1/1,000 수치지도의 수정을 위한 3차원 공간정보의 활용 방안

Revision of 1/1,000 digital Map for Application of 3Dimensional Geospatial Data

이현직¹⁾
Lee, Hyunjik

Abstract

As raster-based high quality and resolution spatial information has appeared, 1/1,000 digital map lost either its recognition or uses because of insufficient new modified and updated information. Therefore, this study analyzed the linkage between three-dimensional spatial information and 1/1,000 digital map, and also suggested a modification plan of 1/1,000 digital map, made by three-dimensional spatial information. In fact, some area of Incheon and Busan were presented with the modification plan of 1/1,000 digital map as three-dimensional trial models. These trials reflected possibilities of modification by qualitative and quantitative analysis of 1/1,000 digital map, using three-dimensional object model.

Keywords : Revision, 1/1,000 Digital map, 3D Geospatial Data, Orthophoto, DEM

초 록

최근 래스터 기반의 고품질, 고해상도 공간정보가 등장하면서 1/1,000 수치지도의 인지도와 활용도가 저하되고 있으며, 수정 및 갱신 주기가 불규칙하여 최신성 결여의 문제점을 안고 있다. 이에 본 연구에서는 3차원 공간정보와 1/1,000 수치지도의 연계성을 분석하고, 3차원 공간정보 성과품을 이용한 1/1,000 수치지도 수정 방안을 제시하였다. 본 연구 성과를 통해 제시된 1/1,000 수치지도 수정 방안 중 3차원 객체모델을 이용하여 인천과 부산광역시의 일부지역을 시범구축하고 3차원 객체모델을 이용한 1/1,000 수치지도 수정 방안의 정성적, 정량적 분석을 통하여 수정 가능성을 제시하였다.

핵심어 : 갱신, 1/1,000 수치지도, 3차원 공간정보, 정사영상, DEM

1. 서 론

1/1,000 수치지도는 벡터기반의 2차원 대축척 공간정보로 현재까지 공공 및 민간분야에서 가장 많이 활용되어 온 공간정보이며 특히 지방자치단체에서는 수행된 대부분의 UIS(Urban Information System) 사업은 각종 관리 및 계획업무에 1/1,000 수치지도를 기본도로 활용하여 왔다.

그러나 최근 민간분야에서는 래스터 기반의 고품질, 고해상도 공간정보인 수치표고모델, 정사영상, 3차원 공간정보 등의 가시성이 높은 공간정보를 구축 및 활용하면서 1/1,000 수치지도에 대한 인지도와 활용도가 저하되고 있는 상황이다.

벡터기반의 공간정보는 공간분석의 기능인 검색, 분석, 통계 등을 수행하는데 기초적인 공간정보이기 때문에 벡터기반의 공간정보는 지속적인 수정/갱신이 요구된다.

Received 2013. 10. 17, Revised 2013. 11. 06, Accepted 2014. 03. 24

1) Member, Dept. of Civil Engineering, Sangji University(E-mail:hjiklee@sangji.ac.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.

그러나 현재의 1/1,000 수치지도는 수정/갱신 주기의 차이로 인한 최신성의 저하와 수치지도 모델의 구조적인 결함, 국소지역의 구축 등의 문제점을 안고 있다.

이에 본 연구에서는 3차원 공간정보와 1/1,000 수치지도의 특징 및 연계성을 분석하여 3차원 공간정보 성과품을 이용한 1/1,000 수치지도의 수정 방안을 제시하고, 3차원 공간정보를 이용한 1/1,000 수치지도의 수정/갱신 실험을 통해 1/1,000 수치지도의 최신성 확보는 물론 3차원 공간정보의 활용도를 증대하고자 하였다

2. 3차원 공간정보와 1/1,000 수치지도의 상관성 분석

Song and Lee(2011)은 다방향 경사 영상을 이용한 대축척 건물 레이저의 제작이 가능하였으며, 도화방법의 차이를 해결하기 위한 추가적인 연구가 필요함을 언급하였다. 따라서, 3차원 공간정보와 1/1,000 수치지도의 상관성 분석은 NGII(2009b)에 따라 얻어진 3차원 공간정보의 성과품인 3차원 객체모델, 정사영상, DEM으로 수정 및 갱신이 가능한 1/1,000 수치지도의 지형지물을 선정하고, 이에 대한 수정방안을 제시하고자 수행하였다.

