Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry, and Cartography 2009 / Seoul / Korea

경사사진 촬영을 위한 설계요소에 관한 연구

A study on the design parameters for oblique aerial photography

서상일1) · 박선동2) · 윤동진3)
Seo, Sang Il · Park, Seon Dong · Yoon, Dong Jin

1) (주)범아엔지니어링 국토정보시스템연구소 주임연구원(E-mail:ssi760@panasia.co.kr)
2) (주)범아엔지니어링 국토정보시스템연구소 수석연구원(E-mail:sdpark@panasia.co.kr)
3) (주)범아엔지니어링 국토정보시스템연구소 주임연구원(E-mail:jini0040@panasia.co.kr)

요 지

최근 국내에는 다차원 공간정보 구축을 위하여 디지털 항공사진 및 항공라이다 장비를 이용하고 있으나, 위 데이터만을 이용하여 세밀하고 사실감 있는 3차원 공간데이터를 구축하는데 제한적이며, 고품질의 Texture Mapping을 위해 지상사진을 이용하지만 인력 및 작업시간이 많이 소요된다. 이에 해외에서는 사실감 있는 3차원 공간정보 구축을 위하여 연직과 경사사진을 동시에 촬영하는 다각사진촬영시스템을 이용하고 있으며, 본 연구에서는 다각사진촬영시스템 개발시 고려해야할 경사사진 촬영 설계요소에 대하여 분석하였다. 연구결과 촬영고도, 카메라각도에 의하여 경사사진 주점의 거리, 지상해상도, 카메라 화각(FOV), 촬영영역에 대하여 분석할 수 있었다.

핵심어 : 3차원 공간데이터, Texture Mapping, 3차원 시각화, 경사사진

1. 서론

최근 유비쿼터스 사회로 발전하는데 위치정보의 근간이 되는 3차원 공간정보의 세밀함과 최신성에 대한 요구가 증가하고 있어 3차원 국토공간정보사업이 추진되고 있다. 3차원 공간정보구축은 연직 항공사진을 이용한 3차원 도화, LiDAR를 이용한 3D 도시모델 구축, GPS-Van을 이용한 건물의 가시화 및 속성구축 등의 업무로 구성되어 있다. 그러나 일반적인 항공사진은 연직방향으로 촬영하므로 정확한 3차원 위치를 측정하는데 특수한 장비와 숙련된 경험을 필요로 하고 있어 각종 도시 관리 업무에 활용하는데 많은 어려움이 있다. 또한 GPS-Van의 촬영 화각과 도로의 시설물에 의한 가시성의 한계 등으로 인하여 주요건물이나 시설물은 작업자가 직접 사진을 촬영하여 3차원 가시화 작업을 수행하고 있는 실정이므로, 3차원 지리정보의 효율적인 구축과 항공사진의 업무상 활용성을 높이기 위하여 1개의 지점을 5방향에서 촬영하여 건물의 옥상과 벽면을 동시에 측정 및 처리할 수 있는 다각사진촬영시스템의 개발이 요구되고 있다. 이러한 다각사진촬영시스템은 여러 개의 중해상도 디지털 카메라로 연진방향, 비행방향의 전후, 좌우를 동시에 촬영하여 1개의 지점에 대해 1

개의 연직사진과 4개의 경사사진으로 구성된 항공사진을 제공하므로써, 연직방향으로 촬영된 일반 항공사진에 비해 건물의 벽면이 많이 보이므로 일반인들도 쉽게 사용할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 다각사진촬영시스템 개발시 경사카메라시스템에 대하여 센서의 최적의 설계요소를 도출하기 위해 카메라 각도(Camera Angle), 렌즈 초점거리 및 촬영고도를 조정하여 카메라 FOV, 촬영영역(Full area coverage), 연직사진 주점으로부터 경사사진 주점까지의 거리, 지상해상도(GSD) 등을 분석하였다.

2. 연구내용

본 연구에서는 Rollei AIC P20 카메라 1대를 이용하여 다각사진촬영시스템 촬영시 주요 설계요소인 항공기 촬영고도와 운항속도를 정의하고, 경사카메라시스템의 카메라 각도와 카메라의 렌즈 초점거리를 조정하여 연직사진 주점으로부터 경사사진 주점까지의 거리, 지상해상도, 카메라의 촬영영역에 대하여 분석하였다.

표 1 Rollei AIC P20 카메라 사양

Camera Type	Rollei AIC Pro20
CCD Array (pixel)	4080 × 4076
Sensor size	36.9㎜ × 36.9㎜
Pixel size	9㎛
Focal Length	72㎜

2.1 경사사진 카메라 각도

경사사진 촬영을 위한 카메라 각도는 도심지, 건물 밀집정도, 인동간격등과 같은 지역적인 특성을 고려하여야 하나, 본 연구에서는 Rollei AIC P20 카메라를 이용하여 촬영고도 및 카메라의 초점거리를 조정하여 카메라 각도 30°, 40°, 45°에 의한 지상해상도(GSD)를 분석하였다. 먼저 촬영고도 1000m 일 때 렌즈 초점거리에 의한 카메라 각도별 지상해상도 분석 결과는 표 2와 같다.

