

# 위성영상 보정을 위한 GCP 데이터베이스 구축, 검색 및 활용

이영란<sup>1</sup> · 신동석<sup>1</sup> · 이해연<sup>2</sup>

Construction, Search of Ground Control Point Database and  
its Application for Satellite Image Correction

Young-Ran Lee<sup>1</sup> · Dongseok Shin<sup>1</sup> · Hae-Yeoun Lee<sup>2</sup>

## 요 약

본 논문에서는 지상기준점의 데이터베이스 구축과 영상 GCP의 활용을 소개한다. 고해상도 위성영상 또는 항공사진의 정밀 기하학적 보정을 위해서는 정확한 지상기준점을 추출하는 작업이 필수적이다. 이러한 지상기준점 추출의 편의성과 정확성을 향상시키기 위하여 지상기준점 정보의 데이터베이스를 구축하고 더불어 영상 GCP를 저장하였다. 원시영상의 보정을 위해 GCP 추출을 반복할 필요 없이 데이터베이스의 GCP를 이용함으로써 재사용의 이점을 얻는다. 또한 영상 GCP에 대응하는 원시영상의 좌표계를 결정할 수 있는 알고리즘의 구현을 통해서 데이터베이스에 저장된 정확한 GCP들의 값을 다른 원시영상의 보정에 전이시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

주요어 : 지상기준점, 영상 GCP, 정밀기하학적 보정

## ABSTRACT

This paper presents a method of construction and re-use of a GCP database for precision geometric correction of high resolution satellite images. Accurate geometric correction can be achieved by using accurate GCPs. The GCP information which is extracted from maps or other sources is saved in a database in conjunction with the corresponding image chips. The usage of the GCPs from the database gives reusability and efficiency in marking new GCPs. An image matching algorithm was developed to determine the corresponding positions between an image chip and a new image. The proposed technique can save time in the regular operation of satellite image preprocessing by propagating the pre-determined GCPs to the new image correction.

*KEYWORDS* : GCP, Image chip, Precision geometric correction

---

1998년 7월 23일 접수 Received on July 23, 1998

<sup>1</sup> 한국과학기술원 인공위성연구센터 Remote Sensing Section, SaTReC, KAIST (yllee@krsc.kaist.ac.kr)  
(dshin@krsc.kaist.ac.kr)

<sup>2</sup> 한국과학기술원 전산학과 Department of Computer Science, KAIST

## 서론

인공위성에서 얻어지는 지구관측 영상 정보를 활용하는 분야가 확대되고 있다. 위성에서 얻어지는 영상을 사용하기 위해서는 기본적으로 정확한 기하학적 보정이 요구된다. 한국과학기술원 인공위성연구센터에서는 우리별 1,2호의 개발과 발사, 운용을 통해 영상 데이터 처리 시스템 기술을 개발하고 구축하였다. 또한 현재 비행모델을 제작 중이고 곧 발사에 정인 우리별 3호를 위한 고해상도 다중대역영역 영상데이터의 수신, 저장관리, 전처리, 검색 및 분배를 위한 통합적인 시스템(KIMS3 : KITSAT-3 Image Mosaic System)을 구축하고 있다(Shin 과 Lee,1998). 우리별 3호는 1,2호와는 다르게 선형 CCD(Charge-Coupled Device)를 사용하여 연속적으로 촬영하는 Pushbroom형태의 카메라를 탑재하기 때문에 선형 CCD 센서를 위한 기하학적 왜곡 보정 알고리즘을 개발하였다(신동석 과 이영란 1997). 기하학적 왜곡은 영상 촬영 시 센서 스캔의 비대칭성, 지구의 곡률 및 모양의 불규칙성, 지구 자전과 위성의 불규칙적인 위치 변화, 자세, 영상 촬영시의 속도, 센서 각 소자의 촬영 각도 오차 등의 불규칙적인 왜곡들로 구성되어 있다. 이런 기하학적인 왜곡의 여러 가지 원인을 정확하게 보정하기 위해서 KIMS3에서는 위성 영상 촬영의 센서, 위성 궤도, 지구를 수학적으로 모델을 수립하여 보정 하는 초기 기하학적 보정과 지상기준점 (GCP : Ground Control Point)을 사용하는 정밀 기하학적 보정의 두 단계로 구성하였다.

