

현장측량시스템 활용을 통한 수치지도 제작공정 개선

Improving digital map production using a field survey system

전부남* · 최윤수** · 이임평***

Bunam Jeon · Yunsoo Choi · Impyeong Lee

* 국토지리정보원(jbunam@mocet.go.kr)

** 서울시립대학교 지적정보학과(choiys@uos.ac.kr)

*** 서울시립대학교 지적정보학과(iplee@uos.ac.kr)

요 약

GIS의 기초가 되는 수치지도의 활용은 빠르게 증가하고 있는 추세이다. 수치지도의 제작 공정에 있어서 많은 발전이 있어 왔지만 지리조사와 구조화편집 공정에는 여전히 지도 출력물에 의존하는 기존의 방법을 사용하고 있었다. 이에 본 연구는 이러한 공정에 현장측량시스템의 활용하는 방법을 제안하고, 제안된 방법을 수치지도 제작에 적용하여 기존의 방법에 의한 결과와 비교 분석하였다. 제안된 방법을 적용하면 수치지도 제작 과정에 필요한 소요 인원 및 단계가 절감되며 이에 따라 소요 비용과 작업 단계마다 발생하게 되는 오류를 줄일 수 있었다.

1. 서 론

지식정보화 사회가 되면서 지리정보시스템(GIS)과 같은 지식정보산업이 21세기 국가발전을 주도하게 되는 산업으로 성장하고 있다. 이에 따라 GIS의 기초가 되는 수치지도의 활용이 증가하고 있으며, 국토공간정보에 대한 요구도 점차 다양화되고 있는 추세이다.

우리나라의 수치지도제작 방법 및 과정은 관련기술의 발달로 과거에 비해 많은 발전이 있었다. 그러나 수치지도의 기초데이터를 수집하는 지리조사 부분은 여전히 과거의 방법이 사용되어 소요비용과 작업 단계별로 발생하는 오류의 개선에 큰 어려움이 있다. 이러한 문제에 관해서 본 연구에서는 지리조사와 구조화편집을 동시에 할 수 있는 현장측량시스템을 이용하여 소요 인원 및 단계를 줄임으로서 소요 비용을 절감하고, 작업 단계마다 발생하게 되는 오류를 최소화하기 위한 방법을 모색하는 연구를 수행하였다.

2. 현장측량시스템의 적용 방법

2.1 수치지도 Ver 2.0의 속성테이블 및 코드 정의 DB 작성

수치지도 Ver 2.0의 지형지물코드는 표 1에서 보는 바와 같이 전체 104개 항목으로 되어 있으며, 분류는 대분류 항목에 맞추어 소분류로 분류되어 있다(국립지리원, 2001). 지형지물은 성격이 유사한 항목 순으로 정렬하며, 코드는 대분류 1자리, 소분류 3자리로 되어 있다. 묘사되는 데이터 코드의 항목 수는 수치지도의 축척마다 다르게 규정되어 있다.

수치지도 Ver 2.0의 레이어 코드별 속성 및 지리조사 항목의 예는 표 2와 같다. 현장측량시스템의 프로그램에서 지리조사내용을 직접 입력할 수 있도록 하기 위하여 수치지도 Ver 2.0의 레이어 코드별 속성 및 지리조사 항목을 정리하여 속성테이블 및 코드 정의 DB를 작성하여 입력한다.

표 1. 지형·지물 코드체계

분류 순서	대분류	소분류			
		전체	1/1,000	1/5,000	1/25,000
계	8	104	102	81	45
1	교통(A)	22	22	17	11
2	건물(B)	2	2	2	1
3	시설(C)	55	54	38	14
4	식생(D)	4	3	4	1
5	수계(E)	8	8	8	8
6	지형(F)	5	5	5	3
7	경계(G)	3	3	3	3
8	주기(H)	5	5	4	4

2.2 선형 및 점형 시설물 테이블 표시

선형 시설물과 점형 시설물을 동시에 측량할 수 있도록 하기 위하여 그림 1과 같이 도로, 건물 등의 선형 시설물과 휴게소, 주유소 등과 같이 심별로 표시하는 점형 시설물 테이블을 분리하여 표시한다.

