

비디오 GIS 를 이용한 공간데이터 구축 시스템

주인학, 유재준, 남광우, 김민수, 이종훈
한국전자통신연구원 공간정보기술센터
e-mail : {ihjoo, jjryu, kwnam, minsoo, jong}@etri.re.kr

A Spatial Data Construction System with Video GIS

In-Hak Joo, Jae-Jun Yoo, Kwang-Woo Nam, Min-Soo Kim, and Jong-Hun Lee
Electronics and Telecommunications Research Institute, Spatial Information
Technology Center

요 약

비디오 GIS 는 비디오 데이터가 지도 또는 3 차원 그래픽스, 이미지, 비디오, 위성영상 등의 여러 가지 매체와 통합연계되어 사용되고 관리되는 시스템이다. 특히 비디오 형태의 정보는 그 특성상 지리정보의 사실적인 정보를 제공해 줄 수 있으므로, 공간객체의 실제 모습을 촬영하여 지도 데이터와 연계함으로써 현실적이고 사실적인 시각화를 더하여 기존 지도 중심의 GIS 의 단점을 보완할 수 있다. 비디오 GIS 에서는 비디오 데이터에 위치정보를 포함함으로써 비디오가 지리정보와 연계되어 양방향 검색과 브라우징, 분석 등을 제공해 줄 수 있다. 본 논문에서는 비디오와 지도 정보를 통합하여 관리하고 공간정보를 구축할 수 있는 비디오 GIS 기술 및 공간데이터를 구축하는 방법을 제시하며 프로토타입 시스템 개발 결과 및 도로시설물 관리 분야에 적용한 결과를 제시한다.

Abstract

Video GIS is a spatial information system where video is used and integrated with map or other media such as 3D graphics, image, video, and satellite imagery. The information expressed by video, in nature, can provide realistic information. The connection of map and image of actual geographic object brings realistic visualization, which overcomes the limitation of conventional map-based GIS. In the suggested video GIS, location information is contained in video data and thereby enables two-sided searching, browsing, and analyses. In this paper, we suggest video GIS that integrates and manages video and map, and that constructs spatial information. We also develop a prototype system of video GIS in the field of roadside facility management, and show the results.

1. 서론

최근 GIS (지리정보시스템, Geographic Information System) 의 사용과 보급이 확대되고 기존의 전통적인 GIS에서 보여 주는 지도 형태의 단순한 정보에서 현실적이고 사실적인 형태의 정보 제공에 대한 요구가 생기고 있다. 지도 형태의 정보만을 제공해주는 전통적 GIS는 사용자에게 풍부한 정보를 제공해주지 못하여왔기 때문에, GIS에서 공간데이터를 지도 외에도 3차원 그래픽스, 이미지, 비디오, 위성영상 등의 여러 가지 매체로 표현하는 연구가 수행되어 왔다. 이러한 연구는 멀티미디어 기술발전으로 인하여 GIS에서 멀티 미디어 정보를 관리하고 분석하고 시각화할 수 있는 기능이 라는 면으로 진행되고 있다. 그러나 이들 매체간의 연관관계가 미약하여 여러 매체를 통한 종합적인 관리가 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

멀티미디어 정보 중에서 특히 비디오 형태의 정보는 그 특성상 지리정보의 사실적인 정보를 제공해 줄 수 있으므로,

공간객체의 실제 모습을 촬영하여 지도 데이터에 대한 보조적인 정보로 사용하는 형태로 많은 GIS에서 도입되어 활용되어 왔다. 비디오 정보를 활용한 GIS는 전통적인 수치지도 중심의 GIS에 현실적이고 사실적인 시각화를 제공하여 기존 GIS의 단점을 보완할 수 있는 접근방법으로 각광받고 있다. 그러나 현재까지 비디오를 활용한 GIS에서는 비디오 데이터에 공간적인 정보가 포함되어 있지 않으므로 비디오가 지리정보의 한 속성으로 관리되는 데에 그쳐 종합적인 검색과 브라우징, 분석 등을 제공해 줄 수 없다는 한계점을 가진다.

