

Georeferencing 동영상정보를 이용한 건축물안전관리 Building Safety Management using Georeferencing Video Data

박기연* · 김기태** · 손덕재*** · 유환희****

Park, Ki Youn · Kim, Ki Tae · Sohn, Duk Jae · Yoo, Hwan Hee

要 旨

본 연구는 GPS기반의 비디오시스템에 의해 노후 건축물을 어떻게 효과적으로 관리할 것인가에 연구목적을 두고 수행되었다. 휴대용 GPS기반 비디오시스템에 의한 Georeferencing 비디오자료는 신속한 검색과 도시지역의 복잡 다양한 노후건축물을 효과적으로 관리하는데 도움을 주며 다음과 같은 결론을 얻었다.

Georeferencing 자료는 비디오와 GPS가 연계되어 관측위치를 추적할 수 있고 건물의 안전진단을 위한 균열정보를 제공하며, 균열정보는 연속영상의 특징점 추적과 영상모자이크기술이 융합된 방법에 의해 측정되도록 제시하였다. 본 연구를 통해 Georeferencing 비디오 기술은 건물안전진단을 위해 보다 효율적인 정보를 제공할 수 있어서 도시 건축물관리에 유용한 기술로 사용될 것으로 판단된다.

핵심용어 : GPS기반의 비디오시스템, Georeferencing 비디오자료, 건물안전진단, 도시건축물관리

Abstract

This study aims to evaluate how efficiently time-worn building could be managed by using GPS-based video-logging systems. The digitally georeferencing video data taken by a hand-hold GPS-based video-logging system allows quick retrieval and effective management for the complicate and various superannuated building in urban area. The results of the study are as follows.

Georeferencing data are possible to trace observed positions by using GPS linked with video and to provide building crack information anytime that could be used to inspect and analyze the safety hazard diagnosis of buildings. Building crack information were measured by the proposed method that is merged with feature tracking and image mosaic of sequenced images. From the study, it reveals that the georeferencing video technique provides more realistic and reliable information in safety diagnosis and it can also be used as the essential and modern tool in urban building management.

Keywords : GPS-based video-logging systems, georeferencing video data, safety hazard diagnosis of buildings, urban building management

1. 서 론

오늘날 도시는 다양한 용도의 건축물이 도시공간을 구성하고 있으며 건축년도에 따라 노후화된 지역을 대상으로 뉴타운, 재개발, 주거환경개선사업 등이 이뤄지고 있다. 그러나 본격적인 재개발이 이뤄지기까지 노후화된 시설물이나 건축물을 효과적으로 관리하기 위한 정보관리체계가 필요하다. 그 동안 GIS는 각종 시설물

을 효과적으로 관리하는데 적합한 정보체계로 평가 받아왔으며 정부 및 지자체, 공공기관에서 다양한 응용 콘텐츠를 개발하여 이용하고 있다. 그러나 GIS는 영상이나 도면자료를 중심으로 자료가 관리되어 현장감이나 현실적인 정보를 사용자에게 제공하는데 다소 미흡한 점이 있었다. 이러한 단점을 보완하기 위해 GPS와 동영상정보가 통합된 위치기반 동영상정보체계를 구축하여 현장정보가 필요한 위치에서 관측된 동영상정보

2009년 8월 4일 접수, 2009년 8월 29일 채택

* 경남발전연구원 전문연구원(enaro21@nate.com)

