

3차원정보지적도 모형 구축을 위한 건물등록 방법 선정 A Selection of Building Registration Method to Construct the Three Dimensional Information Cadastral Map

양인태¹⁾ · 오이균²⁾ · 유영걸³⁾ · 천기선⁴⁾

Yang, In Tae · Oh, Yi Kyun · Yu, Young Geol · Chun, Gi Sun

Abstract

Recently, in a field of cadastre, a computerization of cadastral map is in progress with great growth of GIS field. Also, the needs for the integration of land and building information are widely increasing for integral-management and its application of various land related information. Through a revision of cadastral laws to replace the existing 2D-Cadastre with the 3D-Cadastre, a legal basis to register the position of buildings and facilities is prepared in the governmental or civil fields. This paper presented 3D-Cadastre theory that has been studied on Europe and surveyed building position directly with Totalstation at cadastral control point after choosing pilot test area. Also, the most efficient surveying method of registering building in a cadastral map is presented with comparing and analyzing building position after surveying digital orthophoto and digital map. And it is constructed a 3D information cadastral map model that can make the integral management of land, building, connecting land recorders, building management ledgers, building titles, building pictures, and related attribute information.

Keywords : 3D-Cadastre, 3D information cadastral map, GIS, Digital orthophoto, Total station

요 지

최근 지형공간정보 분야의 눈부신 발전과 함께 지적 분야에서도 지적도면 전산화 사업이 진행되고 있으며 다양한 토지관련 정보의 통합관리 및 활용을 위하여 토지정보 및 건물정보의 통합에 관한 요구가 증가하고 있지만 3차원지적제도 구축에 있어 기본이 되는 건물의 지적도 등록 시 전국에 산재되어 있는 수많은 건물을 일일이 지상측량방법을 통하여 지적도에 등록하는 것은 많은 어려움이 뒤따르는 실정이다. 이 연구에서는 유럽을 중심으로 활발히 연구되고 있는 3차원지적제도의 이론을 고찰하고 실험대상지역을 선정하여 지적기준점에서 토탈스테이션을 이용하여 건물위치를 직접 측량하였고, 수치지형도와 수치정사영상을 제작하여 건물위치를 측량한 후 건물좌표들을 비교 분석하여 지적도에 건물등록 시 가장 효율적인 측량 방법을 제시하고 지적도에 건물을 등록한 후 등록된 건물에 기존 토지지번과는 별도로 새로운 건물번호를 식별자로 부여하여 지적도를 제작하였고, 건축물관리대장과 건물등기부 및 관련 속성정보와 건물사진 등을 연계하여 토지와 건물관리를 통합 관리할 수 있는 새로운 3차원정보지적도 모델을 구축 하였다.

핵심용어 : 3차원지적, 3차원정보지적도, GIS, 수치정사영상, TS

1. 서 론

정부나 민간분야에서도 점차 한계성을 나타내는 기존의

2차원정보(평면지적)에서 3차원지적정보(입체지적정보)의 도입을 위해 지적법 전문개정을 통하여 건물 및 시설물 등의 위치를 등록할 수 있도록 법적근거를 마련한 상태이다.

- 1) 정희원 · 강원대학교 토목공학과 교수(E-mail:intae@kangwon.ac.kr)
- 2) 연결저자 · 정희원 · 신홍대학 지적부동산정보과 교수(E-mail:ykoh@mail.shc.ac.kr)
- 3) 정희원 · 강원대학교 토목공학과 박사수료(E-mail:cain25@nate.com)
- 4) 정희원 · 강원대학교 토목공학과 박사수료(E-mail:chungkiss@hanmail.net)

그러나 3차원지적제도 구축에 있어 기본이 되는 건물의 지적도 등록 시 전국에 산재되어 있는 수많은 건물을 일일이 지상측량방법을 통하여 지적도에 등록하는 것은 많은 어려움이 뒤따르는 실정이다.

현행 지적도의 등록내용은 필지경계선을 비롯하여 지번, 지목, 지적측량기준점으로 국한되며 지적도에 건물 등 실제 현황이 등록되지 않아 지적도 활용 시에 전문가 외에는 식별이 어렵고 도시계획 등 자료로 이용하는데 있어서 정보부족으로 인하여 사용이 제한적이다.

