

# KOMPSAT-1 스트립영상의 3차원 모델링

## Three-Dimensional Modeling Using KOMPSAT-1 Strip Images

유환희\* · 김옥남\*\* · 김동규\*\*\* · 정주권\*\*\*\*

Yoo, Hwan Hee · Kim, Uk Nam · Kim, Dong Kyoo · Jeong, Ju Kwon

- \* 경상대학교 건설공학부 도시공학과 교수 (경상대학교 공학연구원)
- \*\* 신구대학 지적과 부교수
- \*\*\* (주) 캐드랜드 특수 사업부
- \*\*\*\* 경상대학교 건설공학부 도시공학과 석사과정

(660-701) 경남 진주시 가좌동 산 900번지 tel.055-751-5321

### 要 旨

본 연구에서는 KOMPSAT-1호 EOC 위성영상으로 구성된 스트립영상과 영상의 헤더 정보를 이용하여 3차원 위치결정 모델링을 수행하여 그 정확도를 평가하였다. 스트립영상은 동일한 패스를 촬영한 단영상들을 연속적으로 접합시켜 구성하였다. 이 방법은 접근가능지역에서 기준점으로 오차보정을 실시한 후 비접근지역으로 연결되는 스트립영상을 기준점 필요 없이 위치결정을 할 수 있는 방법으로 비접근지역에 대한 지형정보 취득에 효과적인 방법으로 판단하였다.

## 1. 서론

최근 고해상 상업위성이 출현하면서 위성영상으로부터 취득하고자 하는 정보의 형태가 다양해지고 있으며, 이에 따른 수요도 급증하고 있다. 특히, 과거에는 사용자들이 지도제작이나 3차원 위치정보 취득 시 항공사진측량을 이용하였으나 현재는 고해상 인공위성영상을 활용에 많은 관심을 보이고 있으며, 이에 대한 기술 개발이 필요한 실정이다. 인공위성은 넓은 지역을 일정주기로 반복 관측하므로 대상 지역에 대한 지속적인 지형정보 취득에 있어 커다란 장점을 가지고 있다. 또한 최근에는 위성을 이용한 중복 촬영이 가능하여 입체위성영상자료를 이용한 3차원

지형정보 취득이 가능하게 되었다.

위성영상으로부터 3차원 지형정보를 취득하기 위해서는 센서와 촬영대상물간의 기하학적 관계를 규명하는 센서모델링이 선행되어야 한다. 센서모델링 과정에서 지상기준점 성과가 필요한데 비접근지역을 촬영한 위성영상에서는 지상기준점의 취득이 매우 어려우며, 접근 가능한 지역이라도 정확한 지상기준점을 취득하는데는 시간과 경비가 많이 소요되고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 지상기준점 수를 최소화하거나 위성영상에 포함된 헤더자료를 이용하여 3차원 모델링을 수행하는 방법이 고려되고 있다. 따라서 본 연구에서는 향후 고해상 위성영상의 공급이 활성화 될 것으로 예상하여

KOMPSAT -1호 위성의 연속된 동일궤도 영상들을 연결하여 스트립영상을 구성하고 헤더정보를 이용한 모델링과 최소기준점을 이용한 오차보정 방법을 개발하여 스트립영상을 이용한 3차원 지형정보취득의 가능성을 제시하였다.

## 2. KOMPSAT-1호 위성영상 헤더 정보

영상헤더정보에 있는 항목에는 일반적인 위성영상에 대한 정보를 나타내는 일반변수항목(General Parameters), 위성의 촬영상태를 나타내는 정보를 가진 일반영상자료항목(General Imaging Data), 센서 모델링에 필요한 정보를 가지는 센서모델링 변수항목(Parameters for Sensor Modeling), 위성의 궤도와 관련된 자료를 가지는 궤도요소항목(Orbital Elements)으로 구성 되어있다(KARI, 2000).

그 중 센서모델링변수항목은 위성의 위치자료와 위성의 속도자료 및 그 때의 영상이 촬영된 시간(UT)으로 천체력자료(ephemeris data)와 위성이 영상을 촬영하면서 미소하게 변화하는 자세의 변화량에 대한 자료를 나타내는 자세자료(attitude data)로 나타낸다. 천체력자료의 경우 지구중심좌표계 상에서 위성의 위치(X Y Z)와 속도벡터, Julian day와 그날의 UTC(Universal Time Coordinated)에 대한 정보를 제공한다. 위성의 위치(속도)자료는 영상의 각 라인을 촬영할 때의 위성의 위치(속도)를 나타내며, 그리고 천체력자료의 UTC는 영상의 라인이 촬영될 때의 시간을 나타낸다. 자세자료의 경우 UTC에 해당하는 Roll(X축에 대한 회전량), Pitch(Y축에 대한 회전량), Yaw(Z축

에 대한 회전량)를 나타내며 라디안 단위로 제공하고 있다(KARI, 2000).