** 정회원 · 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정(BK21)(bbiggij@naver.com)

*** 정회원 · 대전대학교 건설시스템공학과 교수(djsohn@daejin.ac.kr)

**** 교신저자 · 정회원 · 경상대학교 도시공학과 교수(BK21/ERDI)(hhyoo@gnu.ac.kr)

를 신속하게 검색하여 사용자에게 보여주고 이를 이용하여 안전진단에 필요한 정보를 취득할 수 있는 방법 개발이 필요하게 되었다. 이런 측면에서 기존 도시 시설물의 현장상황분석은 수치지도, 지적도, 지형도, 항공 사진판독, 인공위성판독, 조사자의 현장 사진촬영 등의 방법에 의해 이루어지고 있으나 현시성에 문제가 발생하며 이러한 문제점을 해결하기 위하여 GPS-Van 등이 개발되었다(국토지리정보원, 2004; Schwarz, etc., 1993). GPS-Van은 차량에 GPS수신기와 CCD카메라가 탑재된 차량으로 도로시설물 관리에 유용하게 사용되어진다. 하지만 도시공간에는 차량이 운행될 수 없는 많은 공간이 존재하며 도로 시설물을 관리하는 부분에서는 유용하게 사용될 수 있으나 차량 접근이 어려운 곳에서의 시설물 관리에 어려움이 발생되었다. 그러나 본 연구에서는 GPS와 컴퓨터가 통합된 관측체계로서 관측자가 휴대를 하고 대상물에 접근하여 관측을 할 수 있어서 관측현장의 현황을 다양한 각도와 위치에서 조사할 수 있는 장점을 갖고 있다. 따라서 본 연구에서는 비디오시스템을 휴대하고 노후 건축물에 접근하여 다양한 각도에서 건물현황을 관측할 수 있으며, 비디오와 GPS의 위치정보가 통합된 위치기반 동영상정보체계를 구축하여 사용자가 원하는 관측지점에서의 동영상정보를 실시간적으로 시현할 수 있는 정보체계를 구축하고, 이 시스템에서 취득된 동영상정보를 영상모자이크하여 건물 균열의 크기와 형태를 분석함으로써 노후 건축물의 안전관리정보를 제공하는데 연구목적을 두었다.

2. Georeferencing 동영상정보체계 구성

비디오자료와 GIS가 연계된 다중미디어 GIS개념의 연구가 최근 진행되어 왔다(유재준, 2002; Blat., etc., 1995). 비디오 동영상은 기존의 GIS에서 주로 사용하는 기본도보다 훨씬 실감성과 현시성이 뛰어나서 그 활용이 기대되고 있다(유환희, 2004). 이런 측면에서 본 연구에서는 동영상과 GPS를 연계한 정보취득체계에 대해 연구하였다. 사용한 Georeferencing 영상정보체계는 GPS와 캠코더로 구성되며, GPS(Geko 301)는 ±3m의 정확도로 15"나 30" 간격으로 비디오데이터를 Georeferencing할 수 있으며, GPS에서 얻어지는 위치데이터는 휴대용 캠코더(Sony DCR-DVD201)의 음성신호 공간에 저장된다. VMS-X와 수신이 이루어지기 위해서는 입·출력 포맷방식의 인터페이스와 밴드(4800Hz)가 설정되었다. 동영상과 GPS데이터는 Redhensystem사의 VMS-X를 통해 GPS로 얻어진 좌표 정보를 비디오의 음성신호로 변환하여 캠코더에 동시 저장된다

표 1. Georeferencing 동영상정보 시스템 구성

모델	제원 및 특징
 ① Geko 301	- 크기 : 1.9"W×3.9"H×0.96"D - 무게 : 96g - epoch 간격 : 15", 30" - DGPS(WAAS) 정확도 : ±3m - 인터페이스 : NMEA 0183 - 안테나 : 내장형
 ② VMS-X	- DVD로 직접 기록이 가능하고 통합된 GPS/Video 정보 취득 - 내장된 소형VMS 로직의 슈부착대는 음성, 영상으로 위치정보를 기록하는데 사용
 ③ Sony DCR-DVD201	- CCD : 유효 영상소 (약 690,000 pixels) - 비디오 압축 형식: MPEG2 - 비디오 자료 저장/ 매체 : DVD-VR(DVD-RW)



그림 1. Georeferencing 동영상정보체계 구성도

(<http://www.RedHenSystems.com>). GPS의 전원은 캠코더가 켜져 있으면 자동으로 전원을 공급받으며, 한 자리에서 GPS수신을 충분히 받은 후 shoe인 VMX-X에 주황색 불이 깜빡거리면 GPS 수신이 가능하다는 것을 나타낸다. 그 후 촬영하고자 하는 곳을 보행이나 차량을 통해 동영상 정보와 함께 GPS 트랙 정보를 취득할 수 있다.

