

# SMTG 알고리즘을 이용한 랜드마크의 고속정합

서석배\* 강치호\*\*

## Fast Landmark Matching Using SMTG Algorithm

Seok-Bae Seo and Chi-Ho Kang

### Abstract

As a precedence research for the COMS (Communication, Oceanic, and Meteorological Satellite), this paper proposes the SMTC (Soble Masked Tracking Guideline) algorithm for a fast landmark matching. The experimental results show that the proposed algorithm should recude a lot of calculative time.

### 초 록

본 논문에서는 통신해양기상위성의 선행연구로써 SMTG 알고리즘을 이용한 고속의 랜드마크 정합 방법을 제안한다. 비교실험을 통하여 일반적인 방법보다 계산 시간을 대폭 줄일 수 있음을 확인하였다.

키워드 : 통신해양기상위성(COMS), 랜드마크 매칭(landmark matching)

## 1. 서 론

WDB(World Data Bank)-II, WVS (World Vector Shoreline), GSHHS (Global Self-consistent Hierarchical High-resolution Shoreline) 등의 지리 정보 데이터베이스를 이용하면 지구상 위경도의 지리 정보를 획득할 수 있다<sup>[1]</sup>. 항공우주연구원에서는 통신해양기상위성(COMS; Communication, Oceanic, and Meteorological Satellite) 선행연구의 일환으로, GOES-9 으로부터 수신한 영상에 대하여 GSHHS 랜드마크를 매칭하는 연구를 수행하였다<sup>[2-3]</sup>. 수신 영상과 랜드마크를 정합하는 과정에서 많은 계산 시간이 요구되며, 상관행렬 계산의 반복수행이 주 요인이었다<sup>[4]</sup>.

따라서 본 논문에서는 투영평면영상에서 상관행렬을 계산하는 부분을 축소하여 고속의 랜드마크를 검출할 수 있는 SMTG (Sobel Masked Tracking Guideline) 알고리즘을 제안한다. 영상의 크기를 여러 가지로 변화시키며 실험한 결과, 영상의 크기가 증가할수록 더 높은 비율로 처리 시간을 단축할 수 있음을 알 수 있었다.

## 2. GSHHS 데이터를 이용한 지구투영영상 생성

### 2.1 GOES-9에서 본 지구투영영상

WGS (World Geodetic System) 84 지구 타원

\* 지상수신관제그룹/sbseo@kari.re.kr

\*\* 지상수신관제그룹/chkang@kari.re.kr

체 모델과 표 1의 상수를 이용하면, 그림 1과 같이 GOES-9 위성이 본 지구의 전구 투영영상을 생성할 수 있다.

표 1. 지구 투영 영상 모사 관련 상수

항 목	값
지구중심~투영점까지의 거리	42,164km
투영 지점 직하점의 위, 경도	(155°E/0°N)
지구 장, 단반경	장반경 : 6378.137km 단반경 : 6356.752km

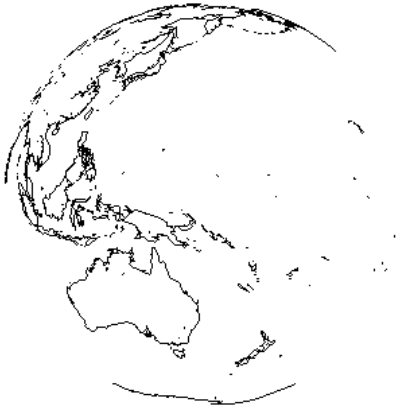


그림 1. GOES-9 위성에서 본 지구투영영상

그림 2에서 (A)는 GOES-9 위성으로부터 수신한 영상의 일부로 영상에 대한 위경도 정보가 없다고 가정한다. (A)의 영상의 각 픽셀에 대하여 위경도를 할당하기 위해서 먼저 (A)영상에 대하여 Sobel 마스크를 적용해 영상의 가장자리를 추출한다. 다음으로 그림 1을 생성하는 과정에서 제작되며 위경도 정보가 있는 랜드마크칩(Vertex-connected Landmark chip)과 (B)에 상관성을 계산하기 위해서 상관행렬(C)을 구한다. 상관행렬에서 가장 큰 값을 가지는 위치가 랜드마크칩과 (B)가 가장 잘 정합되는 부분으로 (D)에서 보면 그 형태가 일치함을 알 수 있다. 랜드마크칩은 위경도 정보가 있으므로 이를 이용하여 정합되는 영역 및 나머지 영역에 대하여 위경도를 할당할 수 있다.

