

수치지도 지리조사 자료의 표준화 및 활용

Standardization and Application of Geographic Survey Datas in National Digital Map

이현직* · 유지호** · 이혁호***

Lee, Hyun Jik · Ru, Ji Ho · Lee, Hyuck Ho

要 旨

현재 수치지도를 비롯한 모든 공간정보의 속성정보를 취득하기 위한 방법으로는 현장에서 직접적인 조사를 수행하는 지리조사가 일반적이다. 그러나 수치지도 제작을 위한 지리조사는 수치지도에서 표현하는 모든 지형지물에 대한 현장 직접조사를 수행하여야 하기 때문에 지리조사의 범위가 매우 광범위하다. 또한 현재의 지리조사는 지리조사원도(중이지도)를 이용하여 수작업에 의한 조사방법을 이용하기 때문에 조사에 많은 인력, 경비, 시간이 소요되고 있다. 최근 일부 지리조사를 휴대용 및 차량용 MMS(Mobile Mapping System)를 이용하여 전산화 정보를 수집하고 있으나, 직접적으로 수치지도의 제작에 이용하기 위해서는 해결해야 할 문제점들이 있다. 본 연구에서는 현행 지리조사 기준 및 방법의 문제점을 분석하고 국내·외 공간정보 구축 및 서비스 기관의 지리조사 방법을 조사하여 수치지도 제작에 적합한 지리조사 기준 및 방법을 제시함으로써 수치지도 제작 업무의 효율성을 높이고 수치지도의 최신성 및 신뢰도 향상과 지리조사 자료의 활용성을 증대시켜 전국기반 수치지도의 활용성을 극대화하고자 한다.

핵심용어 : 지리조사, 표준화, 수치지도

Abstract

The method regarding obtaining various kinds of attribute data of spatial information, including that of digital map, is normally restricted to Geographic survey that deals with in-field surveys. Geographic surveying for drawing digital map, however, require much effort due to the fact that a surveyor has to characterize geographic features individually in the field. Not only does the Geographic survey cover large area, but also its need for manual drawing and surveying using Draft map makes it more expensive and time-consuming. Though some recent Geographic surveys take advantage of MMS(Mobile Mapping System) to collect computerized information, there are inevitable limits in creating digital map with such data. This research will analyze the problems in current Geographic surveys and suggest adequate methods and standards for Geographic surveys by researching the methods of domestic/international service organizations that deal with establishing spatial information. This study therefore will aim to enhance the efficiency of creating digital map and Geographic survey, which would ultimately maximize the applicability of pan-national digital map by improving reliability of digital map and upgrading the utilizability of Geographic survey data.

Keywords : Geographic Survey, Standardization, Digital Map

1. 서 론

현 시대의 공간정보(Spatial Data, Geo-spatial Information)는 IT환경의 발전으로 인하여 전문가부터 일반 대중까지 광범위하게 활용되고 있다. 공간정보는 지형 지물(Feature)의 형상 및 크기 등을 알 수 있는 위치 및

도형정보(Graphic Data)와 특성 및 현상적 내용을 알 수 있는 속성정보 (Attribute Data)로 구성되기 때문에 도형 및 속성정보 모두 높은 정확도와 최신성을 갖추어야 한다(건설교통부, 2007).

공간정보의 도형정보는 일반적으로 사진측량기술을 이용하여 제작되는데 현실공간을 점, 선, 면으로 요약

2012년 6월 25일 접수, 2012년 8월 27일 채택

* 교신저자 · 정희원 · 상지대학교 건설시스템공학과 교수(hjiklee@sangji.ac.kr)

** 정희원 · 상지대학교 지형정보센터 공학박사(sjce96@hanmail.net)

*** 상지대학교 대학원 토목공학과 석사과정(savage11@lycos.co.kr)

해 표현하는 벡터(Vector)기반 정보와 현실공간을 영상으로 표현하는 래스터(Raster)기반의 정보로 나누어진 다. 도형정보는 축척이나 GSD(Ground Sample Distance)가 대축척, 고해상도 일수록 높은 위치 정확도를 확보할 수 있으며, 도형정보의 최신성을 확보하기 위한 방안으로 수치지도 수시 수정/갱신 체계 등이 도입되고 있다(최석근, 2009).

공간정보의 대표적인 수치지도는 용도, 명칭, 종류 등 지형지물의 특성 및 현상적 내용을 담고 있는 속성정보를 가지고 있으며 도심지역의 경우 지형지물에 대한 도형정보의 변화보다 속성정보의 변화가 많이 발생한다. 이러한 공간정보의 속성정보들은 공간정보의 분석 검색 등에 대부분 이용되기 때문에 최근 IT 관련 콘텐트에서는 지형지물에 따라 점, 선, 면의 구조로 표현되던 벡터기반의 도형정보를 점형으로 전환하고 있다. 또한 다양한 속성정보를 입력 및 연계한 관심위치정보(POI : Point Of Interest)의 구축 및 활용이 급증함에 따라 도형정보 보다는 속성정보에 대한 정확도 및 최신성을 확보하기 위한 노력을 많이 기울이고 있다.

현재 수치지도를 비롯한 모든 공간정보의 속성정보를 취득하기 위한 방법으로는 현장에서 직접적인 조사를 수행하는 지리조사가 일반적이며 그 중에서 수치지도를 제작하기 위해서 수행하는 지리조사는 수치지도에서 표현하는 모든 지형지물에 대하여 현장 직접조사를 실시해야한다. 현장직접조사 방법은 지형지물의 추가, 누락여부는 정확하게 조사할 수 있지만 수치지도 제작을 위한 지리조사범위가 광범위하므로 많은 인력, 경비, 시간이 소요되고 있다(전부남, 2005). 최근 일부 지리조사를 휴대용 및 차량용 MMS(Mobile Mapping System)를 이용하여 전산화 정보를 수집하고 있으나, 직접적으로 수치지도의 제작에 이용하기 위해서는 해결해야 할 문제점들이 있다.

이에 본 연구에서는 현행 지리조사 기준 및 방법의 문제점을 분석하고 국내·외 공간정보 구축 및 서비스 기관의 지리조사 방법을 조사하여 수치지도 제작에 적합한 지리조사 기준 및 방법을 제시함으로써 수치지도 제작 업무의 효율성을 향상하고자 한다. Figure 1은 본 연구의 주요내용 및 방법을 나타낸다.