그림 1, 표 1은 Georeferencing 동영상정보체계의 구성을 나타낸 것으로서 캠코더에 GPS가 탑재되어 GPS 위치신호가 캠코더의 음성신호저장위치에 동영상과 함께 저장되어 각각의 동영상 프레임이 GPS의 위치정보를 갖게 된다. GPS 데이터는 15" 또는 30"간격으로 정리되어 DVD 음성데이터저장 위치에 저장된다. 본 연



그림 2. Georeferencing 동영상정보체계의 자료처리

구에 사용한 DVD는 Sony DVD-RW이고 데이터 기록 시간은 약 30분정도로서 용량은 1.4GB이었다.

그림 2는 현장에서 취득한 데이터를 실내에서 처리하는 과정을 그림으로 표시한 것으로서 캠코더와 컴퓨터를 USB Port로 연결 한 후 DVD에 기록된 내용을 다룬받아 동영상자료를 ArcGIS에 연결시켜 시현했다. ArcGIS의 익스텐션인 GeoVideo와 RedHenSystems의 PixPoint를 이용하여 저장된 동영상을 작동시켜 GPS자료와 동영상 자료가 통합된다. 또한 GPS자료와 동영상이 통합된 후 ArcView에서 표시하면 각각의 Georeferencing 동영상이 해당위치정보에 연계되어 있어서 임의점에서의 동영상 정보를 즉시 볼 수 있어서 해당 시설물에 대한 동영상 정보를 즉시 보여 줄 수 있다(박기연, 2009).

3. 자료 관측 및 결과분석

3.1 대상지 선정 및 자료관측

연구 대상지는 경남 진주시로서 진주시는 현재 도시 주거환경정비 기본계획(안)에 의해 2016년까지 주택재개발사업을 완료해야 하는 지역이 19개로 지정되어 있으며, 그 중 주거환경이 열악한 진주시 망경동 일부지역으로 이 구역에서 실시하는 개선사업의 총면적은 511,400m²이며, 세부사업을 살펴보면 주거환경개선 사업의 면적은 30,100m², 주택재개발 사업 면적은 115,100m², 도시환경정비사업 면적은 165,000m², 유형유보로 설정된 곳의 면적은 201,200m²이다. 망경동 지역은 도시저소득주민이 집단으로 거주하는 지역으로서 정비기반시설이 극히 열악하고 노후·불량건축물이 과도하게 밀집한 지역으로서 주거환경을 개선하기 위하여 사업 시행이 예정되어 있다. 이 지역은 주로 단독주택이 밀집되어 있고 골목도 1~1.5m 정도의 폭으로 차량이 진입하기에는 곤란한 상황으로 본 연구에서 선택한 휴대용 캠코더로 관측할 수밖에 없는 특성을 갖고 있는 지역이다.