6개의 궤도요소들은 위성이 진행하면서 일정한 시간 간격의 천체력점(ephemeris points)에서 제공하는 천체력자료를 이용하여 계산된다. 천체력자료는 위성영상의 각 라인을 촬영할 때의 위성의 천체력자료를 나타내며 Telemetry에서 위성의 천체력자료가 지구중심좌표계로 매 1/4초마다 전송되므로 이를 보간하여 각 라인을 촬영할 때의 자료를 제공해 준다(그림 1). 또한 단영상에서 제공하는 천체력자료는 1초 간격으로 제공이 되며, 영상이 촬영될 당시의 전후 10~12개의 천체력점에 대한 정보를 제공해 주며, 자세자료는 1초 간격으로 센서자세 변화량을 제공하여 주고 있다(KARI, 2000; 유환희 외 3인, 2000).

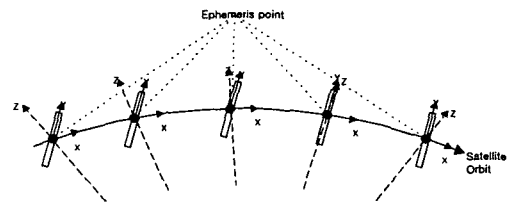


그림 1. 위성의 궤도와 천체력점

## 3. 스트립영상을 이용한 3차원 위치결정

### 3.1. KOMPSAT-1호 스트립 영상의 구성

KOMPSAT-1호 위성은 17km의 폭으로 800km까지 연속촬영이 가능하며, 사용자에게 공급할 때 동일 패스상의 인접영상과 약 30%의 중복된 부분을 포함하는 2797라인으로 구성된 단영상을 공급하고 있다. 또한, 인접된 영상은 서로 중복되는 천체력자료와 자세자료를 가지고 있으며, 거의 동일한 경사각을 유지하면서 촬영되

어지기 때문에 동일한 영상촬영조건을 가진다고 가정하였으며 동일한 패스에서 촬영된 인접한 단영상들의 중복부분을 이용하여 스트립으로 구성하였다.

각각의 단영상은 영상헤더자료에서 1950년 epoch로부터의 시간( $t_f'$ )이 제공되며, 이 시간을 이용하여 스트립영상의 1950년 epoch로부터 영상중심까지의 시간  $t_f$ 를 계산할 수 있다. 각각의 인접영상은 중복부분을 가지며 중복부분은 영상스캔라인 수를 이용하여 계산할 수 있다.

각 영상의 1950 epoch로부터 영상중심까지의 시간  $t_f'$ 은 영상헤더자료에 제공된다. 그러나, 각각의 단영상에 제공되는  $t_f'$ 는 스트립으로 촬영된 위성영상을 단영상으로 제작하면서 생성된 헤더파일이다. 따라서, 영상처리과정에서 오차를 발생시킬 수 있고 스트립 조정의 일관성을 유지하기 위해, 본 연구에서는 스트립영상 중 첫 번째 영상의 시간  $t_{f1}'$ 만을 사용하고 다음 영상의 중심시간은 첫 번째 영상의 중심시간  $t_{f1}'$ 과 영상의 스캔라인 수를 이용하여 계산하였다.

### 3.2. 스트립영상을 이용한 위치결정 모델링

본 연구에서는 영상의 헤더정보만을 이용하여 모델링시 발생하는 위성의 위치편위와 지상의 위치편위를 보정하기 위해 스트립영상을 접근가능지역과 비접근지역을 통과한다고 가정하였으며, 위성 영상의 경우 하나의 궤도에서 위성의 위치편위가 일률적으로 적용될 수 있을 것으로 판단하여 접근지역의 영상을 지상기준점을 이용하여 편위보정량을 계산 후 비접근지역의 영상에 적용하는 스트립 모델링을 수

행하였다.