본 논문에서는 고해상도 위성영상의 정밀 기하학적 보정에서 사용되는 GCP 추출과 추출된 GCP를 관리하고 저장하는 데이터베이스 구축 및 활용에 대하여 기술한다. KIMS3는 우리별 3호의 영상의 전처리 작업에서 지속적으로 주기적으로 사용될 예정이다. 이러한 일괄적인 작업의 흐름에서 같은 지역의 영상에

대해 반복적으로 지상기준점을 추출하는 작업은 번거롭고, 지상기준점을 추출하는 수동적인 작업의 오차로 인하여 정확하게 추출하는 작업은 어려움이 따른다. 이러한 작업에 편의성과 정확성을 제공하기 위하여 영상 GCP를 저장 관리하는 방법을 사용하였다. 이는 실제로 PC의 Windows 95상에서 Visual C++을 사용해 개발되었으며 데이터베이스로는 MS-ACCESS와 ODBC(Object Database Connectivity)를 사용하여 KIMS3에 구현, 실험하였다. 따라서 본 논문에서는 우리별 3호를 위해 개발된 KIMS3의 경우를 들어 GCP 데이터 베이스의 구축과 운용, 그리고 GCP 활용에 대하여 설명하도록 한다.

## GCP 추출과 데이터베이스 구축

KIMS3에서 GCP와 관계된 시스템의 구성은 다음의 그림 1과 같다. KIMS3내에는 GCP를 위한 데이터베이스 외에도 지도정보와 정밀 기하학적 보정을 위해 사용될 파라미터들이 저장되어 있는 다른 데이터베이스들이 구축되어 있다. 본 장에서는 GCP 추출과 데이터베이스 구축 그리고 구축된 데이터베이스에 저장된 GCP 정보와 Chip 영상의 사용에 대해서 기술하도록 한다.

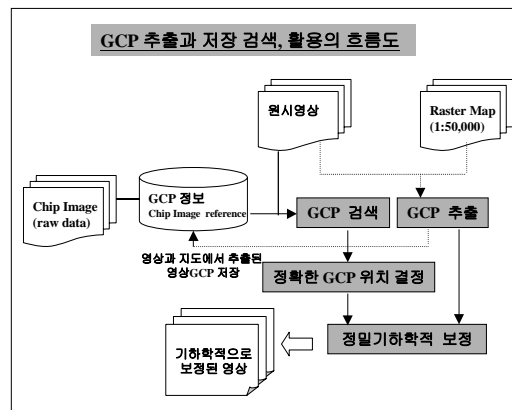


FIGURE 1. Overview of GCP extraction, save, search and application

## 1. GCP 추출

지상기준점(GCP)은 영상 좌표계와 지도 좌표계에서 같은 점으로 추출된 지구표면 위의 한 위치를 의미한다. GCP를 추출하기 위해서는 GPS를 이용한 실제적으로 측량한 값이나 종이지도, 래스터지도와 같은 지도 등을 이용할 수 있다. KIMS3에서는 측량된 값을 사용자가 직접 입력하거나 래스터지도에서 기준점을 추출할 수 있는 모듈이 구현되어 있다. GPS와 같은 직접적인 측량은 현실적으로 비용이나 시간이 많이 소요되므로 대부분 지도를 많이 사용하게 된다. 지도는 종이지도보다 래스터지도를 사용하는 것이 GCP추출의 일련의 작업에 보다 많은 장점을 제공한다(Shin, 1996). 래스터지도는 디지털이징 테이블을 사용하지 않아도 되고, GCP를 추출할 때 발생하는 종이의 왜곡을 발생하지 않으며 GCP를 추출할 때마다 같은 지도의 경계 좌표계 입력 작업을 반복하지 않아도 된다. 또한 GCP를 추출하기 위해서 디지털화된 영상을 이용함으로써 임의의 크기로 확대와 축소를 할 수 있으며 GCP를 추출하는 작업에 컴퓨터 스크린을 이용함으로써 편의성을 제공한다. KIMS3에서는 600 dpi로 스캔된 1:50,000 남한 지도 239도엽으로 구성된 래스터지도를 사용하여 지상기준점을 추출하여 실험하였다. 239도엽에 대한 래스터지도 데이터는 한 도엽당 17Mbytes의 용량으로 239도엽 전체에 대해서는 대략 4Gbytes 정도이다. 이에 데이터량을 고려하여 600Mbytes 용량의 별도 CD-ROM 7장에 디지털 영상 포맷중의 하나인 BMP타입으로 저장되어 있다. 필요할 때마다 CD-ROM에서 읽어들인다. 각 지도에 대한 정보- 이름, 도엽명, 지도의 경계의 위치(경위도), 이웃하는 지도의 도엽명-들과 지도 스캔시 발생하는 왜곡을 보정한 파라미터들을 사용자에게 제공하고 스캔된 지도의 보정 작업에 사용되기 위하여 데이터베이스로 구축되어 있다. GCP를 추출하기 위하여 래스터지도가 불러질 때마다 위의

정보들이 데이터베이스로부터 함께 읽혀져서 사용된다. 래스터지도와 영상으로부터 지상기준점을 추출하기 위한 인터페이스 윈도우는 다음의 그림 2를 참조한다.



