

동영상자료 구조화에 의한 시설물관리시스템 구축

Construction of the Facilities Management System by Video Structuring

유환희* · 최경호** · 구흥대***

Yoo, Hwan Hee · Choi, kyoung Ho · Koo, Heung Dae

要 旨

도시화로 인한 사회기반시설의 확충으로 인해 각종 시설물의 관리에 새로운 차원의 관리기술이 요구되고 있다. 90년대부터 GIS는 시설물관리와 계획에 효과적인 기술로 평가되어 정부 및 지자체에서 중장기 계획을 수립하여 시설물관리시스템을 구축하고 있으며, 관련분야기술을 발전시키기 위한 연구가 지속적으로 이뤄지고 있다. 이런 측면에서 GIS구축 시 수치지도나 영상을 기본도로 사용하는 단점을 개선하기 위해 동영상자료를 이용한 정보시스템구축에 관심이 높아지고 있다. 동영상자료를 이용할 경우 실 세계적인 정보를 사용자에게 제공할 수 있어서 GIS의 사용효과를 더욱 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 비행선에서 촬영된 비디오동영상과 GPS 위치자료를 이용하여 비디오영상을 수치지도와 연계시키고, 동영상에 나타나는 시설물에 대한 객체추적 및 속성자료 연결을 통해 시설물을 효과적으로 관리할 수 있는 시설물관리시스템을 프로토타입으로 개발하였다. 제시된 시스템의 기능을 통하여 동영상자료를 이용한 시설물관리시스템의 구축 가능성과 활용성을 제시하였다.

핵심용어 : GIS, GPS, 시설물관리시스템, 동영상자료, 비행선, 객체추적

Abstract

By the expanding of infrastructure caused by urbanization, new technologies are required to manage various kinds of facilities. GIS has been appraised as valuable technology for facilities management since the 1990s. Therefore, the long and mid term GIS construction plan has been established by the national government and the local government. Some facilities management systems have been built and developed for suppling user-friendly functions. From this point of view, the information system based on the video sequences is considered a more effective way to improve the defects of conventional GIS using the digital map or the image as the base map. Using the video sequences as a base map, the availability of the system will be increased because the real world information can be furnished to the users. In this study, through the connection between the GIS data, the digital map and the attribute data, and the video sequences taken from the airship using the video geo-referencing and the object tracking, we developed the facilities management system as a prototype which can effectively manage the road utilities. We also presented potentialities of the suggested system for facility management based on the video sequences.

Keywords : GIS, GPS, Facilities manage system, Video sequence, Airship, Object tracking

1. 서 론

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 많은 컴퓨터 기술들이 발전하고 사회가 점점 더 복잡해짐에 따라 사람들은 지

리정보시스템에 대하여 많은 변화를 요구하고 있다(유재준, 2002).

이러한 흐름에 따라 등장한 VideoGIS(Video Geographical Information System)는 기존의 정적 기본 도인 수치지도 또는 위성영상을 이용한 정보시스템 구축을 탈피하여 비디오 동영상 자료를 활용하여 직접 사용자와 상호작용이 가능하고 공간데이터를 분석하고 가공하는 시스템이다(Navarrete, T., Blet, J., 2001).

2004년 11월 23일 접수, 2004년 12월 10일 채택

* 주저자, 정회원, 경상대학교 건설공학부 도시공학전공 교수, ERDI (hhyoo@nongae.gsnu.ac.kr)

** 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어연구소 공학박사 (khchoi@ieee.org)

*** 학생회원, 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정 (koo11010@netian.com)

따라서 급변하는 도시지역의 시설물 관리를 위한 동적 개념의 정보시스템 구축이 필요하게 되었고, 실시간적이고 현실 지향적인 동영상 자료에 근거한 정보시스템 개발을 위한 기반 연구를 수행하여 왔으며(유환희, 2003; 구흥대, 2004), 본 논문에서는 비행선 시스템에 의해 취득된 동영상 정보자료와 GPS의 위치자료(x, y 좌표값)를 동주기화 하고, 객체추적 알고리즘에 의해 기존 벡터 자료와 동영상정보자료를 자동으로 연계한 동영상기반 시설물관리시스템을 프로토타입으로 개발함으로써 정적인 기본도를 이용하는 기존의 GIS단점을 극복하고 활용 범위를 확대시키고자 하는데 연구목적이 있다.