지상기준점을 이용하여 스트립영상에 대한 궤도요소를 보정하기 위해서는 우선 지상기준점 취득이 가능한 영상에 대한 궤도 모델링을 수행하게 된다(유환희 외 3인, 2000). 스트립영상중 임의의 영상을 접근가능지역의 영상으로 가정하여 이 영상의 천체력 자료중 위성의 위치벡터를 이용하여 위성궤도반경을 구하고, 위성의 속도벡터를 이용하여 위성의 속도를 구한다. 계산된 위성궤도반경과 위성의 속도를 이용하여 궤도장축, 궤도이심률을 계산한다. ECEF(Earth-Centered Earth-Fixed)좌표계에서 Z축을 중심으로 승교점의 경도만큼 회전하여 X축이 승교점을 통과하게 회전시킨다. 회전된 좌표계를 다시 X축을 중심으로 궤도경사각만큼 회전하여 Z축을 궤도평면에 위치시키고, 회전된 ECEF좌표계를 다시 Y축을 중심으로 승교점에서 근지점까지의 편각만큼 회전하여, Z축이 궤도평면의 근지점을 통과하도록 좌표계를 설정한다. 최초의 ECEF좌표계와 회전된 ECEF좌표계의 회전행렬을 이용하여 각 축에 대한 회전량을 계산하며, 이 회전량을 이용하여 궤도요소를 계산하게 된다. 각각의 천체력점의 궤도요소 계산결과를 이용하여 영상중심시간에 대한 다항식을 구성하였으며 위성영상의 헤더자료중 자세자료를 이용하여 영상중심시간에 대한 다항식을 구성하였다(Paul, 1986; 유환희 외 3인, 2000).

수행한 궤도모델링을 통한 임의점에 대한 기하학적 모델링은 우선 영상좌표(row, col)로부터 3차원의 지상좌표를 계산하기 위해서 먼저 FCS(Frame Coordinate System)좌표  $u, v$ 를 각 라인의 투영중심을 좌표원점으로 하는 SLCS(Scan Line

Coordinate System)좌표  $x', y', z'$ 로 변환한다. FCS좌표에서 SLCS좌표의 변환은 2차원적인 영상좌표를 3차원적인 좌표로 바꾸는 것이다. 센서 경사각을 이용하여 SLCS좌표를 다시 SCS(Sensor Coordinate System)좌표  $x, y, z$ 로 계산한다. 그리고 SCS좌표인  $x, y, z$ 를 ECEF좌표  $x_p, y_p, z_p$ 로 변환한다(Vanicek, 1973; Pedro, 1975; Valdimir, 1996).

임의점의 영상좌표를 이용하여 영상중심에서 시간차이  $\Delta t$ 를 계산한 후 궤도요소 다항식에 대입하여 임의점의 궤도요소 및 센서의 총 회전량을 계산한다. 구해진 궤도요소 중  $i, \omega, \Omega$ 를 이용하여 ECEF좌표계의 Z축이 영상의 임의점을 통과하도록 회전시킬 수 있는 각 좌표축의 회전량을 계산한다. 또한 이 계산된 회전량에 센서의 회전량(roll,pitch,yaw)을 합하여 회전행렬( $M$ )을 구성한다. 구성된 회전행렬과 근지점과 임의점이 이루는 각인 true anomaly를 이용하여 식 (1)과 식 (2)에 의해 위성의 위치를 계산한다(Hopkins, 1991; Mikhail, 1991).

$$R_s' = a_s(1 - e_s \cos E) \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} X_s \\ Y_s \\ Z_s \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ R_s' \end{bmatrix} + \Delta s \quad (2)$$

식 (2)에서  $\Delta s$ 는 지구의 중력, 달의 인력, 영상헤더자료로 인해 발생하는 위성의 위치편위오차이다. 따라서, 영상헤더자료만을 이용할 경우  $\Delta s$ 를 계산할 수 없때문에 정확한 위성의 위치결정이 어렵다.