2.1 3차원 객체모델

3차원 객체모델로 수정 및 갱신이 가능한 1/1,000 수치지도 지형지물을 분석하기 위하여 국토지리정보원에서 제공하는 '3차원 국토공간정보구축 테이블 설명서'를 기준으로 상관성을 분석하였다.

현재 3차원 객체모델에 대한 명확한 위치정확도 규정은 정의되어 있지만 통상 1/1,000 수치지도의 정확도인 $\pm 0.35\text{m}$ 를 준용하고 있다.

Table 1은 3차원 객체모델로 수정이 가능한 1/1,000 수치지도의 지형지물을 나타낸 것으로 3차원 교통 데이터를 이용하여 도로경계, 교량, 터널, 횡단보도 등 23개의 1/1,000 수치지도 지형지물과 연계가 가능한 것으로 분석되었다.

3차원 문화재 데이터를 이용하여 성, 문화재 등 6개의 1/1,000 수치지도 지형지물과 3차원 수자원 데이터를 이용하여 댐, 수문, 하천경계 등 8개의 1/1,000 수치지도 지형지물, 3차원 경계 데이터를 이용하여 1/1,000 수치지도 행정경계 지형지물을 수정/갱신할 수 있으며, 3차원 건물 데이터를 이용하여 건물, 정거장, 주차장 등 9개와 1/1,000 수치지도 지형지물의 수정/갱신이 가능한 것으로 나타났다.

3차원 객체모델 중 도로, 하천, 철도 등의 경계선 및

Table 1 . Modifiable 1/1,000 digital map feature from Three-dimensional object model

Category	Feature name	Feature code
3D Traffic data	Road	Boundary of road A001000 The crossroad A008000 Interchange A010 000 Centerline of road A002000
	Railway	Railway A015000 Boundary of railway A016000 Centerline of railway A017000
	Traffic feature	Grade separation A009000 Entrance of tunnel A0123373 Dividing strip C0520000 Bridge A0070000 Tunnel A0110020 Signpost C0410000 Reflector C0513369 Bulletin board C0400000 Traffic lamp C0493376 Crossing gate C0503375 Lighting C0220000 Station A0140000 Telephone pole C0230000 Pedestrian overpass A0063321 Crosswalk A0043325
		Castle C0325315
		Cultural assets C0310000
		Historical site C0305316
		Tower C0340000
		Tombstone/Monument C0330000
		Bronze statue C0350000
		Dam C0010000
		Sluice C0060000
		Dock C0040000
		Bank C0050000
		Wharf C0025336
		Landing jetty C0032254
		Border of river E0010001
		Centerline of river E0020000
3D Cultural assets data	Cultural assets	
3D Water resources data	Water resources	
3D Boundary data	Administrative district	Administration border G0010000
	Dwelling	Building B0010000 Building B0010000 Station A0131122 Platform A0191221 Tollgate C0540000 Culvert C0070000 Lighthouse C0160000 Observatory C0260000 Gas station C0423365 Parking lot C0430000
3D Building data	Non-dwelling	

시설은 1/1,000 수치지도의 지형지물을 이용하여 제작이 이루어지지만 1/1,000 수치지도의 제작 시기가 3차원 공간정보의 제작시기 보다 늦을 경우 3차원 공간정보의 제작 시 신설된 시설이나 변경된 경계에 대한 수정 및 갱신이 이루어지기 때문에 1/1,000 수치지도의 지형지물을 이용하여 제작되는 3차원 객체모델도 포함시켜 수정/갱신 가능한 지형지물로 선정하였다.

