

다중영상을 이용한 도로시설물 정보추출

Extraction of Road Facility Information Using Multi-Imagery

손덕재 * 유환희 ** 이해진 ***

Sohn, Duk Jae ·Yoo, Hwan Hee ·Lee, Hey Jin

要 旨

최근 도로시설물관리 시스템의 구축이 많이 이루어지고 있으며, 이 과정에서 수치지도는 공간 자료기반 구축을 위한 필수 자료로 사용된다. 그러나, 기존 지형도나 준공도면 자료가 시스템 구축용으로 충분하지 않은 경우에는 수치지도의 작성과 수정 및 갱신에 난관을 겪는 사례가 적지 않다.

본 연구에서는 항공사진 및 지상사진 등 다양한 형태의 영상자료를 이용하여 도로시설물 정보를 추출하고자 하였다. 지상취득 영상으로는 현재 많이 쓰이고 있으며 비교적 저가품인 일반카메라, 디지털카메라, 비디오카메라에 의하여 촬영된 단사진 영상을 이용하였고, 여기서 추출한 공간자료와 속성자료는 자료기반의 수정과 갱신에 사용하였다. 아울러 단사진 영상으로부터 추출한 공간자료를 이용하여 상대적인 척도로써 수치지도의 생성 가능성을 타진하였다.

ABSTRACT

Recently, many studies on the construction of management system for road facility have been accomplished, and in its process the digital map is used as the essential data for spatial database. But in case where the existing topographical map or completion map of construction data is not sufficient for Data Base construction, the compilation, modification or renewal of digital map should be conflicted with large obstacles.

This study intended to extract the road facility information using the image data of various form such as aerial photographs, terrestrial photographs and so on. The terrestrial photographic images are taken by hand-held camera, digital camera and video camera which are widely used and of low price in general.

This study used the single frame images only for the raw image data, and the extracted spatial and attribute data from the images are used for modifying and updating the database. In addition, the creating possibility of the digital map in the relative scale using the spatial data extracted from the single images was tried.

1. 서론

지형공간정보체계(Geospatial Information System: GIS)를 이용한 도로 및 시설물관리 시스템 구축에서 수치지도는 시스템의 공간자료기반(Data Base: DB) 구축을 위한 필수자료로 사용된다. 현재 전국을 대상으로 국가지리정보체계(NGIS) 구축사업이 실시되어 수치지도 DB가 연차적으로 구축되고 있으나 대도시

에서 벗어난 외곽지역은 시설물관리 시스템을 구축하는데 충분한 대축척 수치지도 DB가 구축되어 있지 않은 경우가 많다. 더우기 기존 지형도나 준공도면 자료에서 상세 정보가 누락되어 시스템 구축용으로 충분하지 않은 경우에는 수치지도의 작성과 수정 및 갱신에 많은 어려움을 겪게된다.

본 연구에서는 항공사진, 지상사진 등 다양한 형태의 영상자료를 이용하여 지형도와 준공도면에서 누락

* 대전대학교 토목공학과 교수

** 경상대학교 도시공학과 교수

*** 대전대학교 토목공학과 석사과정 수료

된 공간자료와 관련 속성정보를 추출하여 공간 및 속성 자료기반의 보안을 기하려 하였다. 지상취득 영상으로는 현재 많이 쓰이고 있으며 저가품인 일반카메라, 디지털카메라, 비디오카메라에 의하여 촬영된 영상을 이용하여 부분적으로 상세한 지형자료를 수집하고자 하였다. 또한, 엄밀한 사진측량에 의한 공간정보 취득이 불가능하거나 신속한 정보취득이 요구되는 경우를 상정하여 단사진 영상을 위주로 해석하였으며, 여기에서 추출한 공간자료와 속성자료는 자료기반의 수정과 갱신에 사용하였다. 아울러, 본 연구에서는 단사진 영상으로부터 추출한 공간자료를 이용하여 상대적인 척도로서 수치지도의 제작 가능성을 타진하였다.

본 연구에서는 일반카메라, 디지털카메라, 비디오카메라에 의하여 촬영된 지상사진을 지상기준점(Ground Control Point : GCP)을 이용한 엄밀한 사진측량방법을 사용하지 않고 기존도면이나 영상에서 확인할 수 있는 특정 물체의 위치와 제원을 이용하여 공간정보를 추출하는 방법을 연구한다.

따라서 본 연구에서는 비교적 높은 정확도가 요구되지 않거나 짧은시간 안에 자료의 수정 및 갱신이 필요한 경우에 활용할 수 있는 기법을 개발하고자 하였으며, 구 자료로서 남아있는 사진이나 비디오 영상을 이용하여 수치지도를 편집, 갱신할 수 있는 가능성을 제시하고자 하였다.

