

도로공간정보의 추출방법에 따른 경제성 분석

Analysis of Economical Efficiency by the Extraction Method of Road Spatial Information

이종출¹⁾ · 박운용²⁾ · 문두열³⁾ · 서동주⁴⁾

Lee, Jong Chool · Park, Woon Yong · Mun, Du Yeoul · Seo, Dong Ju

¹⁾ 부경대학교 공과대학 건설공학부 교수(E-mail:jclee@pknu.ac.kr)

²⁾ 동아대학교 공과대학 토목·해양공학과 교수 (E-mail:uyyupark@daunet.donga.ac.kr)

³⁾ 동의대학교 공과대학 토목공학과 교수 (E-mail:dymun@hyomin.donggeui.ac.kr)

⁴⁾ 부경대학교 대학원 토목공학과 공학박사 (E-mail:dpsdj@mail1.pknu.ac.kr)

Abstract

This study has based on RTKGPS and DGPS and Digital Video Camera to 3-dimensional position data of road, as a Road Spatial Information. Economic efficiency analysis was applied to road spatial information system built up by four different methods such as conventional surveying, RTK GPS, DGPS, and Digital Video Camera. As a result of analysis, it was shown conventional surveying 100%, it was shown that about 64% in RTKGPS, it was shown that about 63% in DGPS, it was shown that about 37% in Digital Video Camera cost-saving.

1. 서 론

선진국가들이 정보화의 강국으로 변환을 모색하고 있는 세계적인 흐름속에서 정보화에 낙후되어있는 건설분야에서도 정보화의 태동이 일어나고 있다. 특히 건설교통부에서는 건설정보화를 위해 NGIS, ITS, CALS 및 수자원정보에 대한 정보화에 중점 추진사업을 진행하고 있다. 이러한 건설정보화에 흐름에서 정보화의 가장 중요한 정보자료의 정확성 및 경제성이다.

이러한 건설정보화 사업에 일환으로 현재는 우리나라에서는 전국의 산재되어 있는 도로를 통합관리하는 관리시스템을 구축하고 있다. 이런 사업에서 수치지도가 구축되어있는 지역에서는 수치지도를 이용하여 구축이 용이하지만 수치지도가 없거나 설계자료가 훼손된 지역에서는 도로정보를 획득할 필요성이 있다. 이러한 경우 획득하는데 많은 시간과 비용이 소모되므로 첨단측량기법을 이용하여 도로유지관리 차원에서 도로정보획득에 관한 연구가 진행되고 있다.(이종출, 2001);(Gillieron등, 2001)

먼저 차량에 GPS를 부착하여 도로위치정보를 획득하는 연구는 10여년간 미국의 오하이오 주립대의 매핑센터 및 캐나다의 켈거리대학에서는 GPS Van에 대한 연구가 계속되어왔다. 도로중심선 및 선형, 시설물의 위치를 1m 이하의 정확도로 표현하기위한 노력을 있었다(Habib, 2000; Ellum,2001) ; Gillieron,2001,Tao,2001).

국내에서는 위성측량의 기법을 이용하여 도로 선형 및 편경사를 추출하는 프로그램을 개발하여 0.1m이하의 정확도 향상시키는 연구가 활발하게 진행되었다.(이종출,2001,2002). 그리고 측량용카메라와 비측량용 비디오카메라를 이용하여 도로의 관련된 위치정보를 취득하고 정보화하는데 연구가 시작되는 시점에 있다.

따라서 본 연구에서는 도로공간정보를 취득을 위한 자료추출을 위하여 종래측량방법과 위성측량방법 그리고 수치지영상을 이용한 방법을 경제적인 측면에서 분석하여 보다 효율적이고 경제적인 방법을 제시하고자 한다.

2. 도로공간정보 취득 이론

2.1 도로공간정보 취득 종래방법

도로정보체계 구축을 하기 위해서는 설계도면이 없는 구간에서 수치지형도를 이용하거나 수치지형도가 없는 구간에는 측량을 하여야 한다. 따라서 설계도면 자료가 없는 도로에는 먼저 수치지형도 유·무를 파악한다. 수치지형도의 유·무에 따라 도로정보구축 업무에 많은 영향을 미친다.

