# 건물 외관조사에 활용 가능한 영상조작 기술 연구동향

Research Trend of Image Manipulation Technology that can be used for Building Appearance Examination

임선영* 유정호**
Im, Sun-Young, Yu Jung-Ho

키 워 드 : 외관조사, 균열, 영상조작

Keywords : Appearance Examination, Crack, Image Manipulation

## 1. 서 론

시설물 유지관리란 완공된 시설물의 기능을 보전하고 시설물 이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 시설물을 일상적으로 점검, 정비하고 손상된 부분을 원상복구하며 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량, 보수, 보강에 필요한 활동을 하는 것을 말한다. 유지관리의 가장 첫 번째 단계인 시설물의 외관 상태조사는 점검자의 육안을 통해 조사가 이뤄진다. 하지만 육안에 의존한 조사방법은 시설물의 결함에 대한 정량화된 결과를 구하는 것이 사실상 불가능해 조사 자료와 정보에 대한 신뢰성, 지속가능성, 정보 공유성 등의 확보가 어렵다.(김경호, 2016) 뿐만 아니라 건설구조물은 점점 대형화 및 고층화됨에 따라 점검자의 육안조사를 통한 수작업은 많은 시간과 인력이 요구된다. 위와 같은 이유들로 인해 건물 외관조사에 활용 가능한 영상처리 기술에 관해 국내·외에서 연구가 진행되었고 특히 외관조사 대상 중 균열에 대해 많은 연구가 진행된 반면에 균열 외의 구조물 결함에 관련된 연구는 드물다. 외관조사 시 균열 판단이 가장 중요하지만 그 외에도 박리, 박락, 층분리, 누수, 백태, 철근노출과 같은 결함에 대한 판단도 필요하다.

따라서 본 연구에서는 영상처리[1] 중 영상조작단계에서의 균열검출 기술관련 기존연구를 분석하여 영상 상황별로 기술들의 특징을 분류하고, 한국시설안전공단의 '안전점검 및 정밀안전진단 세부지침'에 따른 균열을 제외한 콘크리트 구조물의 결함[2]을 특징별로 3가지 유형으로 분류하여 각 유형별 활용 가능한 영상조작 기술을 매칭하고자 한다.

## 2. 결함에 따른 영상조작(Image Manipulation) 기술

영상조작(Image Manipulation)이란 획득한 영상이 주위의 영향으로 영상이 흐리거나 어두울 경우, 또는 잡음이 많이 섞인 경우 필요한 영상을 얻기 위해 영상을 조작하는 단계이다. 영상처리를 통해 검출한 결함의 결과가 실제 결함과의 오차가 적을수록 정확한 결함 검출이라고 할 수 있다. 따라서 정확한 결함검출을 위해서는 영상조작을 통해 결함으로 착각할 수 있는 불필요한 부분은 제거하고, 결함이 불필요한 부분으로 간주되어 제거되지 않도록 영상을 보정하는 작업이 중요하다.

영상조작이 필요한 상황은 크게 3가지 상황(빛의 보정이 필요한 상황, 윤곽선 검출이 필요한 상황, 잡음제거가 필요한 상황)으로 분류할 수 있다.

먼저 영상의 획득 당시 환경에 따라 빛의 양이 다르기 때문에 영상의 배경이 어떤 부분은 밝고, 어떤 부분은 어두울 수 있다. 배경이 어두울 경우에는 균열과 구분이 잘 되지 않아 결함을 검출할 수가 없다. 따라서 영상조작을 통해 빛의 영향을 보정하는 작업이 필요하다. 다음으로 획득한 영상의 빛의 영향을 보정한 후에는 검출하고자 하는 균열을 윤곽선검출을 통해 강조하여 균열검출 성능을 개선하는 작업이 필요하다. 마지막으로 획득한 영상 내에는 검출하고자 하는 균열뿐만 아니라 여러 잡음들도 내포하고 있다. 따라서 정확한 균열검출을 위해선 불필요한 잡음들을 제거하는 작업이 필요하다. 위와 같은 상황별 필요한 영상조작 기술들을 기존연구 분석을 통해 특징별로 분석하였다. 분석결과는 아래 표 1과 같다.

