

## 지적공간정보의 3차원 가시화 방안 연구

### A Study on 3D Visualization Strategy of Cadastral Spatial Information

김재인<sup>1)</sup> · 김태정<sup>2)</sup> · 배상근<sup>3)</sup> · 정동훈<sup>4)</sup>

Kim, Jae In · Kim, Tae Jung · Bae, Sang Keun · Jeong, Dong Hoon

#### Abstract

Cadastral spatial information closely related to ownership of people is potentially very valuable information. As 3D cadastre has been actively discussed to reflect realistic living territory and legal relationship in recent years, it is highly expected to be created added value before long using that information. However, in aspect of visualization that performs an important function for decision making by facilitating intuitive thinking about spatial information, systematic solution has not been suggested to visualize the cadastral spatial information on a map with existing 3D spatial information. For that reason, in this paper, visualization method was proposed to integrate the cadastral spatial information with the existing information effectively. Requirements for 3D cadastral spatial information system were drawn based on literature review, and then specific visualization method was established by constructing user scenarios. Research results of this paper are highly expected to be applied to the integration work with the existing 3D information on a spatial information open platform.

Keywords : 3D Cadastral Spatial Information, Visualization, Spatial Information Open Platform

#### 초 록

지적공간정보는 국민의 소유권과 밀접한 관련이 있는 정보로서 내재된 활용가치가 매우 높다. 최근에는 인간의 생활영역 및 권리관계를 현실적으로 반영하기 위해 3차원 지적이 활발히 논의되고 있어 향후 이를 이용한 부가가치 창출이 크게 기대되고 있다. 그러나 사용자 하여금 공간정보에 대한 직관적인 사고를 용이하게 하여 의사결정을 하는데 중요한 역할을 하고 있는 가시화 측면에 있어서는 현재 기 구축된 3차원 공간정보들과 함께 이러한 지적공간정보를 지도상에 가시화하기 위한 체계적인 방안이 제시되고 있지 못한 실정이다. 이에 본 논문에서는 지적공간정보와 기존 3차원 공간정보와의 효과적인 통합을 위한 가시화 방안을 제안하였다. 선행연구 조사 및 분석 내용을 바탕으로 3차원 지적공간정보 시스템이 갖추어야 할 요구사항들을 도출하였으며, 이로부터 사용자 시나리오를 작성하여 구체적인 가시화 방안을 수립하였다. 본 논문의 연구성과는 향후 지적공간정보가 공간정보 오픈플랫폼상에서 기 구축된 3차원 공간정보와 통합되는 과정에 크게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

핵심어 : 3차원 지적공간정보, 가시화 기술, 공간정보 오픈플랫폼

Received 2014. 07. 30, Revised 2014. 08. 21, Accepted 2014. 08. 30

1) Member, Dept. of Geoinformatic Engineering, Inha University (E-mail: jikim3124@inha.edu)

2) Corresponding Author, Member, Dept. of Geoinformatic Engineering, Inha University (E-mail: tezyd@inha.ac.kr)

3) Member, Spatial Information Research Institute, Korea Cadastral Survey Corporation (E-mail: sk3938@lx.or.kr)

4) Member, Spatial Information Research Institute, Korea Cadastral Survey Corporation (E-mail: gisjeong@lx.or.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.