현재 수치지도 제작을 위한 지리조사 관련 규정, 지침, 작업 매뉴얼을 조사하여 지리조사의 대상 및 항목을 분석하고, 지리조사 자료에 대한 품질분석을 수행한 결과를 바탕으로 효율적인 지리조사를 위하여 지리조사 대상 및 속성항목의 개선 방안을 제시하였다.

또한 현재의 지리조사 방법과 국내·외에서 공간정보를 구축 및 활용하는 기관의 지리조사 방법을 분석하여

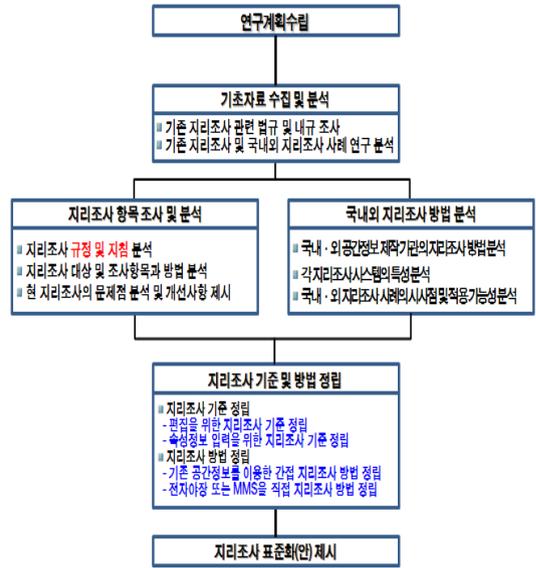


Figure 1. Research Method

수작업에 의한 지리조사의 문제점과 IT 기반의 지리조사 방법의 도입에 대한 타당성을 분석하였다.

지리조사 대상 및 항목과 지리조사 방법의 조사를 통해 분석된 지리조사 방법들을 지리조사 대상 및 항목, 방법의 분석을 통해 제시된 문제점과 개선방안을 기반으로 현장성, 객관성, 활용성을 갖출 수 있도록 개선된 지리조사 대상 및 항목, 방법에 대하여 정립하였다.

마지막으로 연구에서 제시한 지리조사 방법을 효과적으로 도입하기 위하여 지리조사 자료 처리 방안과 수치지도 제작 공정을 개선하여 제시하였다.

2. 현재 지리조사 체계 및 지리조사 방법 분석

2.1 지리조사 체계 분석

지리조사에 대한 기준 및 작업방법은 수치지도 작성 작업규정(제2010-981호), 국가기본도조사및편집지침(2011), 사업체지리조사작업지침에 정의되어 있어 본 연구에서는 이를 대상으로 지리조사에 관련된 기준 및 작업방법을 분석하였다.

2.1.1 지리조사 기준

(1) 수치지도 작성 작업규정

수치지도 작성 작업규정에서는 수치지도 제작을 위한 기준 및 작업방법을 법률 및 규칙보다 구체적으로 정의하고 있으며, 지리조사의 대상 및 항목, 지리조사의 작업방법에 대하여 기술하고 있다.

2006년 이전의 수치지도 작성 작업규정에서는 종이 지도를 기준으로 지리조사의 대상 및 항목, 작업방법을 정의하였으나, 2006년 수치지도 1.0을 기준으로 지리조사 관련 조항이 개정되었고 2010년에는 수치지도 2.0 기준으로 지리조사 관련 조항이 개정되었다. 2010년 개정된 수치지도 작성 작업규정에서 지리조사 관련 조항은 제15조(조사 대상 및 범위), 제16조(조사기준), 제17조(지리조사의 작업방법), 제18조(현지보완측량 작업방법), 제19조(지리조사의 확인)으로 규정하고 있다.

수치지도 작성 작업규정에서 규정하고 있는 지리조사 대상 및 범위는 수치지도 1.0 또는 수치지도 2.0에 표현된 총 104개의 중분류 지형지물 중 현장조사를 수행하지 않는 철도경계, 하천경계, 해안선, 행정경계(KLIS자료), 등고선, 표고점, 도곽선, 격자를 제외한 96개 지형지물이 조사대상이며, 96개 지형지물에 해당하는 261개의 속성항목이 지리조사의 범위이다.

(2) 수치지도 제작 작업지침

수치지도 제작 작업지침은 수치지도 작성 작업규정을 기준으로 수치지도 제작에 요구되는 사항 및 세부적인 작업 내용을 담고 있다. 수치지도 제작 작업지침의 지리조사 대상 및 범위는 수치지도 작성 작업규정에 정의된 내용과 동일하며, 수치지도 2.0의 지형지물을 기준으로 지리조사 대상의 실제 형태, 조사항목, 조사내용, 방법에 대하여 구체적으로 정의하고 있다.

2.1.2 지리조사 방법

지리조사는 도화과정에서 항공사진의 폐색지역으로 인하여 도화로 묘사할 수 없는 지형지물에 대한 정위치 편집을 위한 현장 실측과 수치지도의 지형지물에 대하여 속성정보를 취득하기 위한 조사과정으로 나뉘며 일반적으로 지리조사원도를 이용하여 현장에서 측량 및 조사내용을 기입하는 수작업 방법을 주로 이용하고 있다.

Figure 2는 수치지도의 제작 공정을 간단하게 표현한 것이다. 그림에서 나타난 것과 같이 도화가 완료되면 도화원도를 이용하여 지리조사원도를 제작하고 지리조사원도상에 누락된 지형지물은 지거측량 및 TS(Total Station)측량을 통한 보완측량을 수행한다. 위치측량과 지형지물에 대한 속성항목 조사 및 계측을 완료하면 내역을 통하여 도형을 수정하고 속성정보를 입력한다.

Figure 3은 현장 지리조사원도를 나타낸 것이고, Figure 4는 현장 측량 및 지리조사 모습을 나타낸 것이다. 현장 지리조사 자료는 지리조사원도에 수작업으로 기록하고 있기 때문에 조사 기록의 누락 및 오기로 인하여 속성정보 입력 과정에서 오류가 발생할 수 있다.