**표 1. 균열조사에 활용 가능한 영상조작 기술 분석 결과**

| 영상의 상황 | 기술 | 특징 | 출처 |
|---|---|---|---|
| 빛의 보정이 필요한 상황 | 모폴로지기법 중 닫힘연산 | 영상 내 빛의 영향을 보정 | 이방연 외 2인(2005) |
| | Multiple 연산 | 균열과 배경간의 밝기차를 조정 | 이재언 외 1인(2007), 윤경호 외 2인(2006) |
| 윤곽선 검출이 필요한 상황 | 1차미분연산자 중 Robert 연산 | 계산 속도가 빠르고 분명한 균열만 검출 | 이재언 외 1인(2007), 윤경호 외 2인(2006) |
| | 2차미분연산자 중 Sobel 연산 | 미세한 세부사항 검출을 통해 전반적인 영상향상 효과 | 김윤경(2016), Jonathan P. Rivera 외 4인(2015) |
| 잡음 제거가 필요한 상황 | 모폴로지기법 중 백화소팽창연산 | 줄눈을 잡음으로 간주하여 제거 | 윤경호 외 2인(2006), 김광백 외 1인(2008) |
| | Circumscription Remove 기법 | 형상특징을 이용하여 잡음제거 | 이재언 외 1인(2007), 윤경호 외 2인(2006), 이방연 외 2인(2005) |
| | Direction Remove 기법 | 균열형상과 비슷한 잡음제거 | 이재언 외 1인(2007), 윤경호 외 2인(2006) |
| | 모폴로지기법 중 팽창/수축연산 | 잡음제거 과정 중 끊어진 미세한 균열 복원 | 김광백 외 1인(2008) |

같은 형상을 가진 영상은 같은 기술을 적용하여 영상조작이 가능하다. 따라서 한국시설안전공단의 '안전점검 및 정밀안전진단 세부지침'에 따른 균열 외의 콘크리트 결함을 결함의 형상별 특징에 따라 3가지로 유형화하였다. 첫 번째는 누수와 백태이다. 이 두 가지 결함은 콘크리트 구조물의 외관에 얼룩과 같은 형상을 가진다. 두 번째로 박리, 박락 및 층분리 이다. 이 세 가지 결함은 콘크리트 손실 및 분리로 인해 콘크리트가 떨어져 나가게 되어 외관 부분이 파여있어 어두운 형상을 가진다. 마지막으로 철근 노출은 두 번째 결함이 진행되어 철근이 노출된 형상을 가진다. 이 세 가지 유형을 각 특징에 따라 표 1에서 분석한 균열조사에 활용 가능한 영상조작 기술을 매칭하였다. 매칭한 결과는 위의 표 2와 같다.

* 광운대학교 건축공학과 학사과정, isy9754@naver.com
** 광운대학교 건축공학과 교수, 공학박사, myazure@kw.ac.kr

1) 영상처리란 입출력이 영상인 모든 형태의 정보처리를 가리키며, 그 예로는 사진이나 동영상을 처리하는 것이 대표적인 예이다. 영상처리는 영상조작, 영상분석, 영상인식, 영상통신 단계로 분류할 수 있다.

2) '안전점검 및 정밀안전진단 세부지침'에 따른 콘크리트 구조물의 결함은 균열, 박리, 박락, 층분리, 누수, 백태, 철근노출 이 있다.

표 2. 균열 외 결함조사에 활용 가능한 영상조작 기술

| 결함의 유형 | 결함유형 특징 | 영상의 상황 | 활용 가능 기술 | 기술 활용 방법 |
|---|---|---|---|---|
| 누수 및 백태 | 누수 및 백태가 발생한 콘크리트 구조물의 외관은 기존외관과 비교하였을 때, 누수 및 백태가 발생한 부분이 얼룩져 있음. | 빛의 보정이 필요한 상황 | 픽셀단위사칙연산 중 Multiple 연산 | 누수 및 백태가 발생한 부분은 얼룩져 있기 때문에 발생하지 않은 부분과 밝기 차이가 난다. 따라서 Multiple연산 적용을 통해 밝기차를 크게 함으로써 누수 및 백태를 검출할 수 있다. |
| | | 잡음제거가 필요한 상황 | Circumscription Remove 기법 | 누수 및 백태의 형상은 폭에 비하여 길이가 긴 특성을 가진다. 따라서 형상의 특징을 이용한 Circumscription Remove 기법을 적용하여 임계치를 설정하여 임계치 이하의 값은 잡음으로 간주하여 제거한다. |
| 박리, 박락 및 층분리 | 박리, 박락 및 층분리가 발생한 콘크리트 구조물의 외관은 기존외관과 비교하였을 때, 콘크리트가 떨어져 나간 부분이 파여있어, 상대적으로 어두움. | 빛의 보정이 필요한 상황 | 픽셀단위사칙연산 중 Multiple 연산 | 박리, 박락 및 층분리가 발생한 부분은 콘크리트가 떨어져 나가 파인 부분이 발생하지 않은 부분과 비교했을 때 상대적으로 어둡다. 따라서 Multiple연산 적용을 통해 밝기차를 크게 함으로써 박리, 박태 및 층분리를 검출할 수 있다. |
| | | 잡음제거가 필요한 상황 | Direction Remove 기법 | 결함형상과 비슷한 잡음을 제거하는 Direction Remove기법을 적용하여 박리, 박락 및 층분리가 발생한 부분의 진행방향을 판단한 후 방향 끝점에 임계방향을 설정하고, 임계영역내에 다른 박리, 박락 및 층분리 후보가 존재하지 않는 영역은 잡음으로 간주하여 제거한다. |
| 철근노출 | 철근노출이 발생한 구조물은 외관은 박리, 박락 및 층분리의 결함이 진행되어 추가적으로 철근이 노출된 상태. | 윤곽선 검출이 필요한 상황 | 1차 미분연산자 중 Robert 연산 | 박리, 박락 및 층분리의 영상조작 방법과 같은 방법으로 진행한 후 추가적으로 분명한 윤곽선만 검출하는 Robert 연산을 적용하여 노출된 철근을 검출할 수 있다. |

