

수치영상의 품질확보에 관한 연구

The Insurance of Quality in Digital Aerial Photo Image

이현직* · 박경식** · 용민*** · 홍순현****

Lee, Hyun-Jik · Park, Kyeong-Sik · Yong, Min · Hong, Soon-Heun

要 旨

항공사진자료의 데이터베이스 구축은 독취과정에서 발생하는 오차를 최소화 하기위해 항공사진전용자동독취기에 의해 적정 해상도로 독취하여야 한다. 그러나, 항공사진전용 자동독취기의 경우 매우 고가이고 보유대수 역시 많지 않아 현재 시중에 유통되고 있는 일반용 자동독취기를 사용하는 방안이 모색되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 일반용 자동독취기를 이용하여 항공사진을 자동독취한 후 시각적, 수치적 분석을 통하여 그 활용성 여부 및 한계를 평가함으로써 항공사진영상 데이터베이스의 품질확보에 기여하고자 한다. 이를 위하여 확대배율에 따른 정보의 명확성 및 자동내부표정을 통한 상좌표 정확도 분석을 수행하였으며, 수치지도제작을 위한 각 표정단계마다 수치적으로 정확도를 비교분석하였다. 또한, 최근들어 정사투영영상의 활용성이 증대됨에 따라 DEM생성 및 수치정사투영생성단계에서 발생하는 오차를 분석하는 한편 자동독취기의 기하학적 왜곡을 검증할 수 있는 자동독취기 검증프로그램을 개발하여 적용함으로써 항공사진영상 데이터베이스의 품질 확보에 기여하고자 하였다.

Abstract

It is desirable to use a photogrammetric scanner to minimize the errors from the scanning procedure in case of building aerial photo image DB. The photogrammetric scanner, however, is highly expensive to have only limited number of scanners available, therefore the general-purpose scanners have been considered as an alternative.

This study has mainly been focused to see the possibility of the general-purpose scanner to be used for scanning aerial photographs. For that, the analysis of the image coordinates were made as well as the accuracy evaluation of each phase. In addition to that, as the application of the orthophoto images has been increased, the magnitudes of the errors from the DEM generation and orthophoto projection were analyzed. Also, the calibration program was developed to verify the geometric distortion of the automatic scanner to contribute to enhance the quality of the aerial photo image DB.

* 정희원, 상지대학교 토목공학과 부교수, 033)730-0475, hjiklee@mail.sangji.ac.kr

** 인하공업전문대학 지형정보과 전임강사, pks@inhac.ac.kr

*** 상지대학교 토목공학과 석사과정, rmse000@hanmail.net

**** 밀양대학교 토목공학과 조교수

1. 서론

우리나라에서는 1999년부터 항공사진정보의 효율적인 관리와 활용성의 제고를 위해 국가적 차원에서 항공사진영상 데이터베이스 구축사업을 수행하고 있다. 항공사진영상 데이터베이스 구축은 항공사진전용 자동독취기를 이용하여 항공사진을 수치영상으로 전환하는 일련의 과정으로 자동독취기의 종류, 방법, 해상도 등 여러 가지 조건에 따라 자료의 품질이 결정된다.(국립지리원, 2000; I.S.M 2000; 이현직 등 1998)

일반적으로 항공사진영상 데이터베이스 구축은 독취과정에서 발생하는 오차요인을 최소화하기 위해 정확도가 검증된 항공사진전용 자동독취기를 이용하여 수행하고 있으나, 장비가 고가이고 국내 보유 수량 또한 많지 않아 사용이 제한적이다. 이에, 일부 지방자치단체에서는 비교적 가격이 저렴하고 구입이 쉬운 일반용 자동독취기를 사용하여 항공사진영상 데이터베이스를 구축하고 있는 실정이다.

현재 시중에 유통되고 있는 항공사진의 자동독취가 가능한 A3 크기의 일반용 자동독취기는 독취과정에서 발생하는 오류를 최소화하기 위해 고안된 부속 장치들을 부착하여 항공사진을 자동독취하는데 이용하고 있으며, 실제로 일부 정부기관 및 지자체에서도 일반용 자동독취기를 사용하여 항공사진 영상을 자동독취하고 있다.

그러나, 항공사진영상은 가장 기본적인 국가지리정보중의 하나로서 자료의 유지관리는 물론, 향후 지속적인 활용을 위해 품질에 대한 신뢰성이 확보되어야 하므로 사용하는 자동독취기에 대한 정확도 검증이 선행되어야 한다.(국립지리원 1995; 이현직 등 2000)

따라서, 본 연구에서는 항공사진전용 자동독취기와 일반용 자동독취기에 의해 취득된 항공사진영상을 수치사진측량기법으로 분석하고 그 정확도를 분석함으로써, 일반용 자동독취기의 정확도 한계 및 활용에 따른 타당성을 제시함은 물론, 자동독취기의 검증프로그램을 개발함으로써 항공사진영상 데이터베이스의 품질향상에 기여하고자 한다. 그림 1.1은 본 연구의 흐름을 나타낸 것이다.