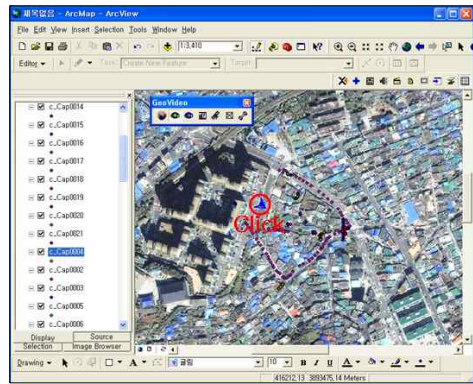


그림 3. 대상지역에 대한 IKONOS 위성영상

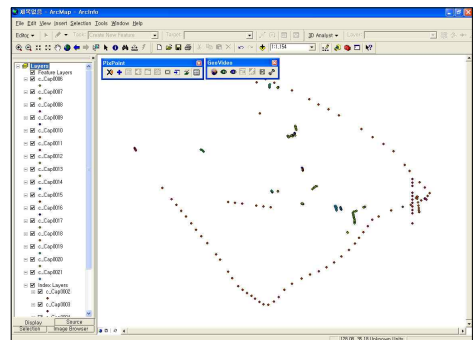


그림 4. 건축물관측이 이뤄진 위치에 대한 GPS 자료

그림 3은 연구대상지역에 대한 IKONOS 위성영상을 나타낸 것으로서 매우 넓은 단독주택들이 무질서하게 밀집되어 있으며, 그림 4는 대상지역에서 캠코더를 들고 골목길을 따라 건축물을 관측한 관측계적을 GPS자료를 이용하여 표시한 그림이다. 각각의 관측지점에서는 Georeferencing 동영상과 연결되어 있어서 각 지점을 클릭하면 그곳에서 관측된 동영상이 실시간으로 제공되고 있어서, 동영상 전체를 볼 필요가 없이 해당 동영상을 찾아 시현할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 연구 대상지에 위치한 건축물 중 6개의 노후 건축물을 선정하여 관측을 하고 이들 자료를 사용하여 균열 크기를 측정하였다.

3.2 Georeferencing 동영상정보 구축

Georeferencing 동영상정보체계를 구축하기 위해 동영상정보와 GPS 위치자료를 통합시켜 Georeferencing 동영상자료를 생성해야 한다. GPS 속성자료는 각각의 epoch에 대한 경도, 위도, 고도값을 제공하고 있으며, 동영상의 촬영시간과 진행방향 그리고 촬영속도를 제공하여 주고 있다(그림 6).



그림 5. 균열조사에 선정된 6개 건축물

Shape	LONG	LAT	ALT	UTC	VTR_TIME	FIX	COURSE	TEMP	SPEED
Point	416481.9	3995971	38.5	39999.30526	00:01:52:03	NoFix	244.1	-273	2.16
Point	4163931.1	3990713	29	39999.30532	00:00:48:04	NoFix	101.1	-273	1.543
Point	4164917.1	3993951	33.2	39999.30529	00:01:18:11	NoFix	131.3	-273	4.012
Point	4164148.0	3995932	32.3	39999.30644	00:02:23:03	NoFix	215.9	-273	2.716
Point	4162672	3995968	38.9	39999.30787	00:02:54:10	NoFix	331.5	-273	2.675
Point	416375.9	3993820	45.5	39999.30548	00:00:04:04	NoFix	98.9	-273	2.212

그림 6. 관측된 GPS의 속성자료

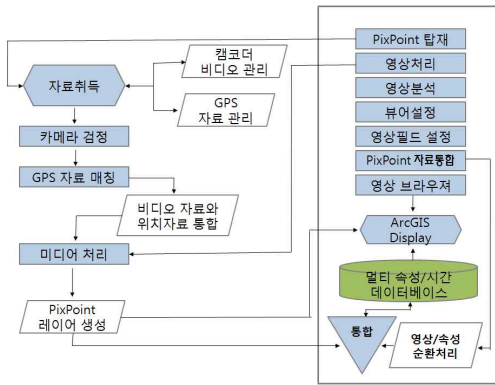


그림 7. Georeferencing 동영상자료 구축 흐름도

동영상과 GPS를 연계시켜 통합시키기 위해서 ArcGIS의 GeoVideo모듈과 RedHenSystems의 PixPoint모듈

을 사용하여 동영상자료의 각각의 영상프레임을 GPS 위치자료와 통합시켜 Georeferencing 동영상을 생성하였다(그림 7, 8). Georeferencing 동영상을 생성한 후 그림 8에서와 같이 관측이 이뤄진 GPS 위치좌표에서 해당 epoch을 마우스로 클릭하면 그 위치에서 촬영된 동영상만 시현됨으로서 동영상 중에 해당 건축물에 대한 동영상을 신속하게 볼 수 있는 장점이 있다.

