한국지리정보학회지 14권 4호 : 13~21(2011)

효율적인 도로시설물 관리를 위한 좌표기반 영상의 활용

이제중[1] · 김민규[1] · 박준규[2] · 윤희천[1※]

Utilization of Coordinate-Based Image for Efficient Management of Road Facilities

Je-Jung LEE[1] · Min-Gyu KIM[1] · Jun-Kyu PARK[2] · Hee-Cheon YUN[1※]

요 약

도로표지판, 신호등, 가로등과 같은 도로시설물에 대한 정보를 갱신하는 것은 여러 지자체에서 관심있는 업무이다. 현재 도로시설물의 신설 및 보완을 위한 현장상황 판단시 기존의 도로시설물 DB, 항공사진, 지형도를 참조하고 있지만 도로시설물 상태의 정확한 파악이 어려우며, 현장조사에 추가적인 비용이 발생하기도 한다. 이에 따라 도로시설물 DB의 구축과 갱신의 필요성이 증가하였으며 도로시설물 정보취득에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 본 연구에서는 복잡하고 다양한 시설물이 혼재되어 있는 도로시설물에 대해 DGPS와 블루투스가 내장된 디지털카메라로 취득된 좌표기반 영상을 통한 DB 구축을 수행하였다. 연구 결과 효과적으로 도로시설물 DB를 구축할 수 있었으며, 토털스테이션 측량 성과를 이용한 정확도 분석을 통해 좌표기반 영상을 이용한 도로시설물 관리의 가능성을 제시하였다. 향후 이러한 방법을 통해 도로시설물 DB의 수시 갱신과 관리가 가능할 것으로 기대된다.

주요어 : 디지털카메라, DGPS, 도로시설물 DB

ABSTRACT

Update of road facilities database such as road sign, traffic lights, and street lights is interesting business in a local government. Recently, existing road facilities database, aerial photo and topographic map are referred for the installation and complement of road facilities. But it is difficult to comprehend road facilities' condition and additional expenses may appear in field survey. Therefore, it is necessary to establish and update road facility DB and many studies has been carried out to efficiently collect road related spatial data. In this study, the establishment of various complicated road facility DB was

2011년 8월 4일 접수 Received on August 4, 2011 / 2011년 8월 29일 수정 Revised on August 29, 2011 / 2011년 10월 20일 심사완료 Accepted on October 20, 2011

1 충남대학교 토목공학과 Dept. of Civil Engineering, Chungnam National University
2 서일대학 토목과 Dept. of Civil Engineering, Seoil University
※ 연락저자 E-mail : hcyoon@cnu.ac.kr

conducted by images that had been obtained by digital camera with a built-in bluetooth and DGPS. Results showed that road facility DB was constructed effectively and suggested the possibility of road facility management using images based on coordinate through accuracy analyses using total-station surveying. And using digital camera and DGPS is expected to effective real-time update and management of road facility DB.

KEYWORDS : Digital Camera, DGPS, Road Facilities DB

서 론

GIS DB 구축사업이 활발히 진행되고, 도시계획, 환경, 교통 등 다양한 분야에서 이러한 DB의 수요가 증가함에 따라 구축된 DB의 유지관리에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 GIS DB를 지속적으로 갱신하는 것은 어려운 작업이며, 실제 이러한 갱신체계가 미흡하여 구축된 DB의 활용성이 저하되고 있는 실정이다(김의명 등, 2006; 강진아 등, 2009). 도로시설물은 종류가 다양하고 변화가 많은 한편 운전자의 안전과 깊은 연관을 가지고 있으므로 체계적인 유지관리가 필요하며 이를 위해 도로시설물 DB를 구축하고 갱신하는 작업의 효율성을 높이기 위한 연구가 수반되어야 한다.

도로 및 도로시설물을 신설하거나 보완하기 위해서는 현장 상황판단이 중요한데, 이를 위해 현재는 지형도, 항공사진 등을 이용하거나 조사자를 현장에 파견하여 현황을 기록하고 사진을 촬영하는 방법을 사용하고 있다(정동훈 등, 2002; 엄우학 등, 2003). 그러나 지형도나 항공사진을 참고하여 도로시설물 상황을 파악하는 것은 현황을 현시성의 문제가 있고 최신자료 취득을 위하여 조사자를 현장에 파견하여 시설물 위치 및 현황을 기록하고 사진을 촬영하는 것은 그 조사기법이 조사자에 의하여 자의적으로 변형될 수 있다는 문제가 있다. 최근에는 GPS, 토털스테이션 등을 이용한 도로시설물 DB 구축 연구들이 수행되고 있다(유복모와 김기홍, 2000).

