

공공데이터를 활용한 3차원 공간정보 객체의 수직위치 정확도 분석 An Analysis of Vertical Position Accuracy for the Three-Dimensional Spatial Data Object Utilizing the Public Information

김정택* · 이수현** · 김종일*** · 배상원****

Kim, Jeong Taek · Yi, Su Hyun · Kim, Jong Il · Bae, Sang Won

要 旨

최근 정부는 정부3.0이라는 새로운 정부운영의 패러다임으로 공공데이터를 적극적으로 개방하고 공유하는 정책을 펼치고 있다. 이와 함께 국토교통부에서는 국가공간정보 및 3차원건물, 영상지도를 포함한 다양한 콘텐츠를 일반인에게 제공하는 공간정보 오픈플랫폼 통합지도서비스(이하 브이월드)를 운영하고 있다. W3C재단의 오픈데이터 현황 보고서(2013)의 평가결과 우리나라는 정부의 정책적 지원 및 계획 부분에서는 긍정적인 결과를 나타낸 반면 데이터 관리 분야에서 취약하여 이에 대한 품질개선이 필요한 실정이다. 또한, 3차원 공간정보 객체 데이터(이하 3차원 모델)의 경우 데이터 구축에 활용한 디지털항공사진영상의 최신성이 부족하여 데이터의 현행화가 필요하다. 이에 본 논문에서는 3차원 모델의 품질요소인 수직위치 정확도에 대해 공공데이터이며, 실측 데이터인 건축물 대장의 높이 데이터를 기준으로 국내표준 품질평가 기법을 적용하여 데이터 품질을 측정하고, 측정오차에 대한 원인을 분석하여 공공데이터를 활용한 3차원 모델의 수직위치 정확도 향상 및 최신성의 유지 가능성을 제시하고자 한다. 연구 수행 결과 건축물대장의 높이 값을 품질평가 기준으로 적용하였을 경우 수직위치 정확도가 향상되는 것을 확인하였으며, 건축물 대장의 재건축, 증축 정보를 활용할 경우 3차원 모델의 최신성의 유지를 할 수 있음을 확인하였다.

핵심용어 : 3차원 모델 데이터, 공공데이터, 브이월드, 품질향상, 데이터 최신성

Abstract

Recently, as new paradigm for government operation called government 3.0, government is actively operating policy opening and sharing public data. In addition, the Ministry of Land are operating an open platform integrated map service (the VWorld) which provides a variety of video contents such as the country's national spatial information, traffic information and three-dimensional building for the public. According to W3C Foundation's Open Data Status Report(2013), our country has the evaluated results that the part of the government's policy support and planning is good while the part of the data management is vulnerable. So our country needs the quality improvement for the data management. In addition, a digital aerial photograph image data is required to be up-to-date for the three-dimensional spatial object data. In this paper, we present the method for enhancement of the accuracy of vertical position and for maintainment of up-to-date vertical position. Our methods evaluate the data quality and analyze the cause of error of measurement utilizing the national standard quality assessment method. The result of research shows that the accuracy of vertical position is improved if the height of the building captain is adjusted by the quality assessment values and a three-dimensional model has up-to-date data if reconstruction and extension information of construction register is utilized.

Keywords : 3D Model Data, Public Data, VWorld, Improve Quality, Data Up-to-date

Received: 2014.08.22, accepted: 2014.09.18

* 정회원 · (주)로딕스 신기술연구소 수석연구원(Member, Principal Research Engineer, Dept of Research Institute, LoDICS Co.,Ltd, copycd@lodics.com)

** 교신저자 · (주)로딕스 신기술연구소 전임연구원(Corresponding Author, Principal Research Engineer, Dept of Research Institute, LoDICS Co.,Ltd, shyi@lodics.com)