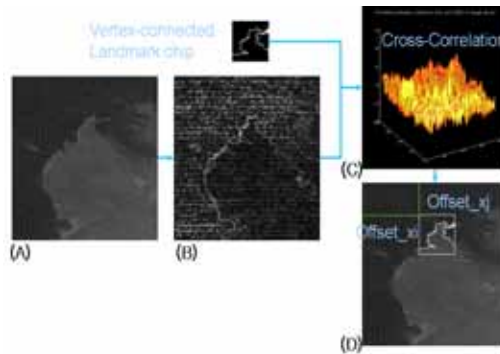


그림 2. GOES-9에서 수신한 영상에 대하여 지리정보를 결정하는 과정

### 3. 랜드마크를 이용한 위성영상의 지리정보 결정

지구 투영영상으로부터 특징이 있는 일부에 대하여 영상과 지리정보를 저장하여 칩을 만들 수 있는데, 이를 랜드마크(landmark)라고 하며, 이 랜드마크와 위성에서 수신한 위성영상의 상호 상관관계를 이용하여 위성영상에 대하여 지리정보를 결정할 수 있다. 그림 2는 미국의 GOES-9 정지궤도 위성에서 취득한 가시영역 영상의 일부에 대하여 지리정보를 결정하는 과정을 설명한 것이다.

이상의 과정에서 가장 많은 계산시간이 요구되는 곳은 랜드마크칩과 (B) 영상 사이의 상관행렬을 반복해서 계산하는 부분이다. 랜드마크칩의 크기가 16×16이라면 16×16 크기의 상관행렬 계산을 (B)영상의 크기만큼 수행하여야 한다. 따라서 그림 (B)에서 랜드마크가 존재할 가능성이 있는 영역을 미리 설정할 수 있다면 계산시간을 단축할 수 있을 것이다.

#### 4. 랜드마크의 고속정합 : SMTG 알고리즘

본 논문에서는 랜드마크 정합에서 가장 많은 시간이 요구되는 상관행렬 계산을 줄이기 위해서, 아래 그림 4와 같이 계산 영역을 해안선 근처로 제한하여 속도를 개선시키는 알고리즘인 SMTG 알고리즘을 제안한다. 그림 3의 지구투영 영상에서 흑색으로 칠해진 부분에 대하여 위/경도를 할당한다고 가정하면 랜드마크 칩(그림 3에서 LM)은 오른쪽의 (A)의 회색의 전역에 대해서 상관행렬을 계산해야 한다. 하지만 제안된 SMTG 알고리즘에서는 영상(그림3에서 흑색영역)을 Sobel 마스크 처리한 다음 해안선 정보를 이용하여 그림 (B)의 회색부분에 대해서만 계산을 수행함으로써 처리 시간이 대폭 단축된다.

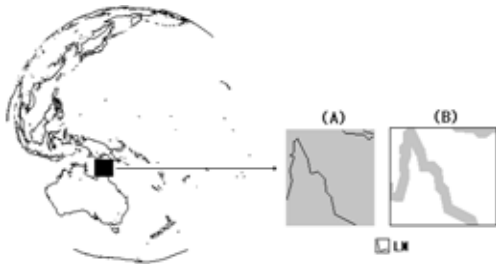


그림 3. 기존의 방법(A)과 제안하는 랜드마크 정합 알고리즘(B)의 비교

그림 4는 본 논문에서 제안하는 SMTG 알고리즘의 전반적인 내용을 나타낸다. 먼저 GSHHS 데이터를 이용하여 계산적으로 지구투영영상(A)을 만들고 영상의 일부를 랜드마크 칩(A'=B)으로 추출한다. 다음으로 GOES-9 위성에서 수신한 영상에서 위/경도 정보를 입력하고자 하는 부분을 선택해서 영상(C=D)으로 저장한다. 위성영상에 위/경도 정보를 입력하는 원리는 Sobel 마스크를 이용해서 위성영상의 엣지를 구하고, 그 엣지와 랜드마크 칩의 가장 유사한 부분을 찾는 다음, 랜드마크 칩의 위/경도를 위성영상에 할당하는 것이다. 본 실험에서도 GOES-9 위성영상의 일부를 추출한 영상(D)에 대하여 Sobel 마스크를 적