이현직과 김현태(2003)는 도로시설물을 대상으로, DB구축 작업공정을 분석하여 모바일 GIS를 활용한 개선된 작업공정을 도출하였으며, 실험을 통해 기존방법 및 개선된 방법에 의한 도로시설물 DB구축 과정을 비교·분석하는 연구를 수행하였다. 박병욱 등(2003)은 GPS 및 토털스테이션 측량을 대학교의 시설물 현황측량에 적용해 봄으로서 각각의 정확성, 경제성, 신속성을 비교 분석하여 장단점을 파악하고 이러한 측량방법을 현황측량에 적용하기 위한 구체적인 방법을 제시하였다. 박경식 등(2003)은 시설물 측량 시 무프리즘 토털스테이션의 적용성 및 정확도 평가를 위해 대상물의 재질과 관측각도에 따른 정확도의 변화를 점검하고 거리에 비례한 레이저의 확산과 대상물의 색상이 정확도에 미치는 영향을 분석하는 연구를 수행하였다. 손덕재 등(2002)은 엄밀한 사진측량 방법에 의한 공간정보취득이 불가능하거나 신속한 정보취득이 요구되는 경우를 상정하여 단사진 영상을 위주로 하여 해석하였으며, 여기에서 추출한 공간자료와 속성자료는 자료기반의 수정과 갱신에 사용하고, 시설물 안내 및 관리에 유용한 시각적인 효과를 제공하기 위한 자료로도 이용하였다.

현재 도로시설물의 신설 및 보완을 위한 현장상황판단은 지형도, 항공사진판독, 조사자의 현장 사진촬영 등의 방법을 통해 이루어지고 있다. 그러나 기존 도로시설물 DB, 항공사진, 지형도를 참조하여 도로시설물의 정확한 상황을 파악하는 것은 어려우며, 현장조사에는 추가적인 비용이 발생하게 된다. 따라서 도로시설물에 대한 영상 자료가 함께 수집된다면 현장방문 및 조사에 따른 여러 가지 자원 손실을 방지할 수 있다.

이에 본 연구에서는 복잡하고 다양한 시설물이 혼재되어 있는 도로시설물에 대해 블루

투스가 내장된 디지털카메라와 DGPS를 이용하여 좌표기반의 영상을 취득하였다. 연구를 통해 취득된 위치정보와 디지털 영상은 도로시설물 DB의 효율적인 수시 갱신과 시설물의 신설이나 보완 등의 관리에 활용이 가능하다. 그림 1은 본 연구의 연구 흐름도를 나타낸다.

FIGURE 1. 연구 흐름도

연구대상지

본 연구에서는 도로시설물 DB 구축을 위해 충남대학교를 연구대상지로 선정하고, 시설물의 위치와 영상을 취득하였다. 그림 2는 연구대상지를 나타내며, 표 1에 연구에 사용된 DGPS와 디지털 카메라의 제원을 정리하였다.

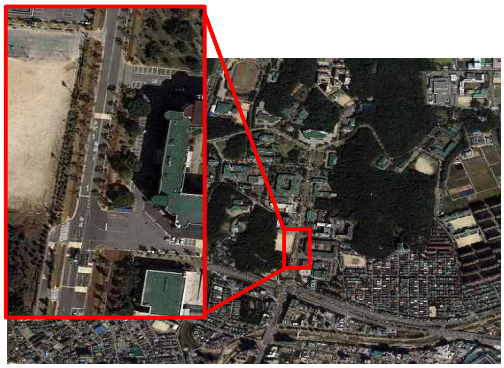

FIGURE 2. 연구대상지

TABLE 1. DGPS 및 카메라 제원

DGPS	GIR 1600
Frequency	L1(1575.42MHz)
Channels	12 Channels(10GPS/2BAS)
Position Accuracy DGPS	Sub-meter(flat surface, 2σ)
Update Rate	1Hz (Option : 2Hz, 10Hz, 20Hz)
Camera	Ricoh 500SE
Image Pickup Element	Total 8.30 million pixels (effective pixsls 8.13 million), 1/1.8" primary-color CCD
Focal Length	5.8 to 17.4 mm (equivalent to 28 to 85 mm on a 35 mm camera)
Communication Method	Bluetooth standard Ver. 2.0 +EDR
Output	Bluetooth standard Power Class 2
Communication Range	Approx. 10 m(line of sight)
Supported Bluetooth Profiles	BIP, OPP, SPP
Frequency Band	2.4GHz (2.4 GHz-2.4835 GHz)

충남대학교는 도로 주변에 차단기, 표지, 가로수 등 다양한 도로시설물이 있어 좌표기반 영상을 이용한 DB구축의 효율성을 판단할 수 있을 것으로 판단되어 연구대상지로 선정하게 되었다.

