

스트립 영상을 이용한 KOMPSAT-2 위성 센서모델링 Sensor Modeling of KOMPSAT-2 Satellite Using Strip Image

김상필¹⁾ · 손홍규²⁾ · 조경훈¹⁾

Kim, Lee Park · Choi, Kang Jo · Yoo, Son Han

¹⁾ 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 석사과정(E-mail:spkim09@yonsei.ac.kr)

²⁾ 교신저자 · 정회원 · 연세대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail:sohn1@yonsei.ac.kr)

Abstract

Sensor modeling is the basic step to extract and to use the information from satellite images. Sensor modeling requires ground control points. If we use a single image, we have limitations on modeling about images captured from regions that we can not approach or take GCPs. In this research, we use strip images to do sensor modeling by two methods. At first, we apply sensor modeling to single image and apply the results by extrapolation. Next, we consider strip images to single image. As a result, we find the second method is more accurate about whole image.

▶ Keywords : KOMPSAT-2, Strip image, Sensor modeling

1. 서 론

센서모델링은 위성영상으로부터 정보를 추출하고 활용하기 위한 가장 기본적인 단계이다. 정밀한 센서모델링을 위해서는 지상기준점을 필요로 하기 때문에 접근이 불가능하거나 지상기준점의 취득이 어려운 지역을 촬영한 영상은 모델링 및 영상의 활용에 제약을 받게 된다. 본 연구에서는 이를 해결하기 위해 스트립 영상을 이용한 센서모델링을 통해 문제를 해결하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 위성궤도 모델링

KOMPSAT2는 푸시부름 방식으로 영상을 취득한다. 푸시부름 방식으로 취득된 영상은 각 라인당 위치 및 자세의 6개 변수가 존재하며, 이를 각 라인에 대해 풀려면 지나치게 많은 지상기준점이 필요하게 된다. 때문에, 위성의 운동이 안정적으로 이루어지므로 위치 및 자세에 갑작스러운 변화가 없다는 가정하에 일반적으로 변수들을 시간에 대한 함수로 모델링한다. 본 연구에서는 다음 식과 같은 궤도-자세각 모델을 사용하기로 하였으며,

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ -f \end{pmatrix} = \lambda R_{rpy}^T R_{P,V}^T \begin{pmatrix} X - X_S \\ Y - Y_S \\ Z - Z_S \end{pmatrix}$$

위치벡터, 속도벡터, 자세각은 다음과 같이 시간에 대한 1차식으로 모델링하였다.

본 연구에서는 $X_0, Y_0, Z_0, Ro_0, Ph_0, Ya_0$ 의 변수들을 미지수로 가정하여 보정하고, 그 외의 변수들은 초기값을 그대로 사용하였다.

2.2 스트립 영상을 이용한 위성궤도 모델링

스트립 영상을 이용한 위성궤도 모델링은 Extrapolation과 Interpolation의 두 가지 방법으로 수행하였다. Extrapolation을 위해 우선 스트립 하단의 영상을 기준영상으로 모델링하여 $X_0, Y_0, Z_0, Ro_0, Ph_0, Ya_0$ 의 변수를 보정하고, 그 결과를 Strip 상단영상의 각 Line의 영상에 적용하여 각 Line이 취득될 때의 위성의 위치, 속도 및 자세각을 결정하였고, 검사점을 이용해 그 정확도를 평가하였다. Interpolation은 Extrapolation과 마찬가지로 스트립 하단 영상을 기준영상으로 하여, 스트립 최상단과 최하단의 영상에서 취득된 GCP를 이용하여 모델링하였다. 스트립 상단 영상의 GCP 영상좌표중 row좌표를 영상촬영시각과 한 Line의 촬영시간을 이용하여 촬영시각으로 변환한 후 이를 기준시각을 기준으로 영상좌표로 다시 변환하는 과정을 거쳐 스트립 상단과 하단에서 취득된 GCP를 하나의 영상으로부터 취득된 GCP와 같이 간주하여 모델링하였다.