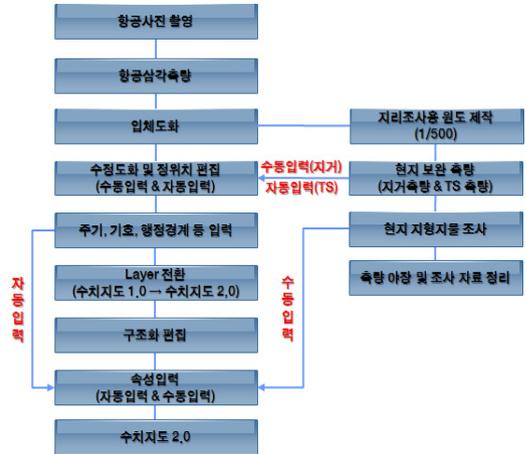


Figure 2. Process of Digital map production

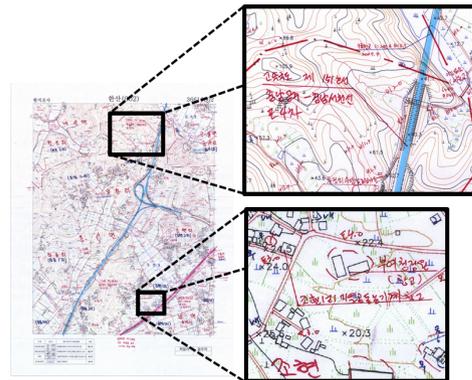


Figure 3. Geographic Survey map



Figure 4. Geographic Survey

속성입력은 현장 작업자와는 별개로 실내의 입력 작업자에 의해 다시 한 번 수작업으로 이루어짐으로 입력자의 누락에 의한 오류와 입력에 따른 오류가 수반된다.

Figure 5는 지리조사원도의 작성시 발생하는 오류를 나타낸 것이고, Figure 6은 속성 입력자에 따른 입력오

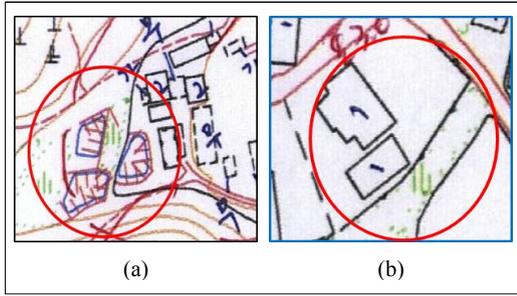


Figure 5. Missing error of Geographic Survey

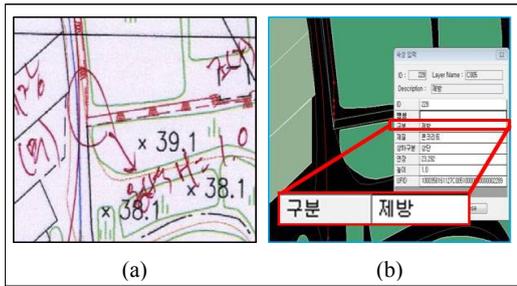


Figure 6. Input error of Attribute Data

류를 나타낸 것이다.

Figure 5의 (a), (b)는 각각 지리조사원도에서 제방과 담장의 속성이 조사되지 않은 경우이며 Figure 6 (a)에서는 현장조사에서 옹벽으로 조사했지만 Figure 6 (b)의 수치지도에는 제방으로 잘못입력 되어있었다.

이와 같은 속성정보의 조사 및 입력 시 발생한 오류는 다단계의 작업 공정과 수작업으로 작성된 지리조사 자료를 전산으로 옮기는 과정에서 발생한 것으로 이를 최소화하기 위해서는 전산화 기반의 현장 지리조사 자료 및 성과를 작성하기 위한 방안이 요구된다.

2.2 지리조사 품질 분석

지리조사의 품질 분석은 현장에서 조사 및 입력이 가능하거나 불가능한 지형지물의 속성정보를 분류하고 불가능한 원인을 분석하여 직접 조사를 대신할 조사방법 및 입력 방안을 제시하고자 수행하였다. 지리조사 품질 분석의 대상은 1/1,000 및 1/5,000 수치지도를 이용하였으며, 제작 방법은 수치지도 1.0을 수치지도 2.0으로 전환하여 제작한 경우(Case 1)와 수치지도 2.0을 신규 제작한 경우(Case 2)로 나누어 분석을 수행하였다.

Case1의 분석 자료는 경남 마산시의 1/1,000 수치지도 80도엽과, 충북 청주시의 1/5,000 수치지도 50도엽을 수집하였고, Case2의 분석 자료는 경남 창원시의 1/1,000 수치지도 3도엽, 동해시 1/1,000 수치지도 25

Table 1. Features of Geographic Survey quality analysis

구분	지역	도엽수 (개)	지형지물 (개)	속성정보 (개)
1/1,000 (Version 전환) Case1	마산시	80	56	157
	청주시	50	47	152
1/1,000 신규제작 Case2	창원시	3	62	165
	동해시	25		
1/5,000 신규제작 Case2	서천군	3	48	147
	동해시	10		

도엽과 충남 서천군의 1/5,000 수치지도 3도엽, 강원 동해시의 1/5,000 수치지도 10도엽을 수집하였다. 지리조사 품질 분석은 지리조사 대상인 96개의 지형지물 중 수치지도에서 포함하고 있는 지형지물의 속성정보 입력여부를 조사하였으며 각 Case에 포함된 지형지물과 속성정보의 개수는 Table 1과 같다.

지리조사의 품질을 분석한 결과 수치지도 1.0에서 수치지도 2.0으로 전환한 Case1의 경우 1/1,000 수치지도는 총 56개 지형지물 중 38개의 지형지물이 모두입력, 18개의 지형지물은 일부입력으로 나타났으며, 1/5,000 수치지도는 총 47개 지형지물 중 20개 지형지물은 모두입력, 24개의 지형지물은 일부입력, 3개 지형지물은 속성정보의 입력이 이루어지지 않은 것으로 나타났다.

수치지도 2.0을 신규로 제작한 Case2의 경우 1/1,000 수치지도는 총 62개 지형지물 중 47개 지형지물은 모두입력, 12개의 지형지물은 일부입력, 3개 지형지물은 속성정보의 입력이 완전히 누락되었고, 1/5,000 수치지도는 총 48개 지형지물 중 30개 지형지물은 모두입력, 12개의 지형지물은 일부입력, 6개 지형지물은 속성정보가 입력되지 않은 것으로 나타났다.

지리조사의 품질을 축척별로 분석한 결과 1/5,000에 비해 1/1,000 수치지도의 전수조사 비율이 상대적으로 높게 나타났으며, 1/5,000수치지도는 Case 1은 50%, Case 2는 40%이하의 지형지물에서 속성항목이 누락되었고, 수치지도 제작 Case별로 분석한 결과 1/1,000 및 1/5,000 수치지도에서 수치지도 2.0을 신규 제작한 Case2에서 지리조사 속성항목의 품질이 높게 나타났다. Table 2는 현장지리조사의 품질을 분석한 결과를 나타낸 것이다.