도로시설물 측량 및 DB 구축

1. 도로시설물 측량

본 연구에서는 도로시설물의 위치 결정을 위해 DGPS를 이용하였으며, 블루투스가 내장된 디지털 카메라를 이용하여 좌표기반의 시설물 영상을 함께 취득하였다. GPS가 내장된 디지털 카메라를 이용할 경우, 별도의 GPS 수신기 없이 좌표정보가 기록된 영상을 취득할 수 있지만 이 때에는 카메라의 위치가 영상에 저장되기 때문에 시설물의 위치를 기록하기 위해서는 2번의 촬영을 수행해야하며, GPS수신기를 따로 설치하는 방법에 비해 시설물의 위치를 정확하게 취득할 수 없기 때문에 본 연구에서는 별도의 GPS 수신기를 설치하는 방법을 이용하였다. 측량을 통해 취득된 좌표성과는 자동으로 영상에 기록이 된다. 그림 3은 DGPS를 통해 취득된 좌표가 영상에 기록되는 과정을 나타낸 것이며, 그림 4는 DGPS를 이용한 시설물 측량 광경을 나타낸다.

FIGURE 3. 좌표가 영상에 기록되는 과정

FIGURE 4. DGPS를 이용한 시설물 측량

DB구축을 위해 연구대상지 내의 차단기, 지시표지, 가로수, 방범등, 하수맨홀 등 총 40점에 대한 측량을 수행하였다. 표 2는 도로시설물 측량성과 일부를 나타낸 것이다.

TABLE 2. 도로시설물 측량성과 일부

No.	시설물 유형	X(m)	Y(m)
1	하수맨홀	318581.167	230988.380
2	하수맨홀	318578.075	230986.723
3	가 로 수	318576.195	230986.604
4	방 범 등	318574.895	230985.929
5	가 로 수	318568.446	230984.961
6	규제표시	318565.517	230984.572
7	가 로 수	318559.380	230984.596
8	방 범 등	318552.535	230983.148
9	가 로 수	318550.314	230982.807
10	가 로 수	318543.191	230982.209
11	하수맨홀	318537.457	230981.781
12	가 로 수	318535.450	230981.040
13	가 로 수	318528.111	230980.219
14	방 범 등	318526.076	230980.126
15	가 로 수	318520.496	230979.672
⋮	⋮	⋮	⋮

2. 도로시설물 DB 구축

도로시설물은 이정표, 도로표지, 울타리, 가로등 등 도로의 부속물을 지칭하며, 도로와 관련된 시설물을 포함한다. 도로시설물의 관리는 도로와 가로등, 가로수, 공동구 등 도로

에 부속되거나 연관된 시설을 대상으로 하며, 시설물의 점검을 통하여 사전에 유해원인을 제거하거나 손상된 기능을 원상 복구하여 도로의 효율적인 이용과 안정성을 유지한다.