FIGURE 2. GCP Extract from raster map pop-up window

래스터지도는 단순히 종이지도를 스캔한 것으로서 그 자체만으로는 좌표값을 제공할 수 없다. 이러한 래스터지도의 각 점에 좌표값을 부여하기 위해서는 각 도엽의 스캔시 얻어지는 변위, 회전, 왜곡, 등을 보정하고 각 도엽의 구성점 좌표와 실제의 경위도 값을 연결하는 작업을 선행해야한다(Shin, 1996). 각 도엽의 경계의 경위도값은 이미 데이터베이스에 등록되어 있으므로 사용자는 지도의 경계점이나 지표로 사용될 수 있는 점을 확대/축소를 통하여 선택한다. 선택된 점들과 각 점의 경위도 값을 다항식 보정(Polynomial Warping)에 사용되는 다항식의 계수 값들을 결정한다(Shin, 1996). 결정된 다항식을 이용하여 래스터지도의 좌표값을 결정할 수 있다. 한번 결정된 식의 계수들은 데이터베이스에 저장되어 추후에 같은 지도를 사용하는 경우에 이용된다. 다항식을 통해 결정되는 점들의 경위도 값의 위치 오차의 검증은 지도상에 존재하는 다른 기준점들을 사용하여 계산할 수 있다. 즉 1:50,000의 지도에는 가로 세로에 5분 간격으로 선들이 만나는 점들을 기준점으로 사용하

여 계산된 다항식의 값과 비교하여 위치오차를 계산할 수 있다. 실험을 통해서 계산된 오차값은 다항식을 위해서 4 - 6개의 기준점만을 잡아도 충분히 10m이내의 정확도를 가진 GCP를 지도에서 추출할 수 있었다(신동석, 1997).

## 2. GCP 데이터베이스

추출된 GCP는 데이터베이스에 저장된다. 그림 3에서 보여지는 윈도우에는 원시영상과 래스터지도 영상에서 추출한 GCP의 정보가 보여진다. 추출된 GCP는 삽입버튼을 통해서 시스템의 내부 메모리에 로드되어 하나의 GCP로서 정밀 기하학적 보정에 사용된다. GCP중에서 임의적으로 GCP 데이터베이스에 저장되고자 하는 것만이 선택적으로 저장되어 진다. GCP 데이터베이스에 저장하기 위하여 선택된 GCP는 추가적인 정보를 포함하기 위해서 별도의 팝업 윈도우에 GCP 추출일자, 오퍼레이터, 부가 설명과 같은 정보를 입력할 수 있다. 이때

저장되는 데이터는 그림 1에서 보여지는 것처럼 두 가지로 구분한다. 하나는 각 GCP의 정보를 저장한 관계형 데이터베이스이며 다른 하나는 실제 GCP의 chip 영상을 저장한다. Chip이란 GCP의 위치를 중심으로 일정한 크기의 원시영상 데이터 조각으로서 영상 GCP로 정의할 수 있다. Chip은 추후에 다른 영상의 보정을 위한 GCP로 사용되어 질 수 있다. 영상 GCP인 Chip을 사용하게 되면 지도에서 GCP를 추출하는 번거로움을 해소할 수 있으며 선이나 점으로 이루어진 Vector 정보가 아닌 원시영상과 같은 영상 정보를 사용함으로써 보다 정확하고 빠르게 GCP를 추출하는 장점을 제공한다. 데이터베이스에 저장되는 개별적인 GCP의 정보는 다음의 표 1에 제시되어 있다.

GCP의 지구중심 좌표를 사용하는 이유는 GCP의 위치(경위도, 높이)값이 지구의 데이터(Datum)이나 지구의 모형에 따른 투영법마다 다른 값을 나타내기 때문이다. 그러므로 하나의 통일된 좌표로써 지구중심 좌표계를 사용한다.