현재까지의 지적정보는 관리 및 활용도에 있어 국가기관이 추가 되었지만 인터넷 등의 정보매체의 발달로 앞으로는 사용자 관점에서의 요구에 부응할 수 있는 체계로 전환되어야 한다.

이를 위해서는 다양한 형태의 입체 지적정보 서비스를 신속하게 제공할 수 있는 삼차원 지적제도에 대한 연구가 필요한 시점이라고 판단된다.

이 연구에서는 삼차원지적정보체계의 개념과 삼차원 구현을 위한 공학적 이론을 고찰하고, 도시지역을 중심으로 구축된 수치지적도를 활용하여 필지내의 건물을 지적기준점을 이용하여 측량한 성과와 수치지형도 및 정사영상에서 측량한 건물 데이터와의 정확도 분석을 통하여 삼차원 지적 구축 시 기본이 되는 건물등록에 있어 가장 효율적인 등록 방법을 제시하였다.

또한 GIS를 이용하여 지적도에 건물을 등록한 후 등록된 건물에 기존 토지지번과는 별도로 새로운 건물번호를 식별자로 부여하여 지적도를 제작하고, 건축물관리대장과 건물등기부 및 관련 속성정보와 건물사진 등을 연계하여 토지와 건물관리를 통합 관리할 수 있는 새로운 3차원정보 지적도 모델을 구축하였다.

2. 3차원정보지적도

2.1 3차원지적의 개념

기하학에서 점은 영차원, 선은 일차원, 면은 이차원, 여기에 높이(고도)를 추가한 입체의 차원이 삼차원이며 시간을 추가하면 사차원이 된다. 삼차원지적의 개념은 이차원 지적인 평면지적에서 진일보한 다목적 지적제도로 토지의 이용이 다양화·입체화됨에 따라 토지의 경계, 지목 등 지표에 관한 물리적 현황은 물론 지상과 지하에 설치된 시설물 등을 수치의 형태로 등록 공시하거나 또는 시설물의 관리를 지원하는 제도로 일명 입체지적이라고도 한다.

현재의 이차원지적을 삼차원으로 확장하는 가장 간단한 방법은 수치정보 없이 '지하' 또는 '지상' 등의 속성 정보를 추가하는 것으로, 높이 Z(또는 H)를 이차원으로 표현되는 점, 선, 면의 속성 정보로 저장하면 이를 2.5차원 또는 2D+1D라고 한다(Stoter 등, 2001).

지적의 관리모형은 소유권(right), 등록대상인 객체(object), 소유자 주체(subject)의 형태로 이루어지며 개인은 하나의 필지만을 소유하는 것이 아니라 여러 필지를 소유할 수 있고 필지위의 건물도 소유할 수 있다.

기존의 이차원지적은 한필지에 대한 위상기하학을 위주로 DB가 이루어져 왔지만 삼차원 지적에서는 포괄적이고 일관성 있는 등록을 지원한다.

예를 들어 법률상에 명시된 소유권과 소유자의 개념, 현행 이차원지적에 삼차원 위치개념을 도입함으로써 물리적인 위상 구조물을 확립할 수 있으며 이에 따라 현행지적에서 표현할 수 없는 지표면 위의 지상과 지표면 아래의 지하에 대한 실세계를 표현할 수 있는 장점이 있다(Stoter 등, 2002).

그림 1에서 (A)는 완전한 삼차원 지적을 말하며, (B)는 기존의 이차원 지적을 (C)는 이차원과 삼차원이 혼합된 형태를 말한다.

