

수치영상에 의한 구조물 균열 자동추출시스템 개발 Development of auto extract system in a structure crack by digital image

강준목¹⁾·한승희²⁾·배연성³⁾·배상호⁴⁾·이주대⁵⁾

Kang, Joon Mook·Han, Seung Hee·Bae, Yeon Soung·Bae, Sang Ho·Lee, Ju Dae

1) 충남대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail:kang_jm@hanbat.chungnam.ac.kr)

2) 공주대학교 건설환경공학부 교수(E-mail:shhan@kongju.ac.kr)

3) 충청대학 부동산지적과 교수(E-mail:wjoh@ok.ac.kr)

4) 대림대학 토목환경과 조교수(E-mail:shbae@daelim.ac.kr)

5) 충남대학교 대학원 토목공학과 박사수료(E-mail:gentlee@empal.com)

Abstract

A crack in concrete structure gives trouble to safety of building and human life. This study gives that development of auto extract system in a structure crack by digital image impersonal method for extract structure crack. This system will be possible to impersonal measurement for old concrete building and structure. For this auto extract system, used geometry of high resolution digital image and crack line extract by relation based image matching method. Now to conclude, this auto extract system gives a method that a quick measurement of building crack, hold objectivity in result, makes standardization for acquirement data, optimization result of measurement.

1. 서 론

콘크리트 구조물의 시공 시 또는 노후화 되어 발생하는 균열은 근대의 대형구조물의 안전에 치명적인 영향을 끼치게 되고, 국외에서는 구조물의 균열에 대해 육안으로 관찰할 뿐만 아니라 첨단탐사장비의 개발로 자동화, 영상화 기법을 통한 객관적인 측정을 실시하고 있는 추세이다.

본 연구에서는 구조물 균열의 자동추출을 위해 대해 디지털 영상을 이용한 기하학적 처리와 윤곽선 처리기법에 의한 표면의 균열정보를 추출하고 균열분포도를 작성하는데 편리한 시스템을 개발하여 콘크리트 구조물에 발생하는 균열에 대해 보다 객관적이며 편리한 방법에 의한 정보 획득을 위해 인력중심의 비과학적 측정방법을 대체할 수 있는 보다 효율적인 측정방법을 제시하였다. 이러한 측정시스템이 시설물의 균열을 측정하여 표준화하고 해석하기 위해서 정확하고 객관화된 균열자료 검출할 수 있도록 하였으며, 고해상도의 영상을 이용하여 최대 0.1mm 균열 폭을 검출할 수 있도록 하였다. 균열의 위치, 크기 등의 정량적 자료를 자동, 반자동으로 산출하여 균열의 진전 및 변화를 추적하도록 하였고 외관조사에 투입되는 시간의 절감 및 객관성을 유지하도록 하여 내업에서의 보고서 작성 및 도면 작성에 소요되는 잔업시간의 최소화를 꾀할 수 있도록 수치자료의 취득으로 정보관리의 효율성을 유도하였다.

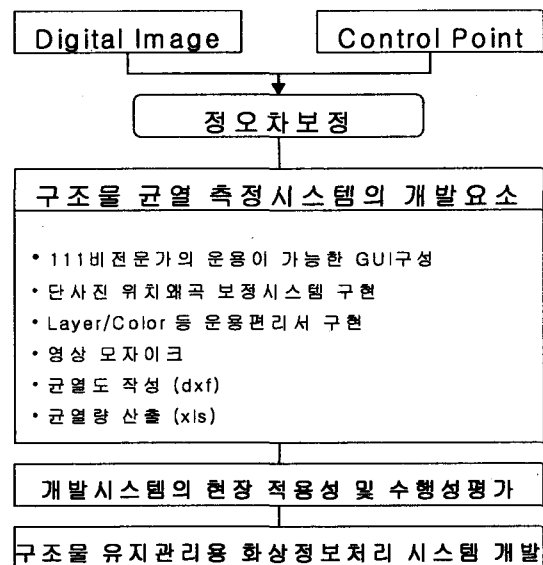
이러한 시스템은 현장에서 영상을 이용한 과학적 측정방법을 적용하여 보다 신속하게 원 자료를 획득하고 이를 토대로 시설물 균열량 계산 및 도면화하기 위한 공정의 자동화를 꾀하여 표준화된 성과도출을 이룰 수 있는 일련의 수행과정에 있어서의 최적화를 이룰수 있었다.