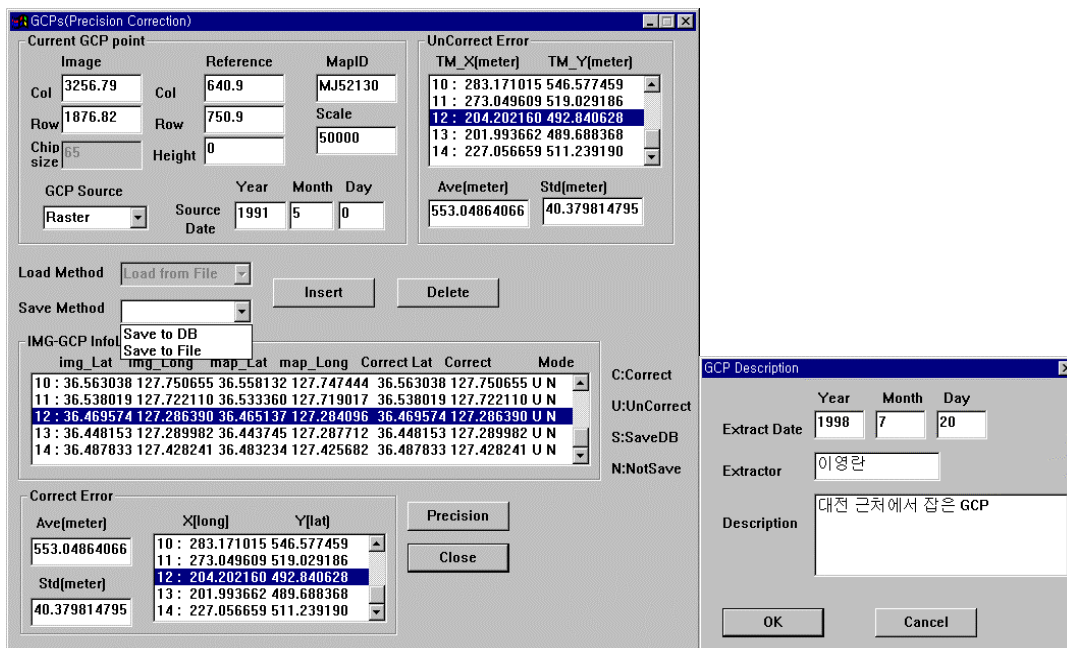


FIGURE 3. Pop-up window for GCP manipulation

TABLE 1. GCP database filed structure

DB Field 명	내 용
GCP Source	GCP 추출을 위해 사용된 원자료 예) Scanned Raster Map, Paper Map, GPS measurement, Filed measurement
MAP ID	도엽명 (추출된 GCP가 지도인 경우에 한하여)
Scale	Map Scale(Map에서 추출된 경우) Equipment accuracy (measured GCP)
GCP Source 제작일자	GCP 추출 원본의 최종 수정 연도, 월, 일 명시
GCP Extractor	GCP를 추출한 operator 이름이나 회사 등의 정보
GCP 추출 일자	GCP를 추출한 날짜
GCP의 ECR 좌표	GCP의 지구중심(Earth-Centered coordinate of Rotation)의 좌표(X, Y, Z)
위성이름	GCP를 추출한 위성영상의 위성이름
센서	GCP를 추출한 위성영상의 위성센서 이름
밴드수	GCP를 추출한 위성영상의 밴드 수
영상 촬영 일자	GCP를 추출한 위성영상의 촬영 시각
Chip Position Offset	GCP의 정확한 영상내의 소수점이하의 정확한 위치
Chip file name	Chip image-gcp 파일 이름
Chip size	Chip의 가로, 세로 크기
Description	GCP에 대한 설명

원시영상에서 추출되는 GCP는 sub-pixel 값으로 추출되지만 영상 GCP로서 저장되기 위해서는 하나의 픽셀 단위로 중심 값이 결정되어 Chip데이터가 저장되기 때문에 정확한 값인 sub-pixel 단위의 소수점 이하의 값을 Chip Position Offset에 저장한다.

## GCP 활용

### 1. 사용될 GCP 검색

Chip과 함께 저장된 GCP들은 독립된 하나의 영상 GCP로서 GCP가 포함될 수 있는 다른 원시영상을 보정하기 위해서 언제든지 사용될 수 있다. 그러므로 보정이 필요한 원시영상을 위해 사용될 GCP를 데이터베이스에서 검색하는 작업이 필요하다. 즉 원시영상 내에 포함되

는 GCP를 GCP 데이터베이스에서 검색하여 결정한다. 데이터베이스에 저장되어 있는 GCP들이 원시영상 내에 포함되는지의 여부를 결정하기 위해서는 초기기하학적 보정 알고리즘을 이용한다(신동석, 1997). 초기 기하학적 보정은 위성의 궤도를 추정하여 위치와 속도를 결정하고 이를 수학적으로 모델링된 좌표 변환을 통해 지구 표면 위의 좌표로 변환한다. 이 좌표 변환을 이용하여 원시영상의 경계 값을 경위도로 변환한다. 이 범위에 포함되는 GCP를 GCP 데이터베이스에서 검색하여 해당되는 GCP들을 Chip 영상과 함께 인터페이스 윈도우를 통해 보여준다. GCP를 검색하기 위한 검색 조건들은 그림 4에 제시되어 있다. 그림 4에서 보여지는 GCP Search Field I에 원시영상의 경계에 해당하는 경위도 값이 계산되어 제시되어

있다. 다른 Search Field II ~ IV에는 위성 이름, 센서 종류, 밴드 수, 추출된 GCP의 원자료, 지도축적, Chip 영상의 크기나 Chip 영상의 획득 일자, 추출일자등의 부가적인 검색 정보들이 포함된다.

