

도로시설물 관리를 위한 Photo Database 설계에 관한 연구

엄우학* · 정동훈** · 김정현*** · 김병국****

A Study on the design of Database for photograph of Road Facilities

Woo-Haak Eom*, Dong-Hoon Jeong**, Jeong-Hyun Kim***, Byung-Guk Kim****

요 약

본 논문에서는 도로 및 도로시설물의 신설과 보완에 관련된 정보의 효과적인 관리를 위해 CCD(Charge-Coupled Device) 카메라, GPS(Global Positioning Systems), INS(Inertial Navigation Systems)와 같은 3개의 위치관측센서를 통합한 차량을 이용하여 시범지역을 측량하고 이를 통해 획득된 자료를 구조적으로 Photo Database에 저장할 수 있는 방안을 제시하였다. 저장된 Database를 이용한 도로시설물관리시스템의 프로토타입(Prototype)은 해당지점에 대한 실제사진을 이용해서 사용자의 대상물에 대한 인식성을 높이고 속성정보와의 연계를 통해서 해당 시설물에 대한 정성적인 정보추출과 관리가 가능함을 보여주었다.

주요어 : 도로시설물, 데이터베이스, 사진

ABSTRACT : For effective management of information about establishment and repair of road and road facilities, we built GPS-Van mapping system that CCD Cameras, GPS receivers and INS are integrated and using it surveyed test area. Suggested a scheme that possible put acquired data into photo database systematically. Prototype of road facilities management system using the database shows us that extraction of qualitative information and management are possible through relation attribute information. And it raise cognitive faculty of user about objects using field photographs.

Keywords : Road Facility, Photo Database

-
- * 인하대학교 지리정보공학과 석사과정
 - ** 인하대학교 지리정보공학과 박사과정
 - *** 한양대학교 토목환경공학과 연구교수
 - **** 인하대학교 지리정보공학과 부교수

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

현재, 도로와 도로시설물의 신설 및 보관을 위한 현장상황판단은 지형도, 항공사진판독, 조사자의 현장 사진촬영 등의 방법을 통해서 이루어지고 있다. 기존 도로시설물DB, 항공사진, 지형도를 참조하여 도로시설물 상황을 파악하는 것은 현실성의 문제가 있으며 최신 자료 취득을 위한 조사자의 현장사진촬영도 조사자에 의하여 자의적으로 변형될 수 있다는 문제가 있다. 또 현장조사는 일기조건과 현장 교통상황 등에 의하여 지체될 수 있으며, 많은 현장조사비용이 소요되며 조사일시와 교통상황에 따라 조사자 및 통행자에 대한 안전과 교통방해의 문제가 있을 수 있다.

따라서, 도로 및 도로시설물에 대한 영상 자료가 수집되어 보관되고 있다면 현장방문 및 조사에 따른 여러 가지 자원 손실을 방지할 수 있으며 현실성과 신뢰성을 갖춘 저 비용의 안전한 정보취득방안이 될 수 있다. 즉, 수치사진측량의 이론을 도입하여 시설물에 대한 거리, 크기 및 형태와 위치 정보, 시설물간의 위치관계 등을 추출하고 사진판독에 의하여 시설물의 필요성, 적합성, 표지인식가능성 여부 등 정성적인 분석을 할 수 있다. 또 일정 거리 간격으로 수집된 영상으로 차량 주행속도에 따른 경관모의를 할 수 있고 시간적 간격을 두고 수집된 영상자료

는, 시간경과에 따른 도로 및 도로시설물의 노후화 현상을 파악할 수 있다. 현재는 필요에 따른 일시적인 정보취득 및 관리방법이 사용되고 있으나 신속하고 경제적으로 도로교통체계를 유지 발전시키기 위해서는 우리나라 전체 도로 및 도로시설물 상황을 체계적으로 사진을 통해 취득하고 관리하는 방안 수립이 필요하며 이를 위한 데이터의 취득 후 처리과정과 보관에 관한 작업과 응용부분을 설계할 필요가 있다.

본 연구에서는 이처럼 다양한 문제점을 안고 있는 도로 및 도로시설물관리를 위한 기본조사자료 획득을 위한 방법으로 CCD 카메라가 탑재된 차량측량시스템을 사용하고 이를 통해 획득한 사진과 관련 정보를 저장하기 위한 데이터베이스를 설계하여 효율적이고 계획적인 도로 및 도로시설물관리에 활용하고 이와 관련된 각종 업무에 응용할 수 있는 가능성을 제시하고자 한다.