Table 2. Result of Geographic Survey quality analysis

수치지도 제작 Case	지리조사 품질분석							
	1/1,000 수치지도				1/5,000 수치지도			
	총계	전수 조사	일부 조사	완전 누락	총계	전수 조사	일부 조사	완전 누락
Ver 2.0 전환	56	38	18	0	47	20	24	3
	58.3%	67.9%	32.1%	0.0%	48.9%	42.5%	51.1%	6.4%
Ver 2.0 신규 제작	62	47	12	3	48	30	12	6
	64.6%	75.8%	19.4%	4.8%	51.0%	62.5%	25.0%	12.5%

Table 3. Missing features of Attribute Data

순번	Layer	지형지물명	속성명
1	A0063321	육교	연장
			폭
2	A0070000	교량	높이
			하천명
3	A0090000	입체교차부	연장
			높이
			통과하중
4	A0110020	터널	연장
			폭
5	C0032254	선착장	높이
			명칭
6	C0050000	제방	용도
			명칭
7	C0106312	관정	높이
			용도
8	C0130000	양식장	용도
9	C0160000	등대	관리기관
10	C0170000	저장조	관리기관
11	C0186115	탱크	명칭
			용도
			관리기관
12	C0200000	적치장	관리기관
13	C0250000	소화전	관리기관
14	C0290000	묘지계	관리기관
15	C0330000	비석/기념비	높이
16	C0390000	계단	명칭
17	C0430000	주차장	수용량
18	C0470000	지하환기구	관리기관
19	C0503375	차단기	관리기관
20	C0556354	헬기장	명칭
			용도
21	D0030000	독립수	명칭
22	E0020000	하천중심선	하천번호
23	E0052114	호수/저수지	용도
			관리기관
24	E0060000	용수로	폭
			관리기관
25	G0020000	수부지형경계	명칭

수치지도의 속성항목이 지형지물별로 일부 또는 완전 누락 되는 이유는 지형지물 및 조사여건에 따라 현장에서 지리조사 정보를 취득 할 수 없는 대상 및 속성항목이 존재하기 때문으로 판단된다. 세부적으로 속성항목을 살펴보면 비교적 규모가 작은 지형지물의 경우 조사하는 지형지물에 속성항목이 존재하지 않아 누락되는 경우와 실측정보가 포함된 지형지물의 연장, 면적, 높이, 폭 등의 현장 실측이 필요한 경우, 시설물 관련 지형지물 중 관리기관, 용도 등 현장에서 명확한 정보를 조사할 수 없는 경우로 나눌 수 있다.

Table 3은 지리조사에서 입력되지 않은 지형지물별 속성정보이며 누락된 속성정보 중 정량적 정보는 관리기관, 정량적 정보는 연장, 폭, 높이, 면적 등이 대부분 누락된 것으로 나타났다. 이와 같이 지리조사가 되지 않아서 입력이 되지 않은 속성정보 중 육교, 터널, 양식장, 비석/기념비, 호수/저수지, 용수로, 수부지형경계 등은 기 구축 수치지도 또는 유관기관 자료를 이용하고 연장, 폭, 면적 등의 정량적 정보는 도화원도 및 수치지도, 정사영상 등을 이용하여 입력이 가능할 것으로 판단된다.

그러나 현재 지리조사 방법은 모든 지형지물에 대하여 원칙적으로 현장조사를 하도록 규정하고 있어 조사가 불가능한 항목에 대해서는 참고자료를 이용한 조사 방법을 이용될 수 있도록 현재의 규정 및 지침에 대한 개선이 필요하다.

2.3 국내·외 지리조사 방법 분석

국내·외 공간정보를 구축 및 활용하는 기관의 지리조사 방법을 수집·조사하여 각 지리조사 시스템의 특성을 분석하고 IT 기반의 지리조사 방법을 도입할 경우에 대한 타당성을 타진하여 최적 지리조사 시스템을 선정하였다.

2.3.1 국내·외 지리조사 방법의 특성

현재 미국, 영국, 등의 공간정보 구축 기관과 Naver, Google 등 포털 사이트, 네비게이션 업체 등에서 Mobile Device 기반과 차량기반의 MMS(Mobile Mapping System)을 이용하여 측량 및 지리조사를 수행하고 있다.

Mobile Device 기반 MMS는 공간정보의 속성정보를 조사하기 위한 목적으로 이용되고 있는 시스템이며 차량기반의 MMS는 공간정보의 도형정보를 취득하기 위한 목적으로 주로 운영되고 있다. Table 4는 국내·외 공간정보 구축 및 활용 기관의 지리조사 방법을 나타낸 것이다.

Table 4. Domestic and foreign Geographic survey method and characteristics

구분	조사방법	특징
국외	OS (영국) 1. Mobile Device 기반 MMS 1.1 PRISM System	• 6주마다 타일단위 측량
	USGS (미국) 1. Mobile Device 기반 MMS	• 변경대상에 대해 7일 이내 수정/갱신
	나브텍 (미국) 1. 차량기반 MMS 1.1 도로망 측량	
국내	포털 사이트 1. 차량기반 MMS 1.1 도로주변시설 촬영 및 조사 2. Mobile Device 기반 MMS 2.1 시설물 현지 조사	• 분기별 지속적조사
	네비게이션 1. 차량기반 MMS 1.1 도로선형 측량 2. Mobile Device 기반 MMS 2.1 도로 주변 현지조사	• 분기별 지속적조사

(1) Mobile Device 기반 MMS

Mobile Device 기반의 MMS는 태블릿 PC, 스마트폰, PDA, 노트북 등 휴대용 IT 장비와 측량장비(GPS 및 TS), 통신장비로 구성되어 있으며, S/W는 MMS 및 전자야장 전용 프로그램을 이용한다. MMS의 특징은 프로그램 내에서 속성정보의 입력 및 수정이 가능하고 각 Layer별에 대한 편집과 GPS 및 TS로 측량된 성과로 도면화가 가능하도록 되어있다. Figure 7과 Figure 8은 Mobile Device 기반 MMS의 구성도와 도형 및 속성정보 취득 과정을 나타낸다.