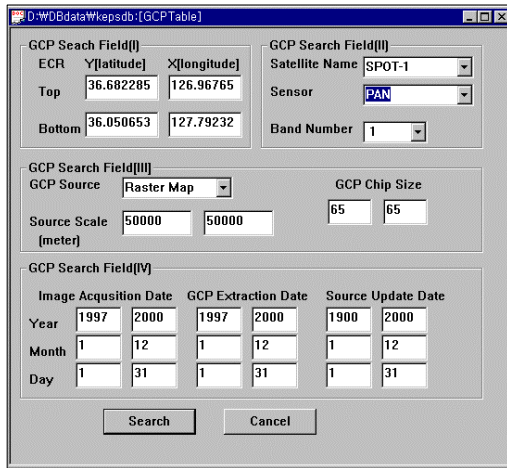


FIGURE 4. GCP search interface window  
 검색된 결과를 보여주는 인터페이스는 그

림 5에 제시되어 있다. 그림 5에서 보여주는 것처럼 GCP 데이터베이스에서 검색된 GCP 수는 하나 이상이 되며 검색된 GCP들의 위치가 원시영상 위의 좌표(행, 열)로 표시된다. GCP들의 데이터베이스에 지구중심 좌표 x, y, z를 저장하였으므로 지구중심 좌표로부터 원시영상 위의 좌표인 행과 열은 초기 기하학적 보정의 역변환을 통해 계산한다. 그림 5의 오른쪽의 검색된 GCP를 제시하는 윈도우에는 검색된 GCP들의 리스트와 Chip 영상이 보여지고 구체적인 GCP의 정보가 나타난다.

## 2. 검색된 GCP의 결정

초기 기하학적 보정의 역함수 변환을 이용해서 GCP 데이터베이스에서 검색된 GCP의 지구중심 좌표는 원시영상의 좌표계인 행과 열로 변환될 수 있다.(신동석, 1997) 변환과정은 다음의 그림 6과 같다.