먼저 수치지도가 없는 도로 정보구축은 그림 1에 나타낸 흐름도와 같이 도로정보를 구축하여야 한다. 첫째로 측량 기준점들의 자료들을 조사한다. 측량기준점이라면 국립지리원에서 관리하는 삼각점조서와 수준점조서를 말한다. 그리고 행정자치부에서 관리하는 지적삼각점과 지적삼각 보조점 및 지적 도근점들도 기준점 자료로서 수집하고 확인하여야 한다.

두 번째는 이러한 점들을 이용하여 삼각측량을 한 후 대상도로에 지형측량을 할 수 있게 다각측량을 하여야 하며, 도근점에 수준측량을 같이 수행하여 도근점의 3차원위치 결정을 해야 한다.

그 다음 세 번째로 지형측량 즉 현황측량을 하여야 한다. 이때 주의해야 할 사항은 도로 교차로 부분에 교차되는 도로를 약 300m 이상까지 현황을 측량해야하고, 도로 끝단에서 좌우로 50m이상 측량을 해야 한다. 현황측량 후 작성된 현황도에 지적도를 도면화 하여 시설물들의 현장조사를 같이 수행함으로써 도로정보 자료구축작업을 원활하게 한다. 네 번째로 현황도를 출력하여 현장조사를 실시하여야 한다. 현장조사시 도로의 시설물들을 종합적으로 확인하고 도로 구조물들의 상태파악이나 이력을 파악하여야 한다. 이런 조사가 끝나면 도로정보자료 데이터베이스화 작업을 한다. 이 작업이 끝나면 설계도면이 없는 도로정보자료 구축은 완료된다.

그리고 수치지도가 있는 도로의 도로정보구축 흐름도는 그림 2와 같다.

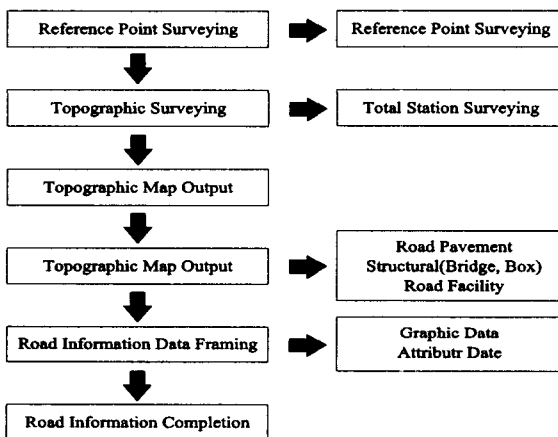


그림 1. 수치지도가 없는 지역에서의 도로정보구축

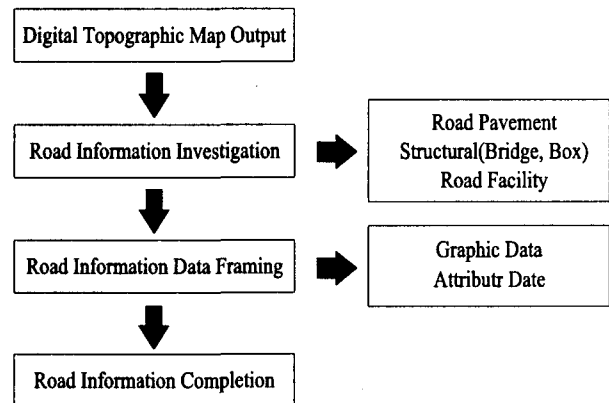


그림 2. 수치지도가 있는 지역에서의 도로정보구축

2.2 위성측량 이론

GPS에 의한 3차원 관측법은 단독측위법과 상대측위법으로 구분할 수 있으며, 단독측위법은 위성으로부터 수신기까지의 거리를 결정하는 방법에 따라 의사거리관측법(Pseudo-range positioning), 위상관측법(Phase-range positioning), 도플러관측법(Dopler positioning) 등으로 구분하며 주로 실시간 관측에서 사용된다.

