

비디오자료 구조화에 의한 동영상정보시스템 구축

Construction of Video Information System by Video Structuring

구흥대* · 손덕재** · 유환희***

Koo, Heung Dae · Sohn, Duk Jae · Yoo, Hwan Hee

- * 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정(055-751-5321: koo11010@hanmail.net)
** 대진대학교 토목공학과 교수(031-539-2022: djsohn@road.daejin.ac.kr)
*** 경상대학교 건설공학부 도시공학전공 교수(055-751-5321: hhyoo@nongae.gsnu.ac.kr)

요 旨

21세기 지식정보화 사회를 당면하면서 정치, 경제, 문화 등의 환경이 다양한 형태로 급속히 변하고 있다. 다양한 형태의 정보를 적절한 기술을 이용하여 보다 효율적으로 수집하고 이를 신속하고 정확하게 분석하여 합리적인 의사결정을 하여야 하는데 사회변화의 속도가 급변함에 따라 당면한 문제들의 해결과 미래의 정보 수요에 부응하기 위한 핵심 기술로서 GIS는 정보화시대에서 무엇보다 정보시스템의 구축을 위한 계획 수립이 절실하게 되었다. 이러한 지리정보시스템에 동영상데이터의 연계기능을 더하여 영상을 기반으로 직접 사용자와 상호작용을 하며 데이터를 분석, 관리, 출력하는 동영상지리정보시스템(Video Geographic Information System: Video GIS)이 GIS 분야에 있어서 새로운 연구 분야로 떠오르고 있다.

본 연구에서는 사회변화의 속도가 급변하는 도시기반시설물들을 효율적으로 개발, 관리하고 비행선촬영시스템을 통하여 취득된 동영상 자료를 객체추적 알고리즘에 의해 데이터의 양을 줄였다. 수치지도와 동영상데이터의 공간정보를 연계시켜 도시지역에 존재하는 각종 시설물을 관리할 수 있는 동영상 정보시스템을 prototype으로 구축하여 그 가능성을 제시하였다.

1. 서론

디지털 신호처리, 저장매체, 전송방식의 발전은 음성 정보로 국한된 서비스로부터 정지영상 및 동영상 등의 정보를 포함한 다양한 멀티미디어 서비스를 가능하게 하여 사용자가 풍부한 정보를 접할 수 있는 기회를 제공하였다. 이러한 발전과 더불어 동영상의 방대한 정보를 저장하고 전송하기 위한 여러 가지 압축 방식이 연구되어 왔으며, ISO(International Organization for Standardization)/IEC는 다양한 응용 분야에서 멀티미디어 서비스 제공을 위한 동영상 표준 규격인 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7 등의

제정을 위해 노력하고 있다.

동영상 데이터를 분석하고 요약하기 위해서는 기본적으로 샷(shot)과 신(scene) 단위로 인덱싱 작업을 해야 한다. 음성이나 텍스트에 비해 비교적 데이터량이 많은 동영상 데이터를 수동으로 인덱싱 하는 것은 매우 힘든 작업이므로 자동으로 인덱싱 작업을 할 필요가 있다.

본 논문에서는 비행선 시스템에 의해 취득된 동영상정보자료와 GPS/INS의 x, y 좌표값을 동주기화 하고, 객체추적의 수식화 시킨 알고리즘에 의해 기존 벡터자료와 영상을 기반으로 하는 동영상정보자료를 자동으로 연계한 기능을 서로가 상호작용할 수

있는 VideoGIS(Video Geographical Information System)를 개발하여 기존의 GIS가 갖는 한계성을 극복하고 활용범위를 확대시키고자 하였다.

2. 동영상 프레임 추출 및 추적 방법

비디오에서 연속적으로 주사되는 각각의 프레임에 담겨있는 정보를 사용하여 장면이 변환되는 지점을 찾아내는데 이용되는 기술을 장면 변환 검출이라 한다. 이러한 장면 변환 검출에 사용되는 기법들은 90년대에 들어서면서부터 개발되기 시작하였으며 크게 두 가지 분야에서 연구되어져 왔다. 하나는 비디오를 이루고 있는 영상 자체를 이용하여 장면이 전환되는 경계를 찾는 것으로 압축되지 않은 비디오에서 장면 전환의 경계를 찾아내는 것이고, 다른 하나는 압축된 비디오 정보로부터 복원과정을 거치지 않거나 최소한의 복원처리만을 통하여 바로 장면 전환의 경계를 추출하는 방법이다.

