

영상지도제작을 위한 항공 비디오 영상 등록 Registration of Aerial Video Frames for Generating Image Map

김성삼¹⁾ · 신성웅²⁾ · 김의명³⁾ · 유환희⁴⁾

Kim, Seong Sam · Shin, Sung Woong · Kim, Eui Myoung · Yoo, Hwan Hee

Abstract

The increased availability of portable, low-cost, high resolution video equipments have 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. This paper describes the feasibility for generating image map from the experimental results we designed to track the interested points extracted by KLT operator in the neighboring frames and implement image matching for each frames taken from UAV (Unmaned Aerial Vehicle). In the image registration for neighbourhood frames of aerial video, the results demonstrate the successful rate of matching slightly decreases as the drift between frames increases, and also that the stable photographing is more important matching condition than the pixel shift.

Keywords : video sequences, interested points extraction, KLT operator, image matching, image registration, image map

초 록

휴대가 간편하고 해상도가 높은 저가의 비디오 캠코더가 출시되면서 비디오 영상이 다양한 분야에서 활용되고 있다. 이러한 비디오 장치는 휴대용 장치, 모바일용 장비, 소형 헬기, 비행선이나 무인항공기(UAV) 등에 탑재될 수 있다. 본 연구는 무인헬기에서 촬영된 비디오 동영상을 전처리하여 영상프레임을 추출하고, KLT연산자를 사용하여 추출된 특징점을 인접한 프레임에서 추적한 후 이를 이용하여 영상정합을 수행하여 영상지도 제작의 가능성을 분석하였다. 그 결과 항공 비디오 인접영상프레임을 자동으로 등록할 경우 기준영상에서 등록할 프레임간 이동량이 커지면서 자동 특징점 정합률이 다소 낮아지는 것을 알 수 있었으며, 자동 영상등록시 픽셀 이동량에 비해 안정된 촬영조건이 매우 중요함을 알 수 있었다.

핵심어 : 비디오 동영상, 특징점 추출, KLT연산자, 영상정합, 영상등록, 영상지도

1. 서 론

컴퓨터 영상처리기술과 모바일 기술의 발달로 휴대가 간편한 비디오카메라(camcorder)는 동영상 촬영 및 지형 공간정보를 취득할 수 있는 도구로 사용될 수 있기 때문에 최근에 재해모니터링, 환경감시, 지도제작 등의 분야에서 많은 관심을 불러일으키고 있다.

비디오 영상자료는 캠코더나 휴대폰 등과 같은 휴대용

기기, 자동차의 모바일용 관측기기, 소형헬기, 비행선이나 무인항공기(UAV : Unmaned Aerial Vehicle)등에 광학센서용 관측기기로 탑재되어 유용한 지형정보 및 재해정보를 취득할 수 있다.

디지털 비디오 영상자료는 아날로그 자료에 비해 편집이나 재생산성이 우수하고, 영상자료와 시간자료를 분리 처리할 수 있는 장점이 있으며, 디지털 정지영상에 비해 중복도가 높은 연속영상프레임을 취득할 수 있기 때문에

1) 정희원 · 경상대학교 대학원 도시공학과 박사과정(E-mail:sskim@gnu.ac.kr)

2) 한국전자통신연구원 공간정보연구팀 선임연구원(E-mail:sshin@etri.re.kr)

3) 정희원 · 남서울대학교 지리정보공학과 전임강사(E-mail:kemyoung@nsu.ac.kr)

4) 연결저자 · 정희원 · 경상대학교 건설공학부 도시공학과 교수(BK21, ERDI)(E-mail:hhyoo@gnu.ac.kr)

선형시설물조사나 모니터링, 도시시설물관리나 재해관리 분야에 현장감을 극대화할 수 있는 관측 자료로 활용되어 왔다. 그러나 좁은 촬영시야각과 저해상도로 인해 촬영면적이 협소한 비디오 영상을 시설물 관리나 재해모니터링, 지형정보 관측과 같은 분야에서 폭넓게 활용하기 위해서는 영상처리를 통해 인접 비디오영상프레임을 접합하여 모자이크 영상을 생성하거나 상호 영상등록을 하는 영상처리과정이 필요하다.

영상등록의 전처리 단계로서 기준영상과 인접영상간의 기하학적 관계를 정립하고 추출한 좌우 영상의 특징점을 공역점으로 하여 영상을 정합하는 과정을 거쳐야 한다. 일반적으로 영상정합에는 사용되는 정합요소에 따라 크게 특징기반영상정합(feature-based image registration)과 명암기반영상정합(intensity-based image registration)으로 분류할 수 있다. 특징기반영상정합기법은 영상의 밝기값의 특성이 다르기 때문에 정합할 영상에서 공통적인 특징을 찾고 그 정보를 이용하여 정합을 수행하는 방법으로 특징점(feature point), 외곽선, 경계선 특징, 방향성 경계벡터(oriented edge vector), 밝기값 변화량(gradient) 정보를 이용하는 방법 등이 있다. 이러한 방법들은 영상의 특징정보를 추출하는 접근방법에 따라 영상정합의 정확성과 신뢰성에 결정적인 영향을 준다.