그리고 상대측위법은 크게 정적관측방법 및 동적관측방법으로 나누어지고, 정적관측방법에는 정지관측법(Static) 및 급속정지관측법(Rapid static)으로 되어있다. 또, 동적관측방법에는 의사동적관측법(Pseudo kinematic)과 실시간동적관측법(Realtime kinematic)으로 되어 있다. 이들 관측 방법은 반송파의 위상차 측정과 상대측위방법에 근거한 것이다. 이때, 수신기 사이의 거리는 기선이 되며 관측한 결과로는 3차원 직각 좌표의 좌표차인 $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ 가 계산된다.

본 연구에서는 DGPS 및 RTKGPS법 으로 관측하였다.

2.3 수치사진측량 이론

다중영상접합의 표정(orientation)이란 여러 다른 사진들과 대상물에 관련된 각 사진의 카메라 위치 (X_c, Y_c, Z_c)와 회전요소(ω, ϕ, κ)에 대한 계산이며, 표정점에 대한 대상물 좌표를 계산하는 것으로서 내부표정과 외부표정으로 구분할 수 있다.

내부표정은 카메라의 내적인 특성을 나타내는 것으로 주점의 위치(X_0, Y_0)와 주점거리(cK)를 결정하는 것이고, 외부표정은 카메라 시스템과 대상물 공간사이의 관계를 나타내는 것으로 카메라 외부투영 중심으로 절대좌표계 X, Y, Z 에 관계되는 촬영점 좌표 X_c, Y_c, Z_c 에 의해 표현되며, 절대좌표에 관계되는 사진좌표축의 각회전 ω, ϕ, κ 를 알아야 한다. 상-대상물 관계를 정의함에 있어서 기본적으로 외부표정 요소는 좌표변환이며, 표정각 ω, ϕ, κ 는 사진좌표계와 절대좌표계 사이에서의 회전변환을 말한다.(Kraus,1997)

다중영상접합에서는 표정을 위해 공간 전방교회법(space intersection)과 공간 후방교회법(space resection)을 동시에 이용하며, 표정점의 사진지표와 스케치에 의해 입력된 대략의 외부표정요소, 자체검정에 의한 카메라의 내부표정요소와 사진의 정확한 외부표정과 표정점의 대상물 좌표를 계산하기 위한 대상물 좌표체계결정을 이용한다.

3. 도로공간정보 취득 품셈 및 물가자료

3.1 도로공간정보 구축의 국가 품셈

도로공간정보를 구축하기 위한 국가품셈을 살펴보면, 먼저 도로대장을 위한 측량의 품은 표1과 같이 작업별 인원편성에서 보는 바와 같이 계획준비, 답사선점, 측거, 관측, 계산, 정리점검, 등의 항목으로 구성되어있다. 기술자는 고급기술자, 중급기술자, 초급기술자, 초급기능사등의 인원들로 편성되어 있다. 그리고 종래의 노선측량에서는 표2와 같이, 지구별 및 종별로 항목을 나누어 정리가 되어있다.

표 1. 도로대장을 위한 각종목별 인원수

종별	일수	인원수								
		1일 1반당 편성				합계				
		고급 기술자	중급 기술자	초급 기술자	초급 기능사	고급 기술자	중급 기술자	초급 기술자	초급 기능사	비고
계획 준비	2.0		1.0	1.0			2.0	2.0		() 내는 내업을 표시함
답사 선점	10.0	(0.4)	1.0	1.0	(0.8)	10.0	10.0	10.0		
측 거	10.0		1.0	2.0	1.0		10.0	20.0	20.0	
관 측	20.0		1.0	1.0	2.0		20.0	20.0	20.0	
계 산	10.0	0.2	(1.0)	(1.0)	1.0	4.0	(10.0)	(10.0)		
정리 점검	5.0		(1.0)	(1.0)			(5.0)	(5.0)		

