

## 영상 처리를 이용한 건축물의 크랙 자동 검출 시스템

조 동 욱 \*

윤 미 희 \*\*

\* : 충북과학대 정보통신공학과

\*\* : 충북과학대학 컴퓨터정보학과

E-mail : ducho@ctech.ac.kr

# Automatic Cracks Detection System of Concrete Buildings Using Image Processing

Dong Uk Cho, Mi Hee Yoon

Dept. of Information & Communications Engineering

Chungbuk Provincial Univ. of Science & Technology

### 요 약

본 논문에서는 건축물의 안전 진단에 최우선 요소로 고려되는 크랙(crack : 갈라진 틈)을 영상 처리에 의해 자동 검출하고 크랙의 여러 가지 특징들을 자동으로 추출하는 방법에 대해 제안하고자 한다. 이는 우선 카메라로 입력한 건축물의 영상에서 전처리과정을 통해 잡음제거를 행하고 이에 경계 추출과 세션화 과정을 통해 크랙의 영역을 검출한다. 이후 크랙들의 특징을 추출하기 위해 크랙들을 분할하며 분할된 크랙들에 대해 곡선 적합을 통해 크랙들의 방향과 길이등과 같은 특징들을 추출해 낸다. 본 논문에서 개발코자 하는 시스템은 크랙들의 특징들을 자동으로 추출해 냄으로써 기초적인 건축물의 안전 진단을 자동으로 행하는 시스템이 되리라 여겨진다.

### I. 서론

근래 건축물과 교량등의 안전 진단에 대한 사회적인 관심과 요구가 증대하고 있다. 이는 대형 안전사고가 많이 일어났었는데 근본적으로 건축물과 교량들에 대한 정기적인 안전 진단과 이에 대한 대책은 인명 피해와 재산상의 피해를 미연에 방지하기 위해서도 대단히 중요한 문제로 다루지 않을 수 없다.

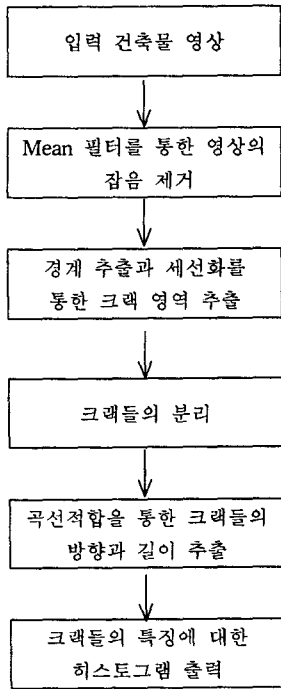
통상 건축물의 안전 진단을 위해서는 가장 기초적으로 행하는 방법이 크랙(crack)이라 불리우는 건축물의 갈라진 틈을 검출하여 크랙의 두께, 길이, 진행 방향등을 측정하고 이를 통해 건축물의 향후 안전에 대한 평가를 내리는 방법이 사용되고 있다. 그러나 크랙들의 특징을 추출하기 위해서는 통상 건축 관련 기사가 눈으로 크랙들을 검사하여 감지하고 크랙들의 모양을 스케치하여 안전 진단을 행하는 것이 주된

방법이었기 때문에 이를 자동으로 처리할 수 있는 시스템의 개발이 사회적인 요구사항으로 등장하게 되었다.

이를 위해 본 논문에서는 영상 처리를 이용하여 자동으로 크랙들을 검출하고 이의 특징들을 추출하는 시스템을 개발하고자 한다. 이를 달성하기 위해 잡음 제거, 경계 추출, 세션화 그리고 크랙 영역들의 분리등과 같은 알고리즘들이 적용되거나 새로히 개발되었으며 곡선 적합에 의해 크랙들의 길이, 방향등을 자동으로 추출하는 시스템을 제안하고자 한다.

### 2. 전체 시스템의 구성

개발하고자 하는 건축물의 안전 진단을 위한 크랙들의 자동 검출 및 특징 추출 시스템의 흐름도는 아래(그림1)과 같다.



(그림1) 개발하고자 하는 시스템의 전체 흐름도

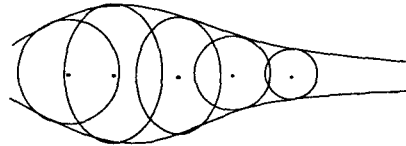
a	b	c
d	e	f
g	h	i

(그림3) 3×3 마스크

$$S_x = |(c + 2f + i) - (a + 2d + g)| \quad (1)$$

$$S_y = |(a + 2b + c) - (g + 2h + i)| \quad (2)$$

$$S = S_x + S_y \quad (3)$$



(그림4) 세선화

### 3. 크랙 영역 검출과 분할

#### 3.1 크랙 영역 검출

건축물에 있어 크랙들은 그 명암도의 분포가 건축물의 명암도 분포와 다른 특성을 가지게 되므로 특정 분포를 가지는 명암도의 분포 영역을 검출하거나 경계선을 추출함으로써 크랙들을 추출해 낼 수 있다.

이때 영상의 잡음을 제거하기 위해 (그림2)와 같은 3×3창으로 평활화를 행한다.

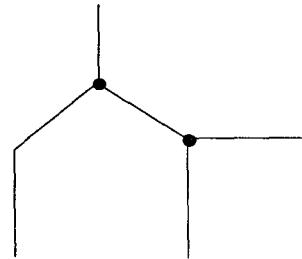
L	L	L
L	C	L
L	L	L

(그림 2) 평활화 마스크

위의 (그림2)에서 'L'은 C를 중심으로 명암도의 차가 크다는 것을 의미한다. 또한 경계선추출은 아래 (그림3)과 같이 Sobel연산자를 통해 행하며 세선화는 (그림4)와 같이 최대 내접원의 중심을 트랙킹함으로써 구해진다.