영상 전체 영역에서의 밝기값을 이용하는 명암기반정합기법은 서로 다른 특성을 갖는 이중 센서로부터 취득된 영상들을 상호 정합할 때 주로 활용되어 왔으며, 밝기값의 관계가 매우 복잡한 이중센서 영상간의 정합 정확성을 확보하기 위하여 밝기값의 통계적 정보를 이용하는 방법들이 사용되고 있다.

항공비디오영상 활용에 관한 국내 관련 연구로 엄정섭 등(2001)은 항공비디오 영상과 GIS를 연계하여 선형시설물의 매핑이나 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 절취영상에 여러가지 특징점 추출 연산자를 적용하여 영상정합 결과를 분석하였다.

비디오 영상등록에 관한 국외의 관련 연구로 Fitzgibbon 등은 비디오 촬영 영상의 3차원 복원을 위한 카메라 추적 자동화 기법에 대한 연구를 수행하였으며, Zhu 등은 영상기반항공 비디오 영상의 모자이크 영상 생성을 위한 연

구를 수행하였다. 또한 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 센서모델식을 정립하고 영상의 기하보정을 통해 항공 비디오프레임을 기준영상에 등록하는 연구를 수행하였다(Shar and Kimar, 2003).

본 연구에서는 영상지도를 제작하기 위해서 인접한 연속 비디오영상간의 기하적인 상관성을 정립하여 비디오 영상들을 상호등록하는 연구를 수행하였다. 그림 1의 항공 비디오 영상자료의 등록과정에서 알 수 있듯이 우선 연속된 인접비디오영상프레임들을 추출하여 기준영상을 결정하고 부등각사상변환(affine transformation)을 통해 좌·우 영상을 배열하였다. 배열된 영상들로부터 KLT(Kanade-Lucas-Tomasi) 특징점 추출 연산자를 이용하여 특징점을 추출하였으며, 이 특징점들로부터 밝기값과 상관계수를 이용하여 두 영상간의 영상정합점을 결정하였다. 추출된 정합점들로부터 기 산출된 부등각사상변환 매개변수를 재조정하여 최종적인 영상간 변환식을 결정하고 영상정합을 수행하여 인접 영상프레임을 상호등록함으로써 영상지도 제작의 가능성을 제시하였다.

2. 항공 비디오 촬영시스템

본 연구에서는 (주)무인항공센터와의 공동연구를 통하여 농업방제 분야에서 주로 활용되던 Yamaha Motor사의 RMAX(Type II G) 무인헬기를 항공 비디오 영상자료를 취득하기 위한 탑재체로 개발하였다(그림 2). 또한, 촬영되는 대상지역의 비디오 영상을 지상에서 모니터링하기

