

항공사진 DB 구축에 사용된 자동독취기의 정확도 검증

Accuracy analysis of Scanner for the construction of Aerial photo image DB

이현직* · 이승호** · 용민*** · 김정일***
Lee hyun-jik · Lee sung-ho · Yong min · Kim jung-il

(220-702) 강원도 원주시 우산동 600번지 상지대학교 토목공학과

요 旨

1999년이래 순차적으로 수행되어지고 있는 항공사진 DB구축사업은 일반적으로 정확도가 검증되어진 항공사진전용독취기를 사용하여 항공사진영상 DB를 구축하고있으나, 일부기관에서는 시중에서 사용되는 일반자동독취기를 이용하여 항공사진영상 DB를 구축하기도 한다. 이에 본 연구에서는 항공사진전용독취기와 일반자동독취기를 정확도를 비교분석함으로써 항공영상 DB구축시 문제점과 타당성을 제시하고자 한다.

본 논문에서는 일반자동독취기의 활용 타당성을 분석하기 위하여 표정해석과 2차제품 제작을 통한 정확도를 항공사진전용독취기와 비교분석하였고, 자동독취기 검증 시스템을 개발하여 연구에 이용된 자동독취기를 검증함으로써 항공영상 DB구축에 있어서 필수적인 장비인 자동독취기의 정확도를 검증하였다.

1. 서론

항공사진정보는 정성적인 판독목적의 활용은 물론, 지도제작이나 위치결정 등 정량적인 활용을 위한 기초자료 중에 하나로 국립지리원에서는 이와 같은 주요정보의 효율적인 관리와 보다 광범위한 활용성 확보를 위해 항공사진영상 데이터베이스 구축사업을 순차적으로 수행하고있다.

기존의 항공사진자료는 항공사진전용독취기에 의해 스캐닝되어 사용되었다. 항공사진전용독취기는 스캐닝과정에서 발생하는 오차를 최소화 하므로써 항공사진영상을 데이터베이스화 하는데 가장 적합하게 사용되었다. 하지만, 일부 기관에서는 항공사진전용독취기가 아닌 일반독취기를 이용하여 항공사진을 DB화 하고 있어 항

공사진 DB구축시 혼선을 초래하고 있다.

이에 본 연구에서는 항공사진전용독취기와 일반독취기를 비교, 분석하여 항공사진 DB 구축 시 독취기의 활용범위를 증명하려 한다. 먼저 표정해석을 통한 정확도 분석을 수행한 다음 수치표고모형 및 정사투영영상 제작을 통한 정확도 분석을 수행하였다. 또한, 자동독취기 검증 프로그램을 개발하여 본 연구에 사용된 자동독취기의 성능에 문제가 없음을 증명하였다.

2. 표정해석과 2차제품 제작을 통한 정확도 분석

2.1 대상지역 선정 및 항공사진 자료 취득

* 상지대학교 토목공학과 조교수 · 공학박사 · 033-730-0475(E-mail : hjiklee@mail.sangji.ac.kr)

** 상지대학교 측량 및 GIS 연구실 연구원 · 공학석사 · (E-mail : lsh-kjh@hanmail.net)

*** 상지대학교 측량 및 GIS 연구실 연구원 · 석사과정 · 033-730-0477(Home Page : http://gis.sangji.ac.kr)

본 연구에서 사용된 항공사진은 2000년 5월에 경기도 과천시를 대상으로 촬영한 1:20,000 항공사진중 11번 스트립의 33, 34, 35 사진과 12번 스트립의 23, 24, 25 사진 6장과 2001년 4월 경기도 과천시를 촬영한 1:5,000 항공사진 중 24번 스트립 60, 61, 62, 63 사진, 25번 스트립 50, 51, 52, 53, 54, 55 사진, 26번 스트립 46, 47, 48, 49 사진 14장으로 실험을 수행하였다. 항공사진 촬영에 사용된 항공사진측량용 사진기는 1:20,000 항공사진의 경우 WILD사의 RC20으로서 초점거리 153.59mm 이었으며, 1:5,000 항공사진의 경우 ZEISS사의 RMK A 15/23으로 초점거리 153.0mm 였다.