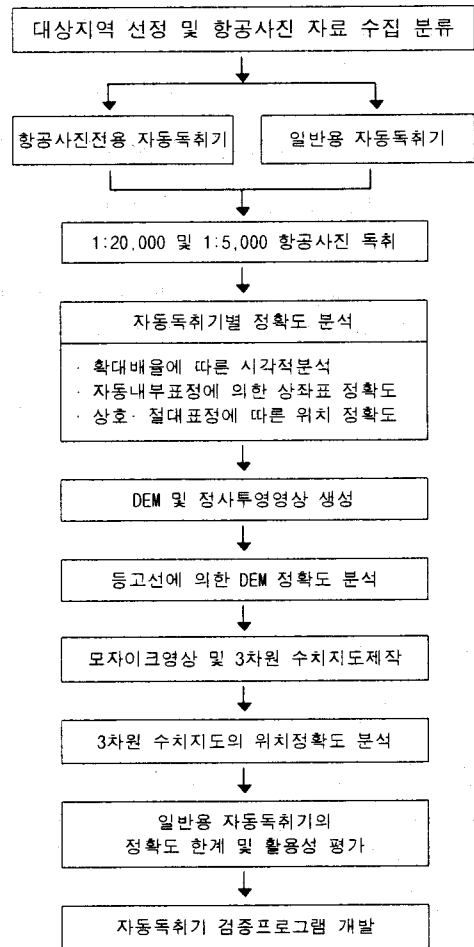


그림 1.1 본 연구의 주요 흐름

2. 자동독취기에 따른 활용성 분석

2.1 대상자료 및 자동독취기의 특성

본 연구에서는 2000년 5월에 경기도 과천시를 대상으로 촬영한 사진축척 1:20,000 항공사진 6장과 2001년 4월 촬영된 사진축척 1:5,000 항공사진 8장 등 총 14장의 항공사진을 실험에 이용하였다.

1:20,000 항공사진은 Wild사의 RC20 카메라로 촬영되었으며 총 8개의 지표를 가지고 있고, 1:5,000 축척의 항공사진은 Zeiss사의 RMK A 15/23 카메라로 촬영된 것으로 RC계열의 카메라와 달리 네변의 중심부에만 지표가 있다.(정조명 1996)

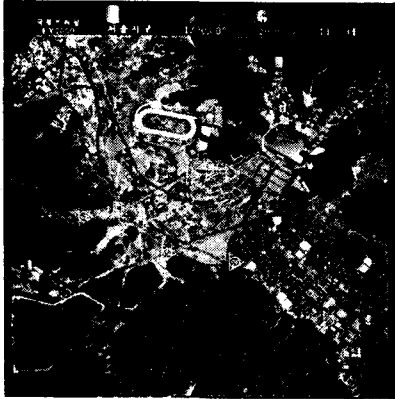


그림 2.1 연구에 이용된 항공사진(1:20,000)

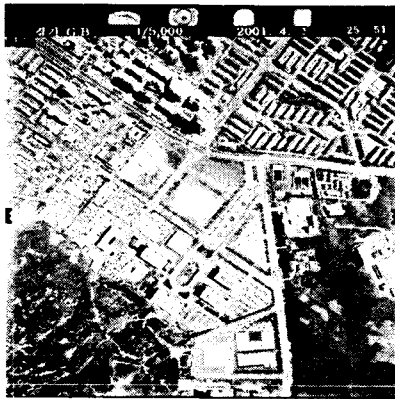


그림 2.2 연구에 이용된 항공사진(1:5,000)

본 연구에서 이용한 항공사진전용 자동독취기는 INTERGRAPH사의 Photoscan TD이며 일반용 자동독취기는 현재 시중에서 범용적으로 사용되고 있는 UMAX사의 MirageII와 EPSON사의 1640XL을 선정하였다.

UMAX MirageII는 환경부에서 항공사진 독취용으로 사용했던 것으로 roll 필름을 걸수 있는 장치는 부착되었지만 항공사진의 완전한 압착을 위하여 유리판을 이용해야하는 번거로움이 있었다.

또한, EPSON의 경우는 별도의 장치 없이 곧바로 자동독취를 수행할 수 있었으나 자동독취된 영상에서 지표의 식별이 어려워 정량적인 분석용으로는 사용할 수 없었다. 본 연구에 이용된 항공사진은 그림 2.1 및 2.2와 같으며, 이용된 자동독취기는 그림 2.3 및 2.4와 같다.



그림 2.3 항공사진전용 자동독취기 (PhotoScan TD)

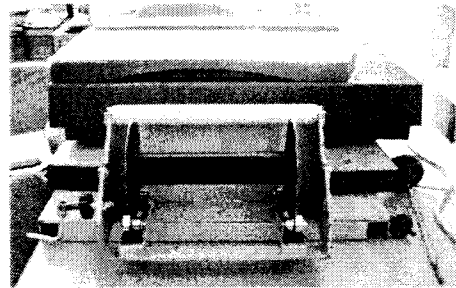


그림 2.4 일반용 자동독취기(Mirage II)

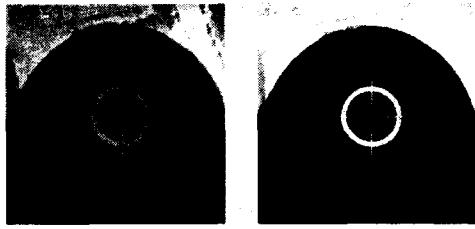
2.2 확대배율에 따른 시각적 분석

자동독취기의 활용성을 평가하기 위해 가장 우선적인 조건은 독취된 영상에서 대상물을 표현하는 시각적 해상력으로 본 연구에서는 항공사진전용 자동독취기와 일반용 자동독취기를 이용하여 최적해상도 1200dpi로(국립지리원, 2000) 자동독취를 수행하여 확대배율에 따른 시각적 해상도 분석을 수행하였다.