디지털화된 비디오 정보를 데이터 베이스로 구축하고자 할 때 선행되어야 할 것은 내용별로 인덱싱을 하는 것인데, 이렇게 함으로써 사용자는 원하는 비디오 정보에 비순차적인 접근이 가능하고, 콘텐츠 기반의 탐색이 가능해진다. 한 편의 비디오를 내용별로 분할하기 위한 최소 단위는 보통 장면이 전환되는 경계로 구분을 지을 수 있다. 따라서 비디오 정보의 데이터 베이스화에 있어서 비디오의 장면 전환 검출은 필수적인 기술이다. 앞으로는 이를 이용하여 방송, 교육, 오락 등 생활 각 분야에 있어 다양한 비디오 서비스를 제공하게 될 것이다.

2.1 화소 단위의 검출 방법

비디오에서 컷을 검출하는 가장 단순한 방법이다. 화소 단위의 검출 방법은 연속된 두 프레임에서 상응하는 화소 사이의 특징차를 구하여, 그 차이가 임계값 이상이 되면 컷으로 검출하는 방법으로 주로 화소의 농도값을 특징으로 사용한다. 이는 연속된

프레임에서 같은 좌표에 위치한 화소간 명암값의 차이가 일정크기보다 큰 화소들의 개수가 임계치 이상인 프레임을 컷으로 검출할 수 있다.

2.2 부분영역 단위의 검출 방법

부분 영역 단위의 검출 방법은 한장의 프레임을 몇 개의 부분 영역으로 나누고 부분 영역별로 특징을 구한 후, 연속된 두 프레임에서 상응하는 부분 영역간의 특징차가 임계값 이상이 되는 프레임을 컷으로 검출하는 방법이다.

프레임 전체에 대하여 하나의 히스토그램을 사용하는 검출 방법은 영상 전체의 변화에는 민감한 반면에, 지역적인 움직임에는 영향을 받지 않기 때문에 점진적인 장면 전환을 검출하는 데는 적합하지 않다. 이와는 달리 부분 영역별 히스토그램을 사용한 검출 방법은 각 부분영역의 변화를 검출할 수 있기 때문에, 전체적인 히스토그램을 사용한 방법에 비하여 보다 상세한 분석을 할수 있다는 장점을 갖는다. 이 방법에서는 하나의 프레임을 객체를 단위로 하는 몇 개의 영역으로 분할하고, 각 영역별로 농도 히스토그램을 구하여, 그 차의 누적값이 임계값 이상이 되는 프레임을 컷으로 검출한다.

2.3 프레임 단위의 검출방법

가장 일반적으로 사용되는 프레임 단위의 검출 방법에서는 한장의 프레임에 대하여 대표적인 특징값을 구하고, 각 프레임간의 특징값의 차이가 임계값 이상이 되는 프레임을 컷으로 검출하는 방법이다. 프레임 단위의 검출 방법에서는 주로 농도 히스토그램, 칼라 히스토그램 등을 특징값으로 사용하며, 이 외에 차영상의 히스토그램이나 예지 영상 등을 사용한 검출 방법이 있다.

농도 히스토그램을 사용한 장면 전환 검출방법은 영상의 농도값만을 특징으로 사용하기 때문에 서로 다른 장면의 프레임이라 하더라도, 농도 히스토그램의 분포가 비슷하면 같은 장면으로 분류되는 문제점이 있

다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 사용하는 칼라 히스토그램 검출방법은 칼라 모델에 따라 다른 결과를 나타낸다. 따라서 어떤 칼라모델을 적용하는가가 성능에 중요한 영향을 미친다. 검출에 적용되는 대표적인 칼라 모델로는 RGB, HSI, YUV 등이 있다.

3. 동영상정보시스템의 구동 알고리즘

본 연구에서는 항공동영상 자료의 3차원 좌표 정보와 수치지도를 이용하여 도시지역 시설물 관리 모델링을 수행한다. 항공동영상 자료를 취득하기 위해 항공비행기에 비디오 카메라와 LiDAR 시스템을 장착하여 동영상 자료와 GPS(Global Positioning System)의 x, y, z 등의 데이터를 획득할 수 있다. LiDAR 시스템은 레이저 스캐너, GPS, IMU(Inertial Measurement Unit)로 구성되어 있으며, 레이저 스캐너는 다시 거리 측정부와 스캐닝 부분으로 분할되고, 이들은 제어부에 의해 통합 운영되고 제어된다.

GPS가 센서의 위치를, IMU가 센서의 자세를, 레이저 스캐너가 센서와 지표면 상 표고점까지의 거리 및 방향을 측정하여 지표면 상의 표고점에 대한 3차원 x, y, z 좌표를 결정한다.