용한 영상(E)을 만들고 그 영상과 랜드마크 칩(B)의 상관행렬을 구하였다. 일반적으로 랜드마크 칩으로 Sobel 마스크를 적용한 영상 전체에 대하여 상관행렬을 계산해야하지만, 본 논문에서는 Sobel 마스크 처리한 영상에 궤적(F)을 생성하여 해당되는 궤적에 대해서만 상관행렬을 계산하는 SMTG 알고리즘을 이용함으로써 처리시간을 단축시켰다. SMTG 알고리즘의 궤적은 Sobel 마스크를 적용한 영상을 임의 값으로 이진화 하고, 그 중 엣지로 판단되는 색상을 일정 크기로 증가시켜 생성할 수 있다.

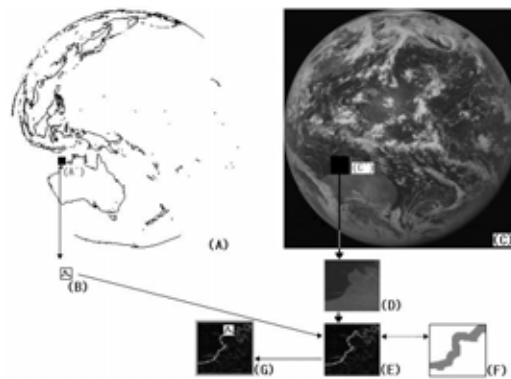


그림 4. 실험의 전반적 흐름

### 5. 검증

#### 5.1 지구영상 랜드마크 정합시간 비교

제안하는 알고리즘의 성능을 검증하기 위한 실험으로, 먼저 영상의 크기를 100×100부터 1000×1000까지 변화시키며 계산시간 감소량을 계산하였다. 영상의 크기가 상대적으로 작으므로 GSHHS의 5가지 데이터베이스 중 해상도 25Km, 다각형개수 1,867개의 crude resolution 데이터가 사용되었다. 그림 5는 영상의 크기가 500×500 일 때의 계산량 비교로, 흑색 부분은 (A)는 기존의 방법에서 상관행렬의 계산영역이고, (B)는 GSHHS 데이터에 의해 생성된 해안선에 궤적을 만든 그림이다. 궤적은 20 픽셀로 고정하였다.

실제로는 수신영상을 Sobel 마스크 처리결과에 궤적을 만들어야 하지만, 먼저 단순히 상대적인 계산량의 차이를 비교하기 위해서 GSHHS 데이터에서 생성된 지구투영영상을 이용하였다.

표 2는 각 영상의 크기별로, 제안하는 방법과 기존의 방법의 상관행렬계산시간과 줄어든 계산량을 표시하였고, 그림 6은 줄어든 계산량에 대한 그래프이다. 표에서 계산에 소요되는 시간(The number of calculations)의 단위인 sec/CM은 하나의 상관행렬 계산시 소요되는 시간으로 랜드마크의 크기에 따라 달라진다. (본 논문의 실험에서는 상대적으로 줄어든 소요시간만 계산하였다.)



그림 5. 계산영역 비교  
(A:기존, B:제안하는 방법)

표 2. 영상의 크기에 따른 계산시간 비교

Image Size [pixels]	The Number of Calculations [sec/CM]		Reducing Ratio [%]
	Proposed	Conventional	
100×100	5,272	7,780	32.24
200×200	13,416	31,164	56.95
300×300	23,430	70,271	66.66
400×400	34,407	125,126	72.52
500×500	45,626	195,794	76.70
600×600	57,609	282,125	79.58
700×700	69,919	384,163	81.80
800×800	82,686	501,963	83.53
900×900	95,422	635,461	84.98
1000× 1000	108,509	784,700	86.17