## 1. 서론

공간정보의 가시화 기술은 공간정보기술의 핵심기술 중 하나로서 사용자 하여금 공간정보에 대한 직관적인 사고를 용이케 하여 공간분석과 그에 따른 의사결정을 하는데 중요한 역할을 하고 있다(El-Hakim *et al.*, 1998). 이러한 가시화 기술은 1960년대, 컴퓨터 전산처리가 가능해짐에 따라 급격한 발전을 이루기 시작하였으며, 1980년대 후반에 이르러서는 단순한 2차원적 표현단계를 지나 대용량의 3차원 공간정보 분석 및 가시화를 위한 데이터모델링 기술과 LOD(Level Of Detail)와 같은 렌더링 가속화 기술 등이 연구되기 시작하였다(Braun *et al.*, 1995; Königer and Bartel, 1998; Gruen and Wang, 1998). 1990년대 중반, 유무선 통신기술 발전에 따른 인터넷의 대중화로 인해 가시화플랫폼은 웹 환경으로 확장이 이루어질 수 있었다. 이 시기는 그간 특정 전문가들로 한정되어왔던 공간정보가 일반인들을 대상으로 활용되기 시작한 시점이라 할 수 있으며, 이러한 기술적 진보는 웹 기반 지도서비스의 출현으로 이어지게 되었다. 특히 2005년 2월, 구글에서 선보인 구글맵스(Google Maps)는 공간정보에 잠재된 산업적 가치와 활용방안을 재해석하게 만드는 큰 계기로 작용하게 되었다. 이는 웹 지도라는 매체를 통해 공간정보를 사용자들에게 효과적으로 전달할 수 있었다는 점과 일종의 공공플랫폼으로서 정보의 개방 및 공유를 지향하는 Where 2.0의 개념을 실제로 구현한 최초의 시도라는 점에서 그 의의가 깊다. 이후 구글이 진행하는 공간정보 서비스의 산업적 가치를 알아보게 된 경쟁사(마이크로소프트, 야후, 애플 등)들 역시도 서로 앞 다퉈서 유사 지도서비스를 출시하기에 이르렀고, 국내의 경우에는 네이버와 다음 등의 포털업체들이 주축이 되어 국내 상황에 특화된 지도서비스를 운영하기 시작하였다. 이와 같이 시대적 흐름이 변하게 되자 정부차원에서도 공간정보산업 활성화를 위해 이에 걸맞은 국가 공간정보정책 기본계획을 수립하고, 국가가 보유하고 있는 공개 가능한 모든 공간정보를 국민들을 대상으로 제공하고자 2010년을 시작으로 국가 공간정보 오픈플랫폼 V World를 개발하여 서비스하고 있다. 이렇듯 공간정보산업의 발전 그 이면에는 공간정보를 효과적으로 사용자에게 전달해 주기 위한 가시화 기술의 공헌이 지대하다.

한편, 지적정보는 국민의 소유권과 밀접한 관련이 있는 정보로서 각각의 요소들이 모두 위치정보를 근간으로 하고 있기 때문에 이 역시도 공간정보에 포함된다고 할 수 있다. 그리고 실제 국민들의 직접적인 소유권 정보를 포함하고 있어 V World 포털서비스 이용통계에서 상위에 랭크되어 있을 만큼

그 수요가 많아 잠재적 활용가치 또한 매우 높다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 지적정보는 토지의 물리적·권리적·가치적·이용규제적인 정보들을 포함하고 있어 주로 지적 행정 업무상에 치우쳐 활용되어왔기 때문에 지금까지의 정보의 가시화를 통한 공유와 개방적 측면에 있어서 다소 폐쇄적인 경향을 나타내고 있다. 또한 현재 시행되고 있는 지적제도도 2차원에 기반하고 있어 지상으로부터 지하 및 공중공간으로 그 범위를 넓혀가고 있는 인간의 생활영역 및 권리관계를 현실적으로 반영하고 있지 못하고 있다는 문제점도 있다. 최근 이러한 지적제도의 한계점을 극복하기 위해 입체적 토지활동과 이로 인한 복잡한 권리관계를 보다 현실적이고 체계적으로 관리하기 위하여 3차원 지적제도의 도입과 체계 구축이 활발히 논의되고 있으나, 이 또한 기 구축된 3차원 공간정보들과 지도상에 함께 가시화하기 위한 체계적인 방안은 제시되고 있지 못한 실정이다.

