

# MTSAT Image Navigation 알고리즘을 이용한 FY-2C S-VISSR2.0 Navigation

## FY-2C S-VISSR2.0 Navigation by MTSAT Image Navigation

전봉기\*, 김태훈\*, 김태영\*, 안상일\*\*, 사공영보\*

Bong-Ki Jeon\*, Tae-Hoon Kim\*, Tae-Young Kim\*, Sang-Il Ahn\*\*, Young-Bo Sakong\*

\* SOLETOP Inc. Satellite Image Dept. ([bkjun95@soletop.com](mailto:bkjun95@soletop.com))

\*\* Satellite Mission Operation Department, Korea Aerospace Research Institute

### 요약

FY-2C 위성은 2004년 10월 발사되어 동경 105도에서 운영 중인 중국의 정지 궤도 기상위성이며 관측 영상은 한반도 지역을 포함하고 있다. 현재 FY-2C S-VISSR2.0[1]에 대한 Navigation 알고리즘이 공개되어 있지 않으며, Navigation을 위하여 S-VISSR2.0에 포함되어 있는 Simplified Mapping Block 정보를 사용하여야 한다. Simplified Mapping Block은 5도 간격의 정보만을 제공하므로 관측 지역의 모든 좌표에 대한 Navigation 정보를 얻기 위해서는 보간법을 사용하여야 한다. 그러나 보간법은 기준 점에서 멀어질수록 오차가 크게 나타날 수 있다. 따라서 본 논문에서는 모든 좌표에 대한 Navigation 정보를 얻을 수 있는 MTSAT Image Navigation 알고리즘을 FY-2C S-VISSR2.0에 적용하여 Simplified Mapping Block과의 차이를 분석하였다. 분석 방법은 Simplified Mapping Block과 MTSAT Image Navigation[2] 알고리즘을 5도 간격의 격자 점(위경도)에서 Column 및 Line 값 비교, Geo-location된 영상의 품질 비교, WDB2 Map Data의 Coast Line과의 비교를 수행하였다. 분석 결과 격자 점에서의 Column, Line 값은 0.5 이내의 차이 값을 나타내었다. 그리고 Geo-location된 영상 비교에서는 격자 점 주변에서 영상의 차이가 없으나 격자 점에서 멀어질수록 영상의 품질은 MTSAT Image Navigation 알고리즘으로 생성한 영상이 더 우수하였다. WDB2 Map Data의 Coast Line과의 비교에서 오차는 동일하게 발생하였으며, 영상의 Column 축에 대한 오차는 평균 1.847 Pixel, 최대 6 Pixel, 최소 0 Pixel 이며, Line 축에 대한 오차는 평균 0.135 Pixel, 최대 4 Pixel, 최소 0 Pixel을 나타내었다.

### 1. 서론

FY-2C 위성은 2004년 10월 발사되어 동경 105도에서 운영 중인 중국의 정지궤

도 기상위성이다[3]. FY-2C 위성의 관측 영역은 한반도 영역을 포함하고 있으므로 관측 자료는 한반도 및 한반도 주변의 기상을 관측하는데 중요한 자료로 활용될

수 있다. FY-2C 위성은 1687.5MHz로 S-VISSR2.0 데이터를 서비스 중이며 VIS, IR1, IR2, IR3, IR4 Channel 관측 자료를 제공한다. 각 Channel의 관측 자료는 기상 관측 자료로 활용된다. 기상 관측 자료로 활용되기 위해서는 각 Channel 관측 자료의 Navigation 정보가 필요하다. 그러나 현재 FY-2C S-VISSR2.0 Navigation 알고리즘이 공개되어 있지 않다. 그러므로 FY-2C S-VISSR2.0 Navigation을 수행하기 위하여 S-VISSR2.0의 Simplified Mapping Block 또는 다른 방법 등을 사용하여 Navigation을 수행하여야 한다. Simplified Mapping Block은 Navigation 정보가 5도 간격의 격자 점에 대해서만 포함하고 있으므로 관측 자료의 전 영역에 대해서 정확한 Navigation 정보를 얻어 내기는 어렵다. 따라서 본 논문에서 MTSAT Image Navigation[2]을 FY-2C S-VISSR2.0에 적용하여 전 영역에 대해서 Navigation 정보를 추출할 수 있는가 확인하였고 Simplified Mapping Block을 사용한 영상과의 비교 분석을 통하여 검증하였다.