*** 정회원 · (주)로딕스 총괄이사(Member, General Executive Director LoDICS Co.,Ltd, jikim@lodics.com)

**** (주)로딕스 전략기획부 부장(General Manager, Dept of Planning, LoDICS Co.,Ltd, swbae@lodics.com)

1. 서론

최근 정부는 정부3.0이라는 새로운 정보공개의 패러다임을 실행하기 위해 ‘정부3.0 추진계획’에 따라 관련 법령제정, 포럼운영, 지원센터설치 및 공공데이터포털 운영 등 다방면의 지원정책을 수행하고, 공공 DB 개방 등 인프라확보를 위한 노력을 아끼지 않고 있다. 국토교통부에서는 ‘브이월드’라는 오픈플랫폼 통합지도서비스를 운영하여, 국가공간정보, 3차원건물, 영상지도, 행정경계/교통시설 등 다양한 정보를 제공하고 있다. 또한, ‘브이월드’에서는 개발자가 사용자콘텐츠를 활용하여 새로운 서비스를 개발할 수 있도록 오픈 API를 제공하고, 사용자가 직접 관심 지점을 등록하고, 3차원 모델을 제작 하는 등 참여서비스를 제공하고 있다(Han, 2012).

그러나, 이러한 오픈플랫폼 정책지원 및 각 부처의 공공데이터 서비스에도 불구하고 사용자참여 및 활용은 저조한 실정이다. W3C재단의 오픈데이터 현황보고서(Open Data Barometer(이하 ODB) (2013.10.31)에 따르면 우리나라는 ODB 평점 54.21로 준비도(77.19), 실행력(54.90), 영향력(24.56)으로 데이터개방, 정책적 지원등의 인프라는 확보 되었지만 서비스 활용은 낮은 수준으로 분석되었고, 한국 정보화진흥원에서는 공공데이터의 품질수준의 문제 및 품질개선에 많은 시간과 비용이 수반되는 점을 원인으로 분석하고 있다(Baek, 2013). 문제의 해결을 위해 효율적인 DB관리를 위한 공공데이터 연계, 품질개선을 위한 품질기준정립, 데이터 최신성의 유지 등 품질관리 활동이 필요하다.

본 연구에서는 현재 브이월드에서 제공하는 있는 3차원모델의 품질요소 중 수직위치정확도에 건축물 대장 데이터를 적용, 분석하여 3차원 모델의 수직위치정확도 향상 및 데이터 최신성의 유지 가능성을 제시하고자 한다. 이를 위해 규정 및 국내표준을 분석하여 측정 기준을 정하고, 공간정보산업진흥원으로부터 제공 받은 여의도지역의 975개 3차원 모델 및 속성데이터에 대해 표본추출기법을 적용하여 각각의 오차를 측정하고 원인분석을 수행하였다.

2. 분석 기준 선정

2.1 규정 및 표준

국가 공간정보의 품질기준, 품질과 관련된 법, 제도 규정은 ISO 19113등의 국제표준을 기반으로 국토교통부의 주도로 국내실정에 맞게 제도개선, 공간정보 표준화가 이루어지고 있다. 특히 ‘국가공간정보 표준화 연

구-고정밀 3차원 공간정보 기술기준 개발’(2011)에 의해 3차원 공간정보 제품사양서 개발 및 기술기준 마련에 대한 연구가 이미 수행되었다(Park, 2011).

현재 브이월드에서 제공되고 있는 3차원모델의 제작은 ‘3차원 국토공간정보구축작업규정’에 따라 수행되고 있으며, 품질 표준은 ‘TTAS_KO-10_0157_지리정보 품질표준’에 기반을 둔다(Telecommunications Technology Association, 2003).

‘TTAS_KO-10_0157_지리정보 품질표준’(Telecommunications Technology Association, 2003)에서는 Table 1과 같이 국가공간정보의 품질평가 기준으로 표준 데이터 셋의 위치정확성을 점검하고 있다.

특히, ‘기초자료의 취득으로 건축물관리대장의 정보를 속성정보로 취득 할 수 있다’(Telecommunications Technology Association, 2003)는 규정은 본 연구의 방법이 유효함을 나타낸다.

‘TTAS_KO-10_0157_지리정보 품질표준’에 따르면 3차원 위치 정확성은 오류율 5% 이내로 정하고 있으며 산정 방법은 아래 Table2와 같다(Telecommunications Technology Association, 2003).

