

# 구름이 존재하는 아리랑 2 호 영상의 영상정합 방법

김태영<sup>†</sup>, 최명진  
한국항공우주연구원

## Image Registration Method for KOMPSAT-2 clouds imagery

Tae-Young Kim, Myungjin Choi  
Korea Aerospace Research Institute  
adam.tykim@gmail.com, prime@kari.re.kr

**요약:** 고해상도 컬러 위성 영상 촬영을 위한 다중분광 센서를 탑재한 위성의 영상은, 탑재체에 장착된 센서의 위치에 따라, 동일 지역에 대해 센서 간의 촬영시각의 차이가 발생한다. 만약 이동하는 구름이 촬영될 경우, 센서별 촬영 영상 간에는 구름과 지상과의 상대적 위치가 달라진다. 고해상도 컬러 위성 영상을 생성하기 위해, 영상 정합(image registration) 기법이 사용되는 데, 일반적인 영상 정합 알고리즘은 촬영 영상에서의 특징점(feature point)이 움직이지 않는 것을 전제로 수행한다. 그 결과 이동하는 구름 경계부에서 정합점(matching point)이 추출될 경우, 지상 영역에서의 정합 품질이 좋지 않다. 따라서, 본 연구에서는 구름 경계부에서 정합점이 추출되지 않는 알고리즘을 제안하였다. 실험 영상으로 구름이 존재하는 아리랑 2 호 영상을 사용하였고, 제안된 영상 정합 알고리즘은 지상 영역에서의 정합 품질이 높았음을 보였다.

### 1. 서론

현재 고해상도 컬러 위성 영상을 생성하는 방법으로 공간 해상도가 높은 흑백(Panchromatic) 영상과 저해상도의 컬러(Multispectral) 영상을 융합하는 기법(Pan Sharpening)이 사용된다. 컬러 다중분광 영상은 분해능이 약해 공간 해상도가 낮기 때문에, 공간 해상도가 높은 흑백 영상에서 공간 정보를 사용하고, 저해상도 컬러 영상에서 분광 정보를 추출한다. 다중센서의 영상 융합 기법을 사용하기 위해, 그 전처리로 각 센서 영상 간의 영상 정합(image registration)을 수행한다. 영상 정합은 다른 시야(different viewpoints), 다른 시간대(different times) 또는 다른 센서(different sensors)에서 촬영된 두 개 또는 그 이상의 이미지를 정합하는 과정이다[1]. 위성 탑재체에 장착된 센서의 위치 차이로 인해, 동시에 촬영을 하더라도, 동일 지역에 대해서 센서 간의 촬영 시야 및 촬영 시각이 다르다. 따라서, 고품질의 다중 센서의 위성 영상 정합을 위해서는 센서 특성뿐만 아니라, 촬영 시야 및 촬영 시각 차이로 발생하는 여러 요소를 고려해야 한다.

위성 영상 정합 방법 중 하나로, 특징 기반 기법(feature-based image registration)을 사용한다. 이 기법은 정확한 정합점(matching point)을 찾는 것이 영상 정합의 정확성과 신뢰성에 결정적인 영향을 준다[2]. 구름이 존재하는 영상인 경우, 구름 경계부에서 픽셀 강도 변화가 크기 때문에, 특징점(feature point)으로 인식되고, 여기에서 정합점이 추출된다. 촬영 영상에서 구름이 이동하는 경우, 센서 간의 촬영 시각 차이로 인해, 지상과 구름의 상대적 위치가 달라진다. 이 때, 구름

경계부에서의 정합점을 기준으로 정합을 할 경우, 지상 영역의 정합 품질이 떨어진다.

본 논문에서는 촬영 영상에 구름이 존재하더라도, 영상 정합 품질을 높이기 위해, 구름 경계부에서 정합점을 추출하지 않는 방법을 제안한다. 구름 검출 기법을 사용한 후, 구름 마스크를 생성하고, 이 마스크에 속한 특징점은 사용하지 않도록 하여, 구름 경계부에서의 특징점이 정합점이 될 수 없도록 하였다.

### 2. 관련된 연구

본 연구에서 제안된 알고리즘을 적용하기 위해서는 영상 정합 과정과 구름 검출 기법에 대한 연구가 선행되었다.