1.2 국내외 연구사례

미국은 1970년대부터 사진기록차량(Photologging Vehicle)을 이용하여 도로시설물을 조사하는 연구가 시작되었고, 1980년대 후반부터 위스콘신(Wisconsin)주, 뉴욕(New York)주, 코네티컷(Connecticut)주 등의 교통국(DOT)에서 고속도로에 대하여 사진기록차량을 적용한 사례가 있다.

현재는 사진기록차량이 차량측량시스템(Mobile Mapping System)으로 발전되었는데 차량측량시스템이란 GPS, INS, 경사계,

고도계, 주행계 등의 센서를 통합하여 차량의 정확한 위치를 결정하고 2대의 CCD 카메라로 도로시설물을 촬영하는 이동측량장비이다. 이 차량측량시스템은 도로시설물에 대한 사진기록뿐만 아니라 도로의 선형이나 기울기의 정밀관측, 오차범위 1m 이내의 정밀좌표 취득이 가능하다.

현재 미국, 캐나다, 독일, 이탈리아에서 개발된 5개의 상용화된 제품이 있는 것으로 조사되었으며 국내에서도 1개 기업이 차량측량시스템을 개발하고 있다. <표 1>에는 대표적인 차량측량시스템의 개발자 정보와 각 시스템의 센서구성을 요약하였다.

<표 14> 국내외 차량측량시스템

시스템 명	개발자	차량위치결정 센서	대상물 자료취득 센서
GPSVan	Ohio State University	GPS, 2 자이로, 2 주행계	흑백 CCD카메라(2대) 칼라 비디오카메라(1대)
VISAT	Calgary University	GPS, 항법용 INS	흑백 CCD카메라(8대) 칼라 비디오카메라(1대)
GPSVision	Lambda Tech Int. inc.	GPS, 항법용 INS	칼라 CCD카메라(2대)
ON-SIGHT	Transmap corp.	GPS, 항법용 INS	칼라 CCD카메라(5대)
GPSight	(주)이엔지정보기술	GPS, 항법용 INS	칼라 CCD카메라(2대)

1.3 연구범위 및 방법

본 연구의 범위는 차량측량 자료를 통합하고 이를 저장, 운용하기 위한 데이터베이스의 설계와 설계된 데이터베이스의 구축과 실험자료 획득, 그리고 구축된 데이터베이스를 이용한 응용시스템의 구현이다.

데이터베이스의 설계는 취득된 측량자료와 도로시설물DB로 분류되며 기존의 교통DB와의 연계를 위한 부분이 포

함되어 있다. 데이터베이스의 설계범위는 획득된 자료를 사용할 관련분야에서 응용이 가능하고 확장이 용이하도록 7개 도로시설물(인도, 교량, 터널, 지하도, 육교, 신호등, 도로표지판)과 차량측량을 통해 획득된 자료의 처리결과를 대상으로 하였다. 데이터모델은 객체지향 모델 기법 중의 하나인 E-R(Entity-Relationship)모델을 적용하였다. E-R모델은 실세계의 기본적인 객체를 엔티티(entity)로 나타내고 각 객체들 간의 관계(relationship)로 엔티티 간의 연

계성을 표현하는데 본 연구에서는 각각의 시설물과 측량결과를 엔티티로 하고 각 엔티티 간의 관계를 사용자의 업무에 따라 확장할 수 있도록 데이터모델을 설계하였다. 실험 자료는 인하대 주변의 대상으로 자체 제작한 차량측량시스템을 통해서 관측하고 이를 통해 얻어진 원시측량자료를 후처리하여 사용하였다. 물리적인 데이터베이스의 구축은 다양한 DBMS(Database Management Systems) 중 응용시스템의 목적에 부합하는 것을 선정하여 제작하였고 DB 입력모듈을 통해서 Photo Database를 구축하였다. 프로토타입의 구현을 위해서는 사용이 간편하고 개발속도가 빠른 MS Access DB와 기존DB와의 호환을 위해 Oracle 8을 사용하였고 개발언어는 Microsoft Visual C++ 6.0 MFC를 이용하였으며 Photo Database 정보를 갱신, 수정, 검색하여 기존 시설물 정보와 접목하는데 주력하였다.

2. 실험 자료취득

2.1 차량측량시스템 구성

본 연구에서 사용된 차량측량시스템은 CCD 카메라, GPS, INS 등 3가지의 관측 장비로 구성된다. 2대의 CCD 카메라는 도로상의 노면과 시설물의 사진을 획득하고 2대의 GPS는 촬영시점의 좌표를 저장하기 위해서 1대의 INS는 GPS의 위치좌표 보정과 정밀한 카메라의 자세정보추출을 위한 장비이다. 이들 관측 장비를 통해 획득된 자료들을 통합하면 사진에 촬영된 대상물의 대한 정성적인 정보의 추출이 가능하다. H/W의 구성은 <표 2>과 같다.