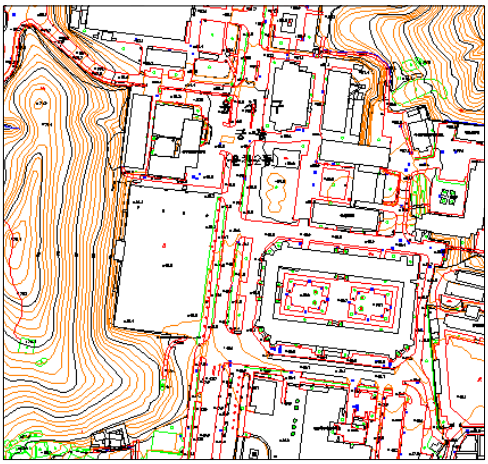

FIGURE 5. 연구대상지 수치지형도

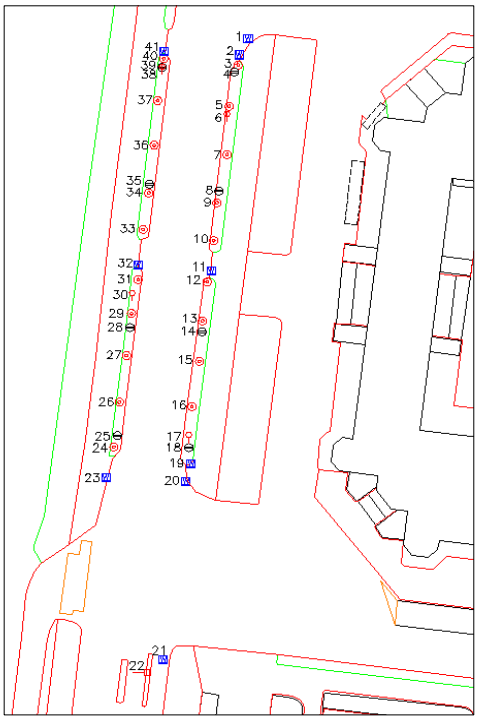

FIGURE 6. 도로시설물 위치

본 연구에서는 도로시설물 DB 구축을 위해 연구대상지의 축척 1:1,000 수치지형도를 이용하였으며, DGPS를 통해 취득된 시설물의 위치를 심볼로 표기하였다. 그림 5는 연구대상지의 축척 1:1,000 수치지형도를 나타낸다.

DGPS를 이용하여 위치가 취득된 도로시설물은 수치지형도의 레이어코드 및 심볼을 이용하여 수치지형도에 표기하였다. 그림 6에 도로시설물의 위치를 나타내었다.

그림 7은 블루투스가 내장된 디지털 카메라를 통해 취득한 영상을 나타내며, 표 3에 도로시설물에 대한 코드와 심볼을 정리하였다.

FIGURE 7. 도로시설물 영상

TABLE 3. 도로시설물 코드와 심볼

도로시설물	레이어코드	심볼
차 단 기	AE140	
지 시 표 지	AEC003	
규 제 표 지	AEC004	
가 로 수	AE170	
방 범 등	AZ0204	
하 수 맨 홀	AZB013	

본 연구에 활용한 DGPS와 디지털카메라를 이용한 도로시설물 DB구축 및 갱신방법은 도로시설물의 위치와 함께 시설물의 영상을 함께 취득할 수 있으므로 추가적인 현장조사 없이 시설물의 상태를 파악할 수 있다. 그림 8에서 보는 것과 같이 파손된 시설물의 위치와 상황을 효과적으로 판단할 수 있기 때문에 현장방문 및 조사에 소요되는 추가적인 비용을 절감할 수 있을 것이다.

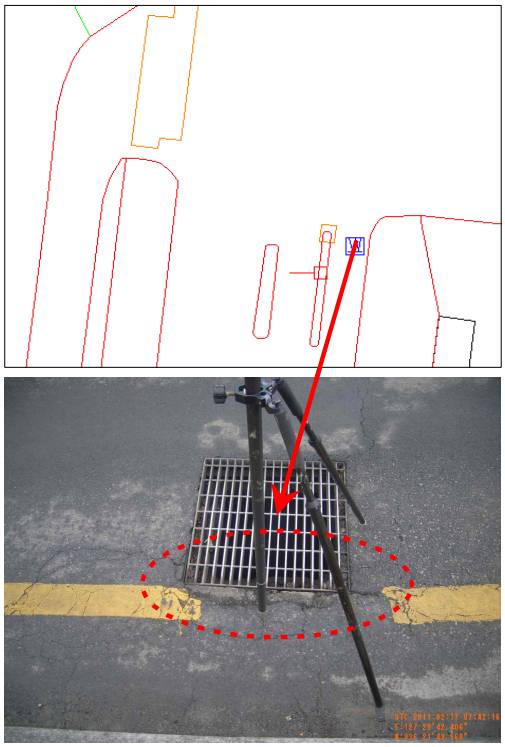

FIGURE 8. 파손된 시설물의 위치와 모습

또한 함께 촬영된 영상은 좌표가 입력된 영상이므로 GIS소프트웨어나 GIS시스템에서 손쉽게 활용이 가능하다. 그림 9는 촬영된 영상을 구글어스에 업로드한 화면을 나타낸다.