본 논문에서는 비디오와 지도 정보를 통합하여 관리하고 공간정보를 구축할 수 있는 비디오 GIS 기술을 제안하고 설계하여 프로토타입 시스템 개발 결과 및 도로시설물 관리 분야에 적용한 결과를 제시한다. 비디오 정보는 GIS를 활용한 공간정보 관리를 현실적이고 사실적으로 제공하여 주므로, 본 논문에서 제시하는 비디오 GIS 기술은 공간데이터 구축에 사용되어, 전통적 측량방법을 사용할 경우 비용

과 노력이 많이 드는 공간데이터 구축을 쉽고 빠르고 효과적으로 수행할 수 있다. 비디오 GIS 기술 및 개발된 시스템은 도로시설물 관리 분야 외에도 지자체의 유사 사업에 적용될 수 있다.

2. 관련 연구

2.1 모바일 매핑 시스템

모바일 매핑 시스템은 공간데이터에 대한 3차원 위치정보를 얻을 수 있는 여러 종류의 센서가 통합된 moving platform이다. 주로 Van 형태의 차량에 GPS 수신기, INS, 카메라 등을 장착하고 있으며, 카메라로 영상을 획득하는 동시에 차량의 위치를 결정하기 위하여 GPS와 INS 정보를 이용한다. 영상과 위치자료가 수집되면 S/W에 의하여 대상지역을 시각적으로 브라우징하면서 수치사진측량 기법을 이용하여 공간객체의 3차원 좌표를 추출하여 공간데이터를 구축할 수 있다. 모바일 매핑 시스템은 측량, 매핑, 도로시설물 관리 등에 폭넓게 사용되고 있다.

대표적인 모바일 매핑 시스템으로는 Ohio State University에서 개발한 GPSVan[1], Lambda Tech International사의 GPSVision[2], TRANSMAP사의 ON-SIGHT[3] 등이 있으며 국내에서는 최근 ETRI에서 개발중인 4S-Van이 있다[4].

4S-Van은 4S 연계기술을 응용한 모바일 매핑 시스템으로 공간정보의 효율적인 상호연계와 공동활용을 위하여 다양한 센서들을 차량에 부착한 첨단정보시스템이며, 공간객체의 영상과 위치/자세정보를 현장에서 획득하여 공간정보를 신속하고 정확하게 구축할 수 있다. 4S-Van에 장착된 센서로는 GPS, INS, 흑백 CCD 카메라, 칼라 CCD 카메라, IR 카메라가 있으며 추가로 레이저 스캐너를 장착하는 연구가 진행중에 있다. 4S-Van에 장착된 CCD 카메라는 도로와 그 주변의 영상을 얻기 위하여 차량에 부착되어 사용되어지며 사진측량방법에 의하여 두 장의 영상에 나타나 있는 대상물의 3차원 좌표를 구할 수 있다. 위치와 자세를 결정하기 위한 센서인 INS는 차량의 위치, 속도 및 자세를 결정할 수 있는 항법시스템이며 GPS는 위성으로부터 수신되는 신호의 전달시간으로부터 차량의 위치 및 속도를 제공할 수 있다. INS와 GPS는 상호보완적인 오차특성을 가지므로 두 시스템을 통합하여 정밀한 항법시스템을 구성할 수 있다. 4S-Van은 다양한 응용분야에 사용될 수 있으며 그 개념도는 그림1과 같다.