2.2 3차원정보지적도 모형

이 연구에서는 현실에 부합되는 삼차원정보지적도의 모형을 구축하기 위해서 필수적인 건물등록과 관련된 속성 정보를 지적정보와 연계할 수 있도록 그림 1과 같은 삼차원정보지적도의 모형을 제안하였다. 이를 위해서는 필지의 토지지번 외에 건물이나 주택번호가 별도로 필요하므로, 현재 시행되고 있는 도로명에 의한 건물번호 사업의

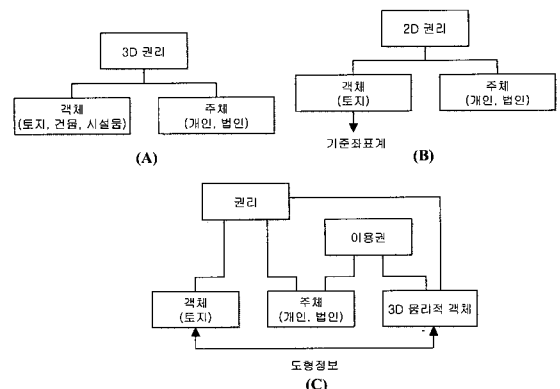


그림 1. 삼차원지적의 자료모델

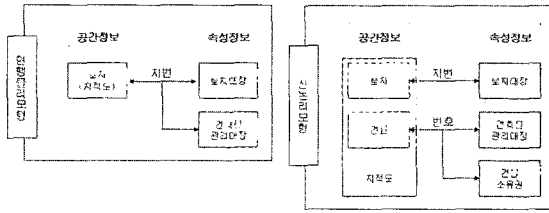


그림 2. 건물등록 중심의 삼차원정보지적도 모형

도로망 형태에 따라 부여된 건물번호를 별도의 식별자로 하여 지적도에 등록하고 효율적으로 관리할 수 있도록 시스템을 구현하였다.

3. 실제 적용

3.1 연구방법 및 대상지역

이 연구에서는 삼차원지적제도의 기본이 되는 효율적인 건물등록을 위하여 실험측량 대상지역을 선정하여 실험지역내의 지적기준점에서 토탈스테이션을 이용하여 지상측량방식으로 건물을 측량하여 건물 모서리 좌표를 취득하였다.

기 구축된 수치지형도를 사용하여 CAD상에서 건물 레이어를 추출하여 건물모서리 좌표를 취득하였으며, 또한 항공사진촬영에 의한 수치정사영상을 제작하여 DEM을 구축하고 지형 및 건물 보정을 한 후, 수치사진측량방법으로 건물모서리 좌표를 취득하였다.

위의 성과들은 지적기준점측량결과를 기준으로 정확도를 평가하고 좌표 조정 방법들을 적용하였다.

그 결과로부터 적합한 건물등록 측량 방법을 선정하였으며, 이를 이용하여 지적, 건물, 대장정보를 통합할 수 있는 3차원정보지적도 모형을 구축하였다.

