

무인항공기 획득 영상의 자동 기하보정을 위한 전처리 시스템

*신원재 **이민섭 *김성현 *이용태

*한국전자통신연구원 **인스페이스

{thunder9001, sh-kim, ytlee}@etri.re.kr, frvsjin@inspace.re.kr

Development of Preprocessing System for Automatic Geometric Correction of Images Acquired by an UAV.

*Won-Jae Shin, **Min-Seob Lee, *Sung-Hyun Kim and *Yong-Tae Lee

*Electronics and Telecommunications Research Institute, **Inspace

요약

본 논문에서는 무인기를 통해 수집한 영상을 과학적 분석 및 매핑이 가능한 영상으로 산출하는 자동 기하보정 시스템을 제안한다. 해당 시스템은 무인기를 활용하여 상시적으로 재난 상황을 촬영하여 감시 및 분석을 하며, 무인기에 탑재된 다중 복합 센서 데이터의 실시간 처리·분석을 통해 국지적 홍수 재난의 감지·예측 및 상황대응을 지원하고, 통합정보 시스템과 연동하여 대국민 재난 정보를 제공하는 서비스를 위한 요소 기술이다. 현재 본 서비스를 제공할 수 있는 Front to End 시스템이 개발 완료되어 실제 필드에서의 재난 감시 및 예측 성능을 검증하기 위한 필드 테스트를 준비 중에 있다. 이에 본 논문에서는 현재 구축하고 있는 홍수 재난 관리 플랫폼에 대한 내용을 간단히 소개하고, 중요한 기능중 하나인 무인기 촬영 영상의 자동 기하보정 시스템에 대해서 논한다.

1. 서론

최근 접근불능지의 관측이 가능하고 광역지역의 공간적 자료를 쉽게 수집할 수 있는 원격탐사 기법을 활용한 다양한 모니터링 기법이 연구되고 있다. 원격탐사를 위한 자료획득 플랫폼으로 대표적으로 인공위성, 항공기, 무인항공기가 있다. 이 중 무인항공기의 경우 다른 플랫폼에 비해 경제성, 상시성, 적시성이 좋기 때문에 최근에는 무인항공기를 활용한 다양한 모니터링 시스템을 구축하는 기법이 연구되고 있다. 이러한 원격탐사 플랫폼을 이용한 모니터링 시스템은 수집영상의 과학적 분석을 위해 전처리 과정을 거친 영상을 사용한다. 그러나 현재 무인기를 이용한 모니터링의 경우 과학적 분석자료를 산출할 수 있는 무인기 기반 모니터링 시스템이 아닌 사람이 직접 눈으로 보기만 하는 단순한 모니터링에 그치고 있다. 따라서 무인기 기반의 모니터링 시스템 구축을 위한 자동 무인항공기 영상처리 시스템 개발이 필요하다.

2. 본론

그림 1을 참조하여 무인기 영상 자동 기하보정 시스템을 살펴보면 자료입력부에 무인기 영상과 레퍼런스영상이 입력되고, 자료처리부와 자료분석부에서 동시에 영상의 기하보정과 분석영상이 산출된다. 2차 자료처리부는 자료처리부에서 산출된 기하보정정보와 자료분석부에서

산출된 분석영상간 매칭을 통해 기하정보가 입력된 분석영상을 산출하게 되며 최종 결과는 결과출력부를 통해 사용자에게 표출하게 된다.

자료처리부는 세부적으로 특징점 검출, 특징점 매칭, 기하정보 입력, 기하정보 출력으로 분류된다. 자료처리부의 특징점 추출은 입력된 무인기 영상과 레퍼런스 영상간에 특징점, 즉 같은 위치의 픽셀을 찾는 다. 레퍼런스영상은 기본적인 전처리가 완료된 항공영상을 사용한다.