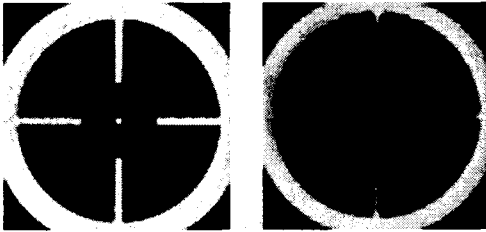
그림 2.5~2.7에 나타난 바와 같이 항공사진 전용 자동독취기에 의해 수치화된 영상이 보다 명확하게 정보를 표현하고 있었으며, 일반적으로 수치사진측량 작업시 4배 이상의 확대된 영상을 활용하므로 확대배율에 대한 시각적 분석결과, 확대배율이 증가할수록 시각적 해상도의 차이는 더욱 명확하게 나타났다.

그림 2.5는 1:20,000축척으로 촬영된 영상의 지표부분으로서 좌측은 항공사진전용 자동독취기, 우측은 일반자동독취기에 의해 독취된 영상이다.

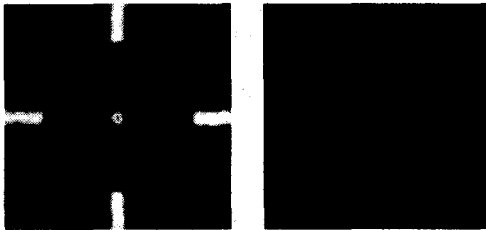
확대배율 1:1에서는 시각적으로 큰 차이를 느끼지 못하였으나 확대배율이 증가할수록 일반용자동독취기에 의해 독취된 영상의 지표는 정확한 중심위치를 나타내지 못하고 있음을 알 수 있었다.



(a) 확대배율 1:1



(b) 확대배율 1:4



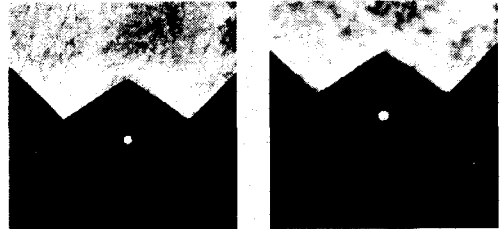
(c) 확대배율 1:8

그림 2.5 확대배율에 따른 자동독취기별 지표의 시각적 해상도(1:20000)

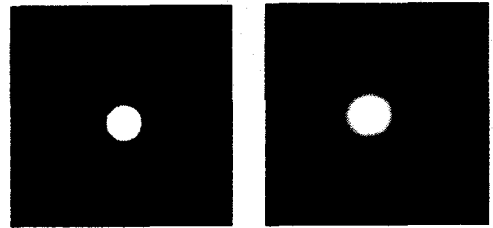
이와 같은 현상은 그림 2.6에서와 같이 사진축척 1:5000에서도 동일하게 나타나고 있으며, 확대배율에 따른 지표의 시각적 해상도 저하는 수치사진측량시스템을 이용한 자동내부표정시 상좌표 오차의 요인이 되고 있다.

그림 2.7은 실제 도로의 한 부분을 1:8의 배율로 확대한 것으로 일반용 자동독취기의 시각적 해상도가 항공사진전용 자동독취기에 비해 크게 저하됨을 알 수 있었다.

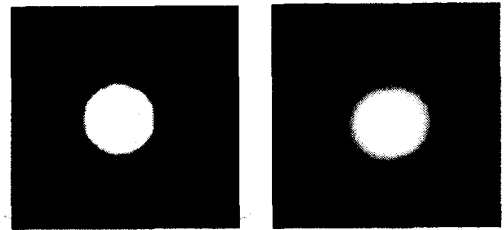
이와 같은 결과는 수치사진측량시스템을 이용한 상호표정 및 절대표정시 정확한 위치를 사진상에서 선점하는데 영향을 미침을 물론, 표정이 완수된 영상을 이용한 수치지도 제작시 위치정확도를 저하시키는 요인으로 작용할 수 있다.



(a) 확대배율 1:1

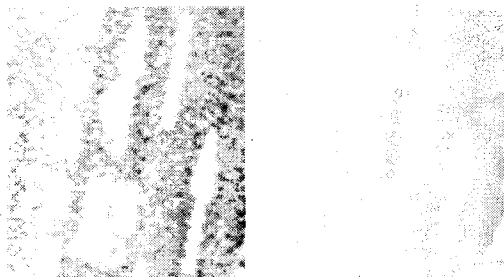


(b) 확대배율 1:4



(c) 확대배율 1:8

그림 2.6 확대배율에 따른 자동독취기별 지표의 시각적 해상도(1:5,000)



(a) 항공사진전용독취기

(b) 일반용독취기

그림 2.7 확대배율에 따른 도로레이어의 자동독취기별 시각적 해상도 차이에

2.3 표정해석에 따른 정확도 분석

본 연구에서는 자동독취기의 기하학적 정확도를 검증하기 위해 인터그래프의 ImageStation Z 수치사

표 2.1 표정해석 단계별 정확도 분석 기준

		규 정				비 고	
내부표정		내부표정후 잔차 20 μ m 이내				수치지도작성작업내규 제8조	
상호표정		잔여사차가 양화필름상 20 μ m 이내				항공사진측량작업내규 제64조	
절대 표정	지도 축척	지물 및 표고점이용		기준점이용		항공사진측량작업내규 제77조	
		평면	표고	평면	표고		
	1:1,000	0.5mm이내	0.3m이내	0.3mm이내	0.2m이내		
1:5,000	0.5mm이내	1.0m이내	0.3mm이내	0.7m이내			
DEM 및 정사투영 영상	지도 축척	표준편차			최대오차		
		평면위치	등고선	표고점	평면오차	등고선	표고점
	1:1,000	0.2mm	0.3m	0.15m	0.4mm	0.6m	0.3m
1:5,000	0.2mm	1.0m	0.5m	0.4mm	2.0m	1.0m	

진측량시스템을 이용하여 분석을 수행하였다. 1:20,000 항공사진의 경우 2개의 strip에서 각각 3장의 항공사진을 취득하여 총 4모델을 생성하였고, 1:5,000 항공사진은 3개의 strip에서 11개의 모델을 생성하였다.