삼차원정보지적도 모형의 구축 방안을 제시하기 위해,

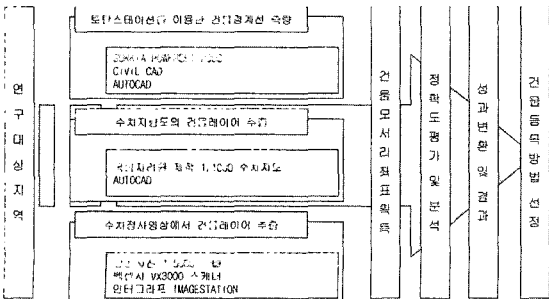


그림 3. 연구 흐름도

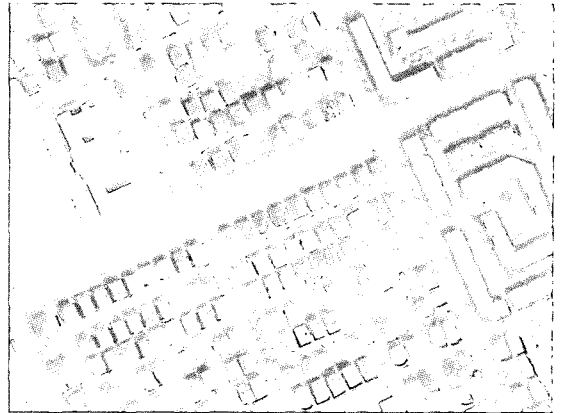


그림 4. 연구대상지역

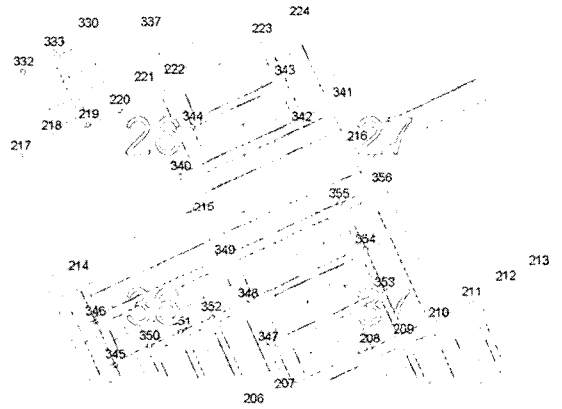


그림 5. 연구대상지역의 지적도와 도근점

이 연구에서는 고양시 일산구 마두동 일원의 150여 필지, 150여 동의 건물들을 연구대상지역으로 선정하였으며, 이 지역은 축척 1/500 수치지적 시행 지역으로서 지적기준점이 비교적 양호한 상태를 유지하고 있어 연구에 적합한 지역으로 그림 4는 수치정사영상으로 나타난 연구대상지역이다.

3.2 실험결과 분석

건물 등록을 위한 실험과정은 연구대상지역으로 선정된 대상지역내의 800여개의 건물모서리들을 지적기준점으로부터 토탈스테이션을 이용하여 직접 관측하고, 각 건물의 모서리 좌표들을 지적도상에 전개하여 정확도 평가의 기준으로 설정하였다.

수치지형도의 건물 레이어와 수치정사영상으로부터 측량된 건물경계선의 좌표들을 지적도상에 전개하고(그림

6), 기준으로 설정한 지적측량성과와의 정확도를 비교 분석하였다. 분석결과 각 축선에서 발생한 파라미터와 표준편차를 산출하였고, 성과 차이에 따른 변환을 시도하였다. 그 결과를 토대로 삼차원정보지적도 구축에 적합한 효율적 건물등록 측량방법을 선정하였다.

이 연구에서는 건물의 위치 정확도를 평가하기 위해서 지적기준점에서 토탈스테이션으로 측량한 건물좌표를 기준으로 수치지형도에서 추출한 건물좌표와 수치정사영상에서 디지털맵핑으로 취득한 150동 건물 800여개의 건물모서리 좌표 값들을 지적측량 성과를 기준으로 비교한 결과, X축선은 수치정사영상과는 평균 0.135m, 수치지형도와의 평균 0.175m, Y축선은 수치정사영상과는 평균 -1.393m, 수치지형도와의 평균 -1.473m의 차이가 발생되어 측량성과의 조정이 필요함을 알 수 있었다.

건물실측도 들을 서로 중첩시켜 비교한 결과는 그림 7,

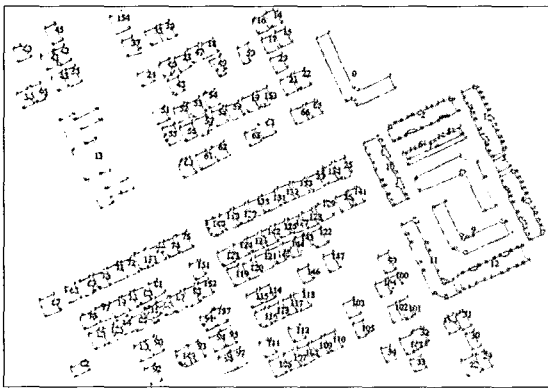


그림 6. 건물모서리 좌표의 획득



그림 7. 측량결과 중첩도

8에 나타내었다.