향후 공간정보산업이 더욱 더 발전하기 위해서는 정보의 양적 측면 보다는 사용자에게 실질적으로 필요한 고급의 정보 제공이 이루어져야 할 것이다. 이러한 관점에서 3차원 지적정보는 이에 부합되는 좋은 대안이라 할 수 있으나, 상술하였듯이 이를 실현하기 위해서는 기존 공간정보들과 함께 통합하여 가시화 할 수 있는 방안 마련이 선행되어야 한다. 이에 본 논문에서는 3차원 지적제도의 성공적인 안착과 무료로 공개된 공간정보 오픈플랫폼에 기반한 정보의 공유 및 개방을 지원하기 위한 방법으로 3차원 지적공간정보의 효과적인 가시화 방안을 제시하고자 한다. 이후 이어질 2장에서는 이와 관련된 기존 선행연구들의 조사 및 분석이 이루어지며, 3장에서는 가시화 시나리오를 바탕으로 제안하고자 하는 3차원 지적공간정보의 가시화 방안이 제시되고, 4장의 결론으로 끝맺음된다.

## 2. 관련 연구

### 2.1. 지적공간정보 3차원 가시화기술

현재 3차원 지적은 국제적 표준이 정립되지 못한 상황이며, 지금까지도 표준화를 위한 연구가 이루어지고 있다. 이런 이유로 국내의 관련 연구는 대부분 3차원 지적공간정보 구축방안에 초점이 맞추어져 연구가 진행되어 왔다. 한편으로 지적정보의 3차원 가시화 관련 연구 또한 이루어진 바 있으나(Yang *et al.*, 2004; Park *et al.*, 2009), 대부분의 경우 Where 2.0이 지향하는 것과는 달리 타 시스템과의 연계성 고려가 미흡하다는 점에서 한계를 나타내고 있다(Jang *et al.*, 2013; Jeong and Lee, 2014), 반면, 서울시 입체지적 구축사업

(2009~2011)과 같이 3차원 지적모델을 정립하고 여러 대상지역에 대한 실측 데이터를 바탕으로 타 시스템과의 연계가 가능한 3차원 지적공간정보 가시화시스템을 프로토타이핑한 사례도 있으나, 이 경우에는 시스템 플랫폼이 사용자 환경에 독립적이지 못하고, 또한 지적정보를 기존 3차원 공간정보들과 함께 지도상에 가시화하기 위한 방안이 있어서 충분한 논의가 이루어지지 못했다는 한계점이 있다.

해외의 경우에도 지적정보 가시화와 관련한 몇 가지 연구 및 프로토타입 시스템 개발이 보고되고 있다. Abdul Rahman *et al.*(2011)은 Oracle Database와 Autodesk Map3D를 이용하여 말레이시아 지적시스템의 프로토타입을 개발 하였고, Dimovski *et al.*(2011)은 Oracle Database와 NASA World Wind를 이용하여 마케도니아의 웹 기반 3차원 지적 가시화 시스템을 개발하였다. Trias *et al.*(2011)은 AutoCAD Map3D와 PostgreSQL/Post GIS, Google Earth를 이용하여 웹 기반 시스템을 구현하였으며, Shojaei *et al.*(2013)의 경우에는 현재 이용 가능한 가시화시스템들의 장단점을 분석하여 3차원 지적에 최적화된 가시화시스템을 제안하였다. 그러나 상기의 연구사례들은 지상객체에 제한적이거나 또는 지상 및 지하객체에 대한 고려가 모두 되어있다고 할지라도 국내의 경우와 유사하게 타 시스템과의 연계성, 사용자 입장에서의 편의성 및 접근성에 대한 고려가 미흡하며, 무엇보다도 3차원 지적정보가 오픈플랫폼 상에서 제공되는 하나의 공간정보로 간주되어 가시화되지 못했다는 한계점들을 나타내고 있다.