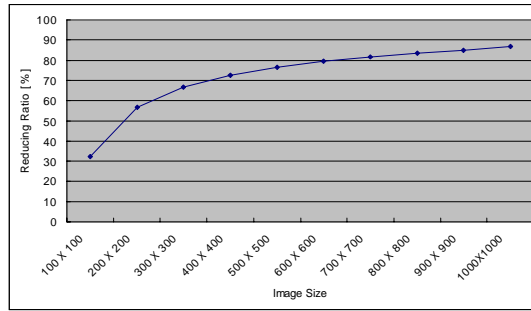
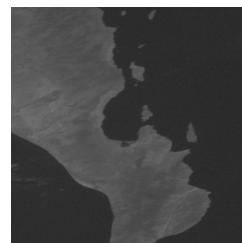


그림 6. 영상크기에 따른 단축된 시간량에 대한 그래프

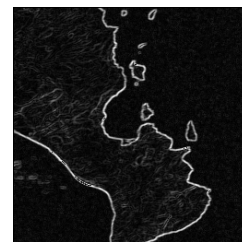
## 5.2 부분영상 랜드마크 정합시간 비교

다음으로 부분영상에 대한 랜드마크 정합시간을 비교한 결과를 설명한다.

그림 7의 (A)는 실험을 위해 제작한 GOES-9의 영상의 일부로 256×256 tiff 형태의 영상이며, (B)는 그의 Sobel 마스크 처리 결과이다. 그림 8은 GSHHS를 이용해서 계산적으로 만든 지구투영영상에서 랜드마크 칩으로 사용하기 위해서 추출한 다음 반전한 32×32 tiff 영상이다. 이 랜드마크 칩에 대한 위/경도는 계산적으로 생성할 수 있다.



(A)



(B)

그림 7. 위성에서 수신한 일부 영상(A)과 그의 Sobel 마스크 결과(B)

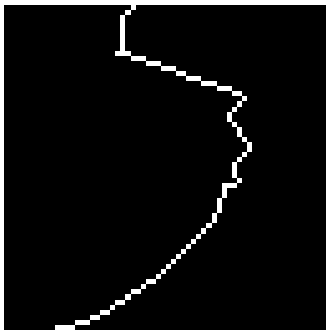
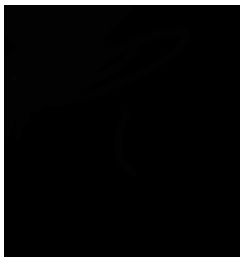
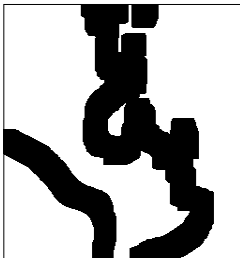


그림 8. 실험에 사용된 랜드마크 칩

다음으로 이 랜드마크 칩을 SMTG 알고리즘으로 생성된 궤적(그림9(B))을 따라 움직이며 각각의 상관행렬을 구한다. 일반적인 방법은 그림 9(A)와 같이 전 영역에 대해서 계산해야 하므로 제한하는 알고리즘보다 많은 계산시간이 요구됨을 알 수 있다.



(A)



(B)

그림 9. 상관행렬 계산영역 (A)기존방법 (B)이동궤적을 이용할 경우

그림 10은 전 영역에 대해서 상관행렬의 값을 계산한 것이다. 이동궤적을 이용할 경우는 이동궤적 내에는 동일한 값을 가지며 나머지 영역은 계산되지 않는다.