그림 9의 성과차이 분포도는 0.1m 간격의 범위를 설정하여 분석한 결과, X축의 경우 수치정사영상의 표준편차 ($m = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$)는 평균값인 0.135m를 기준으로 $\pm 0.827m$, 수치지형도의 표준편차는 평균값인 0.175m를 기준으로

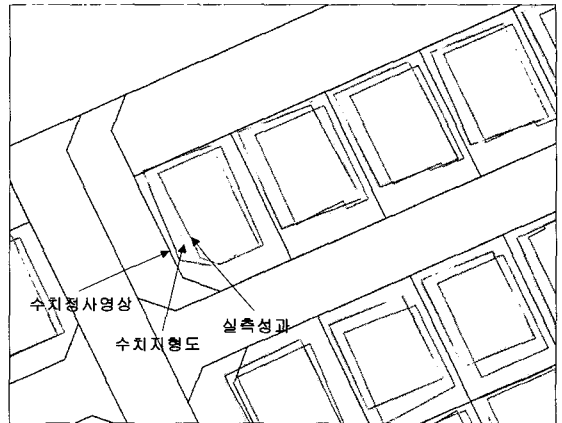
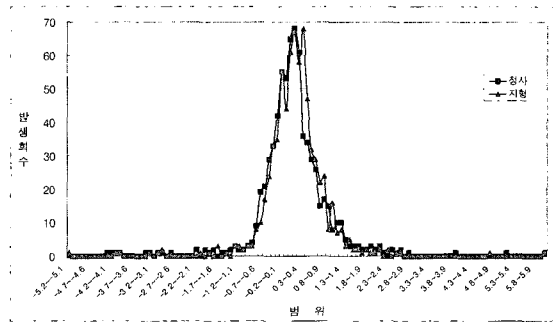
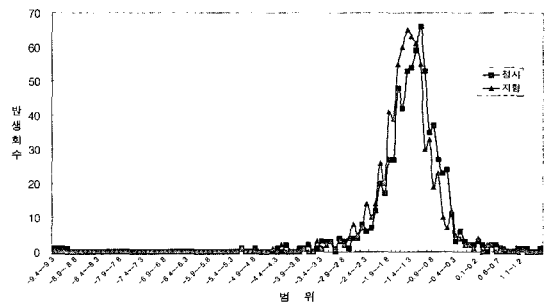


그림 8. 건물 모서리 경계의 불부합



X축



Y축

그림 9. 성과차이 분포도

±0.736m로 나타났으며, Y축의 경우 수치정사영상의 표준편차는 평균값인 -0.393m를 기준으로 ±0.909m, 수치지형도의 표준편차는 평균값인 -1.473m를 기준으로 ±0.633m로 나타났다.

3.3 성과의 조정 및 등록방법 선정

지적측량과 일반측량의 상이함에 따라 발생하는 측량성과 차이를 소거하여 건물을 등록하는 것으로, GIS를 이용하여 수치정사영상과 수치지형도에서 얻어진 건물좌표를 축선을 따라 이동하는 조정방법과 지도의 좌표변환에 주로 사용되는 Affine 변환을 적용하였다.

연구대상 지역의 150여동 건물에 대하여 800여개의 좌표를 비교분석하여 상대적인 오차를 계산하고 평균값을 기준으로 ±1m이상 발생하는 과대오차를 소거한 후, 적합한 좌표변환 방법을 도출하였다.

표 1은 비교 분석결과를 토대로 X축선에 대한 조정은 수행하지 않고, Y축선에 대한 평행이동을 수행한 것이다. 그 결과 S_{error} 값이 ±0.5m로 조정후에도 변위량을 내포

하고 있는 것으로 나타났다.

그림 10은 평행이동 후의 결과를 나타낸 것으로 지적도의 내부에 건물모서리 경계들이 상당 부분 조정되었다.

표 2는 Affine 변환을 수행하기 위해 지적기준점으로부터 실측한 좌표들 중에서 건물 불부합이 발생할 소지가 없는 표본 대상점 12점을 선정하여 Affine 변환식에 의거하여 변환조정을 수행한 결과로 Y축선 평행이동의 결과와 비슷하게 나타났다.

지적측량의 특성인 기속성(羈束性)과 영속성(永續性)을 고려할 때, 지적기준점을 이용하여 지상측량방법에 의한 건물등록이 가장 정확한 측량방법으로 판단되기는 하지만, 실험측량 결과 인력과 비용, 작업량의 과다로 인하여 전국토를 대상으로 지상측량방식을 선정하는 것은 비효율적인 것으로 판단된다.