좌표기반 영상은 효과적인 DB 구축이 가능하므로 향후 도로시설물 GIS시스템 구축에 활용될 수 있을 것이다.

FIGURE 9. 구글어스 화면

정확도 분석

본 연구에서는 DGPS와 블루투스가 내장된 디지털카메라를 통해 구축된 도로시설물 DB의 정확도 분석을 위해 시설물 측량시 주로 활용되고 있는 토털스테이션 측량의 결과와 비교하였다. 정확도 평가를 위하여 20점의 검사점을 선정하였으며, 토털스테이션 측량을 수행하였다. 토털스테이션 측량 시 기준점은 선행연구를 통해 구축된 2점을 활용하였다. 그림 10은 검사점의 위치이며, 그림 11에 기준점의 위치를 나타내었다.

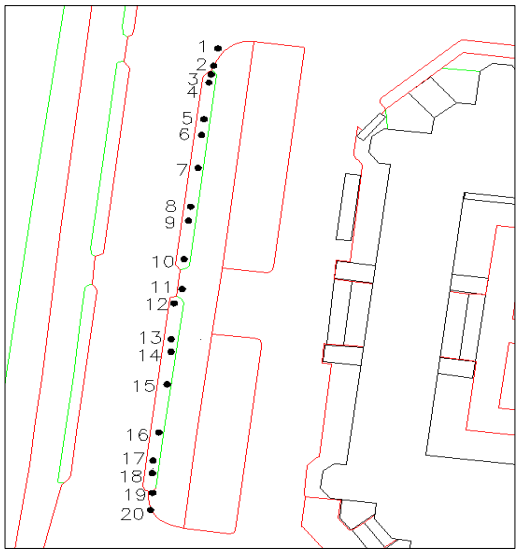

FIGURE 10. 검사점 위치

FIGURE 11. 기준점 위치

표 4에 토털스테이션과 DGPS 성과의 편차를 정리하였다. 그림 12와 그림 13은 그 그래프를 나타낸다.

TABLE 4. 토털스테이션과 DGPS 성과의 편차

검사점	시설물	편차	
		△X(m)	△Y(m)
1	하수맨홀	−0.516	−0.631
2	하수맨홀	−0.506	0.348
3	가로수	−0.215	0.103
4	방범등	−0.366	0.439
5	가로수	−0.486	0.676
6	규제표시	−0.370	0.681
7	가로수	−0.144	0.155
8	방범등	−0.291	0.497
9	가로수	−0.576	0.467
10	가로수	−0.332	0.421
11	하수맨홀	0.038	0.533
12	가로수	−0.580	0.068
13	가로수	0.376	0.450
14	방범등	0.151	0.521
15	가로수	−0.136	0.386
16	가로수	−0.281	0.497
17	지시표지	−0.010	0.182
18	방범등	0.120	0.043
19	하수맨홀	−0.370	−0.292
20	하수맨홀	−0.081	0.293
평균		−0.229	0.292
RMSE		±0.264	±0.322

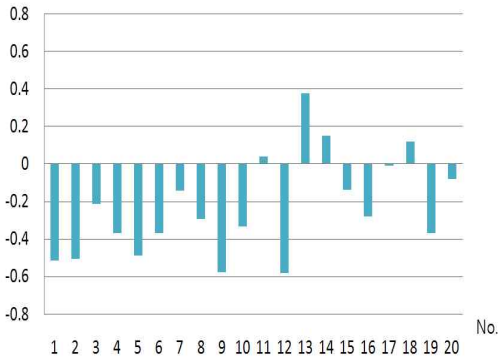

FIGURE 12. X축 편차

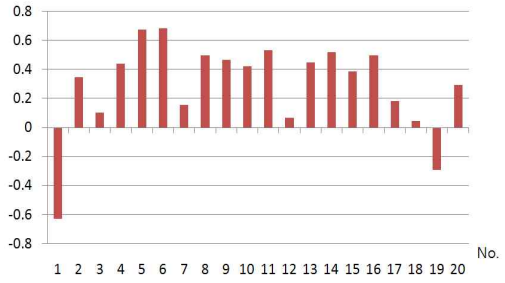

FIGURE 13. Y축 편차

토털스테이션과 좌표기반 영상의 편차는 X축과 Y축 방향으로 최대 −0.580m, −0.681m, 평균 −0.229m, 0.292m이며, RMSE는 X축 ±0.264m, Y축 ±0.322m로 나타났다. 이러한 결과는 수치지도 작성 작업규칙의 축척 1:1,000 지도제작을 위한 허용오차에 근접한 값이다.

