

3 차원 그래픽 매핑기법을 이용한 미디어 GIS

김성수⁰ 이성호 김경호 김경옥
한국전자통신연구원
(sungsoo⁰, sholee, kkh, kokim)⁰@etri.re.kr

Media GIS using Three-Dimensional Graphics Mapping Technique

Sung-Soo Kim⁰ Seong-Ho Lee Kyong-Ho Kim Kyung-Ok Kim
Spatial Information Technology Center, ETRI

요 약

본 논문에서는 실세계의 비디오 영상을 기반으로 사용자에게 비디오내의 지리객체들의 정보를 제공할 수 있는 시스템 구현 기법을 제시한다. 제안된 기법은 2차원 수치지도와 3차원 부가속성을 가진 3차원 데이터베이스를 이용하여 비디오와 지리정보를 연계할 수 있는 새로운 기법을 제시하고 미디어 GIS 시스템을 구현하였다. 또한, 2차원, 3차원, 미디어 데이터간의 상호연계 및 운용기능을 제공함으로써 기존의 지리정보시스템 분야의 새로운 패러다임을 제시한다.

3차원 그래픽 매핑기법은 기존의 비디오에서 얻어진 이미지에 대한 별도의 이미지 프로세싱 과정 없이 지리정보를 서비스 할 수 있다는 장점을 가진다. 제안된 방법을 이용하여 비디오 영상을 스트리밍하면서 클라이언트가 지리 정보서비스 받을 수 있는 GeoVideo 서버 및 웹을 통해 서비스를 제공하는 GeoVideo 클라이언트 시스템을 구현하였다.

1. 서론

사용자에게 지리정보를 제공하기 위한 지리정보시스템은 2차원 수치지도의 형태나 3차원으로 가시화 해주는 형태의 시스템이 주를 이루어 왔다. 이러한 접근 방법은 실세계의 지리정보를 수치화하여 서비스해 주는 형태의 시스템이다.

최근 들어 실 세계 동영상 이미지를 이용하여 사용자에게 지리정보를 제공하거나 의사결정을 할 수 있는 비디오 GIS (Video GIS)에 관한 연구들이 연구 시작단계에 있다. 본 논문에서 논의되는 미디어 GIS (Media GIS)란 동영상을 실시간으로 전송 받으면서 2차원 수치지도, 3D GIS를 상호 연계하여 지리정보 서비스를 제공하는 기술을 말한다. 현재 미디어 GIS에서 가장 문제점으로 대두되는 것은 서로 다른 형태의 데이터 형식으로 인한 데이터 상호 운영 및 연계가 어렵다는 문제점이 있다. 데이터 상호 운영성에 관한 해결책으로 마이크로소프트에서 제공하는 OLE DB 기술을 이용하여 시스템을 구축하는 것이다. 하지만, 각각 서로 다른 데이터간의 단방향 혹은 양방향 데이터 연계하는 문제는 통합된 데이터 구축을 통한 방법 이외에는 별다른 해결책이 제시되지 않고 있다.

현재까지 지리정보 시스템에서 주요하게 사용되고 있는 데이터 형식으로는 2차원 수치지도, 3차원 데이터베이스, 4S-Van 차량으로 획득된 데이터 등이 대표적이다. 이러한 다양한 지리정보서비스를 상호 연계를 위해 최근 소개된 기술이 4S 기술이다.

공간정보 데이터들간의 지리정보 양방향 서비스 개념에 대해 살펴보도록 하자. 한 예로 지리정보시스템을 이용하는 사용자가 다음과 같은 지리정보 서비스를 받고 싶을 경우를 가정해 보자.

“동영상을 통해 서울시 중구 남대문로 부근을 차량 네비게이션을 하면서 임의의 건물을 클릭하여 속성을 검색하고자

한다.”

“사용자가 2차원 지도를 통해 63 빌딩을 검색하고 해당 지역에 대한 동영상을 브라우징하고자 한다.”