2. 동영상 저장기술

비디오 신호를 디지털로 변환하려는 노력은 일찍부터 있었으나 비디오를 디지털로 변환할 경우 컴퓨터 메모리 용량이 크게 증가하기 때문에 효율적인 압축기술이 요구되고 있다(이만재, 이상선, 2002).

비디오 압축을 위해서는 공간적 차원의 압축과 시간적 차원의 압축이 사용된다. 이미지 압축의 대표적인 JPEG 방식은 사진과 같이 자연현상을 찍은 이미지의 경우에 사용한다. 공간적 차원의 압축이란 픽셀간의 급격한 색상 차이가 있을 경우 사람의 눈은 이를 그 중간색으로 인식한다는 사실에 바탕을 두고 2차원 공간에서 급격히 변화하는 색상성분을 무시하는 방법이다. JPEG를 사용하여 공간적 정보만을 사용하여 얻을 수 있는 압축효과의 대부분을 얻을 수 있다. 비디오의 경우에는 공간적 정보외에 시간적 정보를 활용할 수 있다. MPEG에서는 JPEG에서 사용한 기술을 대부분 채택하고 있다(서영진, 2002).

동영상 데이터의 양은 매우 많으므로 메모리 공간의 부족, 중앙처리장치의 계산속도, 데이터 전송 속도에 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 화상으로 압축하는 것이 아니라, 인접 프레임의 동작보상을 하는데 있어서 예측과 보간을 이용하여 압축한다.

본 연구에서 동영상의 객체 추적의 알고리즘을 위해 구간별로 촬영한 비행선 동영상을 이용하여 도로 시설물 중 가로등 및 도로표지판 등을 템플릿화 하고 각 시설물에 대한 속성정보 자료를 구축하였다.

MPEG는 동영상 비디오와 오디오에 관련된 압축을 하기 위하여 설계된 표준이다. MPEG의 기본 압축 방식에는

인트라프레임(Intra-Frame) 및 인터프레임(Inter-Frame)인 2가지 레벨이 있으며, 이들 레벨은 부호화하는데 필요하다(James, Au., 2002). MPEG 표준에는 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7, MPEG-21이 있다. 아래의 표 1은 MPEG 표준에 대해 보여주고 있다(김장형, 나인호, 2002).

표 1. MPEG 표준

구분	응용분야	주요내용 및 특징	완성년도
MPEG 1	디지털 방송 비디오CD 등	CD-ROM 기준으로VCR화질 정도를 목표로 한 압축표준	1992년
MPEG 2	DVD, 디지털TV, 영상회의 등	멀티채널, 고품질 영상음향, 범용 AV데이터 전송	1995년
MPEG 4	대화형 TV, 디지털컨텐츠 제작	보다 높은 압축률 위한 MPEG표준, 멀티미디어 상호작용성 부여	2000년 12월
MPEG 7	멀티미디어 전자상거래	멀티미디어 데이터의 효율적인 저장/검색/전송 지원	2001년 초
MPEG 21	멀티미디어 전자상거래	멀티미디어 콘텐츠의 제작, 서비스, 소비자 보호까지 포괄	2001년 말

3. 동영상 자료 구조화와 DB 구축

비행선 비디오촬영시스템은 비디오 카메라와 GPS를 같이 장착하고 있으며, 취득되어진 동영상 자료와 GPS 자료를 동주기화하여 데이터베이스를 구축하였다. 촬영된 동영상 자료는 그림 1과 같이 A, B, C, D, E 의 전 구간에 걸쳐 부분별 각 45° 경사촬영 및 좌측 수평촬영(90°)을 하여 각 구간을 다시 구간 내의 교차로를 분기점으로 세분화시켜 비디오 촬영을 구축한 구간을 도시하고 있다.

본 연구에 구축된 자료는 구역표준좌표정보(RegStd-CoorInfo), 구역정보(RegionInfo), 속성정보(PropertyInfo)로 구성되어 있다. 구역표준좌표정보는 동영상자료를 구간별로 촬영하여 취득한 자료를 각 구간의 임의로 설정한 대상구역에 중심기준좌표를 설정하여 자료를 구축하였다. 구역정보는 구역표준좌표정보의 자료를 구축하기 위해 임의로 설정한 대상구역으로 전체영역에 대한 자료를 구축하였다. 속성정보는 구간별로 촬영한 동영상 중에서 도시시설물의 일부 가로등 및 도로표지판 등을 템플릿화 하고 각 시설물에 대한 속성정보 자료를 구축하였다. 구축된 자료의 좌표정보는 공간분석을 위한 GPS의 x, y 좌표값과 비행선 시스템에 의해 취득된 동영상 자료를 동주기화하여 데이터베이스를 구축하였다. 그림 2