2.2 정사영상

NGII(2009a)에 따르면 3차원 공간정보 성과품으로 제작된 정사영상의 GSD(공간해상도 : Ground Sample Distance)는 0.30m에서 0.15m로 공간해상도가 높아졌으며, 최근에는 0.12m이하의 공간해상도를 가진 정사영상이 제작되고 있다. 1/1,000 수치지도의 도화작업에 이용되는 항공사진은 공간해상도 0.12m이기 때문에 정사영상을 이용하여 스크린디지타이징 방법에 의하여 대부분의 1/1,000 수치지도의 지형지물의 제작이 가능할 것으로 판단된다.

Table 2는 정사영상으로 수정/갱신이 가능한 1/1,000 수치지도의 지형지물을 나타낸 것으로 3차원 객체모델로 수정/갱신이 가능한 1/1,000 수치지도 지형지물을 제외한 31개의 지형지물을 선정하였다.

Table 2. Modifiable feature of 1/1,000 digital map from Orthophoto

Feature name	Feature code	Feature name	Feature code
Safe zone	A0053326	Notice board	C0400000
Stream	E0032111	Public phone	C0363361
Lake /Reservoir	E0052114	Mine	C0190000
Stair	C0390000	Stack	C0486353
Campsite	C0270000	Manhole	C0240000
Heliport	C0556354	Reflector	C0513369
Farm	D0040000	Dividing strip	C0520000
Wall	B0020000	Cemetery	C0285311
Irrigation channel	E0060000	Fountain	C0116313
Preventive measure	C0530000	Hydrant	C0250000
Landing pier	C0080000	Marine ranch	C0130000
Underground entrance	C0463374	Well/Mineral spring	C0090000
Fill-up /Cutting ground	F0030000	Letter box	C0373362
Retaining wall	F0040000	Yard	C0200000
Port(in river)	A0210000	Pit	C0210000
Waterfall	E0072325	-	-

2.3 DEM

3차원 공간정보의 성과품인 DEM은 지형의 형상을 표현하는 정보로 실세계 지형 정보 중 건물, 수목, 인공 구조물 등을 제외한 지형을 표현하는 수치표고모델이다. 또한 DEM은 불규칙한 지형 기복을 3차원 좌표 형태로 구축, 표현함으로써 등고선 자동 제작 등에 이용하며, 실세계 재현 분야에서 활용된다.

NGII(2009c)에서 LiDAR자료로 제작된 DEM과 현지 측량된 성과에 대한 수직위치정확도를 비교한 결과 RMSE는 $\pm 0.135\text{m}$ 최대오차는 0.287m 로 1/1,000 수치지도의 표고점의 정확도인 표준편차 $\pm 0.3\text{m}$ 보다 좋은 결과를 나타내고 있어 3차원 공간정보의 성과품인 DEM를 이용하여 등고선과 표고점의 수정/갱신이 가능할 것으로 판단되며, Table 3은 DEM으로 제작이 가능한 1/1,000 수치지도의 지형지물을 나타낸 것이다.

Table 3. Designs feature of 1/1,000 digital map from DEM

Feature name	Feature code
Contour line	F0010000
Spot elevation	F0020000

3. 1/1,000 수치지도 수정 방안 제시

3차원 공간정보를 이용한 1/1,000수치지도 수정 방안은 1/1,000 수치지도와 3차원 공간정보의 상관성 분석을 통하여 3차원 객체모델로 수정/갱신이 가능한 47개, 정사영상으로 수정/갱신이 가능한 31개, DEM으로 수정/갱신이 2개 총 80개를 1/1,000 수치지도 지형지물을 대상으로 도형정보와 속성정보에 대한 수정 방안으로 나누어 제시하였다.

3.1 도형정보

3.1.1 3차원 객체모델을 이용한 수정 방안

Lee *et al.*(2012)은 3차원 객체모델의 표현형식은 복합벡터형태로 1/1,000 수치지도를 수정하기 위해서는 1/1,000 수치지도를 구성하고 있는 지형지물의 표현형식인 점, 선, 면의 구조로 변환 작업이 요구된다. Fig. 1은 3차원 객체 모델을 1/1,000 수치지도로 변환하는 작업을 그림으로 나타낸 것이다.