## 2.2. 지적공간정보 3차원 가시화시스템

앞절의 설명에서도 알 수 있듯이 지적공간정보의 가시화 기술은 이를 위한 가시화시스템을 통해서 실제적으로 구현되고 사용자들에게 제공되기 때문에 가시화 방법과 더불어 가시화시스템이 갖춰야할 요구사항을 도출하는 것 또한 매우 중요하다. Pouliot(2011)은 현재 3차원 지적공간정보 가시화 기술이 직면하고 있는 주요이슈(데이터 가시화를 위한 사전조건, 3D 가시화에 영향을 주는 새로운 상황, 가시화의 목적, 사용자와 기술적 문제점들)에 대해 논의하고 몇 가지 해결방안들을 제시하였으며, Vandysheva *et al.*(2011)은 러시아의 3차원 지적공간정보를 위한 웹 기반 가시화 시스템을 개발하는데 있어 요구되는 기능적 요구사항과 구현상의 우선순위를 정의한 바 있다. 최근에는 Shojaei *et al.*(2013)가 Hildebrandt and Dollner(2010)에서 제시된 가시화 절차를 Presentation Layer, Application Layer, Data Access Layer와 같이 세 단계 구분하고 객체 가시화와 직접 또는 간접적으로 관련이 있는 Presentation Layer(가시화시스템의 front-

end로서 사용자와 직접적으로 소통이 이루어지는 부분)와 Application Layer(기술적 다양성과 시스템의 상호운영성, 통합성, 유용성에 대한 지원을 제공하는 부분)에 대한 요구사항을 정의한 바 있다.

그러나 이들의 연구에서 도출된 시스템 요구사항들을 모두 반영하기 위해서는 이에 특화된 새로운 가시화시스템 개발이 불가피하다. 이럴 경우, 기 구축된 공간정보들과의 통합 과정에서 호환성 등의 문제가 발생할 수 있으며, 또한 이로 인한 인적, 물적 자원의 소비뿐만 아니라 유사 시스템의 중복적 개발이라는 측면에서도 타당하지 못하다고 판단된다. 따라서 지적공간정보를 위한 가시화시스템은 향후 시스템의 확장성이나 파급성을 고려하였을 때, 공개 가시화플랫폼을 기반으로 구현하는 것이 Where 2.0의 관점에서도 합리적인 선

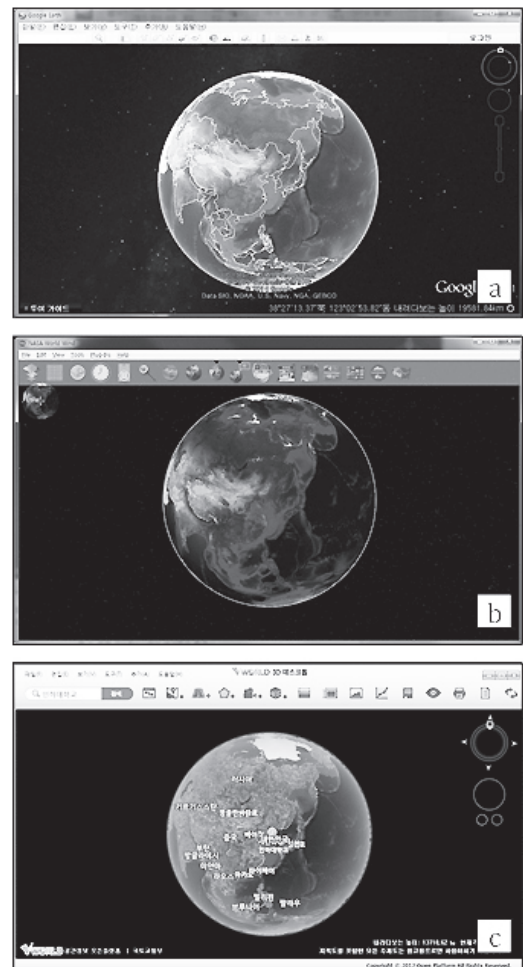


Fig. 1. Main page of three test systems (a: Google Earth, b: World Wind, c: V World)

택이 될 것이다. 이에 본 절에서는 현재 널리 사용되고 있는 대표적 공개 가시화시스템들을 대상으로 여러 측면에서 각 시스템들이 보유하고 있는 기능들을 상호 비교분석함으로써 실제 시스템 구현 시 추가적으로 요구되는 기능들을 파악해보고자 한다. 여기서 비교 대상 시스템으로는 Fig. 1에서와 같이 국내외에서 널리 활용되고 있는 Google Earth, World Wind, 그리고 V World가 분석되었다.