임의점에 대한 ECEF좌표와 위성의 실제 위치를 식 (3)와 식(4)를 이용하여 대략적인 지상의 위치를 결정했다. 그리고 H값

을 이용해 측지위도를 계산 후 대략적인 지상의 위치와 측지위도를 이용하여 최적의 지상 3차원을 결정하게 된다.

$$X = X_s + (Z - Z_s) \frac{x_p}{z_p} \quad (3)$$

$$Y = Y_s + (Z - Z_s) \frac{y_p}{z_p} \quad (4)$$

그림 2에서 궤도 B는 천체력자료를 이용하여 모델링한 궤도를 나타내고, 궤도 A는 실제적인 위성의 궤도를 나타낸다. 이론적으로 궤도 B와 궤도 A가 일치해야 하나 지구의 중력, 달의 인력, 영상헤더자료의 오차로 인하여 일치하지 않는다. 즉, 위성의 실제 위치( $\vec{P}_{act}$ )는 위성의 헤더자료만을 이용해 구한 위성의 이론적 위치인 nominal position vector( $\vec{P}_{nor}$ )와 위성의 위치편위( $\Delta s$ )로 나타낼 수 있다.(Liang-Chien, etc., 2000; 유환희 외 4인, 2001A).

$$\vec{P}_{act} = \vec{P}_{nor} + \Delta s \quad (5)$$

또한 ECEF좌표계에서 지상기준점에 대한 3차원 위치벡터( $\vec{X}$ )는 실제 위성의 위치( $\vec{P}_{act}$ )와 SCS좌표( $\vec{x}$ ) 및 축척인자( $s$ )를 이용하여 계산된다.(유환희 외 4인, 2001A).

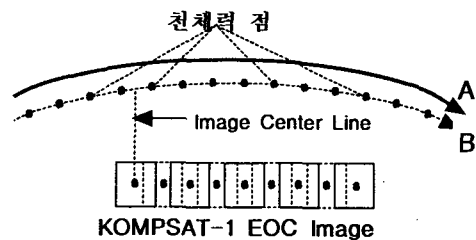


그림 2. 스트립영상의 궤도 모델링

$$\vec{X} = \vec{P}_{act} + sR\vec{x} + \Delta g \quad (6)$$

식 (6)을 이용하여 3차원 위치좌표를 계산

하기 위해서는 식 (5)의 nominal position vector에 존재하는 위성의 위치편위( $\Delta s$ )와 식 (6)의 기타 요인에 의하여 지상위치편위( $\Delta g$ )가 계산되어야 한다. 따라서,  $\Delta s$ 와  $\Delta g$ 를 구하기 위해 대상지역에 설치한 지상기준점을 이용하여 위성위치편위량과 지상위치편위량을 계산하였다. 위성위치편위량은 영상중심라인의 시간을 변화시켜 오차가 최소가 되는 시간을 보정시간으로 결정하여 계산하였으며, 지상위치편위량은 기준점과 계산된 3차원 위치 오차를 평균하여 계산하였다(유환희 외 4인, 2001B; 김동규 외 4인, 2001).

그림 3과 그림 4는 단스트립(single strip)과 입체스트립(stereo strip)의 3차원 모델링의 개념을 나타낸 것이다. 단스트립의 경우 H값의 입력이 필요하다. 반면 입체스트립의 경우 H값을 좌측영상과 우측영상의 반복적 계산과정을 통해 결정하게 된다.

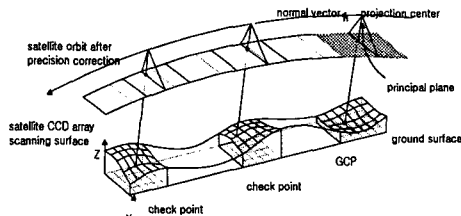


그림 3. 단스트립 모델링의 개념

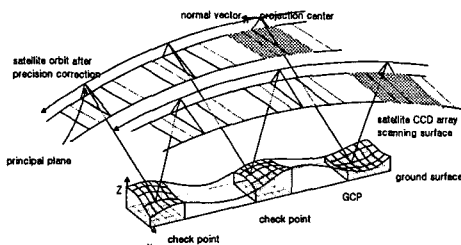


그림 4. 입체스트립 모델링의 개념

## 4. 결과 분석

### 4.1. 연구에 사용된 위성영상

6.6m의 공간해상력을 갖는 KOMPSAT-1호 위성영상 중에서 강원도 지역(영월에서부터 양구지역) 영상을 이용하였다. 관측각이 P21°, N2° 영상으로 약 80%의 중복도로 구성되며 폭 17km, 길이 90km에 이르는 스트립 영상을 생성하였으며, 기준점은 1/5,000 수치지도에서 취득하였다.