표 2. 노선측량에 각종목별 및 지구별 인원수

종별	노선 선정		노선선점		중심선측량		종단측량		횡단측량		평판측량	
	진행기준	일수	진행기준	일수	진행기준	일수	진행기준	일수	진행기준	일수	진행기준	일수
지구별												
보통시가지	m	일	m	일	m	일	m	일	m	일	m	일
교외촌락지	250	4.0	500	2.0	200	5.0	500	2.0	250	4.0	150	6.7
농지구릉지	250	4.0	1,000	1.0	250	4.0	500	2.0	250	4.0	250	4.0
삼림지	500	2.0	2,000	0.5	400	2.5	1,000	1.0	400	2.5	330	3.0
비고	200	5.0	400	2.5	150	6.7	330	3.0	170	6.0	200	5.0
					중심점간격 20cm		수준측표 1km 마다 설치		간격20cm, 폭원 좌우 30cm		축척:1/1,000	등고선 2m

3.2 도로공간정보 구축의 국가 물가자료

도로공간 정보구축을 위한 추출기법별 경제성분석을 위한 물가자료는 측량기술자의 임금표를 기준으로 계상하였다. 표3과 같이 2003년 대한측량협회에서 공표한 자료를 이용하였다. 이 때 노임 자료는 1일 8시간 및 1개월은 25일로 계상하였다.

표 3. 2003년도 측량기술자 임금

구분		직종	단가(원)	비고
기술계		특 급	126,643	본 노임단가는 상여금 및 퇴직적립금이 포함된 단가이며 1일 8시간, 1개월 25일을 기준으로 계상
		고 급	97,532	
		중 급	84,170	
		초 급	65,465	
기능계	측 량	고 급	81,076	
		중 급	62,128	
		초 급	48,984	
	지도제작	고 급	98,893	
		중 급	73,743	
		초 급	56,925	
	도 화	고 급	122,766	
		중 급	85,910	
		초 급	71,305	
	항공사진	고 급	108,993	
		중 급	86,950	
		초 급	52,261	
기타		사업용조종사	157,986	
		항법사	75,400	
		항공정비사	135,946	
		항공사진촬영사	154,236	

4. 도로공간정보의 추출기법별 경제성분석

4.1 기존방법에의한 도로공간정보 추출 비용

기존방법(Existing Method)에 의한 도로정보구축비용은 설계도면이 없는 상태이므로 측량경비가 포함 되어있다. 이중 측량비용은 삼각측량, 기준점측량, 수준측량, 중심선측량, 종단측량, 횡단측량, 평판측량, 도면작성 등의 항목들이 포함된다. 그리고 관련자료 수집, 현장조사비, 시설물조사비, 전산입력비, 간접경비로 항목을 나누어 비용을 산정해 보았다. 본 구축비용은 2003년 품셈과 국가 물가자료를 이용하였다. 표4에서 나타낸 것과 같이 일반도로 1km당 경비를 산정하였다.

먼저 1km당 삼각측량 비용은 1,050천원이고, 기준점측량 비용은 483천원이며, 수준측량 비용은 216천원, 중심선측량 비용은 1,367천원, 종단측량 비용은 461천원, 횡단측량 비용은 1,154천원, 평판측량비용은 1,637천원, 도면작성비용은 1,828천원이다. 그리고 관련자료 수집 비용은 971천원이고, 현장조사비용은 336천원이며, 시설물조사비용은 460천원, 전산입력비는 2,305천원, 간접경비는 2,811천원으로 산정 되었다.

