

지오 비디오 : 비디오 지리정보시스템

김경호⁰ 김성수 이성호 이종훈
한국전자통신연구원 공간정보기술센터
{kkh⁰, sungsoo, sholee, jong}@etri.re.kr

GeoVideo : Video Geographic Information System

Kyong-Ho Kim⁰ Sung-Soo Kim Sung-Ho Lee Jong-Hun Lee
Spatial Information Technology Center, ETRI

요 약

공간정보와 멀티미디어가 긴밀히 결합된 새로운 형태의 지리정보 환경이 미디어 지리정보시스템(MediaGIS)이다. 비디오 지리정보시스템(VideoGIS)은 미디어 지리정보시스템의 한 예로서 공간정보와 비디오와의 결합과 상호작용에 중점을 두고 있다. 본 논문에서 제시한 지오 비디오(GeoVideo)는 비디오를 기반으로 공간정보의 조회, 검색, 분석 등이 가능한 최초의 비디오 지리정보시스템이다. 지오 비디오는 기존의 인위적이고 한축적이고 그래픽적인 패러다임에서 자연적이고 사실적이고 이미지적인 패러다임으로의 변화의 의미를 지닌다. 본 논문에서는 비디오와 공간정보의 결합에 대해 자세히 논의하고 시스템 구성 방법에 있어서의 고려사항 등에 관해서 논의하기로 한다.

1. 서 론

고전적인 2차원 지리정보시스템(이하 2D GIS)은 지도의 개념에 기반하고 있다. 따라서 실세계의 지리 객체들은 2D GIS에서 점, 선, 면의 함축적인 기호의 형태로 표현된다. 지도의 핵심 역할은 무엇이 어디에 있는가 하는 위치와 식별에 관한 정보를 제공하는 것이므로 지리객체의 기호화는 자연스러운 표현 방법이라 할 수 있다. 그러나 이러한 기호화된 지리정보는 실제계와 의미론적 차이(semantic gap)가 생길 수 밖에 없으며 이로 인해 지도를 해석하거나 지리적인 관계를 유추하는데 특별한 기술이 요구되기도 한다.

지도와 실세계와의 의미론적 차이는 3차원 또는 4차원인 실세계로부터 2차원 지도로의 차원 축소에 주로 기인한다. 이러한 차원 축소에 의한 정보 손실을 극복하기 위해 3차원 지리정보시스템(이하 3D GIS)이 소개되었다. 3D GIS에서는 지형이나 시설물 등을 3차원으로 처리함으로써 지리 객체간 관계에 대한 직관력을 더욱 높일 수 있었다.

최근에는 3차원 지리세계에 대한 상호작용성과 몰입감을 높이기 위해서 가상현실 기술이 적용되었고 가상 지리정보시스템(이하 VRGIS)이라는 이름으로 소개되기도 하였다. VRGIS에서는 향상된 그래픽 환경과 글러브, 트랙볼 등의 입력 장치, 그리고 CAVE, HMD, 스테레오 디스플레이 등의 출력 장치를 통하여 상호작용성이 극대화된 지리세계를 제공할 수 있었다.

VRGIS가 향상된 현실감을 제공하지만 그것은 그래픽적인 표현에 의해 제공되는 말 그대로의 "가상"적인 것이다. 좀 더 현실감 있는 지리정보를 제공하기 위해서 실사

이미지나 동영상 클립 등이 제공되기도 한다. 하지만 이러한 멀티미디어 정보는 2D 또는 3D 그래픽 지리 객체와 연결된 속성정보의 형태에 국한되는게 보통이었다.

점차 복잡 다양화 되는 사회적 요구를 충족하기 위해서는 새로운 형태의 지리 환경이 제공되어야 하며 이것은 다양한 형태의 멀티미디어와 공간 정보와의 긴밀한 결합에 의해 이루어질 것으로 예상된다. 우리는 멀티미디어와 공간정보가 결합된 이러한 새로운 지리 환경을 미디어 지리정보시스템(이하 MediaGIS)이라 부르기로 한다.