## 2. 분석 방법

본 실험에서는 분석의 정확성을 위하여 2006-11-23 00:00:00(UTC)부터 2006-12-21 06:00:00(UTC)까지 약 한달 간의 FY-2C S-VISSR2.0 데이터를 사용하였다. MTSAT Image Navigation은 MTSAT HiRID Technical Information, Issue 3, June. 1999[2]의 Appendix B를 참조하였으며 알고리즘에 들어가는 모든 수치는 MTSAT HiRID 및 GMS-5 S-VISSR와 동

일하게 FY-2C S-VISSR2.0에서 추출하여 사용하였다. 분석 방법에는 아래의 세 가지 방법을 사용하였다.

1. Simplified Mapping Block의 Column, Line과 MTSAT Image Navigation 알고리즘으로 계산한 Column, Line 값 비교하여 분석한다.
2. Simplified Mapping Block을 사용하여 생성한 Geo-location된 영상과 MTSAT Image Navigation을 사용하여 생성한 Geo-location된 영상을 비교 분석한다.
3. MTSAT Navigation 알고리즘을 적용하여 생성한 영상과 WDB2 Map Data의 Coast Line과 비교하여 슬탑에서 개발한 Navigation View 및 육안 분석을 통한 오차 값을 측정하고 시간의 흐름 및 시간대 별로 오차 값을 분석한다.

분석 방법 2에서 Simplified Mapping Block을 사용하여 Geo-location된 영상 및 MTSAT Image Navigation 알고리즘을 적용하여 생성한 Geo-location된 영상의 Projection 정보는 표 1와 같으며 영상은 그림 1과 같다.