본 연구에서 이용된 방법은 도로시설물에 대한 위치정보와 영상을 함께 취득할 수 있는 4S-Van과 같은 방법에 비해 경제적이며, 신속한 장점이 있다 또한 연구에 사용된 DGPS가 1주파 수신기임을 감안할 때 향후 정밀한 DGPS 수신기를 활용하여 정확도를 개선시킬 수 있을 것이며, 축척 1:1,000 수치지도의 수정·갱신에도 활용이 가능할 것으로 판단된다. 표 5에 수치지도 작성 작업규칙의 수치지도의 축척별 오차의 허용범위를 나타내었다.

TABLE 5. 수치지도의 축척별 오차의 허용범위

도화축척	표준편차		
	평면위치	등고선	표고점
1:1,000	0.2m	0.3m	0.15m
1:5,000	1.0m	1.0m	0.5m
1:2,5000	5.0m	3.0m	1.5m
도화축척	최대오차		
	평면위치	등고선	표고점
1:1,000	0.4m	0.6m	0.3m
1:5,000	2.0m	2.0m	1.0m
1:2,5000	10.0m	5.0m	2.5m

결 론

본 연구에서는 좌표기반 영상을 이용하여 도로시설물 DB를 구축하였으며, 그 성과를 토털스테이션 측량 성과와 비교·분석한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, DGPS와 디지털카메라를 이용하여 도로시설물의 좌표기반 영상을 취득하였으며, 이를 통해 효과적으로 도로시설물 DB를 구축할 수 있었다.

둘째, DGPS 성과와 토털스테이션 성과의 표준편차는 X, Y 성분별로 ±0.264m와 ±0.322, 편차는 평균−0.229m와 +0.292m로 나타났으며, 이는 수치지도 작성 작업규칙의 축척 1:1,000 지도제작을 위한 허용 표준편차 0.2m와 최대오차인 0.4m에 근접한 값이다. 향후 정밀한 DGPS 수신기를 활용하여 정확도를 개선시킬 수 있을 것이며, 좌표기반 영상을 이용한 도로시설물 DB구축이 가능할 것이다.

셋째, 향후 좌표기반의 시설물 영상은 도로시설물 DB의 효율적인 수시 갱신과 시설물의 신설이나 보완 등의 관리에 활용이 가능할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2009-0087434).

KAGIS

참고 문헌

강진아, 남상관, 권혁종, 오윤석. 2009. 도시지상시설물 관리를 위한 최적 센서노드 배치 방법. 한국지리정보학회지 12(4):158-168.

김의명, 강민수, 이진영, 김병헌, 김호준, 김인현. 2006. 유비쿼터스 기술을 이용한 시설물 관리 -가로수를 중심으로-. 한국지리정보학회지 9(4):105-118.

박경식, 이현직, 함창학. 2003. 시설물측량에서의 무프리즘 토털스테이션 활용성 연구. 한국측량학회지 21(2):155-164.

박병욱, 이대근, 양경주. 2003. 시설물 현황도 작성을 위한 GPS와 토털스테이션 측량의 적용 및 성과분석. 한국측량학회지 21(4):373-381.

손덕재, 이혜진, 이승환. 2002. 지상사진 도해법을 이용한 도로시설물 정보추출. 한국지형공간정보학회지 10(2):77-85.

엄우학, 정동훈, 김정현, 김병국. 2003. 도로시설물 관리를 위한 Photo Database 설계에 관한 연구. 한국GIS학회지 11(1):33-40.

유복모, 김기홍. 2000. 이동용 위치결정체계를 이용한 도로시설물 측량. 대한토목학회논문집. 20(6D):691-699.

이현직, 김현태. 2003. 모바일 GIS를 활용한 도로시설물 DB구축의 효율성 향상. 한국지형공간정보학회논문집. 11(4):53-60.

정동훈, 김병국, 김정현. 2002. 도로시설물 DB 구축을 위한 차량측량시스템 S/W개발. 한국GIS학회 2002년 추계학술대회 논문집. 83-93쪽.

최병길, 나영우, 박광용. 2009. 저가형 멀티 GPS를 이용한 도시시설물 위치정보 획득방안 연구. 대한토목학회 정기 학술대회 논문집. 1645-1648쪽. KAGIS