표 2. 수치지도 Ver 2.0의 레이어코드별 속성 및 지리조사항목의 예(건물)

Layer	분류그룹 (Table)	지형지물 이름	형태	속성명	속성내용	설명	비고
B001	건물	건물	면	명칭			
	(1/5,000)			구분	주택, 공공, 산업, 문화/교육, 서비스, 의료, 후생복지, 기타		
				종류	일반주택, 연립주택, 아파트, 주택 외 건물, 무벽건물 등		
				용도	주거 공공기관 중앙행정 : 정부청사, 지방행정 : 특별시청, 광역시청, 도청 등 치안행정 : 법원, 검찰청, 경찰청, 경찰서 등 기타행정 I : 소방서, 보건소, 세무서, 등 기타행정 II : 기타관공서, 농촌지도소, 영림서 정부투자기관 : 한국전력공사, 한국수자원 공사, 한국도로공사 등	소분류로 표기, 없는 경우는 중분류로 표기	

라인명	레이어
도로중심선(시도)	3215
도로건물(아파트)	4115
도로성토(상단)	7221
도로건물(연립주택)	4113
도로건물(주택)	4112

심물명	심물정의
<input type="checkbox"/> 신호등	C049
<input type="checkbox"/> 휴게소	3363
<input type="checkbox"/> 주유소	3365

그림 1. 선형 시설물 및 점형 시설물 표시

2.3 속성정보 입력창 실행

현장에서 해당 지형·지형지물의 속성정보를 입력할 수 있도록 하기 위해서 속성테이블 및 코드정의 DB를 바탕으로 작성된 속성정보입력창 실행한다.

2.4 객체선택 및 속성정보 입력

그림 2와 같이 현장의 지형·지물과 일치하는 컴퓨터상의 객체(지형지물)를 선택하여 속성정보를 입력하면 해당 건물에 대한 지리조사는 완료된다.

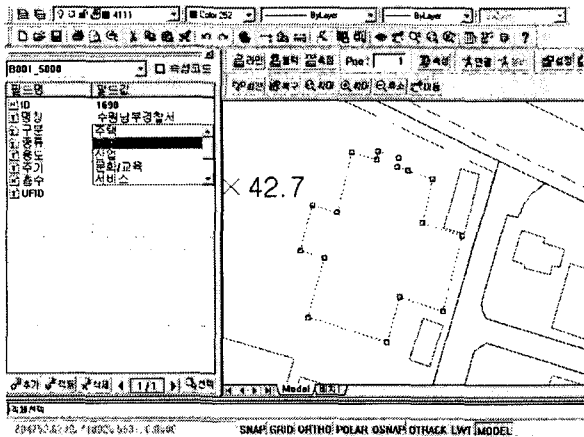


그림 2. 객체선택 및 속성정보 입력

2.5 현장측량시스템 프로그램의 기능

현장측량시스템의 프로그램에는 수치지도의 레이어 코드별 속성 및 지리조사항목을 입력할 수 있는 테이블이 있고, 이 테이블은 필요에 따라서 수정 및 조정이 가능하여 수치지도형도 외에 지하시설물 등의 조사에도 이용이 가능하다. 수치지도를 휴대용 노트북컴퓨터에 입력하여 변화된 지형·지물 및 속성을 현장에서 쉽게 조회 및 수정이 가능하여 수치지도의 수정·갱신에도 이용 할 수 있다.

지리조사와 동시에 각 지형지물의 속성을 입력할 수 있으며 지리조사 항목별 속성테이블이 작성되어 있어 속성내용의 입력 및 수정이 가능하다. 또한 항공사진으로는 판독이 불가능하여 도화가 불가능한 지형·지물에 대해 토털스테이션, GPS등의 측량기기와 연결하여 현지보완 측량을 하는 동시에 선형 및 점형 시설물에 해당하는 심벌의 삽입이 가능하다.

3. 적용 및 분석

3.1 대상지역

본 연구에서는 1/20,000 축척의 항공사진을 1/5,000 축척으로 도화 한 수원093번 도엽(그림 3)을 대상으로 연구를 수행하였다. 이 지역을 구성하는 지형들의 종류별 비율은 표 3과 같다. 대상 지역의 주요 시설물인 건물을 입력하는 시간과 작업공정을 비교하였다.



