

# 아리랑1호 위성영상의 기하보정 알고리즘에 따른 위치정확도 분석

## Analysis of Positional Accuracy according to Geometric Correction Algorithm on KOMPSAT Image

황창섭\* · 정성혁\*\* · 신계종\*\*\* · 최석근\*\*\*\*

Hwang, Chang Sup · Jung, Sung Hyuk · Shin kae jong · Choi, Seok Keun

### 1. 서론

현대에 들어 사진 기술, 우주과학 기술, 정보통신 기술, 컴퓨터 기술 등 첨단 과학 기술의 눈부신 성장으로 인하여 공간해상도가 1m급인 고해상도 위성영상이 상용화되었으며 이를 이용한 대축척수치지도 자동제작에 관한 연구가 가속화되고 있다. 인공위성영상을 이용하여 높은 정확도의 수치지도를 제작하려할 경우, 도로 또는 건물 등 지형·지물을 추출하기 위한 경계선 검출과 분류과정이 필요하다. 하지만 위성영상 취득 당시 내포된 시스템적, 비시스템적 왜곡을 요구 정확도가 되도록 제거하지 않는다면, 아무리 정확한 경계선 검출과 분류 알고리즘으로 지형·지물을 추출하더라도 지리좌표는 부정확하게 되며 수치지도로서의 의미는 사라질 것이다.

따라서, 본 연구는 위성영상을 이용하여 행해지는 모든 영상해석 및 분석 정확도의 기반이 되는 기하보정에 관한 연구를 위하여 각 편위수정 알고리즘과 평균제곱근오차에 따라 다양하게 변화되는 좌표값과 편위수정으로 변환된 새로운 격자에 화소값을 배정하는 재배열 알고리즘 별 위성영상의 화소값 변화를 분석하여 궁극적으로 높은 정확도의 수치지도 제작과 막대한 자본을 투입한 NGIS 사업의 결과물의 복합적인 활용을 극대화하는데 기여하고자 한다.

### 2. 지상기준점 지리좌표 취득 및 기하보정

#### 2.1 대상지 선정

기하보정 연구를 위해서 청주지역을 촬영한 아리랑 1호 위성영상을 이용하였다. 위성영상은 공간해상도 6.6m의 전정모드(panchromatic mode)로 지상 17×18 km를 포함한다.

---

\* 정회원 · 충북대학교 대학원 토목공학과 박사수료 · 공학석사 · 043-273-0485 (E-mail:picassoh@hanmail.net)  
\*\* 정회원 · 충북대학교 대학원 토목공학과 · 박사수료 · 공학석사 · 043-273-0485 (E-mail:email@trut.chungbuk.ac.kr)  
\*\*\* 정회원 · 충주대학교 건설도시공학과 교수 · 공학박사 · 043-841-5412 (E-mail:gjsin@gukwon.chungju.ac.kr)  
\*\*\*\* 정회원 · 충북대학교 토목공학과 교수 · 공학박사 · 043-261-2403 (E-mail:leejk@cbucc.chungbuk.ac.kr)

## 2.2 GPS를 이용한 지상기준점 좌표취득

지상기준점 좌표취득을 위해 Trimble사의 4700기종을 이용하여 도로 교차로와 같이 영상에서 명확히 구분되는 14개의 지점을 지상기준점으로 그림 2.1과 같이 배치하고 GPS 측량을 수행하였다. 표 2.1은 14개의 지상기준점에 대한 지상좌표와 영상좌표값이다.