자동독취 해상도는 이미 2000년 국립지리원의 연구사업(항공사진의 자동독취에 관한 최적화 방안에 대한 연구)에서 밝혀진 지도제작 및 2차제품 생성을 목적으로 하는 경우의 자동독취 최적해상도인 1,200dpi(21 μ m)로 자동독취 하였다.

2.2 표정해석을 통한 정확도 분석

2.2.1 자동내부표정에 따른 상좌표 정확도 분석

수치사진측량장비를 이용하여 내부표정을 수행한 결과 일반자동독취기인 Mirage II의 경우 항공사진 전용자동독취기인 Photoscan TD와 똑같은 해상도로 수치화 시켜도 전용 자동독취기에 비해 약 10배 정도의 오차를 나타냄으로써 일반용 자동독취기의 신뢰도가 상당히 저하됨을 알 수 있었다. 수치사진측량 시스템을 이용한 내부표정 결과값은 표 2-1, 표 2-2와 같다.

표 2-1 1:20,000항공사진의 내부표정
(단위 : μ m)

자동독취기종류 모델	INTERGRAPH Photoscan TD	UMAX MirageII
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

표 2-2 1:5,000항공사진의 내부표정 결과
(단위 : μ m)

자동독취기종류 모델	INTERGRAPH Photoscan TD	UMAX MirageII
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	8.13	165.26

표 2-1, 표 2-2에서 보듯이 자동내부표정을 수행한 결과값은 내부표정의 오차한계인 12.18 μ m를 크게 벗어남으로 수치사진측량용 영상으로 사용 할 수 없었다. 하지만 본 연구에서 사용된 수치사진측량 시스템(Image StationZ)은 내부표정의 오차한계가 수렴값 이상이 나와도 후속 실험이 가능한 장비이므로, 연구목적으로 후속실험을 수행하여 상호표정, 절대표정, DEM분석, 도화정확도 분석 등의 후속 연구를 수행하여 결과값을 분석해 보았다.

2.2.2 상호표정 수행에 따른 잔여시차 분석

표 2-3과 표 2-4는 상호표정 후 자동독취기 종류에 따른 평균제곱근오차(Root Mean Square Error)값을 나타낸 것이다.

표2-3 1:20,000항공사진의 상호표정 결과
(단위 : μm)

	PhotoScan TD	Mirage II
11strip 33,34 photo	4.4	7.7
11strip 34,35 photo	2.5	4.7
12strip 23,24 photo	4.3	7.3
12strip 24,25 photo	4.3	10.1
평균	3.9	7.5

표2-4 1:5,000항공사진의 상호표정 결과
(단위 : μm)

	PhotoScan TD	Mirage II
24strip 62,63 photo	6.4	7.9
25strip 51,52 photo	5.3	9.8
26strip 46,47 photo	6.4	11.0
평균	6.0	9.6

2.2.3 절대표정에 따른 위치정확도 분석

절대표정 후의 평면위치오차 및 표고오차를 분석해 본 결과 표 2-5, 표 2-6와 같은 결과를 도출할 수 있었다.

표 2-5 1:20,000 영상의 절대표정 결과값

		평면위치 오차	표고 오차
항공사진측량작업내규77조 (1:5,000 도화축척에서 지물 및 표고점 이용시)		2.5m 이내	1.0m 이내
전용독취기	1:20,000 영상	0.228m	0.529m
일반독취기	1:20,000 영상	3.112m	5.014m

표2-6 1:5,000 영상에서 절대표정 결과값

		평면위치 오차	표고 오차
항공사진측량작업내규77조 (1:1,000 도화축척에서 지물 및 표고점 이용시)		0.5m 이내	0.3m 이내
전용독취기	1:5,000 영상	0.259m	0.213m
일반독취기	1:5,000 영상	0.693m	1.432m

두 종류의 독취기를 이용하여 수치영상을 만들어 절대표정을 수행한 결과, 1:20,000 항공사진의 경우 항공사진전용자동독취기는 평면위치 오차와 표고오차 모두 허용오차 범위 이내에 들어왔으나 일반용자동독취기의 경우는 평면위치오차와 표고오차 모두 허용오차 범위를 초과하였다.