표4.기존방법에 의한도로공간정보추출비용

(Unit : 1000won)

Item	Cost(Won/Km)	Remark
Triangular Surveying Cost	1,050	
Control Point Surveying Cost	483	
Level Surveying Cost	216	
Centerline Surveying Cost	1,367	
Longitudinal Surveying Cost	461	
Crosssection Surveying Cost	1,154	
Plane Surveying Cost	1,637	
Drawing Map Cost	1,828	
Data Collection Cost	971	
Investigate Filed Cost	336	
Investigate Facilities Cost	460	
Digital Input Cost	2,305	
Indirect Cost	2,811	
Total	15,079	

4.2 RTKGPS방법에 의한 도로공간정보 추출 비용

RTKGPS를 이용할 경우 도로정보구축비용은 RTKGPS측량비, 자료수집비, 현장조사비, 시설물조사비, 전산입력비, 간접경비로 항목을 나누어 비용을 산정해 보았다. 본 구축비용은 2003년 품셈과 국가 물가 자료를 이용하였다.

표5에서 나타낸 것과 같이 일반도로 1km당 경비를 산정하였다. 먼저 1km당 RTKGPS측량비는 950천원, 자료수집비는 971천원, 현장조사비는 336천원, 시설물조사비는 460천원, 전산입력비는 2,305천원, 간접경비는 2,811천원으로 산정 되었다. 총비용은 1km 당 9,663천원으로 산정되었다.

표5.RTKGPS에 의한도로공간정보추출비용

(Unit : 1000won)

Item	Cost(Won/Km)	Remark
RTKGPS Surveying Cost	950	
Data Collection Cost	971	
Investigate Filed Cost	336	
Investigate Facilities Cost	460	
Digital Input Cost	2,305	
Indirect Cost	2,811	
Total	9,663	

4.3 DGPS방법에 의한 도로공간정보 추출 비용

DGPS를 이용할 경우 도로정보구축비용은 DGPS측량비, 자료수집비, 현장조사비, 시설물조사비, 전산입력비, 간접경비로 항목을 나누어 비용을 산정해 보았다. 본 구축비용은 2003년 품셈과 국가 물가자료를 이용하였다.

표6.에서 나타낸 것과 같이 일반도로 1km당 경비를 산정하였다. 먼저 1km당 DGPS측량비는 850천원, 자료수집비는 971천원, 현장조사비는 336천원, 시설물조사비는 460천원, 전산입력비는 2,305천원, 간접경비는 2,811천원으로 산정 되었다. 총비용은 1km 당 9,663천원으로 산정되었다.

표6.DGPS에 의한 도로공간정보 추출비용 (Unit : 1000won)

Item	Cost(Won/Km)	Remark
DGPS Surveying Cost	850	
Data Collection Cost	971	
Investigate Filed Cost	336	
Investigate Facilities Cost	460	
Digital Input Cost	2,305	
Indirect Cost	2,811	
Total	9,563	

4.4 Digital Video Camera 방법에 의한 도로공간정보 추출 비용

Video Camera를 이용할 경우 도로정보구축비용은 수치사진측량비, 기준점측량비, 수준측량비로 항목을 나누어 비용을 산정해 보았다. 본 구축비용은 2003년 품셈과 국가 물가자료를 이용하였다.

표7 에서 나타낸 것과 같이 일반도로 1km당 경비를 산정하였다. 먼저 1km당 수치사진측량비용은 4,952천원이고, 기준점측량 비용은 483천원, 수준측량 비용은 216천원으로 산정 되었다. 총비용은 1km 당 5,651천원으로 산정되었다.

표7.DigitalVideoCamera방법에 의한 도로공간정보 추출비용 (Unit : 1000won)

Item	Cost(Won/Km)	Remark
Digital Photogrammetry (Video Camera)	4,952	
Control Point Surveying Cost	483	
Level Surveying	216	
Total	5,651	

4.5 도로공간정보 추출기법별 경제성 비교분석

본 연구에서 실험 적용한 여러 가지 도로공간정보추출의 기법별로 경제성을 비교분석하여 나타내었다. 그림 2에서 보는 바와 같이 기존의 방법(Existing Method)에 의한 비용을 100%로 보았을 때 RTKGPS

를 사용한 경우는 64%, DGPS를 사용한 경우는 63%, Video Camera를 사용한 경우는 37%를 나타내어, Video Camera를 사용한 데이터베이스 구축비용이 가장 경제성이 있는 것으로 나타났다.