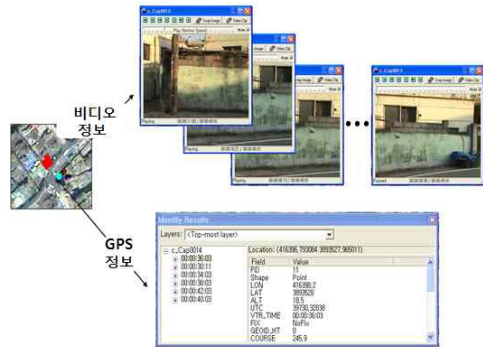


그림 8. GPS 위치자료에 의해 구축된 Georeferencing 동영상

3.3 모자이크영상을 이용한 건물균열측정

연구 대상지역에 위치한 노후 건축물을 대상으로 위 치기반 동영상상을 취득하고 이를 이용하여 균열의 크기를 측정하였다. 그림 9는 건축년도가 약 30년 정도 경과된 매우 낡은 건물로서 본 연구에서 선정한 건물 중 첫 번째 건물로서 주위를 돌아가며 관측한 그림을 보여 주고 있다. 이 첫 번째 건물을 이용하여 영상모자이크를 생성하고 벽면에 발생된 균열크기를 측정하여 실측값과 비교함으로써 정확도를 검증한 후 이것을 다른 5개 건물에도 적용하여 최종적으로 6개 건물에 대한 균열크기를 측정하였다. 캠코더에 의해 관측된 동영상은 GeoVideo모듈에서 필요한 프레임별 정지영상으로 취득하였으며, 이것을 Adobe Photoshop CS를 이용하여 정지영상간의 밝기값 차를 최소화하기 위하여 1차 보정을 실시하였다.

선택된 노후 건축물의 1번 단면에서 균열이 발생한 부분을 중심으로 정지영상을 이용하여 모자이크 영상을 생성하였다. 그림 10은 균열부분을 중심으로 취득된 연속비디오영상을 이용하여 특징점을 추출한 결과를 보여 주고 있다.

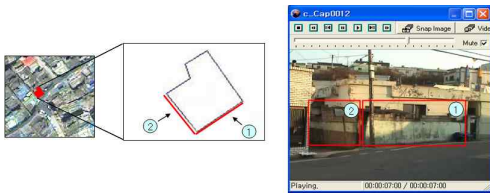


그림 9. 노후 건축물 관측

연속영상을 이용하여 모자이크영상을 생성하기 위해서는 우선 인접영상간의 공통되는 특징점을 추출해야 하는데 본 연구에서는 동영상의 특징점추출 및 추적에 효과적인 것으로 평가되는 Kanade-Lucas-Tomasi (KLT) 기법을 적용하였다(Ochirbat., 등, 2008). KLT 연산자는 코너점, 특징점 등을 추출할 수 있는 연산자이면서 추출된 특징점간의 추적을 수행할 수 있다. 두 장의 연속된 영상이 존재한다고 가정할 때 KLT 연산자를 이용한 특징점 추적과정은 좌측 영상에서 KLT 연산자를 이용하여 특징점을 추출하고 좌측 영상과 우측 영상에서 영상 피라미드를 구축하여 상위 레벨에서 하위 레벨로 영상정합을 수행하여 특징점을 추적한다. 이를 위해서 KLT 연산자에는 KLTSlectGoodFeatures, KLTT rackFeatures 등의 주요 함수가 포함되며 처리과정은 그림 11과 같다.

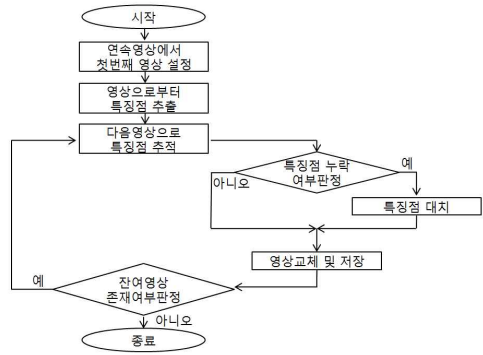


그림 11. 영상모자이크를 위한 연속영상의 특징점 추출

1번째 프레임 특징점수 : 20	2번째 프레임 특징점수 : 15	3번째 프레임 특징점수 : 14	4번째 프레임 특징점수 : 14
5번째 프레임 특징점수 : 13	6번째 프레임 특징점수 : 13	7번째 프레임 특징점수 : 13	8번째 프레임 특징점수 : 11