1:5,000 항공사진의 경우는 항공사진전용자동독취기는 평면위치오차와 표고오차 모두 허용범위 이내에 들어왔으나, 일반용자동독취기의 경우 평면위치오차는 만족하였으나 표고오차 부분에서 허용오차 범위를 약 3배정도 초과하였다. 그러나 위 결과값중 일반독취기의 결과값은 이미 자동내부표정을 수행하였을 때 오차범위를 초과한 데이터를 이용하여 상호표정과 절대표정 과정을 수행한 것이라 큰 의미를 부여하기는 힘든 상황이다.

2.3 2차제품 제작을 통한 정확도 분석

2.3.1 수치표고모형에 의한 표고정확도 분석

수치사진측량 시스템을 이용하여 표정 해석 단계를 수행한 후 수치표고 모형을 추출하였다. 정확도의 비교는 추출된 수치표고 모형 중 산악지역에 등고선을 생성한 후 해석도화원도로 생성된 수치표고 모형과 비교를 통해 정확도 분석작업을 수행하였다.

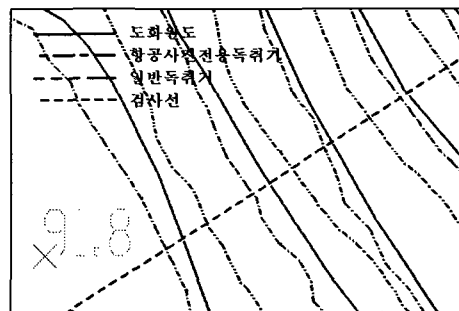


그림 2-1 수치표고모형을 이용하여 생성된 등고선

표 2-7 1:20,000 항공사진의 등고선 오차
(단위 : m)

표고	도화원도-전용독취기	도화원도-일반독취기
180	3.46	3.93
176	3.44	4.10
172	1.97	8.01
168	1.34	11.55
164	1.79	8.75
160	0.87	7.35
165	2.63	6.53
142	0.28	14.54
138	2.38	7.70
134	1.16	7.95
130	0.57	9.49
126	0.49	8.71
122	0.35	7.78
118	0.88	6.68
114	0.41	7.49
평균	1.47	8.04

표 2-8 1:5,000 항공사진의 등고선 오차
(단위 :m)

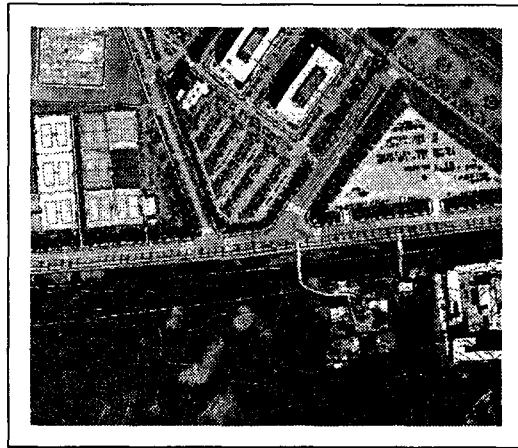
표고	도화원도-전용독취기	도화원도-일반독취기
89	0.21	2.14
88	0.55	1.34
87	0.77	1.22
86	0.54	1.47
85	0.62	1.61
84	0.37	1.85
83	0.45	1.60
82	0.41	2.03
81	0.55	2.04
80	0.53	2.07
79	0.50	2.09
78	0.64	1.71
77	0.59	2.04
76	0.71	2.20
75	0.31	2.56
평균	0.52	1.87

