Rendering of Shape, KML, and GPX data

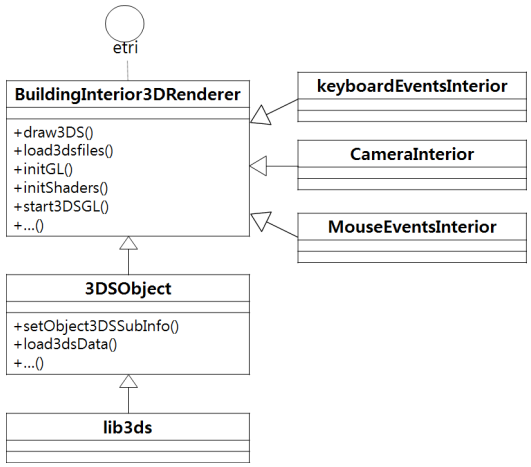

Figure 5. Class Diagram for Rendering of Indoor Dataset

우선, lib3ds 클래스는 3DS 파일 파싱 기능을 수행하며, 3DSObject 클래스는 3차원 실내 공간정보를 저장 관리하며, BuildingInterior3DRenderer 클래스는 렌더링 기능을 수행하도록 설계되었다. CameraInterior, KeyboardEventsInterior, MouseEventsInterior 클래스는 지구모델과 별도로 실내 공간 화면을 구성하기 위한 카메라 인터페이스 기능과 이러한 실내 공간 카메라와 연동된 이벤트 처리 기능을 수행하도록 설계되었다. 이러한 실내 공간정보 렌더링 시퀀스는 실내 공간 모델 생성, 실내 데이터 요청, 파싱, 렌더링 순으로 수행된다.

3.2.6 3차원 네비게이션 인터페이스 모듈 설계

끝으로, 전체 지구모델을 관리하고, 지구모델에서 렌더링 되는 뷰를 구성하기 위한 카메라를 관리하고, 사용자에 의한 확대, 축소, 이동의 다양한 이벤트 처리를 수행하는 인터페이스 모듈에 포함되는 basicGlobe, Camera, navi 클래스를 설계하였다. 사용자는 이러한 네비게이션 인터페이스 모듈의 기능을 이용하여 자신에게 적합한 다양한 인터페이스 구성을 결정할 수 있다.

4. WebGL 기반 공간정보 오픈플랫폼 구현

본 연구에서 제안된 차세대 공간정보 오픈플랫폼은 HTML5/WebGL 기술을 이용하여 구현함으로써 Windows, Unix, Linux, Mac 등의 크로스 운영체제 환경과 IE, Chrome, Firefox, Safari 등의 크로스 브라우저 환경 그리고 Android, iOS 등의 모바일 환경에서도 활용이 가능한 장점을 가지고 있다. 이러한 차세대 오픈플랫폼은 Windows 환경의 Plug-in 모듈 기반으로만 동작이 가능하였던 기존 공간정보 오픈플랫폼의 단점을 개선할 수 있다. 아울러, 본 연구에서 개발된 차세대 공간정보 오픈플랫폼에 대한 Open API의 추가 개발과 다양한 시범 운영을 통하여 대국민 공간정보 오픈플랫폼 서비스로 활용이 가능한지 검증을 수행하고자 한다. 다음 Figure 6은 WebGL 프로그래밍을 이용하여 타일 맵 형식의 3차원 지형, 항공영상, 2차원 배경지도, 3차원 건물, POI 정보, 실내 공간정보, 사용자 참여정보 등에 대한 수집, 파싱, 렌더링, 서비스 기능을 수행하는 컴포넌트들을 포함한 시스템 구성을 보여준다. Figure 6은 왼쪽부터 제안된 오픈플랫폼이 지원 가능한 다양한 공간정보들과 수집 방식(타일맵, 파일, 웹), 공간정보 파싱, 렌더링 및 웹 서비스를 위한 오픈플랫폼의 엔진 부분, 그리고 개념적으로 크로스 운영체제와 브라우저에서 동작 가능함을 보여주고 있다.