도시지역을 항공동영상과 LiDAR자료의 3차원 좌표 정보를 동시에 취득되어진 자료를 동주기화 하여 기존의 수치지도와도 상호연계하는 방안을 연구중이다.

3.1 수치지도와 동영상자료의 상호연동

수치지도의 좌표정보는 동영상 촬영구간 및 구간별 동영상촬영현황과 동일하게 데이터베이스를 구조화하여 구축하고, 동영상자료의 영상좌표정보는 VideoCapX 컴포넌트를 이용하여 프레임의 분할 및 시간과 영상좌표값 정보를 추출하였다. 수치지도와 동영상자료의 상호연동 및 공간분석을 위해 GPS/INS의 x, y 좌표값과 비행선시스템에 의해 취득된 동영상자료를 동주기화하여 데이터베이스를 구축하였고, 동영상자료와 수

치지도의 구역별 좌표정보를 동일화하여 상호연동화하였다.

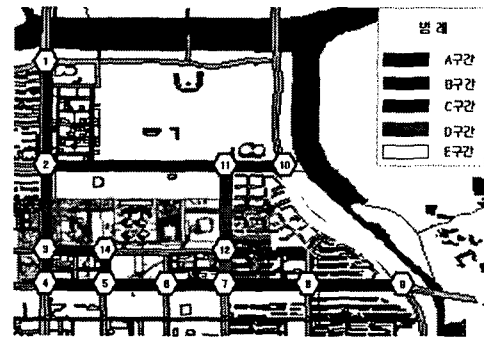


그림 1. 촬영구간 및 구간별 동영상 촬영현황

3.2 동영상의 객체 추적을 위한 알고리즘

동영상 데이터의 양은 매우 많으므로 메모리 공간의 부족, 중앙처리장치의 계산속도, 데이터 전송속도면에 있어서 문제가 발생할 수 있다. 이런 문제들을 해결하기 위해 데이터를 압축함으로써 메모리공간의 효율적 활용, CPU 계산속도, 전송속도 측면에서 엄청난 효과를 얻을 수 있다. 동영상 자료는 초당 30 프레임 일 경우 프레임과 프레임 사이의 큰 변화는 없다고 가정하여 MPEG에서는 모든 프레임을 개별 정화상으로 압축하는 것이 아니라, 인접 프레임의 동작보상을 하는데 있어서 예측과 보간을 이용하여 압축한다.

본 연구에서 동영상의 객체 추적의 알고리즘을 위해 구간별로 촬영한 동영상중 도시시설물의 일부 가로등 및 도로표지판 등을 템플릿 영역화 하고 각 시설물에 대한 속성정보 자료를 구축하였다.

본 연구에서의 객체추적 알고리즘은 동영상 자료에서 임의 객체에 대한 KeyFrame과 마지막 프레임의 템플릿 영역 설정하여 KeyFrame에서 마지막 프레임까지의 이동거리 Δx 와 Δy 를 구한 후 총 동영상 길이의 시간 변화에 따라 선택되어진 Frame의 현재 시간에 비례하여 영상좌표영역내의 객체 움직임을 추적할 수 있다.

동영상의 객체추적은 식 1에 의해 알고

리즘을 구현하였다.

$$\begin{pmatrix} \Delta x_1 & \Delta x_2 \\ \Delta y_1 & \Delta y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_3 - x_1 & x_4 - x_2 \\ y_3 - y_1 & y_4 - y_2 \end{pmatrix} \frac{t}{T} + \begin{pmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{pmatrix} \quad (1)$$

그 과정을 세부적으로 살펴보면 우선 비디오 자료로부터 VideoCapX 컴포넌트를 이용하여 프레임의 분할 및 시간과 영상좌표값 정보를 추출한다. 사용자로부터 객체가 존재하는 관심영역의 영상좌표값의 기준으로 영역을 지정하고 입력된 영상좌표영역을 선택하여 객체를 추적한다. 추적된 객체로부터 영상좌표값을 이용하여 물체의 개략적인 움직임을 추정하고, 이 과정에서 객체를 인식하면 다음 프레임으로 이동하여 객체가 존재하는 새로운 영상좌표영역을 다시 설정한 후 움직임 추정과 객체 추적을 반복하며, 객체를 인식하지 못하게 되면 객체 추적을 종료하게 된다. 그림 2는 객체 추적을 위한 알고리즘을 도시하고 있다.