한편, 항공사진과 GIS를 이용하여 영상지도의 제작과 도로 시설물 관리를 위한 다수의 연구가 진행되어 왔는데, 손덕재(1997)는 항공사진과 지형공간정보체계를 이용한 수치영상지도 제작연구를 수행하였고¹⁾, 강인준(1994)은 항공사진 자료를 활용하여 도로시설물관리에 관한 연구를 수행하였다^{2,3)}. 또한, 신상철(1995)과 홍순현(1998)은 도로 시설물 정보 관리시스템 구축에서 DB설계와 도로 시설물의 유지관리 및 보수시 자료의 수정과 보원에 중점을 두고 연구하였다⁴⁾. 또한, 유복모(2000)는 이동용 위치결정체계를 이용한 도로시설물측량에서 GPS, IMU(Inertial Measurement Unit)와 결합된 CCD 사진기의 영상을 이용하여 도로 주변 시설물의 위치를 결정하여 수치지도를 갱신하는 연구를 수행하였다⁵⁾. 또한, Habib(2000)가 MMS(Mobile Mapping System)를 사용하여 입체영상에서 도로

경계를 추출하는 연구를 수행하였으며⁶⁾, Vincent(2000)는 다중영상 정합 방법을 사용하여 반자동으로 물체를 측정하는 연구를 수행하였다⁷⁾. 또한, Cole(2000)은 비디오 카메라를 이용하여 지형관련 자료를 촬영하여 GIS 자료에 이용하는 연구를 수행하였다⁸⁾.

최근에는 국내에서도 비디오카메라를 이용하여 공간정보를 추출하려는 연구가 진행되어 여러 편의 논문이 발표되었다. 즉, 유환희(1995, 1998a, 1998b)는 비디오 카메라를 이용한 3차원 지형정보의 자동추출과 수치지도 생성 및 갱신을 위한 수치처리 영상기법의 개발과, 비디오사진측량(video photogrammetry) 기본 모듈 개발에 관한 연구를 수행하였으며⁹⁻¹¹⁾, 성재열(2000)은 비디오 사진측량을 이용한 컴포넌트와 자동화 서버(Automation Sever)를 개발하였다¹²⁾. 이 밖에도 비디오 사진측량과 관련된 많은 연구가 진행중이다.

2. 다중영상획득

본 연구에서 사용한 영상자료는 공간영상과 지상사진으로 구분된다. 공간영상으로는 항공사진 영상을 수집하였고, 지상사진 영상은 일반카메라, 디지털카메라, 비디오카메라를 이용하여 촬영하였다.

2.1 공간영상

항공사진은 국립지리원에서 구입하였으며 영상의 제원은 표 1과 같다.

표 1. 항공사진의 제원

구분	내용
카메라	RMK A 15/23
축척	1:37,500
촬영일시	2000년 4월
촬영고도	5,730m
사진의 크기	23cm×23cm
초점거리	153mm
코스 및 번호	3 05/06

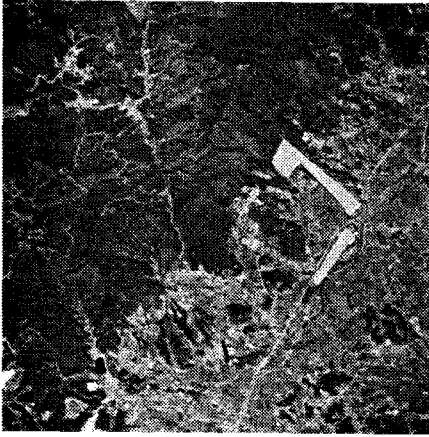


그림1. 포천지역의 항공사진(원사진축척 1:37,500)

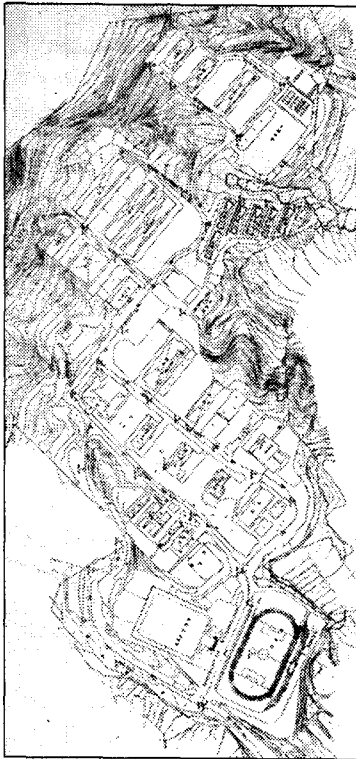
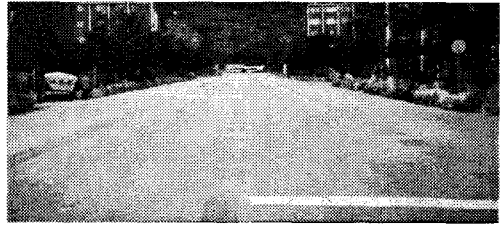