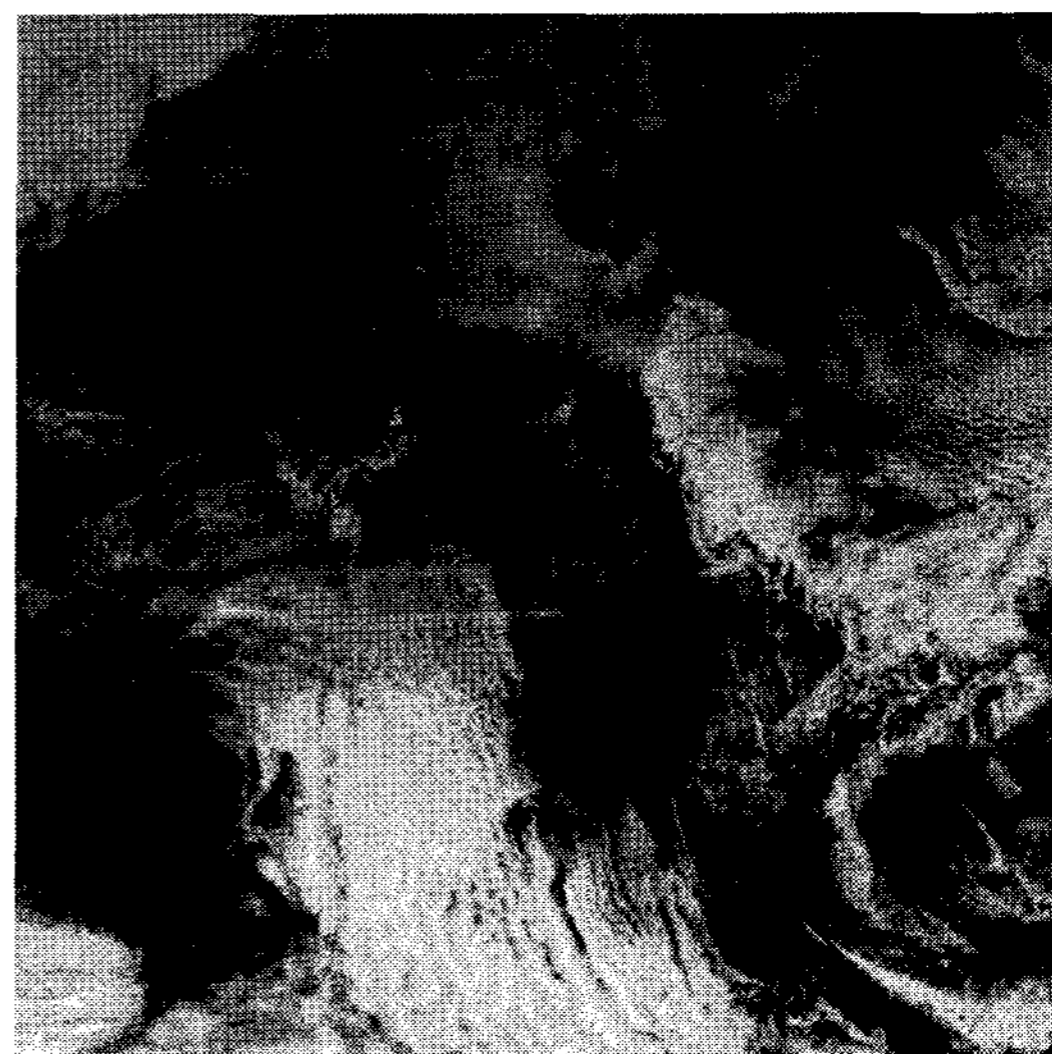


그림 1 분석 영상

정보	값
Image Width	1024
Image Height	1024
Map Projection	Polarstereographic
Pixel Width	1.7203km
Pixel Height	1.7203km
중심 위도	37.45
중심 경도	126.83
Standard Parallel	32.45, 42.45
Earth Radius	6378.14km

표 1 Projection 정보

FY-2C S-VISSR2.0 자료에서 해상도가 높은 VIS Channel 영상을 사용하였으며, 영상 확인이 가능한 00:00~10:00(UTC) 및 23:00(UTC) 자료를 사용하였다.

분석 방법은 슬탑에서 개발한 Navigation Viewer 프로그램을 사용하여 그림 1의 영상에 WDB2 Map data의 Coast Line을 Overlay하여 표출하고 영상을 Coast Line과 일치 할 때까지 이동하여 영상 차이에 대한 오차를 육안으로 측정하였다.

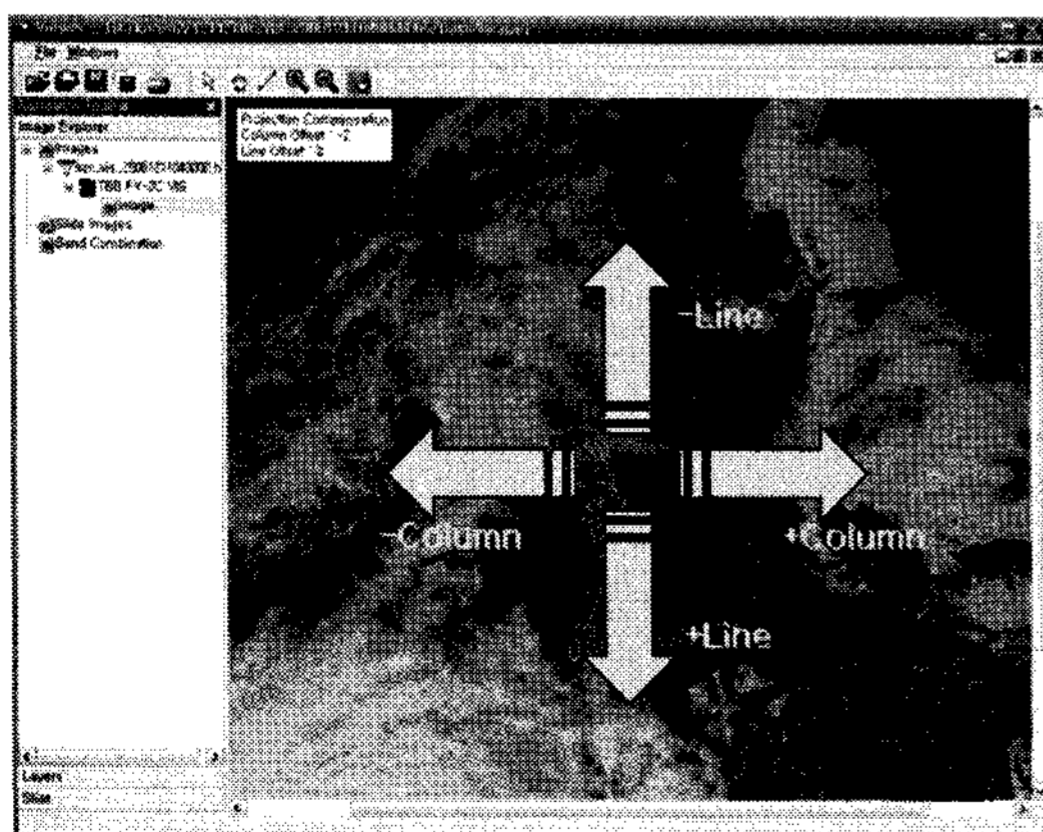


그림 2 오차 측정

그림 2와 같이 영상의 이동 방향에 따라 Column 및 Line에 대한 오차 값을 결정하였다.