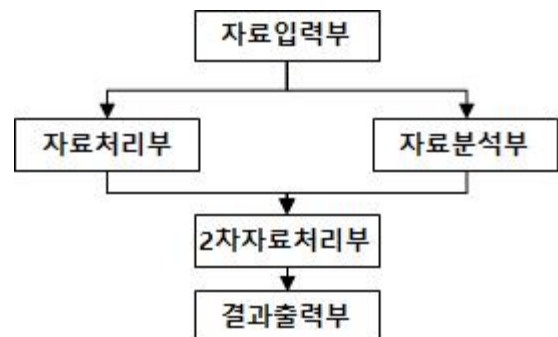


그림 1 무인기 영상 자동 기하보정 시스템 블록도

특징점을 찾기위한. SURF 알고리즘은 다중스케일공간정리를 기반하며, 특징점 검출은 헤시안 행렬을 기반으로 한다. 행렬을 구하기 이전에 빠른 계산을 위해 영상을 적분영상으로 변환하게 되며 적분영상 변환은 다음과 같다.

$$I_{\Sigma}(x,y) = \sum_{i=0}^x \sum_{j=0}^y I(i,j) \quad (1)$$

여기서 I_{Σ} 는 적분영상, (x,y) 는 적분영상에서의 픽셀위치, I 는 원본영상, (i,j) 는 원본영상에서의 픽셀위치이다. 적분영상이란 다음 픽셀에 이전 픽셀까지의 값이 더해진 영상으로 특정 영역의 픽셀값의 총합을 쉽게 구할 수 있다.

적분영상 제작 이후 헤시안 행렬 기반의 검출기를 사용하여 특징점을 검출하며 알고리즘은 다음과 같다.

$$H(x,y,\sigma) = \begin{bmatrix} D_{xx}(x,y,\sigma) & D_{xy}(x,y,\sigma) \\ D_{xy}(x,y,\sigma) & D_{yy}(x,y,\sigma) \end{bmatrix} \quad (2)$$

여기서 $H(x,y,\sigma)$ 는 영상에서 주어진 점 (x,y) 에 대해 σ 스케일을 갖는 헤시안행렬을 의미하며, σ 는 필터사이즈, $D_{xx}(x,y,\sigma)$ 는 영상의 (x,y) 위치에서 가우시안필터의 2차 과생된 콘볼루션을 의미한다. 나머지 것들도 동일한 방식으로 계산한다.

특징점 검출 시 옥타브별로 서로 다른 스케일의 영상을 뽑아낸 후 비-최대억제법(Non-Maximal Suppression)을 이용하여 이웃한 점들과 비교하여 중심점이 가장 클 경우 특징점으로 지정한다.

자료처리부의 특징점 매칭은 검출된 특징점을 기반으로 레퍼런스 영상에서 무인기 영상이 차지하는 영역을 찾게 되며 영상의 contrast를 이용하여 영상간 매칭을 수행한다. 이를 위해서 먼저 특징점의 Orientation을 할당한다. orientation은 검출된 특징점을 중심으로 6s 원안의 이웃들에서 x,y방향의 Haar wavelet response를 계산하여 response의 합을 벡터로 나타내 벡터길이가 가장 긴 방향으로 orientation을 할당한다.

할당된 orientation 방향정보를 기반으로 Descriptor를 생성하며 헤시안 행렬에서 계산한 라플라시안의 부호와 descriptor값을 비교하여 매칭을 수행한다. 두 특징에 해당하는 값이 하나는 양수 하나는 음수라면 서로 다른 특징으로 간주하여 계산하지 않으며 부호가 같을 경우 유클리드 거리계산을 통해 최근접 이웃을 탐색 탐색한 후 RANSAC을 이용하여 매칭포인트를 추출 한다. 추출한 매칭포인트를 기반으로 원본영상을 레퍼런스영상에 투영시켜 매핑영역을 산출하고 코너점을 검출한다. 코너점 검출을 위해 호모그래피를 이용한 투영방법을 사용한다. 레퍼런스영상의 매칭포인트와 원본영상의 매칭포인트 사이의 상관관계는 호모그래피 행렬로 산출할 수 있으며, 원본영상을 2D이미지에서 3D이미지로 투영시켜 기하정확도를 향상시킨다. 호모그래피 행렬은 3x3 행렬로 일반식은 다음과 같다.

$$X = HX' \quad (3)$$

$$H = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & h_3 \\ h_4 & h_5 & h_6 \\ h_7 & h_8 & h_9 \end{bmatrix}$$

여기서 X 와 X' 는 각각 레퍼런스영상과 원본영상의 매칭점이고 H 는 X 와 X' 의 관계를 나타내는 호모그래피 행렬이다. 호모그래피를 통해 원본영상을 레퍼런스영상에 투영시켜 원본영상이 레퍼런스영상에서 차지하는 영역을 매핑한 후 매핑된 영역의 각 코너점의 위치를 산출한다.