### 4.2 지상기준점을 이용한 오차보정

영상 헤더자료만을 이용한 3차원 위치 결정시 발생하는 절대적인 오차는 크게 위성의 위치편위와 지상의 위치편위로 분석되어진다. 그중 위성의 위치편위오차는 여러 원인에 의한 것으로 분석되어졌으며, 그 중에서도 위성의 내부 시간의 불일치가 가장 큰 원인으로 분석된다(유환희 외 4인, 2001B). 영상시간의 불일치는 궤도요소의 오차를 유발시킨다. 특히 영상중심에서 근지점까지의 편각의 변화에 따라 궤도면에서 위성의 위치가 결정되므로, 영상의 시간에 따라 궤도요소가 변하게 된다. 영상시간의 불일치의 가장 큰 원인으로 영상중심시간과 천체력점의 시간의 불일치로 간주하였다. 천체력점에 대하여 영상중심 보정시간을 결정하기 위해 지상기준점을 사용하였다. 기준점의 수에 있어서는 지상기준점은 한 점만으로도 충분한 보정이 가능하다(유환희 외 4인, 2001B).

표 1은 강원도지역의 좌측영상을 영상헤더자료 중 천체력자료만을 이용하여 궤도 모델링을 수행하였을 때의 각 영상의 영상중심 라인에 대한 6개의 궤도요소를

계산한 결과값이다.

표 1. 영상중심 라인의 궤도 요소

영상 ID	$t_f$ (sec)	$i$ (rad)	$\Omega$ (rad)	$\omega$ (rad)	$a_s$ (km)	$e_s$
48	620.676308	1.713263	2.444331	1.947615	7064.183737	0.001256
50	622.534870	1.713264	2.444331	1.951654	7064.143579	0.001256
52	624.400717	1.713267	2.444333	1.955239	7064.107559	0.001256
54	626.258817	1.713265	2.444334	1.958427	7064.078106	0.001255
56	628.124876	1.713266	2.444335	1.961093	7064.058172	0.001256
58	629.990056	1.713266	2.444336	1.963948	7064.036460	0.001256
60	631.855075	1.713267	2.444337	1.966927	7064.012129	0.001257

표 2는 기준점 1점을 이용하여 위성위치 편위를 보정하기 위해 48번 영상을 이용하여 영상중심 보정시간을 계산 후 계산된 보정시간을 스트립 모델링에 적용 후 계산한 각 영상의 영상중심 라인에 대한 6개의 궤도요소를 나타내고 있다.

표 2. 궤도요소 보정후 궤도요소

영상 ID	$t_f$ (sec)	$i$ (rad)	$\Omega$ (rad)	$\omega$ (rad)	$a_s$ (km)	$e_s$
48	622.546456	1.713264	2.444332	1.951671	7064.143423	0.001256
50	624.404645	1.713264	2.444333	1.955184	7064.108321	0.001255
52	626.271932	1.713265	2.444334	1.958418	7064.078952	0.001255
54	628.131447	1.713266	2.444336	1.961099	7064.057579	0.001256
56	629.994819	1.713266	2.444336	1.963774	7064.038364	0.001256
58	631.861181	1.713267	2.444337	1.966973	7064.012497	0.001257
60	633.731740	1.713267	2.444338	1.970306	7063.982741	0.001257

표 3은 중심시간 적용전과 후의 단스트립 모델링의 궤도요소 변화량을 나타내고 있다. 중심라인의 시간보정으로 궤도요소가 변하는데 영상중심시간의 보정은 다른 궤도요소 모두를 보정하게 됨을 알 수 있다. 따라서 중심시간 보정을 위성위치 편위보정으로 볼 수 있다.

표 3. 궤도요소 보정후 궤도요소의 변화량

영상 ID	$t_f$ (sec)	$i$ (rad)	$\Omega$ (rad)	$\omega$ (rad)	$a_s$ (km)	$e_s$
48	-1.870148	-0.000001	-0.000001	-0.004055	0.040314	0.000000
50	-1.869775	0.000000	-0.000002	-0.003530	0.035258	0.000001
52	-1.871215	0.000002	-0.000001	-0.003179	0.028607	0.000001
54	-1.872630	-0.000001	-0.000002	-0.002672	0.020527	-0.000001
56	-1.869943	0.000000	-0.000001	-0.002681	0.019808	0.000000
58	-1.871125	-0.000001	-0.000001	-0.003025	0.023963	-0.000001
60	-1.876665	0.000000	-0.000001	-0.003379	0.029388	-0.000001