Fig. 1. Modification plan from three-dimensional object model

1) 면형

Lim *et al.*(2009)은 항공 LiDAR 데이터로부터 건물의 외곽선 자동 추출 및 3차원 상세 모델링을 위한 방법을 제안하였다. 3차원 객체모델에서 1/1,000 수치지도의 면 구조로 수정하는 방안은 3차원 객체모델의 복합벡터를 병합하여 3차원 객체모델의 면을 추출하고, 추출된 3차원 객체모델의 면은 외곽선을 제외한 벡터라인을 제거하여 1/1,000 수치지도 면형 지형지물을 생성한다. Fig. 2는 3차원 객체모델을 이용하여 면 지형지물을 생성하는 과정을 나타낸 그림이다.

Fig. 2. Polygon type feature from three-dimensional object model

Fig. 3은 3차원 객체모델을 이용한 1/1,000 수치지도 면형 지형지물 전환 방안으로 1/1,000 수치지도의 지형지물 중 비중이 가장 높은 건물에 대한 수정 방안을 나타낸 것이다.

건물의 전환 방안은 3D shape 자료의 지붕면을 이용하여 3D shape상의 동일한 ID를 가지고 있는 객체 중 빗물받이와 같은 건물 외 객체를 제거 한 후 결합하여 건물의 경계를 추출하였다. 건물 외 객체는 정사영상과 중첩하여 수동으로 제거를 하였으며, 건물 경계의 추출은 ArcGIS 툴을 이용하여 자동으로 결합을 수행하였다. 지붕경계의 결합 후 건물의 지붕면 경계 내부에 hole과 제거되지 않은 점, 선은 ArcGIS 툴을 이용하여 자동으로 제거를 수행하였다.

Fig. 3. The conversion process of polygon type feature(building) to shape file

2) 선형

1/1,000 수치지도의 선형 지형지물은 도로경계, 하천경계 등이 대표적이다. 3차원 객체모델도 도로경계와 하천경계가 존재하지만 선형이 아닌 면형으로 표현되어 있어, 면형 지형지물을 선형 지형지물로 전환이 필요하다.

선형 지형지물 전환은 3차원 객체모델의 모든 객체를 병합하고 정사영상과 중첩하여 경계 외 지역의 불필요한 벡터라인을 삭제한다. 이렇게 추출된 3차원 객체모델의 벡터라인을 이용하여 1/1,000 수치지도 선형 지형지물을 수정한다. Fig. 4는 3차원 객체 모델을 이용한 선형 지형지물을 생성하는 과정을 나타낸 그림이다.

Fig. 4. Linear type feature using Three-dimensional object model

면형지형지물 수정 방안에서 제시된 동일 ID를 가진 객체와의 결합이 아닌 모든 객체와 결합하고, 결합된 객체에서 외곽선을 제외한 나머지 선을 제거하여 면형 지형지물을 선형 지형지물로 전환하였으며, 불필요한 점, 선, hole을 면형 지형지물의 방법과 동일한 방법으로 수정하였다. 도로 외 객체의 제거는 수동으로 수행하였고 한 객체의 결합 및 점, 선, hole 제거는 ArcGIS 툴을 이용하여 자동으로 수행하였다.

Fig. 5는 객체 결합으로 발생하는 불필요한 점, 선, hole의 제거 후 외곽선을 제외한 선을 삭제하여 선형 지형지물로 변환된 모습을 나타낸 것이다.

Fig. 5. Linear type feature unnecessary points, lines, hole removal before and after

3) 점형

3차원 객체모델에서 1/1,000 수치지도의 점 구조로 수정하는 방안은 3차원 객체모델의 기둥, 도형의 중심점 좌표를 추출하여 추출된 좌표에 1/1,000 수치지도 점형 지형지물의 심볼마크를 링크하는 방법으로 1/1,000 수치지도 점형 지형지물에 대한 수정 방안을 제시한다. Fig. 6은 3차원 객체모델을 이용한 점형 지형지물을 생성하는 과정을 나타낸 그림이다.

Fig. 6. Point type feature using three-dimensional object model

Fig. 7은 3차원 객체모델의 1/1,000 수치지도 점형 지형지물 중 가로수를 전환한 결과를 나타낸 것이다. 3차원 객체모델을 이용한 점형 지형지물을 전환한 ArcGIS 툴을 이용하여 자동으로 수행하였다.