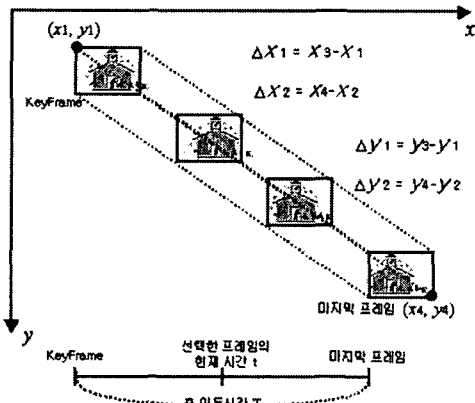


그림 2. 객체추적을 위한 알고리즘

4. 도시기반시설물관리를 위한 동영상정보시스템

4.1 동영상정보시스템구성도

취득된 동영상 자료와 속성자료를 포함한 공간자료 정보를 연계시켜 효과적으로 시스템화 할 수 있는 기술에 대하여 본 과제를 통하여 구축된 Viewer 프로그램에 사용된 기반기술은 맵 컴포넌트인 ESRI사의 MapObjects2.1과 동영상 자료 처리를 위하

여 Microsoft사의 DirectX 기술을 기반으로 하는 Fathsoft사의 VideoCapX 컴포넌트를 이용하였다. 수치지도를 기반으로 하는 벡터 맵의 속성정보를 포함한 공간자료 정보를 연계하기 위해 Microsoft Access를 사용하였다.

비행선촬영시스템에 의해 취득된 동영상 자료를 2차원 수치지도(vector map)와 연계시키고, 벡터나 텍스트 형태로 부가적인 정보들을 입력한 동영상 캡처 이미지를 저장할 수 있다.

본 연구를 통하여 구현된 시스템 GUI는 맵 제어 도구바 및 메뉴바와 상태바, 상세 벡터 맵 윈도우, 검색-속성-레이어-동영상시설물정보 탭 윈도우, 동영상 플레이어 윈도우, 정지화면 캡처 윈도우의 주요 인터페이스로 구성되어 있다. 본 연구에서 구현되어진 시스템은 벡터맵의 검색 및 속성정보 탭 윈도우를 상호 연계하여 기존의 단방향이 아닌 양방향의 검색과 속성정보 및 위치 파악을 할 수 있도록 개발하여 보다 정확한 시각적 위치정보를 제공함으로써 도시시설물관리에 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

4.2 동영상정보시스템 시현

1) 벡터 맵 제어를 위한 툴바 및 메뉴바

벡터 맵은 셰이프 파일(*shp) 포맷의 2차원 벡터 자료의 정보를 확인하여 사용자들에게 공간 객체의 위치정보나 여러 속성 정보들을 출력할 수 있다. 맵 제어를 위한 툴바와 메뉴바는 동영상 자료 연계시 공간객체를 용이하게 선택할 수 있도록 확대, 축소, 이동, 전체보기, 속성정보보기의 기능이 있다.

2) 공간정보 검색 및 동영상시설물정보 수정갱신

검색 및 속성정보 윈도우에는 검색, 레이어보기, 검색결과, 동영상시설물정보 탭으로 구성되어 있다. 검색 탭에서는 건물명으로 검색하여 벡터 맵의 임의의 해당 객체

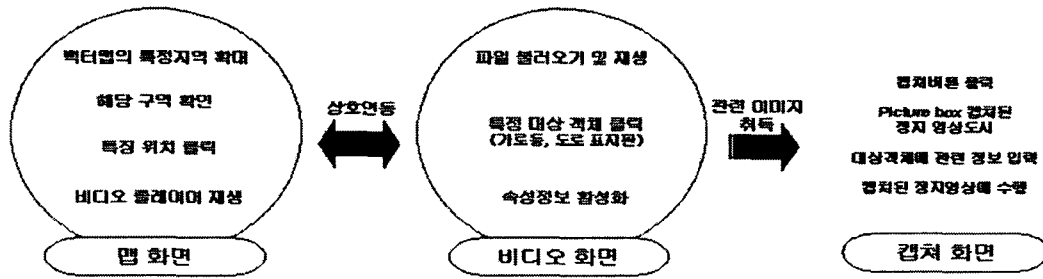


그림 3. 동영상정보시스템 구동 흐름

위치를 찾아 위치정보 및 속성정보를 찾아 확인할 수 있다. 레이어보기 탭에는 행정동명, 공공시설물, 일반시설물, 하천, 도로망도, 도로중심선, 철도의 7개의 레이어로 구분되어 있어 사용자 목적에 따라 레이어를 활용할 수 있다. 동영상시설물정보탭에서는 동영상이 플레이 될 때 도시기반시설물 중 임의의 객체를 클릭하면 해당하는 속성정보를 볼 수 있고, 속성정보에 대해 잘못 표기되어 있으면 수정 갱신도 가능하다.