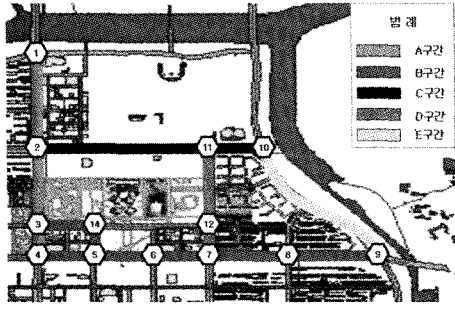


그림 1. 촬영구간 및 구간별 동영상 촬영현황

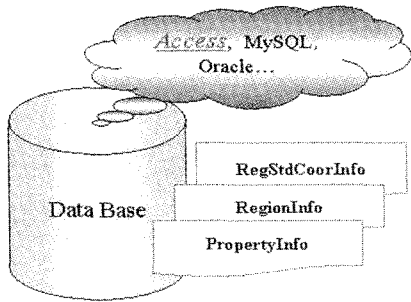


그림 2. 속성정보 데이터베이스 구축

는 속성정보의 데이터베이스 구축에 관해 도시하고 있다.

4. 동영상구조화 알고리즘

본 연구에서는 항공동영상 자료의 3차원 좌표 정보와 수치지도를 이용하여 도시지역 시설물 관리 시스템을 구축하였다. 항공 동영상 자료를 취득하기 위해 비행선에 비디오 카메라와 GPS를 장착하여 동영상과 위치자료를 취득하였다.

4.1 수치지도와 동영상자료의 상호연동

본 연구에서 동영상정보시스템의 벡터맵 구역정보는 식 (1)과 같이 가우스함수의 정의에 의하여 구축하였다. 가우스함수는 실수(x)에 대하여 x를 넘지 않는 최대정수 [x]로 나타낼 수 있다. 이에 따라 각 구간에 위치하는 객체의 정보를 비교하여 해당하는 키프레임(keyframe)을 찾게 된다(Browne, Paul., 2000).

$$m \leq x < m+1 \leftrightarrow [x] = m \quad (m \text{은 정수}) \quad (1)$$

벡터맵의 특정구역을 수치지도의 좌표정보는 동영상 촬영구간 및 구간별 동영상촬영현황과 동일하게 데이터베이스를 구조화하여 구축하고, 동영상자료의 영상좌표

정보는 VideoCapX 컴포넌트를 이용하여 분할 프레임 정보 및 시간과 영상좌표값 정보를 추출하였다. 그림 3은 가우스함수 정의에 따라 선택한 지점(a)가 해당되는 각 구간(a₁과 a₂, a₂와 a₃)의 벡터맵 구역에서 동일 위치의 동영상을 찾아가는 것을 도시하고 있다.

수치지도와 동영상자료의 상호연동 및 공간분석을 위해 GPS의 위치좌표값과 비행선시스템에 의해 취득된 동영상 자료를 동주기화하여 데이터베이스를 구축하였고, 동영상자료와 수치지도의 구역별 좌표정보를 동일화하여 상호 연동화하였다.

4.2 동영상의 객체 추적을 위한 알고리즘

본 연구에서의 객체추적 알고리즘은 동영상 자료에서 입의 객체에 대한 키프레임과 마지막 프레임의 템플릿 영역 설정을 하여 키프레임에서 마지막 프레임까지의 이동거리를 구한 후 총 동영상 길이의 시간 변화에 따라 선택되어진 프레임의 현재 시간에 비례하여 영상좌표영역 내의 객체 움직임을 추적할 수 있다(Ardizzone, E., 1999).

동영상의 객체추적은 식 (2a), 식 (2b), 식 (2c), 식 (2d)에 의해 이뤄진다(그림 4).