멀티미디어 중 특히 비디오와 지리정보가 결합된 형태를 비디오 지리정보시스템(이하 VideoGIS)이라 부른다. VideoGIS라는 이름으로 몇몇 연구 내용이 소개되기도 하였지만 대부분 지리 객체와 연결된 속성 정보로 비디오 클립을 보여주는 정도였다. 본 논문에서는 비디오 그 자체를 기반으로 지리정보의 조회, 검색, 분석이 가능한 새로운 지리정보 환경을 제시하였고 이를 지오 비디오(GeoVideo)라 이름 지었다. 지오 비디오는 VideoGIS를 구현한 하나의 프로토타입이라 말할 수 있고 사용자 상호작용성과 현실성, 그리고 이동성이 최대화된 미래의 지리정보 환경을 제공할 MediaGIS로의 첫 걸음이라 할 수 있다.

2. 비디오와 지리정보의 결합

비디오와 지리정보의 결합은 제공되는 상호작용의 종류에 따라 세가지로 나눌 수 있다. 첫번째는 지리정보에서 비디오로의 상호작용이다. 2D나 3D 지도에서 지리 객체를 선택했을 때 연결된 비디오 클립을 보여주는 기능 정도를 제공하며 현재까지 소개된 대부분의 Video GIS가

이 단계에 속한다. 두번째의 결합 형태는 비디오에서 지리정보로의 상호작용을 통해서이다. 비디오에서 지리 객체를 선택했을 때 해당되는 지리정보를 텍스트나 그래픽의 형태로 조회하거나 분석 할 수 있는 기능 등을 제공할 수 있으며 현재 지오 비디오에서 제공하는 기능이 이 단계에 해당된다. 세번째의 결합 형태는 비디오와 지리정보간의 양방향 상호작용을 통해서이다. 이러한 결합 형태는 지오 비디오가 제공하여야 할 궁극적인 상호작용이며 이것은 동영상 인덱싱, 검색, 편집 등의 기술적 바탕에서 가능해진다.

지오 비디오는 가상 객체를 실제 환경속으로 융합시키는 증강현실의 한 응용으로 생각할 수 있으며, 특히 모니터 기반 증강현실의 한 예라고 볼 수 있다[1]. 따라서 지오 비디오는 증강현실 분야에서의 여러가지 문제점 즉, 가상 객체와 실사와의 합성(registration), 센싱, 트래킹 등의 문제점을 내포하고 있다고 볼 수 있다[2].

3. 시스템 설계시 고려 사항

지오 비디오의 설계시 다음과 같은 사항들을 고려하였다.

- GIS 데이터베이스의 재활용
- 비디오 구축의 용이성
- 구동 환경
- 확장성

GIS 데이터 베이스의 재활용: 지리정보 구축에 소요되는 시간과 비용을 줄이기 위해서 기존에 구축되어 있는 3차원 지리정보를 활용하였다. 이러한 3차원 지리정보는 2차원 지리정보를 기반으로 3차원 부가정보(건물의 높이, 도로의 폭 등)로 구성된 형태인데 이는 데이터베이스의 관리 효율을 높이고 2차원 지리정보로부터의 확장이용이한 장점이 있다.

비디오 구축의 용이성: 광범위한 지역을 대상으로 한 비디오 획득에는 많은 시간과 비용이 소요된다. 따라서 가능한 쉬운 비디오 획득 방법 제공과 획득된 비디오에 대한 후처리 과정을 줄일 필요가 있다. 비디오는 획득시 각 프레임마다 카메라의 위치와 자세정보가 연계되어야 하는데 이를 위해서 GPS수신기와 IMU(Inertia Measurement Unit)등을 장착한 GPS-Van같은 특수 차량이 사용되기도 한다. 하지만 이런 고가의 전용장비 없이도 캠코더와 GPS 수신기 등을 이용하여 비디오를 획득할 수도 있을 것이다. 획득된 비디오의 신뢰도는 위치 및 자세 센서값의 오차 범위, 그리고 이러한 센서와 비디오의 각 프레임과의 동기 오차에 달려있다. 본 논문에서 실험한 비디오는 GPS-Van의 일종인 4S-Van을 이용하여 카메라 위치 및 자세 정보 등과 함께 획득되었다.

구동 환경: 지오 비디오는 비디오 스트림에 기반하여 지리정보의 분석 작업을 수행한다. 따라서 클라이언트 측에서는 기본적인 동영상 브라우저와 서버와 데이터를 주고 받을 간단한 플러그인만 있으면 된다. 이러한 경량화된 클라이언트 구조는 인터넷 환경이나 모바일 환경에서도 용이하게 적용 가능하다.