2. 연구내용 및 방법

건설시장에서의 콘크리트의 사용은 해마다 꾸준히 증가하고 있으며, 이에 따라 기존시설물들에 대한 유지·보수분야에 대해서도 점차 증가되고 있는 상황이다. 또한, 건설교통부 및 기술표준원 등과 같은 정부 측 정책결정역시 콘크리트에 대한 역할 부담이 커지게 되고, 이에 따른 경제적, 정책적 지원 및 포상을 상향 확대하려는 계획을 가지고 있다. 이러한 건설시장의 증가 및 사회적 요구에 따라 콘크리트 구조물의 유지관리 부분이 확대되는 현상은 당연한 현상이라고 하겠다. 구조물의 표면에 발생하는 균열에 대해 객관적이며 편리한 방법에 의한 정보 획득을 위해 디지털 영상을 이용한 기하학적 처리와 윤곽선 처리기법에 의한 표면의 균열정보를 추출하고 균열도를 작성하는데 편리한 시스템의 개발이 필요하다.

2.1 연구내용

구조물의 균열을 수치영상으로 해석하기 위해서는 고해상도 영상이 필요하며, 렌즈왜곡으로 발생하는 오차를 보정하기 위해 렌즈 켈리브레이션을 실시하여 정오차를 보정하였다. 또한 획득된 고해상도 수치영상을 표준화 하기 위해 무타켓 측정장비를 이용하여 건물전체에 균등하게 기준점을 배치하였다. 자동 균열추출 시스템에서는 단사진을 이용한 위치왜곡 보정 알고리즘을 구현하고, 균열정보를 정량화하기 위해 이미지 매칭 알고리즘을 구현하여 균열에 대한 정보를 추출할 수 있는 시스템을 구축하도록 하였다. 또한 비 숙련가의 운용에 대해 작업자가 쉽게 접근할 수 있도록 윈도우기반의 GUI를 구성하여 편의성을 추구하였으며, 결과값은 도면파일(dxf)이나 엑셀파일(xls)로 추출하여 데이터의 표준화를 추구하였다.



2.2 연구방법

디지털 카메라의 정오차 보정요소를 도출하여 수치영상에 발생할 수 있는 렌즈의 기하학적 왜곡을 배제한 수치영상을 취득하였다. 단사진 영상의 위치왜곡 보정 시스템을 개발하기 위해서 좌표측정 시스템과 실시간 데이터 인터페이스를 구축하고 기준점 좌표성과를 이용하여 최근린보간법, 투영기법, 워핑기법(RST, 1차 다항식, 데로니 삼각형) 등을 적용한 영상의 기하보정을 수행하였다. 개개 영상의 기하보정을 수행하기 위해서는 무수히 많은 기준점 성과가 요구되므로 이의 해결방안으로는 소수의 기준점 성과를 이용하여 대상물 전체의 영상에 대한 기하보정을 수행하고 이의 결과 영상을 이용하여 영상에서의 참조점(2차 기준점의 의미)을 추출하여 이를 기준점 성과로 대응하였다.

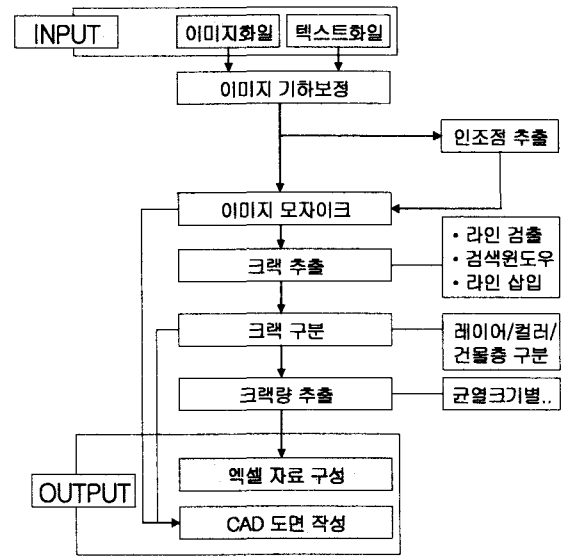
보정영상에서 원하는 균열의 크기를 정량화하기 위해서는 보다 선명한 영상이 요구되므로 에지 검출과 같은 다양한 영상 보정기법을 적용하도록 운영자 모듈을 개발하였다.