### 3. 분석 및 결과

#### 3.1 Simplified Mapping Block과 비교

Simplified Mapping Block은 동경 45도부터 동경 165도, 북위 60도부터 남위 60도까지 5도 간격으로 Column 및 Line 값의 정보를 포함하고 있다. SMB에 포함되어 있는 5도 간격의 위·경도에 해당하는 Column 및 Line 값을 MTSAT Image Navigation 알고리즘으로 계산한 Column 및 Line 값과 Simplified Mapping Block에 포함되어 있는 값을 비교하여 표 2에 나타내었다.

Longitude	Latitude	Line	Column	Line	Column	Line	Column	Line	Column
45	60	202	651	201.94	651.056	0.06	0.056		
50	60	197	675	196.961	674.881	0.039	0.119		
55	60	192	703	192.177	702.638	0.177	0.362		
60	60	188	734	187.636	734.153	0.364	0.153		
65	60	183	769	183.392	769.206	0.392	0.206		
70	60	179	808	179.488	807.535	0.488	0.465		
75	60	176	849	176.978	848.833	0.022	0.167		
80	60	173	893	172.9	892.754	0.1	0.246		
85	60	170	939	170.295	938.915	0.295	0.085		
90	60	168	987	168.196	986.899	0.196	0.101		
95	60	167	1036	166.628	1036.26	0.372	0.26		
100	60	166	1087	165.816	1086.54	0.384	0.46		
105	60	165	1137	165.171	1137.25	0.171	0.25		
110	60	165	1188	165.298	1187.92	0.298	0.08		
115	60	166	1238	165.392	1238.05	0.008	0.05		
120	60	167	1287	167.247	1287.17	0.247	0.17		
125	60	169	1335	169.04	1334.91	0.04	0.19		
130	60	171	1381	171.351	1380.55	0.351	0.45		

표 2 MTSAT Navigation 알고리즘 검증

비교 분석한 결과 표 2에서와 같이 Simplified Mapping Block의 Column 및 Line 값과 MTSAT Image Navigation 알고리즘으로 추출한 Line 및 Column 값의 오차는 절대 값으로 0.5 이내의 차이를 나타내었다.

#### 3.2 영상 비교

Simplified Mapping Block의 각 격자 점 정보를 바탕으로 Affine 보간 법을 사용하여 표 1의 Projection 정보에 따라 Geo-location 영상을 생성하고, MTSAT Image Navigation 알고리즘을 적용하여 표 1의 Projection 정보에 따라 Geo-location 영상을 생성하여 두 개의 영상을 비교 분석하였다. Simplified Mapping Block은 위에서 언급한 것과 같이 동경 45도부터 동

경 165도, 북위 60도부터 남위 60도까지 5도 간격의 격자 점에서의 정보만을 포함하고 있다. 따라서 격자 점 이외의 Navigation 정보를 얻기 위해서는 보간법을 사용하여야 한다. 본 논문에서는 Affine 보간법을 사용하여 영상을 생성하였다.

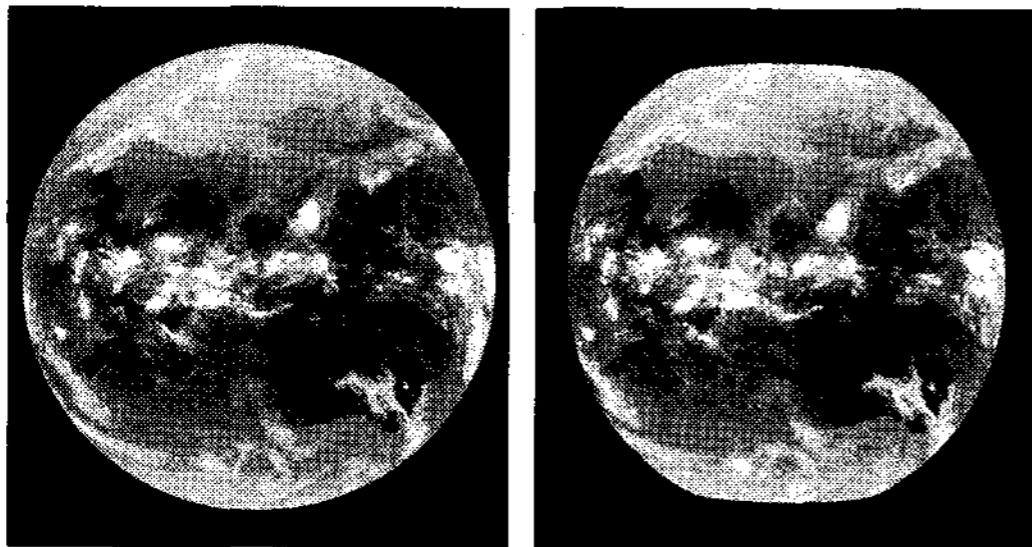


그림 3 지구 영상(좌: MTSAT Image Navigation, 우: Simplified Mapping Block)