Mobile Device 기반의 MMS는 사람의 출입 가능한 모든 지역에 대한 조사가 가능하며 시스템의 구축 비용이 저렴하고, 전문적 지식이 없이 사용이 가능하여 수



Figure 7. MMS of Mobile Device-based

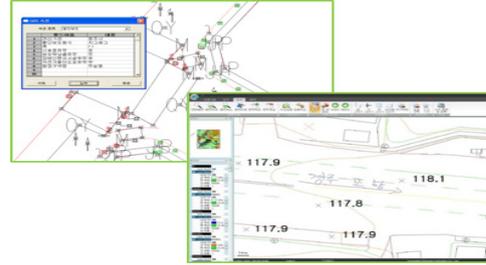


Figure 8. Geographic survey result by using MMS of Mobile Device-based

치지도 제작을 위한 지리조사 시스템에 가장 적합할 것으로 판단된다. 그러나 기존 지리조사와 마찬가지로 사람이 직접 이동하며 운영을 해야 하기 때문에 작업 시간이 많이 요구될 것으로 판단된다.

(2) 차량 기반 MMS

차량 기반의 MMS는 이동차량에 Vision system, 레이저스캐너, GPS수신기, 관성항법장치 등을 탑재하여 영상 해석 및 판독 기법을 통한 다양한 정보의 수집 및 3차원 위치 결정이 가능한 시스템이다. Figure 9는 차량 기반의 MMS를 나타낸 것이다.

차량 기반의 MMS는 차량을 이용함으로 신속한 자료의 획득이 가능하고, 시스템 및 S/W의 자동화율이



Figure 9. MMS of Vehicle-based

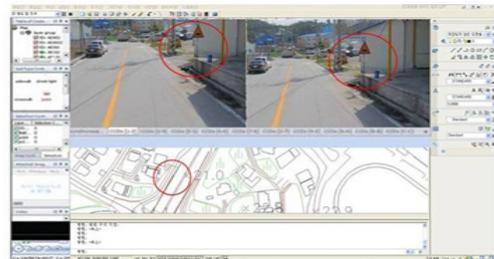


Figure 10. Data Acquisition Software of MMS of Vehicle-based

높다. 그러나 시스템 구축에 많은 비용이 들고 시스템 사용에 있어서 전문적인 지식이 요구된다. 또한 차량의 이동이 가능한 지역과 도로주변에 대한 정보만 획득이 가능하기 때문에 도로주변에 장애물이 있을 경우 정보의 취득이 원활하지 않을 것으로 판단된다(국토지리정보원, 2009). Figure 10은 차량 기반 MMS의 자료 취득 과정을 나타낸다.

2.3.2 IT 기반의 지리조사용 최적 시스템 선정 및 S/W 개발 제한사항

국내·외 공간정보 구축 및 활용 기관의 현장 측량 및 조사방법에 대하여 분석한 결과 차량 기반의 MMS는 도로와 인접된 지형지물에 대한 조사가 가능하지만 장애물에 대한 영향이 크므로 현재 우리나라의 수치지도 제작을 위한 현장 지리조사에 다소 부적합하다(국토지리정보원, 2009). 반면 Mobile Device 기반의 전자야장 및 MMS는 작업자가 도보로 이동하여 공간정보에 대한 취득이 이루어지므로 모든 수치지도 지형지물에 대한 조사가 가능하므로 현재 수치지도 제작을 위한 지리조사에 최적 시스템으로 판단된다.

Mobile Device 기반의 전자야장 및 MMS가 현장에 적용되기 위해서는 지리조사에 적합한 소프트웨어 개발이 이루어져야 하므로 다음과 같은 소프트웨어 개발 제한사항을 제시하였다.

- 도형 및 속성편집, 스케치, 영상자료 입력과 기 구축 공간 정보 (수치지도, 정사영상)를 연계한 기능
- 측량장비 TS 또는 GPS의 연결을 통한 도형정보 제작 기능
- 속성정보의 조사가 완료된 지형지물에 대한 On/Off 기능
- Mobile Device의 내장형 GPS 정보를 이용한 작업자의 현재 위치 표시 및 이동 경로 추적
- 무선통신을 이용한 지리조사 자료의 송/수신 기능 (도곽단위 또는 작업범위)
- 전자야장으로 조사된 성과의 출력기능 : 수작업방식의 성과심사 및 작업자 혼란 최소화

3. 지리조사 기준 및 방법 정립

본 절에서는 현재 지리조사의 체계 및 방법 분석을 통해 제시된 지리조사 대상 및 항목, 방법에 대한 문제점을 개선하고, IT 기술을 이용한 지리조사 방법을 도입하기 위하여 개선된 지리조사의 기준 및 방법을 정립하였다.

지리조사의 대상 및 항목에 대한 기준은 현 지리조사 관련 규정 및 지침에서 제시된 지형지물 및 속성정보를



Figure 11. Process for establish of Geographic survey Standards and methods

기준으로 현장 작업 최소화, 작업공정의 객관화, 기 구축정보의 활용, 타 속성 DB 활용, 최신 IT 기술 활용 등을 고려하여 우선입력 대상과 현장 직접조사 대상으로 정립하였다.

지리조사 방법은 개선된 지리조사 기준에 적용가능한 방법과 국내·외에서 활용되고 있는 IT 기술 기반의 지리조사 방법인 Mobile Device 기반 전자야장 및 MMS 활용에 적합한 방법을 선정하였다. 또한 지리조사 공정과 방법을 적용하기 위하여 현재의 수치지도 제작 공정에 대한 개선사항을 제시하였다. Figure 11은 지리조사 기준 및 방법의 정립 과정을 나타낸 것이다.

3.1 지리조사 기준 정립

지리조사 대상 및 항목 중에서 우선입력 대상은 기 구축 수치지도의 속성정보, 공공 및 민간기관의 공간정보, 각 지형지물별 참고자료 등으로 입력이 가능한 지형지물을 고려하여 기존 수치지도의 지리조사 대상인 96개 지형지물, 261개의 속성정보 중 41개 지형지물, 137개 속성정보를 선정하였다. 우선입력 대상으로 선정된 속성정보는 현장 지리조사 사전에 수집하여 수치지도 2.0으로 구조화 편집이 완료된 조사원도에 입력한 후 현장에서 확인 또는 수정하는 방식으로 사용이 가능하다.

현장 직접조사대상은 참고자료에서 지형지물에 관한 정보의 습득할 수 없거나, 변화가 예상되는 지형지물로 96개의 지리조사 대상 중 55개 지형지물의 124개 속성정보를 선정하였다. Table 5는 우선입력 대상을 나타낸다.