표 2 렌즈 초점거리에 의한 카메라 각도별 지상해상도 분석

Lens focal length (㎜)	50			72			100		
Camera Angle (degrees)	30	40	45	30	40	45	30	40	45
GSD minimum (m)	0.17	0.18	0.19	0.13	0.13	0.14	0.09	0.10	0.11
GSD average (m)	0.21	0.23	0.25	0.14	0.16	0.18	0.10	0.12	0.13
GSD maximum (m)	0.26	0.34	0.40	0.17	0.21	0.24	0.12	0.14	0.16

아래 표는 렌즈 초점거리 100㎜ 경우 촬영고도에 의한 카메라 각도별 지상해상도 분석 결과이다.

표 3 렌즈 초점거리에 의한 카메라 각도별 지상해상도 분석

Flight height (m)	1000			1200		
Camera Angle (degrees)	30	40	45	30	40	45
GSD minimum (m)	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13
GSD average (m)	0.10	0.12	0.13	0.12	0.14	0.15
GSD maximum (m)	0.12	0.14	0.16	0.14	0.17	0.19

2.2 촬영영역

촬영영역은 경사카메라시스템 설계시 가장 중요한 요소중에 하나이며, 경사카메라의 구성, 카메라 각도, 영상취득간격등에 영향을 미친다. 본 연구에서는 Rollei AIC P20 카메라 사양에 렌즈 초점거리 50㎜, 72㎜, 100㎜를 이용하여, 카메라 각도 30, 40, 45도 별로 수직사진 주점으로부터 경사사진의 근경, 주점, 원경까지의 거리, 카메라의 화각(FOV) 및 중복도 60%시 영상데이터 취득간격을 분석하였다.

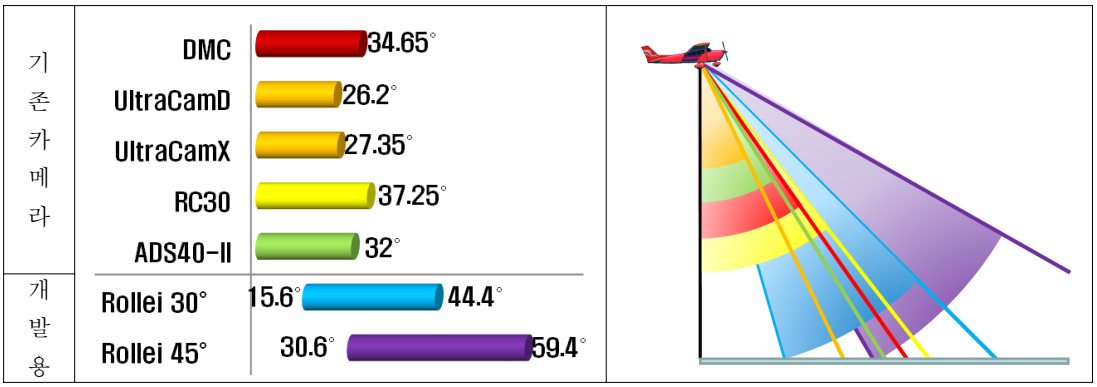
표 4와 5는 렌즈 초점거리에 의한 카메라 각도별 연직사진 주점에서 경사사진의 주점까지의 거리, 카메라의 촬영각도, 분석 결과이다.

표 4 촬영고도 1000m 일 경우 분석결과

Lens focal length	㎜	50			72			100		
Camera Angle	degree	30	40	45	30	40	45	30	40	45
GSD (min)	m	0.17	0.18	0.19	0.13	0.13	0.14	0.09	0.10	0.11
GSD (avg)	m	0.21	0.23	0.25	0.14	0.16	0.18	0.10	0.12	0.13
GSD (max)	m	0.26	0.34	0.40	0.17	0.21	0.24	0.12	0.14	0.16
Distance (min)	m	173.72	361.11	463.23	281.24	481.44	593.94	356.21	568.23	690.02
Distance (avg)	m	577.35	839.10	1000.00	577.35	839.10	1000.00	577.35	839.10	1000.00
Distance (max)	m	1197.90	1742.22	2158.76	975.59	1391.24	1683.66	850.88	1208.52	1449.24
FOV (cross-track) min ~ max angle	degree	9.85	19.85	24.85	15.71	25.71	30.71	19.61	29.61	34.61
		50.15	60.15	65.15	44.29	54.29	59.29	40.39	50.39	55.39
FOV (along-track)	degree	40.33	40.33	40.33	28.61	28.61	28.61	20.81	20.81	20.81
Frame Rate (Overlap:60%)	sec/f	5.07	5.73	6.21	3.52	3.98	4.31	2.54	2.87	3.11

표 4와 같이 경사사진의 근경, 주점, 원경까지의 거리는 카메라 각도에 따라 증가하며, 100㎜ 렌즈를 사용시 그 증가폭이 줄어드는 것을 알 수 있다. 그러나 100㎜렌즈는 50~72㎜ 렌즈 보다 화각이 줄어드는 것을 알 수 있었으며, 영상데이터 취득간격이 짧은 것을 알 수 있었다.