그림2. 대진대학교의 준공현황도(원도축척 1:1,200)

대진대학교를 포함하고 있는 항공사진은 그림 1과 같으며 스캐닝된 항공사진의 해상도는 1,024dpi이다. 일반적인 항공사진의 축척이 1:20,000인데 반하여 대도시 외곽지역에 위치한 지역적 특성으로 현재 획득할 수 있는 항공사진의 축척은 1:37,500이다.

2.2 지상사진

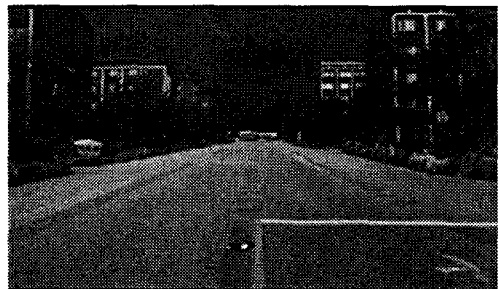
지상사진 영상을 획득하기 위한 대상지역은 대진대학교 교내 중앙도로로서, 교수연구동과 국제학관 사이의 지역이다. 도로의 중앙을 따라 이동하며 일반카메라, 디지털카메라, 비디오카메라를 사용하여 촬영하였다. 이때 도로의 경계선상에 폴(pole)을 세워 실험 후 항공사진과의 정합시 확인점으로 인식될 수 있도록 하였고, 추출하려는 시설물로는 도로중앙선, 정지선, 보차도 경계선, 배수구, 가로등, 표지판 등이 있다. 일반카메라, 디지털카메라, 비디오카메라의 영상은 그림 3과 같다.



(a) 일반카메라 영상



(b) 디지털카메라 영상



(c) 비디오카메라 영상

그림 3. 실험 대상지역의 지상사진 영상
(지점1 : 교수연구동 옆)

3. 수치영상처리를 이용한 정보추출

3.1 항공사진을 이용한 공간정보 추출

그림 4는 항공사진으로부터 대전대학교 지역을 확대한 영상이며, 그림 5는 이로부터 수치영상처리를 이용하여 얻어진 윤곽선 검출 결과이다



그림4. 대전대학교 지역을 확대한 항공사진그림

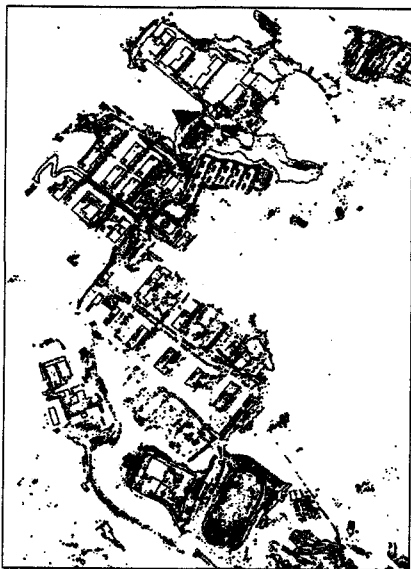


그림5. 항공사진의 윤곽선 검출

윤곽선 검출에서는 영상의 히스토그램 입력값과 출력값을 조정하고 경계값을 지정한 후 라플라시안방법을 사용하였다.

항공사진과 준공도면으로부터 농구장, 운동장과 같은 건축물 자료층(layer), 외곽도로 자료층, 옥외설치 자료층 등을 추출하였으며, 항공사진에서 추출한 도로 자료층은 그림 6과 같다.