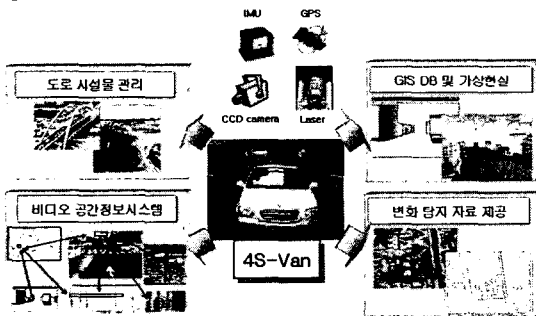


그림 1. 4S-Van 개념도

2.2 영상과 수치지도의 연계

모바일 매핑 시스템들은 공간데이터 좌표 추출 및 구축 기능을 가지는 S/W에서 기본적으로 동영상 또는 일정시간

간격의 정지영상과 지도의 연계를 제공하고 있다. 그 외에 전통적 GIS에서 확장하여 영상과 수치지도를 연계한 기술이 소개되고 있다. Red Hen Systems사에서 만든 데스크탑용 소프트웨어인 MediaMapper[5]는 이미지, 비디오, 수치지도 정보를 연계하여 제공해준다. MediaMapper에서도 역시 수치지도 검색을 통한 영상 데이터의 출력은 지원하나, 영상 데이터의 검색을 통한 수치지도의 검색 및 관리를 제공해주지는 못하고 있다. Iwane Video GIS[6]은 Iwane사에서 만든 비디오 지리정보시스템으로써, 검색 및 관리하고자 하는 수치지도의 종류에 따라 도로, 철도, 공공시설, 하천, 관광 등의 분야에 대한 응용프로그램으로 구성된다. 각 시스템들은 비디오 데이터의 획득 위치에 의하여 수치지도의 출력 부분 검색은 지원하지만, 비디오 데이터의 검색을 통한 수치지도의 검색을 지원하지 못하고 있다.

3. 비디오 GIS

비디오 GIS는 비디오 데이터를 지도 또는 3차원 그래픽스, 이미지, 비디오, 위성영상 등의 여러 가지 매체로 표현된 공간데이터와 통합하여 사용하고 관리하는 시스템이다(그림2). 특히 비디오 형태의 정보는 그 특성상 지리정보의 사실적인 정보를 제공해 줄 수 있으므로, 공간객체의 실제 모습을 촬영하여 지도 데이터와 연계함으로써 현실적이고 사실적인 시각화를 더하여 기존 지도 중심의 GIS의 단점을 보완할 수 있다. 비디오 GIS에서는 비디오 데이터에 위치정보를 포함함으로써 비디오를 지리정보와 연계하여 양방향 검색과 브라우징, 분석 등을 제공해 줄 수 있다.

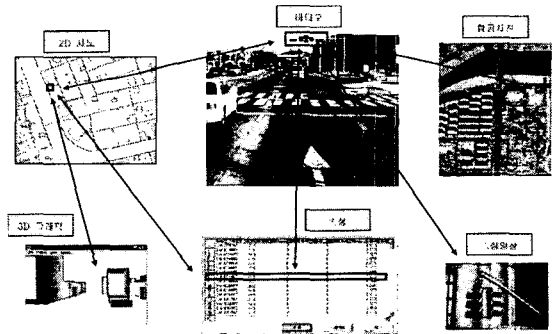


그림 2. 비디오 GIS 개요

비디오 GIS가 제공해야 하는 주요 기능 데이터 수집, 공간객체의 3차원 좌표 추출, 영상과 수치지도에서의 공간객체 양방향 검색 및 브라우징 등이다.

본 논문에서는 4S-Van을 이용하여 비디오 GIS 기술을 구현하고 기본적인 기능이 구현된 프로토타입을 개발하였다. 개발된 시스템에서는 동영상 대신 1초 간격의 정지영상의 집합을 수집하여 공간객체의 좌표를 추출하였다. 동영상으로의 확장은 현재 연구진행 중이며 동영상을 이미지 프레임의 집합으로 보면 영상에서 좌표를 추출하는 방법 및 양방향 검색, 관리 등 대부분의 기술은 정지영상의 경우와 동일하게 적용될 수 있을 것으로 보인다.

3.1 비디오 GIS 시스템 아키텍처

본 논문에서 제안한 비디오 GIS의 아키텍처 구성은 그림3과 같다. 수치지도와 영상의 뷰어로서 mbEdit와 GridViewer 컴포넌트가 각각 사용되며 속성입출력을 위한 속성브라우저가 있다. 저장구조로는 ZEUS DBMS를 사용하

여 공간데이터, 속성데이터, 영상데이터를 통합관리한다.