2.3.2 정사투영영상을 통한 3차원 수치지

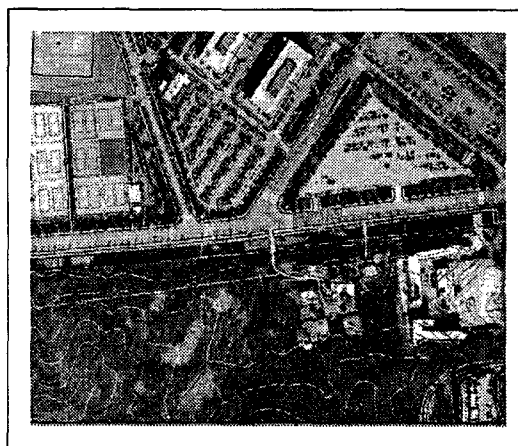
도제작 정확도 분석

절대표정 작업이 수행되고 나면 입체모델이 생성되어져 수치지도 제작이 가능해진다.

그림 2-2, 그림 2-3은 1:20,000 항공사진으로 제작된 정사투영영상에 도화원도를 중첩한 모습이며, 그림 2-4, 그림 2-5는 항공사진 전용독취기와 일반독취기로 독취되어 만들어진 정사영상을 도화한 후 도화원도와 비교한 것으로 결과값은 표 2-9, 2-10과 같다.



<그림 2-2> 정사투영 영상과 수치지도를 중첩시킨 영상 (1:5,000 PhotoScan TD)



<그림 2-3> 정사투영 영상과 수치지도를 중첩시킨 영상 (1:5,000 Mirage II)

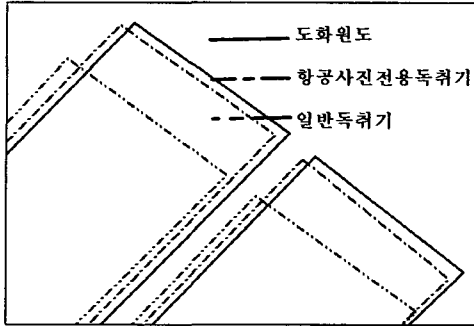


그림 2-4 건물의 위치정확도 비교 (1:20,000)

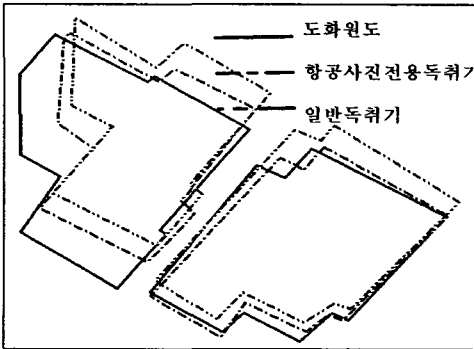


그림 2-5 건물의 위치정확도 비교(1:5,000)

표 2-9 1:20,000 영상의 수치도화 후 위치 정확도 비교 (단위 : m)

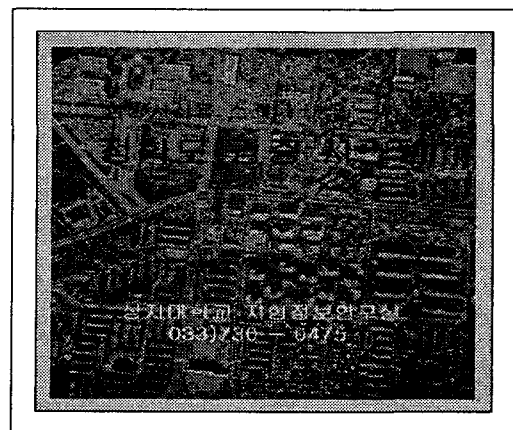
임의의 관측점	건 물		도 로	
	도화원도 전용독취기	도화원도 일반독취기	도화원도 전용독취기	도화원도 일반독취기
1	0.68	2.73	0.40	3.18
2	0.40	2.21	0.40	2.60
3	0.19	2.43	0.41	3.14
4	0.29	2.69	0.36	2.51
5	0.42	2.88	0.23	2.54
6	0.36	3.04	0.18	1.98
7	0.80	3.07	0.31	2.05
8	1.45	2.01	0.54	2.32
9	1.41	2.84	0.50	2.34
10	1.10	2.96	0.42	2.52
11	0.42	1.55	0.61	2.79
12	0.26	1.96	0.33	2.53
13	0.08	1.83	0.33	2.98
14	0.16	2.00	0.34	1.99
15	0.66	2.44	0.39	2.41
평균	0.58	2.44	0.38	2.53