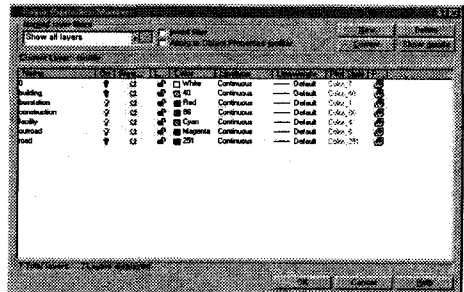
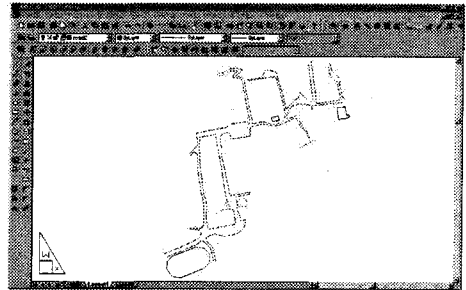


그림6. 항공사진에서 추출한 자료층별 공간자료

또한, 본 연구에서는 각 자료층별로 구축된 기본도와 영상자료를 중첩시킴으로서 대상지역의 현황을 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 그림 7은 생성된 시설물 기본도 자료층이다

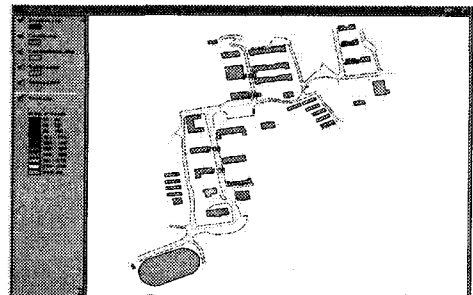
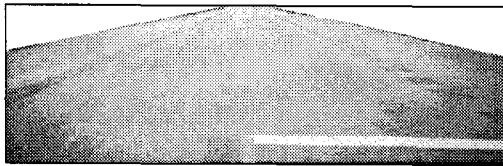


그림 7. 기본도 자료층

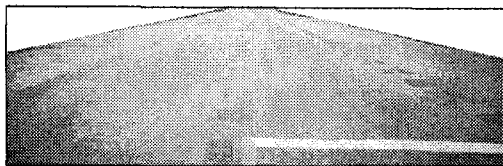
3.2 지상사진을 이용한 영상정보 추출

촬영된 지상사진 영상으로부터 수치영상처리를 이용하여 상대적인 축척으로 보차도 경계선 및 도로정지선 등 공간 정보를 추출하고자 하였다. 그림 3의 일 반카메라 영상은 공간정보 추출의 첫 번째 지역으로 서 교수연구동 옆의 중앙도로이며 지점1로 표시하였 다. 그림 8(a)는 그림 3의 영상에서 포토샵(Photoshop) 을 이용하여 도로부분을 잘라낸 영상이며 그림 8(b)는 그림 8(a)를 단색(gray scale)영상으로 전환하여 대비 값(contrast)을 10으로 준 영상이다.

그림 8(b)로부터 도로 영상을 수치영상처리하여 이진영상(binary image)으로 변환한 후 경계값 (Threshold Value: THV)을 달리하여 각각의 공간자 료를 추출하였다. 그림 9는 THV=242로 하여 보차도 경계선과 도로 정지선을 추출한 그림이며, 그림 10은 도로 원영상에 추출된 공간자료를 추가한 그림이다.



(a) 도로 원영상



(b) 흑백처리 및 대비값 10을 준 영상

그림 8. 도로 원영상과 영상처리

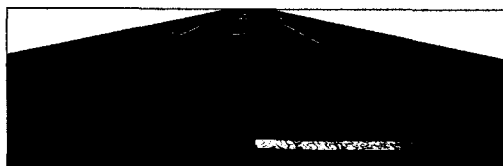


그림 9. 추출한 도로영상정보 (THV=242)

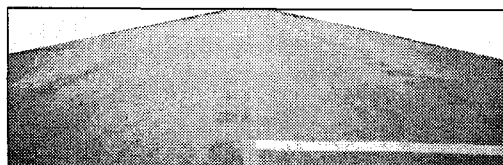


그림 10. 원영상에서 추출한 보차도경계선과 도로정지선

그림 11은 고역통과필터(high pass filter) 값을 30으 로 놓고 윤곽선을 검출한 후 THV=190으로 하여 오른 쪽 주차선을 추출하고 도로 원영상에 추출된 공간자 료를 추가한 영상이다

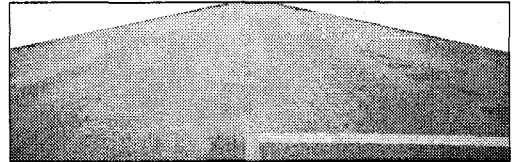


그림 11. 추출한 도로영상과 오른쪽 주차선(THV=190)

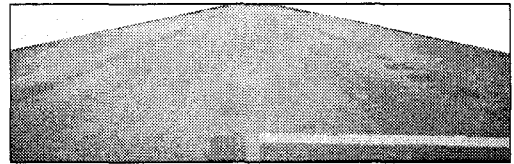


그림 12. 추출한 도로영상과 왼쪽 주차선 (THV=215)

그림 12는 고역통과필터 값을 30으로 놓고 윤곽선 검출을 한 후 THV=215로 하여 왼쪽 주차선을 추출하 여 도로원영상에 추출한 공간자료를 추가한 그림이다.