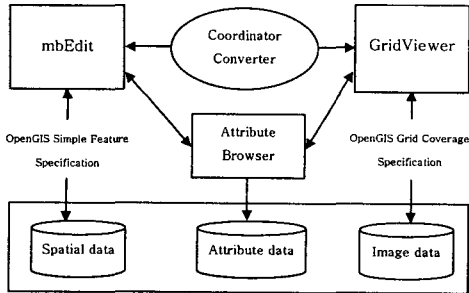


그림 3. 비디오 GIS 아키텍처

수치지도 출력/편집 컴포넌트(mbEdit)

수치지도 출력/편집 컴포넌트는 2D/3D 수치지도를 생성, 출력, 편집, 검색, 관리할 수 있는 컴포넌트를 말한다. 본 논문에서 제안한 비디오 GIS에서는 수치지도 출력/편집 컴포넌트로서 ETRI(한국전자통신연구원)의 개방형 GIS 컴포넌트 S/W 기술개발에 관한 연구를 통하여 개발된 mbEdit 컴포넌트[7] 를 사용한다. mbEdit 컴포넌트는 OGC(Open GIS Consortium)의 “OpenGIS Simple Features Specification for OLE/COM”을 준수하여 개발된 컴포넌트로, 이기종 지리정보시스템간에 수치지도의 생성, 편집, 관리, 출력, 검색 기능을 가능하게 해 주는 수치지도 출력/편집 컴포넌트이다.

영상출력 컴포넌트(GridViewer)

영상 출력 컴포넌트는 영상 데이터의 출력 및 관리를 지원하는 컴포넌트를 말한다. 본 논문을 통하여 구현된 비디오 GIS에서는 영상 출력 컴포넌트로서 ETRI에서 이미지 또는 벡터 지도를 관리하기 위한 부분으로써 개발된 Grid Viewer 컴포넌트를 사용한다. Grid Viewer 컴포넌트는 OGC의 “OpenGIS Grid Coverages Implementation Specification” 표준을 준수하여 인터페이스가 설계되어 있으며, 영상 출력 이외에 이미지 상에 벡터를 추가로 그리고, 관리하는 기능 등을 제공한다.

좌표변환 컴포넌트

좌표변환 컴포넌트는 스테레오 영상에서의 픽셀좌표와 실제 3차원 좌표간에 상호변환을 수행한다. 4S-Van에서 수집한 영상 및 위치/자세정보를 이용한 좌표변환을 하기 위하여 필요한 입력값은 표1과 같다.

표1. 좌표변환에 필요한 입력값

변환	입력
3차원 좌표 ↓ 영상좌표	카메라 위치정보(X, Y, Z) 카메라 자세정보(ω, ψ, κ) 카메라 렌즈정보 (Distortion, Focal Length, Principal Point)
영상좌표 ↓ 3차원 좌표	좌우 영상의 카메라 위치정보(X, Y, Z) 좌우 영상의 카메라 자세정보(ω, ψ, κ) 카메라 렌즈정보 (Distortion, Focal Length, Principal Point) Max Correlation값, Max Iteration값

4. 비디오 GIS 를 이용한 공간정보 구축 시스템

비디오 GIS를 이용한 공간정보 구축 시스템은 공간정보를 쉽고 빠르게 구축할 수 있으며, 공간객체를 영상과 지도 양쪽에서 검색하고 양방향으로 브라우징할 수 있다. 본 논문에서는 비디오 GIS 기술을 이용하여 공간정보 구축 시스템을 개발하고 공간정보 구축의 대표적인 예라고 할 수 있는 도로시설물에 대하여 공간정보를 구축하고 관리하는 방법을 살펴보았다. 시험 지역으로써는 대전시 자운대 앞길을 선정하여 4S-Van으로 영상 데이터를 획득하였고, 획득된 영상, 수치지도 그리고 연계 정보를 저장하기 위한 데이터베이스 시스템으로서 ZEUS를 사용하였다. 시스템은 윈도우 환경에서 비주얼 베이직 6.0을 사용하여 구현되었으며, 3장에서 살펴본 컴포넌트들을 활용하였다.

4.1 데이터 수집 과정

4S-Van에서 사용할 카메라의 초점거리, 주점의 위치, 렌즈왜곡 등의 카메라 상수를 결정하기 위하여 카메라의 self-calibration을 수행한다. 사진측량에서 카메라의 정확한 초점거리와 주점의 위치를 결정하는 것은 필수적인 사항으로 외부표정요소(카메라 중심위치 및 자세)와 3차원 좌표를 구할 때 필수적이고 중요한 요소이다. self-calibration 방법은 위의 세가지 값 외에 외부표정요소까지 함께 얻을 수 있다는 장점이 있다. 이 과정에는 좌표가 알려진 고정점을 측량하여 카메라 자세를 보정하는 작업이 포함된다.

