

# 항공사진을 이용한 Scanning 해상도와 DEM 정확도에 관한 연구

경혜미, <sup>1</sup>김영섭, <sup>1</sup>최철웅, 박경원

부경대학교 위성정보과학연구소, <sup>1</sup>부경대학교 위성정보학과

## 1. 서론

항공사진을 수치영상화하려면 Scanner를 통하여 입력하여야 한다. Scanning 작업을 진행하는데 있어서 어떠한 해상도로 Scanning을 하는가에 대한 결정은 곧 DEM 정확도에 많은 영향을 줄 것으로 많은 연구자가 예상한다.

그러므로, 본 연구에서는 동일한 지역의 축척 1/10,000 칼라항공사진에 각각 해상도만을 달리하여 입력하고 이를 이용하여 DEM(Digital Elevation Model)을 추출한 후 정합율(image matching)을 평가하였다. 또한 이를 바탕으로 항공사진을 이용한 scanning을 하고 이를 바탕으로 DEM을 추출한 후 정합율을 계산하여 scanning 해상도와 정합율의 관계를 규명하였다.

## 2. 자료 및 방법

softcopy stereoplottter에서 중요한 과정은 digital image matching 기술을 통하여

DEM을 자동으로 생성할 수 있다는 것이다. 이 과정은 Left image에서 Image point의 집합을 선택하여 Right Image에

대응하는 Point를 matching시키는 것이다. 선택된 Point의 집합은 작은 Grid Pattern으로 배열되어 거의 단일화 된 Grid DEM을 추출한다. 일반적으로 DEM의 결과는 Image에 존재하는 기울어진 변위로 인해 Grid로 부터의 차이를 가지게 된다.

과거 DEM Point의 Full set은 물체의 공간좌표계의 계산과 matching되었으나, Stereo model에서 3차원의 위치는 지형위의 Floating Mark의 집합에 의해 나타난다.

Digital Image matching 기술은 세가지 범주에서 논의된다. area-based, feature-based, hybrid methods. area-based methods는 각 Image로부터 작은 subarray 안에 digital number의 수치비교

를 통해 Image matching을 행한다  
 area-based digital image matching methods는 normalized cross-correlation으로 알려진 기술로 이루어진다. 이것은 Left Image 와 Right Image에서 같은크기의 subarray로부터 Digital Number를 계산하는 것이다. 일반적인 한계값은 0.7로서 만약 상관계수가 값에 따라 증가하면 하부배열은 match된 것으로 간주한다. Correlation coefficient는 subarray A 와 B로부터 Digital Number를 사용하여 다음의 식으로 계산되며,

$$c = \frac{\sum_i \sum_j [(A_{ij} - \bar{A})(B_{ij} - \bar{B})]}{\sqrt{[\sum_i \sum_j (A_{ij} - \bar{A})^2] [\sum_i \sum_j (B_{ij} - \bar{B})^2]}} \quad (1)$$

식(1)에서 c는 상관계수, m과 n는 열과 행의 수, Subarray에서:  $A_{ij}$ 는 열i 행j에서 Subarray A로부터의 Digital Number,  $\bar{A}$ 는 SubarrayA에서 모든 Digital Number의 평균 (B도 마찬가지). Correlation coefficient는 -1에서 +1의 범위으로써 완전한 상관성이 나타난다. 일반적인 한계값은 0.7로서 만약 Correlation coefficient가 값에 따라 증가하면 하부배열은 match된 것으로 간주한다.

Cross-correlation 은 특히 선형회귀 통계학과 같은 기능을 한다. 선형회귀의 세부적 사항은 가장 기초적 통계학 문구에서 찾을수 있고 단지 일반적 개념이 여기서 사용된다. 선형회귀에서 ordered pairs

의 집합은 어떻게 수가 straight-line관계에 대응하느냐로 통계학적 분석이 결정된다. 그 과정에서 가장 가능한 값은 data를 통하여 가장 적합한 라인의 파라미터를 결정하는 것이다. Rregression을 계산하기 위하여 다음의 항을 계산하면,

$$S_x^2 = \sum (x_i - \bar{x})^2 = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \quad (2)$$

$$S_y^2 = \sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \quad (3)$$

$$S_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{S_{xy}}{S_x^2} \quad (5)$$

$$\alpha = \frac{\sum y_i}{n} - \beta \frac{\sum x_i}{n} \quad (6)$$

$$\gamma = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x^2 S_y^2}} \quad (7)$$

식(2)에서 (7)까지 n 은 data point의 수이다. 식(5)에서  $\beta$ 항은 선형회귀의 경사이고; 식(6)에서  $\alpha$ 는 선형회귀에서 y 절편, (7)에서  $\gamma$ 는 표본상관계수.  $\gamma$ 은 (1)식으로부터 표준 cross-Correlation coefficient c와 같다.