#### 2.1 영상 정합

일반적으로 영상 정합 과정은 특징점 검출(feature detection), 특징점 매칭(feature matching), 변환 모델 예측(transform model estimation), 영상 재표본화 및 변환(image resampling and transformation)으로 이루어져 있다[1][3]. 특징점은 뚜렷이 구별되는 객체(모서리, 교차점 등)로 수동 또는 자동으로 검출된다. 특징점을 검출하기 위한 알고리즘으로 Harris corner detector[4], SUSAN method[5] 등을 사용한다. 기준 영상(reference image)과 작업 영상(working image)에서 검출된 특징점들 간의 상응 관계를 계산하여, 정합점을 찾는다. 이때 사용되는 특징점은 입력된 두 영상에서 고정된 물체이어야 한다. 입력 영상의 특성에 따라 전역적 매핑 모델(global mapping model) 또는 지역적 매핑 모델

(local mapping model)을 사용하여, 정합점들로부터 변환 모델을 결정한다. 마지막 과정으로, 변환 모델을 적용하여, 보간법 처리를 통해, 영상 변환을 수행한다. 그림 1. 은 일반적인 영상 정합 과정 흐름을 도식화 한 것이다.

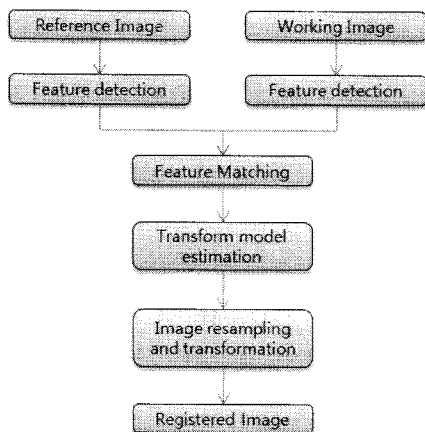


그림 1. 영상 정합 흐름

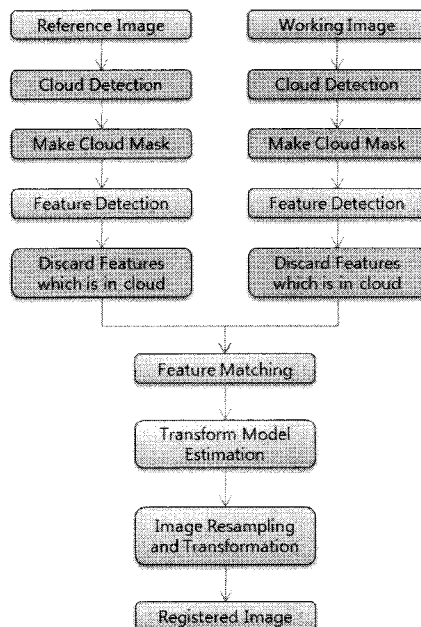


그림 2. 제안된 영상 정합 흐름

## 2.2 구름 검출

구름 검출 기법은 기상 위성 영상에서는 구름 분석을 위해 사용되고, 고해상도 위성 영상에서는 영상 품질 결정 및 구름 없는 모자이크 영상을 제작하기 위해, 주로 사용된다[11]. 구름 검출에는 히스토그램(histogram) 분석 및 임계값(threshold) 선정, 편차(deviation) 분석 기법 등이 사용된다[6-8]. 자동으로 구름 마스크를 만들기 위해, 동적 임계값(dynamic threshold)을 사용하고, 히스토그램 분석을 통해 이 임계값을 선정한다.[9,10]

## 3. 제안된 알고리즘

본 연구에서의 제안된 알고리즘은 특징점 매칭의 전처리 과정으로, 구름 마스크를 생성한다. 그리고 특징점 매칭 시, 각 영상 특징점의 상응관계를 계산하여, 정합점 추출 시, 생성된 구름 마스크에 속하는 특징점은 사용하지 않는다. 그림 2는 본 논문에서 제안된 알고리즘의 처리 과정을 도식화 한 것이다. 추가된 부분을 주황색 박스로 표시하였다. 기준 영상과 작업 영상에 대해 모두 구름 마스크를 생성하는 이유는 구름이 이동하는 물체이기 때문에, 만약 기준 영상만 구름 마스크를 사용하였을 경우, 기준 영상의 지상 특징점이 구름 마스크가 적용 안 된 작업 영상의 구름 경계 영역 특징점과 매칭되어, 정합점이 되는 것을 방지하기 위함이다.