표 2-10 1:5,000 영상의 수치도화후 위치 정확도 비교 (단위 : m)

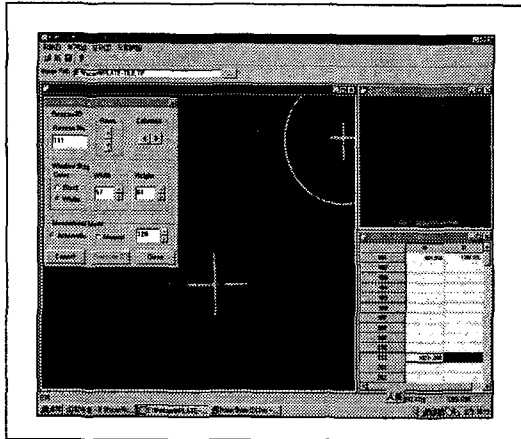
임의의 관측점	건 물		도 로	
	도화원도 전용독취기	도화원도 일반독취기	도화원도 전용독취기	도화원도 일반독취기
1	0.17	0.58	0.17	0.19
2	0.31	0.65	0.62	0.89
3	0.20	0.96	0.15	0.18
4	0.22	0.59	0.10	0.14
5	0.35	0.51	0.04	0.11
6	0.17	0.40	0.15	0.22
7	0.23	0.79	0.11	0.18
8	0.12	0.49	0.13	0.25
9	0.25	0.36	0.10	0.25
10	0.28	0.78	0.11	0.28
11	0.21	0.88	0.13	0.23
12	0.65	0.98	0.14	0.20
13	0.12	0.53	0.11	0.24
14	0.22	0.70	0.10	0.33
15	0.10	0.69	0.10	0.35
평균	0.24	0.66	0.15	0.27

3. 자동독취기 검증프로그램 개발

본 연구에 사용된 수치영상의 품질확보를 위해 자동독취기 검증프로그램을 개발하였다. 본 연구에서 개발된 프로그램은 그림 3.1, 3.2와 같다.



<그림 3-1 초기화면 >



<그림 3-2> 표준 PLATE Display 화면

본 연구에서는 5회에 걸쳐 표준 PLATE를 자동독취하여 본 연구에서 개발된 자동독취기검증 프로그램의 신뢰성 분석을 수행하였다

표 3-1은 항공사진전용자동독취기의 검증시스템에서 테스트 한 5개의 결과물에 대한 검증결과를 분석한 것이다. 초기값은 첫 번째 데이터로 읽은 값을 사용하였으며, 이값을 기준으로 본 연구에 사용되었던 항공사진전용자동독취기에서 독취한 표준플레이트 중 일정한 간격(각 1Roll당)으로 5번의 표준플레이트에 대한 결과를 분석해 보았다.

표 3-1 검증시스템을 이용한 검증결과
(단위 : μm)

		X	Y
초기값		9	20
1차	관측값	7	24
	오 차	2	4
2차	관측값	9	24
	오 차	0	4
3차	관측값	8	23
	오 차	1	3
4차	관측값	8	23
	오 차	1	3
5차	관측값	8	25
	오 차	1	5

표 3-1의 결과값과 같이 5번의 표준플레이트를 읽고 실험한 결과값은 모두 허용오차 범위인 $\pm 9.87\mu\text{m}$ 이내에 들어왔으므로 본연구에서 사용된 자동독취기의 검증은 필요하지 않음을 알 수 있었다.