영상에서 추출한 균열은 그 위치를 나타내기 위한 좌표성분과 이를 이용한 균열량의 정량적 성과를 도출하였다. 이를 두 가지 형태로 구분하여 정리함에 있어, 시설물 전체에 개개 균열을 벡터화 표현을 갖도록 하는 .dxf형태의 도면성과와 정량적 수치의 균열량을 .xls형태의 물량으로 표현 가능하도록 하였다.

2.3 시스템 흐름도

시스템 초기에 대상물에 대한 수치영상과 기하보정을 위한 텍스트 파일을 입력하여, 수치영상에 대한 기하보정을 실시한다. 기하보정후의 표준화된 영상에 대해 이미지 모자이크 및 특징점 추출로 영상매칭을 통하여 크랙부분의 라인을 자동으로 검출하게 되고, 검출된 크랙에 대한 속성정보를 레이어, 컬러, 건물층을 구분하여 저장하고 균열 크기별로 크랙량을 추출한다.

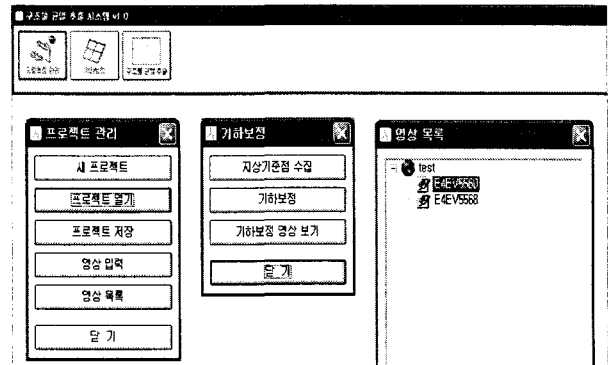
이와 같은 과정을 통해 얻어진 데이터에 대해 사용자가 엑셀 자료변환을 통해 수량을 파악할 수 있도록 구성하였고, 건물 및 검출된 크랙을 도면화 하므로써, 건물의 균열에 대한 상세 정보를 도시하고 분석할 수 있게 하였다.



3. 시스템 구성 및 적용

3.1 시스템 구성

시스템은 크게 3단계로 프로젝트 관리, 기하보정, 구조물 균열 추출메뉴로 구성되어있다. 프로젝트관리에서는 작업그룹을 폴더로 관리하고 작업전체를 관리한다. 획득된 영상에 대해 지상기준점을 획득하여 영상과의 공통점을 대응시켜 기하보정을 실시하고 표준화된 영상을 제작한다. 구조물 균열 추출 모듈에서는 표준화된 영상에 대해 특징점을 추출하여 크랙부분에 대해 라인을 형성하고, 속성정보를 취득하여 데이터베이스화 하여 표준화된 자료를 획득하게 된다.

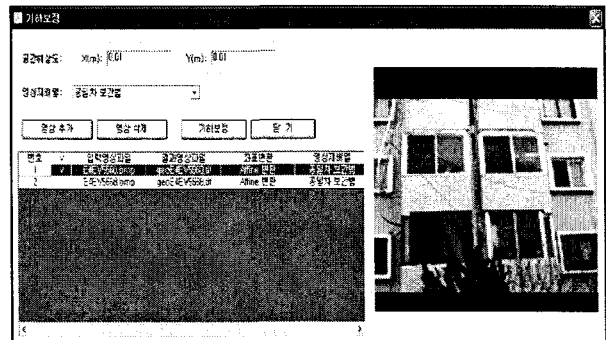


3.2 시스템 적용

개발된 시스템을 실제 건물에 적용시켜 균열추출을 시도하였다. 사전에 비교적 노후화된 건물을 표본으로 설정하고 영상획득 및 기준점 측량을 실시하고, 이를 통해 기하보정 및 표준화 영상을 생성하여 크랙부분을 자동으로 추출하여, 수치데이터화 하였다.