검출된 코너점의 위치를 레퍼런스 영상의 좌표정보와 매칭하여 GCP를 생성한다. GCP 생성 공식은 Pixel to latitude, longitude 변환을 사용하며 수식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} x &= TL_{x_ref} + (x' \times R_x) \\ y &= TL_{y_ref} + (y' \times R_y) \end{aligned} \quad (4)$$

여기서 x, y 는 GCP 정보, x', y' 는 산출된 코너점, TL_{x_ref}, TL_{y_ref} 는 레퍼런스 영상의 Top_Left 좌표정보, R_x, R_y 는 레퍼런스영상의 해상도이다. Pixel to latitude, longitude 변환 방법은 레퍼런스 영상의 Top_Left 좌표정보를 원점으로 하여 코너점의 좌표정보를 찾는 방법으로 GCP x 를 구하기 위해 원점으로부터 x 축방향의 픽셀개수만큼 x 축 레퍼런스영상 해상도를 offset으로 계산하여 GCP x 의 좌표정보를 산출한다. GCP y 의 산출방법도 동일하게 진행한다.

자료처리부의 기하정보 입력은 산출된 GCP 정보를 기반으로 원본영상의 모든 픽셀을 대상으로 실제지리좌표정보를 입력하여 기하보정을 완료한다. 기하보정방법은 RPC 기법을 이용하며, GCP 좌표를 기반으로 원본영상을 매핑했을 때 GCP중 Top_Left 좌표를 원점으로 하여 나머지 GCP들의 방향에 따라 내부 픽셀들의 실제 지리좌표 입력 방식을 결정한다. 기하정보 출력부에서는 기하보정이 완료된 영상 및 계산된 GCP 정보를 산출한다. 산출된 GCP 정보는 2차 자료처리부에서 고부가분석영상의 기하보정에 사용한다. 자료분석부는 사용자의 목적에 맞는 다양한 고부가영상산출모듈을 적용한다.

2차자료처리부는 자료처리부에서 산출된 GCP 정보를 이용하여 자료분석부에서 산출된 고부가영상의 기하보정을 수행한다. 자료처리부에서 처리된 영상의 네임과 분석된 자료의 네임을 비교하여 일치하는 영상의 GCP 정보를 적용하여 분석영상의 기하보정을 수행한다.

3. 결론

본 논문에서는 국지 홍수 재난 검출을 위해 구현한 자동 기하보정 기법을 제안하였으며 그림 2와 같이 무인기 획득 영상이 제안 기법을 통해 레퍼런스 영상에 seamless 매칭이 되는 것을 확인 할 수 있다.

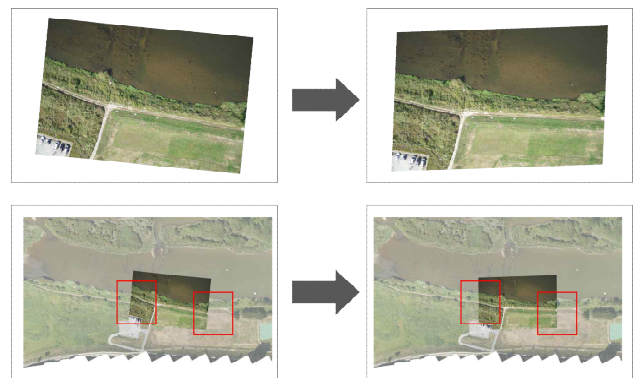


그림 2 제안하는 기하보정 보정전(좌) 보정후(우)

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발 사업의 일환으로 하였음. [R0190-17-2034,무인기 탑재 복합형 센서 기반의 국지적 재난 감시 및 상황 대응을 위한 스마트아이 기술 개발]

참고문헌

[1] H.Bay, T.Tuytelaars and L. Van Gool, "Surf: Speededup robust features," in European Conference on Computer Vision, pp.404-417, 2006