확장성: 시스템의 변경없이 처리 및 운용 가능한 지리정

보와 비디오의 확장 가능성에 대한 고려도 필요하다. 지오 비디오에서는 3차원 공간 인덱싱을 사용함으로써 지리정보의 추가, 삭제에 대한 효율을 높였고 스트리밍 방식을 사용하여 비디오의 길이에 대한 제약을 해결하였다. 하지만 비디오의 개수가 증가할 때 이를 처리하기 위한 검색 및 인덱싱 방법에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

이상의 사항들을 고려하여 지오 비디오를 설계하였으며 구체적인 내용은 다음 절에서 자세히 설명하기로 한다.

4. 지오 비디오의 접근 방법

4.1 개념적 접근 방법

지오 비디오 설계의 기본 내용은 3차원 그래픽 지리 세계와 비디오의 각 프레임을 카메라의 위치와 자세정보를 이용해서 연계시키는 것이다. 그림 1에서 보였듯이, 먼저 각 프레임마다 카메라의 위치와 자세값이 연계된 비디오 스트림을 준비한다. 클라이언트에서 비디오 스트림을 브라우저 하다가 정보 조회를 원하는 시설물을 마우스로 클릭하면 그때의 비디오 프레임 번호와 마우스 포인터 좌표가 서버로 전송된다. 서버에서는 전송된 비디오 프레임 번호에서의 카메라 위치와 자세값을 이용하여 3차원 그래픽 지리 세계에 카메라를 위치시키고 그래픽적인 픽킹(picking) 연산을 수행하여 3차원 객체를 선택하게 된다. 선택된 지리객체에 대한 속성정보는 텍스트와 그래픽의 형태로 클라이언트로 전송되고 최종적으로 비디오 브라우저상에 출력된다.

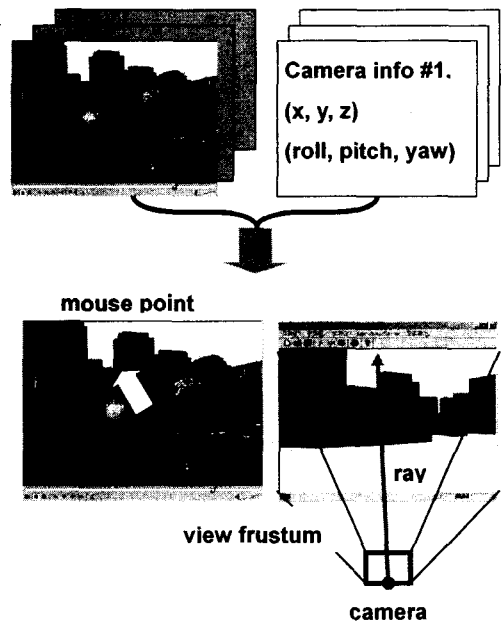


그림 1. 지오 비디오의 개념적 접근 방법

4.2 시스템 구조

이러한 개념적 접근방법에 따라 지오 비디오는 다음과 같은 네가지 컴포넌트로 구성되었다.

- 미디어 서버
- 지오 비디오 서버
- 미디어 플레이어
- 지오 비디오 플레이어

미디어 서버는 비디오를 미디어 플레이어로 스트리밍한다. 미디어 플레이어상에서 마우스 이벤트가 발생하면 그때의 마우스 좌표와 비디오 프레임 번호가 백 채널(Back channel)을 통하여 지오 비디오 서버로 전송된다. 지오 비디오 서버에서는 미리 구축된 3차원 지리정보 데이터베이스와 카메라 파라미터를 이용하여 그래픽적인 픽킹을 수행하고 선택된 지리 객체에 대한 정보를 지오 비디오 플레이어에 전송하고 최종적으로 미디어 플레이어 상의 비디오 화면에 출력된다. 그림 2에 대략적인 시스템 구조를 나타내었으며 시스템 운용 방법에 대한 자세한 설명은 참고문헌 [3]에 언급되었다.

4.3 몇가지 가정들

제안된 지오 비디오의 접근방법은 몇가지 가정하에서 동작된다. 첫째, 비디오 상에서 선택 가능한 지리 객체에 대한 3차원 정보가 데이터베이스에 미리 구축되어 있어야 한다. 이것은 비디오 상의 지리객체에 대한 선택 기능이 해당되는 3차원 지리정보를 이용하여 수행되기 때문이다. 두번째는 비디오 영상과 함께 획득되는 카메라 위치와 자세값이 적절한 오차 범위에 속해야 한다는 것이다. 일반적으로 GPS는 실외 환경에서의 위치 정보 획득에 유용한 반면 정확도에서 오차가 있고 특히 도심지 등 고층 건물이 밀집한 지역에서는 신호가 잡히지 않는 등의 단점이 있다[4].