그림 3은 Simplified Mapping Block을 사용하여 생성한 영상 및 MTSAT Image Navigation 알고리즘으로 생성한 영상이다. Simplified Mapping Block을 사용하여 생성한 영상은 동경 45도부터 동경 165도, 북위 60도부터 남위 60도 이외의 지역에 대해서는 정보가 없으므로 Navigation 정보를 추출할 수 없었다. 그림 4는 Simplified Mapping Block 및 MTSAT Image Navigation 을 사용하여 표 1의 Projection 정보로 생성한 영상의 차이를 Binary XOR하여 비교한 것이다. 그림 4의 가운데 영상에서 White로 나타나는 부분이 차이를 나타낸다. 구름이 많이 분포된 지역에서 두 영상의 Navigation 오차로 인하여 White로 나타나는 부분이 발생하며, 영상 전체에서 부분적으로 차이가 나타나는 것을 확인 할 수 있다.

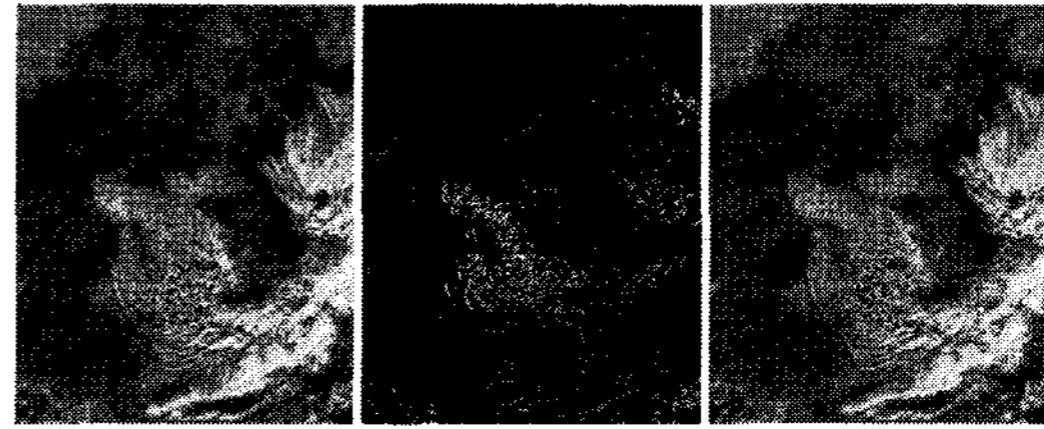


그림 4 영상 비교(좌: MTSAT Image Navigation, 중간: XOR 영상, 우: Simplified Mapping Block)

### 3.3 WDB2 Map Data를 이용한 오차 분석

Simplified Mapping Block 및 MTSAT Image Navigation 을 사용하여 표 1의 Projection 정보와 같이 생성한 영상은 3.2 절의 영상 비교에서와 두 영상은 부분적으로만 차이가 나타난다. 따라서 WDB2 Map Data와의 오차는 Simplified Mapping Block 및 MTSAT Image Navigation을 사용하여 생성한 영상 모두 동일하게 나타내었다. 그러나 본 논문에서는 MTSAT Image Navigation의 정확성을 확인 하기 위하여 WDB2 Map Data의 Coast Line과 차이를 시간 흐름 및 시간대 별로 오차를 분석하였다.

#### (1) 시간 흐름에 따른 오차 분석

2006-11-23 00:00:00(UTC) 부터 2006-12-21 06:00:00(UTC)까지의 자료를 MTSAT Image Navigation 알고리즘으로 영상을 생성하여 WDB2 Map Data의 Coast Line과 비교하여 솔탑에서 개발한 Navigation View 및 육안 분석을 통한 오차 값을 측정하고, 측정한 오차를 시간의 흐름에 따라 분류하여 분석하였다. 표 3은 시간 흐름에 따른 Column 오차를 절대값으로 표현하여 Chart로 나타내었다.