영상헤더자료만을 이용하여 3차원 위치결정시 발생하는 오차를 보정하기 위하여 지상기준점을 이용하여 궤도요소를 보정하였다. 그러나 궤도요소 보정 후에도 좌측 스트립영상의 경우 절대적 위치오차가 700m, 우측 스트립영상의 경우 절대적 위치오차가 1.4km로 다소 큰 오차가 발생하고 있다. 반면 상대오차는 좌측영상의 경우 8m, 우측영상의 경우 11m를 보이고 있다. 절대적 위치오차와 상대적 위치오차의 크기를 고려할 때, 3차원 위치결정시 일정한 방향으로 위치편위가 발생하고 있음을 알 수 있다. 지상위치편위를 보정하기 위하여 지상기준점 1점을 이용하여 접근가능지역으로 가정한 좌측 스트립 영상의 58번 영상과 우측 스트립영상의 331번 영상을 이용하여 지상위치편위보정량을 계산하였다.

표 4. 스트립영상의 보정량

좌측 스트립영상				
GCP 수	$\delta t_f$ (sec)	지상위치편위보정량 (m)		
		$\delta X_0$	$\delta Y_0$	$\delta Z_0$
1점	1.8693	-501.6	-547.8	157.8
우측 스트립영상				
GCP 수	$\delta t_f$ (sec)	지상위치편위보정량 (m)		
		$\delta X_0$	$\delta Y_0$	$\delta Z_0$
1점	1.3868	-956.5	-1000.7	255.7

표 4는 스트립영상에서 위성위치편위를 보정하기 위한 위치편위보정량으로 사용한 중심시간 보정량과 지상위치편위를 보정하기 위한 지상위치편위량을 나타내고 있다.

### 4.3 스트립 영상의 3차원 모델링 결과 분석

스트립영상으로 구성된 각각의 단영상을 각각 지상기준점 1점을 이용하여 모델링을 수행하였으며 그 정확도는 표 5에서와 같이 양호한 정확도를 보이고 있다. 그리고 스트립영상의 모델링은 접근가능지역의 영상에서 지상기준점 1점을 이용하여 단스트립 모델링과 입체스트립 모델링을 수행하였다. 단스트립의 경우 좌·우 영상 각각 단스트립 모델링을 수행하였다. 좌측영상은 48번, 우측영상은 331번 영상을 접근가능지역으로 가정하여 지상기준점 1점을 이용하여 위성위치편위보정량 및 지상위치편위보정량을 계산하여 위성의 위치편위 및 지상의 위치편위를 보정하였다. 계산된 보정량을 이용하여 각각의 영상에 적용함으로써 3차원 위치결정을 하였다. 표 6는 좌측스트립 모델링 결과, 표 7은 우측스트립 결과를 보여주고 있다. 그리고 표 8은 입체스트립 모델링 결과를 보여주고 있다. 좌·우 스트립과 입체스트립 모델링 모두 기준점에서 멀어질수록 오차의 크기가 증가하고 있음을 알 수 있다.

표 5 단영상의 모델링

영상 모델링	기준점 수	절대적 위치오차 평균(m)				검사점 수
		$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$	$\Delta P$	
좌측영상 모델링	1	5.9	3.1	3.6	7.6	7
우측영상 모델링	1	8.9	7.2	6.6	13.2	7
스테레오 모델링	1	9.1	7.4	14.2	18.4	7

표 6. 단스트립 모델링 결과(좌측영상)

영상 ID	영상 중심간 라인수	영상 중심간 지상거리	절대적 위치오차 (m)				검사점 수
			$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$	$\Delta P$	
48	0	0km	2.6	3.4	3.6	5.6	4
50	1901	13km	15.1	9.1	3.1	17.9	8
52	3811	26km	23.2	10.5	6.8	26.4	8
54	5713	39km	36.7	13.7	14.2	41.6	7
56	7619	52km	40.0	9.3	21.8	46.5	8
58	9528	65km	53.2	11.8	29.5	62.0	5
60	11436	78km	62.1	5.0	43.5	76.0	10
평균			33.3	8.97	17.50	39.43	7

표 7. 단스트립 모델링 결과(우측영상)