하지만, 현재 규정 및 표준에서는 ‘지정된 값’이 명시되지 않았고, 작업공정마다의 별도의 기준으로 사양을 정

Table 1. Quality standards

| Quality factor | Quality standards |
|---|--|
| Three-dimensional position information accuracy | ○ Positioning accuracy of the standard data set - Article 4 ¹⁾ - Article 12 ²⁾ - Article 14 ³⁾ |

Table 2. Error rate estimation method

| Quality factor | Error rate estimation method |
|----------------------|--|
| Positioning accuracy | Be less than the difference between the position value of the source data location coordinates to the coordinates of the data specified.. $\text{Error rate} = (E^4) \div (A^5) \times 100(\%)$ Error rate : less than 5% |

- 1) 위치 기준
- 2) 기초자료 취득 기준
- 3) 3차원 공간정보 제작에 대한 기준
- 4) E : 영역을 초과한 항목수
- 5) A : 품질 적용 범위내의 항목총수

의하도록 규정되어있다(Telecommunications Technology Association, 2003). 수직위치오차에 대한 선행연구에서는 오차한계를 $\pm 0.15m$ (Lee et al., 2010)로 제시하였으나 관련근거를 찾지 못하였고, ‘국가공간정보 표준화 연구 - 고정밀 3차원 공간정보 기술기준 개발’에서는 표준편차 0.7m 최댓값 1m로 규정하고 있지만(Park, 2011), 현행 규정이 아니므로 적용할 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 오류율을 측정하지 않고 오차의 절대평균, 표준편차 및 RMSE를 측정하여 실험결과를 제시하고자 한다.

데이터 최신성의 유지와 관련하여 건축물대장과 관련한 규칙으로는 ‘건축물대장의 기재 및 관리 등에 관한 규칙[시행 2014.1.14]’에서 건축물이 신축·개축·재축·중축 등에 의하여 대지에 건축물의 건축공사가 완료된 후 건축물대장을 새로이 작성하도록 되어 있으며, 이를 전자정보처리시스템을 이용하여 건축물 정보사항을 기록할 수 있는 조항이 포함되어 있음을 확인하였다(Ministry of Land, 2014a).

2.2 측정 지표 선정

서로 다른 기준이 적용된 3차원모델의 건축물대장의 높이 값의 오차를 측정하기 위해서는 측정지표의 선정이 필수적이다.

3차원모델의 높이 값은 모델의 최상단 좌표와 최하단 좌표의 차로 나타나며 위 Fig. 1의 건물 객체를 둘러싼 주황색 틀의 높이 값이다.

반면, 건축물대장의 높이 값의 기준은 ‘건축법 시행령 제119조(면적 등의 산정방법) 1항 5. 건축물의 높이’이며 다음 항목들과 같다(Ministry of Land, 2014b).

- 항목 1 : 지표면으로부터 그 건축물의 상단까지의 높이. 단, 건축물의 1층 전체에 필로티(건축물을 사용하기 위한 경비실, 계단실, 승강기실, 그 밖에 이와 비슷한 것을 포함한다.)가 설치된 경우 필로티 층고를 제외한 높이로 한다.