Fig. 7. The transition process of Point type feature (Street tree)

3.1.2 정사영상을 이용한 수정 방안

정사영상을 이용한 1/1,000 수치지도의 수정/갱신 방안은 스크린 디지털링 방법을 이용한 것으로 Fig. 8과 같이 3차원 공간정보 구축 데이터에 포함되지 않은 1/1,000 수치지도의 면형 지형지물인 안전지대와 선형 지형지물인 담장에 대해 정사영상을 이용한 1/1,000 수치지도 수정방안과 신규지역에 대한 점형 지형지물인 가로수에 대한 수정 방안을 나타낸 것이다.

Fig. 8. Modification plan for 1/1,000 digital map on the orthophoto

최근 구축되고 있는 3차원 공간정보의 정사영상은 공간해상도는 0.12m이하로 1/1,000 수치지도 도화 시 사용되는 항공영상의 공간해상도 0.12m와 동일한 공간 해상도임으로 1/1,000 수치지도의 수정 갱신이 가능 할 것으로 판단된다.

정사영상을 이용한 1/1,000 수치지도 수정 방안은 1/1,000 수치지도 지형지물의 도형정보만을 얻을 수 있어 속성정보를 입력하기 위해 현장 지리조사가 요구된다.

3.1.3 DEM을 이용한 수정 방안

3차원 공간정보의 성과품인 LiDAR자료를 통하여 생성된 DEM을 이용한 수정 방안은 1/1,000 수치지도에서 등고선과 표고점을 생성하는 것이다. LiDAR자료를 이용하여 생성된 DEM의 구조는 면형으로 등고선과 표고점을 추출하기 위해서는 면형자료의 선형 및 점형 전환이 필요하다. Fig. 9는 DEM을 이용하여 지형지물을 생성하는 과정을 나타내는 그림이다.

Fig. 9. Generated feature from DEM

Contour extraction

Spot elevation extraction

Fig. 10. Modification plane using DEM, generated using LiDAR data

DEM을 이용한 등고선, 표고점 추출방안은 정사영상을 이용한 수정 방안과 동일하게 NGII(2009c)의 결과를 인용하여 수행한다.

1/1,000 수치지도의 지형지물인 등고선, 표고점은 속성정보가 존재 하지 않는 지형지물로 LiDAR자료를 이용하여 생성한 DEM에서 추출한 등고선, 표고점을 별도의 수정 없이 사용가능하다. 다음 Fig. 10은 LiDAR 자료를 이용하여 생성된 DEM을 이용한 수정 방안을 나타낸 것이다.

3.2 속성정보

3차원 공간정보를 이용한 1/1,000 수치지도의 속성정보 수정 방안은 3차원 객체모델의 속성정보를 이용하여 1/1,000 수치지도 속성정보를 일괄적으로 수정하는 방안과 속성정보의 일부 수정 방안, 지리조사가 필요한 지형지물 속성정보 수정 방안으로 구분된다.

3.2.1 지형지물 속성정보 일괄 수정 방안

3차원 공간정보를 이용하여 모든 속성정보의 수정이 가능한 1/1,000 수치지도 지형지물은 16개로 3차원 공간정보 속성정보와 1/1,000 수치지도 속성정보의 구성이 같은 지형지물이다.

Table 4. Modifiable all attribute information of 1/1,000 digital map feature

Structure	Feature name	3D spatial feature name
Polygon type feature	Building	General house, Multi-unit dwelling, Public institution, Industrial facility, Cultural/Educational facility, Medical/Welfare facility, Service facility, Ect facility, Special facility
	Historical site	Remains
	Gas station	Service facility
	Parking lot	
	Rest area	
	Platform	
	Platform shelter	Unit of railway surface
	Boundary of railway	
Linear figure feature	Border of river	River side
	Crosswalk	Crosswalk
Linear figure feature	Entrance of tunnel	Tunnel
Point type feature	Bronze statue	Souvenir
	Tollgate	Ect facility
	Telephone pole	Pole
	Signpost	Safety signal, Road sign
	Signal lamp	Traffic lamp, Pedestrian lights

Table 4는 모든 속성정보의 수정이 가능한 1/1,000 수치지도 지형지물을 나타낸 것으로 속성정보 구성체계의 전환만으로 일괄 수정이 가능하다.