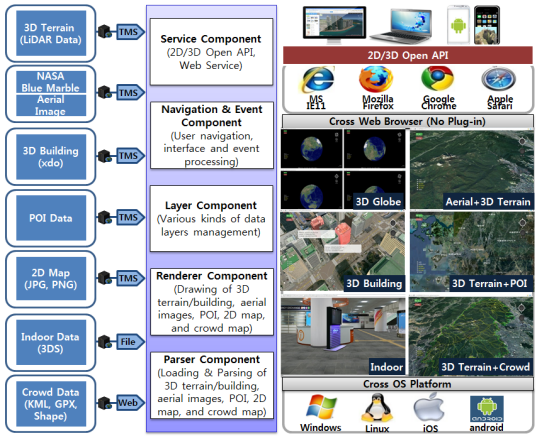

Figure 6. System Configuration of the Proposed 3D Open Platform

· 3차원 지형정보 렌더링 모듈 구현

브이월드에서 3차원 지형정보는 항공영상과 동일하게 멀티 레벨의 타일 집합으로 구축되어 있다. 이에 본 연구에서는 3차원 지형정보에 대한 렌더링 모듈을 구현하기 위하여 3.1에서 제시한 섹터를 이용하여 멀티 레벨의 타일 집합을 지원하고 있으며, 데이터 형식으로는 브이월드에서 이용하고 있는 BIL 형식에 대한 파싱 및 렌더링 모듈을 구현하고 있다. 또한, 사실감 있는 3차원 지형정보 서비스를 제공하기 위하여 항공영상과의 정합 렌더링 기능을 구현하고 있다. Figure 7은 사용자의 마우스 이벤트에 따른 3차원 지형정보의 수신과 항공영상과 지형정보가 정합된 렌더링 결과를 보여준다.

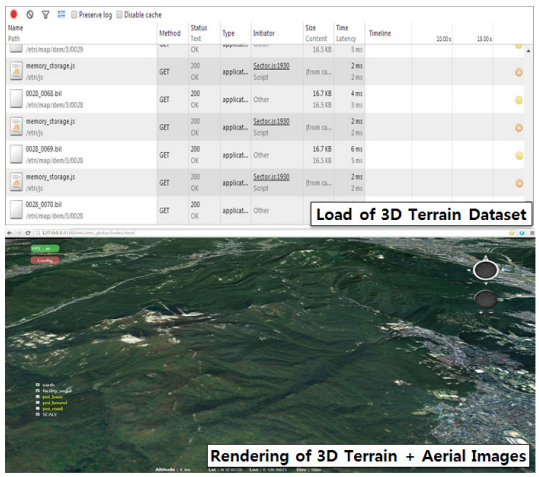

Figure 7. Loading and Rendering of 3D Terrain Dataset

• 3차원 건물 데이터 렌더링 및 선택 모듈 구현

브이월드는 3차원 건물도 멀티 레벨의 타일 집합으로 건물 정보를 저장 관리하고 있으며, 추가적으로 건물 인덱스 정보를 관리하고 있다. 제안된 플랫폼은 이러한 3차원 건물 정보와 인덱스 정보를 데이터 서버로부터 수신하여 파싱 및 렌더링 모듈과 건물 선택 모듈을 구현하고 있다. 구체적으로 항공영상, 3차원 지형정보, 3차원 건물정보를 모두 정합할 수 있는 렌더링 모듈을 구현하고 있는데, 3차원 지형에 항공영상이 매핑되고 3차원 건물 데이터에 텍스처가 매핑되고, 이후에 3차원 지형과 3차원 건물 데이터가 정합되어 렌더링 되는 순서로 동작하도록 구현되었다. 3차원 건물정보에 대한 데이터 형식으로는 현재 브이월드에서 자체적으로 제작되어 사용되고 있는 XDO 형식을 지원하기 위한 모듈을 컴포넌트로 구현하고 있으나, 추후 다른 표준 데이터 형식을 지원할 수 있도록 컴포넌트의 변경 및 확장이 용이하도록 구현하였다. Figure 8은 3차원 지형, 항공영상, 3차원 건물 데이터의 정합 렌더링 모듈과 3차원 건물 선택 모듈의 구현 예를 보여준다.

Figure 8. Rendering & Selection of 3D Building Dataset

• 실내 공간정보 렌더링 모듈 구현

본 연구에서 제안된 플랫폼은 실외 공간정보 뿐만 아니라, 3차원의 실내 공간정보에 대한 서비스를 동시에 제공하도록 설계되었다. 그러나, 현재 브이월드는 실내외 공간정보가 서로 상이한 데이터 형식과 저장 구조로 구성되어 있으며, 실외부터 실내까지 Seamless 서비스가 불가능한 상황이다. 이에 본 연구에서도 XDO 형식의 멀티 레벨의 타일 집합으로 구성된 3차원 실외 공간정보와 3DS 형식의 개별 파일들로 구성된 3차원 실내 공간정보에 대한 별도의 렌더링 모듈을 구현하고 있다. 그러나, 제안된 플랫폼은 추후 실내 공간정보의 저장 구조가 멀티 레벨의 타일 집합으로 구축되는 경우, 3차원 건물 데이터 렌더링 모듈을 일부 수정함으로써 실내외 공간정보의 Seamless한 통합