생성된 모델의 정확도분석은 내부표정을 비롯하여 수치지도를 제작하기 위한 각 표정단계¹⁾와 도화, 그리고 DEM생성 및 정사투영영상제작 단계에서 수행하였으며, 각 단계별 정확도기준은 표 2.1과 같다.(국립지리원, 1995)

본 연구에서는 표정해석 단계별 정확도 분석의 객관성을 부여하기 위하여 인위적인 오류를 방지하기 위해 수치사진측량시스템에서 제공하는 자동내부표정을 수행하였으며, 그 결과는 표 2.2와 같다.

표 2.2에 나타난 바와 같이 항공사진전용 자동독취기인 경우는 내부표정에 따른 상좌표 오차 한계인 20 μ m를 만족하고 있으나, 일반용 자동독취기에서는 2배 이상의 상좌표 오차를 보이고 있으며, WILD RC형보다는 Zeiss RMK형 사진기의 지표형태에서 더 많은 상좌표 오차를 나타내고 있다.(유복모 2001)

또한, 자동독취기별 상호표정 정확도는 내부표정과 비슷한 양상을 나타내고 있으며, 항공사진전용 자동독취기에 비해 일반용 자동독취기의 잔여사차가 0.5~2배정도 크게 나타났다. 이러한 결과는 자동독취시 발생하는 기하학적 오차뿐만 아니라 공역점을 포인팅하는데 시각적인 영향으로 인하여 일반용 자동

표 2.2 자동독취기별 항공사진영상의 내부표정 정확도

(단위 : μ m)

사진축척	Model	Photoscan TD	Miragell
1:20,000	11-33	5.2	58.3
	11-34	3.1	48.1
	11-35	5.9	54.1
	12-23	5.6	53.9
	12-24	5.4	48.1
	12-25	5.6	44.7
평 균		5.1	51.2
1:5,000	24-60	1.5	160.9
	24-61	1.5	153.9
	24-62	7.3	166.5
	24-63	9.6	165.4
	25-50	8.7	167.6
	25-51	6.2	175.9
	25-52	6.4	160.1
	25-53	14.0	166.6
	25-54	12.1	174.7
	25-55	11.2	169.6
	26-46	6.4	163.3
	26-47	6.9	169.1
26-48	11.5	158.4	
26-49	10.5	161.6	
평 균		3.938.1	90.1165.3

독취기의 상호표정 정확도가 저하된 것으로 판단된다. 표 2.3은 자동독취기별 상호표정에 따른 잔여시차 정확도를 나타낸 것이다.

또한, 자동독취기별로 취득된 영상을 이용하여 절대표정을 수행한 결과 항공사진전용 자동독취기의 경우는 그림 2.8에서 나타난 바와 같이 평면위치오차와 표고오차가 1:20,000 및 1:5,000 항공사진영상에서 각각 0.23m, 0.53m 및 0.26m, 0.21m로 나타났으나, 일반용 자동독취기의 경우는 3.11m, 5.69m 및 0.69m, 1.43m로 나타났다.

이와 같은 결과는 항공사진전용 자동독취기를 이용한 경우는 사진축척에 관계없이 표 2.1에 나타난 절대표정의 정확도 규정(1:20,000항공사진영상은 1:5,000 지도제작용 사진이며, 1:5,000 항공사진은 1:1,000 지도 제작용 임)을 만족하고 있으나 일반용 자동독취기

표 2.3 자동독취기별 상호표정 정확도

(단위 : μm)

사진 축척	Model	PhotoscanTD	Mirage II
1:20,000	11strip 33,34	44	7.7
	11strip 34,35	2.5	4.7
	12strip 23,24	4.3	7.3
	12strip 24,25	4.3	10.1
평 균		3.9	7.5
1:5,000	24strip 62,63	6.4	7.9
	25strip 51,52	5.3	9.8
	26strip 46,47	6.4	11.0
평 균		6.0	9.6

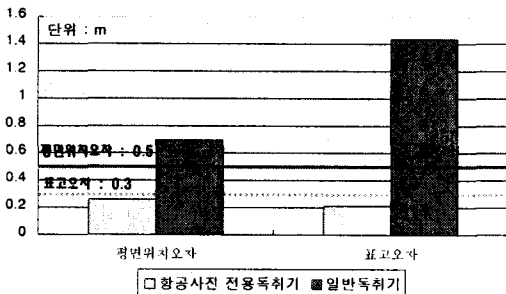


그림 2.8 자동독취기별 절대표정 정확도 (사진축척 : 1:20,000)

를 이용한 경우는 모두 지도축척별 절대표정 정확도 한계를 벗어나고 있다.

따라서, 일반용 자동독취기를 이용하여 항공사진영상 상태데이터베이스를 구축하는 경우는 정량적 또는 정성적으로 활용성을 제한하거나 반드시 이용된 자동독취기의 정확도 한계를 제시하여 활용분야에 따른 오차범위를 사용자가 인지할 수 있도록 하여야 한다.