<표 15> 차량측량시스템 센서재원

센서	모델명	제 원
CCD	UNIQ UC-900	유효화소 수: 1312×1028 셀의 크기 : 4.65×4.65 μm Imagination PXD 1000 프레임그래버
GPS	Trimble 4000ssi	L1/L2 2주파 수신기 외부 이벤트 마크(Event mark) 기록 가능 1 PPS(Pulse Per Second) 출력 L1/L2 반송파 수신용 안테나
INS	Crossbow DMU	1 Fiber Optic Gyro Stability 3 FOG, 가속도계 Roll, Pitch, Yaw : 0.5 도(degree)/시간(hour) Repeatability : 0.1 도(degree)

2.2 실험지역 자료취득

실험측량 대상지역은 인천광역시 남구 인하대학교 주변도로로 선정하였다. 대상지역은 다음과 같은 조건을 만족하는 곳으로 선정하였으며 약 3.5 km 구간이다.

- 고층건물이 밀집되어 있지 않은 구간
- 직선구간과 회전구간이 적당한 구간
- 차량통행량이 적은 구간



[그림 1] 차량측량시스템 제작

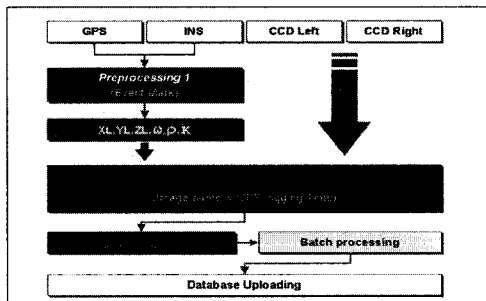
차량의 주행속도를 약 60km/h로 일정하게 유지하고 CCD 카메라의 촬영속도는 1초당 1 프레임이 촬영되도록 설정하여 실험하였다.



[그림 2] 실험대상지역

2.3 자료처리

측량을 통해 획득된 관측결과는 차량에 탑재되어 있는 PC로 전송되어 저장된다. 저장된 관측결과는 실험이 완료된 후에 후처리 과정을 거치게 되는데 [그림 3]은 관측 자료의 후처리 과정을 보여주고 있다. 후처리 과정은 GPS 수신데이터와 INS의 동기화, CCD 카메라를 통해 획득된 영상 파일의 압축과정 등으로 구분된다. CCD 카메라를 통해 획득되는 원본 이미지파일은 BMP파일이다. CCD 카메라에서 이미지를 획득하는 것은 BMP, JPG 형태 둘 다 가능하지만 BMP 이외의 형태로 저장할 경우 변환에 소요되는 시간으로 인해 시간 간격으로 촬영하는 것에 영향을 미친다.



[그림 3] 차량측량 자료처리 흐름도

따라서 후처리 과정을 거쳐서 BMP 형태를 JPG로 변환하는 것이 적합하다. 또 BMP 파일은 압축률이 낮고 용량이 커서 DB에 직접 저장할 경우 전송과 출력 등 많은 부분에서 과부하를 발생시키므로 압축 후 손실이 적은 JPEG 파일형태로 변환하여 Database에 저장하는 것이 효과적이다. 후처리 과정이 완료된 개별 자료들은 프로젝트 파일로 저장되고 프로젝트파일을 이용해서 관측된 각 센서의 자료들을 통합하여 데이터베이스에 입력하였다.

3. Photo Database 설계

3.1 논리적 데이터베이스 모델

Photo Database를 설계하기 위한 데이터 모델링 기법으로 본 연구에서는 E-R모델을 사용하였다. E-R모델은 객체기반모델(Object Based Models)의 일종으로 실세계의 객체를 엔티티로 나타내고 각 객체들 간의 관계로 데이터를 구조화하는 기법이다. Photo Database는 우선적으로 엔티티를 정의하고 이를 이용하는 응용시스템의 업무 정의와 특성에 따라서 유동적으로 관계(Relationship)를 재정의 또는 확장할 수 있도록 설계하였다. Photo Database의 설계는 차량측량시스템을 통해 획득된 자료의 통합저장과 이를 이용한 도로시설물들의 정보관리라는 두 가지 측면에서 고려되었다. Photo Database에서 정의된 사진 엔티티는 <표 2>와 같은 속성들로 정의되었다.