이러한 두 가지 요구를 제공할 수 있는 시스템이 있을 때 이 시스템은 양방향 서비스를 제공하는 시스템이라 한다. 하지만, 대부분의 지리정보시스템은 위에서 언급한 지리정보 데이터 형식에 따라 각각의 응용시스템을 구축하여 서비스에 따라 데이터의 상호 연계, 양방향 지리정보 서비스를 제공하기가 어렵다.

본 연구에서의 궁극적인 목적은 이러한 서로 다른 공간데이터 형식 및 속성을 가진 데이터들을 별도의 데이터 수정 및 통합 작업이 없이도 시스템 상에서 상호 연계하여 지리정보 서비스를 제공하는 것이다.

양방향 시스템 구현의 한 부분으로 GPS 및 카메라 정보를 가진 동영상과 3차원 데이터베이스를 상호 연계할 수 있는 기법과 시스템을 제안한다.

2. 관련연구

멀티미디어 또는 하이퍼미디어(hypermedia)와 공간정보를 하나로 통합하거나 상호 연계하여 공간정보를 서비스하는 시스템은 최근까지도 연구단계이며, 구현된 시스템도 전무한 실정이다.

역사적으로 볼 때 비디오와 지리정보를 결합한 최초의 연구는 1978년에 MIT에서 개발한 Aspen Movie Map 프로젝트가 있다. 이 시스템은 두개의 스크린을 이용하여 비디오와 지도를 볼 수 있는 단순한 시스템이었다[3]. 이후의 관련 연구에서도 대부분 비디오 클립(clip)을 사용하였으며 비디오 클립을 통해 직접적으로 사용자 입력을 처리해 줄 수 있는 시스템이 아닌, 임의의 비디오 클립에 대해 지도와 단순하게 연계하는 시스템이 소개되었다.

최근 Navarrete[2]는 비디오와 지리정보를 통합하기 위한 방법으로 비디오 내의 지리객체를 이미지 프로세싱 과정을 통해 비디오 세그멘테이션하는 기법을 제시했다. 하지만, 이 방법은 비디오 세그멘테이션을 위한 이미지 프로세싱의 처리에 소요되는 비용 및 정확도 등의 문제점을 가지고 있다.

3 차원 GIS 분야에서는 데이터 재사용성 및 상호 운용성을 높이기 위해 이미 구축된 2 차원 GIS 데이터와 최소한의 3 차원 속성을 기반으로 건물 및 도로를 3 차원 모델링 할 수 있는 장면 모델러 컴포넌트(scene modeler component)가 제시되었다[5, 7]. 또한, OGC 표준[9]을 준수하는 2차원 개방형 GIS 컴포넌트인 Mapbase 에서 3 차원 모델링 방법을 연계함으로써 기존 2 차원에 대한 3 차원 확장을 용이하게 할 수 있는 기법이 제시되었다[6, 8].

앞서 언급한 바 있는 4S 기술이란, 요즘 광범위하게 활용되고 있는 지리정보시스템 (GIS)와 위성측위 시스템 (GNSS), 공간영상정보시스템 (SIS), 지능형 교통체계 (ITS) 의 네 가지 시스템을 통칭하는 말로, 공간정보라는 키워드를 공통적으로 가지는 네 분야를 통합 연계하는 첨단기술을 말한다 [4]. 4S-Van 기술은 첨단 공간데이터 구축을 위한 장비로써 위치 및 원격지에서 실시간으로 정확한 영상 데이터의 획득이 가능하다[1].

본 논문에서는 앞서 비디오 GIS 를 위해 소개되어진 여러 접근방법과는 달리 별도의 이미지 프로세싱 과정 없이도 2 차원 수치지도와 3 차원 부가속성을 가진 3 차원 데이터 베이스를 이용하여 비디오와 지리정보를 연계할 수 있는 새로운 기법을 제시하고자 한다. 제시하는 기법을 이용한 시스템은 2차원 수치지도 및 속성, 2차원에서 확장된 3 차원 데이터베이스, 멀티미디어(비디오, 오디오) 등을 상호 연계할 수 있다는 의미로 "미디어 GIS(Media GIS)"라고 명명하였다.

