

구조물 3D 구현을 위한 수치사진측량과 캐드의 통합 시스템 개발

Development of Integration System of Digital Photogrammetry and CAD for 3D Implementation of Construction

강준목* 배상호** 주영은***
Kang Joon-Mook Bae Sang-Ho Joo Young-Eun

1. 서 론

정보산업이 발달함에 따라 사회 여러 분야에서 수치자료의 구축을 통한 효율적인 자료의 분석과 통합 및 활용에 관심이 모아지고 있다. 최근 컴퓨터와 전자기술의 발달에 힘입어 새로운 해석 기법이나 첨단 장비들이 수치자료의 구축에 활용되고 있다. 수치사진측량에 의한 영상해석 기법도 그 활용이 증대되어 가고 있으며, 건설분야에서도 각종 구조물들에 대한 수치도면 작성, 시설물의 유지관리 및 안전성 검토 등에 수치사진측량의 활용 가능성이 증대되고 있는 실정이다. 또한 고고학 분야에서도 종래의 실측방법에서 탈피하여 영상해석 기법을 이용한 문화재의 D/B 구축을 수행해가고 있는 실정이다.

그러나 이러한 분야에서 수치사진측량의 활용을 위해서는 고가의 수치사진측량 측정 및 해석시스템이 필수적이다. 따라서 지도 제작이외의 일반적인 구조물이나 시설물에 대한 수치사진측량의 활용은 제한적인 수밖에 없다.

이에, 본 연구에서는 높은 정밀도를 요하지 않는 건축물이나 산업 구조물의 수치 도면화 작업을 보다 효율적으로 수행할 수 있는 수치사진측량 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 표정을 통한 입체 영상의 도화과정을 배제한 간소화된 영상분석 루틴을 구성하고, 캐드 시스템과의 연계를 통한 하나의 통합 시스템을 설계하고자 한다. 사진측량에 있어 비숙련자도 사용이 가능하며 사진측량의 교육용 소프트웨어로도 활용이 가능하도록 각 처리루틴을 최대한 간소화하고 독립적이며 계층적인 연계성을 갖도록 구성함은 물론 사용자의 인터페이스를 강화한 이벤트 중심의 객체지향기법을 이용하여 시스템 설계를 한다. 또한 시스템 활용의 범용성을 넓히기 위하여 보다 손쉬운 카메라 검정방법을 이용하여 디지털 카메라의 검정을 수행하고자 한다. 이와 같이 구축한 시스템을 이용하여 건축물에 대한 영상 분석을 통해 3차원 위치자료를 획득하여 도면화를 수행하므로써 그 신뢰도와 활용가능성을 검증하고자 한다.

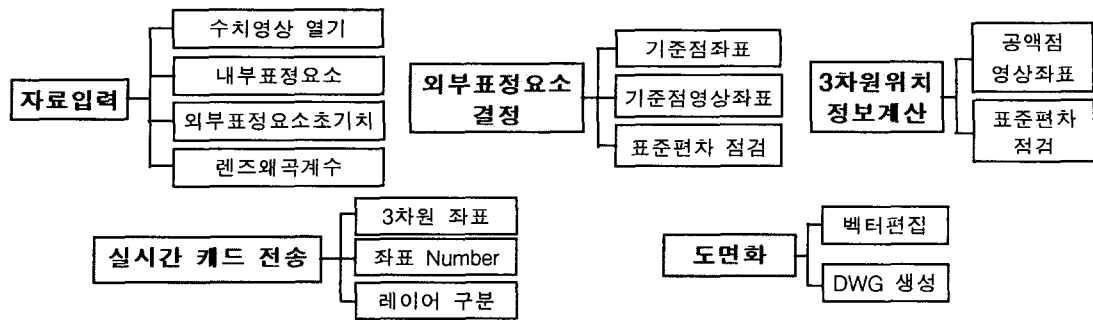
2. 시스템 구축

지상사진측량 촬영의 어려움과 고가의 해석장비를 배제하고도 영상해석을 통한 3차원 도면화를 손쉽게 할 수 있는 시스템을 개발하여 일반인들의 활용을 용이하게 하고자 하였다. 이를 위해 메뉴의 단순화와 이벤트 발생을 통한 일관된 해석을 수행할 수 있게 하였다. 사용한 개발 언어는 Visual Basic 6.0이며 영상자료의 도면화 공정은 그림 1과 같다.