그림 13은 THV=200으로 하여 좌우측의 구 보차도 경계선과 구 중앙선을 추출하여 도로 원영상에 추 출된 공간자료를 추가한 그림이다.

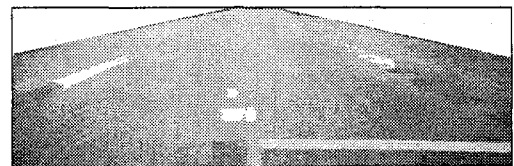


그림 13. 추출한 도로영상과 구 보차도경계선 (THV=200)

그림 14는 THV=220으로 하여 구 도로중앙선을 추출하여 도로 원영상에 추출된 공간자료를 추가한 그림이다.

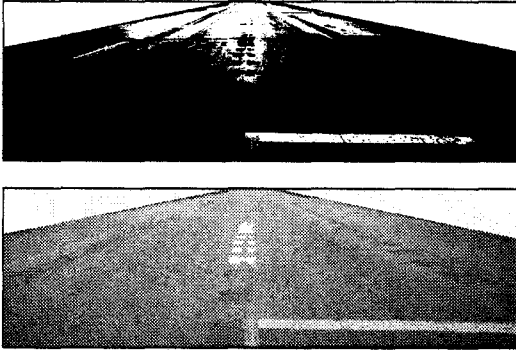


그림 14. 추출한 도로영상과 구 도로중앙선(THV=220)

그림 8에서 그림 14까지 추출한 공간자료를 종합하면 그림 15와 같다. 그림 15는 그림 16과 같이 포토샵에서 원근감 변형(perspective transform)을 사용하여 도로부분을 준공현황도에서 추출한 원래 도로폭에 맞도록 변형시킬 때 공간자료를 추출하고 보정해 주기 위한 선행작업이다.

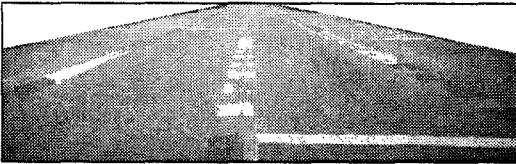


그림 15. 추출한 공간자료

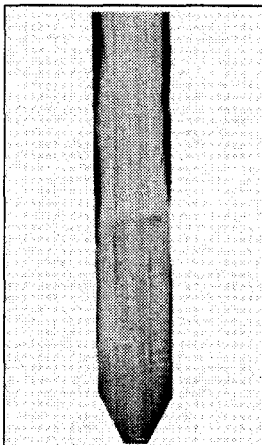


그림 16. 도로부분을 평면형에 맞게 변환한 영상

그림 16의 평면 도로영상에서 THV를 달리하여 각각의 공간자료를 추출하였다. 또한, 영상처리를 통한 공간자료 추출 후에 반자동으로 추출자료를 보정하였다. 그림 17은 THV=220으로 놓고 보차도 경계선과 오른쪽 주차선을 추출하여 도로 원영상에 추출된 공간자료를 추가한 그림이다.

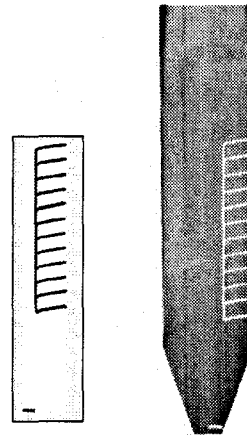


그림 17. 추출된 오른쪽 주차선과 정지선 (THV=220)

그림 18은 THV=225로 하여 보차도 경계선, 도로중앙선과 왼쪽 주차선을 추출하여 도로 원영상에 추출된 공간자료를 추가한 그림이다.

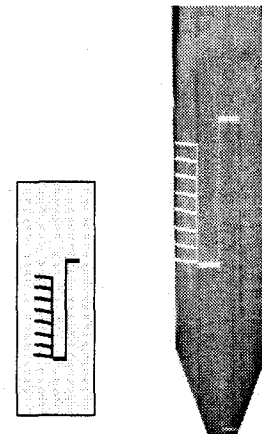


그림 18. 추출된 도로정지선, 도로중앙선 및 왼쪽 주차선 (THV=225)

그림 19는 THV=210으로 놓고 배수구를 추출하여 도로 원영상에 추출된 공간자료를 추가한 그림이다.

