Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry, and Cartography 2007 / Cheju / Korea

특징점 추출에 의한 비디오 영상등록
Video Sequences Registration by using Interested Points Extraction

김성삼[1]·이혜숙[2]·김의명[3]·유환희[4]
Kim, Seong-Sam·Lee, Hye-Suk·Kim, Eui-Myoung,·Yoo, Hwan-Hee

[1] 경상대학교 대학원 도시공학과 박사과정(E-mail : sskim@gnu.ac.kr)
[2] 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정(E-mail : gsgislab@hanmail.net)
[3] 남서울대학교 지형정보학과 교수(E-mail : kemyoung@nsu.ac.kr)
[4] 경상대학교 건설공학부 도시공학과 교수(E-mail : hhyoo@gsnu.ac.kr)

Abstract

The increased availability of portable, low-cost, high resolution video devices has resulted in a rapid growth of the applications for video sequences. These video devices can be mounted in handheld unit, mobile unit and airborne platforms like maned or unmaned helicopter, plane, airship, etc. A core technique in use of video sequences is to align neighborhood video frames to each other or to reference images. For video sequences registration, we extracted interested points from aerial video sequences using Harris, Förstner, and KLT operators and implemented image matching using these points. As the result, we analysed image matching results for each operators and evaluated accuracy of aerial video registration.

1. 서론

1.1 연구의 배경과 목적

디지털과 정보화라는 패러다임으로 대변되는 현실에서 각종 멀티미디어의 핵심 컨텐츠로써 언제 어디에서나 손쉽게 비디오 영상을 접할 수 있다. 여기에, 컴퓨터 기술과 모바일 기술의 발달로 휴대가 간편하고 방대한 비디오 자료의 용량에 구애받지 않으면서 높은 해상도로 비디오 영상을 취득할 수 있는 캠코더나 모발용 장치들이 출시되고 있다. 실제로 캠코더나 휴대폰 등의 핸드 헬드(hand-held) 기기, 자동차 등의 모바일용 관측기기, 소형 헬기, 비행선이나 무인항공기(UAV, Unmaned Aerial Vehicle) 등의 광학센서 등으로 탑재되어 다양한 비디오 자료를 취득·활용되고 있다.

시야각이 좁은 비디오 자료를 보다 다양한 분야에서 활용하기 위해서 중복도를 고려하여 인접 비디오 프레임을 접합한 후 파노라마영상이나 모자이크 영상을 생성해야 하며, 이 과정에서 기준영상(frame)에 각각의 인접 비디오 프레임을 보정하여 상호 등록하는 과정이 필요하다.

본 연구는 저고도 무인헬기에서 탑재된 비디오 캠코더로 촬영된 영상을 전처리하여 비디오 프레임을 추출하고 이를 컴퓨터 시각이나 사진측량분야에서 활용되고 있는 특징점 추출 연산자를 적용하여 그 정합결과를 분석함으로써 비디오 영상등록을 위한 특징점 추출 연산자의 활용성을 평가하고자 하였다.

1.2 국내외 연구동향

비디오 자료는 아날로그 자료에 비해 편집이나 재생산성이 우수하고, 영상자료와 시간자료를 분리 처리할 수 있는 장점이 있으며, 디지털 정지영상(still)에 비해 중복도가 높은 연속 영상을 취득할 수 있기 때문에 선형의 시설물 조사나 모니터링, 도시 시설물 관리나 재해관리 분야에 활용되어 왔다.

국내 관련 연구로는 엄정섭 등(2001)은 항공비디오 영상과 GIS를 연계하여 선형 시설물의 맵핑이나 환경모니터링에 관한 연구를 수행하였고, 유환희 등(유환희 등, 2006; Yoo 등, 2004)은 항공 비디오 영상자료를 활용하여 도시시설물 관리나 재해관리 모니터링, 광역지역의 지형정보를 취득하기 위한 영상지도 제작에 관한 연구를 수행하였다. 김의명 등(2005)은 IKONOS 위성영상을 세부영역으로 분할한 절취영상

에 여러 가지 특징점 추출 연산자를 적용하여 영상정합 결과를 분석하였다.