그림 3. 대상지역의 도화데이터
(수원093, 축척 1/5,000)

표 3. 대상지역(수원)의 지형종류별 면적비율

지형종류	면적비율 [%]
시가지	50
교외지	30
농경지	9
구릉지	6
산악지	5

3.2 비교방법

현장측량시스템을 이용한 수치지도제작의 비교를 위해 지리조사부분은 작업시간을 비교하였고, 구조화편집은 작업비율을 비교하였다. 2004년 대한건설협회에서 발행한 건설공사 표준품셈(토목, 건축, 기계설비)의 21-26 지도 제작(기본도) 6. 구조화편집 중 1/5,000수치지도제작 부분과 국토지리정보원(2000)에서 산출한 소요인원에 증감비율을 적용시켜 비교하였다.

3.2.1 지리조사

지리조사의 비교는 지리조사 작업의 대부분을 차지하는 지형·지물 속성의 기록시간을 비교하였다. 이 연구의 대상지역은 시가지가

50%, 교외지가 30%로 건물이 밀집해 있는 지역으로 대표적인 조사대상인 건물 50체에 대한 기록시간을 비교하였다. 건물에 대한 지리조사는 표 2와 같이 수치지도 Ver 2.0 레이어별 속성 및 지리조사항목에 따라 명칭, 구분, 종류, 용도를 조사하였다.

조사에 소요되는 시간을 비교하여 평균한 결과 건물의 종류에 따라 차이는 있지만 출력물에 기록하는 경우와 현장측량시스템을 이용하는 경우를 비교할 때 큰 차이가 없었다. 이는 출력물에 기록하는 경우는 출력도면과 조사양식에 동일한 일련번호를 부여하고 기록하는데 소요되는 시간과 현장측량시스템을 이용하는 경우 대상지역을 컴퓨터화면에 불러오고 속성 테이블 창을 열고 대상물 선택 및 입력시간 등에 소요되는 시간이 거의 비슷한 결과를 얻었기 때문이다. 그렇지만 현장측량시스템을 이용하면 출력물을 이용할 경우에 필요한 지리조사 결과를 정리하여 속성테이블형식에 맞게 정리하는 작업과 조사용 도면출력 등의 작업이 필요 없게 된다. 이로 인해 정리 작업 단계에서 발생할 수 있는 오류를 줄일 수 있었고, 지리조사결과의 속성테이블 작성을 일괄적으로 수행하여 구조화편집에서 소요시간을 줄일 수 있었다.

3.2.2 구조화편집

기존의 구조화편집과 현장측량시스템을 이용한 구조화편집 작업의 비교는 속성정보입력과정과 조사결과에 대한 속성테이블을 작성하고 일련번호를 부여하는 작업을 중심으로 하였다.

조사결과를 수치지도 Ver 2.0의 레이어별 속성 및 지리조사항목 테이블에 맞게 정리하고 일련번호를 부여하는 작업과 해당 도형정보에도 동일한 일련번호를 부여하여 자동으로 도형정보와 속성정보를 부착시키는 작업이 구조화편집 작업의 40%를 차지하였다. 그리고 나머지 60%는 도형정보의 점·선·면에 대한 위상정보를 생성하고 교차로, 행정경계, 지류 등의 면처리 등의 작업이다.

현장측량시스템의 프로그램에는 미리 작성된 수치지도 Ver 2.0의 레이어별 속성 및 지리조사항목 테이블에 지리조사와 동시에 속성정보

를 입력함으로써 구조화편집 작업의 40%를 수행하게 된다. 즉 지리조사를 위해 현장에 나가기 전에 현장용 노트북컴퓨터에 속성정보테이블을 미리 작성하여 저장하고, 현장에서 해당 지형·지물을 컴퓨터에서 선택하여 입력함으로써 조사와 동시에 구조화 편집 작업의 일부분을 수행한다.

3.3 분석결과

3.3.1 작업과정 비교

기존의 방법에 의한 수치지도제작은 그림 4에서 보는 바와 같다. 이 작업방법은 조사결과 정리, 지리조사결과의 속성테이블작성 및 일련번호부여 등과 같이 현장에서 취득한 자료를 실내에서 수작업으로 하게 됨으로 작업단계마다 오류를 발생시킬 가능성이 커지고 작업시간도 많이 소요된다. 현장측량시스템을 이용한 수치지도제작은 그림 5와 같다. 출력물을 조사하여 제작하는 기존의 방법과는 작업순서가 반대로 이루어진다.