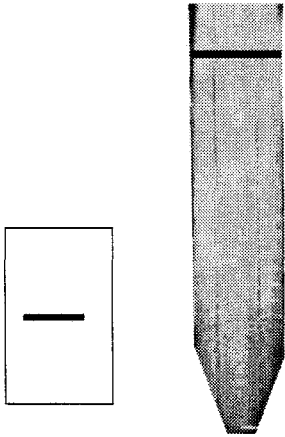


그림 19. 추출된 배수구 (THV=210)

그림 17에서 그림 19까지 추출된 공간자료를 종합하면 그림 20과 같으며 멀리있는 도로부분에 대한 추출자료는 원근감 변형에 의해 자료 부분이 분명하지 않아 그림 21과 같이 다른 위치에서 촬영한 영상에서 도로부분에 대한 공간자료를 추출하였다.

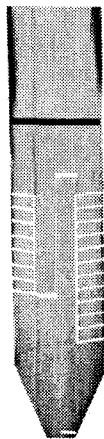


그림 20. 추출된 공간영상자료 (지점 1)

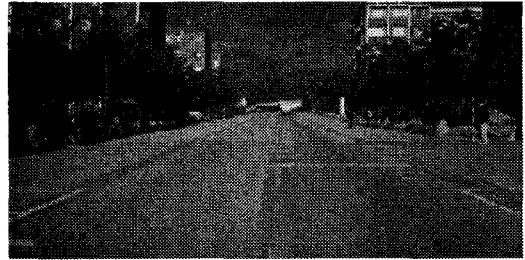


그림 21. 지상사진 영상(지점2 : 대학원 옆)

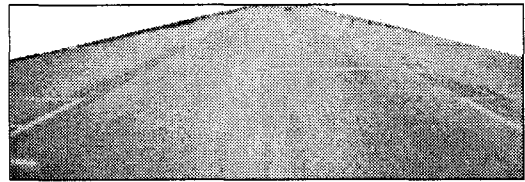


그림 22. 도로부분 영상

그림 21은 공간정보 추출의 두 번째 지역으로 대학원 옆의 중앙도로 부분인 지점 1과 연속한 부분을 일반카메라로 촬영한 영상이며 지점 2로 표시하였다. 그림 22는 그림 21에서 도로부분을 잘라낸 영상이다.

그림 23은 그림 16과 같이 도로 부분을 잘라 평면형에 맞게 변형시킨 영상을 이용하여 THV=132로 놓고 도로정지선과 배수구를 추출하여 도로 원영상에 추출된 공간자료를 추가한 그림이다.

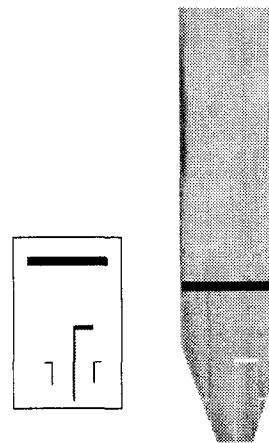


그림 23. 추출된 도로정지선과 배수구 (THV=132)

그림 24는 THV=161로 놓고 보차도경계선과 도로중앙선을 추출하여 도로 원영상에 추출된 공간자료를

추가한 그림이다.

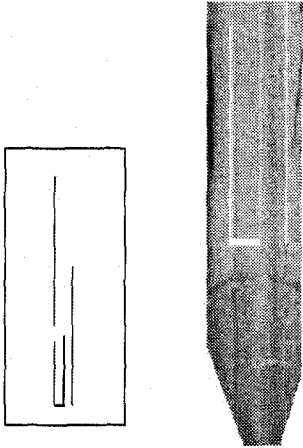


그림 24. 추출된 보차도경계선과 도로중앙선
(THV=161)

그림 23과 그림 24에서 추출된 공간자료를 종합하면 그림 25와 같다.

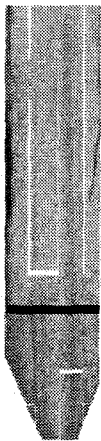


그림 25. 추출된 공간영상자료 (지점 2)

4. 수치영상자료를 이용한 수치기 본도 수정

그림 26은 그림 20과 25가 정합될 기본도로서, 1:1,200 준공현황도를 자료층(layer)별로 구축한 수치지도의 중앙도로 부분이다. 각각 정합된 결과는 그림 27과 같다.