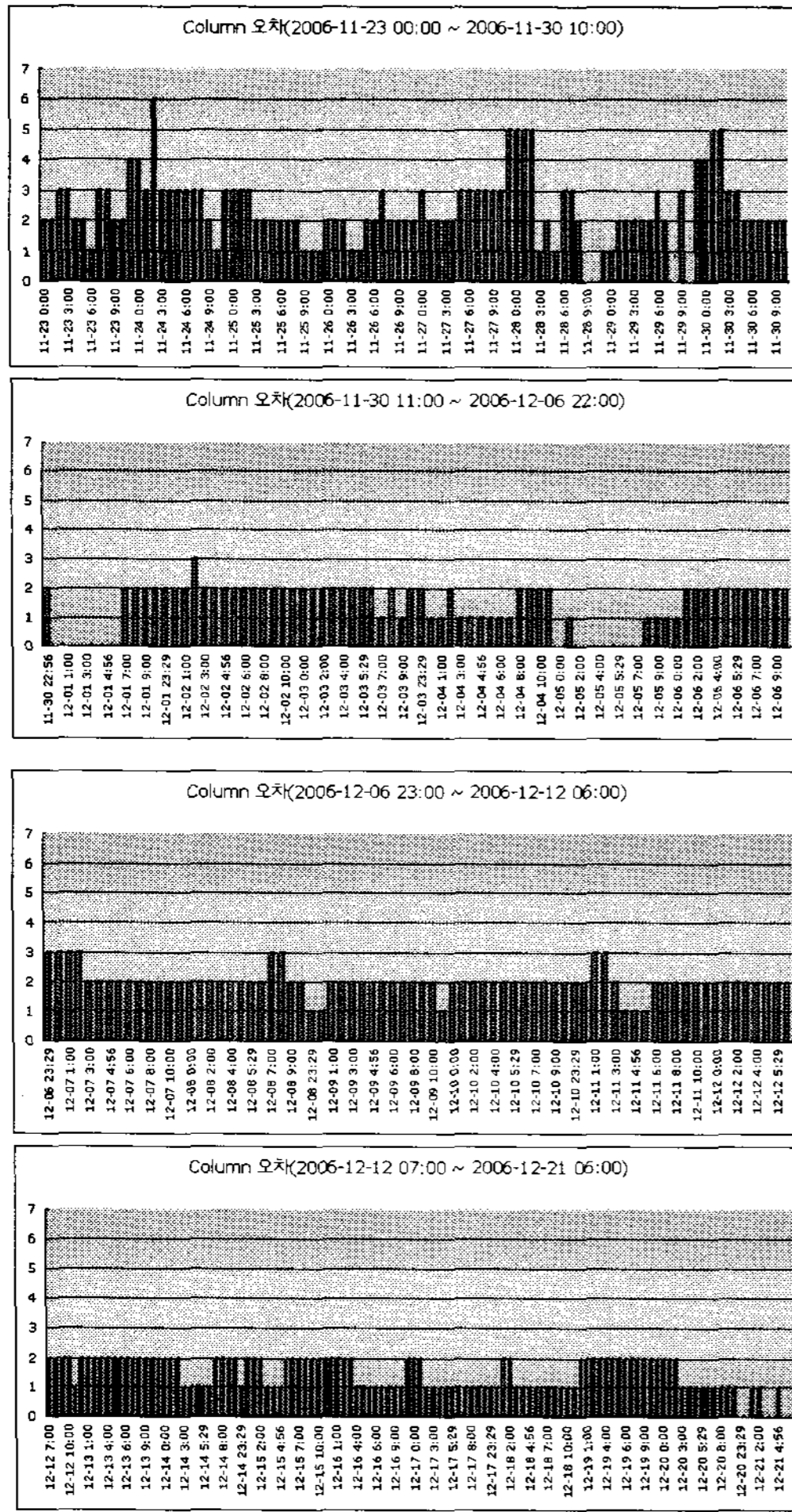


표 3 시간 흐름에 따른 Column 오차

표 3에서와 같이 11월 23일부터 11월 30일까지는 Column 오차가 불규칙적으로 크게 발생하는 것을 확인 할 수 있었다. 그러나 12월 1일부터 12월 21일까지는 0 P에서 3 Pixel 이내의 오차가 발생하였고, 평균적으로 약 2Pixel 정도의 오차가 비교적 균일하게 발생하고 있다.

표 4는 시간 흐름에 따른 Line 오차를 절대값으로 표현하여 Chart로 나타내었다.

2006년 12월 06일 23시부터 12월 21일 06시까지 Line 오차가 발생하지 않아 표 4에서 나타내지 않았다. 표 4에서와 같이 2006년 11월 23일 03시부터 11월 24일 03시까지 Line 오차가 크게 발생하는

것을 확인할 수 있었다. 그러나 11월 24일 04시 이후에는 Line 오차가 1 Pixel 이내로 가끔씩 발생하였다.