다음의 Table 1은 가시화시스템들의 보유기능들을 비교분석한 결과로써, 이들은 공통적으로 지하공간에 대한 3차원 가시화 기능이 부재한 것으로 확인되었다. 이는 3차원 지적 객체 표현에 있어 필수적으로 요구되는 부분이기 때문에 시스템 개발 시 최우선적으로 구현될 필요가 있을 것으로 판단된다. 추가적인 분석결과로 V World의 경우는 Google Earth와 World Wind와는 달리 입체시 기능이 결합되어 있는 것으로 확인되었으며, 또한 플랫폼의 독립성 측면에서도 특정 운영체제에 종속적인 문제가 확인되었다. 이들은 당장 보완이 시급한 부분은 아니지만 향후 우선순위를 두어 점차적으로 보완이 이루어질 필요가 있는 것으로 판단된다.

**Table 1. Comparison result of visualization systems**

Features	Google Earth	World Wind	V World
3D visualization (above/below ground)	O/X	O/X	O/X
3D building model	O	X	O
LOD-based rendering	O	O	O
Web-based visualization	O	O	O
Cross-section view	X	X	X
Selective layer visualization	O	O	O
Attribute visualization	O	O	O
Stereoscopic view	O	O	X
Measurement (2D/3D)	O/O	O/O	O/O
Viewport control	O	O	O
Platform independence	Win/Mac/Linux	Platform independent	Win
Usability	High	Medium	High

### 3. 지적공간정보의 3차원 가시화 방안

#### 3.1. 3차원 가시화를 위한 요구사항

본 절에서는 지적공간정보의 3차원 가시화시스템 구현 시 고려되어야 할 요구사항들이 정의된다. 앞서 2장에서 기존 연구들의 한계점으로 지적되었던 부분들을 해결하기 위하여 기 구축된 공간정보와의 통합적 가시화, 공개 가시화시스템의 활용 등을 고려하여 요구사항들을 도출하였다. Shojaei *et al.*(2013)의 연구에서와 같이 Presentation Layer에서 이루어지는 가시화 및 사용자 인터렉션 측면의 요구사항들이 주로 고려되었으며, 특히 지적공간정보의 특성을 반영하기 위한 요구사항들에 초점을 맞추었다. 다음의 Table 2는 본 논문에서 제시하는 요구사항들을 기능별로 정리한 것이다.

**Table 2. Required features for 3D visualization system of cadastral spatial information (V: Visualization, U: User Interaction)**

Features	Category	Description
3D visualization (above/below ground)	V	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visualization of 3D cadastral spatial objects above/below ground</li> <li>Property boundaries(cadastral information) of a spatial object are represented as 3D cuboids.</li> <li>3D terrain rendering based on DEMs(Digital Elevation Model) and Ortho images</li> <li>Control of color, thickness, line-style and transparency of cadastral object for enhancing visual perception</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Viewing intersection of a building with a horizontal or vertical plane to increase user understanding for complicated cadastral information of high rise buildings</li> </ul>
Cross-section view	V	<ul style="list-style-type: none"> <li>Viewing intersection of a building with a horizontal or vertical plane to increase user understanding for complicated cadastral information of high rise buildings</li> </ul>
LOD-based rendering	V	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spatial objects are rendered by existing LOD method</li> <li>Cadastral objects are gradually visualized by distance and height of view point</li> </ul>
Attribute visualization	U	<ul style="list-style-type: none"> <li>Attribute information visualization of selected object by a tooltip or window</li> </ul>
Categorizing layers & selective visualization	U	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cadastral spatial objects are divided into several layers by each type for convenience of information access</li> <li>Selected visualization among predefined layers</li> </ul>
View control	U	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pan, tilt, zoom, and move of view point</li> </ul>
highlight of selected object	U	<ul style="list-style-type: none"> <li>Selected object is visually highlighted to be distinguished with other objects</li> </ul>