3.2 지리조사 방법 정립

지리조사의 방법 중에서 우선입력 대상에 대한 방법은 3가지 방안으로 기 구축 수치지도 연계 방법, 기 구축 공간정보를 이용한 방법, 유관기관 공간정보를 이용

한 방법으로 나누어 정립하였다. 직접조사 대상의 지리 조사 방법은 Mobile Device 기반의 전자야장 및 MMS를 이용한 지리조사 공정을 정립하였으며 지리조사 방법의 변화에 따라 개선된 수치지도 제작 공정 및 실시간 지리조사 자료 처리 방안을 정립하였다.

3.2.1 우선입력 방법

(1) 기 구축 수치지도 연계 방안

1/5,000 국가기본도는 전국을 4개 권역으로 나누어 2년 주기로 수치지도를 수정 및 갱신하고 있기 때문에

신규 개발 공사가 수행된 지역을 제외한 대부분의 지역은 공간정보의 변화가 많지 않을 것으로 판단된다. 수치지도의 수정 및 갱신 요인과 관련된 연구 사례에서는 수치지도의 수정 및 갱신 비율이 도심지역을 기준으로 10% 이내로 제시된 바 있다(건설교통부, 2003).

따라서 수치지도의 도형정보의 상관성을 이용한 연계 방안을 사용하여 면형의 경우 면적과 무게 중심점(위치)의 오차범위에 대한 상관성, 선형의 경우 시점 및 종점의 위치와 총연장에 따른 상관성 분석, 점형의 경우 위치오차범위의 버퍼존에 분석을 통해 제작 시기가 다른 수치지도의 동일한 지형지물을 판단하여 속성정보를 연계가 가능할 것으로 판단된다.

Table 5. Feature for first input

순번	Layer	지형 지물명	순번	Layer	지형 지물명
1	A002 0000	도로 중심선	22	C026 0000	소화전
2	A003 3320	인도 (보도)	23	C026 0000	관측소
3	A004 3325	횡단 보도	24	C03 10000	문화재
4	A005 3326	안전 지대	25	C032 5315	성
5	A006 3321	육교	26	C033 0000	비석/ 기념비
6	A007 0000	교량	27	C03 50000	동상
7	A008 0000	교차로	28	C042 3365	주유소
8	A009 0000	입체 교차부	29	C044 3363	휴게소
9	A010 0000	인터 체인지	30	C045 3322	지하도
10	A011 0020	터널	31	E002 0000	하천 중심선
11	A017 3373	철도 중심선	32	E005 2114	호수/ 저수지
12	C001 0000	댐	33	E006 0000	용수로
13	C002 5336	부두	34	E007 2325	폭포
14	C003 2254	선착장	35	F003 0000	성/절토
15	C004 0000	선거	36	F004 0000	옹벽
16	C005 0000	제방	37	F005 7215	동굴 입구
17	C008 0000	잔교	38	G002 0000	수부 지형 경계
18	C015 2261	온천	39	H002 0000	기준점
19	C016 0000	해수욕장	40	H004 0000	지명
20	C019 0000	등대	41	H00 50000	산/산맥 이름
21	C025 0000	광산			

지형지물별 유일식별자(UFID : Unique Feature Identifier)를 이용하는 방법의 경우 수치지도의 축척, 제작시기에 따라 다르기 때문에 추후 국토해양부에서 동일한 지형지물에 대해서 단일 유일식별자를 개발함에 따라 향후 객체별 단일 UFID가 결정되게 되면, 기 구축 수치지도와 신규 수치지도와의 연계가 용이할 것으로 판단된다.

(2) 기 구축 공간정보를 이용한 방법

기 구축 공간정보를 이용한 방법은 정사영상을 이용하는 방법과 도화원도 또는 기존 수치지도를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다.

영상 정보를 통해 우선입력 대상에 대한 속성을 입력하는 정보들은 정성적 속성정보로 가시적 판독이 가능한 항목이며 최신성 및 판독력을 고려하여 수치지도 제작 시기가 1년 이내에 제작된 GSD 0.25m이내의 정사영상이나, 수치지도 제작 당시의 항공사진영상을 이용하여야 한다. Figure 12는 정사영상을 이용하여 입력 가능한 속성정보를 판독하는 모습을 나타내며 Table 6은 정사영상을 이용하여 우선입력 가능한 대상을 나타낸 것이다.

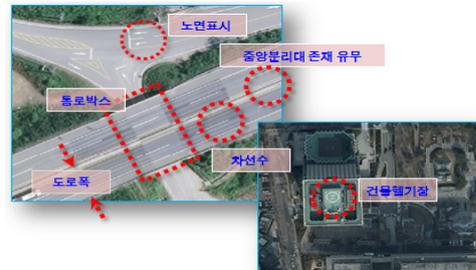


Figure 12. Method of first input for feature by using an Orthophotos

Table 6. Feature for First input - using Orthophoto

순번	Layer	지형지물이름	속성명
1	A0020000	도로중심선	포장재질
			분리대 유무
			차로수
			도로폭
2	A0033320	인도(보도)	일방통행
			폭
			재질
			자전거도로유.무
3	A0053326	안전지대	종류
			구조
4	A0063321	육교	폭
			형태
5	A0070000	교량	연장
			폭
6	A0080000	교차로	종류
			구분
7	A0090000	입체교차부	연장
			보도
			보도
8	A0110020	터널	연장
9	A0171119	철도중심선	구조
10	C0010000	댐	폭
11	C0025336	부두	재질
12	C0040000	선거	재질
13	C0050000	제방	재질
			상/하구분
			연장
14	C0080000	잔교	재질
15	C0285311	묘지	속성없음
16	G0020000	수부지형경계	형태
17	G0030000	기타경계	용도

Table 7. Feature for first input - using Draft map

순번	Layer	지형지물명	속성명
1	A0020000	도로중심선	도로폭
2	A0033320	인도(보도)	폭
3	A0053326	안전지대	구조
4	A0063321	육교	연장
			폭
5	A0070000	교량	연장
			폭
6	A0090000	입체교차부	연장
7	A0110020	터널	연장
			폭
8	C0010000	댐	폭
9	C0050000	제방	연장
10	C0453322	지하도	연장
11	E0052114	호수/저수지	면적
12	E0060000	용수로	연장
			폭
13	F0032625	성/절토	구분
			상/하 구분
14	F0040000	옹벽	상/하 구분
			연장

도화원도 또는 기존 수치지도는 벡터데이터로 수치 값을 가지고 있어 이를 이용하여 입력이 가능한 속성정보는 건물, 도로, 교량의 정량적 속성정보인 연장, 폭, 높이 등으로 지형지물의 제원과 같은 수치를 측정할 수 있는 값들이다. Table 7은 도화원도 및 수치지도를 이용하여 입력 가능한 우선입력 대상을 나타낸 것이다.