영상 ID	영상 중심간 라인수	영상 중심간 지상거리	절대적 위치오차 (m)				검사점 수
			$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$	$\Delta P$	
331	0	0km	2.0	4.5	3.0	5.7	4
332	1890	13km	14.8	2.2	11.6	18.9	8
333	3781	26km	21.2	10.5	25.9	35.1	8
334	5671	39km	29.2	6.9	27.6	40.8	7
335	7560	52km	20.5	8.9	22.3	32.0	8
336	9452	65km	31.1	8.7	28.7	43.3	8
337	11341	78km	32.8	9.4	34.3	48.4	10
평균			21.66	7.3	21.9	32.03	7

표 8. 입체스트립 모델링 결과

영상 ID	절대적 위치오차(m)						검사점 수
	좌측	우측	높이오차	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$	
48	331	10.363	6.3	7.7	7.5	12.4	4
50	332	22.355	6.1	15.7	21.8	27.6	8
52	333	47.227	5.9	25.1	48.1	54.6	8
54	334	55.506	10.2	31.8	59.7	68.4	7
56	335	71.030	14.6	35.0	70.9	80.4	8
58	336	74.931	18.3	41.0	84.3	95.5	5
60	337	70.251	18.5	32.0	88.3	95.7	10
평균		50.24	11.4	26.90	54.37	62.091	8

## 5. 결 론

본 연구는 KOMPSAT-1 스트립 영상

을 이용하여 3차원 위치결정 모델링을 수행하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 동일 궤도에서 연속적으로 촬영된 KOMPSAT-1 위성의 단 영상을 이용하여 스트립영상을 생성하고, 스트립 위성영상을 처리할 수 있는 위성영상처리 기법을 개발함으로써 접근지역에 인접한 비접근지역의 지형정보취득의 가능성을 제시하였다.
2. 영상헤더자료만을 이용하여 모델링을 수행한 결과 정확도가 낮게 나타났으며 이런 문제점을 해결하기 위해 스트립영상 중 한쪽 끝 영상에서 지상기준점을 이용하여 오차보정을 실시한 후 인접한 영상에 연속적으로 적용함으로써 오차를 보정할 수 있는 방법을 제시하였다.
3. 지상기준점을 이용하여 오차 보정한 후 인접영상에 적용하는 방법으로 스트립을 조정함으로써 기준점에서 멀어질수록 오차가 증가되는 특성을 보였다. 이러한 문제점을 보완하기 위한 연구가 향후 수행되어야 할 것으로 생각된다.

### 참고문헌

김동규, 진경혁, 우해인, 유환희(2001) "지상기준점을 이용한 KOMPSAT-1 위성영상헤더 자료 검정", 대한토목학회 학술발표회.

유환희, 김동규, 진경혁(2000) "영상헤더정보를 이용한 아리랑 1호 EOC 영상 모델링", 한국지형공간정보학회지, pp. 29-40

유환희, 김동규, 진경혁, 우해인(2001A) "3차원 위치정보를 취득하기 위한 위성영상처리 시스템 개발", 한국측량학회지, 19권 제 3호, pp. 291-300

유환희, 손홍규, 김동규, 진경혁(2001B) "최소 기준점을 이용한 KOMPSAT-1호 입체영상의 3차원 위치결정 모델링", 대한측량학회 논문집, 제 21권 제 6-D호, pp. 953-961

Hopkins, P. F.(1991) "Dynamic Models for Photogrammetric Processing of SPOT Satellite Imagery Technical Papers", ACSM-ASPRS Annual Convention, Vol. 5, pp. 172-181

KARI(2000) "EOC User's Guide", 아리랑 1호 위성 자료활용 Workshop 제 5회

Liang-Chien Chen and Li-Yue Chang(1998) "Three-Dimensional Positioning using SPOT Stereostrips with Sparse Control", Journal of Surveying Engineering, Vol. 124, No.2

Mikhail, E. M.(1991) "Photogrammetric Modeling and Reduction of SPOT Stereo Images (Phase II)", Final Technical Report, CE-PH-91-3

Paul H. Salamonowicz(1986) "Satellite Orientation and Position for Geometric Correction of Scanner Imagery", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 52, No.4, pp. 491-499.

Pedro Roman EscoBal.(1975) "Methods of Orbit Determination", Krieger Publishing Company Malabar, Florida.

Vanicek, P.(1973) "Gravimetric Satellite Geodesy", Lecture Notes No. 32, Dept. of Surveying Engineering, University of New Brunswick, Fredericton, N.B., CANADA

Vladimir A. Chobotov(1996) "Orbital Mechanics Second Edition", American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.