### 3. 결과

본 논문에 사용한 자료는 부산광역시청이 주관하여 1992.11.17.12:21분에 촬영한 칼라 1/10,000 항공사진이며 카메라 종류는 wild 15/4 UAGA-F이고 초점거리는 153.59mm이고, 촬영고도는 약 1,700m이다.

#### ① Input Data

Scannig은 EPSON GT-12000 기종을 사용하여 24bit(std)로써, 800,600,400,200,100

dpi로 각각의 항공사진을 Scan 하였다. 그리고 Scan data의 처리는 Z/I (Zeiss/Integrph) 사의 Imagestation (ISRU (Image station Raster Utilities), ISMS (Image station Model Setup), ISSD (Image station Stereo Display), ISDC (Image station DTM Collection), I\_RASC) software를 사용하여 처리하였다. 표. 1은 Scannig과정에서 얻어진 지상 해상도, 화소수, file의 용량, 자료종류와 ISRU, ISMS 프로그램 처리 후의 표부표정과 상대표정의 결과값을 나타내며,그림 1의 (a), (b), (c), (d),(e)는 각각 800, 600, 400, 200, 100 dpi의 scannig후 획득한 해당 지역의 항공사진이다.

구분	800dpi (31.75 $\mu\text{m}$ )	600dpi (42.33 $\mu\text{m}$ )	400dpi (63.50 $\mu\text{m}$ )	200dpi (127.00 $\mu\text{m}$ )	100dpi (254.00 $\mu\text{m}$ )
지상 해상도	약 31cm	약 43cm	약 64cm	약 127cm	약 254cm
화소수	8104× 7496	6078× 5622	4052× 3748	2026× 1874	1013× 937
자료량	173.8 Mb	130.4 Mb	86.9 Mb	43.5 Mb	21.7 Mb
자료 종류	칼라	칼라	칼라	칼라	칼라
표부 표정	28.6 $\mu\text{m}$	28.0 $\mu\text{m}$	31.0 $\mu\text{m}$	39.1 $\mu\text{m}$	60.1 $\mu\text{m}$
	31.1 $\mu\text{m}$	25.4 $\mu\text{m}$	46.6 $\mu\text{m}$	45.8 $\mu\text{m}$	58.5 $\mu\text{m}$
상대 표정	37.7 $\mu\text{m}$	21.0 $\mu\text{m}$	32.3 $\mu\text{m}$	52.3 $\mu\text{m}$	45.3 $\mu\text{m}$