5. 결 론

우리는 MediaGIS가 미래의 대표적인 지리정보 환경이 되리라 생각한다. 이러한 MediaGIS의 한 예로써 Video-

GIS가 현 기술 단계에서 구현 가능하며 특히 지오 비디오라는 이름으로 VideoGIS의 가능성과 잠재력을 검증하였다. 제안된 지오 비디오는 지리정보의 재활용, 비디오 구축의 용이성, 구동 환경, 확장성 등 다양한 사항을 고려하여 개발되었다. 제안된 지오 비디오는 VideoGIS의 첫번째 프로토타입이라 할 수 있으므로 여러가지 장점과 단점을 동시에 지니고 있으며 향후 연구 내용이 많으나 미래의 MediaGIS로의 첫 걸음을 내디딘 것으로 확신한다.

6. 향후 연구 내용

제안된 지오 비디오는 VideoGIS 또는 MediaGIS의 가능성 검증을 위한 초기 버전이므로 다양한 내용들에 대한 추가적인 향후 연구 개발이 필요하다. 대표적인 것들을 언급하면 다음과 같다.

데이터 획득: 지오 비디오의 성능에 대한 보장을 위해서는 비디오와 카메라 정보를 안정적으로 획득하는 방법과 이들을 정확히 연계시키는 방법 그리고 오차를 보정하는 방법에 대한 구체적인 제시가 필요하다.

실사와 가상 객체의 합성: 지오 비디오는 가상 객체를 실사와 합성 시키는 증강현실의 성격을 띠고 있으므로 가상 객체와 실사와의 정확하고 사실적인 합성에 대한 기술이 요구된다. 카메라와 GPS, 트랙커 등의 센서값 자체와 이를 전송하고 변환하는 과정에서 발생하는 오차가 실사와 가상객체의 잘못된 합성의 주된 요인 중 하나이다. 따라서 컴퓨터비전이나 영상처리 등에 대한 기술적 접목이 요구된다.

비디오 인덱싱: 비디오와 지리정보간의 양방향 상호작용을 위해서는 효과적인 비디오 검색 기능이 추가로 요구된다. 최근의 비디오 및 동영상 인덱싱 방법에 관해서는 MPEG관련 연구 동향 등에서 자세한 파악이 가능하다. 지오 비디오를 위한 또 다른 비디오 검색 방법을 개발하는 것 보다는 MPEG의 표준적인 기술을 활용하는 것이 시스템의 호환성과 확장성을 위해 유리할 것이다.

참고 문헌

[1] Azuma, R. T. 2001, *Augmented Reality: Approaches and Technical Challenges*, in the book of "Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality", NJ, Lawrence Erlbaum Associates.

[2] Holloway, R. 1995. Registration errors in augmented reality systems. PhD dissertation. University of North Carolina at Chapel Hill.

[3] Kim, S. S. et al. 2002, Media GIS Web Service Architecture using Three-Dimensional GIS Database, ISRS.

[4] Loomis, J. M. et al. 2001, *GPS-Based Navigation Systems for the Visually Impaired*, in the book of "Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality", NJ, Lawrence Erlbaum Associates

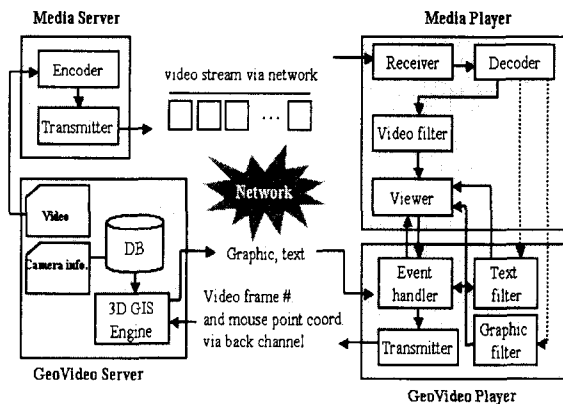


그림 2. 지오 비디오 시스템 구조