국외의 관련 연구로는 Fitzgibbon 등(Fitzgibbon and Zisserman, 2000)은 비디오 촬영 영상의 3차원 복원을 위한 카메라 추적 자동화 기법에 대한 연구를 수행하였으며, Zhu 등은 영상기반항공 비디오 영상의 모자이크 영상 생성을 위한 연구를, Rohr 등은 도시지역의 항공사진 등록을 위하여 도시지역에서 흔히 발견될 수 있는 맨홀을 이용하여 항공사진의 외부표정요소를 추정하는 연구를 수행하였다. Sheikh 등은 비행이력자료(telemetry data)를 이용하여 센서 모델식을 정립하고 영상의 기하보정을 통해 항공 비디오 프레임을 기준영상에 등록하는 연구를 수행하였다(Shar and Kimar, 2003).

2. 비디오 영상등록

2.1 비디오 영상등록 개념

항공 비디오 영상등록에 관한 기존 연구 결과(Zitova and Flusser, 2003)에 의하면 자료 취득시 영상 프레임간 변화량이 크지 않는 비디오 영상의 경우에는 부등각사상변환(affine transformation)식이 가장 좋은 결과를 나타내고 있으며, 평행투영 변환식은 일반적으로 만족스럽지 못한 결과를 가져오는 것으로 알려져 있다. 영상정합점을 대상으로 비디오 영상에서 촬영된 좌우 영상은 회전각이 작고 영상간의 이동량이 존재한다는 가정을 통해 두 영상은 부등각사상변환을 통해서 영상등록을 수행할 수 있다.

2.2 특징점 추출 연산자에 의한 영상등록

비디오 프레임간 영상등록 자동화를 위하여 필수 비디오 프레임 상호간의 영상정합을 위한 특징점 추출이 선행되어야 한다. 특징점 추출 연산자로는 사진측량분야에서는 F□rstner 연산자, 컴퓨터 시각분야에서는 KLT, Harris 등의 연산자 등이 널리 활용되고 있다.

1) Harris 연산자

Harris 연산자는 회전, 축척, 영상 잡음의 영향을 적은 것이 특징이며, 일반적으로 식 (1)과 같이 정의된다(Harris and Stephens, 1988).

$$E(u,v)=\sum_{x,y} w(x,y)[I(x+u,y+v)-I(x,y)]^2 \tag{1}$$

어떤 점에서 행렬 $E_{(u,v)}$의 고유값이 크다면 임의의 방향에 대한 작은 움직임은 밝기값을 변화시키며 이것은 영상에서 특징점을 나타낸다. 특징점을 추출을 위한 응답함수는 식 (2)와 같다.

$$H(x,y)=det(E)-\alpha(traceM)^2 \tag{2}$$

여기서, α는 Harris에 의해서 제안된 매개변수(0.04-0.06)이며 $0\le\alpha\le0.25$ 인 경우 $H\ge0$ 이다.
특징점은 $H(x,y)>H_{th}$ 일 경우 추출되며, 이때 H_{th}는 특징점의 강도(strength)를 나타내는 임계값을 나타낸다. 응답함수 H는 α 값이 커질수록 연산자의 민감도가 떨어져 추출되는 특징점의 수가 감소하는 반면, α 값이 작아질수록 연산자의 민감도가 높아져 추출되는 특징점의 수가 증가하는 특성이 있다.

2) F□rstner 연산자

최소제곱정합법을 기반으로 하는 F□rstner 연산자는 사진측량분야에서 많이 활용되어왔으며, 탐색영역내 영상의 1차 미분함수를 활용하여 추출된 에너지를 관측하여 모서리점이나 원형 요소의 중심점, 도로와 같은 선형의 경계선을 추출하게 된다. 특징점 추출과정에서 F□rstner 연산자는 매개변수 w와 q를 사용하여 최적의 탐색범위를 결정한다. w는 오차타원의 크기를, q는 오차타원의 형상을 나타내며 식 (3)과 같다.

$$w=\frac{1}{trN^{-1}}=\frac{detN}{trN}, \qquad q=1-\left(\frac{\lambda_1-\lambda_2}{\lambda_1+\lambda_2}\right)^2=\frac{4\,detN}{(trN)^2} \tag{3}$$

여기서, $detN$: 정규행렬 N의 행렬식(determinant), trN : 정규행렬 N의 대각합(trace), λ_1, λ_2 : 정규행렬에 대한 고유값(eigen values)이다.