본 연구의 알고리즘에서의 구름 검출 기법은 기상 위성 영상 처리와 같이 구름을 분석하기 위해 사용하는 것이 아니라, 지상 영역의 정합 품질을 높이기 위해, 사용된다는 것을 전제로 한다.

즉 특징점이 구름 경계에서 추출되지 않게 하기 위해, 구름 마스크 생성하는 것이므로, 얇고 작은 구름 일 지라도, 구름 경계 부분이 마스크에 충분히 포함되어야 한다. 본 연구에서는 블록 기반 구름 마스크를 생성하였고, 생성 단계는 다음과 같다.

- (1) 입력 영상에 대해, 히스토그램을 분석한 후, 임계값을 계산한다.
- (2) 입력 영상을 블록(block) 단위로 나누고, 각 블록에서 임계값을 넘는 픽셀의 수가 특정 개수 이상일 경우, 그 블록은 구름 블록으로 선택된다.
- (3) 구름 경계가 충분히 포함되도록, 구름 블록을 확장시킨다.

그림 3에서 (a)는 2 단계까지 수행한 결과이고, (b)는 3 단계까지 수행한 결과이다. 하늘색 선은 육안으로 구분되는 구름 경계를 표시한 것이다. 2 단계 결과에서는 구름 경계 부분이 충분히 포함되어 있지 않지만, 3 단계 수행 결과에서는 구름 경계 부분이 모두 포함되었다.

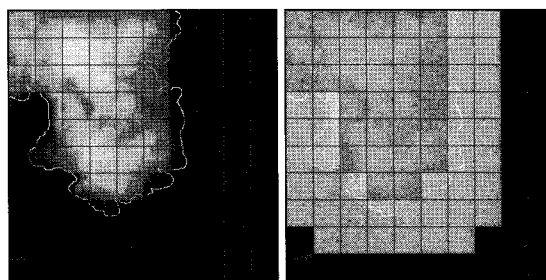


그림 3. 구름 블록 확장

#### 4. 실험 결과

##### 4.1 실험 영상

본 연구 실험에 사용한 영상은 아리랑 2 호의 PAN, MS1 영상이다. 제안된 알고리즘 적용을 위해, 움직이는 구름이 존재하는 영상을 선택하였다. 그림 4은 선택한 MS1 영상의 일부를 나타낸 것이다. 기존 알고리즘으로 처리했을 경우, 지상 영역에서의 정합 품질이 낮게 나오는 지상 영역 주위를 구름으로 둘러싼 영상을 선택하여, 비교 실험 하였다.



그림 4. MS1 영상

##### 4.2 기존 알고리즘의 실험 결과

그림 5는 기존 알고리즘으로 추출된 정합점을 기준 영상 위에 하늘색 X 표로 표시하였다. 구름이 있는 영역에서는 구름 경계부에서 정합점이 추출되었다.

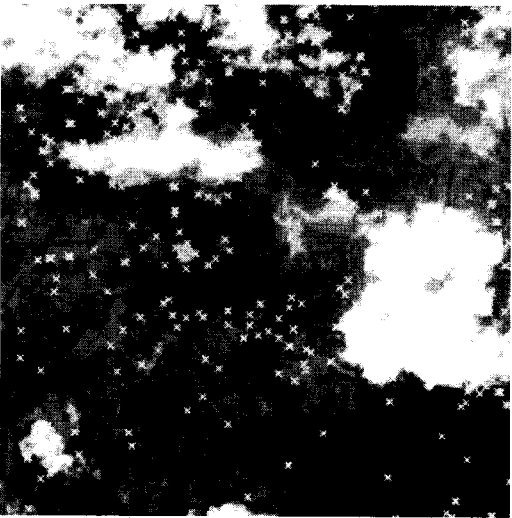


그림 5. 기존 알고리즘의 정합점

정합 결과를 육안으로 쉽게 확인할 수 있도록, 기존 알고리즘으로 정합한 PAN 영상과 기준 영상인 MS1

영상을 해상도를 맞춘 다음, 다른 컬러 채널로 표출하였다. 그림 7은 PAN 영상을 red 와 blue 채널로, MS1 을 green 채널로 선택하여 표시한 것이다.