그림 2.8은 1:20,000항공사진영상에 대해 자동독취기별 절대표정 정확도를 그래프로 나타낸 것이다.

2.4 DEM 및 수치지도제작 정확도 분석

본 연구에서는 자동독취기에 따른 항공사진영상의 활용성을 파악하기 위해 가장 일반적인 항공사진영상의 2차 제품인 수치표고모형(DEM)과 정사투영영상을 통한 수치지도를 생성하여 자동독취기별 정확도 분석을 수행하였다.

본 연구를 통해 생성된 수치표고모형은 사진축척 1:20,000의 경우 격자간격을 5m로 하였으며, 1:5000의 경우에는 2m간격으로 생성하였다.

그림 2.9는 1:20,000 항공사진영상을 항공사진전용 자동독취기(좌측)와 일반용 자동독취기(우측)로 수치화된 영상을 이용하여 수치표고모형을 생성하고 랜더링을 수행한 결과이다.

본 연구에서는 자동독취기별 생성된 수치표고모형의 정확도를 분석하기 위해 육안에 의한 판별이 어려움에 따라 대상지역내 분포된 산악지역의 등고선을 자동 생성한 후 해석도화에 의해 도화된 원도와 등고선 정확도를 분석하였다. 자동독취기에 따른 항공사진영상의 등고선 정확도는 표 2.4와 같다.

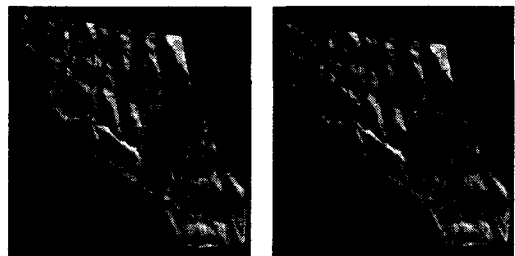


그림 2.9 자동독취기별 수치표고모형

표 2.4 자동독취기에 따른 등고선 정확도

(단위 : m)

1:5,000 항공사진영상			1:20,000 항공사진영상		
표고	전용	일반	표고	전용	일반
89	0.21	2.14	180	3.46	3.93
88	0.55	1.34	176	3.44	4.10
87	0.77	1.22	172	1.97	8.01
86	0.54	1.47	168	1.34	11.55
85	0.62	1.61	164	1.79	8.75
84	0.37	1.85	160	0.87	7.35
83	0.45	1.60	165	2.63	6.53
82	0.41	2.03	142	0.28	14.54
81	0.55	2.04	138	2.38	7.70
80	0.53	2.07	134	1.16	7.95
79	0.50	2.09	130	0.57	9.49
78	0.64	1.71	126	0.49	8.71
77	0.59	2.04	122	0.35	7.78
76	0.71	2.20	118	0.88	6.68
75	0.31	2.56	114	0.41	7.49
평균	0.52	1.87	평균	1.47	8.04

표 2.4에 나타난 바와 같이 항공사진전용 자동독취기에 의해 생성된 항공사진영상을 통해 생성된 수치표고모형의 등고선 정확도는 표 2.1의 지도축척별 등고선 정확도 한계를 만족하였으나, 일반용 자동독취기의 경우는 등고선 정확도 한계를 크게 초과하여 신뢰할 수 없거나 사용에 제한적임을 알 수 있었다.

또한, 본 연구에서는 항공사진전용 및 일반용 자동독취기로 생성된 항공사진영상을 이용하여 정사투영영상을 생성하였으며, 이를 통해 수치사진측량시스템을 통한 수치지도제작을 수행하여 각 레이어별 위치정확도를 분석하였다.

일반적으로 수치지도제작 과정의 정확도는 항공사진이나 표정의 기하학적 정확도뿐만 아니라 작업자의 기술력이나 경험에 의해서도 좌우될 수 있다.(Schenk 1990)

따라서 본 연구에서는 오류의 원인이 될 수 있는 표고부분은 배제하고 도로와 건물과 같이 명확하게 경계가 결정되는 대상물을 수치도화하여 해석도화기로 제작된 기존의 도화원도와 중첩시켜 위치정확도

를 분석하였다.

그림 2.10과 2.11은 각각 1:20,000과 1:5,000 축척의 항공사진영상을 이용하여 건물부분과 도로의 차선부분을 도화한 결과이다.

그림 2.10 및 2.11에서 굵은 실선은 해석도화기로 생성된 도화원도이며, 일점쇄선은 항공사진전용 자동독취기에서 얻은 항공사진영상으로 수치사진측량시스템을 통해 도화한 자료이고, 이점쇄선은 일반용 자동독취기에서 얻은 영상으로 도화한 자료를 나타내고 있다.

그림 2.10 및 2.11에서 나타난 바와 같이 사진축척과는 무관하게 항공사진전용 자동독취기에서 생성한 정사투영영상을 이용하여 도화한 결과가 일반용 자동독취기에서 얻은 영상을 통해 도화한 결과보다 해석도화 원도에 근사함을 알 수 있었다.

표 2.5는 자동독취기에 따른 건물 및 도로레이어의 도화정확도를 해석도화원도를 최확값으로 분석한 결과이다.