3) KLT(Kanade-Lucas-Tomasi) 연산자

KLT 연산자는 특징점, 모서리점(corner), 영상정합 등의 분야에서 활용되고 있으며 많은 응용분야를 가지고 있다. KLT에서 국부구조행렬 C_{str}는 식 (4)와 같이 정의한다(Tomasi and Kanade, 1991).

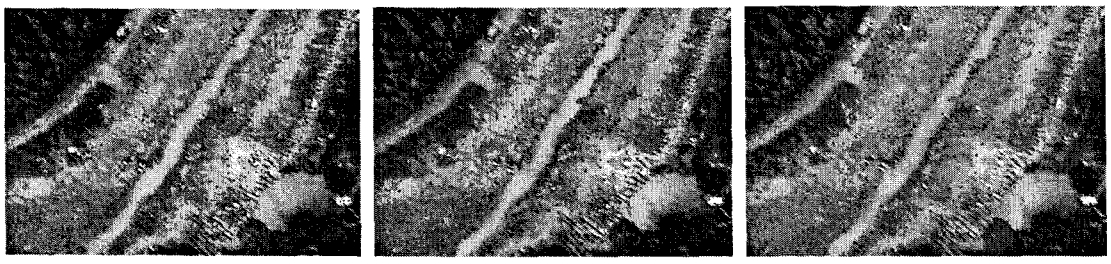
$$C_{str}=w_G(r;\sigma)*\begin{bmatrix}\left(\frac{\partial I}{\partial x}\right)^2 & \left(\frac{\partial I}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial I}{\partial y}\right)\\ \left(\frac{\partial I}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial I}{\partial y}\right) & \left(\frac{\partial I}{\partial y}\right)^2\end{bmatrix} \tag{4}$$

여기서, $w_G(r;\sigma)$는 가우시안 필터를 나타내며 $I(x,y)$는 원 영상의 밝기값을 나타내고 $\partial I/\partial x$, $\partial I/\partial y$는 x축과 y축 방향으로의 1차 미분을 나타낸다.

3. 처리 결과 및 분석

3.1 특징점 추출

특징점 추출은 영상에서 건물의 모서리, 도로의 교차점 등 영상과 영상간의 관계를 설정하기 위한 공액점을 찾거나 연속된 영상에서 특징점을 추적하여 최적의 부등각사상변환 매개변수를 결정하기 위해 수행된다. 본 연구에서는 비디오로 촬영된 항공영상에서 특징점 추출을 위해 가로(688)×세로(475)의 크기의 인접하는 좌·우 비디오 프레임을 추출하였으며, 추출된 인접 프레임간 각 연산자별로 추출된 특징점은 총 419점으로 추출된 특징점 결과는 아래 그림과 같다.



a) F□rstner 연산자 b) KLT 연산자 c) Harris 연산자

그림 1. 연산자별 특징점 추출 결과

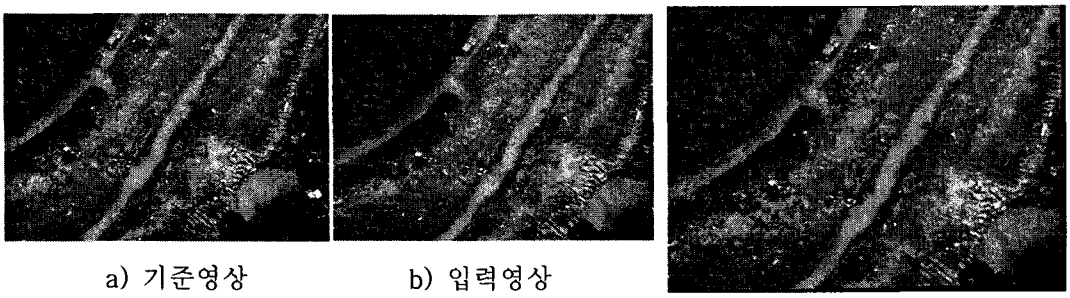
3.2 영상등록 결과 분석 및 평가

좌우 프레임간 추출된 특징점을 이용한 영상정합 결과를 평가하기 위하여 영상정합을 위한 기준영역의 크기는 13×13, 탐색영역은 19×19로 설정하였으며 상관계수는 0.75로 설정하였다.