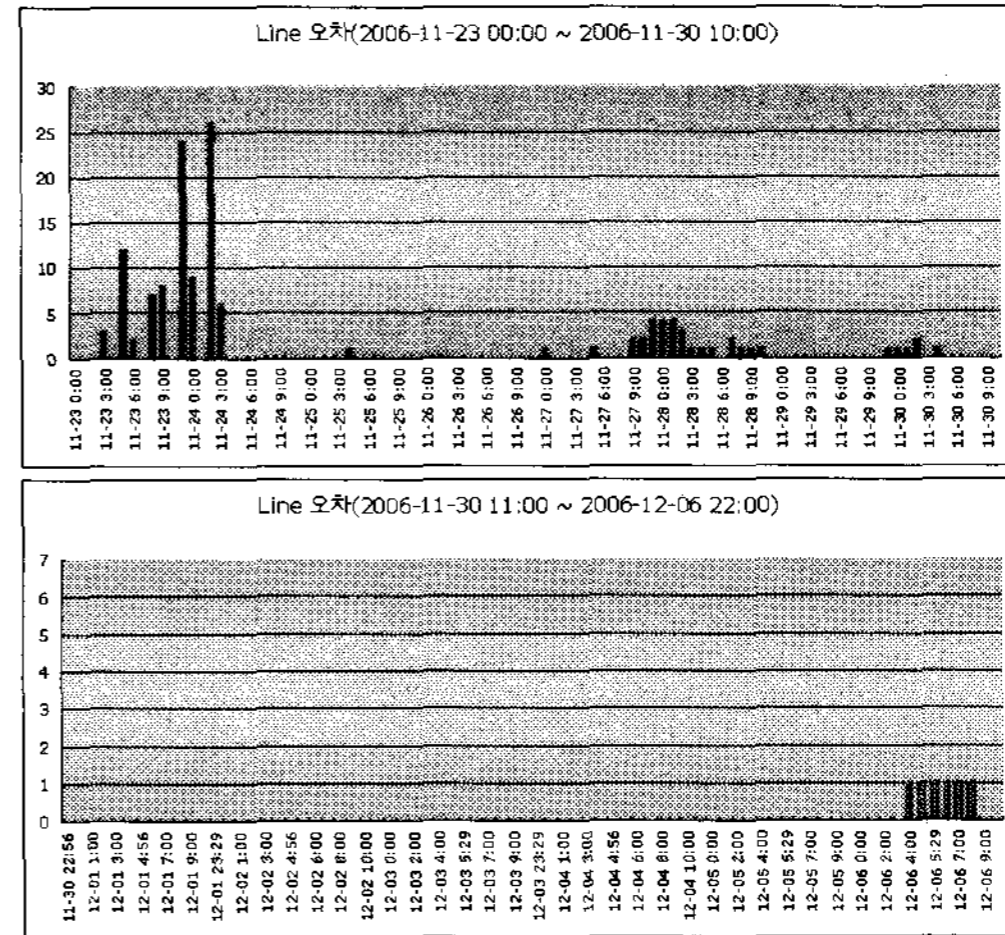


표 4 시간 흐름에 따른 Line 오차

(2) 시간대 별 오차 분석

2006-11-23 00:00:00(UTC) 부터 2006-12-21 06:00:00(UTC)까지의 자료를 MTSAT Image Navigation 알고리즘으로 영상을 생성하여 WDB2 Map Data의 Coast Line과 비교하여 솔탐에서 개발한 Navigation View 및 육안 분석을 통한 오차 값을 측정하고, 측정한 오차를 시간 대 별로 분류하여 분석하였다. Line에 대한 오차는 2006년 11월 23일 03시부터 11월 24일 03시까지만 크게 나타나고 다른 시간에서는 크게 나지 않으므로 분석에서 제외하였다. 표 5는 시간 대 별 Column의 평균 오차를 Chart로 나타내었다. 표 5에서와 같이 00:00, 01:00, 02:00, 07:00, 08:00(UTC)에서 2 Pixel 이상의 오차를 03:00, 04:00, 04:56, 06:00, 09:00, 10:00(UTC)에서 2 Pixel 이하의 오차가 발생하였다. 전체적으로 약 2 Pixel 정도의 오차가 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