따라서 수치정사사진이나 수치지형도를 활용하여 해당 지역의 표본건물을 선정하여 지적기준점에서 실측한 결과와 비교하여 좌표변환을 수행한다면 보다 경제적이고 효율적인 건물등록방법이 될 것이다.

비용면에서는 기존에 구축된 수치지형도의 건물 레이어를 추출하여 등록하는 방법이 효율적이지만, 수치지형도 제작 시 건물위주로 제작된 것이 아니라 건물폐합선 예러가 다수 발생하고, 지형도의 갱신이 자주 이루어질 수 없

표 1. Y축선의 평행이동 (단위 : m)

구분	정사 : 지적		지형 : 지적	
	ΔX_a	ΔY_a	ΔX_b	ΔY_b
조정전 평균	0.135	-1.393	0.176	-1.473
RMS_{error}	±1.593		±1.638	
과대오차소거	0.103	-1.292	0.181	-1.436
RMS_{error}	±1.359		±1.504	
좌표조정	0.103	-0.002	0.181	-0.006
RMS_{error}	±0.522		±0.531	

표 2. 건물좌표의 Affine변환 (단위 : m)

구분	정사 : 지적		지형 : 지적	
	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY
평균	0.210	-0.116	0.189	-0.116
RMS_{error}	±0.657		±0.728	

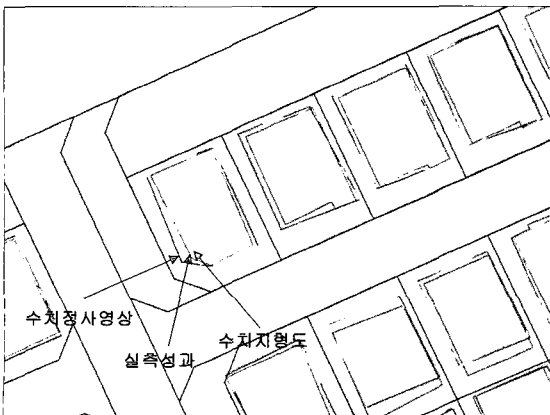


그림 10. 평행이동 후의 결과

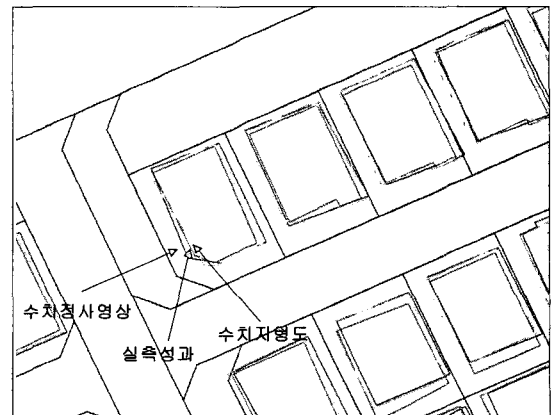


그림 11. Affine 변환 후의 결과

어, 최신 데이터를 얻기가 어려워 정확도 면에서 문제가 따를 수 있다. 건물등록에 있어 지적불부합지 해결 등의 시범사업이 실시된 적이 있는 수치정사영상에 의한 측량이 보다 효율적일 것으로 판단된다.

3.4 3차원정보지적도 모형 구축

3.4.1 구축과정

이 연구에서 삼차원정보지적도 모형을 구축하기 위해서 GIS의 공간자료의 수집, 저장, 검색, 분석 및 화면출력 기능을 시스템에 적용하였다. 시스템의 구축 절차는 그림 12와 같이 크게 세 단계로 수행하였으며, 첫 번째 단계로는 삼차원정보지적도의 모형을 구축하기 위해서 국내외의 삼차원지적도 모형을 분석하여 현행 지적도 모형의 문제점을 분석하고 신논리모형을 제안하였다.