F□rstner 연산자를 이용하여 영상정합 결과 영상정합률은 50.84%로 나타났으며 정합성공률은 99.06%로 나타났다. KLT 연산자 역시 419점의 특징점을 좌측영상에서 추출하고 이를 영상정합한 결과 영상정합률은 52.98%로 나타났으며 정합성공률은 99.10%로 나타났다. Harris 연산자의 경우 좌측에서 추출된 419점의 특징점을 영상정합한 결과는 영상정합률은 44.87%, 정합성공률은 100%로 나타났다.

그림 2는 추출된 영상정합점을 대상으로 비디오 영상에서 촬영된 좌우 영상은 회전각이 작고 영상간의 이동량이 존재한다는 가정을 통해 첫번째 영상을 기준영상으로 하여 나머지 영상을 부등각사상변환

을 통해서 영상등록한 결과를 나타내고 있다.



a) 기준영상 b) 입력영상 c) 영상등록 결과

그림 2. 비디오 영상 등록

4. 결론

본 연구에서는 영상 영상에서 특징점을 추출할 수 있는 KLT, Harris, F□rstner 연산자를 이용하여 항공비디오 영상에 적용하여 특징점간의 영상정합을 수행하였다. 또한 특징점 정합에 의한 영상정합률과 정합성공률 등을 평가하였다. 비교된 특징점 추출연산자는 모두 건물의 모서리, 도로의 교차점 등 밝기값의 변화가 큰 특징점을 효율적으로 추출할 수 있었으며 이를 이용한 영상정합결과 또한 우수하였다. 다만 영상과 영상간에는 축척변화, 회전, 이동량 등이 고려될 수 있으며 이를 위해 부등각사상변환의 매개변수의 초기값을 효과적으로 결정할 수 있는 방법에 대한 연구가 향후 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

김의명, 손홍규, 송영선 (2005) 영상정합을 위한 특징점 추출 연산자의 비교, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제 25권 제 4D호, pp. 591-597.

유환희, 박장환, 심재현, 김성삼 (2006) 저고도촬영시스템을 이용한 영상지도 제작, 한국지형공간정보학회지, 한국지형공간정보학회, 제 14권 제 1호 pp. 37-47.

엄정섭, 이보미 (2001) 선형지형지물의 환경감시를 위한 원격동영상 GIS, 한국지리정보학회 2001 춘계학술발표대회 논문집, pp. 161-168.

A. W. Fitzgibbon and A .Zisserman(1998), Multibody structure and motion:3D reconstruction of independently moving objects. *In Proceedings of the European Conference on Computer Vision*, pp. 891-906. 2006. 6.

F□rstner, W. (1990) A Framework for Low Level Feature Extraction, Computer Vision-ECCV'90, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 427, Springer-Verlag, 383-394.

Harris, C., and M. Stephens (1988) A Combined Corner and Edge Detector, *Fourth Alvey Vision Conference*, pp. 147-152.

Shah, M., Kumar, R. (2003) *Video Registration*, Kluwer Academic Publishers.

Tomasi, C. and T. Kanade (1991) Detection and Tracking of Point Features, Carnegie Mellon University Technical Report CMU-CS-91-132.

H. H. Yoo, I. J. Kang, S. S. Kim, K. Y. Park (2004) Construction of Facilities Management System Using Airship Videographic System, *Korean Journal of Geomatics* Vol. 3, No. 2, pp. 93-98.

B. Zitova and J. Flusser (2003) Image Registration Methods: a Survey; *Image and Vision Computing*, vol.24, pp. 977-100.