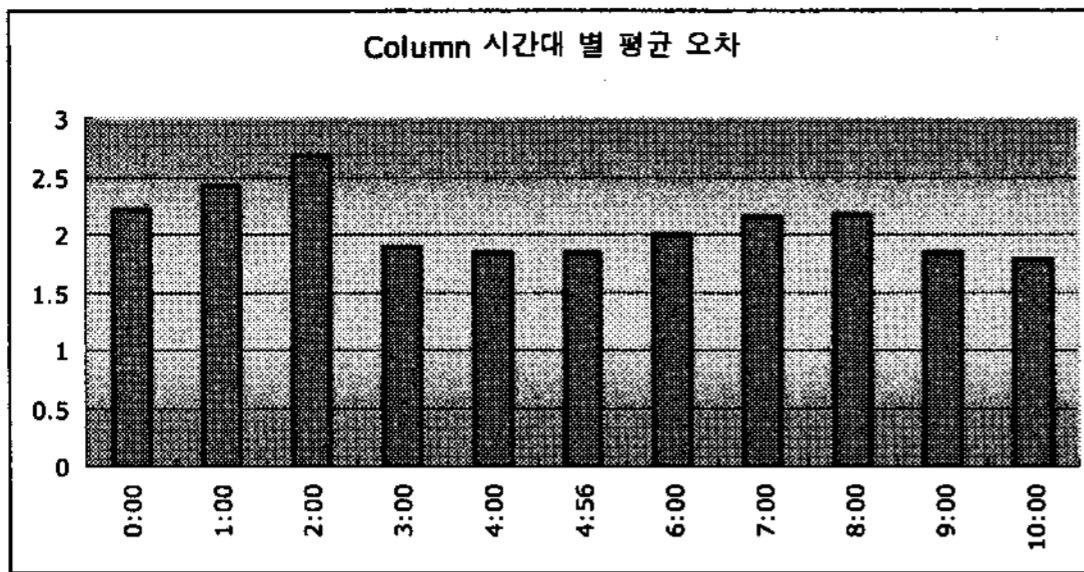


표 5 시간대 별 Column 평균 오차

#### 4. 결론 및 고찰

Simplified Mapping Block 비교에서 절대 값으로 0.5 이내의 차이를 나타내는 것을 확인 할 수 있었다. 이것은 MTSAT Navigation 알고리즘으로 추출한 Line 및 Column 값을 Nearest Neighborhood 보간을 수행하여 정수 값으로 나타내었을 때 Simplified Mapping Block의 Column 및 Line 값과 동일한 값을 나타내는 것을 확인 할 수 있다.

영상 비교에서 Simplified Mapping Block은 데이터의 특성상 한정된 영역 이 내에서만 Navigation을 수행할 수 있으나 MTSAT Image Navigation 알고리즘은 전 영역에 대해서 Navigation을 수행할 수 있었다. 그리고 지역 영상에서 MTSAT Image Navigation 알고리즘과 Simplified Mapping Block 사용 영상은 부분적으로 차이를 나타내었다. 이는 Simplified Mapping Block에서 Affine 보간법을 사용했기 때문에 격자 점 이외의 부분에서 오차가 발생한 것으로 판단된다.

WDB2 Map Data를 이용한 오차 분석 결과에서는 11월 23일부터 12월 21일까지 Column에 대한 평균 오차는 1.847 Pixel, 최대 오차는 6 Pixel, 최소 오차는 0 Pixel 이며, Line에 대한 평균 오차는 0.135

Pixel, 최대 오차는 4 Pixel, 최소 오차는 0 Pixel로 나타났다. 단 5 Pixel 이상의 오차를 보이는 11월 23일 4시 56분, 8시, 9시, 22시 56분 및 11월 24일 0시, 2시, 3시 자료는 Line 오차 분석에서 제외하였다.

위의 분석 자료를 바탕으로 MTSAT Image Navigation 알고리즘이 FY-2C S-VISSR2.0 자료에 사용될 수 있으며 Simplified Mapping Block 보다 나은 Navigation 결과를 얻어낼 수 있었다. 그러나 Column에 대한 오차는 2 Pixel 정도의 오차가 지속적으로 발생하므로 기상 관측 자료 활용 시에 오차 보정이 필요하다. 단 본 논문에서는 표 1에서 같이 분석을 위하여 생성한 영상의 Pixel Resolution은 1.7203km이다. 이는 영상의 중심 Pixel에서 1.7203km이며, Projection 특성에 따라 실제 Resolution 값은 영상의 각 Pixel 마다 조금씩 다르게 나타난다. 따라서 FY-2C S-VISSR2.0 자료를 사용하여 생성하고자 하는 영상의 특성에 맞게 오차 보정이 이루어져야 한다. Line에 대한 오차는 위에서 언급한 특정 시간대를 제외하고는 발생하지 않으므로 오차 보정이 필요 없을 것이다.

#### 5. 참조 문헌

- [1] FY-2C/D/E S-VISSR DATA TRANS-MISSION (Version2.0)
- [2] MTSAT HiRID Technical Information, Issue 3, June. 1999
- [3] 중국 기상청 홈페이지(National Satellite Meteorological Center)  
<http://nsmc.cma.gov.cn/>