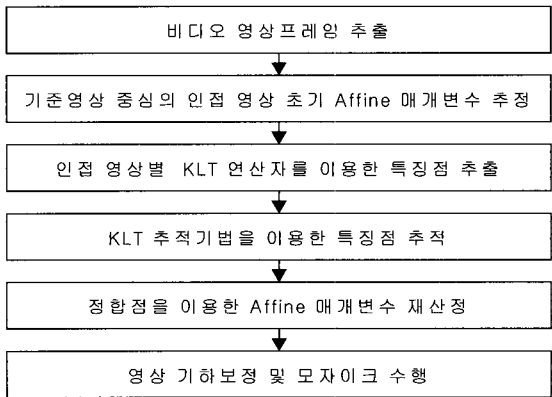


그림 1. 항공 비디오 영상자료의 등록과정

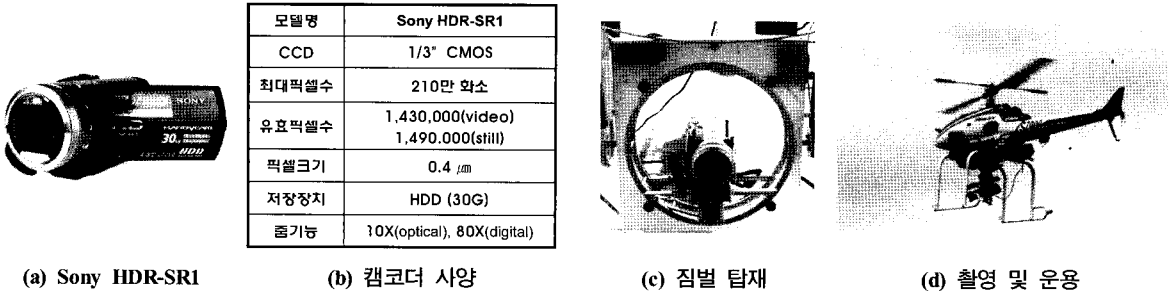


그림 2. 무인헬기 기반 항공비디오 촬영시스템



그림 3. 헬기기체의 떨림 영향에 의한 비디오 영상의 흐림

위한 지상관제시스템을 개발하여 촬영시스템의 운용성을 확장하였다. 대상지역의 비디오 영상 취득을 위해 탑재된 Sony사의 HDR-SR1은 유효영상소가 210만개인 캠코더로서 30기가 바이트까지 비디오 영상자료를 저장할 수 있는 하드디스크가 내장되어 있다.

현재 개발된 항공비디오 촬영시스템은 RC 무선통신을 이용하여 원격 제어하는 수동방식으로 운용되고 있으며, 이로 인하여 연속으로 자료를 취득하는 비디오 촬영의 경우 비행방향에서 진후 지그재그형태로 촬영되는 현상이 발생하기도 한다. 또한, 개발된 항공비디오 촬영시스템은 기체의 진동을 최소화하기 위한 방진장치가 설치되어 있으나, 그림 3과 같이 무인헬기 자체의 진동과 바람이나 갑작스런 기류변화로 인한 카메라의 흔들림이 발생하여 비디오 프레임의 영상소가 밀리는 현상이 발생하고 있다.

3. 인접 비디오영상등록

3.1 비디오 영상등록

항공 비디오 인접 프레임간의 영상등록을 위하여 추출된 특징점 정보를 통해 기준영상과 인접한 영상좌표간의

관계를 정립하여 기준영상에 맞게 기하보정을 하는 과정이 필요하다. 측량용 항공촬영장비는 각종 표정요소를 정확하게 취득할 수 있는 기기가 탑재되어 관측을 실시하지만, 무인헬기나 비행선 등과 같은 비 측량용 장비는 관측된 영상자료를 표정하는데 사용할 수 있는 정밀한 표정자료를 제공하지 않기 때문에 엄밀방법이 아닌 약식방법에 의해 영상등록을 수행하여야 한다. 불안정한 비행체에서 관측된 항공 비디오영상등록에 관한 기존 연구 결과에 의하면 자료 취득 시 영상프레임간 변화량이 크지 않은 비디오영상의 경우에는 부등각사상변환식이 가장 좋은 결과를 나타내고 있으며, 평행투영 변환식은 일반적으로 만족스럽지 못한 결과를 가져오는 것으로 알려져 있다(Zitova and Flusser, 2003).

3.2 KLT 연산자에 의한 특징점 추출

비디오 영상프레임간 영상등록 자동화를 위하여 프레임 상호간의 영상정합을 위한 특징점 추출이 선행되어야 한다. 특징점 추출 연산자는 영상에서의 특징점 추출이 가능하고 기하학적 및 방사학적 왜곡과 잡음에 영향을 적게 받으면서 모서리점이나 경계선 등을 효과적으로 추출

할 수 있어야 한다. 기존 연구를 분석해 보면 사진측량분야에서는 Förstner 연산자, 컴퓨터 시각분야에서는 KLT, Harris 연산자 등이 주로 사용되어 왔다. 특히, KLT 연산자는 특징점이나 모서리점 추출, 영상정합 등에 활용되고 있으며, Harris 연산자와 함께 좌·우측 영상에서 추출된 특징점간의 상관성이 좋고 오정합률이 낮은 연산자로 평가되었다(김의명 등, 2005).

KLT연산자에서 국부구조행렬 C_{str} 는 식 (1)과 같이 정의한다(Tomasi 등, 1991).

$$C_{str} = w_G(r; \sigma) * \begin{bmatrix} \left(\frac{\partial I}{\partial x}\right)^2 & \left(\frac{\partial I}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial I}{\partial y}\right) \\ \left(\frac{\partial I}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial I}{\partial y}\right) & \left(\frac{\partial I}{\partial y}\right)^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서, $w_G(r; \sigma)$ 는 가우시안 필터를 나타내며, $I(x, y)$ 는 원영상의 밝기값을 나타내고, $\partial I/\partial x$, $\partial I/\partial y$ 는 x 축과 y 축 방향으로의 1차미분을 나타낸다.