$$\Delta X_1 = \frac{(x_3 - x_1)}{T} t \quad (2a)$$

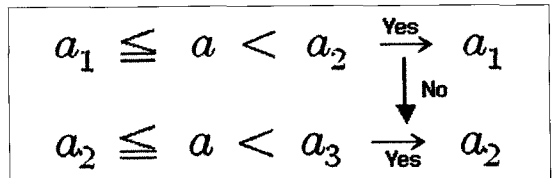


그림 3. 벡터맵 구역 알고리즘

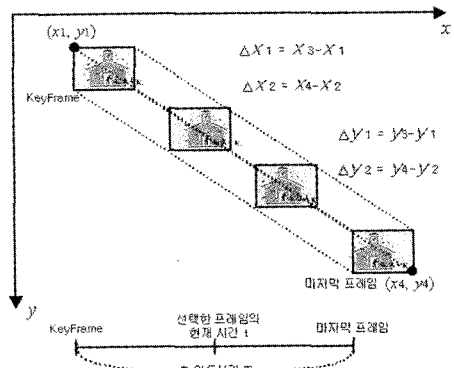


그림 4. 객체추적을 위한 알고리즘

$$\Delta X_2 = \frac{(x_4 - x_2)}{T} t \tag{2b}$$

$$\Delta Y_1 = \frac{(y_3 - y_1)}{T} t \tag{2c}$$

$$\Delta Y_2 = \frac{(y_4 - y_2)}{T} t \tag{2d}$$

객체추적 과정은 우선 비디오 자료로부터 VideoCapX 컴포넌트를 이용하여 프레임의 분할 및 시간과 영상좌표 값 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 반복하게 되며, 객체를 인식하지 못하게 되면 객체 추적을 종료하게 된다. 그림 4는 비디오 자료로부터 분할된 프레임 상에서의 객체 추적 과정을 도시하고 있다.

5. 시설물관리를 위한 동영상정보시스템

5.1 동영상정보시스템

취득된 동영상 자료와 속성자료를 포함한 공간자료 정보를 연계시켜 효과적으로 시스템화 하기 위하여 맵 컴포넌트인 ESRI사의 MapObjects 2.1과 동영상 자료 처리를 위하여 Microsoft사의 DirectX 기술을 기반으로 하는 Fathsoft사의 VideoCapX 컴포넌트를 이용하였다. 수치 지도를 기반으로 하는 벡터 맵의 속성정보와 공간자료 정보를 연계하기 위해 Microsoft Access를 사용하였다(그림 5). 비행선촬영시스템에 의해 취득된 동영상 자료를 2차원

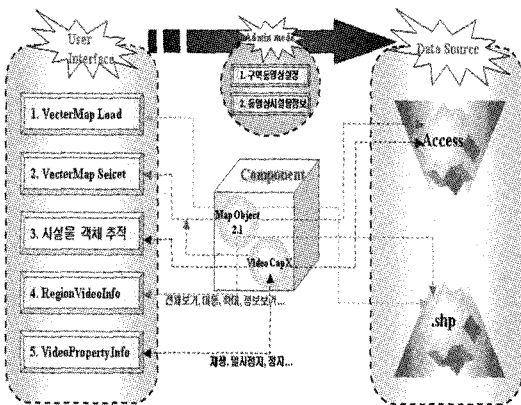


그림 5. 동영상정보시스템 기술개요

수치지도와 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 개발하였다.

5.2 시설물관리 시스템 구현

동영상을 이용한 시설물관리시스템을 프로토타입으로 구현하고 각 기능에 따라 인터페이스를 구성하였으며, 그 기능을 분석하면 다음과 같다.

5.2.1 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. 그림 6은 벡터 맵 제어를 위한 맵 제어 메뉴바 및 도구바를 도시하고 있다.

5.2.2 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 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. 동영상시설물정보 탭에서는 동영상이 플레이 될 때 도시기반시설물 중 임