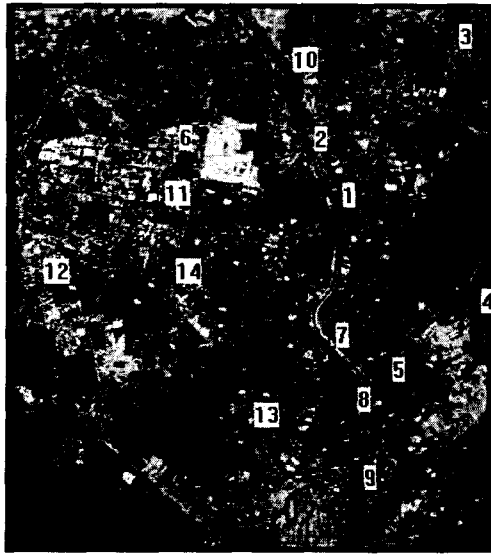


그림 2.1 대상지 내의 지상기준점 배치

표 2.1 지상기준점의 직각좌표와 영상좌표값

Number	Cartesian coordinates			Pixel coordinates	
	X(m)	Y(m)	Z(m)	X	Y
1	350649.70	242257.05	43.64	813.83	876.67
2	350649.70	242971.99	42.54	740.50	1019.50
3	352797.16	244288.36	59.55	1108.33	1283.67
4	348304.81	245659.70	108.11	1165.00	601.75
5	346935.91	244650.32	90.45	943.20	426.60
6	350284.88	239979.90	65.81	398.60	1024.50
7	347423.04	243399.60	42.12	798.67	515.50
8	346403.21	244013.65	50.51	854.00	350.40
9	345115.88	244418.93	52.96	870.40	149.80
10	351921.82	241589.86	48.26	686.83	1224.83
11	349295.51	239963.09	49.69	361.33	880.17
12	347646.35	238255.57	43.46	56.30	680.60
13	345844.09	242312.85	65.60	588.67	312.00
14	348025.25	240454.72	48.91	390.67	680.33

## 3. 결과 분석 및 고찰

본 연구는 기하보정과 재배열 알고리즘에 따른 동일 지점의 위치정확도 변화를 알아보기 위하여 대상지역의 위성영상에 대해 1차, 2차 그리고 3차 다항식 알고리즘을 이용하여 편위수정을 수행한 후, 각각의 알고리즘에 대해 최근린보간법, 공일차보간법 및 3차회선법의 재배열 알고리즘을 조합하여 영상 내의 동일한 지형·지물의 직각좌표값과 화소밝기값 변화를 분석하였다. 또한, 각 다항식별로 기하보정 영상과 수치지도를 중첩하여 정확도를 비교하였다. 위성영상의 정확도 분석은 위치정확도에 대한 분석과 화소의 밝기값 변화로 나누어 수행하였으며 9개의 표본지역을 선정하여 이 표본에 대해 위치정확도 및 화소값 변화에 대한 실험을 수행하였다.

### 3.1 위치정확도 분석

9개 표본지역에 대해 평균제곱근오차를 여러 가지로 달리하여 1차, 2차 및 3차 다항식에 대해 편위수정을 수행한 후 각 표본점에서의 좌표값을 분석하였다. 이때 상이한 재배열을 비교할 경우 정확하게 각 변환 영상의 동일 지점을 찾기 어렵기 때문에 각각의 평균제곱근오차에 대해 밝기값의 변화가 적은 최근린보간법을 사용하여 동일한 조건의 분석이 되도록 하였다.

표3.1은 표본점에 대해 평균제곱근 오차 별로 좌표 변환된 결과이다.

표 3.1 표본지역의 위치정확도

1번 sample region											
1차다항식	RMSE	X(m)	Y(m)	2차다항식	RMSE	X(m)	Y(m)	3차다항식	RMSE	X(m)	Y(m)
	0.06	240138.0	350703.5		0.07	240139.5	350698.5		0.17	240133.5	350688.0
	0.22	240137.0	350702.5		0.21	240137.5	350696.5		0.31	240130.5	350684.0
	0.31	240137.0	350702.5		0.30	240137.5	350700.5		1.46	240128.5	350690.0
	0.53	240136.0	350701.5		0.41	240135.5	350697.5		4.41	240128.5	350695.0
	0.70	240137.0	350705.5		3.30	240134.5	350705.5		6.79	240112.5	350694.0
	6.56	240137.0	350713.5		5.03	240135.5	350714.5				
	9.15	240131.5	350716.5		6.94	240136.5	350718.5				
	10.23	240134.5	350763.5		9.29	240140.0	350734.5				

3번 sample region											
1차다항식	RMSE	X	Y	2차다항식	RMSE	X	Y	3차다항식	RMSE	X	Y
	0.06	239390.0	348645.5		0.07	239395.0	348620.5		0.17	239389.5	348602.0
	0.22	239388.0	348640.5		0.21	239393.5	348618.5		0.31	239392.5	348611.0
	0.31	239392.0	348636.5		0.30	239393.0	348617.5		1.46	239390.5	348615.0
	0.53	239386.5	348644.0		0.41	239383.5	348620.0		4.41	239390.5	348646.5
	0.70	239393.0	348642.0		3.30	239396.0	348631.5		6.79	239392.0	348640.5
	6.56	239393.0	348643.5		5.03	239391.0	348635.5				
	9.15	239381.5	348646.5		6.94	239392.5	348629.0				
	10.23	239390.0	348699.5		9.29	239390.0	348639.5				

표 3.2는 각각의 표본지역에 대해 다항식 별 좌표값의 차이를 알아보기 위해 1차와 2차 다항식, 1차와 3차 다항식 그리고 2차와 3차다항식에 의한 좌표값들을 뺀 결과이다.