### 3.2. 3차원 가시화 시나리오

본 절에서는 도출된 요구사항을 바탕으로 지적공간정보의 3차원 가시화를 위한 구체적인 방안이 기술된다. 기 구축된 공간정보와의 통합적 가시화를 위해 공간정보에 해당하는 도형정보와 지적정보에 해당하는 도형정보 각각에 대해서 서로 다른 방식의 LOD 기법을 적용하였고, 사용자 선택에 의해 해당객체의 상세 속성정보를 확인할 수 있도록 하였다. 이때, 가시화플랫폼으로 기존의 가시화시스템이 활용될 수 있도록 공간정보에 해당하는 도형정보의 경우에는 일반적으로 사용되고 있는 LOD 방식을 따르도록 하였으며 시점조절, 객체선택 및 강조와 같은 기본적인 기능들 역시도 기존의 방식을 따르도록 시나리오를 작성하였다. 다음의 3.2.1절과 3.2.2 절에서는 지적공간정보를 도형정보와 속성정보로 나누어 각각의 가시화 방식에 대한 구체적인 기술이 이어진다.

#### 3.2.1 배치형태 및 3차원 가시화 방식

가시화 시나리오에서는 Fig. 2에서와 같이 지하시설물, 지상복합건물과 주변의 일반건물 등을 대상지역의 지적공간객체로 고려하며, 지적공간객체의 3차원 가시화 방식은 다음과 같이 크게 세 가지 원칙으로 정의한다. 먼저 첫째로, 지상에 위치한 일반 공간객체에 대한 3차원 가시화는 기존 플랫폼에서 적용했던 방식을(일반적인 LOD 기반 가시화 방식) 그대로 따르되, 지적객체의 경우는 이와 별도로 관찰시점과 대상 지역(지표면 기준)간의 거리차(시선방향)에 따라 사전에 정의된 LOD 방식(지적객체 전용의 방식)에 근거하여 표출하며, 지하공간에 있어서는 관찰시점과 대상지역간의 높이차를 고려하여 표출하도록 한다. 둘째로, 지상 및 지하 시설물과 필지의 지적경계 표현은 색상으로 구분하며, 특히 지하시설물의 경계는 해당 물적객체를 포괄하는 직육면체의 윗면으로 지표면상에 표시하여 사용자로 하여금 지하시설물의 존재유무를 파악할 수 있도록 한다. 일례로 본 논문에서는 Fig. 5에서와 같이 필지는 노란색, 지상건물은 파란색, 그리고

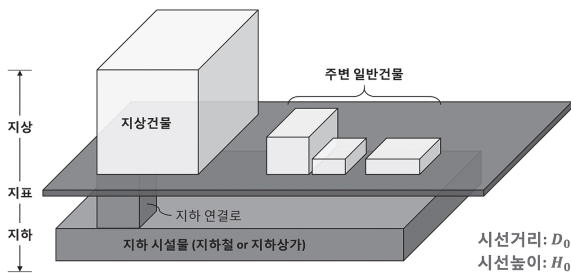


Fig. 2. Layout of cadastral spatial objects on target area

지하시설물은 녹색으로 표현하였다. 마지막으로 지적객체의 속성정보는 개별 필지에 대한 상세정보와 해당 필지에 포함된 물적객체 각각에 대한 상세정보로 구분하며, 시스템상에서 사용자 선택 시 팝업창 형태로 가시화할 수 있도록 한다.

#### 3.2.2 지적공간객체의 도형정보 가시화 시나리오

- ① 시스템상에서 관심지역으로 이동한다(초기화면은 3차원 지도 형태로 표출).
- ② 관찰시점이 특정지점으로부터 일정거리( $D_1$ ) 이내로 접근하면 Fig. 3에서와 같이 건물객체에 중첩되어 지적경계들이 표출되기 시작한다(지상객체의 LOD 1단계).