현재까지 비디오(멀티미디어) 상에서 사용자가 상호작용이 이루어져 지리정보를 질의 및 검색이 가능한 시스템은 소개된 바가 없었다. 따라서, 본 연구에서 제시하는 미디어 GIS 시스템은 데이터 상호연계 및 운용기능을 제공함으로써 기존의 지리정보시스템 분야의 새로운 패러다임을 제시한다는 데 큰 의미가 있다.

3. Geo-Video GIS 시스템

3.1. 시스템 구조 (System Architecture)

본 연구에서 제안하는 미디어 GIS 시스템은 크게 3 차원 GIS 컴포넌트들로 구성되는 GeoVideo 서버와 비디오 동영상 브라우저용 위한 GeoVideo 클라이언트로 구성된다. 그림 1 은 미디어 GIS 시스템을 위한 구성 컴포넌트를 보여주고 있다.

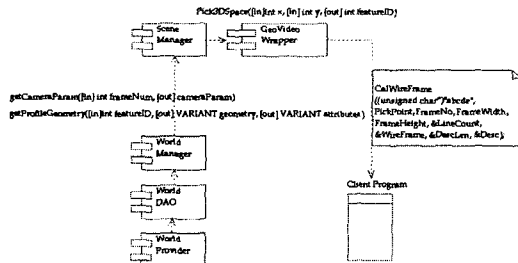


그림 1. 미디어 GIS 시스템 컴포넌트 다이어그램

GeoVideoServer 는 공간정보의 상호운용을 지원하기 위해서 다른 데이터 소스로부터 동일한 인터페이스를 통해 데이터 접근을 제공하는 데이터 제공자 (WorldProvider,

WorldDAO) 컴포넌트와 데이터 제공자로부터 전달 받은 데이터를 내부 시스템 구조에 따라 관리하는 데이터관리자 (WorldManager) 컴포넌트, 그리고, 3 차원 장면을 표현하고 모델링하기 위한 장면그래프를 관리하는 장면관리자 (Scene Manager) 컴포넌트로 구성된다. 여기서, 서버와 클라이언트 간의 통신을 위해 RPC (Remote Process Communication) 인터페이스를 정의하였다.

3.2. Geo-Video GIS 데이터 구축

본 논문에서 제안하는 미디어 GIS 시스템에서 사용되는 데이터는 2 차원 수치지도에 3 차원 부가속성을 구축한 3 차원 데이터베이스와 4S Van 을 통해 획득한 데이터가 있다.

4S-Van 의 하드웨어 구조는 크게 GPS (Global Positioning System)와 IMU (Inertial Measurement Unit), 컬러 CCD 카메라, 흑백 CCD 카메라, 1 대의 적외선 카메라 등의 센서부와 데이터 저장부로 나뉘어진다. 소프트웨어 부분으로는 각각의 센서들로부터 입력된 데이터들을 통합, 분석 처리할 수 있는 부분으로 GPS/IMU 통합 알고리즘, 좌표변환과 렌즈/카메라 자세에 대한 보정, CCD 영상별 외부 표정요소 산출 및 보정 등을 통하여 각각의 센서들로부터 입력된 데이터들을 통합, 분석 처리할 수 있다. 4S Van 은 적은 비용과 짧은 시간에 도로 시설물이나 건물 등의 영상정보를 자동화 또는 반자동화된 방법으로 획득할 수 있다.

그런데, 본 연구에서 비디오 스트리밍을 위해 제안하는 시스템은 4S Van 에서 제공되는 CCD 촬영 이외에 일반 캠코더를 이용하여 동영상상을 획득하였으며 초기 동영상과 CCD 이미지간의 보정을 통해 동영상 및 카메라데이터 등을 그림 2 와 같은 데이터베이스를 구축하였다. 미디어 데이터베이스는 각 미디어 파일에 대한 카메라 위치 (x,y,z) 및 자세정보 (omega, phi, kappa)를 저장하고 있는 테이블과 미디어 파일에 대한 테이블 그리고 두 테이블을 맵핑해주는 맵핑 테이블로 구성된다.