출력물을 이용한 경우는 지리조사에서 취득한 속성데이터와 도화에서 묘사된 도형정보를 연결하기 위해서 지리조사결과를 수치지도 Ver 2.0의 조사항목별 테이블에 맞게 정리하여 일련번호를 부여하고, 도형정보에도 동일한 지형지물에 대한 일련번호를 부여하여 도형정보에 속성정보를 부착하는 작업을 하여야 하지만, 현장측량시스템의 지리조사프로그램을 이용한 경우는 위의 두 작업을 지리조사 전에 수행함으로써 구조화 편집 작업의 40%를 줄일 수 있다.

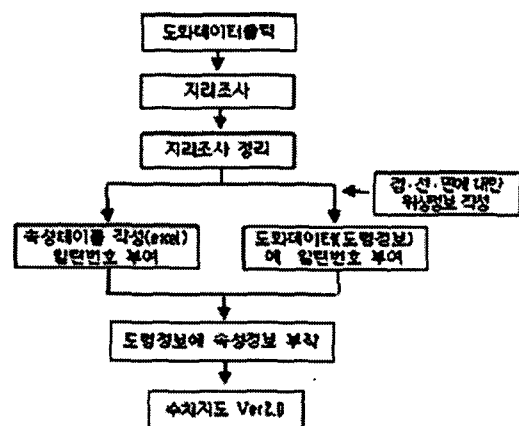


그림 4. 기존방법(출력물을 이용한 지리조사)에 의한 수치지도제작 흐름도

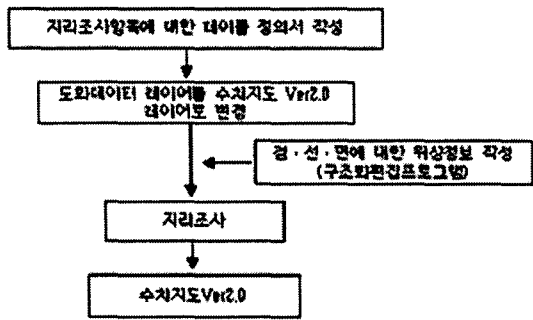


그림 5. 현장측량시스템을 이용한 수치지도 Ver.2.0제작 흐름도

3.3.2 소요 인원 및 비용 분석

당초 지리조사와 구조화편집에 대하여 소요 시간을 비교하려고 하였으나, 지리조사의 경우는 기존의 방법과 차이가 없어 구조화 편집에 대해서만 비교하였다.

소요인원의 비교는 1/5,000 수치지도 Ver.2.0에 대한 시간당 작업량과 작업반 편성이 2004년 대한건설협회에서 발행한 '건설공사 표준품셈'에는 기술되어 있지 않아, 국토지리정보원(2000)의 연구 보고서 부록2에서 제시한 값과 작업반 편성비율을 적용하였다.

본 연구의 대상지역인 수원093은 그림 6에서와 같이 건물이 밀집해 있는 지역으로 지형종류별 면적비에 지형계수를 적용한 결과 표 4와 같이 작업지역에 대한 계수가 2.30으로 계산되었다. 표 4의 결과를 바탕으로 출력물 및 현장측량시스템을 이용한 각각의 경우에 소요인원을 계산한 결과 표 5와 같은 결과를 얻었다. 현장측량시스템을 이용한 방법이 출력물을 이용한 경우보다 40%의 작업이 절감되었다.

표 4. 지형종류별 면적 비에 의한 구조화편집 계수

지형종류	면적비율 [%]	지형계수
시가지	50	0.3
교외지	30	0.6
농경지	9	1
구릉지	6	1.5
산악지	5	6

표 5. 출력물 및 현장측량시스템을 이용한 경우의 구조화편집 소요인원의 비교

인원구성	출력물	현장측량시스템
고급기술자	0.17	0.10
중급기술자	0.71	0.42
정보처리기사	0.35	0.21
중급기능사	0.53	0.31
계	1.76	1.04

소요인원 감소에 따른 소요비용의 변화를 분석하기 위하여 수치지도 Ver.2.0을 제작하기 위해 작성된 설계서와 비교하였다. 대상은 1/5,000 수치지도 96도엽(광주)을 대상으로 하였으며, 이 지역의 지형종류별 면적 비는 표 6과 같이 주로 산악지와 농경지로 이루어진 지역으로 도엽 당 평균면적은 6.2km²이다.