이러한 과정을 거친 후에 실제로 도로를 주행하며 도로 또는 도로변의 시설물을 카메라로 촬영하여 영상을 수집한다. 영상은 일정시간 간격으로 수집되며 이 시간간격에 동기화되어 GPS와 INS가 카메라의 위치/자세 데이터를 수집한다. 센서로부터 수집된 데이터는 GPS/INS 통합 과정을 거치며 GPS/INS 통합 결과와 기준영상의 외부표정요소를 이용하여 각 영상의 외부표정요소를 계산한다.

도로를 주행하면서 수집된 영상의 집합은 도로별로 또는 특정 기준을 가지고 나누어져서 관리되며, 본 논문에서는 이러한 영상 관리의 단위의 영상의 집합을 비디오 시퀀스라고 부른다.

4.2 공간객체의 입력

단위 비디오 시퀀스에 대하여 영상에 나타난 공간객체의 3차원 좌표를 계산, 입력하여 데이터베이스로 구축한다. 본 논문에서는 구축 대상인 대표적인 도로시설물로 건물, 신호등, 표지판, 가로등, 맨홀 등을 선정하였다.

공간정보 구축을 위한 프로그램은 그림4와 같이 크게 mbEdit 컴포넌트에 연결된 지도 윈도우, GridViewer 컴포넌트에 연결된 영상 윈도우, 속성 윈도우 등으로 구성된다. 지도 윈도우에 출력된 수치지도와 영상 윈도우에 출력되는 영상 데이터는 자료수집 지역에 대하여 입력중인 또는 사용자에게 의하여 선택된 공간객체를 나타내도록 상호연동된다. 스테레오 영상에서 공간객체의 3차원 좌표를 구축하는 과정은 다음과 같다.

공간객체 입력

1. 공간정보를 입력하기 위한 대상지역을 선택한다.
2. 선택된 지역의 수치지도를 지도 출력/편집창에 출력한다.
3. 수치지도에서 공간객체를 입력할 지역을 도로 단위로 선택한다.
4. 도로에 해당하는 비디오 시퀀스를 오픈한다.
5. 비디오 시퀀스의 제일 앞 영상(좌우)을 오픈하여 영상출력창에 출력한다.
6. 사용자의 마우스 선택에 의하여 공간객체의 3차원좌표를

계산하여 공간데이터로 구축, 입력한다.

7. 입력된 공간객체는 윤곽선을 계산하여 영상출력창에 출력한다.
8. 다음 공간객체에 대하여 입력을 반복한다.
9. 입력이 완료되면 다음 영상(좌우)으로 이동하여 같은 방법으로 공간객체의 좌표를 입력한다.

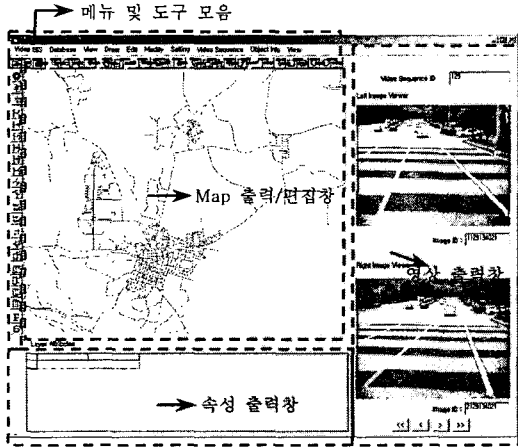


그림 4. 비디오 GIS 프로그램의 화면 구성

4.3 공간객체의 윤곽선 생성

비디오 GIS에서는 영상에 나타난 공간객체 중 이미 입력된 공간객체의 좌표를 계산하여 입력된 객체의 윤곽선을 영상 위에 표시하여 줌으로서 공간객체를 식별하고, 시각적인 브라우징을 가능하게 하며, 다음 영상에서의 중복 입력을 방지한다. 객체의 윤곽선은 객체의 타입 및 크기에 따라 달라진다(그림5). 건물은 직육면체 와이어프레임 형태로 나타나며, 가로등, 표지판은 직사각형으로 나타나며, 신호등 및 도로표지는 그자 모양의 다각형으로 나타난다. 객체의 크기에 맞추어 생성된 윤곽선은 사용자가 영상 위에서 크기 및 위치를 조정할 수 있다. 데이터베이스에 다른 레이어로 저장되는 공간객체는 다른 색으로 나타냄으로써 구분한다. 윤곽선 외에 영상 윈도우에 현재 비디오 시퀀스에 해당하는 지역은 지도 윈도우에서 부채꼴의 형태로 나타내는 등 부가적인 기능이 제공되어 사용자의 브라우징을 쉽게 한다.