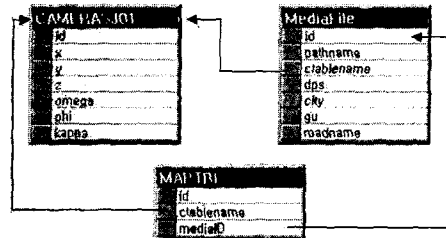


그림 2. 미디어 데이터베이스 (Media DB)

3 차원 GIS 데이터베이스 구축은 기존의 구축된 2 차원 수치지도의 기하정보와 3 차원 부가정보(건물의 DEM 상 밀면높이, 건물의 높이)를 연계한 형태로 구축하였다. 시설물의 속성데이터 구축은 해당 건축물 대장과 현지조사를 통해 구축하였다. 구축된 3 차원 DB 를 이용하여 3 차원 시설물을 모델링 해 낼 수 있다.

3 차원 그래픽 맵핑을 위해 서버(GeoVideoServer)측은 해당 시설물에 대한 3 차원 모델링을 수행한 뒤 사용자 입력을 기다린다. 사용자측(GeoVideoClient)에서 특정 건물에 대한 속성질의를 위해 마우스 클릭한 경우 처리 흐름에 대해 알아보자.

먼저 사용자가 선택한 비디오 파일, 해당 프레임번호,마우스 클릭위치 P(x,y)를 서버측에 전달한다.

서버는 전달 받은 정보를 이용하여 미디어 DB 에서 해당되는 카메라정보를 얻어와 3 차원 가상 카메라를 위치시킨 뒤 광선(ray)를 투사하여 충돌되는 시설물의 ID 를 얻는다.

해당 ID 에 대한 속성을 3D DB 에서 검색한 속성정보를 클라이언트에게 되돌려 주게 된다. 이러한 일련의 처리흐름을 그림 3 에서 보여 주고 있다.

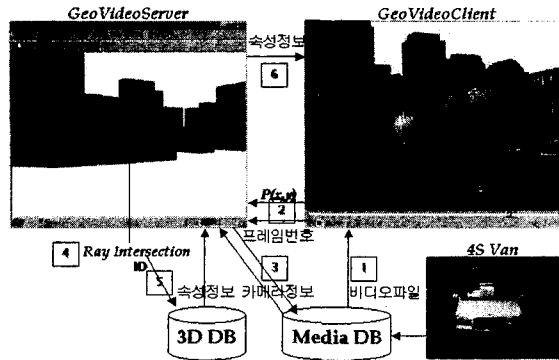


그림 3. 3 차원 그래픽 매핑기법 처리흐름

이와 같이 비디오 공간과 3 차원 가상공간을 주어진 미디어 DB 의 카메라 정보를 통해 연계할 수 있으므로, 만약 역으로, 3 차원 가상 세계에서 카메라 정보를 이용하여 공간을 네비게이션하다가 임의의 카메라 위치에 해당하는 비디오 영상도 쉽게 검색해 낼 수 있다.

4. 실험결과 및 분석

본 논문의 실험을 위해 서울시 중구 지역 4200 여개의 시설물에 대한 3D 데이터베이스를 이용하였으며, 4S Van 을 통해 서울시 중구 세종로 일대 10 개의 비디오에 대한 미디어 데이터베이스를 사용하였다.

초기 데이터 획득 후 일반 컴퓨터의 카메라 내부파라미터 (focal length, FOV; field of view) 및 외부파라미터 (omega, phi, kappa) 등을 적용하여 카메라 정보를 보정하여 사용하였다. GeoVideoServer 는 C++와 OpenGL 을 이용하여 구현하였으며, GeoVideoClient 는 ActiveMovie 컨트롤을 확장하여 ActiveX 컨트롤 형태로 구현하였다.

표 1 은 서울시청 주변 비디오를 통해 사용자 질의에 대한 3 차원 그래픽 매핑 기법의 정확도 실험결과를 보여주고 있다.

시설물 하단	20	18
시설물 중심	20	19
시설물 상단	20	15
시설물 상단 모서리	20	8
평균 정확도		75 %

표 1. 정확도 실험 결과

사실상 3 차원 데이터베이스 자체 오차 및 카메라 데이터 오차 등으로 비디오 동영상을 통한 사용자 질의처리를 100% 완벽하게 보장할 수는 없지만, 시설물 중심에 대한 처리는 정확함을 알 수 있었다.