가우시안 필터에 의해 결과를 \hat{I} 로 두면 식 (1)은 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$C_{str} = \begin{bmatrix} \hat{I}_x^2 & \hat{I}_x \hat{I}_y \\ \hat{I}_x \hat{I}_y & \hat{I}_y^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

식 (2)는 대칭행렬이기 때문에 좌표축을 회전하여 대각행렬로 만들 수 있고 대각행렬의 요소는 식 (3)과 같이 두 개의 고유값(λ_1 , λ_2)으로 나타낼 수 있다.

$$C_{str} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

특징점 또는 모서리점의 경우는 인접 영상소와 비교할 때 대비(contrast)가 높기 때문에 큰 고유값을 얻을 수 있다. 고유값은 경계선의 크기를 나타내고 고유벡터는 경계선의 방향을 나타낸다. KLT 연산자는 특징점을 추출하기 위해서 두 개의 매개변수, 즉 λ_2 에 대한 임계값인 λ_{th} 와 탐색창의 크기를 사용한다. 일반적으로 탐색 창이 커지면 커질수록 추출된 특징점의 위치가 실제 위치에서 편위되는 경향이 있다.

3.3 KLT 연산자를 이용한 특징점 추적

KLT 연산자는 모서리점, 특징점 등을 추출할 수 있는 연산자이면서 인접 영상프레임간의 추출된 특징점에 대해 동일점을 추적할 수 있는 기능을 갖고 있다. 두 장의

연속된 영상이 존재한다고 가정할 때 KLT 연산자를 이용한 특징점 추적과정은 좌측 영상에서 KLT 연산자를 이용하여 특징점을 추출하고 좌측 영상과 우측 영상에서 영상 피라미드를 구축하여 상위 레벨에서 하위 레벨로 영상정합을 수행하여 특징점을 추적한다. KLT 연산자에서 특징점을 추적하는 과정은 사용자가 정의한 마스크를 이용하여 영상소값의 변화량 $I_x^2, I_x I_y, I_y^2$ 를 구하고, 2×2 의 정규행렬($N = \begin{bmatrix} \Sigma I_x^2 & \Sigma I_x I_y \\ \Sigma I_x I_y & \Sigma I_y^2 \end{bmatrix}$)으로부터 식 (4)와 같이 최소 고유값을 통하여 추적 가능한 영상소를 결정한다.

$$\frac{I_x^2 + I_x I_y - \sqrt{(I_x^2 - I_y^2)^2 + 4(I_x I_y)^2}}{2.0} \quad (4)$$

좌측영상프레임에서 추출한 특징점에 대한 공액점은 인접한 우측영상프레임에서 추적하게 되며, 이 때, 다음과 같은 제약조건들이 고려된다.

- 특징점 추적을 위해 특징점은 설정된 최소 간격(min_displacement)만큼 이동한다.
- 정규행렬 N 의 행렬식(determinant)은 min_determinant 보다 작다.
- 최소제곱적용을 위한 반복회수는 설정된 최대 반복수(Max_iteration)를 초과할 수 없다.
- 특징점은 영상의 경계(boundary)내에 존재한다.
- 기준영역과 탐색영역사이의 밝기값의 차이가 최대 오차(Max_residue)보다 작다.

3.4 영상정합

영역기반 영상정합기법은 왼쪽 영상에서 정의된 기준영역을 오른쪽 영상의 탐색영역에서 한 점씩 이동하면서 모든 점들에 대해 통계적인 상관성 관측값(상관계수)을 계산하게 되며, 계산된 관측값 중에서 가장 상관성이 높은 점을 정합점으로 선택할 수 있다. 일반적으로 임체정합을 수행하기 전에 두 영상에 대해 공액정렬을 수행하여 탐색영역 크기를 줄임으로써 정합의 효율성을 높이고 있다. 본 연구에서는 밝기값 상관계수법(GVC: Gray Value Correlation)을 이용하였으며, 이 때 상관계수는 식 (5)와 같이 계산된다.

$$R = \frac{\sum_i^n (g_i^t - \bar{g}^t)(g_i^s - \bar{g}^s)}{\sqrt{\sum_i^n (g_i^t - \bar{g}^t)^2 \cdot \sum_i^n (g_i^s - \bar{g}^s)^2}} \quad (5)$$

여기서, $-1 \leq R \leq 1$, g_i^* 가 기준 영역(template) g_i^* 가 한 영상의 탐색영역(search area)이며, n 이 대상영역의 영상 소 수, $i=1,2,\dots,n$ 이다.