4. 결 과

본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 자동내부표정을 통하여 관측된 상좌표 오차가 항공사진전용자동독취기의 경우 $5.1\mu\text{m}$ 로 내부표정 허용오차 한계를 만족했지만, 일반자동독취기의 경우 약 $51.2\mu\text{m}$ 로 나타내 내부표정 허용오차 한계 값인 $10.92\mu\text{m}$ 를 훨씬 초과 하므로 이 후 실험에 대한 신뢰도를 기대하기 힘들었다.

2. 표정해석의 정확도 기준은 국립지리원 항공사진측량작업내규 77조를 기준으로 하였을 때 1:20,000 영상의 경우 전용자동독취기로 수치화된 영상의 경우 평면 위치오차가 0.228m, 표고오차가 0.529m로 오차한계(평면 2.5m이내, 표고 1.0m이내)를 수렴하였으나, 일반자동독취기로 수치화된 영상의 경우 평면위치오차가 3.112m, 표고오차가 5.01m를 나타내어 지리원 규정을 벗어나는 결과를 나타내었다. 1:5,000 영상의 경우는 전용자동독취기로 수치화된 영상의 경우 평면위치오차가 0.259m, 표고오차가 0.231m를 나타내어 오차한계(평면 0.5m이내, 표고 0.3m이내)를 수렴하였고, 일반자동독취기의 경우 평면위치 오차는 0.693m로 오차한계를 수렴하였지만, 표고오차가 1.432m로 오차범위를 벗어나는 결과값을 나타내었다.

3. 추출된 DEM을 이용하여 등고선을 생성한 후 정확도를 분석한 결과 1:20,000

항공사진과 1:5,000 항공사진 모두 항공사진전용자동독취기에서 얻은 등고데이터는 규정을 만족했지만, 일반자동독취기로 수치화한 영상에서 얻은 등고데이터는 각각 규정치를 약 4배와 3배 정도 초과하는 값을 나타내었다.

4. 항공사진측량작업내규66조의 규정에 따라 제작된 수치영상으로 수치도화를 수행하여 건물과 도로를 분석한 결과 1:20,000 항공사진과 1:5,000 항공사진 모두 항공사진전용자동독취기의 경우 최대 오차를 만족했으나 일반자동독취기는 규정치를 모두 초과하였다.

5. 본 연구에 사용된 수치영상의 품질 확보를 위해 자동독취기 검증시스템을 제작하였고, 제작된 자동독취기 검증시스템을 통해 본 실험에 사용된 수치영상의 품질에 전혀 문제가 없을 확인하였다.

6. 본 연구를 수행한 결과 현재는 일반자동독취기를 사용하여 자동독취한 영상은 기존의 항공사진전용자동독취기를 이용하여 얻어진 영상에서처럼 수치지도 제작이나 정사사진지도 제작 등의 2차제품 생성용으로 사용하기는 어렵지만 일부 관독용이나 오래된 항공사진영상의 보관용으로 사용은 가능하리라 사료되며 앞으로 자동독취기에 대한 기술연구와 오차보정 프로그램 개발연구가 지속되어야 할 것이다.

참고문헌

- 1) Moffitt, H. F., and Mikhail. E. M., "Photogrammetry", Haper & Row Publisher, 1980
- 2) 이현직, 손덕재, "국가기본도 수치지도

제작 과정에서 입출력장비에 따른 위치정확도 분석", 한국측지학회지, 1998.

3) 최선용, 이용용, 조봉환, "지도 위치정확도 평가방안 연구", 한국지형공간정보학회 학술발표회 개요집, 1997.

4) Wolf, P. R., "Elements of Photogrammetry", McGraw-Hill International Book Company, 1983

5) 유환희, 김성우, 성민규, "입체 항공사진영상을 이용한 DEM 생성 및 건물경계추출", 한국측지학회논문집, 제16권, 제2호, 1998.

6) Dean, C., "Analitical Photogrammetry Theory and Practice", Ohio State University, 1984