그림 4 는 GeoVideoClient 컨트롤을 이용하여 웹을 통해 서비스되는 페이지를 보여주고 있다.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 2 차원 수치지도와 3 차원 부가속성을 가진 3 차원 데이터베이스를 이용하여 비디오와 지리정보를 연계할 수 있는 새로운 기법을 제시하고 미디어 GIS 시스템

을 구현하였다. 또한, 2 차원, 3 차원, 미디어 데이터간의 상호연계 및 운용기능을 제공함으로써 기존의 지리정보시스템 분야의 새로운 패러다임을 제시하였다.

제안한 기법은 비디오에 대한 이미지 프로세싱 작업이 요구되지 않는다는 장점이 있지만, 3 차원 데이터베이스가 요구되고, 4S Van 데이터의 정확도에 의존적이며 정확도를 높이기 위해 초기 보정 작업이 요구된다.

향후 연구과제는 카메라 오차 보정을 위한 초기 보정 작업을 자동화 해 줄 수 있는 알고리즘과 3 차원 가상세계와 비디오 영상간의 오차를 계산할 수 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

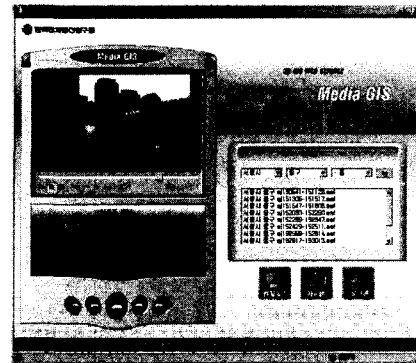


그림 4. Media GIS 웹 서비스 페이지

참고문헌

- [1] Seung-Young Lee, Byoung-Woo Oh, Eun-Young Han, A Study on Application for 4S-Van, In *Proceedings of ISRS(International Symposium on Remote Sensing) 2001*, pp. 124-127, Oct. 2001.
- [2] Toni Navarrete, Josep Blat, VideoGIS: Combining Video and Geographical Information, *Research Report, Dept. of Computer Science, University of Pompeu Fabra*, 2001.
- [3] Lippman, A., Movie Maps: An Application of the Optical Videodisc to Computer Graphics, In *Proceedings of SIGGRAPH'80*, pp. 32-43, July 1980.
- [4] In-Hak Joo, Min-Soo Kim, Byoung-Woo Oh, Development of Disaster Control System Based on 4-S VAN and Mobile Environment, In *Proceedings of ISRS(International Symposium on Remote Sensing) 2001*, pp. 137-142, Oct. 2001..
- [5] Sung-Soo Kim, Seung-Keol Choe, Jong-Hun Lee, Young-Kyu Yang, Rule-Based Modeler Component Design for 3D GIS Software, In *Proceedings of ISRS(International Symposium on Remote Sensing) 2001*, pp. 89-94, Oct. 2001.
- [6] Seong-Ho Lee, Kyung-Ho Kim, Seung-Keol Choe, Sung-Soo Kim, Young-Kyu Yang, Extension of OpenGIS OLE/COM SFS for 3-Dimensional GIS, In *Proceedings of ISRS(International Symposium on Remote Sensing) 2001*, pp. 248-251, Oct. 2001.
- [7] 김성수, 최승걸, 이종훈, 양영규, 3 차원 GIS 소프트웨어를 위한 장면 모델러 컴포넌트 설계, *제 16 회 한국정보처리학회 추계 학술발표 논문집*, pp. 81-84, Oct. 2001.
- [8] 김성수, 김광수, 이성호, 최승걸, 김경호, 이종훈, 양영규, 규칙기반 모델링을 이용한 Mapbase 컴포넌트 3 차원 확장, *한국멀티미디어학회 추계학술발표논문집*, pp. 493-495, 2001.
- [9] Open GIS Consortium, OpenGIS Simple Feature Specification for OLE/COM, OGC, Revision 1.1, 1999.