* 충남대학교 토목공학과 교수

** 대림대학 토목공학과 전임강사

*** 충남대학교 대학원 토목공학과 박사수료



컴퓨터 시스템 이미지
파일 편집 영상처리 칼라처리 입력자료 측정 윈도우 도움말

그림 1 처리공정 및 메뉴구성

2.1 자료입력 및 영상처리

수치영상분석을 통해 3차원 위치정보를 획득하기 위해서는 좌우측 수치영상, 영상의 화소크기, 내부 표정요소, 렌즈왜곡계수 그리고 외부표정요소 초기값 등을 입력하여 한다. 본 시스템에서 입체영상의 저장되는 파일형식은 디지털 카메라에서 지원이 되고 압축율이 좋은 JPEG 형식을 택하였고, 수평 혹은 수직으로 분할하여 모니터에 좌우측 영상을 출력 하도록 하였으며 마우스 오른쪽 버튼의 이벤트를 통해 5배 확대된 확대창이 활성화되도록 하였다. 그 외의 입력자료들은 그림 2와 같이 각 단계별로 대화상자를 이용하여 구현하여 직접 사용자가 입력하도록 하였다.

영상의 질 개선을 위한 기본적인 영상처리는 각 알고리즘별로 모듈을 구성하여 하나의 메뉴에 포함하였다. 히스토그램의 확장과 균등화, 다양한 필터를 이용한 면처리 알고리즘들을 구현하여 필요에 따라 영상 처리를 통한 좌표측정의 정확도를 향상시킬 수 있도록 하였다.

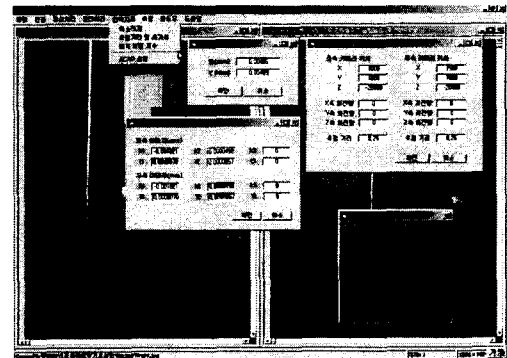


그림 2 영상출력 및 자료입력 대화상자

2.2 외부표정요소 결정

본 연구에서는 영상에 대한 기본자료 입력 후 외부표정요소 즉 좌우측 영상의 투영중심위치와 회전 요소를 결정하기 위해서 공선조건식을 선형화하여 외부표정요소 초기값과 기준점 및 기준점에 대응하는 영상좌표를 입력하여 최소제곱법으로 반복 수행하여 최종 외부표정요소를 계산하도록 구성하였다. 그림 3은 외부표정요소 결정 대화상자를 나타낸 것이다. 기준점에 대한 번호와 좌표는 외부표정요소 결정 대화상자 내에서 텍스트 상자를 이용하여 직접 입력하도록 하였다. 이에 대응하는 영상좌표는 콤보박스를 이용하여 좌우측 영상을 구별한 후 확대창에서 마우스 왼쪽 버튼의 이벤트를 통하여 부화소 단위로 측정하여 입력되며 내부적으로 내부표정요소를 이용하여 영상좌표로 변환되도록 하였다. 최소 3점 이상의 기준점에 대한 작업을 수행한 후 "확인" 버튼을 클릭하면 좌우측 영상에 대한 외부 표정요소와 그 표준편차가 텍스트로 출력되어 결과의 수용 혹은 재측정 여부를 확인하도록 하였다.

2.3 3차원 위치정보 획득 및 캐드 입력

그림 4는 공간전방회법을 이용한 미지점의 3차원 위치를 결정하는 대화상자를 나타낸 것이다. 3

3차원 위치정보를 획득할 미지점의 번호를 입력하고 영상좌표를 좌우측 영상에서 측정하여 입력되도록 하였다. “3차원 좌표계산”을 클릭하면 입력된 영상좌표와 이미 결정되어 있는 좌우측 영상의 외부표정 요소를 이용하여 3차원 위치정보와 각 축에 대한 표준편차를 계산하여 표시하도록 구성하였다.

이와 같이 계산된 3차원 위치정보는 “ACAD입력”을 통해 입력한 미지점의 번호와 함께 포인트 정보로 캐드 시스템에 입력되어 좌표측정과 함께 실시간으로 도면화가 가능하도록 구현하였다.