또한, 각각 정합된 부분을 연결하면 그림 28과 같다. 그림 28은 기본도와 2장의 지상사진 영상의 정합이며 공간자료 추출부분을 보여주고 있다.

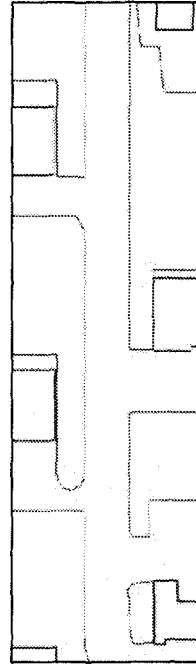
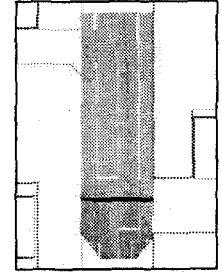
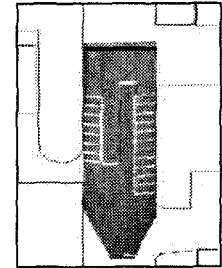


그림 26. 수치기본도의
중앙도로 부분



(b) 지점 2



(a) 지점 1

그림 27. 수치기본도와
정합된 도로영상

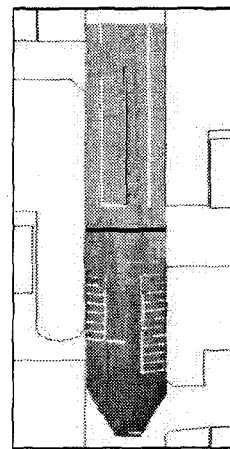


그림 28. 수치기본도와 지상사진 변환영상의 정합

그림 29는 지상사진으로부터 추출된 공간자료를 자료층별로 구축한 벡터자료이다. 이 수치도면을 그림 26의 수치 기본도와 정합시키면 그림 30(a)와 같으며,

준공도면을 바탕으로 생성한 수치기본도에 누락되어 있는 다양한 도시시설물의 현황자료가 새로이 수정·갱신되어 있는 것을 알 수 있다. 또한, 이렇게 수정된 수치기본도, 즉 벡터선형도면(vector line map)과 지상 사진으로부터 수치영상처리하여 공간자료를 추출하고 평면형에 맞게 변환된 사진영상, 즉 래스터영상(raster image)을 중첩하여 그림 30(b)와 같이 래스터와 벡터가 중첩된 수치영상기본도를 생성할 수 있다. 이렇게 중첩된 수치도면은 도시시설물 관리시스템의 공간DB에 중요하게 활용될 수 있다. 그림 30의 (c), (d)는 자료층별로 구축한 벡터자료를 하나의 자료층으로 통합한 것으로, 수치기본도와 래스터영상의 정합을 보여주고 있다.

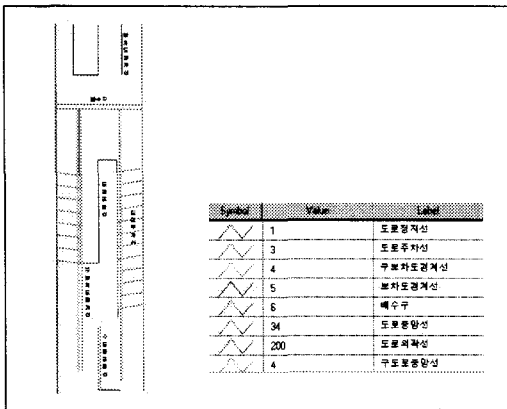
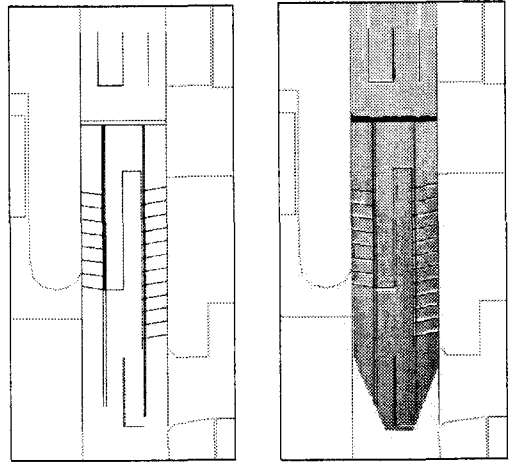