그림 10. 연속영상프레임에서 특징점 추출

KLT에 의해 생성된 특징점을 이용하여 인접영상들을 모자이크하였으며 그 결과는 그림 12와 같다. 균열의 크기를 측정하기 위해 정밀한 방법을 이용할 경우 사진측량학적인 기하모델링방법을 사용해야 하나 본 연구에서는 현장조사 시 현황파악과 안전진단의 기초 자료 취득을 목적으로하여 간이방법을 사용하였다. 따라서 균열이 있는 부분에 20mm 크기의 정사각형으로 구성된 스티커를 제작하여 벽면에 부착시키고 촬영을 한 후 균열크기를 영상에서 측정할 때 이것을 기준표식으로 사용하였다(그림 13). 정밀사진측량을 할 경우 요구되는 기준점측량 또는 카메라표정요소정보를 취득해야 하는 문제가 없으며 영상처리과정에서 기준표식 크기를 사용하여 균열크기를 산정함으로써 간편하게 사용할 수 있는 방법을 제시하고자 하였다. 즉, 기준표식을 스티커로 제작하여 현장 조사 시 균열부근에 부착하고 촬영을 할 수 있도록 계획하였다.

측정된 균열크기의 정확도를 확인하기 위하여 버니어캘리퍼스로 그림 12에 나타난 균열 중 10곳을 실측하고 같은 곳에 대한 영상처리측정값을 비교하여 정확도를 확인한 결과 약 0.6mm의 평균오차를 나타냄으로서 현장조사 시 기초자료취득에 활용할 수 있을 것으로 판단하였다.

또한, Georeferencing 동영상자료는 균열상태를 포함하여 건물의 노후상태를 실감적으로 보여 줌으로서 건물관리에 필요한 다양한 정보를 제공하여 준다.

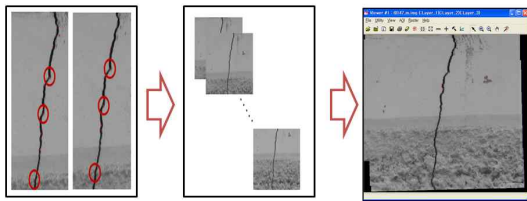


그림 12. 프레임간의 특징점 추적을 이용한 영상 모자이크

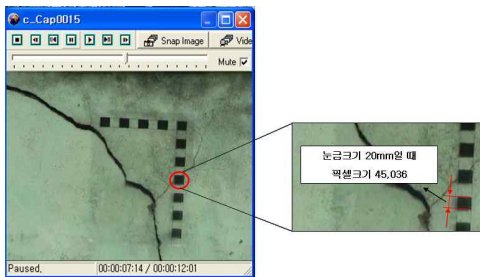


그림 13. 균열크기 측정을 위한 기준표식

표 2. Georeferencing 영상을 이용한 균열 측정오차 분석 (단위:mm)

균열위치	실측값	영상모자이크에 의한 측정값	오차
1	12.9	11.8	1.1
2	10.3	9.9	0.4
3	12.5	11.7	0.8
4	13.0	12.5	0.5
5	14.3	12.9	1.4
6	22.5	23.0	0.5
7	8.5	8.9	0.4
8	2.9	2.7	0.2
9	12.2	12.6	0.4
10	7.0	6.5	0.5
평균오차			0.6

첫 번째 건물을 이용하여 Georeferencing 동영상모자이크에 의한 균열측정 정확도를 평가한 후 같은 방법을 이용하여 본 연구에서 선정한 6개 건물에 적용하여 벽면에 발생한 균열의 크기를 측정하였으며 그 결과는 표 3과 같다. 표 3은 선택된 6개 건물의 균열크기를 측

표 3. 6개 건축물의 균열 측정 결과

건물 번호	균열 위치	균열총 길이	균열폭	
			최대	최소
1	1번 벽면	2.6m	23.0mm	2.7mm
	2번 벽면	2.1m	55.8mm	0.8mm
2	1번 벽면	1.6m	33.2mm	3.3mm
	2번 벽면	1.5m	26.8mm	5.4mm
3	1-1번 벽면	2.2m	50.6mm	2.7mm
	1-2번 벽면(홀)	-	121.2mm	88.0mm
	1-3번 벽면(홀)	-	96.3mm	91.3mm
	1-4번 벽면(홀+균열)	0.7m	94.6mm 26.6mm	86.3mm 3.8mm
4	1-1번 벽면(가로)	0.4m	11.6mm	2.4mm
	1-2번 벽면	0.2m	8.3mm	1.7mm
	1-3번 벽면	0.4m	18.3mm	1.7mm
5	1번 벽면	2.9m	57.1mm	6.6mm
6	1-1번 벽면	0.9m	59.5mm	11.2mm
	1-2번 벽면	3.4m	49.1mm	3.3mm
	1-3번 벽면	1.2m	13.0mm	33.1mm
	2번 벽면(홀)	-	95.0mm	29.0mm