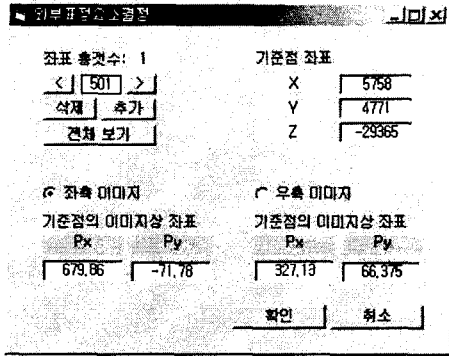


그림 4 외부표정요소결정 대화상자

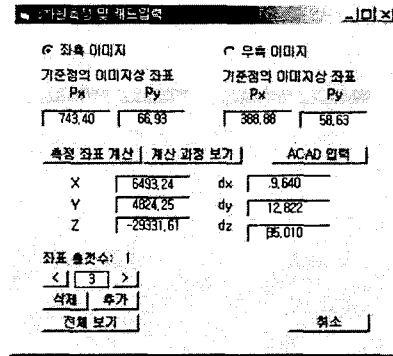


그림 5 3차원측정 대화상자

3. 시스템 검증 및 도면화

3.1 카메라 검정

개발한 시스템의 활용도 평가를 위해 저가이며 중해상도(1536×1024)의 영상을 획득할 수 있는 DC260 디지털 카메라(Kodak社)를 촬영시스템으로 채택하였다. 이와 같은 비측정용 디지털 카메라를 사진측량에 이용하기 위해서 우선 카메라 검정을 수행하였다.

카메라 검정을 위해 실내의 기복이 없는 벽면에 49개의 원형 타겟을 부착하여 정면과 상하좌우 9곳에서 촬영하였으며, 각 측정점에 대하여 기준점 측량을 수행하여 3차원 좌표를 획득하였다. 표 1은 획득한 영상과 3차원 좌표를 이용하여 획득한 카메라 정보이며 그림 6은 렌즈의 왜곡량을 벡터로 도시한 것이다.

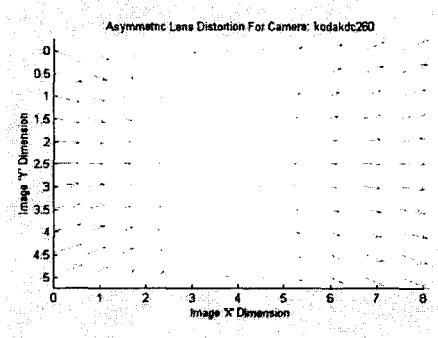


그림 6 렌즈 왜곡량 벡터

표 1 카메라 내부표정요소 및 렌즈왜곡계수

Focal Length(mm)	K_1 (mm)	K_2 (mm)	T_1 (mm)	T_2 (mm)	x_p (Pixel)	y_p (pixel)
8.25	-1.8217E-03	4.9897E-05	7.0500E-06	8.5749E-05	756.404	505.091

3.2 시스템 검증 및 건축물 도면화

개발한 시스템의 정확도 검증과 건축물의 도면화 작업에의 활용 가능성을 평가하고자, 그림 7과 같은 건축물의 일부분에 대하여 적용하였다. 대상으로부터 약 15m 촬영거리에서 중박도 60%로 촬영하여 입체영상을 획득하였다. 그리고 창문이나 벽체의 모서리와 같은 대상물의 특징점을 선택하여 무반사경 토털스테이션을 이용하여 기준점 측량을 수행하였다. 건축물과 같은 대형 대상물에 대하여 사진측량시 영상내에서 인식할 수 있는 기준점을 제작하여 고른 분포의 배치를 통해 성과를 획득하는 작업은 전체 작업 공정에 있어 많은 시간과 경비를 필요로 하기 때문에 무반사경 토털스테이션을 이용

하여 특징점들을 기준점으로 채택하여 성과를 획득하였다. 또한, 본 연구에서 개발한 시스템을 이용하여 획득한 3차원 위치정보와 토털스테이션 성과와의 비교·분석을 통해 프로그램의 검증은 수행하기 위하여 고른 분포로 17점에 대하여 측량을 수행하였다. 입체영상과 17점의 기준점 중 5점을 사용하여 좌우측 영상의 외부표정요소를 결정하고 나머지 12점에 대하여 영상좌표를 측정하여 공간전방교회법에 의해 3차원 좌표를 계산하여 토털스테이션 성과와 비교·분석한 결과 X, Y축에서는 약 10mm, Z축에 대하여 약 25mm의 평균 편차량을 나타내었다. 이와 같은 편차량은 영상의 공간 해상력과 특정 표식이 있는 기준점을 사용하지 않음에 따라 영상좌표 측정에서 발생하는 오차에 기인한다고 사료된다.