본 연구의 도화정확도 분석 기준은 1:20,000 항공사진영상의 경우는 표 2.1에 제시한 항공사진측량작업내규66조의 규정에 따라 1:5,000 해석도화 원도를 기준으로 분석하였고 1:5,000 항공사진의 경우는

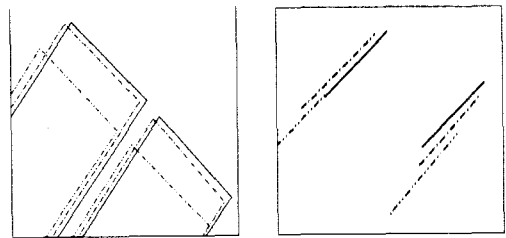


그림 2.10 자동독취기별 레이어의 도화정확도 비교 (1:20,000 항공사진영상)

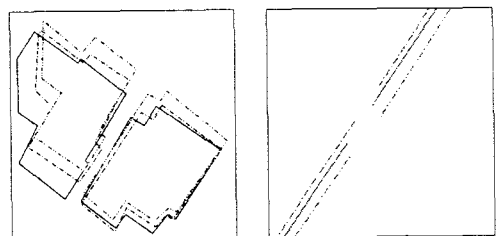


그림 2.11 자동독취기별 레이어의 도화정확도

표 2.5 자동독취기별 건물 및 도로레이어의 도화정확도

(단위 : m)

점	1:20,000				1:5,000			
	건물		도로		건물		도로	
	전용	일반	전용	일반	전용	일반	전용	일반
1	0.68	2.73	0.40	3.18	0.17	0.58	0.17	0.19
2	0.40	2.21	0.40	2.60	0.31	0.65	0.62	0.89
3	0.19	2.43	0.41	3.14	0.20	0.96	0.15	0.18
4	0.29	2.69	0.36	2.51	0.22	0.59	0.10	0.14
5	0.42	2.88	0.23	2.54	0.35	0.51	0.04	0.11
6	0.36	3.04	0.18	1.98	0.17	0.40	0.15	0.22
7	0.80	3.07	0.31	2.05	0.23	0.79	0.11	0.18
8	1.45	2.01	0.54	2.32	0.12	0.49	0.13	0.25
9	1.41	2.84	0.50	2.34	0.25	0.36	0.10	0.25
10	1.10	2.96	0.42	2.52	0.28	0.78	0.11	0.28
11	0.42	1.55	0.61	2.79	0.21	0.88	0.13	0.23
12	0.26	1.96	0.33	2.53	0.65	0.98	0.14	0.20
13	0.08	1.83	0.33	2.98	0.12	0.53	0.11	0.24
14	0.16	2.00	0.34	1.99	0.22	0.70	0.10	0.33
15	0.66	2.44	0.39	2.41	0.10	0.69	0.10	0.35
평균	0.57	2.44	0.38	2.52	0.24	0.65	0.15	0.26

1:1,000 해석도화 원도를 기준으로 분석하였다.(국립지리원,1995)

표 2.5에 나타난 바와 같이 1:20,000 항공사진영상의 도화정확도는 항공사진전용 자동독취기를 사용한 영상의 경우 건물과 도로레이어 모두 최대오차 한계인 2.0m를 만족했으나 일반용 자동독취기를 사용한 경우에는 허용범위를 모두 초과하는 것으로 나타났다.

또한, 1:5,000 항공사진영상에서는 항공사진 전용 자동독취기를 사용한 경우 건물과 도로레이어 모두 최대오차 한계인 0.4m를 만족한 반면, 일반용 자동독취기를 사용한 경우는 건물레이어부분에서 최대오차 한계인 0.4m를 초과하는 것으로 나타났다.

이상과 같이 자동독취기에 따른 각종 정성 및 정량적 분석을 통해 항공사진영상 데이터베이스를 구축함에 있어 일반용 자동독취기의 사용은 정량적이든 정성적이든 목적에 따라 제한적으로 사용되어야 함을 알 수 있었다.

3. 자동독취기 검증프로그램 개발

본 연구의 수행결과, 항공사진전용 자동독취기를 이용하여 생성된 항공사진영상은 확대배율에 따른 시각적 해상도와 표정정확도 및 2차제품생성에 따른 정확도에서 모두 정확도 기준을 만족하였다.

그러나, 항공사진영상의 기하학적 정확도는 원 자료의 품질보다는 독취시 이용되는 자동독취기 및 독취과정에서 포함되는 오차에 좌우될 수 있다.(I.S.M 2000)

본 연구에서는 2000년 국립지리원 연구과제를 통하여 정립한 자동독취기 검증방법을 이용하여 자동독취기 검증프로그램을 개발하였다.(국립지리원 2000)

자동독취기의 검증에 사용된 표준플레이트는 항공사진용 필름에 가로 세로 각 11개씩 총 121개의 레조마크를 20mm 간격으로 인쇄하여 제작하였다.

제작된 표준플레이트는 약 300-400매로 구성되는 항공사진필름 1 ROLL을 독취한 후, 자동독취기의 검증을 위해 자동독취하여 전 단계의 표준플레이트 자동독취 성과와 상좌표오차를 분석하였다. 그림 3.1은 자동독취기의 검증을 위해 본 연구를 통해 제작된 표준플레이트를 나타낸 것이다.

3.1 자동독취기 검증프로그램의 구성

자동독취기 검증시스템은 이미지 변환모듈과 상좌표 판측모듈 및 좌표변환과 분석모듈의 세부분으로 크게 구성되어진다.