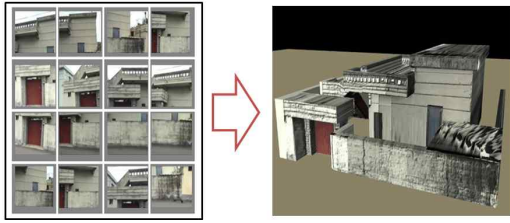


그림 14. 3차원 모델링에 의한 노후건축물 재현

정하여 최대 및 최소 균열폭과 균열의 전체길이를 제시하였다. 그러나 건물 3과 6에서는 비디오촬영 시 균열 전체가 촬영되지 못하여 총 길이를 산출할 수 없었다. 또한 건축물의 모든 방향을 비디오로 촬영하고 이를 이용하여 모자이크 작업을 통해 만들어진 건물 외벽을 3D로 모델링한 후 걸 표면에 텍스처링하여 실감 건축물을 재현하였다. 3D 작업은 상용프로그램인 마야 3D MAX을 이용하여 3D를 제작하였으며, 건물의 현황을 다양한 각도에서 조망할 수 있어서 관리와 개선 방법을 계획하는데 활용할 수 있다(그림 14).

4. 결 론

본 연구는 캠코더와 GPS를 연계시켜 Georeferencing 동영상을 생성하고 이를 이용하여 영상모자이크를 생성한 후 균열크기를 측정함으로써 노후 건물의 안전관리에 활용할 수 있는 가능성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 동영상자료를 GPS와 통합시켜 Georeferencing 동영상을 생성함으로써 관측지점별로 동영상을 시현할 수 있고 해당 건물의 현황을 볼 때 동영상을 통해 신속하게 현황을 파악할 수 있어서 동영상이 갖는 생동감과 현실성의 장점을 극대화시킬 수 있는 건물관리체계가 구축될 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 동영상자료를 이용하여 연속영상에서 자동으로 특징점을 추출 및 추적할 수 있는 방법을 제시하였고 이를 이용하여 모자이크영상을 생성한 후 건물의 균열크기를 측정할 수 있는 방법을 제시함으로써 정확도를 크게 요구하지 않는 노후건축물 사전조사 및 안전관리에 효과적으로 사용될 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 국토지리정보원, 2004, "GPS-Van을 이용한 지도수정 가능성 검증", 국토지리정보원.
2. 박기연, 2009, "Video-GPS를 이용한 노후 건축시설물 관리", 경상대학교 대학원 석사논문.
3. 유재준, 최경호, 장병태, 이종훈, 2002, "Video GIS 기술 동향", ETRI.
4. 유환희, 구홍대, 김성삼, 2004, "Video Indexing을 이용한 동영상 DB 구조화", 2004년 대한토목학회 정기 학술대회 논문집, pp.336-336.
5. Ochirbat Sukhee, 박상인, 신성용, 유환희, 2008, "KLT 특징점 검출 및 추적에 의한 비디오영상등록", 한국지형공간정보학회지, 16권, 2호, pp.49-56.
6. Blat, J., Delgado, A., Ruiz, M. and Segui, J.M., 1995, "Designing multimedia GIS for territorial planning: the ParcBIT case". Environment and Planning B: Planning and Design, 22, pp. 665-678.
7. Schwarz, K. P., Martell, H., El-Sheimy, N., Li, R., Chapman, M. and Cosandier, D., 1993. "VISAT- A Mobile Highway Survey System of High Accuracy", Vehicle Navigation and Information System Conference 93, October 12-15, Ottawa, Canada, pp.476-481.
8. <http://www.esri.com>
9. <http://www.RedHenSystems.com>