두 번째 단계는 시스템 개발단계로서 제안된 신논리모형에 적합한 시스템을 정의하고 그에 필요한 지적도, 건물위치도 등의 도형정보와 토지지번, 건물번호 등의 속성정보를 효율적으로 연계할 수 있도록 데이터베이스를 설계하고 Visual Basic을 이용하여 시스템을 구축하였다. 세 번째 단계에서는 여기서 구축된 시스템을 적용 및 구현하여 기존 지적도와 건물을 효과적으로 통합 관리할 수 있도록 처리하였다.

3.4.2 모형 구현

(1) 도형정보

삼차원정보지적도 모형은 도형정보와 대장정보를 중심으로 관리 및 조회 등을 수행하도록 구축하였다. 메인 화면의 상단 메뉴는 각각의 기능을 관리하도록 풀다운 메뉴로 구성하였으며, 두 번째 부분에 위치한 메뉴는 화면제어를 위해 필요한 기능들을 아이콘화 하여 시각적으로 관련 정보를 처리할 수 있게 구성하여 사용자의 편의를 도모하고

자 하였다.

그림 13은 메인 화면으로 수치정사영상에 지적경계선과 토지 지번 및 건물에는 건물번호를 부여한 레이어들을 중첩시킨 정사투영영상에 의한 건물도를 나타낸 것으로 시각적으로 지적 정보 및 건물 정보를 식별할 수 있도록 하였다.

(2) 속성정보

삼차원정보지적도 모형의 중요한 기능 중 하나는 대장정보를 포함한 효율적인 속성정보의 관리이다. 이 시스템



그림 13. 정사투영영상에 의한 건물도

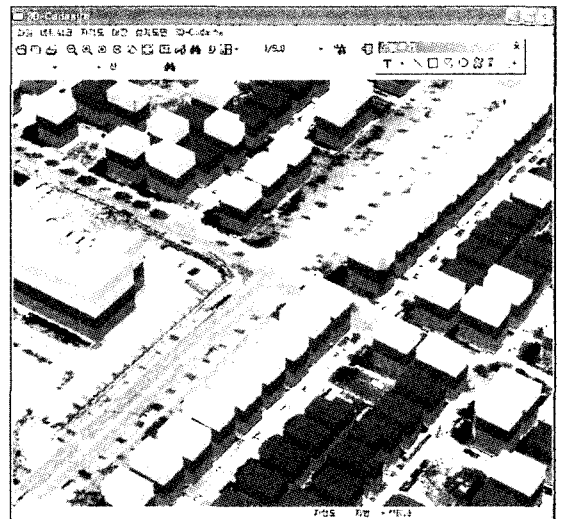


그림 14. 건물층별구분도

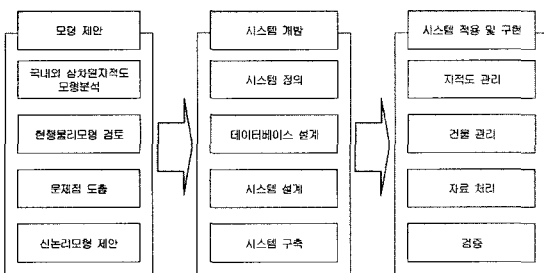


그림 12. 모형구축 절차

4. 결 론

첫째, 수치정사영상과 수치지형도에 의하여 건물의 위치 정보를 취득할 경우에는 건물의 지붕형태에 의한 측량 성과차이를 고려하여야 하며, 지적필지내에 건물의 위치를 수치정사영상과 수치지형도를 사용하여 등록하려면 과대 오차 처리 및 성과변환을 한 후 등록하여야 한다.

둘째, 건물등록 측량방법은 지적측량의 영속성(永續性)과 기속성(羈束性)을 고려할 때 지적기준점에 의한 지상측량방법이 적합하나 전국토를 대상으로 일괄등록 할 경우 비효율적이며, 수치지형도는 비용 면에서는 적합하지만 갱신주기가 일정치 않고 건물폐합오차 등의 오류가 다수 발생할 수 있어, 수치정사영상을 이용하는 방법이 가장 효율적이었다.

셋째, 삼차원정보지적도모형 구축을 위한 건물의 식별자로 도로명에 의한 건물번호사업의 도로명과 건물번호를 부여하고 다양한 도형정보와 대장정보 들을 연계하여 통합 시스템을 구축할 수 있었다.