표 3.2 기하보정 알고리즘 별 상대오차

The difference sample	1 order - 2 order		1 order - 3 order		2 order - 3 order	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
1	0.1	3.9	6.2	15.8	6.1	11.9
2	-0.8	9.5	-4.4	6.5	-3.6	-3.0
3	-2.3	20.1	-0.9	32.4	1.4	12.3
4	1.9	16.9	-6.3	17.4	-8.2	23.5
5	-4.1	15.4	-1.0	19.3	3.1	3.9
6	-0.7	-18.9	-3.1	-5.2	-2.4	13.7
7	-6.0	6.8	-0.4	5.8	5.6	-1.0
8	7.5	14.7	16.9	24.9	9.4	10.2
9	4.9	1.9	3.6	16.8	-1.3	14.9
Mean	3.1	12.0	4.8	16.0	4.6	10.5

그림 3.1 1차 다항식에 의해 기하보정된 영상과 수치지도의 중첩 결과



표 3.2에서 알 수 있듯이, 1차 다항식과 2차 다항식의 상대오차가 1차와 3차 다항식 그리고 2차와 3차 다항식의 상대오차보다 작음을 알 수 있다. 각 표본지역에 대한 상대오차가 불규칙하다는 것을 통해 영상전체에 대해 동일한 정밀도의 좌표변환이 이루어지지 않는다는 것을 알 수 있다.

### 3.2 수치지도와의 중첩

1: 1000 수치지도를 1차, 2차 및 3차 다항식으로 편위수정한 위성영상과 중첩하였다.

#### 1) 1차 다항식에 의한 편위수정 결과와의 중첩

그림 3.1은 1차다항식으로 편위수정된 위성영상에 수치지도를 중첩한 것으로 시각적으로 수치지도와 거의 일치함을 알 수 있었다. 확대하여 화면상에서 측정하였더니 약 2~3m의 오차를 보였다.

#### 2) 2차, 3차 다항식에 의한 편위수정 결과와의 중첩

2차 다항식에 의한 편위수정 결과와 의 중첩은 1차 다항식보다 오차가 커졌고 X축 보다 Y축으로 더 큰 오차가 발생하였다. 3차 다항식에 의한 편위수정 결과와의 중첩 역시 Y축으로 더큰 오차가 발생하였다. 위성영상 전체에 대해서는 수치지도와 비교적 잘 부합하는 부분이 있기도 하지만 불규칙적으로 큰 오차가 발생한다.

## 4. 결론

본 연구에서는 중저해상도 인공위성영상이 1차, 2차 그리고 3차 다항식에 따라 그리고 상이한 평균제곱근오차에 따라 영상의 좌표값과 화소값이 변화하는 경향을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 9개의 표본지역에 대해 1차, 2차 그리고 3차 다항식을 이용하여 편위수정한 결과, 평균제곱근오차가 커질수록 평균 좌표값에 비해 잔차가 불규칙적으로 커진다. 따라서, 보다 균질한 편위수정을 위해서는 총 평균제곱근오차는 작으면서도 X평균제곱근오차와 Y평균제곱근오차 값이 근사하도록 지상기준점을 선정해야 한다.
2. 각 다항식 별로 각 표본지역의 최확값들의 상대오차를 분석해 본 결과, 1차 다항식에 의한 좌표값과 2차 다항식에 의한 좌표값의 상대오차가 1차와 3차 다항식 그리고 2차와 3차 다항식의 상대오차보다 작음을 알 수 있었다. 또한 세 가지 모든 경우에 대해, 각 표본지점에 간의 상대오차가 불규칙하다는 것을 통해 영상전체에 대해 동일한 정밀도로 좌표변환이 이루어지지 않는다는 것을 알 수 있었다.
3. 수치지도를 각 다항식에 따라 편위수정한 위성영상과 중첩한 결과, 1차 다항식으로 편위수정한 위성영상이 수치지도와의 오차가 가장 적음을 알 수 있었고, 3차 다항식으로 편위수정한 위성영상은 영상이 3차 곡선의 형태로 편위수정 됨으로 오차의 분포가 더 불규칙적이고 영상의 끝부분으로 갈수록 오차가 커졌다. 따라서, 중저해상도 위성영상에 대한 편위수정은 1차 다항식을 이용하는 것이 바람직하다고 사료된다.