표. 1 Scan 해상도에 따른 입력 값

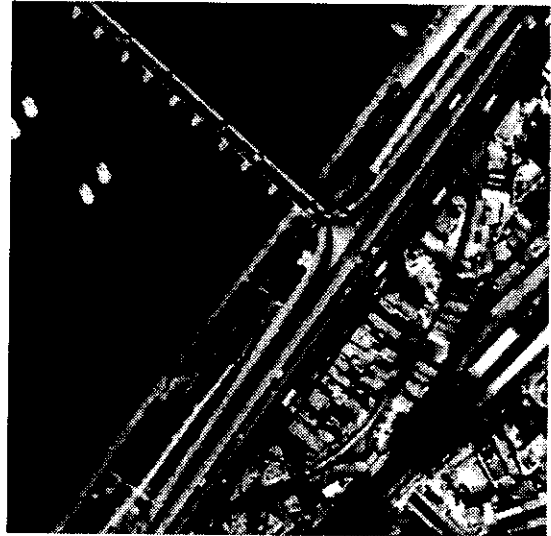


그림.1(a) 800 dpi의 항공사진



그림.1(b) 600 dpi의 항공사진



그림.1(c) 400 dpi의 항공사진

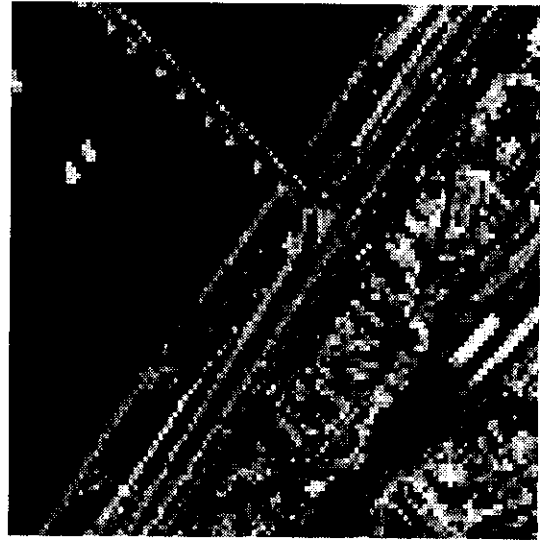


그림.1(e) 100 dpi의 항공사진

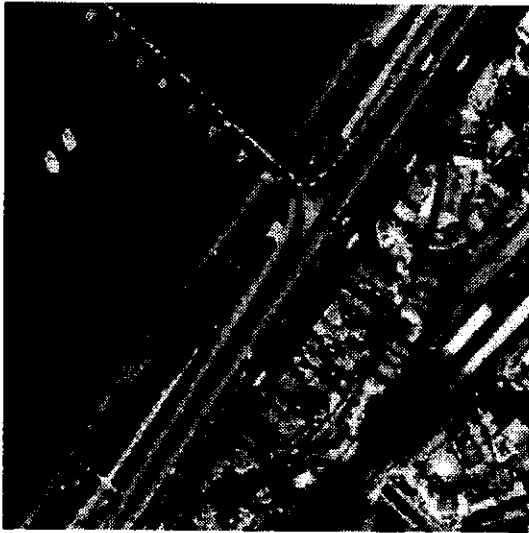


그림.1(d) 200 dpi의 항공사진

## ② Output Data

DEM추출의 결과, 해상도가 증가함에 따라 표부표정과 상대표정의 오차가 커져서 절대보정에 영향을 끼쳤으며, 이는 곧 DEM 추출시 총측점수와 정합율에 차이가 나타남을 알 수 있었다.

표. 2는 800, 600, 400, 200, 100 dpi마다 해상도에 따른 DEM 추출시 총측점수와 그에 따른 고정도값, 중정도값, 저정도값을 %로 나타낸 것이며, 그림 2.는 이를 그래프로 나타낸 것이다. 표.2에서 400과 200dpi의 항공사진에서 나타나는 DEM정합율의 비는 다르게 나오는 것으로 보여지나 이는 그림.2의 산정식을 살펴보면, 큰 차이가 나지 않는다.

표. 2 Scan 해상도에 따른 총측점수와

DEM정합율

구분	총측점수	해상도	고정도값	중정도값	저정도값
800dpi (31.75 $\mu$ m)	38114	10m	29178 (76%)	6917 (18%)	2019 (6%)
600dpi (42.33 $\mu$ m)	22655	13m	16672 (73%)	4909 (22%)	1074 (5%)
400dpi (63.50 $\mu$ m)	9523	20m	5742 (61%)	3386 (34%)	414 (5%)
200dpi (127.00 $\mu$ m)	2403	40m	1598 (66%)	597 (25%)	208 (9%)
100dpi (254.00 $\mu$ m)	596	80m	335 (56%)	211 (35%)	50 (9%)

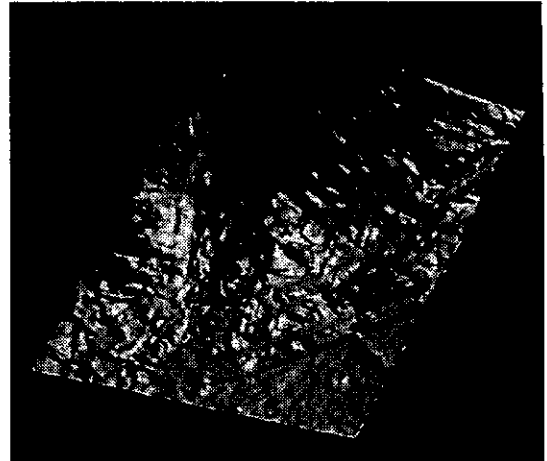


그림.3 연구지역의 수치지형 모델

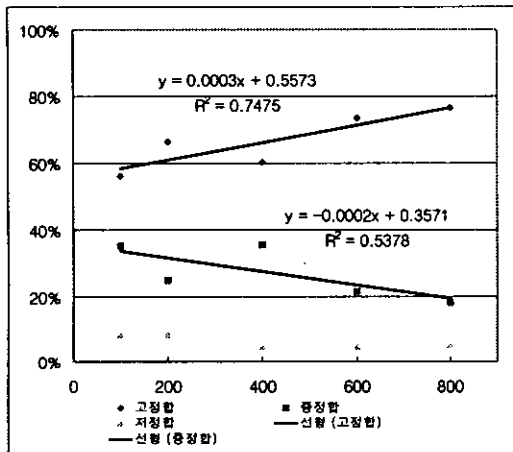


그림.2 해상도에 따른 DEM 정합율 산정식

연구결과 획득한 수치지형 모델은 그림. 3 에 나타내었다.

4. 결론

본 연구의 결과, 항공사진을 Scanning할 때 해상도를 높여 Scanning 작업한 것이 영상 처리의 기초 작업인 표부표정과 상대표정, 절대표정의 오차를 줄여 DEM을 추출하는데 높은 정합율을 얻을 수 있다.

참고문헌

1. Paul R. Wolf, Bon. Dewitt "Elements of Photogrammetry(3rdedition)", McGraw - Hill, 2000
2. Paul R. Wolf, Bon. Dewitt "Elements of Photogrammetry(2rdedition)", McGraw -Hill, 1983
- 3.Cliff Greve "Digital Photogrammetry", ASPRS,1996
4. Jensen,"Introductory Digital Image Processing",Prenticehall,1996

5. 김갑덕, “사진판독과 원격탐사”, 서울대학교출판부, 1993
6. 유복모, “사진측정학개론”, 회중당, 1998