초기 기하학적 보정을 이용해 지구중심 좌표를 현재 원시영상이 사용하는 좌표기준과 지구모형을 반영하여 경위도로 변환할 수 있다. 그리

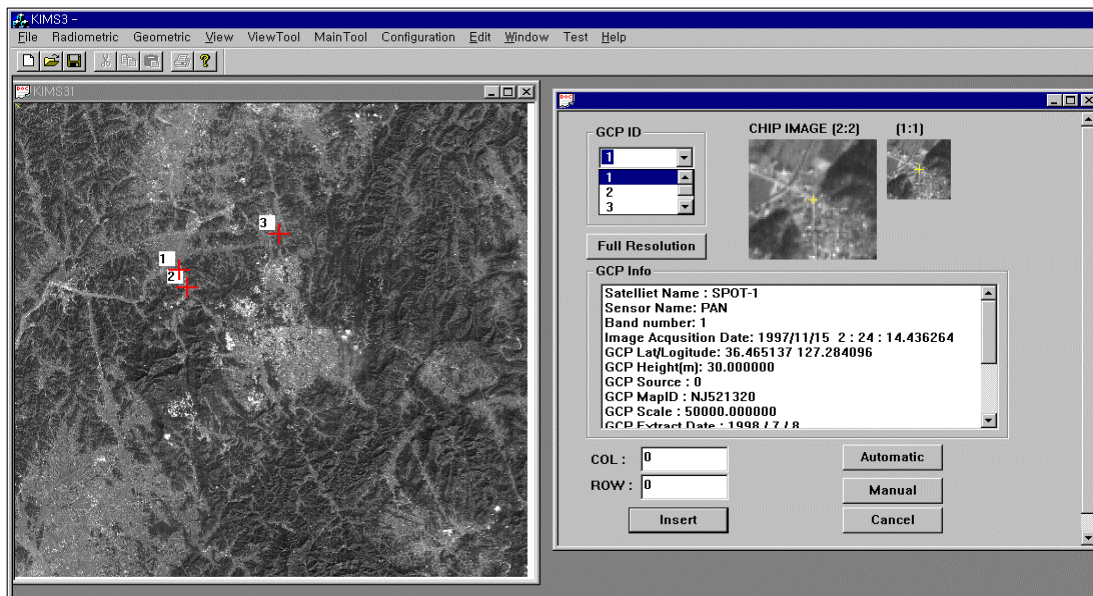


FIGURE 5. Searched GCP View Window

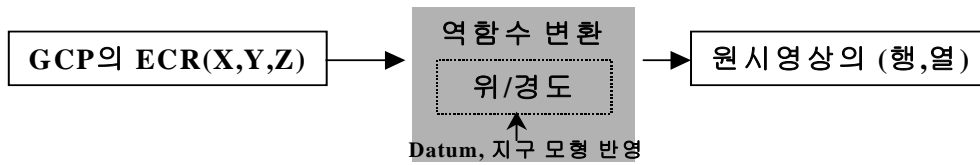


FIGURE 6. Transformation from ECR to image coordinates

고 변환된 경위도를 역함수 변환을 통해 원시영상의 행과 열로 변환한다. 그러나 주의할 점은 검색되어 GCP 데이터베이스에서 추출된 GCP들의 원시영상 위의 좌표값은 초기 기하학적 모델을 사용하였기 때문에 위성의 위치, 속도, 자세의 부정확한 파라미터의 값들로 인하여 정확한 위치가 아닌 추정치이다. 그러므로 정확한 원시영상 위의 좌표값(행, 열)을 결정하기 위해서는 두 가지 방법을 사용한다. 첫째는 수동적인 방법이다. 이는 데이터베이스에서 추출된 GCP의 원시영상에 대응되는 정확한 행, 열 값을 결정하기 위해서 오퍼레이터가 직접 대응되는 위치를 선택하는 것이다. 편의를 제공하기 위해 초기 추정된 행, 열 값을 기준으로 원시영상을 해상도에 맞게 확대하고 Chip 영상과 같은 부분을 직접 찾아서 대응되는 행, 열 값을 다시 결정한다. 두 번째는 자동화된 방법이다. 이 방법은 임의의 한 점에 대한 정합을 수행하기 위한 프로그램으로서 Normalized Cross Correlation 기법과 Adaptive Least Square Method 기법을 이용하였다(Gruen,1985). Normalized Cross Correlation 이란 두 Patch -일정한 크기의 데이터 윈도우- 사이의 상관 관계를 계산하기 위한 방법 중의 하나로서 Gaussian Correlation이나 Laplasian Correlation보다 훨씬 우수한 결과를 얻을 수 있다. 주어진 영역 내의 모든 점에 대해 적절한 Patch를 결정하고 그 상관도를 계산하여 가장 큰 상관 값을 갖는 점을 정합점으로 결정한다. 그러나 Normalized Cross Correlation에서는 정합점에 대해 sub-pixel 레벨의 정확도까지 얻을 수가 없기 때문에 Adaptive Least Square Method를 사용한다. 이는 초기 정합점

에서 시작을 하여 Patch 내에 주어진 데이터를 만족하는 최적의 해를 구하는 기법으로서 반복적인 수행을 통하여 해의 수렴성에 기반하여 정합점을 결정한다.

Chip 영상과 원시영상의 밝기값의 함수를 각각  $F(x_i, y_i)$ ,  $G(x_r, y_r)$ 로 정의하고 chip 영상의 중심점과 원시영상의 임의의 점이 서로 정합되는 점이라면, 두 영상의 밝기값 사이의 관계는 다음의 식(1)과 같다.

$$F(x_i, y_i) = G(x_r, y_r) + n(x, y) \dots\dots\dots(1)$$

$F(x_i, y_i)$  : one point in raw image,  $G(x_r, y_r)$  : one point in chip image,  $n(x, y)$  : noise function

Chip 영상내의 한 점에 상응하는 초기 예측점( $X_0, Y_0$ )을 알고 있다고 가정하면 실제의 상응점( $x_r, y_r$ )과 초기 예측점 사이의 관계를 Affine Transformation으로 모델링을 한다.

$$\begin{aligned} X_r &= a_{11} + a_{12}X_0 + a_{21}Y_0 \\ Y_r &= b_{11} + b_{12}X_0 + b_{21}Y_0 \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

식(2)의 계수들을 추정하기 위해서 Taylor Expansion으로 선형화 시키고 Least Square Estimation을 이용해 계수를 구해낸다. 식(2)의 선형화한 식을 다시 벡터형태로 변환하면, Solution Vector는  $(A^T PA)^{-1} A^T P I$  ( $A$  : Observation Matrix)로 정의된다. 구해진 Solution Vector의 각각의 계수들과 초기 A 행렬을 사용하여 Least Square Estimation을 다시 수행한다. 정합이 성공적으로 수행하는 조건에 만족될 때까지 반복연산을 수행한다. 그러나 이 방법의 가장 큰 문제는 정합을 시작하기 위한 초기점의 결정해야 하는 것이다.

잘못된 초기점으로 인하여 잘못된 정합이 이루어 질 수 있다. 따라서 자동적으로 원시영상 좌표계의 정확한 위치를 얻기 위해서는 두 방법의 장점을 결합하여 Normalized Cross Correlation에서는 주어진 영역에 있어서 가장 최적의 정합점을 계산하고, 그 결과를 Adaptive Least Square Algorithm의 초기 정합점으로 사용하여 sub-pixel 레벨의 정확한 결과를 구한다.