3차원 공간정보 속성정보의 1/1,000 수치지도 속성정보 수정을 위해서는 우선적으로 3차원 공간정보 속성정보 양식의 1/1,000 수치지도 속성정보 양식으로 전환과 1/1,000 수치지도 속성정보와 관계없는 속성정보의 제거작업이 수행된다.

Fig. 11과 같이 3차원 공간정보에는 객체별로 고유의 ID를 가지고 있으며, 1/1,000 수치지도 속성정보와 매칭된다. 이를 이용하여 3차원공간정보의 1/1,000 수치지도 수정을 위한 변환 시 ID를 유지하여 변환된 자료와 3차원 공간정보 객체의 ID 매칭을 통하여 속성정보를 전환하였다.

1/1,000 digital map attribute information

Fig. 11. Three-dimensional geospatial attributes of 1/1,000 digital map attribute information input methods

모든 속성정보의 수정이 가능한 1/1,000 수치지도 지형지물 중 표지, 신호등의 속성정보는 3차원 공간정보의 속성정보를 이용하지 않고 1/1,000 속성정보 입력이 가능하다.

1/1,000 수치지도 속성정보인 표지와 신호등의 용도는 안전표지판과 도로표지판으로 구분되며, 3차원 공간정보에서는 안전표지판과 도로표지판을 shape파일로 제작되어 중심점 추출 후 관계없는 속성정보를 제거하고

표지와 신호등의 속성정보인 용도에 3차원 공간정보 지형지물명을 입력하였다.

3.2.2 지형지물 속성정보 부분 수정 방안

3차원 공간정보를 이용하여 모든 속성정보의 수정이 가능한 1/1,000 수치지도 지형지물은 18개이다.

3차원 공간정보 지형지물의 속성정보와 1/1,000 수치지도의 속성정보 구성방법이 일부분 일치하나 서로 다른 속성정보를 제공하고 있어 Table 5에 나와 있는 지형지물처럼 1/1,000 수치지도로 속성정보 변환이 필요한 데이터를 전환하고 부족한 속성정보에 대한 현장조사가 필요할 것으로 판단된다.

정사영상을 이용한 1/1,000 수치지도 수정 방안으로 제작된 1/1,000 수치지도 지형지물의 속성정보는 모든 속성을 현장조사를 통하여 입력해야 했다.

Table 5. Modifiable part of feature's attribute information

Structure	Feature name	3D spatial feature name
Polygon type feature	Bridge	Bridge
	Grade separation	Grade separation
	Tunnel	Tunnel
	Dam	Appendages of river
	Bank	Bank
	Pedestrian overpass	Pedestrian overpass
	Administration border	Line of administration border
Linear figure feature	Wall	-
	Castle	Remains
	Centerline of road	Unit of road surface
	Sidewalk	Unit of road surface
	Railway	Unit of railway surface
	Sluice	Appendages of river
Point type feature	Tombstone/Monument	Souvenir
	Bronze statue	Souvenir
	Independence tree	Independence tree
	Observatory	Appendages of river
	Lighting	Streetlamp

4. 시범구축 및 정확도 분석

본 절에서는 앞서 제시된 1/1,000 수치지도 수정 방안 중

3차원 객체모델을 이용한 1/1,000 수치지도 수정 방안으로 인천광역시의 1/1,000 수치지도 1도엽과 부산광역시의 1/1,000 수치지도 4도엽에 대한 시범제작 및 정확도 분석을 수행하였다.

NGII(2010)에서 제시된 3차원 객체모델을 이용한 1/1,000 수치지도 수정 방안을 통해 제작된 도형정보를 시범구축 지역의 도화원도 기준으로 정성적 분석과 정량적 분석을 수행하였다.