표 5 Rollei AIC P20카메라 초점거리 72㎜ 렌즈 사용시 카메라 화각비교



경사방향카메라의 각도 설정을 위해 1,000m 촬영고도에서 초점거리 72㎜렌즈를 사용하여 기존카메라와 카메라화각을 비교하였다. 기존의 대형 디지털 카메라 보다 아날로그 필름 카메라인 RC30이 가장 높은 경사각인 최대 37.25°의 영상을 촬영할 수 있다. 반면, 경사사진 카메라의 경우 59.4°까지 촬영이 가능하다. 하지만, 경사사진의 경우 카메라 각도가 증가함에 따라 연직사진에 비해 지상해상도가 낮아지게 되며, 이를 보완하기 위해 초점거리가 좀 더 긴 렌즈를 사용해야 한다는 것을 알 수 있었다.

표 6 촬영고도 1200m 일 경우 분석결과

Lens focal length	㎜	50			72			100		
Camera Angle	degree	30	40	45	30	40	45	30	40	45
GSD (min)	m	0.21	0.22	0.22	0.15	0.16	0.17	0.11	0.12	0.13
GSD (avg)	m	0.25	0.28	0.31	0.17	0.20	0.21	0.12	0.14	0.15
GSD (max)	m	0.32	0.41	0.48	0.20	0.25	0.28	0.14	0.17	0.19
Distance (min)	m	208.46	433.33	555.87	337.48	577.72	712.73	427.45	681.87	828.02
Distance (avg)	m	692.82	1006.92	1200.00	692.82	1006.92	1200.00	692.82	1006.92	1200.00
Distance (max)	m	1437.48	2090.67	2590.51	1170.71	1669.49	2020.40	1021.05	1450.22	1739.09
FOV (cross-track) min ~ max angle	degree	9.85	19.85	24.85	15.71	25.71	30.71	19.61	29.61	34.61
		50.15	60.15	65.15	44.29	54.29	59.29	40.39	50.39	55.39
FOV (along-track)	degree	40.33	40.33	40.33	28.61	28.61	28.61	20.81	20.81	20.81
Frame Rate (Overlap:60%)	sec/f	6.09	6.88	7.45	4.23	4.78	5.18	3.04	3.44	3.73

표 5는 표4와 비교 했을 때 전체적인 지상해상도는 저하되나, 연직사진기준으로 중복도 60% 촬영시 영상취득간격을 분석한 결과 보다 안정적으로 데이터를 취득할 수 있는 것을 알 수 있었다.

3. 결론

본 연구에서는 경사카메라시스템 구성을 위하여 카메라 각도(Camera Angle), 렌즈 초점거리, 촬영고도, 카메라의 FOV, 촬영영역(Full area coverage), 연직사진 주점으로부터 경사사진 주점까지의 거리, 지상해상도(GSD) 등을 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 카메라 각도는 50㎜렌즈를 사용할 경우 카메라 각도가 증가함에 따라 원경의 지상해상도가 저하되는 것을 알 수 있었으며, 72㎜ 또는 100㎜렌즈로 교체하면 전체적인 지상해상도가 향상되며 원경의 지상해상도도 향상하는 것을 알 수 있었다.

2. 지상해상도를 높이기 위해 초점거리가 좀 더 긴 100㎜렌즈를 쓸 경우 향상된 지상해상도로 영상을 취득할 수 있지만, 초점거리가 길어진 만큼 카메라의 화각이 좁아져 촬영범위가 줄어든 것을 알 수 있었다.

3. 카메라 각도가 증가함에 따라 경사사진 원경의 거리가 증가하며, 촬영고도가 높아질수록 증가율이 커지는 것을 알 수 있었다. 하지만 100㎜렌즈를 사용하면 연직사진 주점으로부터 경사사진의 근경, 주점, 원경까지의 거리가 좁아지는 것을 알 수 있었으며, 경사카메라시스템의 경우 렌즈의 초점거리가 긴 경우 영상이 기하학적으로 안정될 수 있다고 판단된다.

4. Rollei AIC Pro카메라의 경우 영상취득간격은 중복도 60%일 경우 초점거리가 긴 100㎜ 보단 72㎜ 렌즈가 유리한 것을 알 수 있었으며, 촬영고도가 높아지면 안정적으로 데이터를 취득할 수 있는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과제의 연구비지원(07국토정보C02)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

정성혁 이계동 이재기 (2008), “GIS 공간분석을 위한 3D 영상모형의 구축과 활용”, 한국측량학회지, Vol.26 No.6, pp. 561-569

Karsten Jacobsen (2008), "Geometry of vertical and oblique image combinations", Leibniz University Hannover

Karsten Jacobsen (2008), "CALIBRATION OF CAMERA SYSTEMS", Leibniz University Hannover

G. J. Grenzdörffer, M. Guretzki, I. Friedlander (2007), "PHOTOGRAMMETRIC IMAGE ACQUISITION AND IMAGE ANALYSIS OF OBLIQUE IMAGERY - A NEW CHALLENGE FOR THE DIGITAL AIRBORNE SYSTEM PFIFF", WG I/4