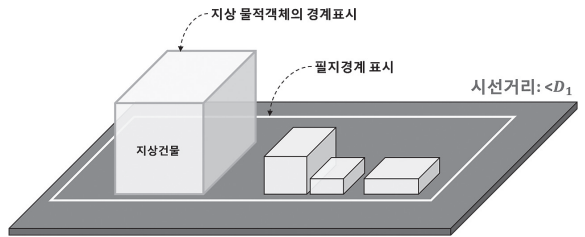


Fig. 3. Expression of cadastral information for above-ground object (above-ground LOD 1: cadastral boundaries)

- ③ 관찰시점이  $D_1$ 을 지나  $D_2$ 이내로 이동하게 되면, 주변 건물객체들은 점차적으로 시야에서 사라지게 되고, 관심 건물객체 내부의 세부적인 권리객체 경계들이 표출된다(지상객체의 LOD 2단계, Fig. 4 참조). 여기  $D_1 \sim D_2$  구간에서는 관찰거리에 따라 건물객체와 세부 지적객체간의 투명도가 조절된다.

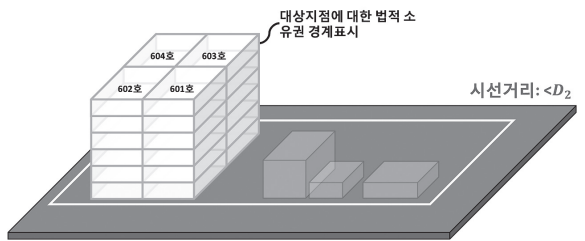


Fig. 4. Expression of cadastral information for above-ground object (above-ground LOD 2: detailed cadastral elements)

- ④ 지하객체의 경우는 지상객체에 적용되는 방식과 유사하게 지표면을 기준으로 일정높이( $H_1$ ) 이내로 접근하게 되면 지표면상에 지하시설물 등의 지하객체를 포괄하



택할 수 있으며, 이를 통해 다음 그림에서와 같이 선택 객체의 세부 속성정보(건축도면, 소유자, 전세권자, 면적, 전세권 설정일자 및 설정기간, 거래가, 근저당 설정이력 등)를 확인할 수 있게 된다.

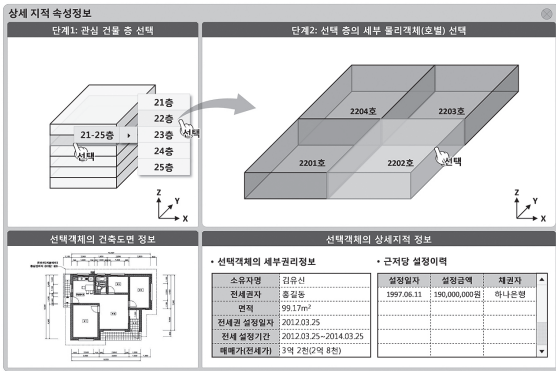


Fig. 10. Expression of detailed cadastral attributes of selected object

#### 4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 공간정보산업의 활성화를 위해 요구되는 고급의 공간정보로서 현재 활발히 논의되고 있는 3차원 지적공간정보를 고려하여, 이를 기 구축된 공간정보 오픈 플랫폼상에서 효과적으로 가시화하기 위한 방안이 연구되었다. 이를 위해 선행 연구사례 및 기존 가시화플랫폼들을 조사하여 분석하였으며, 이로부터 3차원 지적공간정보 가시화시스템이 갖춰야할 요구사항들을 도출하였고, 가시화 시나리오를 통해 구체적인 가시화 방안을 수립하였다. 가시화시스템의 요구사항으로는 본 논문의 취지에 맞추어 도형 및 속성정보의 표출, LOD 기반의 렌더링, 시점조절, 선택객체의 강조 기능과 같은 지적공간정보의 가시화와 사용자 인터랙션 측면이 주로 고려되었다. 가시화 시나리오에서는 필지, 물적객체 등의 도형정보와 이에 해당하는 속성정보를 가시화하는데 있어, 사용자로 하여금 시각적 인지와 정보의 취사선택을 용이케 하고자 지적공간정보에 특화된 LOD 기반 렌더링과 팝업창을 통한 속성정보 표출 방안이 제시되었다.