#### 3.1 크랙 영역 분할

이제 추출된 크랙들로부터 각각의 크랙들을 분리해 내야 한다. 이를 위해 rough분리와 세 분리의 두 개의 과정을 행한다.



(그림5) 크랙 영역 분할의 예

rough분리는 위의 (그림5)와 같이 분기점(branch points)을 기준으로 행하며 위의 (그림5)의 예에서는 분기점을 기준으로 했을시 5개의 영역으로 크랙들의 분리가 가능하므로 이를 위해 세 분리(fine segmentation)을 행한다.

<case1> break점이 하나 일 때

break점이란 직선의 기울기가 급격히 변하는 점으로 정의한다. break점이 하나 일 때 크랙들의 영역을 세 분리하기 위한 절차는 아래와 같다.

step1 : 시작점과 끝점을 잇는 직선을 연결  
 step2 : 생성된 직선에 대해 각 점에서 법선을 세워 각 점의 거리를 계산

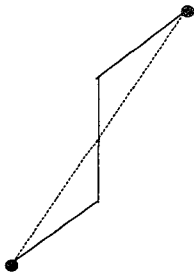
step3 :  $\sum_{i=1}^n d_i \geq TH_1$ 이면

$$\max \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$$

아니면 하나의 크랙으로 간주

<case2> break점들이 2개 이상 일 때

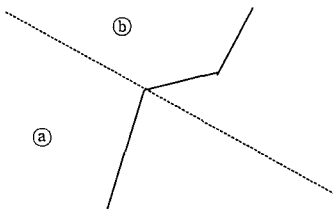
위의 경우는 예로써 아래 (그림6)과 같은 경우인데 이는 cross over점을 중심으로 크랙들의 분리를 행한다. 이것은 cross over점을 중심으로 법선을 세워서 두 개의 영역으로 구분하며 이후의 과정은 <case1>과 같이 행한다.



(그림6) break점들이 2개 이상일 때

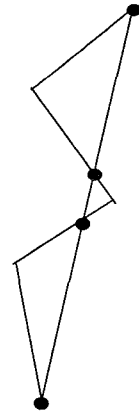
<case3> 크랙이 3개지만 cross over 점이 없는 경우

이의 경우는 아래 (그림7)과 같은 경우로 임계치  $TH_1$  에 의해 ㉠부분과 ㉡부분의 분리가 가능하며 이후 ㉠부분을 두 개의 크랙으로 분리하는 것이 가능하다.



(그림7) cross over 점이 없는 경우

이의 경우는 아래 (그림8)과 같은 경우로 ㉠, ㉡, ㉢ 세 부분으로 분리하여 4개의 크랙이 나오게 되므로 효과적인 크랙들의 분리가 가능하게 된다.



(그림8) cross over점이 2개 이상인 경우

#### 4. 크랙 영역 분할

이제 분리된 크랙들로부터 아래 <표1>과 같이 크랙들의 방향과 두께, 길이등을 추출해 내어야 한다. 이를 위해 곡선 적합을 행하여야 하며 이는 아래와 같이 행한다.

$$L(x) = a + bx \tag{4}$$

라고 하면 최소 자승 오차는 하식(5)를 최소화 시키는 값이 된다.

$$E(L) = \sum_{k=0}^m [a + bx_k - y_k]^2 \tag{5}$$

여기서 m은 데이터 개수이며 이를 최소화시키는 a와 b의 값은 아래 식(6)과 같다.

$$\frac{\partial E(L)}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial E(L)}{\partial b} = 0 \tag{6}$$

(6)식의 결과는

$$ma + (\sum x_k)b = \sum y_k \tag{7}$$

$$(\sum x_k)a + (\sum x_k^2)b = \sum x_k y_k$$

(7)식을 정리하면

$$\begin{bmatrix} m & \sum x_k \\ \sum x_k & \sum x_k^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_k \\ \sum x_k y_k \end{bmatrix} \tag{8}$$

로 되어 우리가 구하고자 하는 a와 b의 값은 하식과 같이 정리된다.

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \frac{1}{m\sum x_k^2 - (\sum x_k)^2} \begin{bmatrix} \sum x_k^2 & -\sum x_k \\ -\sum x_k & m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sum y_k \\ \sum x_k y_k \end{bmatrix}$$

<표1> 크랙들의 특징 요소들

feature factors of cracks
Rep. of straight lines
thickness
length

## 5. 결 론

본 논문에서는 건축물의 안전 진단을 자동으로 행하기 위해 크랙들의 영역을 추출하고 분리하며 이의 특징을 자동으로 검출하는 시스템의 개발에 대해 기술하였다. 통상 크랙들의 특징으로는 크랙의 길이, 두께, 방향등을 선정하였으며 이를 위해 영상처리 알고리즘의 적용과 개발이 이루어졌다. 특히 크랙들의 특징을 보다 정확히 추출하기 위해 곡선적합이 행하여 졌으며 현재 구상된 알고리즘에 대한 실험이 수행중이다.

앞으로 다양한 실험 환경 즉, 도로, 교량, 건축물등에 대해 제안한 방법의 유효성과 실용성을 입증하기 위한 실험이 행해져야 하리라 여겨진다.