### 3. GCP 결정 실험

실험을 통해 얻어진 결과 만약 원시영상 A 와 1:50000 래스터지도도를 통해 추출된 GCP를 데이터베이스에 저장한 후에, 같은 A 원시영상을 다시 보정하기 위하여 데이터베이스에서 영상 GCP를 추출하여 원시영상의 좌표인 행과 열을 결정하면 sub-pixel 단위의 정확성으로 같은 위치를 계산할 수 있었다. 또한 원시영상 B - A의 일부지역과 겹치는 -의 보정을 위해 데이터베이스에서 GCP를 추출하고 원시영상 B의 좌표인 행과 열을 결정하면 역시

Chip의 중심점과 같은 지역을 sub-pixel 단위로 계산할 수 있다는 것을 보여주었다. 다음의 그림 7은 자동화된 방법을 사용해서 계산된 원시영상의 좌표값을 보여주는 예이다.

그림 7에서 제시된 것처럼 초기에 원시영상의 좌표계를 추정된 점이 -하단의 십자모양의 점- GCP와 대응되는 정확한 위치의 점 -상단의 'x' 모양의 점-으로 매칭된 것을 볼 수 있다.

수동화된 방법을 사용하는 경우에 GCP를 결정하는 시간은 오퍼레이터의 능숙도에 달려 있다. 자동화된 방법을 사용하는 경우의 수행 시간은 초기에 오퍼레이터에 의해 대략적으로 결정되는 원시 영상의 검색 영역의 크기에 비례한다. 기본적으로 오퍼레이터가 영역을 지정하지 않는 경우에는 초기 추정된 원시영상의 행과 열을 중심으로 512 × 512 크기의 영역을 사용한다. 초기 기하학적 보정의 역변환을 이용하여 추정된 값의 잔재한 평균 오차는 대략 1.5km이다.(신동석, 1997) 그러므로 자동화된 영역의 기본적으로 사용되는 512 × 512 크기의 영역은 원시영상의 해상도에 따라 약

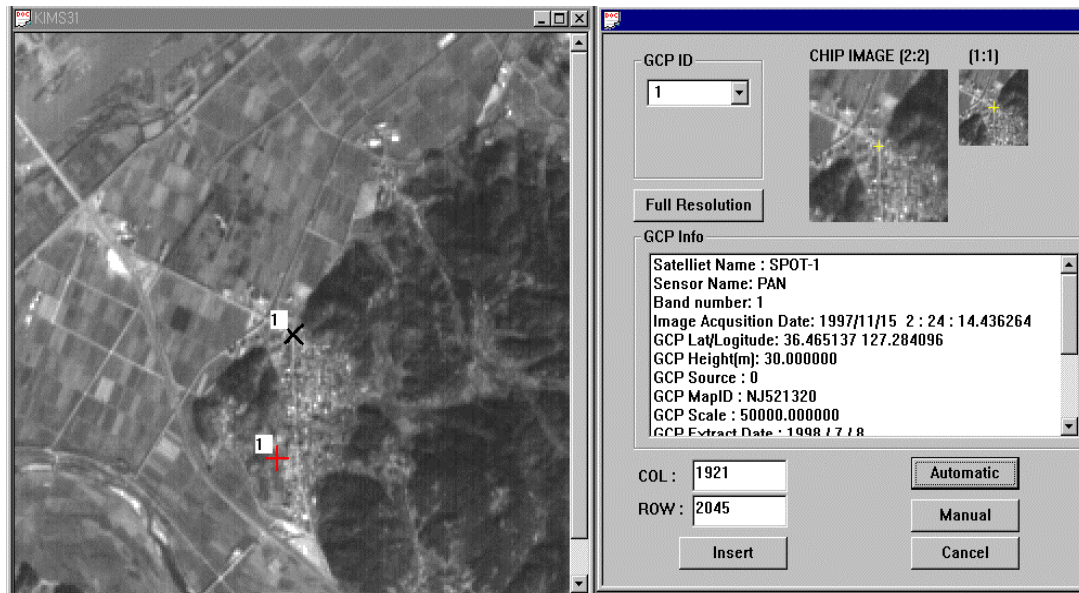


FIGURE 7. Result (row, col) of raw image by Automatic method



간의 차이는 있지만 대략 2배에서 3배 이상의 범위를 포함하기 때문에 대응되는 원시영상의 좌표를 찾는 영역 크기로는 문제가 없다. 다만 대응되는 원시영상의 좌표값을 결정하는데 시간이 많이 소요되므로 적절한 탐색영역을 오퍼레이터에 의해서 선정하여 주는 것이 실행 성능을 향상시킬 수 있다.