그림 8은 대상면의 특징점들에 대하여 3차원 좌표를 계산하고 동시에 카드 시스템으로 입력하여 벡터를 편집, 수정하는 작업을 도시한 것이다. 이와 같이 좌표계산과 벡터 편집을 실시간으로 수행함으로써 입체시에 의한 도화의 어려움을 배제한 도면화 작업을 효율적으로 수행할 수 있었다.

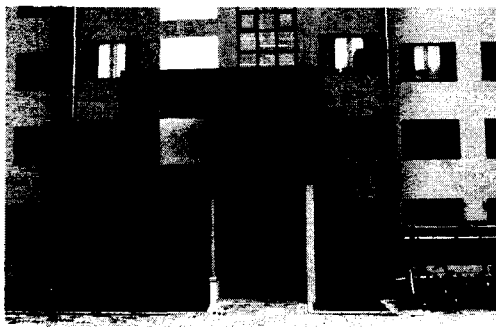


그림 7 대상 건축물

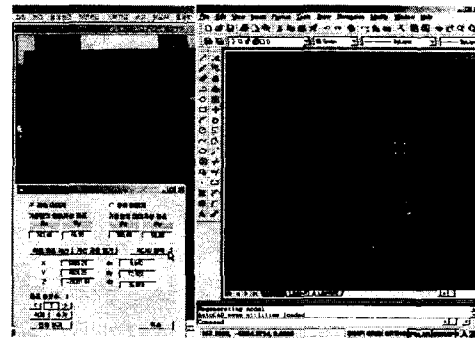


그림 8 카드입력을 통한 도면화 작업

표 2 기준점 측량에 의한 3차원 좌표성과의 편차

No.	(1)기준점측량 성과(mm)			(2)영상해석 성과(mm)			편차((1)-(2))(mm)		
	X	Y	Z	X	Y	Z	dX	dY	dZ
1	6508	4826	-29335	6493.24	4824.25	-29331.61	14.76	1.75	3.39
2	13809	3747	-29426	13799.73	3458.2	-29409.14	9.27	15.79	16.86
3	6497	2048	-27002	6475.44	2077.31	-27060.81	21.56	29.31	58.81
4	8464	2052	-27000	8466.45	2057.54	-26945.86	2.45	5.54	54.14
5	13818	1979	-29439	13806.75	1964.50	-29409.90	11.25	14.50	29.10
6	10617	245	-23939	10632.92	241.66	-23934.20	15.92	3.34	4.80
7	10611	-26	-23934	10624.64	-33.15	-23920.26	13.64	7.15	13.74
8	9433	85	-23932	9437.43	78.99	-23892.25	4.43	6.01	39.75
9	6508	-180	-23929	9505.80	-183.72	-23889.23	2.20	3.72	39.77
10	8434	-370	-23955	8432.98	-378.45	-23938.80	1.02	8.45	16.20
11	11203	-535	-24201	11219.77	-544.32	-24222.26	16.77	9.32	21.26
12	11400	-531	-24203	11420.52	-545.74	-24219.96	20.52	14.74	16.96

4. 결론

수치사진측량에 의한 영상처리 루틴을 간소화하며 대상물의 도면화를 위한 카드 시스템과 연계된 통합적인 영상분석 시스템을 개발하였으며, 일반 디지털 카메라의 검정을 수행하여 3차원 자료의 정확도 향상을 도모하였다. 구축한 시스템의 검증을 위해 건축물에 적용하여 토털스테이션을 이용한 성과와 비교·분석 결과, 평면에서 약 10mm, 높이에서 약 25mm의 편차를 나타내어 건축물의 도면화를 위한 허용오차에는 큰 무리가 없음을 알 수 있었으며 효율적으로 작업을 수행할 수 있었다.