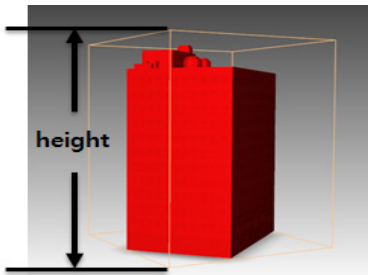


Figure 1. The height of the three-dimensional model

- 항목 2 : 건축물의 대지의 지표면이 전면도로보다 높은 경우에는 그 고저 차의 2분의 1의 높이만큼 올라온 위치에 그 전면도로의 면이 있는 것으로 본다.
- 항목 3 : 지표면과 인접대지의 지표면간에 고저차가 있는 경우에는 그 지표면의 평균 수평면을 지표면으로 본다.
- 항목 4 : 전용주거지역 및 일반주거지역을 제외한 지역에서 공동주택을 다른 용도와 복합하여 건축하는 경우에는 공동주택의 가장 낮은 부분을 그 건축물의 지표면으로 본다.
- 항목 5 : 건축물의 옥상에 설치되는 승강기탑·계단탑·망루·장식탑·옥탑 등으로서 그 수평투영면적의 합계가 해당 건축물 건축면적의 8분의 1(공동주택 중 세대별 전용면적이 85제곱미터 이하인 경우에는 6분의 1)이하인 경우로서 그 부분의 높이가 12미터를 넘는 경우에는 그 넘는 부분만 해당 건축물의 높이에 산입한다.
- 항목 6 : 지붕마루장식·굴뚝·방화벽의 옥상돌출부나 그 밖에 이와 비슷한 옥상돌출물과 난간벽(그 벽면적의 2분의 1 이상이 공간으로 되어 있는 것만 해당한다)은 그 건축물의 높이에 산입하지 아니한다.

이와 같은 상이한 기준을 보정하기위해 다음과 같이 건축물대장의 각 항목별 기준을 정하여 분석을 수행하였다.

- 항목 1 : 우리나라 건축물 중 필로티를 가지고 있는 건물은 주로 빌라이다. 빌라 건물은 대부분 20m 이하이며, 필로티 관련 오차를 제거하기 위해 조사에서는 20m 이하의 데이터는 분석 대상에서 제외
- 항목 2 : 분석 지역인 여의도는 섬 지역으로 도로면과 지표면의 차이가 미미하여 무시
- 항목 3 : 분석 대상인 여의도데이터에서는 인접도로면의 경사기준을 정할 수 없고, 오차가 미미할 것으로 판단하여 무시
- 항목 4 : 전용주거지역 및 일반주거지역을 제외한 주상복합 건물에 대해서 적용
- 항목 5 : 건축물 옥상과 옥탑 등의 부속 건물의 면적과 높이 값을 비교하여 적용
- 항목 6 : 해당 항목 준수하여 적용

3. 분석 대상 및 방법

3.1 분석 대상

품질분석의 대상은 지표의 높이오차 등 다른 오차의 개입이 낮으며, 높이별 건물데이터가 골고루 분포된 여

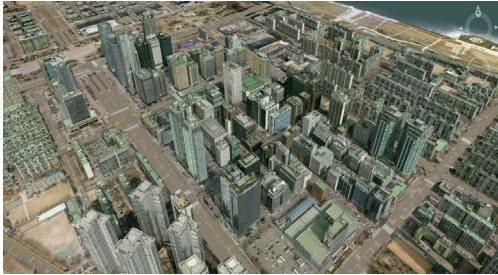


Figure 2. Yeouido on V-World

의도지역으로 선정하였으며, 공간정보산업진흥원으로부터 수령한 현재 서비스되고 있는 3차원 모델 데이터(3ds) 및 속성데이터(Shp)파일들이다. Fig. 2는 해당 데이터를 브이월드에서 나타낸 화면이다.

건축물대장은 3차원모델의 속성데이터를 근거로 공개데이터 포털을 통해 수집하였다(Jang, 2012).

3.2 표준 규정 적용

‘TTAS_KO-10_0157 지리정보 품질 표준’의 규정에 따르면 품질평가방법에는 직접평가와 간접평가 두 가지 방법이 있으며, 이 중 직접평가는 데이터베이스 안의 데이터를 전수조사 하거나 표본을 추출하여 조사하도록 하고 있다(Telecommunications Technology Association, 2003).

본 연구에서는 건축물대장의 데이터와 3차원 모델의 속성 데이터를 비교하고, 측정지표의 항목1의 적용이 필요하여 직접평가의 표본추출방법 중 작위표본추출법(non-random sampling)을 적용하였다.

3.3 분석 절차 및 방법

품질 분석은 표본추출(Sampling), 표본가공(Processing), 오차측정(Error measurement), 원인분석(Analysis)의 4단계로 구분 하여 수행되었다.

Table 3. Quality of the analytical procedure

| Steps | Substance | |
|-------|--|--|
| 1 | Sampling | |
| 2 | Processing | |
| 3 | Error measurement | |
| | Compares the value for the height measurement (Indicators Unapplied) | Compares the value for the height measurement (Indicators applied) |
| 4 | Analysis | |

1단계 ‘Sampling’은 표준에 근거하여 작위표본추출법으로 분석대상의 표본을 추출하는 과정으로 다음과 같이 수행되었다.