4.1 시범구축

1/1,000 수치지도의 수정/갱신 방안은 전체지역을 일괄 편집하는 방안과 변화지역만을 부분 편집하는 방안으로 나누어지게 된다. 본 연구에서는 3차원 객체모델을 이용하여 1/1,000 수치지도 지형지물로 전환된 자료를 기존 1/1,000 수치지도 지형지물과 일괄 수정하였다. 1/1,000 수치지도의 각 지형지물은 앞서 제시된 방안에 의하여 전환 및 제작을 수행하였다.

인천광역시는 수치지도 수정·갱신 주기가 부산광역시에 비해 짧은 남동구 논현동 일원의 1/1,000 수치지도 도화원도 1도엽(도엽번호:376111095)을 대상으로 시범구축을 수행한다. Fig. 12은 인천광역시의 시범구축 자료를 나타낸 것이다.

Fig. 12. Three-dimensional object models 1/1,000 digital map conversion figure (Incheon)

부산광역시는 수치지도 수정·갱신 주기가 인천광역시에 비해 긴 수영구 수영동 일원의 1/1,000 도화원도 4도엽(도엽번호:359130863, 359130864, 359130873, 359130874)을 대상으로 시범구축을 수행한다. Fig. 13은 부산광역시의 시범구축 자료를 나타낸 것이다.

Draft map

1/1,000 digital map
conversion of
3D spatial map

Fig. 13. Three-dimensional object models 1/1,000 digital map conversion figure (Busan)

시범구축 결과 수치지도 수정·갱신 주기가 짧은 인천광역시는 가로등 가로수와 같은 점형 지형지물이 변화된 일부 지역이 있었으나, 수치지도 수정·갱신 주기가 긴 부산광역시는 건물과 같은 면형 지형지물의 변화를 확인할 수 있다.

4.2 1/1,000 수치지도 수정 시범제작 정확도 분석

1/1,000 수치지도 시범구축 지역의 정확도 분석은 3차원 객체모델을 이용하여 1/1,000 수치지도로 전환한 지형지물을 1/1,000 도화원도 기준으로 정성적 분석으로 시각적 분석을 진행하였으며, 정량적인 분석으로 수평위치 정확도를 분석하였다.

4.2.1 정성적 분석

3차원 객체모델을 이용하여 1/1,000 수치지도로 전환된 지형지물을 1/1,000 도화원도 기준으로 분석하였을 때, Fig. 14와 같이 1/1,000 도화원도상에 존재 하지 않는 가로등과 기타 신규 지형지물에 대한 수정이 가능하다는 장점을 가지고 있었다.

하지만, Fig. 15와 같이 3차원 공간정보 지형지물의 1/1,000 수치지도 전환 시 삭제되는 건물 외 객체(빛물받이)가 도화원도 상에 존재하는 경우가 발생되었다. 이는, 3차원 공간정보 지형지물의 1/1,000 수치지도 묘사방법의 차이로 3차원 공간정보 지형지물과 1/1,000 수치지도의 묘사방법이 일관성을 가질 수 있도록 제도적인 수정이 필요 할 것으로 판단된다.

Draft map

1/1,000 digital map adjust result

Fig. 14. Advantage of conversion 1/1,000 digital map to draft map

Draft map

1/1,000 digital map adjust result

Fig. 15. Disadvantage of conversion 1/1,000 digital map to draft map

4.2.2 정량적 분석

정량적 분석은 기존의 1/1,000 도화원도를 기준으로

상대적인 수평위치오차를 분석하였다. 점형 지형지물의 경우 도화원도와 변화가 없어 본 연구에서는 면형 및 선형 지형지물에 대한 정량적 분석만을 수행하였다.

면형 지형지물은 건물을 대상으로 총 29개의 건물의 모서리점을 대상으로 분석하였다. Table 6은 면형지형 지물의 수평위치오차 결과를 나타낸 것으로 건물의 수평위치 오차분석 결과 평균 0.21로 나타났으며, 1이상의 과대오차가 발생하였다.