그림 29. 자료층별로 구축한 대상지역의 벡터 자료



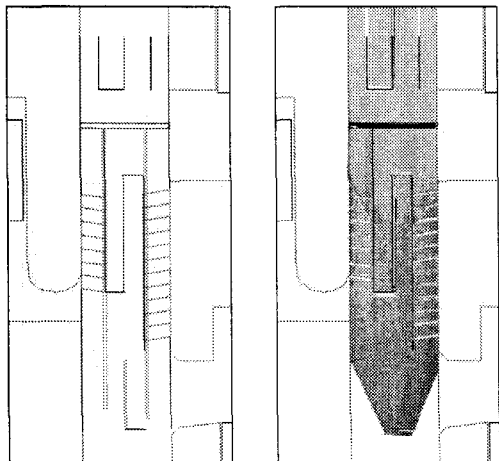
(c) 수정, 갱신된 수치기본도 (단일자료층)
(d) 래스터영상과 중첩된 수치기본도 (단일자료층)

그림 30. 수치기본도와 벡터공간자료 및 래스터영상과의 정합

5. 결론

본 연구에서는 항공사진, 지상사진 등 다중영상을 이용하여 공간정보와 영상정보를 획득하고 수치영상 처리를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 기존 지형도나 수치지도 자료가 도로관리 시스템 구축용으로 충분하지 않은 경우, 지상사진 및 항공사진 등 다중영상을 수치영상처리를 하고 기존도면 자료를 이용하여 상대적인 척도로서 수치지도 제작 가능성을 제시하였다.
2. 비교적 저가품인 사진기에 의하여 촬영한 단사진으로부터 도시시설물 관리에 필요한 다양한 공간 및 속성정보를 추출하고, 기존의 수치지도에서 누락되었거나 변경된 지점의 공간 및 속성정보를 수정·갱신할 수 있는 가능성을 제시하였다.
3. 기존도면과 항공사진으로부터 수치기본도를 생성하고, 지상사진 영상으로부터 추출한 래스터영상과 중첩하여 도시시설물관리시스템에 사용할 수 있는 수치영상기본도를 생성하였다.



(a) 수정·갱신된 수치기본도 (다수자료층)
(b) 래스터영상과 중첩된 수치기본도 (다수자료층)

4. 본 연구는 높은 정확도가 요구되지 않고, 짧은 시간 안에 자료의 수정 및 갱신이 필요한 경우에 신속하게 공간정보를 추출할 수 있는 기법으로 활용될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 손덕재(1997), "항공사진과 지형공간정보체계를 이용한 수치영상지도 제작연구", 한국지형공간정보학회 논문집, 제5권 제2호, pp.207~220.
2. 강인준, 이강원(1994), "도로시설물 관리에 있어서 항공사진 데이터의 활용", 한국지형공간정보학회 94 학술발표회 개요집, pp.31~36.
3. 신상철, 차성렬, 박운용(1995), "도로 시설물관리를 위한 자료기반 설계에 관한 연구", 한국측지학회지, 제13권 제1호, pp.21~30.
4. 홍순현, 김관진(1998), "도로시설물 정보관리시스템 구축에 관한 연구", 한국지형공간정보학회 논문집, 제6권 제1호, pp.91~103.
5. 유복모, 김기홍(2000), "이동용 위치결정체계를 이용한 도로시설물 측량", 대한토목학회 논문집, 제20권 6-D호, pp.691~699.
6. Habib, Ayman F. (2000), "Matching Road Edges in Stereo-Image Sequences Using Data Association Techniques", PE&RS, ASPRS, Vol.66, No.1.
7. Tao, C. Vincent (2000), "Semi-Automated Object Measurement Using Multiple-Image Matching from Mobile Mapping Image Sequences", PE&RS, ASPRS, Vol.66, No.12.
8. Cole, J. Ibid (2001), "Capturing Geo-referenced GIS Data by Video Camera", Photogrammetric Record, Vol.17, No.97, p.174.
9. 유환희, 김의명(1995), "비디오카메라를 이용한 3차원 지형정보의 자동추출을 위한 수치영상처리기법 개발", 대한토목학회 학술발표회 논문집(III), pp.9

3~96.

10. 유환희(1998a), "Video Photogrammetry를 위한 기본모듈 개발", 한국지형공간정보학회 98 학술발표회 개요집, pp.88~98.
11. 유환희, 성재열(1998b), "수치지도 생성 및 갱신을 위한 Video Photogrammetry 적용", 한국지형공간정보학회 논문집, 제6권 제2호, pp.11~20.
12. 성재열(2000), 비디오 사진측량을 위한 컴포넌트와 Automation Server 개발, 석사학위 논문, 경상대학교.

(2002년 2월 18일 원고접수)