① 표본추출방법정의

건축물대장과 3차원모델 및 속성데이터의 정확한 비교 분석을 위해 작위표본추출법(non-random sampling) 사용하였다.

- 측정지표의 항목 1을 적용하기 위해 20m 이상의 건물 데이터를 표본으로 추출하였다.
- 속성데이터의 정보 중 건물 명칭이 제공된 건물데이터를 표본으로 추출하였다.
- 건축물대장에서 높이 값을 제공하는 데이터를 표본으로 추출하였다.
- 건축물대장에서 제공되지 않는 주차타워 등 부속건물의 데이터는 표본에서 제외하였다.

② 표본추출범위

표본추출의 범위는 건물 높이에 따른 상대적인 오차의 크기를 확인하기 위해 20m단위로 다음과 같이 선정하였다.

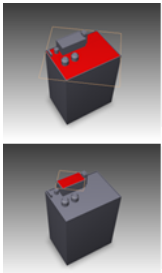
- Scope 1 : 20m 이상 ~ 40m 미만
- Scope 2 : 40m 이상 ~ 60m 미만
- Scope 3 : 60m 이상 ~ 80m 미만
- Scope 4 : 80m 이상 ~

③ 범위 별 표본의 수

범위 별 표본의 수는 정의된 표본추출 방법으로 추출된 데이터의 항목수이다.

- Scope 1 : 30개 항목
- Scope 2 : 38개 항목
- Scope 3 : 9개 항목
- Scope 4 : 20개 항목

2단계 ‘Processing’에서는 선정된 측정지표를 기준으로 3차원 모델의 높이 값을 측정하였으며, 항목 5항의 적용 및 측정오차를 줄이기 위해 면적 계산 요소를 추출하여 적용하였다. Fig. 3은 3차원모델에서 건축물의 건축면적 및 건축물 옥상에 설치된 부속건물의 건축면적을 계산하기 위해 각 해당면의 모서리의 좌표를 면적 계산요소로 추출한 그림이다.



| # | X | Y | Z |
|---|--------|--------|---------|
| 0 | 193619 | 447227 | 57.8758 |
| 1 | 193592 | 447207 | 57.8749 |
| 2 | 193633 | 447209 | 57.8764 |
| 3 | 193606 | 447189 | 57.8755 |

| # | X | Y | Z |
|---|--------|--------|---------|
| 0 | 193609 | 447219 | 63.5182 |
| 1 | 193598 | 447211 | 63.5178 |
| 2 | 193602 | 447206 | 63.518 |
| 3 | 193613 | 447214 | 63.5183 |

Figure 3. Area calculation factors

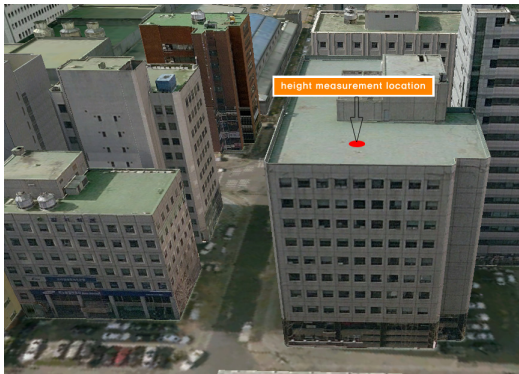


Figure 4. Height measurement location

Fig. 4의 높이 측정 위치의 예시에서 보듯이 건축물의 옥상 건물의 넓이가 건축면적의 1/8이 넘지 않고 높이가 12m를 초과 하지 않아, 건축물의 상단 면이 높이 측정 위치가 된다.

3단계 ‘Error measurement’에서는 데이터비교를 위해 표본데이터 각각에 대한 오차를 측정하고, 3σ이상인 과대오차를 제거하여 절대오차, 표준편차, RMSE를 계산하였다.

4단계 ‘Analysis’에서는 오차가 큰 데이터를 중심으로 오차의 원인을 분석하였다.