4. 결과분석

4.1 특징점 추출

특징점 추출은 영상에서 밝기값의 변화가 급격히 발생하는 곳에서 특징점이 추출되며, 영상과 영상간의 상호관계를 설정하기 위한 공액점을 찾거나 연속된 영상에서 특징점을 추적하여 최적의 부등각사상변환 매개변수를 결정하기 위해 수행된다. 본 연구에서는 선행 연구결과인 김의명 등(2005)의 연구 성과를 토대로 KLT 연산자를 활용하여 항공 비디오 영상에서 특징점을 추출하고 영상등록을 수행하였다. 무인헬기에 촬영된 항공 비디오 영상에서 특징점 추출을 위해 가로(688)×세로(475)의 크기의 비디오 영상 프레임을 추출하였으며, 그림 4는 KLT 연산자(마스크 크기 7×7)를 이용하여 기준영상과 3번째 프레임 영상에서 추출된 총 419점(흰색 +점으로 표시)의 특징점을 나타내고 있다.

4.2 특징점 추적

KLT 연산자는 특징점 추적을 위하여 영상피라미드 기법을 이용한다. 즉, 기준영상에서 추출된 특징점은 인접영상의 최상위 레벨에서부터 하위 레벨로 점차 저해상도에서 고해상도로 해상도를 높여가며 특징점을 검색한다. 뿐만 아니라 기준영상에서 추출된 특징점을 연속된 인접 영상에 옮기기 위하여 평행이동, 등각사상변환, 부등각사상변환 등의 다양한 함수를 적용할 수 있다. KLT 연산자에 의한 특징점 추적의 성능 결과를 평가하기 위하여 취득된 항공 비디오 영상에서 4초간 약 130개 프레임을 실험영상으로 추출한 후, 1번째 프레임을 기준영상으로 6개의 인접 프레임(3, 20, 22, 118, 122, 126번 프레임)을 등록 실험영상으로 선택하였다. 여기서, 선정된 프레임의 간격이 불규칙한 이유는 그림 3에서 보듯이 카메라의 떨림 등에 의해서 화질이 불량한 프레임이 존재하고, 촬영도 지그재그 형태로 촬영되어 일률적으로 중복촬영이 이뤄지지 못한 점을 고려하여 본 연구에서는 연속 프레임 중에서 초반 부분과 후반 부분에서 각각 3개의 프레임을 선택하였다.

표 1과 그림 6은 첫번째 프레임 영상을 기준영상으로 하여 KLT로 특징점을 추출한 후 등록할 각각 6개의 인

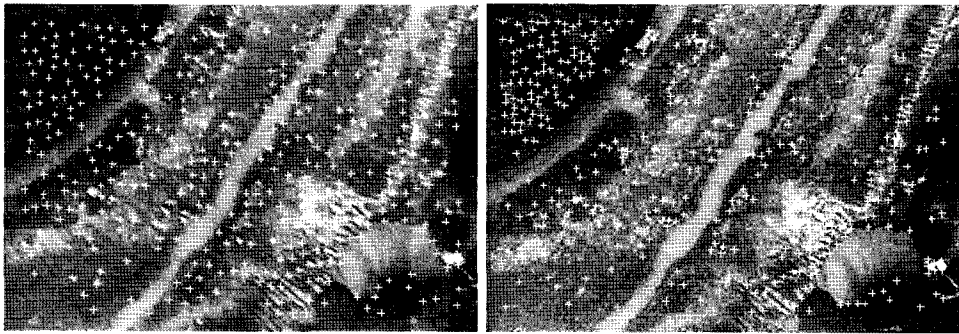


그림 4. KLT에 의한 특징점 추출결과

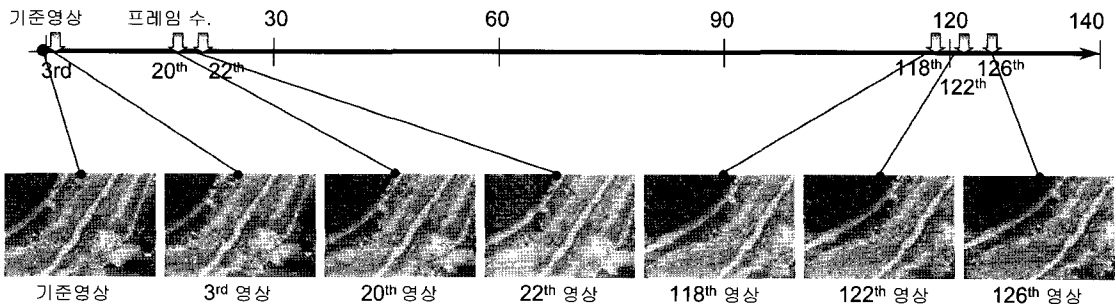


그림 5. 비디오 동영상에서의 실험 프레임 영상 추출

점 비디오 프레임 영상에서 특징점을 추적한 결과를 나타내고 있다.