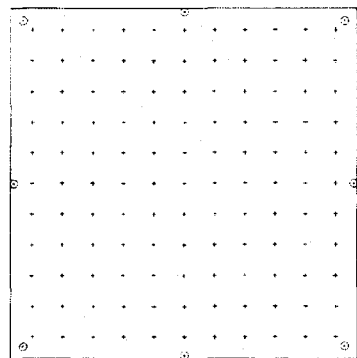


그림 3.1 자동독취기 검증용 표준플레이트

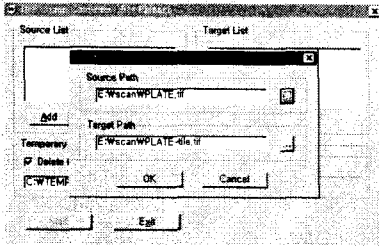


그림 3.2 이미지변환모듈

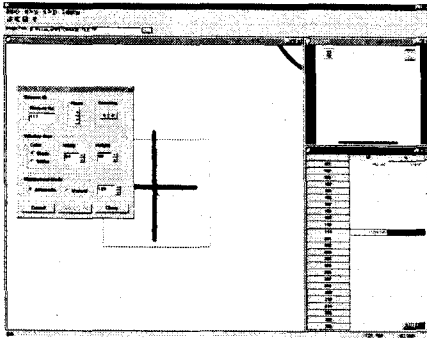


그림 3.3 자동 상좌표 관측 과정

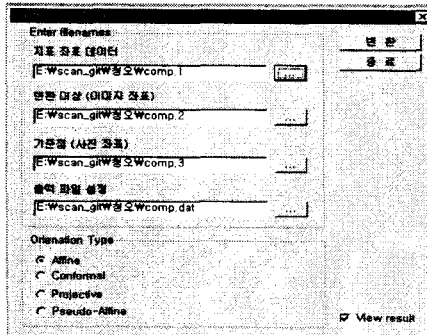


그림 3.4 좌표변환

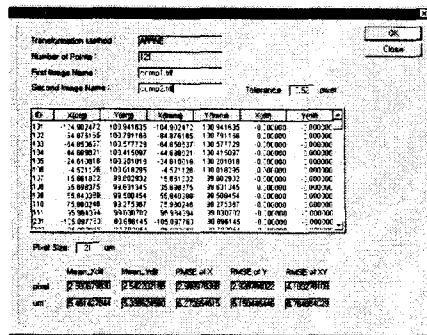


그림 3.5 좌표변환 과정

이미지 변환모듈은 항공사진과 동일한 규격의 표준플레이트를 자동독취할 경우 화일용량이 매우 크기 때문에 보다 신속하게 작업을 수행할 수 있도록 이미지 피라미드를 구성하는 모듈로서 그림 3.2와 같다.

상좌표 관측모듈은 표준플레이트 상에 존재하는 121개의 레조마크를 자동으로 관측하는 모듈로 레조마크의 중심은 밝기값을 이용한 무게중심과 임계값 기값을 동시에 계산하여 자동으로 정확하게 관측되도록 하였고, 수동관측도 가능하도록 하였다.

상좌표 관측모듈의 기준점관측 과정은 표준플레이트 외곽의 네 귀퉁이에 있는 레조마크를 관측하는 단계로서 최소 2점을 관측하면 실제 좌표와 상좌표를 비교하여 상대축척 및 영상의 회전각을 결정한다. 결정된 회전 및 축척계수를 이용하여 나머지 119개의 상좌표는 자동으로 이동되는 탐색윈도우 내에서 정확하게 결정되도록 하였다. 그림 3.3은 결정된 기준점의 위치를 이용하여 자동으로 상좌표를 관측하는 과정을 나타낸 것이다.

또한, 좌표변환 및 분석모듈은 일정한 주기로 자동독취된 표준플레이트의 레조마크 상좌표값이 어떤 방향으로 얼마만큼 움직였는지 그 방향과 크기를 계산할 수 있도록 상좌표계를 통일하는 단계이다.

이때, 기준이 되는 상좌표는 4개에서 8개까지 임의로 결정할 수 있고, 변환방법은 그림 3.4에서와 같이 부등각상사변환, 등각상사변환, 투영변환 및 의사부등각상사변환 중 하나를 선택할 수 있도록 하였다.

좌표변환 결과는 그림 3.5와 같이 출력창을 통하여 표현됨과 동시에 화일로 저장되어지며, 출력창에서는 미리 주어진 허용오차의 범위를 벗어날 경우 적색으로 표현되도록 하였다.

또한, 좌표변환결과는 계산되어진 상좌표오차에 대하여 평균 및 RMSE를 구하여 화소수와 μm 단위로 표현함으로써 자동독취기의 오차가 허용범위내에 있는지를 쉽게 판단할 수 있도록 하였다.

3.2 검증프로그램에 의한 자동독취기 검증

본 연구에서는 개발된 자동독취기 검증프로그램의

활용가능성을 분석하기 위해 항공사진전용 자동독취기를 이용하여 2000년 9월 26일 표준플레이트를 자동독취한 후 본 연구를 통해 개발된 시스템을 이용하여 레조마크의 상좌표를 취득하여 상좌표 분석의 기준으로 활용하였다.

이후, 1 ROLL(300~400매)의 필름을 독취한 후 표준플레이트를 1차 자동독취하고 동일한 방법으로 5차에 걸쳐 표준플레이트의 자동독취를 수행하여 본 시스템으로 상좌표를 관측하였다.

1차에 취득한 표준플레이트의 상좌표를 이후의 상좌표성과를 좌표 변환하여 분석한 결과 표 3.1과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

표 3.1에서 나타난 바와 같이 각 1 ROLL의 항공사진 필름을 자동독취한 후 독취된 5차에 걸친 표준플레이트의 상좌표 오차는 초기값과 비교하여 최대 8.320 μ m이내의 오차를 보이고 있다.