그림 5. 도로시설물의 윤곽선

4.4 공간객체의 검색 및 브라우징

영상 데이터와 수치지도에 대하여 양방향으로 공간객체의 검색이 이루어진다. 영상에서 수치지도로의 검색 및 수치지도에서 영상으로의 검색은 다음과 같이 이루어진다.

영상에서 지도로의 공간객체 검색

1. 비디오 시퀀스를 오픈한다.
2. 비디오 시퀀스 중에서 한 영상을 선택한다.
3. 영상에서 윤곽선으로 표현된 공간객체를 사용자가 선택한다.

4. 해당 공간객체를 수치지도에서 검색하여 하이라이트하여 출력한다. 필요한 경우 지도의 이동/확대/축소 등을 수행한다.

지도에서 영상으로의 공간객체 검색

1. 비디오 시퀀스에 해당하는 수치지도를 오픈한다.
2. 수치지도에서 공간객체를 선택한다.
3. 해당 공간객체가 나타난 영상을 검색하여 출력한다. 이러한 영상이 다수인 경우 제일 앞의 영상을 출력한다.
4. 영상에서 해당 공간객체의 윤곽선을 하이라이트하여 출력한다.

5. 결론

본 논문에서는 비디오와 지도 정보를 통합하여 관리하고 공간정보를 구축할 수 있는 비디오 GIS 기술을 제안하고 이를 이용하여 공간데이터를 구축할 수 있는 방법을 제시하였다. 또한 비디오 GIS 기술을 구현한 프로토타입 시스템 개발 결과 및 도로시설을 관리 분야에 적용한 결과를 제시하였다. 비디오 GIS는 공간데이터 구축을 쉽고 빠르게 해 줄 수 있는 기술이며 도로시설물 구축관리 시스템 등에 사용되어 비용과 노력을 줄일 수 있다. 비디오 정보는 GIS를 활용한 공간정보 관리를 현실적이고 사실적으로 제공하여 주며 또한 비디오 GIS 기술에 의하여 영상과 지도 양방향의 검색이 가능하므로, 본 논문에서 제시하는 비디오 GIS 기술은 공간정보 구축과 관리에 관련된 사업에 적용될 수 있으며 특히 도로시설물 관리 등에 효과적으로 적용될 수 있다.

본 논문에서는 동영상이 아닌 1초단위로 수집된 정지영상의 집합인 비디오 시퀀스에 대하여 시스템을 개발하였다. 개발된 비디오 GIS에서는 동영상의 처리도 기본적인 개념은 동일하나, 향후로는 동영상을 처리할 수 있는 몇가지 기술의 추가개발이 필요하다고 하겠다. 동영상을 지원할 경우 중요한 기술은 동영상에 위치정보를 코딩하는 방법이며 이에 대한 연구가 우선적으로 진행되어야 한다. 또한 비디오 외에도 위성영상이나 그래픽스 등 다른 매체들도 통합하여 확장된 시스템의 구현이 필요하다고 하겠다.

참고문헌

- [1] <http://www.cfm.ohio-state.edu>
- [2] <http://www.lambdatech.com>
- [3] <http://www.transmap.com>
- [4] A study on Application for 4S-Van, Seung-yong Lee, Eun-young Han, and Byoung-Woo Oh, Proceedings of ISRS(International Symposium on Remote Sensing) 2001, Nov 2001.
- [5] <http://www.mediamapper.com>
- [6] <http://www.iwane.com/eiwane520.html>
- [7] 최혜욱, 김광수, 이종훈, "공간 정보 상호 운용성 지원을 위한 컴포넌트 기반의 개방형 GIS 소프트웨어", 한국정보처리학회, 제8-D권 제 6호, Dec. 2001.