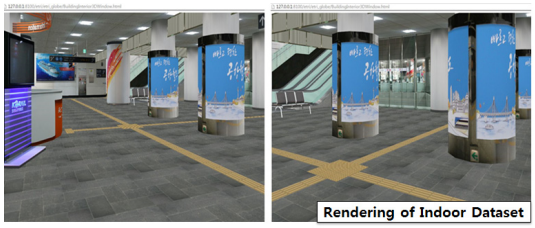

Figure 9. Rendering of Indoor Dataset

렌더링이 가능하도록 구성되어 있다. Figure 9는 제안된 플랫폼을 이용하여 3DS 형식으로 구축된 지하철역사에 대한 개별 렌더링 예제를 보여준다.

• POI 데이터 렌더링 모듈 구현

브이월드에서 POI 데이터도 멀티 레벨의 타일 집합 구조로 저장 관리되고 있어, 제안된 플랫폼은 이러한 POI 데이터와 항공영상 데이터와의 정합 렌더링 기능을 구현하고 있다. 부가적으로 제안된 플랫폼은 POI 레이어 관리를 통하여 사용자 선택적으로 POI 레이어의 활성화 및 비활성화를 설정할 수 있다. Figure 10은 항공영상 데이터와 정합된 POI 데이터의 렌더링 예제를 보여준다.

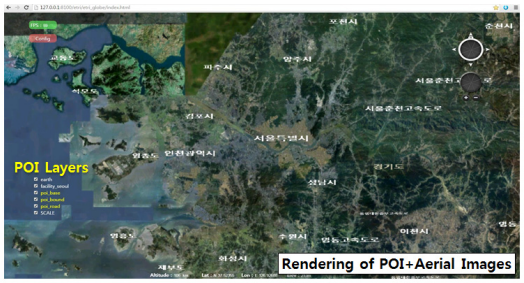

Figure 10. Rendering of POI Dataset

• Crowd(사용자 보유) 데이터 렌더링 모듈 구현

제안된 오픈플랫폼은 사용자가 보유한 2차원 벡터 데이터의 매쉬업 렌더링 기능을 구현하고 있다. 구체적으로 SHP, GPX, KML 형식의 사용자 데이터에 대하여 3차원 지형, 항공영상과의 정합 렌더링 기능을 구현하고 있다. 특히, 2차원 벡터 데이터와 3차원 지형과의 정합 과정에서 요구되는 수많은 선형 보간 연산을 감소시키기 위하여 3단계의 벡터 데이터 경량화를 이용하여 렌더링을 구현하고 있다. 구체적으로 지구 모델 레벨 기준 5 이하, 10 이하, 11 이상의 LOD를 기준으로 3단계의 경량화된 벡터 데이터를 선택적으

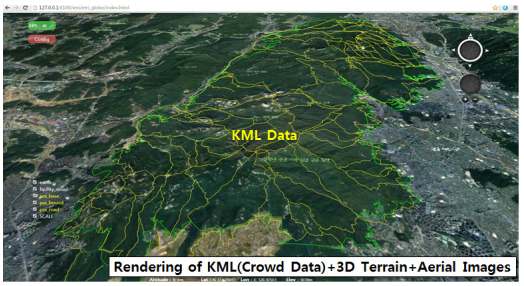

Figure 11. Rendering of KML Dataset

로 렌더링하고 있다. Figure 11은 3차원 지형, 항공영상과 사용자가 보유한 KML 데이터의 매쉬업 렌더링 예제를 보여준다.

이외에도 사용자 네비게이션, 인터페이스 환경 구축 및 다양한 사용자 이벤트 처리를 위한 모듈들을 구현하고 있다. 끝으로, 본 연구에서 제안된 공간정보 오픈플랫폼은 HTML5/WebGL 기술을 이용하여 DDS, JPG, BIL, XDO, 3DS, Shape, KML, GPX 등과 같이 다양한 형식의 2, 3차원 공간정보에 대한 융합 렌더링 모듈을 구현함으로써, No Plug-in 방식으로 크로스 브라우저와 크로스 운영체제 환경 기반 공간정보 서비스가 가능한 장점을 가지고 있다. 특히, 현재 상이한 데이터 형식과 저장 구조로 구축되어 있는 실내외 3차원 공간정보에 대한 렌더링 기능을 추후 쉽게 통합 가능하도록 렌더링 모듈을 구현함으로써, 추후 실외에서 실내로의 Seamless한 통합 공간정보 서비스가 가능할 것으로 기대된다.