그러나 지형지물별 정량적 속성정보는 수치지도의 정확도에 따라 실측값과 차이가 발생할 수 있으므로 본 연구에서는 기존에 제작된 수치지도를 기준으로 지리조사를 수행하여 입력된 정량적 속성정보와 도화원도로 관측된 정량적 속성정보를 비교하여 정확도를 분석하였다.

정량적 속성정보의 분석은 도로중심선, 인도, 육교, 교량, 입체교차부, 제방, 지하도, 용수로, 옹벽의 9개 지형지물 중 도로폭, 연장 등의 12개의 속성항목에 대하여 1/5,000 수치지도에 입력된 수치와 도화원도로 관측된 수치를 비교하였다.

Table 8은 도화원도를 이용한 속성정보의 정확도를 분석한 결과로 상대적으로 관측거리가 짧은 도로폭, 인도폭, 육교 및 교량의 연장과 폭 등은 0.2m 내외의 오차를 나타냈으나 관측거리가 긴 제방, 지하도, 용수로, 옹벽은 0.4m 이상의 오차가 발생하였다. 그러나 1/5,000 도화원도의 수평위치 오차가 ± 1m 임을 고려할 때 양호한 결과로 판단되어 줄자나 윤정계를 이용한 거리측량법에 의한 현장 지리조사를 대신하여 도화원도를 이용하여 우선입력 하여도 정성적 속성항목의 품질은 문제가 없을 것으로 판단된다.

Table 8. Result of Accuracy analysis on inputted Attribute Data by Using a Draft Map

지형 지물명	도로 중심선		인도 (보도)		육교		교량		입체 교차부
	도로폭	폭	연장	폭	연장	폭	연장		
평균 오차량 (m)	0.19	0.03	0.54	0.11	0.12	0.09	0.34		
지형 지물명	제방	지하도	용수로		옹벽		전체 평균		
속성 항목	연장	연장	폭	연장	연장		-		
평균 오차량 (m)	0.55	0.58	0.16	1.34	0.44		0.37		

종 목	국보 제20호
명 칭	경주 불국사 다보탑 (慶州 佛國寺 多寶塔)
분 류	유적건조물 / 종교신앙/ 불교/ 탑
수량/면적	1기
지정(등록)일	1982.12.20
소재 지	경북 경주시 불국로 385, 불국사 (간현동)
시 대	통일신라
소유자(소유단체)	불국사
관리자(관리단체)	불국사



불국사다보탑

Figure 13. Spatial Data of Relevant agencies

(3) 유관기관 공간정보를 이용한 방법

공공기관에서는 업무 및 대민서비스를 목적으로 각 기관에서 관리되고 있는 지형지물에 대한 공간정보 서비스 시스템을 운영하고 있다. 또한 각 기관에서 관리되고 있는 지형지물은 수치지도 에서 담고 있는 속성 정보 이상의 다양한 정보를 가지고 있으므로 이를 활용할 경우 효과적인 속성정보의 입력이 가능할 것으로 판단된다.

대표적으로 등대는 항로표지기술협회에서 제공하는 전국주요등대정보의 제원을 활용하여 명칭, 형태 정보를 취득할 수 있고, 성 및 문화재는 문화재청에서 제공하는 문화재검색을 통하여 명칭, 형태 등의 정보를 취득할 수 있다. 그리고 휴게소는 한국도로공사에서 제공하는 휴게시설검색을 통하여 명칭, 용도에 관한 정보를 취득할 수 있다. Figure 13은 유관기관에서 제공하는 공간정보를 나타낸 것이다.

3.2.2 직접 지리조사 방법

Mobile Device기반 전자야장을 이용한 직접지리조사의 방법은 기 구축 수치지도의 속성정보의 연계와 우선 입력 대상에 대한 속성정보의 입력을 완료한 후 현장에서 기 입력 대상에 대한 확인 및 수정, 미입력 대상에 대한 조사를 수행하는 방법이다. Figure 14는 Mobile Device기반 전자야장을 이용한 지리조사의 공정을 나타낸 것이다.

기 구축된 속성정보를 입력하고 신규 또는 기존 수치지도의 속성정보의 연계가 불가능한 지형지물은 우선 입력 방법을 이용하여 가능한 항목에 대한 속성정보를 입력한다.

현장조사는 신규 제작된 지형지물의 경우 속성을 조사하여 입력하고, 수정 제작된 경우는 속성정보를 확인 후 변화가 발생 한 지형지물에 대해서만 속성정보 수정 또는 기 입력정보를 확인하여 입력한다. 또한 누락된



Figure 14. Geographic survey methods by using MMS of Mobile Device-based

지형지물에 대해서는 현지 보완 측량을 수행하여 도형 및 속성정보를 입력한 후 정위치 편집을 수행하고, MMS로 입력된 지리조사 사항을 이용하여 지리조사 성과의 제작 및 이력 관리를 수행한다.

Mobile Device의 전자야장 시스템에 적용 가능한 제품으로는 현재 시판되고 있는 태블릿 PC, 스마트 폰 등이 있으며 3G, WiFi, 4G의 통신망의 접속이 매우 용이하므로 무선통신을 이용하여 현장 지리조사를 실시간으로 운영하는 것이 가능할 것으로 판단된다.

Figure 15는 실시간으로 지리조사 자료를 처리할 수 있는 방안을 도식적으로 나타낸 것으로 실내에서 도화

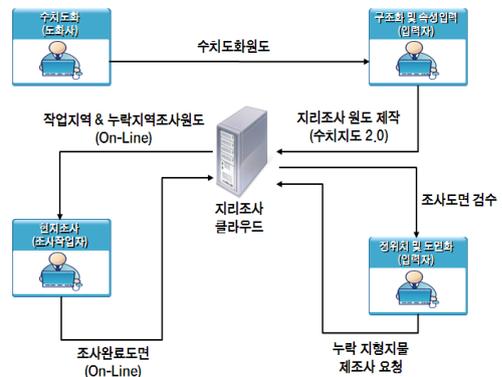


Figure 15. Real-time process method for Geographic survey data

사와 입력자에 의해 제작된 수치지도 2.0 형태의 지리조사원도를 클라우드 또는 웹하드 등 자료 공유 서비스(별도의 서버)에 업로드를 하면, 현장 작업자는 현장에서 Mobile Device의 무선통신을 이용하여 작업지역의 조사원도를 다운로드하여 현장 지리조사를 수행한다. 지리조사가 완료된 조사원도를 다시 클라우드 또는 웹하드에 업로드하면 실내의 입력자가 누락된 지형지물 및 속성정보를 검수하여 재조사 여부와 조사원도를 다시 클라우드 또는 웹하드에 업로드하는 방식이다.