그림 6에서 나타난 것과 같이 기준 영상과 인접하여 촬영된 3번 프레임 영상에서는 기준영상에서 추출된 특징점을 높은 정확도(419점 중 372점 추적)로 추출할 수 있었다. 그러나, 점차 프레임 수가 증가되면서 중복부분도 감소되고 촬영조건도 변화하면서 동일점으로 추출된 점수가 118번째 프레임에서는 46점, 126번째 프레임에서는 33점으로 감소되었다. 그림 6에서 알 수 있듯이 영상프레임간의 중복도는 크게 차이가 나지 않지만 무인헬기의 카메라가 미소하게 흔들리면서 기하학적조건이 다소 변화되었고, 대상지역이 하천지역인 관계로 특징점으로 추출되는 점들이 명확하지 못한 점도 이러한 결과를 가져오게 된 원인으로 판단된다.

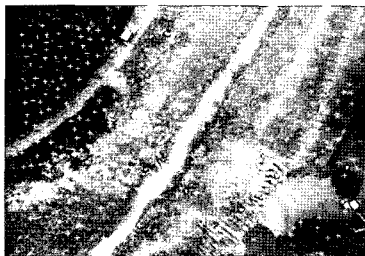
4.3 영상정합

본 연구에서의 영상정합은 KLT에 의해 기준영상과 인접영상간에 추적된 특징점간의 정합 정확도를 검증하기 위하여 영역기반 영상정합 기법을 적용하였다. 영상정합을 위한 기준영역의 크기는 13×13, 탐색영역은 19×19, 상관계수의 임계값은 0.75로 설정하였다. 기준영상과 등록할 인접 영상에서 추출한 특징점간의 정확한 정합결과를 추출된 특징점을 중심으로 기준영상과 인접 영상에서 각각 65×65 크기의 패치영상을 생성하여 정확한 정합 여부를 확인하였다.

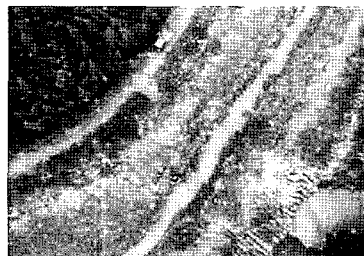
그 결과 기준영상과 3번째 프레임 영상간의 정합은 추적된 372점 모두 좌·우측 특징점이 정확하게 정합되었으며, 20번째 프레임 영상에서는 추적된 163점 중에 161점이, 22번째 프레임 영상에서는 추적된 150점 중 148점이

표 1. 인접 비디오 프레임 영상간 KLT 특징점 추적 결과

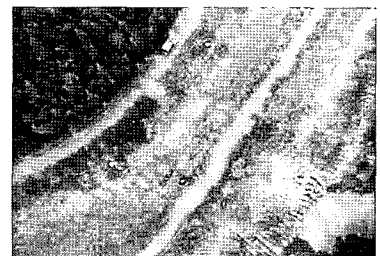
구분	프레임번호	특징점 추적결과	프레임간 이동량(픽셀)
기준영상	01	419/419	-
인접영상	03	372/419(88.8%)	10(c: -4.65, r: -9.05)
	20	163/419(38.9%)	67(c: -60.71, r: -28.35)
	22	150/419(35.8%)	70(c: -62.07, r: -31.41)
	118	46/419(11.0%)	196(c: -194.39, r: 23.72)
	122	36/419(8.6%)	201(c: -197.42, r: 36.83)
	126	33/419(7.9%)	205(c: -199.95, r: 45.58)



(a) 3rd 프레임 : 372점 추적



(b) 20th 프레임 : 163점 추적



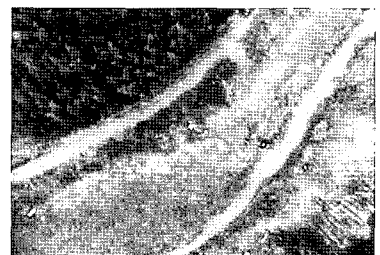
(c) 22th 프레임 : 150점 추적



(d) 118th 프레임 : 46점 추적



(e) 122th 프레임 : 36점 추적



(f) 126th 프레임 : 33점 추적

그림 6. 특징점 추적결과 영상

정확하게 정합되는 우수한 결과를 보였다. 기준영상과 등록할 영상간의 이동량이 클수록 추적된 점들의 정합 성공률이 점차 감소하였으나, 실험에 사용된 나머지 프레임 영상들도 정합 성공률이 80% 이상을 상회하는 결과를 보여 대체적으로 KLT에 의한 특징점 추적이 성공적으로 이루어졌음을 알 수 있었다.

표 2는 KLT 특징점 추적 실험의 정확도 검증을 위한 기준영상과 인접영상간의 영상정합 결과를 나타내고 있다.