## 3. 결론

유지관리의 가장 첫 번째 단계는 시설물의 외관조사는 점검자의 육안을 통해 조사가 이뤄진다. 하지만 건설구조물은 점점 대형화 되고 고층화됨에 따라 점검자가 접근하여 육안조사하기에는 한계가 있다. 현재 영상처리 기술을 활용한 건물외관조사 연구는 외관조사 대상 중 균열에 대한 연구가 많이 진행되었다. 하지만, 균열 외의 결함들에 대한 연구는 많이 진행되어오지 않았다. 따라서 본 연구에서는 영상조작단계에서의 균열검출 기술관련 기존연구를 영상조작이 필요한 3가지 상황으로 분류하여 기술의 특징을 분석하였다. 또한 균열 외의 3가지 건물외관결함유형(누수 및 백태, 박리,박태 및 층분리, 철근노출)\의 특징을 분석하고, 각 유형별 특징과 영상의 상황에 따라 활용 가능한 영상조작 기술을 매칭 하였다. 향후, 본 연구에서 균열 외 결함유형에 따라 매칭한 영상조작기술에 대한 실험 연구가 필요하다.

본 연구에서 매칭한 결함에 따른 영상조작 기술의 결과를 바탕으로 균열 외의 결함에 대한 외관조사를 위해 활용 가능한 영상처리 기술 연구를 진행하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2017R1A2B4012228)

## 참고문헌

김경호 (2016), 이미지 패턴인식을 이용한 콘크리트 침목의 균열검출 기법개발, 한국교통대학교 대학원 석사학위 논문

김광백, 조재현 (2008), ART2 기반 양자화를 이용한 콘크리트 슬래브 표면의 균열 검출, 한국정보통신학회논문지, 제12권 제10호, pp 1897-1902

김윤경 (2016), 이미지 분석기법을 이용한 콘크리트 구조물의 결함 검출 시스템 개발, 한국정보기술학회논문지, 제14권 제10호, pp 163-168

윤경호, 최병재, 김광백 (2006), 영상처리기법을 이용한 콘크리트 슬래브 표면의 균열 추출 및 분석, 한국지능정보시스템학회 2006년 추계학술대회 논문집, pp 327-335

이방연, 김윤용, 김진근 (2005), 콘크리트학회 논문집, 제17권 제3호, pp 361-368

이재언, 김광백 (2007), 개선된 영상처리기법을 이용한 콘크리트 표면 균열 추출 및 분석, 한국지능정보시스템학회 2007년 춘계학술대회 논문집, pp 365-372

장동혁 저, PC 어드밴스 (1999), 디지털 영상처리의 구현

천인국, 윤영택 편저 (1999), 기초편 영상처리

한국시설안전공단 (2017), 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침

*Jonathan P. Rivera, Goran Josipovic, Emma Lejeune, Bismarck N. Luna, and Andrew S. Whittaker (2015), Automated Detection and Measurement of Cracks in Reinforced Concrete Components, Structural Journal, 113 (3), pp397-406*

*Kim, Kwang Baek; Song, Doo Heon(2015). Vision based Crack Identification and Analysis on the Surface of Concrete Slab Structures, International Information Institute (Tokyo), Information; Koganei 18.6(A)*