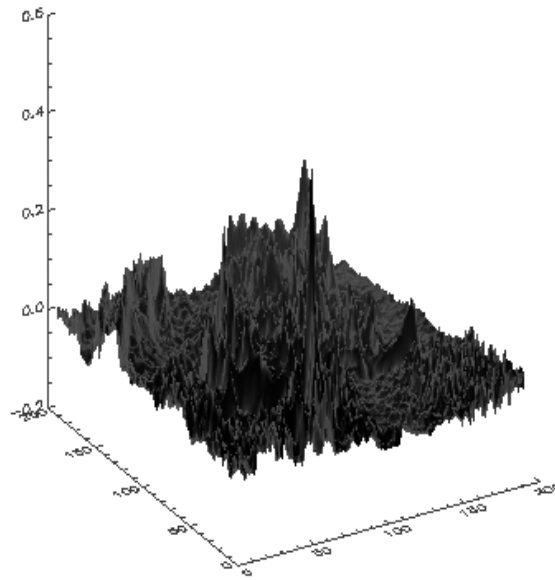


그림 10. 상관행렬 값의 분포

그림 11은 GOES-9에서 수신한 영상에, 그림 10의 상관행렬 값에서 최대 값의 위치에 랜드마크 칩을 중첩한 결과이다. 그림에서 계산적으로 생성한 랜드마크 칩은 흑색 선으로 표시되며 수신한 영상의 해안선과 일치함을 볼 수 있다. 따라서 일치한 영역에는 계산적으로 구한 지구투영 영상의 위경도 값을 할당함으로써 위성영상에 위/경도 결정이 가능하다.

계산시간은 펜티엄VI/RAM512 개인용 컴퓨터시스템에서 60초가 소요되는 계산을, 제안하는 방법에 의해서 30초 이하로 단축할 수 있었다. 그림 12는 바다가 많은 부분에 대해서 랜드마크 칩을 정합해 본 결과(A)로, 랜드마크 칩 이동궤적(B)을 이용하면 60초가 소요되는 계산을 6초 내에 수행할 수 있다.

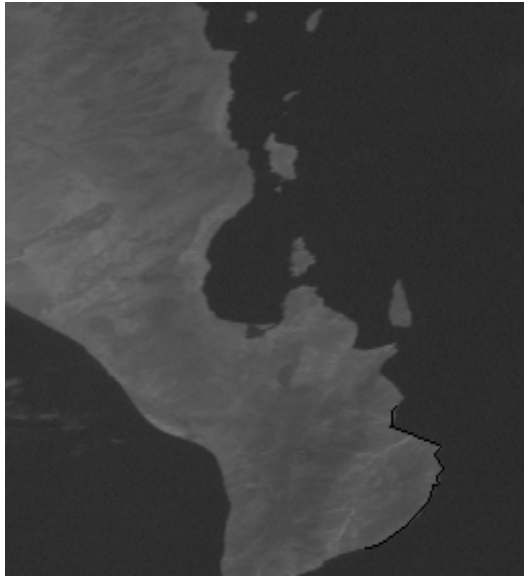
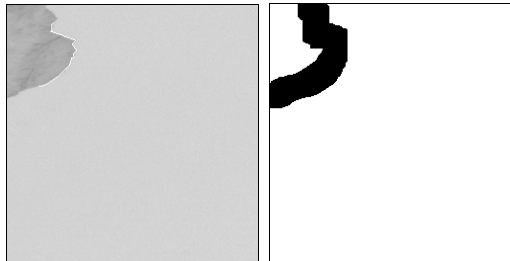


그림 11. 위성수신영상에 랜드마크 칩의 중첩 영상

### 참 고 문 헌

1. 강치호, "Landmark Processing을 위한 GSHHS Database 분석," 한국항공우주연구원 연구논문, 2004.
2. 서석배, 강치호 "랜드마크 고속생성을 위한 GSHHS 데이터 분할 알고리즘," 한국항공우주연구원 연구논문, 2004.
3. 서석배, 강치호, "GSHHS Landmark Data 선택 가이드," 한국항공우주연구원 연구논문, 2004.
4. 서석배, 강치호, "랜드마크의 고속정합을 위한 랜드마크 이동궤적 생성 알고리즘," 한국항공우주연구원 연구논문, 2004.



(A) (B)

그림 12. 랜드마크 정합 결과,

(A)수신영상에 정합된 랜드마크 칩 (B) 랜드마크 칩 이동궤적

### 4. 결 론

본 연구논문에서는 랜드마크 정합에서 가장 많은 시간이 소요되는 상관행렬 계산 시간을 단축시키는 SMTG 알고리즘을 제안하였고, 구현하는 과정과 실험결과를 정리하였다. 해안선의 모양과 랜드마크 칩의 선택에 따라 다르지만, SMTG 알고리즘을 이용하면 통신해양기상위성에서 랜드마크 매칭에 소요되는 시간을 50% 이상 단축시킬 수 있을 것으로 판단된다.