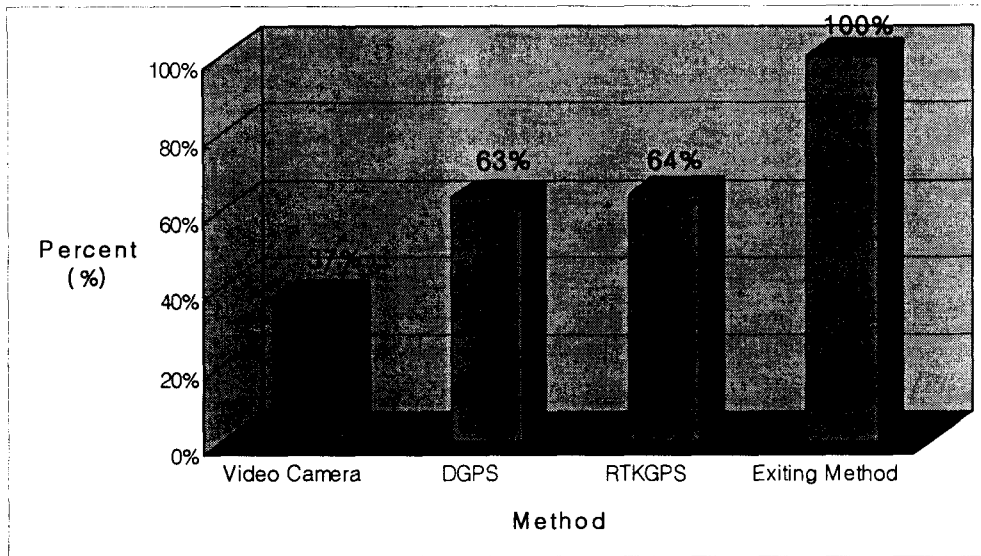


그림 2. 도로공간정보 추출기법별 경제성 비교분석

5. 결 론

국가의 중요 기간시설인 도로를 효율적으로 유지관리하기 위하여 도로정보관리체계 개발의 필요성과 중요성은 대단히 크며, 이를 위해서는 도로공간정보의 추출이 우선되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 도로공간정보 추출을 위한 기법별 경제성을 분석하였다.

추출기법중 기존의 방법은 15,079(1000won/km)으로 산정되었으며, RTKGPS 방법은 9,663(1000won/km)으로 나타났으며, DGPS 방법은 9,563(1000won/km)으로 산정되었으며, Digital Video Camera 방법은 5,651(1000won/km)으로 산출되었다. 따라서 도로공간정보 추출기법별로 경제성분석 결과 기존의 방법에 의한 비용을 100%로 보았을 때, RTKGPS는 64%, DGPS는 63%, Video Camera는 37%로 나타나 Video Camera를 이용한 방법이 가장 경제성이 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

- 이종출(2001), 동적 GPS 관측에 의한 도로의 평면선형 분석, 한국측량학회지, 제19권, 제1호, pp.39~45.
- Pierre-Yves, Gillieron,(2001), Development of a Low Cost Mobile Mapping System for road Data base Management, The 3rd international Symposium on Mobile Mapping Technology, session 6, unpaginated CD-ROM.
- Hobib, A.(2000), Matching road edges in stereo-image sequences using data association techniques, photogramm. Eng. Remote sens. ISPRS Journal of photogrammetry and Remote sensing vol 66(1), pp.91~98,
- CM. Ellum, N. El-sheimy,(2001), A Mobile Mapping System for the survey community, The 3rd international Symposium on Mobile Mapping Technology, session 4, 2001.unpaginated CD-ROM.
- Joao Fernando C, (2001), Georeferenced road Image Database, The 3rd international Symposium on Mobile Mapping Technology, session 11, unpaginated CD-ROM.