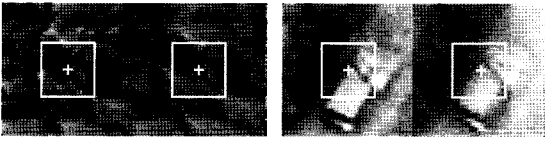


그림 7. 특징점을 이용한 좌우영상 정합

그림 7은 기준영상과 3번째 프레임 영상에서 좌우 특징점을 이용하여 영상정합을 수행한 후 좌·우영상에서 정확하게 정합이 이루어진 특징점들의 패치영상의 모습을 나타내고 있다.

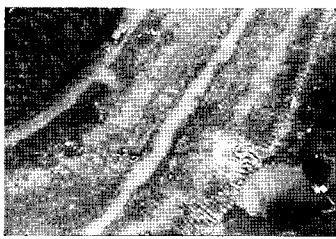
4.4 영상등록 및 평가

본 연구에서는 촬영시야각이 좁고 비디오 프레임간 변화량이 크지 않는 비디오 영상임을 고려하여 부등각사상변환을 맵핑함수로 정하였다. 영상등록은 최종적으로 기준영상에 대해 기하보정된 인접 프레임 영상을 중첩해가는 과정으로 이를 위해 기준영상과 보정된 인접영상, 부등각사상변환 매개변수값 등이 사용된다.

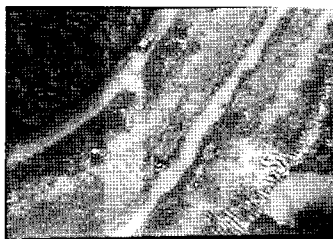
그림 8은 비디오 영상에서 촬영된 좌우 영상은 회전각이 작고 영상간의 이동량이 존재한다는 가정을 통해 첫번

표 2. KLT 특징점 추적 실험영상에 대한 영상정합 결과

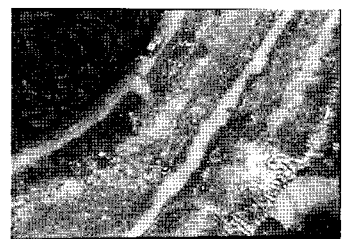
구분	프레임번호	추적된 특징점 수	정합점 수	정합성공률(%)	영상정합 영역 설정
기준영상	01	-	-	-	기준영역(13×13) 탐색영역(19×19)
인접영상	03	372	372	100.0	
	20	163	161	98.8	
	22	150	148	98.7	
	118	46	38	82.6	
	122	36	30	83.3	
	126	33	27	81.8	



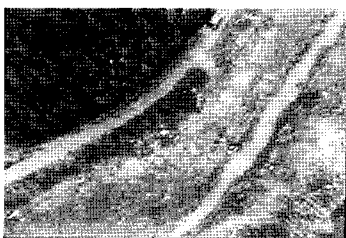
(a) 3rd 프레임



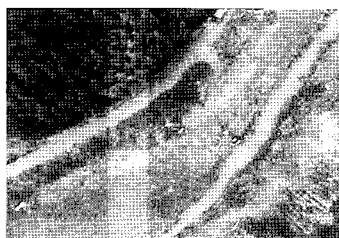
(b) 20th 프레임



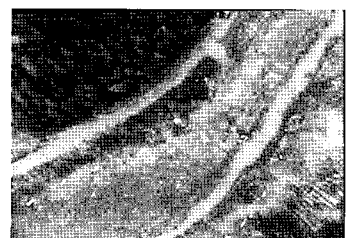
(c) 22th 프레임



(d) 118th 프레임



(e) 122th 프레임

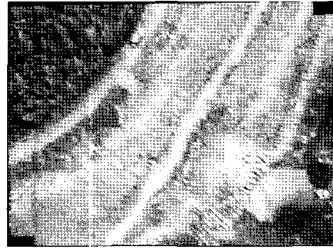


(f) 126th 프레임

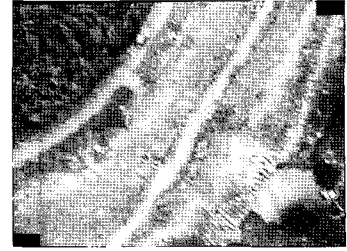
그림 8. 인접 비디오 영상의 기하보정



(a) 기준-3rd 프레임 등록



(b) 기준-20th 프레임 등록



(c) 기준-22th 프레임 등록



(d) 기준-118th 프레임 등록



(e) 기준-122th 프레임 등록



(f) 기준-126th 프레임 등록

그림 9. 인접 비디오 프레임 영상간 영상등록 결과



그림 10. 인접 영상프레임간 영상등록 결과(18프레임)

째 영상을 기준영상으로 하여 인접 영상프레임에서 추출된 영상정합점을 사용하여 부등각사상변환으로 기하보정한 결과를 나타내고 있다.