5. 결론 및 향후연구

본 연구에서는 기존의 플러그인 방식으로 동작하는 공간정보 오픈플랫폼 서비스에서 발생하는 설치 오류 문제, 크로스 브라우저/운영체제 지원 불가능 문제 그리고 보안 침해 문제 등을 해결하기 위하여 차세대 웹 표준으로 각광받고 있는 HTML5/WebGL 기반의 차세대 공간정보 오픈플랫폼 소프트웨어의 설계 및 구현사항을 제시하였다. 특히, 브이월드에서 현재 사용되고 있는 항공영상, 3차원 지형, 3차원 건물, 실내 공간정보, 2차원 벡터 공간정보 등의 다양한 형식의 실제 공간정보에 대한 융합 렌더링 기능을 구현함으로써, 기존 플러그인 기반의 브이월드 서비스를 웹 표준 기반으로 대체할 수 있음을 실험실 수준에서 확인할 수 있었다. 향후 연구방향으로는 제안된 공간정보 오픈플랫폼의 렌더링과 관련된 다양한 기능 테스트와 다수의 동시 사용자에 대한 성능 검증을 통하여 실제 브이월드 서비스를 대체하여 활용할 수 있는지에 대한 실용화 연구가 필요하다고 판단된다. 아울러, 제안된 오픈플랫폼의 렌더링 기능에 대한 테스트뿐만 아니라, 다양한 Open API에 대한 기능 및 성능 검증을 위한 연구도 동시에 수행되어야 할 것으로 판단된다[13,14,15]. 끝으로, 향후 표준 기술로 개발된 오픈플랫폼에 대한 검증을 수행함으로써 해외에서도 제안된 플랫폼을 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다[16,17].

References

[1] Lee, D. G; Go, J. W; Lee, H. J. 2015, Using Geospatial Information Open Platform for Design and Planning of Route Unused Land, The Korean Society for Geospatial Information System, 23(3): 96-106.

[2] Nokia HERE City and Country Maps, http://heremaps.cn.

[3] Google Earth, https://www.google.com/earth/.

[4] CESIUM 3D Buildings in Cesium, https://cesiumjs.org/2015/04/27/3D-Buildings-in-Cesium/

[5] VWORLD Map Service, http://www.vworld.kr.

[6] Seoul 3D GIS Map Service, http://3dgis.seoul.go.kr.

[7] Auer, M. 2012, Real-Time Web GIS Analysis Using WebGL, International Journal of 3-D Informa tion Modeling, 1(3):49-61.

[8] Christen, M; Nebiker, S; Loesch, B. 2012, Web-Based Large-Scale 3D-Geovisualisation Using WebGL: The OpenWebGlobe Project, International Journal of 3-D Information Modeling, 1(3):16-25.

[9] Kim, J. I; Kim T. J; Bae, S. K. 2014, A Study on 3D Visualization Strategy of Cadastral Spatial Information, Journal of Korea Spatial Information Society, 32(4):413-420.

[10] Oliveira, N; Rocha, J. G. 2013, Tiling 3D Terrain Models, Lecture Notes in Computer Science, 7971:550-561.

[11] Shojaei, D; Kalantari, M; Bishop, I; Rajabifard, A; Aien, A. 2013, Visualization requirements for 3D cadastral systems, Computers, Environment and Urban Systems, 41:39-54.

[12] Zhou, Y; Dao, T. H. D; Thill, J. C; Delmelle, E. 2015, Enhanced 3D visualization techniques

in support of indoor location planning, Computers, Environment and Urban Systems, 50:15-29.

[13] Go, J. H; Lim Y. H; Kim, M. S; Jang, I. S. 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.

[14] Jang, H. S; Hong, S. H; Kim, M. S; Jang, I. S. 2015, Service Status Analysis About the Spatial Information Open Platform based on the Analysis of Web Server Log and System Log, Journal of Korea Spatial Information Society, 23(3):45-54.

[15] Lee, S. H; Cho T. H; Kim, M. S. 2014, A Study on the Service Status of the Spatial Open Platform based on the Analysis of Web Server User Log: 2014.5.20.~2014.6.2. Log Data, Journal of Korea Spatial Information Society, 22(4):67-76.

[16] Jeong, J. D; Han S. H; Lee, J. Y. 2014, A Study to Establish the Expansion Strategies through the Classification of Overseas Countries for Spatial Open Platform Export, Journal of Korean Cartographic Association, 14(2):73-87.

[17] Kim, M. G; Yoon D. H; Koh, J. H. 2015, A Study on the Development Strategy for Future GeoSpatial Open Platform, Journal of Korea Spatial Information Society, 23(2):59-68.

Received : 2015.11.01
Revised : 2015.12.24
Accepted : 2015.12.29