본 논문의 의의는 향후 3차원 지적제도가 안착되어 관련 지적공간정보들을 국민들에게 공개할 때를 대비한 가시화 방식의 기반을 마련했다는 점에 있다. 따라서 현재 공유와 개방의 단계를 지나 사용자 맞춤형의 단계로 나아가고 있는 공간정보산업에 있어 본 논문의 가시화 방안은 좋은 참고자료로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 향후 연구로는 제

시한 방안을 바탕으로 기술 표준화를 추진할 계획이며, 실제 공간정보 오픈플랫폼인 V World와 연계한 시스템 구현을 수행할 예정이다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토교통부 소관 연구개발사업인 첨단도시개발사업 중 “공간정보 기반의 소셜 서비스 플랫폼 구축 과제 (11첨단도시G12)”의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

#### References

Braun, C., Kolbe T.H., Lang F., Shickler W., Steinhage V., Cremers A.B., Forstner W., and Plumer L. (1995), Models for photogrammetric building reconstruction, *Computer & Graphics*, Vol. 19, No. 1, pp. 109-118.

Dimovski, V., Bundaleska-Pecalevska, M., Cubrinovski, A., and Lazoroska, T. (2011), Web portal for dissemination of spatial data and services for the needs of the agency for real estate cadastre of the republic of macedonia (AREC), *2011 International Workshop on 3D Cadastres*, 6-18 November, Delft, The Netherlands, pp. 531-542.

El-Hakim, S., Brenner C., and Roth G. (1998), An approach to creating virtual environments using range and texture, *1998 International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 32, pp. 331-338.

Gruen, A. and Wang, X. (1998), CC-Modeler: a topology generator for 3D city models, *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, Vol. 53, No. 5, pp. 286-295.

Hildebrandt, D. and Dollner, J. (2010), Service-oriented, standards-based 3D geovisualization: potential and challenges, *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 34, No. 6, pp. 484-495.

Jang, W., Yu, C., and Jeong, D. (2013), Local government's administrative strategies for industrialization of local resources, *Journal of Korean policy studies*, Vol. 13, No. 1, pp. 125-147.(in Korean)

Jeong, D. and Lee, S. (2014), A study on expression of three-dimensional right objects, *Journal of the Korean Cadastre Information Association*, Vol. 16, No. 1, pp. 15-28.(in Korean with English abstract)

Köninger, A. and Bartel, S. (1998), 3D GIS for urban propose,

- Geoinformatica*, Vol. 2, No. 1, pp. 79-103.
- Park, S., Lee, J., and Lee, H. (2009), 3D cadastre data model in Korea : based on case studies in Seoul, *Journal of GIS Association of Korea*, Vol. 17, No. 4, pp. 469-481.
- Pouliot, J. (2011), Visualization, distribution and delivery of 3D parcels, *2011 International Workshop on 3D Cadastres*, 6-18 November, Delft, The Netherlands, pp. 563-574.
- Rahman, A.A., Hua, T.C., and Van Oosterom, P. (2011), Embedding 3D into multipurpose cadastre, *2011 the FIG Working Week*, 18-22 May, Marrakech, Morocco, pp. 20-35.
- Shojaei, D., Kalantari, M., Bishop, I.D., Rajabifard, A., and Aien, A. (2013), Visualization requirements for 3D cadastral systems, *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 41, pp. 39-54.
- Trias, A., Febri, I., Wirawan, A., and Laksono, D.P. (2011), 3D cadastre web map: prospects and developments, *2011 International Workshop on 3D Cadastres*, 16-18 November, Delft, The Netherlands, pp. 189-208.
- Vandysheva, N., Ivanov, A., Pakhomov, S., Spiering, B., Stoter, J., Zlatanova, S., and Oosterom, P. (2011), Design of the 3D cadastre model and the development of the prototype in the Russian federation, *2011 International Workshop on 3D Cadastres*, 16-18 November, Delft, the Netherlands, pp. 356-376.
- Yang, I., Oh, Y., Yu, Y., and Chun, G. (2004), A selection of building registration method to construct the three dimensional information cadastral map, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 22, No. 3, pp. 245-251.(in Korean with English abstract)