4. 분석 결과

4.1 측정오차 비교분석 결과

건축물대장의 높이 값과 측정지표 미적용 3차원모델의 높이 값에 대한 측정결과는 Table 4와 같다.

측정지표를 미적용한 측정오차는 매우 높은 수준을 보였으며, 건축물대장의 높이 값을 측정지표 없이 적용할 수 없음을 나타내고 있다.

건축물대장의 높이 값과 측정지표를 적용한 3차원모델의 높이 값에 대한 측정결과는 Table 5과 같다.

Table 4. Results of Indicators Unapplied

| Category | Scope 1 | Scope 2 | Scope 3 | Scope 4 | total |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Height range (m) | 20~40 | 40~60 | 60~80 | 80 ~ | |
| Entries(ea) | 29 | 37 | 9 | 20 | 95 |
| Max /Min(m) | 10.94 /0.86 | 16.67 /0.27 | 25.59 /1.62 | 21.58 /0.49 | 25.59 /0.27 |
| Mean (absolute) | 5.68 | 5.36 | 9.06 | 6.11 | 5.97 |
| standard deviation. | 2.61 | 4.24 | 7.19 | 5.97 | 4.66 |
| RMSE | 6.23 | 6.75 | 11.32 | 8.44 | 7.53 |

Table 5. Results of Indicators Applied

| Category | Scope 1 | Scope 2 | Scope 3 | Scope 4 | total |
|---------------------|---------|---------|---------|-----------|----------|
| Height range (m) | 20~40 | 40~60 | 60~80 | 80 ~ | |
| Entries(ea) | 30 | 37 | 9 | 20 | 96 |
| Max /Min(m) | 7.7 /0 | 14.4 /0 | 5.8 /0 | 4.18 /0.1 | 29.99 /0 |
| Mean (absolute) | 1.84 | 1.81 | 1.23 | 1.72 | 1.75 |
| Standard deviation. | 2.74 | 3.14 | 2.23 | 2.62 | 2.82 |
| RMSE | 2.79 | 3.1 | 2.1 | 2.56 | 2.81 |

전반적으로 오차가 감소한 것을 확인 할 수 있으며, 특히 Scope3의 경우 RMSE가 11.32에서 2.1로 오차가 확연히 줄어들어 괄목할 만한 성과를 보였다.

또한, 전체 결과는 Fig. 5에서 확인할 수 있듯 절대평균은 70.69% 감소, 표준편차는 39.49% 감소, RMSE는 62.68% 감소되어, 건축물대장의 높이 값을 활용한 3차원 공간정보 객체 데이터의 수직위치정확도 향상 가능성을 확인할 수 있었다.

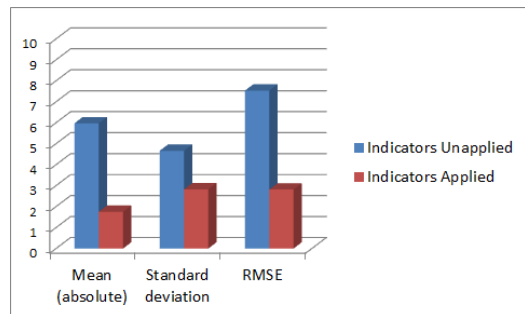


Figure 5. Total Results

하지만, ‘국가공간정보 표준화 연구 - 고정밀 3차원 공간정보 기술기준 개발’에서의 표준편차 0.7m 최댓값 1m로 규정(Park, 2011)과 비교하면 오차가 높은 것으로 판단되며 이러한 문제의 해결을 위해서는 데이터의 제작부터 평가까지의 프로세스 전반을 분석하는 등 오차 원인분석에 대한 정밀한 연구가 필요하다.

4.2 오차 원인 분석

- 데이터 최신성 부족

Fig. 6, 7은 ‘여의도기독교한국침례회총회’ 건물이며 오차는 -26.3548로 가장 큰 오차를 보였다. 건축물대장을 확인한 결과 2013년 7월 재건축이 완공된 건물로 이는 3차원 모델 제작 시 해당 영상과의 시간오차에 의해 발생한 오차이다.