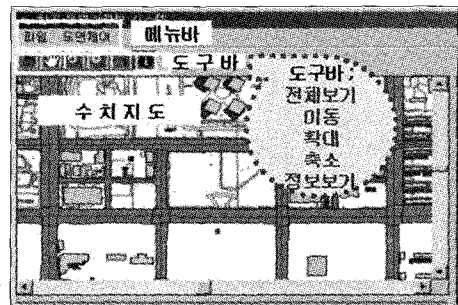


그림 6. 벡터 맵 윈도우

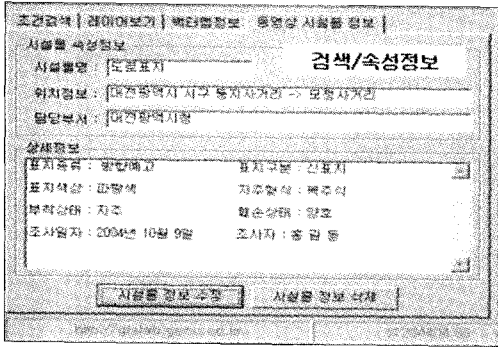


그림 7. 속성정보 탭 윈도우

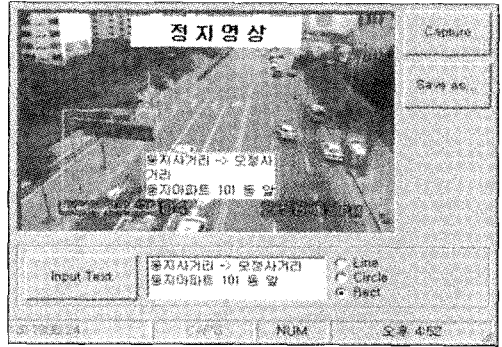


그림 9. 정지화면 캡처 윈도우

의 객체를 클릭하면 해당하는 속성정보를 볼 수 있고, 속성 정보에 대해 잘못 표기되어 있으면 수정 갱신도 가능하다. 그림 7은 벡터 맵의 건물에 대한 정보와 동영상의 객체에 대한 속성정보를 참조할 수 있는 탭으로 도시하고 있다.

스터를 이용하여 도로 시설물관리를 위한 부가적인 정보를 입력하여 새로운 이미지 형태의 정보로 저장하는 기능을 제공한다. 그림 9는 시설물동의 정보를 편집 및 저장할 수 있는 정지화면 캡처 윈도우를 도시하고 있다.

5.2.3 벡터 자료와 동영상 자료의 연계

수치지도의 좌표정보는 동영상 촬영구간 및 구간별 동영상촬영현황과 동일하게 데이터베이스를 구조화하여 구축하고, 동영상의 도시시설물중 임의의 객체를 선택하면 객체추적 알고리즘에 의해 해당 객체의 속성정보를 볼 수 있다. 동영상자료는 벡터 맵상의 추상적인 공간객체보다 현실에 가까운 시각정보를 제공한다. 그림 8은 공간 객체의 비디오 자료가 재생되도록 하는 동영상 플레이어 윈도우를 도시하고 있다

6. 결 론

본 연구에서는 비행선에서 촬영된 비디오동영상과 GPS 위치자료를 이용하여, 수치지도를 기반으로 하는 기본도에서 원하는 객체의 속성정보와 위치정보를 검색 할 수 있으며, 동영상에 객체추적알고리즘을 적용하여 속성자료를 검색할 수 있는 프로토타입의 시설물관리 모듈을 개발하였다. 동영상정보시스템은 보다 현실에 가까운 시각정보를 제공함으로써 시설물관리의 효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 생각되며, 향후 방대한 동영상 자료의 효과적인 저장 및 관리에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

5.2.4 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 텍

감사의 글

본 논문은 2004년도 한국전자통신연구원 멀티센서 공간영상정보 통합처리기술 개발사업에 의해 수행된 연구 결과의 일부로서 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 구홍대, 김성삼, 유환희, 2004, Video Indexing을 이용한 동영상 DB구조화, 2004년 대한토목학회 정기 학술대회 논문집, pp. 336.
2. 김정형, 나인호, 2002, 멀티미디어 개론, 문운당, pp. 93~101.
3. 서영건, 2002, 멀티미디어 통신, 인솔미디어, pp. 91~97.
4. 신화선, 2002, DirectShow 멀티미디어 프로그래밍, 한빛미디어, pp. 174~176.
5. 유재준, 최경호, 장병태, 이종훈, 2002, Video GIS 기술 동향,



그림 8. 동영상 플레이어 윈도우

- ETRI.
6. 유환희, 제정형, 김성삼, 김원만, 2003, 도시시설물 모니터링을 위한 비행선촬영시스템 개발, 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 129~134.
 7. 이만재, 이상선, 2002, 멀티미디어 교과서, 안그래픽스, pp. 274~277.
 8. 임영환, 2000, 디지털 미디어 원리, 대영사, pp. 230~239.
 9. Ardizzone, E., 1999, Video Indexing Using MPEG Motion Compensation Vectors, *IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems*.
 10. Browne, Paul., 2000, Evaluating and Combining Digital Video Shot Boundary Detection Algorithms, *In Proceedings of the Irish Machine Vision and Image Processing Conference (IMVIP)*.
 11. James, Au., 2002, Object Segmentation and Tracking Using Video Locales, *IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems*.
 12. Navarrete, T., Blet, J., 2001, VideoGIS : Combining Video and Geographical Information, Research Report, pp. 3~5.