지상기준점 수집

번호	v	기준점 ID	영상좌표 X	영상좌표 Y	기준점 X	기준점 Y
1		1	786.24	247.38	104.7673	90.7769
2		2	1941.53	244.9	108.3975	90.7983
3		3	2894.13	236.45	111.3916	90.7912
4		4	2321.5	623.73	111.3916	89.3691
5		5	1943.66	637.68	108.3975	89.3263
6		6	779.1	626.44	104.7887	89.4763
7		7	402.81	548.99	103.724	89.4192
8		8	369.36	899.48	103.7311	88.2401
9		9	316.2	1396.32	103.7311	86.525
10		10	274.04	1779.98	103.7311	85.3388
11		11	219.04	2334	103.724	84.7074



4. 결론

구조물 균열 자동추출시스템을 실제 구조물에 적용하여 자동으로 균열을 형성한 결과를 나타내고 이를 데이터화 하여 저장할수 있었다.

<균열의 추출 전 영상>



<균열의 Vector 추출 성과>



본 시스템 개발을 통해 과학적, 경제적 측정방법의 개발에 의해 시설물 유지관리의 효율성을 극대화할 수 있었다. 이는 기존의 인력중심의 노동집약적 단순 기능적 작업형태를 정략적 표준화과정을 통해 자동화/반자동화 과정으로 요구하는 정확도를 확보하며 시설물을 해석해 나갈 수 있게 되었다.

그리고 일반적으로 사진측량이라 함은 복잡한 입체사진측량의 영상해석 과정을 요하는데 본 연구에서는 단사진을 이용하여 단사진이 갖고 있는 정오차와 위치왜곡 오차를 보정하는 기술을 습득하여 구현할 수 있었다. 래스터 형태의 크랙을 벡터화 형태의 도면과 정량적 물량으로의 변환을 위해 에지검출과정과 벡터 추적이라는 알고리즘을 적용하여 소귀의 성과를 획득할 수 있었고 이를 .dxf 포맷과 .xls 포맷으로 재 구성하여 보고서 작성의 표준화는 물론 작업량의 간소화를 꾀할 수 있었다.

이로서 균열측정 및 도면화/물량 산출의 반자동화 구현이 가능하여 시설물 유지관리를 화상정보처리 시스템의 개개 모듈을 완성할 수 있었다. 영상을 이용한 구조물의 균열 측정은 기존의 도해적 방법을 통한 단순하고 반복적인 수작업에서의 탈피를 가능하게 하여 컴퓨터를 활용한 영상 기법에 의한 자동 및 반자동 해석적 기법에 의해 신뢰성 있는 균열량의 도출 분야에 폭넓게 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 한승희, 이용욱, 이형석 (2000), 시설물관리를 위한 Mobile GIS 솔루션 활용, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 20권, 제 1호, pp. 59-68.
- 엄대용, GIS 기반 구축을 위한 3차원 수치영상생성 시스템 개발, 박사학위논문, 충남대학교, pp. 17-25
- Kempa, M. and Schlueter, M., 1993. DEM evaluation by an operator and fcets stereo vision: acomparison based on close range imagery. In A. Gruen and Kahmen(Eds): Optical 3-D Measurement Techniques 2. Wichmann Verlag, Kalrsrue. 624pages :502-509.
- P. R. J. Boniface, "PRI²SM-Softcopy Production of Orthophotos and DEM", PE & RS, Vol. 58, No.1, January 1992, pp. 91-94.
- R. Aspinall and D. Miller, "A Model of DEM and Orthophotograph Quality Using Aerial Photography", Proceeding of GIS/LIS, 1994, pp24-33.
- Marc van Kreveld et al, "Algorithmic Foundations of Geographic Information Syst- ems", 1997.
- Hans-Gerd Maas and Thomas Kersten, "Aerotriangulation and DEM/Orthophoto Gen- eration from High-Resolution Still-Video Imagery", PE & RS, Vol. 63, No. 9, September, 1997, pp. 1079-1084.