결정된 GCP는 정밀기하학적 보정을 위해서 이용된다. GCP 데이터베이스에서 추출된 영상 GCP들은 원시영상과 대응되는 점을 결정하여 정밀 기하학적 보정을 수행한다. 정밀 기하학적 보정은 초기기하학적 보정의 잔여 오차를 줄이고 위성의 자세, 위치, 속도에 대한 정확한 파라미터를 추정하기 위하여 Kalman filter를 이용한다.(신동석, 1998) 일반적으로 하나의 영상을 보정하기 위해서는 적절히 분배된 많은 수의 GCP를 필요로하는데 반하여 KIMS3에서 구현된 정밀 기하학적 보정 기술(신동석, 1998)은 한 두개만의 GCP만으로도 보정을 수행할 수 있는 알고리즘이다.(Shin 과 Lee, 1998) 그러므로 GCP 데이터베이스를 이용한 영상 GCP의 재사용은 위성 데이터를 주기적으로 수신하고 처리하는 시스템을 운용하는데 한 두 개만의 GCP만으로도 보정을 수행하므로 유용하게 사용되어질 수 있다. 또한 GCP 데이터베이스에서 추출되어 사용된 GCP는 현재의 원시영상의 정보와 데이터를 Chip으로 하는 또 다른 영상 GCP로서 GCP 데이터베이스에 저장될 수 있다.

## 결론 및 토의

지금까지 정밀 기하학적 보정에 사용하기 위한 GCP 데이터베이스 구축과 검색 그리고 데이터베이스에서 추출된 GCP의 이용에 관하여 기술하였다. GCP 데이터베이스 구축을 통해서 같은 지역의 영상에 대해서 보정을 수행할 때마다 지도에서 GCP를 추출하는 번거로운 작업을 줄일 수 있었다. GCP 데이터베이스

구축과 영상 GCP를 생성, 저장함으로써 원시영상의 대응되는 행과 열을 보다 쉽게 결정할 수 있었다. 결정하기 위한 방법으로는 수동적인 방법 외에 자동적인 방법의 구현을 통해서 편의성과 정확한 GCP 위치를 결정할 수 있었다. 만약 GPS를 이용해 정확한 GCP 정보를 추출하여 영상 GCP로 데이터베이스에 저장하면, 다른 원시영상의 보정에 쉽게 재사용할 수 있으므로 한번의 측량을 통해서 얻어진 정확성이 계속 전이되는 효과를 얻을 수 있다. 그러므로 비용과 시간을 훨씬 줄일 수 있다.

향후과제로는 3장에서 설명한 것처럼 데이터베이스의 GCP와 대응되는 원시영상의 좌표계를 결정하기 위한 자동화 방법의 수행시간을 단축하여 성능을 향상시키는 작업이 필요하다. 그리고 본 논문에서 사용되는 정밀 기하학적 보정 알고리즘의 장점인 대표성을 이용하여 전국 각 지역에 대해 정확한 GCP들을 획득하여 일괄적인 작업을 제공하는 기능도 고려할 수 있다. 또한 GCP를 추출할 수 없는 지역에 대해서도 같은 패스의 GCP를 잡을 수 있는 지역에서 이용된 카메라 보정 정보를 이용하여 보정을 수행하는 기능도 고려되고 있다. **KAGIS**

## 참 고 문 헌

- 신동석, 이영란. 1997. 선형 CCD카메라 영상의 기하학적 모델 수립 및 좌표 변환, 대한원격 탐사학회지. 13(2):85-98.
- 신동석. 1997. 스캐닝된 1:50,000지도의 정확도 분석. 한국과학기술원 인공위성연구센터 기술문서.
- 신동석. 1998. 우리별 3호 영상의 정밀 기하학적 보정 알고리즘 개발. 한국과학기술원 인공위성연구센터 기술문서.
- 신동석, 이영란. 1998. KIMS3 기하학적 보정 성능 분석. 한국과학기술원 인공위성연구센터 기술문서.

- Shin, D., and Y. Lee. 1998. Geometric Correction of Pushbroom-type High Resolution Satellite Images, ISPRS Symposium, Commission I. p85-89.
- Shin D., and Y.R. Lee. 1998. Performance analysis on the geometric correction algorithms using GCPs-Polynomial warping and full camera modelling, Proceedings of International Symposium of Remote Sensing, Kwangju, Korea (in press). pp.252-256.
- Shin, D. 1996. On Feasibility of Using Scanned Maps for Ground Control Point Marking, J. of Korean Society of Remote Sensing. 12(1):17-25.
- A.W. Gruen. 1985. "Adaptive Least Square Correlation: A Powerful Image Matching Techniques", South African Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Cartography. 14(3):175-187. **KAGIS**