이와 같이 실시간으로 현장 지리조사와 지리조사 자료의 검수가 동시에 이루어지게 되면 지리조사와 후속 작업인 구조화 및 정위치, 도면 편집에 따른 작업 효율의 향상과 비용 및 시간을 절감할 수 있을 것으로 판단된다.

3.2.3 수치지도 제작 공정 개선

본 연구에서 제시한 지리조사 방법을 효과적으로 도입하기 위해서는 현재 수치지도 1.0에서 2.0을 제작하는 공정에서 수치지도 2.0을 먼저 제작하고 필요에 따라 수치지도 1.0으로 제작하는 공정으로 전환이 요구된다.

본 연구에서 제시한 지리조사 방법인 우선입력방법과 모바일 디바이스 기반의 MMS를 이용한 직접조사 방법을 적용하기 위해서는 도형 및 속성정보를 표현할 수 있도록 구조화 편집이 완료된 자료가 요구된다. 그러나 수치지도 1.0을 먼저 제작하는 현재의 수치지도의 작업 공정을 유지하게 되면 본 연구에서 제안한 지리조사 방법을 적용하기 어렵다고 판단된다.

또한 현재의 수치지도 제작 공정은 수작업으로 조사된 지리조사 정보를 다시 수작업을 통해 입력하기 때문에 오기, 누락 등의 오류 수반할 수 밖에 없다.

이 본 연구에선 지리조사자료의 입력과정의 오류를 개선하고 IT 환경에 적합한 수치지도 제작을 위해서는 수치지도 1.0 제작을 우선하는 공정에서 수치지도 2.0 제작을 우선 제작하는 수치지도 제작 공정을 제안하였다.

Figure 16은 수치지도 2.0을 우선 제작하기 위해 개선된 수치지도 제작 공정을 나타낸 것이다.

4. 결론

본 연구는 현재 지리조사 대상 및 항목, 방법의 분석을 통해 제시된 문제점과 개선방안을 기반으로 현장성, 객관성, 활용성을 갖출 수 있도록 개선된 지리조사 대상 및 항목, 방법에 대하여 정립하기 위한 연구를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 현재의 지리조사 기준을 기 구축 공간정보 및 유관 기관 참고자료를 최대한 활용할 수 있도록 우선입력 및 현장직접 조사 대상 및 항목을 선정하였으며 각 항목에 대한 지리조사 방법을 정립하였다.

둘째, 지리조사 방법은 현재 활용되고 있는 모바일 장비기반의 전자야장 및 MMS를 적용하였을 때 요구되는 제안사항과 지리조사 공정을 정립하였다.

셋째, 지리조사 방법을 모바일 장비 기반의 전자야장 및 MMS로 전환하기 위한 현행 수치지도제작 공정의 개선점과 관련 공정을 정립하였다.

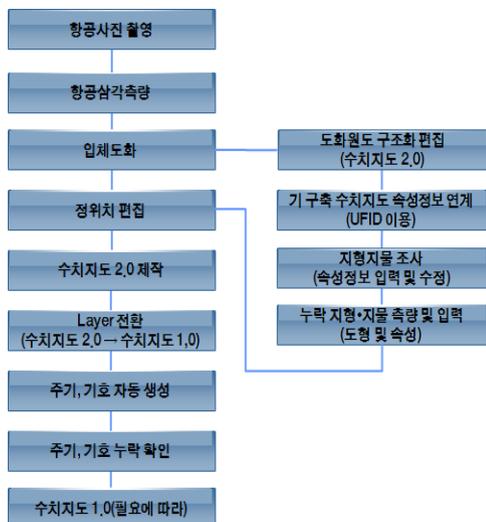


Figure 16. Improve for process of Digital map production

참고문헌

1. 이현직, 유영걸, 이혁호, 2012, 수치지도 품질향상을 위한 지리조사표준 방법 정립, 2012년 한국지형공간정보학회 춘계학술대회, 한국지형공간정보학회, pp. 11-12.
2. 이현직, 문건수, 이혁호, 김종수, 2011, 수치지도 활용성 향상을 위한 지리조사 표준화 방안, 2011년 NSDI 공동추계학술대회, 한국지형공간정보학회, pp. 266-267.
3. 위광재, 정태준, 이종석, 강인구, 김창우, 2009, 차량기반 모바일맵핑시스템을 이용한 국가지리정보 구축방안 연구, 2009년 대한토목학회 정기학술대회, 대한토목학회, pp. 1013-1016.
4. 전부남, 최윤수, 이임평, 2005, 현장측량시스템 활용을 통한 수치지도 제작공정 개선 - 지리조사와 구조화 편집과정 중심으로, 한국지형공간정보학회지, 한국지형공간정보학회, 제13권, 2호.
5. 최석근, 이승기, 조의환, 박상전, 2009, 수치지도 품질향상을 위한 지리조사 기준 정립, 한국지형공간정보학회

- 회지, 한국지형공간정보학회, 제 11권, 1호, pp.57-64.
6. 객체기반 공간정보 관리시스템 시범구축에 관한 연구, 건설교통부 국립지리원, 2002.
 7. 국가지리정보유통망의 운영실적 자료, 한국공간정보통신, 2007. 5.
 8. 국가지리정보유통 고도화 방안 연구, 국토연구원, 2007. 4.
 9. 수치지도 관리시스템 개선방안 연구, 건설교통부, 1999.
 10. 제2차 국가GIS사업 백서, 건설교통부, 2007.
 11. 차량기반 멀티센서 측량시스템 실용화 등에 관한 연구, 국토지리정보원, 2009. 12.
 12. GIS DB 실시간 갱신방안에 관한 연구, 건설교통부, 2003.
 13. 2011년 공간정보 표준화 연구, 국토해양부 국토정보지리원, 2011.
 14. Annual Report and Accounts, Ordnance Survey, 2000. 1.
 15. Annual Report and Accounts, Ordnance Survey, 2005. 6.
 16. <http://www.fgdc.gov/standards>
 17. <http://www.gsi.go.jp/>
 18. <http://www.isotc211.org/>
 19. <http://www.ngi.go.kr/>
 20. <http://www.ordnancesurvey.co.uk>