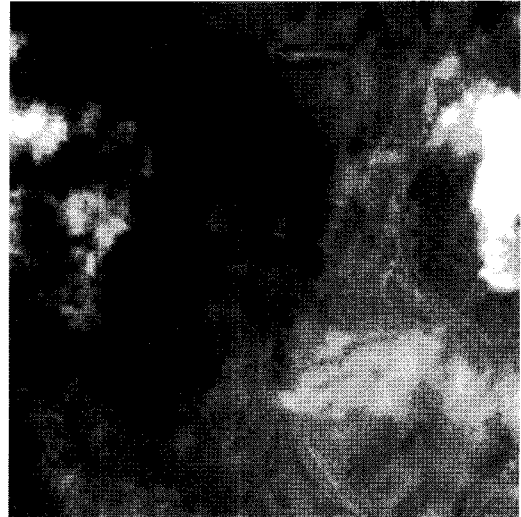


그림 6. 기존 알고리즘을 사용한 정합 결과

구름 영역의 정합 품질은 높지만, 지상 영역의 정합 품질은 낮음을 확인 할 수 있다. 동일 지역에 대한 PAN 촬영 시각과 MS1 촬영 시각 차이 동안에, 구름이 이동하였고, 이동된 구름 경계부에서 정합점이 추출되어, 이와 같은 현상이 발생하였다.

##### 4.3 제안된 알고리즘의 실험 결과

그림 7은 제안된 알고리즘의 구름 검출 기법을 사용하여, 생성한 구름 마스크를 기준 영상 위에 중첩 표출한 것이다. 구름 마스크가 구름 경계 부분까지 형성되어 있다. 정합점을 추출할 때, 이 구름 마스크에 속하는 특징점을 사용하지 않는 것이 제안된 알고리즘의 핵심이다.

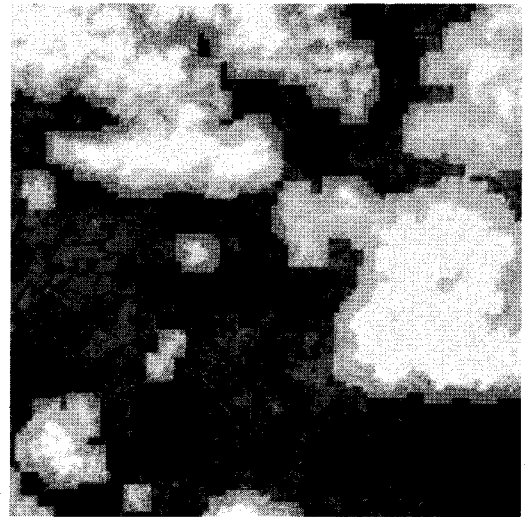


그림 7. 제안 알고리즘의 구름 마스크

그림 8은 제안된 알고리즘으로 추출된 정합점을 기준 영상 위에 붉은색 X 표로 표시하였다. 기존 알고리

증과는 달리 구름 경계부에는 정합점이 추출되지 않았다. 구름 마스크로 인해, 구름 경계부의 특징점이 정합점 후보에서 제외되어, 지상 영역의 특징점이 더 많이 정합점으로 선택되었다.