3. 연구내용

3.1 실험영상

대상지역은 동일 path내 스트립(strip)의 자료 보안에 따른 영상 취득 및 처리 용이성을 고려하여 국내 지역이 아닌 미국 위스콘신 지역을 실험대상지역으로 선정하였으며, KOMPSAT-2의 위성영상 path 중 스트립의 중복도가 높고 전체에 걸쳐 구름에 의한 폐색이 많지 않아 기준점 취득이 용이한 path를 선택하였다. 오차전파를 위해 path 하단의 영상 중 가장 기준점 취득이 용이하여 정확한 모델링이 가능한 영상을 보정의 기준영상으로 선정하고, 모델링 결과를 확장시켜 오차를 분석할 영상으로 각각 45km, 90km, 135km, 240km 떨어진 4개 영상을 선정하였다.

3.5 Extrapolation 모델링

궤도 모델링 결과의 오차 전파 경향 분석을 위해 기준영상의 영상중심 촬영시각을 기준으로 스트립 상단의 각 45km, 90km, 135km 떨어진 선택영상에 대해 기준영상의 궤도 모델링 결과를 Extrapolation시켜 검사점을 이용해 정확도를 확인하였다. 확인 결과 기준영상에서는 row, col 모두 1 픽셀 정도의 정확도를 보였으나 거리가 증가함에 따라 row 방향으로 는 최대 47 픽셀, col 방향으로 최대 281 픽셀로 급격히 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

3.6 Interpolation 모델링

기준영상의 영상중심 촬영시각을 기준으로 스트립 상단의 각 45km, 90km, 135km 떨어진 선택영상에 대해 기준영상과 최상단 영상에서 각 10개의 지상기준점을 이용하여 보정한 후 전체 영상의 총 80개 검사점을 이용해 정확도를 확인하였다. 확인결과 스트립 상 하단의 지상기준점을 사용한 영상에서는 col 방향으로 약 8 픽셀, row 방향으로 약 2 픽셀의 정확도를 보였으며, 지상기준점이 사용되지 않은 영상에서는 col 방향으로 약 60 픽셀, row 방향으로 약 10 픽셀의 정확도를 보였다.

4. 결 론

1차식을 이용한 궤도-자세각 모델의 모델링을 통해 KOMPSAT-2 단영상에 대해서는 2픽셀 이내의 정확도를 확보할 수 있었으며, 이 모델을 사용해 Extrapolation과 Interpolation을 수행하여 지상기준점이 존재하지 않는 영상에 대한 모델링 가능성을 확인하였다. Extrapolation을 통한 모델링 결과 국지적인 보정으로 인해 135km 떨어진 영상에 대해 col방향으로 약 280픽셀 row방향으로 약 50픽셀 정도의 오차를 보이는 등, 기준영상과의 거리가 증가함에 따라 오차가 급격히 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. Interpolation을 통한 모델링 결과 지상기준점이 존재하는 영상에서는 정확도가 다소 낮아졌으나 135km에 걸친 전체 지역에 대해 col방향으로 약 40픽셀, row방향으로 약 7픽셀로 Extrapolation에 비해 상대적으로 보다 고르게 높은 정확도를 확보할 수 있음을 확인하였다. 따라서 지상기준점의 취득이 어렵거나 불가능한 지역에 대해 스트립 영상의 상, 하단에서 지상기준점을 취득할 수 있는 경우 Interpolation이 보다 효율적인 방법이 될 것으로 보인다. 단, 지상기준점을 취득할 수 있는 영상으로부터 거리가 매우 가까운 경우에 한해서는 Extrapolation을 사용하는 것이 보다 나은 결과를 가져올 수도 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- 김태정(2005) 선형 푸시브룸 센서모델의 변들조정 정확도 및 외부표정요소추정 정확도 분석, 한국측량학회지 23(2): pp. 137-145.
- 유복모, Toni Schenk(2001) 현대 디지털사진측량학, 문운당, pp.403-413.
- KARI (2008) KOMPSAT-2 Image data Manual, KARI.
- Gugan, D. J. and Dowman, I. J.(1988) Accuracy and Completeness of Topographic Mapping from SPOT Imagery, Photogrammetric Record 12(72): pp.787-796.
- Kim, Taejung and Dowman, Ian(2006) COMPARISON OF TWO PHYSICAL SENSOR MODELS FOR SATELLITE IMAGES: POSITION - ROTATION MODEL AND ORBIT - ATTITUDE MODEL, The Photogrammetric Record 21(114): pp.110 - 123.