<표 2> 사진 엔티티 설계명세서

속 성	자료 형	입력방법
ID(PK)	VarChar2(20)	프로젝트 명 + 촬영순서
LGPSX	Number(9,3)	왼쪽 GPS수신기의 X좌표
LGPSY	Number(9,3)	왼쪽 GPS수신기의 Y좌표
LGPSZ	Number(9,3)	왼쪽 GPS수신기의 Z좌표
Omega	Number(9,3)	카메라자세(pitch)
Phi	Number(9,3)	카메라자세(roll)
Kappa	Number(9,3)	카메라자세(yaw)
Left Image	LOB	왼쪽 사진파일
Right Image	LOB	오른쪽 사진파일
LImageName	VarChar2(100)	왼쪽 사진파일명
RImageName	VarChar2(100)	오른쪽 사진파일명
GPStime	Number(10)	촬영지점의 GPS 시간
FGPStime	Number(10)	다음 촬영지점의 GPS 시간
RGPStime	Number(10)	이전 촬영지점의 GPS 시간

3.2 데이터베이스 시스템 선정

Photo Database를 구축하기 위한 시스템으로는 오라클(Oracle 8i)과 MS Access가 사용되었다. 오라클은 상용화된 DBMS 중에서 가장 널리 사용되고 있으며 안정성과 효율성이 높은 시스템이다. 오라클에 LOB(Large Object Binary) 데이터타입은 미디어파일, 즉 동영상이나 문서, 그리고 이미지 파일 등을 레코드에 직접 저장하는 것을 지원한다. 특히 오라클은 공간데이터(Spatial Data)를 저장하고 운용할 수 있는 다양한 기술을 지원하고 있어서 이후에 GIS 시스템구축 시 확장이 용이하다. MS Access DB는 PC에서 사용할 수 있는 소규모의 데이터베이스로서 사용이 간편하고 속도가 빠르며 LOB 자료를 저장하기 위한 기술로 OLE(Object Linking and Embedding)객체를 지원한다.

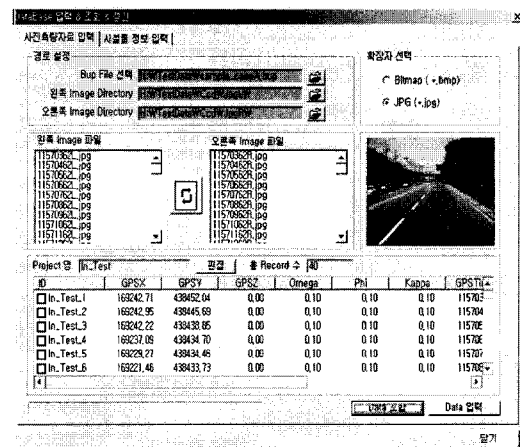
<표 3> LOB 자료 형

자료 형	설 명
BLOB	이진(binary) LOB 자료 형
CLOB	문자 LOB 자료 형
BFILE	Read-only 자료 형
NCLOB	복수 문자열 CLOB 자료 형

4. 데이터베이스 구축 및 프로토타입 개발

4.1 실험지역 데이터베이스구축

차량측량을 통해 획득된 원시자료는 후처리과정을 거쳐 Photo Database에 입력된다. 후처리과정을 거치게 되면 프로젝트 파일과 CCD 영상파일이 저장된 두 개의 폴더가 결과물로 제작되고 이 결과물을 이용하여 DB 입력다이얼로그에서는 자료조합, 중복자료검사를 실시하고 최종적으로 DB입력을 실행한다.



[그림 4] Photo Database 입력 인터페이스

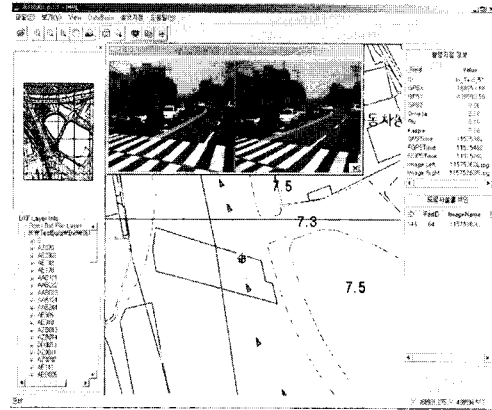
4.2 프로토타입 개발

프로토타입으로 개발된 도로시설물 관리시스템은 도로시설물에 관련된 속성들을 실제 사진과 링크하여 시설물에 관련된 정보들을 검색, 갱신, 수정할 수 있다. 기존의 GIS 시스템과는 달리 해당 객체에 대한 속성 및 관련정보를 수치사진측량을 통해 획득하고 시설물과 연결된 해당 구간의 촬영사진을 출력하므로 해서 더욱 현실감 있는 접근이 가능하다. 시스템은 수치지도(DXF 파일)를 기본도로 하고 독립된 시스템에서도 운용이 가능한 MS Access DB를 이용하였다. 도로시설물관리 시스템은 3개의 주요모듈로 구성된다.