3) 벡터 자료와 동영상 자료의 연계

수치지도의 좌표정보는 동영상 촬영구간 및 구간별 동영상촬영현황과 동일하게 데이터베이스를 구조화하여 구축하고, 동영상의 도시시설물중 임의의 객체를 선택하면 객체 추적 알고리즘에 의해 해당 객체의 속성정보를 볼 수 있다. 동영상자료는 벡터 맵상의 추상적인 공간객체보다 현실에 가까운 시각정보를 제공한다.

4) 정지영상이미지의 시설물 정보 편집 및 저장

사용자가 필요시 추가적인 정보들을 입력하고 편집하기 위하여 캡처된 정지영상에 라인이나 원과 같은 간단한 도형 데이터(line, circle, rectangle)를 표현하거나 텍스트를 이용하여 도로 시설물관리를 위한 부가적인 정보를 입력하여 새로운 이미지 형태의 정보로 저장하는 기능을 제공한다.

그림 3은 동영상정보시스템 구동 흐름을 도시하고 있다.

5. 결론

본 연구에서는 수치지도를 기반으로 하는 벡터맵에서 원하는 객체의 속성정보를 확인할 수 있고 키워드 기반의 검색을 하여 위치정보 및 속성정보도 확인할 수 있다. 또한, 동영상의 내용을 객체추적하는 알고리즘을 사용하여 자동으로 인덱싱하였고, 메타데이터를 수동으로 입력하고 관리하는 저작 도구를 개발하였다.

또, 추상적인 공간객체에 보다 현실에 가까운 시각정보를 제공함으로써 효율적인 도시기반시설물관리를 위한 방안을 제시하였다. 향후 방대한 동영상 자료의 효과적인 저장 및 관리에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. 구홍대, 정동기, 제정형, 유환희(2004) VideoGIS를 이용한 시설물관리시스템 구축, 2004 GIS/RS 공동춘계학술대회 논문집, pp. 125-131.
2. 김장형, 나인호(2002) 멀티미디어 이해와 응용, 문운당, pp. 112-123.
3. 서영건(2002) 멀티미디어 통신, 인솔미디어, pp. 91-97.
4. 신화선(2002) DirectShow 멀티미디어 프로그래밍, 한빛미디어, pp. 174-176.
5. 유환희, 제정형, 김성삼, 김원만(2003) 도시시설물 모니터링을 위한 비행선촬영시스템 개발, 한국측량학회 춘계학술발표

- 회 논문집, pp. 129-134.
6. 이만재, 이상선(2002) 멀티미디어 교과서, 안그라픽스, pp. 274-277.
 7. 이창수, 지정규(2002) 멀티미디어 서비스를 위한 동영상 이미지의 특징정보 분석 시스템에 관한 연구, *Journal Of Information Technology Applications & Management*, 제9권, 제3호.
 7. 임영환(2000) 디지털 미디어 원리, 대영사, pp. 230-239.
 8. Browne, P., Smeaton, A. F., Murphy, N., O'Connor, N., Marlow, S., Berrut, C.(2000) Evaluating and Combining Digital Video Shot Boundary Detection Algorithms, In *Proceedings of the Irish Machine Vision and Image Processing Conference (IMVIP)*.
 9. Li, W., Gauch, S., Gauch, J., Pua, K. M. P.(1996) VISION: A Digital Video Library. In *ACM Digital Libraries*, pp. 19-27.
 10. Lienhart, R.(2000) Automatic Text Segmentation and Text Recognition for Video Indexing, In *Multimedia Systems*. Hrsg : ACM Berlin-Heidelberg : Springer-Verlag, pp. 69-81.
 11. Navarrete, T., Blet, J.(2001) VideoGIS : Combining Video and Geographical Information, Research Report.
 12. Rui, Y., Hunag, T. S., Mehrotra, S.(1999) Constructing Table-of-Content for Video. In *ACM Multimedia Systems Journal*, Special Issue Multimedia Systems on Video Libraries, Vol. 7, No. 5, pp. 359-368.
 13. Yu, J., Srinath, M. D.(2001) An efficient method for scene cut detection, In *Elsevier Pattern Recognition Letters*, Vol. 22, pp. 1379-1391.