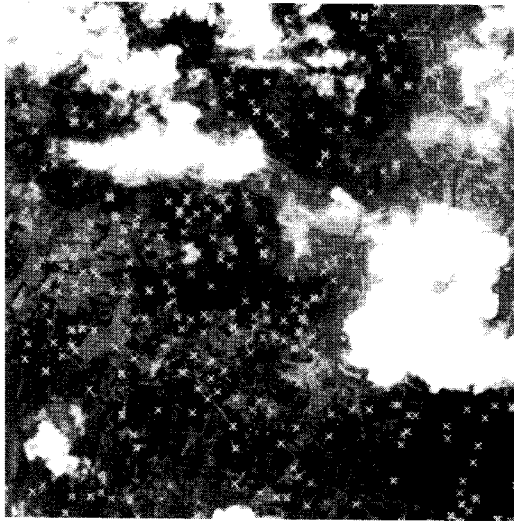


그림 8. 제안 알고리즘의 정합점

그림 9는 제안된 알고리즘으로 정합한 PAN 영상과 기준 영상인 MS1 영상을 그림 6과 같이 표출한 것이다. 기존 알고리즘보다 지상 영역의 정합 품질이 개선됨을 알 수 있다. 지상 영역을 기준으로 정합이 수행되어, 구름 영역은 촬영시각 차이 동안에 이동한 거리만큼 위치 차이가 발생하였다.

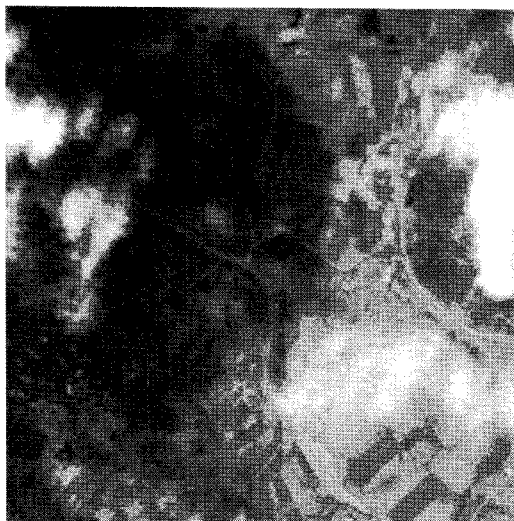


그림 9. 제안된 알고리즘을 사용한 정합 결과

## 5. 결론

구름 경계부에서 정합점을 추출하지 않는 제안된 알고리즘으로 실험한 결과, 지상 영역에서의 정합 품질이 개선되었음을 확인하였다. 구름 영역의 정합 품질은 낮지만, 고해상도 위성 영상은 지상 촬영이 목적이므로, 지상 영역의 정합 품질을 높이는 것이 중요하다.

본 연구에서는 이동하는 구름이 존재할 경우, 지상 영역에서만 정합점을 추출했을 때, 정합 품질이 높일 수 있는 가능성을 보였다. 하지만, 다양한 구름 패턴과 대기 및 태양 위치에 의한 영상 밝기 차이로 인해, 구름 경계부에서 특징점을 정확하게 찾아낼 수 없다면, 지상 영역에서의 높은 정합 품질을 기대할 수 없다. 따라서, 구름 검출 기법 및 구름 경계부 특징점의 특성을 지속적으로 연구하여, 정합 품질을 높여야 할 것이다.

## 6. 참고문헌

- [1] Barbara Zitová, Jan Flusser, Image registration methods: a survey, *Image and Vision Computing* 21 (2003) 977-1000
- [2] Jean-Luc Starck, Fionn Murtagh, Albert Bijaoui, *Image processing and data analysis, The multiscale approach* 163 - 197
- [3] 김경수, 이재학, 나종범, 새로운 계층구조를 이용한 정확하고 빠른 다중센서 영상정합기법, 2005년 제 17회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집
- [4] A. Noble, Finding corners, *Image and Vision Computing* 6 (1988) 121-128
- [5] S.M. Smith, SUSAN low level image processing, <http://users.fmrib.ox.ac.uk/~steve/susan/>
- [6] Liu Jian and Xu Jianmin, An Automated, Dynamic Threshold Cloud Detection Algorithm
- [7] Ch. Ranem, S. Baillarin, C. Latry, H. Vadon, Ph. Dejean, Automatic Cloud Detection on High Resolution Images
- [8] Ch. Latry, Ch Panem, Cloud Detection with SVM technique
- [9] C.W.Chang, K.H.Lim, S.C.Liew, CLOUD MASK FOR MODIS, Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001, Singapore
- [10] Dmitry L. Varlyguin, Automated, per pixel Cloud Detection from High Resolution VNIR Data
- [11] Min LI, Soo Chin LIEW and Leong Keong KWOH, AUTOMATED PRODUCTION OF CLOUD-FREE AND CLOUD SHADOW-FREE IMAGE MOSICS FROM CLOUDY SATELLITE IMAGERY