이와 같은 결과는 기 연구결과 제시된 자동독취기 오차한계인 ± 0.47 화소 즉, $\pm 9.87\mu$ m를 만족하고 있어 별도의 자동독취기의 검정이 필요하지 않다는 것을 알 수 있었다.

또한, 본 연구에서는 각 표준플레이트의 레조마크별 상좌표오차의 발생경향을 분석하기 위해 9월 26일 관측한 최초의 상좌표를 기준으로 5차에 걸쳐 상좌표 오차의 크기와 방향을 도화하여 분석하였다. 그림 3.6은 10월10일 자동독취된 5차의 상좌표오차를 500배 확대하여 벡터로 나타낸 것으로 점으로 된 부분이 기준위치이다.

그림 3.6에 나타난 바와 같이 레조마크별 상좌표오차의 방향성이나 크기 등이 일정하지 않고 불규칙

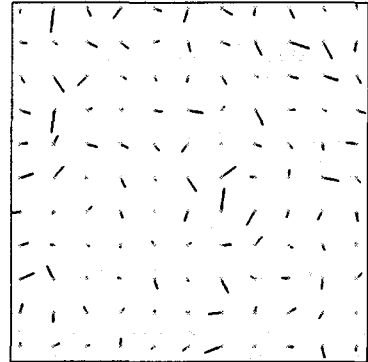


그림 3.6 자동독취기 상좌표오차의 벡터분석

로 나타남을 알 수 있었으며, 2차에서 5차까지의 결과도 동일한 현상을 보였다.

이와 같은 결과는, 자동독취기의 상좌표오차는 자동독취가 수행됨에 따라 누적되지 않음을 의미하여 본 연구에서 이용한 항공사진전용 자동독취기의 검정결과가 양호함을 나타낸다.

만약 자동독취기에 이상이 생겨 상좌표오차가 정확도 한계를 초과한다면 일정한 방향성을 지니거나 오차가 누적되어 나타나므로 쉽게 이용한 자동독취기의 검정이 필요함을 알 수 있다.

이상과 같이 본 연구를 통해 개발된 자동독취기 검증시스템을 이용할 경우 자동독취기가 기하학적으로 안정한지, 또는 허용범위 내에서 상좌표오차가 발생되는지 쉽게 판단할 수 있어 항공사진영상 데이터 베이스 구축 시 DB의 품질 확보에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 항공사진영상 데이터베이스구축에 이용되는 자동독취기의 정확도를 정성 및 정량적으로 분석하고, 그 활용 가능성을 타진하는 한편, 자동독취기 검증프로그램을 개발한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 일반용 자동독취기에서 자동독취된 항공사진영상을 확대배율별로 분석한 결과 확대배율이 증가할수록 시각적 해상도가 저하되어 수치사진측량 환

표 3.1 자동독취기 검증프로그램의 검증결과

상좌표오차 취득일	X		Y	
	Pixels	μ m	Pixels	μ m
0926-1010	0.296	6.215	0.325	6.834
0926-1017	0.310	6.515	0.382	8.023
0926-1023	0.351	7.368	0.396	8.320
0926-1101	0.254	5.343	0.310	6.508
0926-1113	0.263	5.519	0.291	6.117
0926-1126	0.277	5.828	0.337	7.085

경에서의 정량적인 작업에 이용하기에는 부적합함을 알 수 있었다.

둘째, 자동내부표정을 비롯한 각 표정단계 및 수치도화결과 일반용 자동독취기에 의해 독취된 항공사진영상은 표정단계별 정확도 기준을 모두 초과하여 사진측척에 따른 적절한 2차 제품 생성에 적합하지 않음을 알 수 있었다.

셋째, 일반용 자동독취기를 이용한 항공사진영상으로부터 DEM 및 정사투영영상을 생성하고 등고선 및 레이어별 도화정확도를 분석한 결과 정확도규정을 약 3~4배정도 초과하여 적정측척의 수치지도제작에는 문제가 있으나, 지형분석을 통한 전반적인 지형의 형태를 분석하는데는 이용 가능함을 알 수 있었다.

넷째, 자동독취기 검증프로그램을 개발하고 적용한 결과 자동독취기의 현황을 정량적으로 쉽게 평가할 수 있어 항공사진영상 데이터베이스의 품질 확보에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2001년도 상지대학교 교내연구비의 지원을 받아 연구되었으며, 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 국립지리원, 항공사진의 자동독취에 관한 최적화 방안에 대한 연구, 국립지리원, 2000
2. I.S.M. International Systemap Corp., The Fundamentals of Digital Photogrammetry, I.S.M. International Systemap Corp., 2000
3. 이현직, 손덕재, “국가기본도 수치지도제작 과정에서 입출력장비에 따른 위치정확도 분석”, 한국측지학회지 제16권2호, 1998
4. 국립지리원, 수치지도작성작업내규, 국립지리원, 1995
5. 이현직, 용민, “항공사진전용 자동독취기의 정확도 검증”, 한국측량학회지, 제18권4호, 2000
6. 이현직, 구대성, “수치사진측량에서 수치영상의 최적해상도에 관한 연구”, 상지대학교생산기술논총,

- 제8집, 2000
7. 유복모, Toni Schenk, 현대디지털사진측량, 문운당, 2001
8. 정조명, “항공사진 독취 해상도에 따른 영상정합 기법의 정확도 평가에 관한 연구”, 석사학위논문, 명지대학교 대학원, 1996.
9. Pitas, I., Digital Image Processing Algorithms, Prentice Hall International Ltd., UK, 1993.
10. Schenk, A.F., Digital Photogrammetry, Lecture Note of OSU, 1990.

(2002년 4월 29일 원고접수)