표 6. 대상지역(광주)의 지형종류별 면적비율

지형종류	면적비율 [%]
시가지	5.82
교외지	5.50
농경지	50.31
구릉지	4.91
산악지	33.46

우선 기존의 제작방법에 의한 비용 산출을 위해서 "2004 건설공사 표준품셈" 및 국립지리원(2000)의 연구보고서 부록2에서 제시한 값과 "2004년 측량기술자 노임단가"를 적용하였으며, 앞의 결과를 이용하여 설계에 필요한 계수를 계산한 결과 표 7과 같은 결과를 얻었고, 그 내용을 설계자료로 하여 수치지도 96도엽에 대한 비용을 계산하였다.

표 7. 수치지도제작 설계에 필요한 자료 및 계수

구분	계수
평면기준점	20 점
표고측량	402.27 Km
모델수	117
수정율	27.49 %
수정도화	1.05
지리조사	1.00
정위치편집	0.90
구조화편집	1.14

현장측량시스템을 이용한 경우의 비용감소 효과를 계산하기 위하여 우선 구조화편집이 수치지도를 제작하는데 차지하는 비용의 비율을 계산하였고, 여기에 현장측량시스템을 이용함으로써 절약할 수 있는 비율인 40%를 적용하여 계산하였다. 현장측량시스템을 이용하여 구조화편집 작업을 하는 경우의 절감비용을 산출하여 기존의 방법으로 수치지도를 제작하는 전체공정에 소요되는 비용과 비교한 결과 전체소요금액 대비 약 4.89%가 절감되는 것으로 계산되었다.

위의 결과를 우리나라 전 지역의 1/5,000수치지도 도엽에 해당하는 16,500도엽을 대상으로 하여 제작하는 경우의 절감효과를 계산해보면 기존방법으로 수치지도를 제작하는 경우 96도엽에 대해 약6.9억 원이 소요되므로 16,500도엽을 제작하는 데는 1,186억이 소요되고 여기에 현장측량시스템을 이용하는 경우의 절감효과 4.89%를 적용하면 약 58억 원이 절감됨을 알 수 있다.

지리조사프로그램을 이용하는 경우의 절감효과를 전체금액에 비교해 보면 절감비율은 미약하지만 작업의 일부를 자동화하고 작업 단계를 줄임으로써 작업단계마다 발생할 수 있는 오류를 줄일 수 있어, 보다 정확한 지도를 제작할 수 있다.

본 연구에서는 현장측량시스템의 초기 단계와 한정된 연구수행기간 및 연구수행인원 등의 어려운 문제로 대상지역을 시가지가 50%이상인 1/5,000축척의 수치지도 Ver 2.0 1도엽을 대상으로 하였고, 비교대상의 수치지도 항목도 건물에 대해서만 실시하였다.

향 후 조금 더 심도 있는 연구를 위해서는 농경지, 산악지 등의 비율이 다양한 지역의 비교가 필요하며, 또한 이 연구에서는 언급이 안 된 현장에서 지리조사와 동시에 할 수 있는 정위치 편집 작업에 대한 연구가 필요할 것으로 본다.

4. 결론

본 연구에서는 현장측량시스템을 이용하여 수치지도 Ver 2.0을 제작하는 연구를 수행하고 기존의 수치지도 제작방법과 비교하였다. 비교한 결과 현장측량시스템을 이용하는 경우는 기존의 방법에 비해 작업단계가 줄고, 지리조사 정리 작업이 필요 없게 되어 정리단계에서 발생하는 오류를 줄일 수 있으며, 지리조사항목 속성 테이블 작성 작업을 프로그램에 의해 일괄처리 함으로써 작업시간을 줄일 수 있었다. 수치지도 Ver 2.0을 제작하는 전체공정에 비교한 결과 약4.89%의 비용절감 효과가 있다는 결과를 얻었다.

감사의 글

이 논문은 2003년도 서울시립대학교 학술연구용 첨단장비 지원에 의하여 이루어진 것이며 이에 학교당국에 감사 드립니다.

참고문헌

- 국립지리원, 2000, 무결점수치지도 제작연구, pp. II-25~II-30, VI-127~VI-129.
- 국립지리원, 2001, 기본지리정보구축 연구 및 시범사업, pp. 119~201.