- DXF 로딩 모듈
 - 벡터지도의 확대, 축소, 선택, 이동 기능
- 영상 로딩 모듈
 - DB에 저장된 이미지파일을 출력하고 지도상 촬영지점과 연계하는 기능
- DB 연결 모듈
 - Photo Database의 입력, 갱신, 검색기능

① 도로시설물 관리시스템

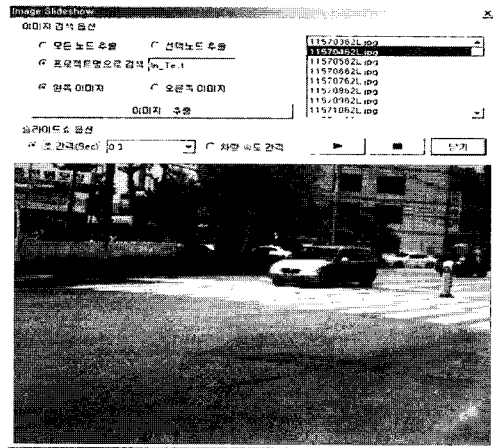
[그림 5]는 구현된 도로시설물관리시스템이다. 수치지도와 촬영지점을 중첩하여 출력할 수 있으며 촬영된 지점을 선택해서 해당 지점의 사진과 사진에 포함된 시설물의 정보를 검색할 수 있다.



[그림 5] 도로시설물 관리시스템

② 실험지역 경관 시뮬레이션

차량측량을 실시한 대상지역을 촬영 당시의 모습으로 시뮬레이션 할 수 있는 기능이다.



[그림 6] 경관 시뮬레이션 화면

촬영속도와 시간간격 선택에 따른 속도로 실행할 수 있으며 이미지의 검색은 도면과 프로젝트별로 추출이 가능하다.

5. 결 론

본 연구에서는 3개의 위치결정관측장비 (CCD 카메라, GPS, INS)를 이용하여 신속하고 경제적으로 도로 및 도로시설물에 대한 정성적인 정보를 획득하고자 하였다. 또 차량측량을 통해서 획득된 관측 자료들을 저장할 수 있는 데이터베이스를 설계하여 체계적으로 저장하고 시각적인 시설물관리와 정보시스템 개발에 사용할 수 있도록 하였다.

획득된 자료를 데이터베이스에 입력하는 것은 기존의 도로 및 도로시설물 DB와 호환가능성을 검증하기 위함이다. 국내의 도로 관련 시설물 관리시스템을 살펴보면 각 도로마다 관리기관이 다르며 또 구축된 DB도 그 사양이 다르기 때문에 데이터의 호환이 힘든 실정이다. 그러나 각 DB가 공통적으로 필요로 하는 갱신사항에 대해서 차량측량시스템은 좋은 방법을 제시할 수 있다. 두 장의 사진을 통해 촬영된 부분에 대한 3차원 좌표획득이 가능하며 시설물에 대한 시각적 판단과 속성정보 추출이 가능하기 때문이다.

감사의 글

본 연구는 2000 산·학·연 연구개발사업의 하나인 “도로시설물 DB 작성을 위한 Digital Photologging 활용방안 연구”의 일부분입니다. 본 연구를 지원해주신 한국건설기술연구원에 감사드립니다.

참고문헌

- 건설교통부, 2000, “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙”.
- 건설교통부, 2001, “NGIS 수치지도를 이용한 도로교통분야 활용제고방안”.
- 건설기술연구원, 2000, “수치사진측량기법과 GPS를 이용한 실시간 사진측량시스템 개발 연구보고서”.
- 교통개발연구원, 2001, “교통시설물조사 및 교통네트워크구축”.
- 교통개발연구원, 2001, “전국교통DB 데이터베이스 시스템 구축”.
- W. Benning, Th. Aussems, 1998, “Mobile Mapping by a Car-Driven Survey System(CDSS)”.
- Abraham Silberschatz, 1996, “Database System Concept 3rd Edition”.