영상등록 실험결과, 프레임간의 변화가 많지 않은 3번째, 20번째, 22번째 영상프레임은 특징점 추적만을 통하여 결정된 특징점을 이용하여 영상등록이 가능한 반면에,

118번째, 122번째, 126번째 영상프레임의 경우는 프레임간의 이동량이 커지면서 특징점의 자동 추적과 영상정합을 통하여 얻어진 특징점으로 부등각사상변환의 매개변수값을 재산정한 후 영상등록을 수행하였다. 그림 9는 첫번째 영상프레임을 기준영상으로 하여 나머지 6개의 인접영상프레임을 영상등록한 결과를 나타내고 있다.

이상의 연구 내용을 토대로 4초간 취득된 비디오 동영상에서 18 프레임을 추출하고 연속적으로 등록하여 모자이크 처리하여 그림 10과 같은 결과를 얻었으며, 이를 통하여 연속된 비디오 프레임을 이용한 영상지도 제작의 가능성을 확인할 수 있었다. 그러나 항 후 보다 더 많은 시간에 걸쳐 얻어진 영상 프레임을 자동 등록할 수 있는 기술과 발생하는 오차를 최소화 할 수 있는 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 무인헬기에서 촬영된 비디오 동영상을 전처리하여 영상프레임을 추출하고, KLT연산자에 의해 특징점을 추출 및 추적한 후 이를 이용하여 영상정합과 영상지도 제작에 관한 연구를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, KLT연산자는 비디오 동영상에서 특징점을 추출하는 것 뿐만 아니라 인접한 영상 프레임간에 높은 정확도로 특징점을 추적할 수 있음을 확인할 수 있었다. 그러나, 항공 비디오 영상등록 실험에서 영상 프레임간 변화가 적은 경우 자동으로 특징점 추적을 통한 영상등록이 가능하였으나 기준영상에서 등록할 프레임간 이동량이 커지면서 자동 특징점 추적에 다소 어려움이 발생함을 확인하였다.

둘째, 영상의 자동등록시 무인헬기의 불안정한 비행으로 인하여 기준영상과 인접한 영상프레임간의 촬영조건의 변화가 있을 경우 자동으로 영상등록을 수행하는데 어려움이 발생하므로 비디오 프레임 간격이나 픽셀의 밀림 현상이 발생하지 않도록 안정된 촬영조건이 매우 중요함을 알 수 있었다. 그러나 전문적인 항공측량용 비행기가 아닌 무인헬기나 비행선의 경우 안정된 비행을 하기가 매우 어려우므로 주어진 비행환경에서 가장 안정된 촬영을 수행할 수 있는 비행기술과 촬영안정화시스템 구축이 요구된다. 최근 첨단화된 촬영안정화장비가 무인헬기에도

탑재되는 추세인 점을 감안할 때 빠른 시일 내에 문제점이 개선될 것으로 예상된다.

참고문헌

- 김의명, 손흥규, 송영선 (2005), 영상정합을 위한 특징점 추출 연산자의 비교, *대한토목학회논문집*, 대한토목학회, 제 25권 제 4D호, pp. 591-597.
- 김성삼, 이해숙, 김의명, 유환희 (2007), 특징점 추출에 의한 비디오 영상등록, *한국측량학회 2007 춘계학술발표회 논문집*, pp. 127-130.
- 엄정섭, 이보미 (2001), 선형지형지물의 환경감시를 위한 원격동영상 GIS, *한국지리정보학회 2001 춘계학술발표대회 논문집*, pp. 161-168.
- 유환희, 박장환, 심재현, 김성삼 (2006), 저고도촬영시스템을 이용한 영상지도 제작, *한국지형공간정보학회지*, 한국지형공간정보학회, 제 14권 제 1호 pp. 37-47.
- 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.
- B. Zitova and J. Flusser (2003), Image Registration Methods: a Survey; *Image and Vision Computing*, vol. 24, pp. 977-1000.
- Förstner, W. (1990), A Framework for Low Level Feature Extraction, *Computer Vision-ECCV'90, Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 427, Springer-Verlag, 383-394.
- 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.
- Harris, C., and M. Stephens (1988), A Combined Corner and Edge Detector, *Fourth Alvey Vision Conference*, pp. 147-152.
- Michal Hradiš, Roman Juranek (2006), Real-time Tracking of Participants in Meeting Video, *CEISCG (Central European Seminar on Computer Graphics for students) 2006*, 4.23-26, Wien, Austria.
- Shah, M., Kumar, R. (2003), *Video Registration*, Kluwer Academic Publishers.
- Tomas, C. and T. Kanade (1991), Detection and Tracking of Point Features, *Carnegie Mellon University Technical Report CMU-CS-91-132*.

(접수일 2007. 5. 15, 심사일 2007. 6. 1, 심사완료일 2007. 8. 9)