- 데이터 제작 오류

Fig. 8의 높이오차의 원인은 하단부의 진한 붉은색 영역이 브이월드의 DEM보다 낮게 제작되어 발생한 오차이며 데이터제작 시 발생한 오류이다.

- 측정기준의 차이에 의해 발생한 오류

Fig. 9는 63빌딩 건물이며 오차의 원인은 상단의 굴뚝처럼 보이는 구조물에 의한 것으로 건축물대장과 높이기준의 차이에서 발생한 오차이다.

오차 원인 분석 결과를 통해 오차가 발생하는 원인이 데이터 최신성의 부족, 데이터 제작 오류, 측정기준의

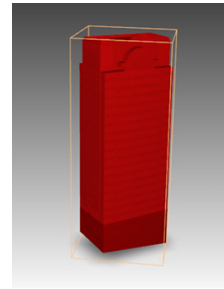


Figure 8. bldg769.3ds on Deep Exploration

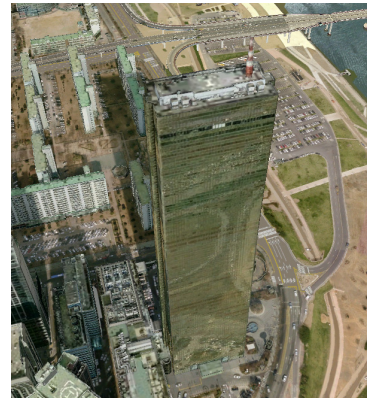


Figure 9. bldg520.3ds on Vworld

차이에 의한 오류임을 확인 할 수 있었으며 이러한 오차의 감소를 위한 연구가 필요함을 알 수 있다.



Figure 6. bldg140.3ds on Vworld



Figure 7. bldg140.3ds on DAUM Load View

5. 결론 및 향후연구

본 연구에서는 실측데이터이며 공공데이터인 건축물대장의 기준을 적용하여 3차원 모델 및 속성데이터의 최신성의 유지 및 수직위치정확도 향상 가능성을 확인하기 위해, 관련 법/규정 등을 조사하여 규정을 적용하여 측정지표를 선정하고 3차원모델의 수직위치를 측정하여 분석하였다. 이러한 분석 결과 건축물대장의 재층층 등의 정보를 이용하여 데이터의 최신성이 유지될 수 있음을 확인하였고, 측정지표를 적용한 결과 전체 오차 RMSE가 7.53에서 2.81로 62.68 % 감소한 것을 확인 하여 수직위치정확도 향상의 가능성을 확인하였다. 또한, 오차의 원인분석을 통해 주요 오차의 원인이 데이터 최신성의 부족, 데이터 제작 오류, 측정기준의 차이임을 확인하여 오차가 큰 건물의 선택을 통해 갱신 대상 건물을 확인 할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 연구에서는 건축높이에 대한 건축물 대장의 신뢰성을 검증하기 위한 오차의 검증 및 이러한 연구결과를 3차

원 공간정보 객체 제작 프로세스에 도입하기 위한 프로세스 모델 정립에 대한 연구를 진행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축개발사업 연구비지원(13도시건축A02)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

1. Baek, I. S., 2013, Strategic direction of open data platform and national data, national information society agency, No 16, pp.3-10.
2. Han, Hun., 2012, VWORLD Integration Map Service, SPACEN, <http://www.vworld.kr>.
3. Jang, K. S., 2012, Public Data Portal, National Information Society Agency, <http://www.data.go.kr>.
4. Lee, H. J., Ru, J. H., Kim, S. Y., 2010, Quality analysis of three-dimensional geospatial information using digital photogrammetry, Journal of The Korean Society for Geospatial Information System, Vol.18 No.4, pp.141-149.
5. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2014a, Administration and management of listed buildings and the rules of the books enforced 14th january 2014.
6. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2014b, Building code enforcement ordinance, pp. 34-37.
7. Park, Y. H., 2011, Standardization of national spatial data - development of technical standards of high-precision three dimensional space, Ministry of Land, pp.99-103.
8. Telecommunications Technology Association, 2003, TTAS_KO-10_0157 Geographic information - Quality Standard, pp.1-27.