참고문헌

- 강태석 (2003), 지적불부합지의 정리를 위한 실험측량 분석 연구, 한국측량학회지, 제21권 제3호, pp. 269-275.
- 국립지리원 (1998), 지형·지적정보의 연계 활용 연구, pp. 100-104.
- 대한지적공사 (2002), 3차원 지적측량 구현방안, pp. 12.
- 양인태, 오이균 (2001), 건축물등록을 위한 3D-Cadastré의 도입에 관한 연구, 한국지적학회지, 제17권 제2호, pp. 53-65.
- Billen, R. and Zlatanova, S. (2001), 3D spatial relationship model: a useful concept for 3D cadastre?, *International Workshop on 3D cadastre*, Delft, pp. 223-241.
- Elayachi, M. and Semlali, E.H. (2001), *Digital cadastral map : A multipurpose tool for sustainable development*, *International Conference on Spatial Information for Sustainable Development*, Nairobi, pp. 1-8.
- Stoter, J.E. and P.J.M. van Oosterom (2001), Cadastral Registration of Real Estate Objects in 3D, *URISA Journal*, pp. 4-5.
- Stoter, J.E. and H.D. Ploeger (2002), Multiple use of space: Current practice of registration and development of a 3D cadastre, In proceedings UDMS 2002, Prague, *Tsjech Republic*, pp. 1-16.
- Stoter, J.E. and M.A. Salzmann (2002), Toward a 3D Cadastre, *FIG XXII International Congress, Washington, D.C. USA*, pp. 5-8.

(접수일 2004. 8. 11, 심사일 2004. 8. 26, 심사완료일 2004. 9. 7)

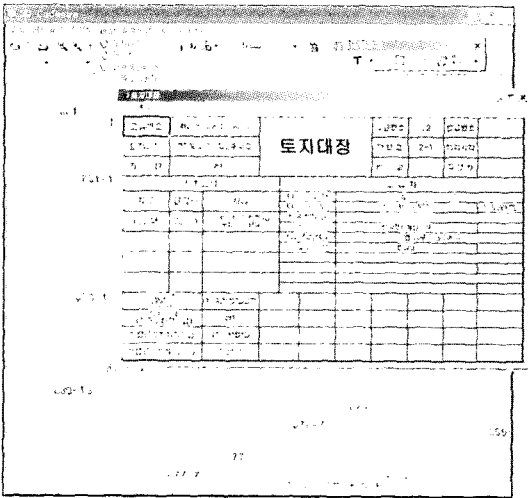


그림 15. 토지대장 조회

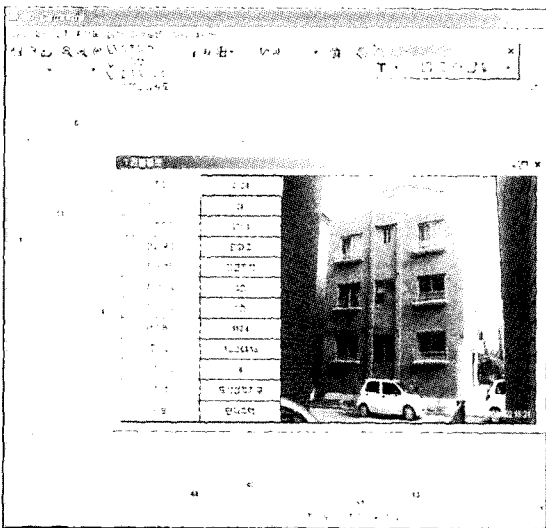


그림 16. 건물정보 조회

에서는 이런 기능을 처리할 수 있도록 구축하였다. 대장 메뉴에서는 지적, 건물 및 부동산 등기와 관련된 속성정보를 관리하는 것이다. 그림 15는 기존 지적도를 전산화하고 토지지반을 식별자로 사용하여 토지대장의 정보를 검색하여, 해당 토지의 소재, 지목, 면적, 토지이동 사유, 소유자 정보, 개별공시지가 등을 확인할 수 있도록 하였다.

그림 16은 건물정보에 대한 조회 화면을 나타낸 것이다.