Table 6. The error of Polygon type features

Category	Variance error		Horizontal position error
	dx	dy	
Maximum	0.48	0.41	0.50
Minimum	0.00	0.00	0.00
Mean	0.12	0.15	0.21

과대 오차의 원인으로는 3차원 객체모델 표현 방법과 1/1,000 도화원도의 묘사 방법의 차이로 판단되며, 3차원 공간정보의 객체모델과 1/1,000 수치지도의 지형지물의 묘사방법에 대한 통일된 규정이 필요할 것으로 판단된다. Fig. 16은 과대오차가 발생한 면형 지형지물을 나타낸 것이다.

Fig. 16. Generation Part of excessive errors the polygon type feature

선형 지형지물은 도로를 대상으로 30개의 검사점에 대하여 수평위치오차를 분석하였다. Table 7은 선형 지형지물의 수평위치오차를 나타낸 것으로 평균 0.51m로 나타났다.

Table 7. The error of Linear type feature

Category	Variance error		Horizontal position error
	dx	dy	
Maximum	0.19	0.69	0.72
Minimum	0.00	0.00	0.00
Mean	0.23	0.44	0.51

면형 지형지물의 평균 수평위치 오차와 비교하였을 때, 선형 지형지물의 평균 수평위치 오차가 높게 나타난 이유는 3차원 객체모델과 1/1,000 수치지도 지형지물의 구조적 차이로 인하여 변환과정에서 발생한 것으로 판단된다. Fig. 17은 선형 지형지물의 과대 오차가 발생한 부분을 나타낸 것이다.

Fig. 17. Generation Part of excessive errors, the linear type feature

5. 결론

본 연구에서는 3차원 공간정보를 이용한 1/1,000 수치지도의 수정방안을 제시하기 위한 연구로 3차원 공간정보의 성과품별로 1/1,000 수치지도로 수정하기 위한 방안을 제시 및 1/1,000 수치지도 수정/갱신 시범제작 및 정확도 분석을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 3차원 공간정보의 특성을 분석한 결과 3차원 공간정보는 LoD 4급의 3차원 객체모델과 고해상도 정사영상 및 고정밀 DEM을 제공하고 있어, 다양한 공간정보와 연계 활용을 통해 1/1,000 수치지도를 비롯한 다양한 공간정보 생성이 가능 한 것으로 나타났다.

둘째, 3차원 공간정보와 1/1,000 수치지도의 연계성을 분석한 결과 3차원 객체모델을 이용하여 수정이 가능한 지형지물은 47개, 정사영상을 이용하여 수정 가능한 지형지물은 31개, DEM을 이용하여 수정 가능한 지형지물은 2개로 나타났다.

셋째, 3차원 공간정보의 성과품인 3차원 객체모델을 이용하여 인천광역시 논현동 일원의 1/1,000 수치지도 1도엽과 부산광역시 수영동 일원의 1/1,000 수치지도 4도엽에 해당하는 지역을 시범 구축해본 결과 3차원 객체모델을 이용하여 1/1,000 수치지도에서 가로수, 건물, 도로에 대한 수정이 가능한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2013년 상지대학교 교내연구비를 지원받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

- Lee, H., Choi, S., Kim, W. and Choi, Y.(2012), Related Modification Plan of 1/1,000 Digital Map, *Service Final Report 『'12 3D Spatial Information Building Business』 <Academic Division>*, Chapter 2, NGII, pp. 9-106.(in Korean)
- Lim, S., Kim, J. and Lee, D.(2009), Automation of Building Extraction and Modeling Using Airborne LiDAR Data, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 27, No. 5, pp. 619-628.(in Korean with English abstract)
- NGII(2009a), *Rule of Deployment for Aerial Photogrammetry* (in Korean)
- NGII(2009b), *Rule of Deployment for Three Dimensional Spatial Data*(in Korean)
- NGII(2009c), *Demonstration Project of Nationalbasemap Modify and Update using Digital Aerial Photos*(in Korean)
- NGII(2010), *Rule of Deployment for Digital Map*(in Korean)
- Song, J. and Lee, B.,(2011), Generation of the Building Layer of Large-scale Digital Map Using multi-Oblique Images, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 29, No. 6, pp. 621-629.(in Korean with English abstract)