

# ALC 블록의 높이와 길이 측정을 위한 자동 비전 검사 시스템 개발

Development of Automatic Inspection System for Attitude  
and Length Measurement of ALC Block

\*엄 주 진, 허 경 무

단국대학교 전자컴퓨터공학부

e-mail : typek76@empal.com, huhkm@dankook.ac.kr

\*Ju-Jin Eom, Kyung-Moo Huh

Dept. of Electronics & Computer Engineering  
Dankook University

**Abstract** This paper presents a computer image processing system, which inspects the measurement of the ALC block on a real-time basis. The Image processing system was established with a CCD camera, an image grabber, and a personal computer without using assembled measurement equipment. The image obtained by the system was analyzed by a devised algorithm, specially designed for the enhanced measurement accuracy. From the experimental results, we could find that the required measurement accuracy specification is sufficiently satisfied using our proposed method.

정확한 분석방법에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서 제안하는 방법은 개인용 컴퓨터와 CCD 카메라를 이용하여 절단 공정에서 ALC 블록의 치수 검사를 할 수 있는 방법을 제안하였다. 또한, 양생되기 전에 자동검사를 행함으로써 원료의 재활용이 가능하여 원가 절감의 효과도 얻을 수 있다.

## II. 측정 방법

### 2.1 영상 정보 획득.

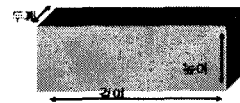


그림 1. ALC의 치수

### I. 서론

ALC란 Autoclaved Lightweight Concrete의 약자로 고온 고압에서 증기 양생시킨 경량 기포 콘크리트로 안정된 결정질을 가진 건축자재로서 우수한 성능이 인정되어 세계 각국에서 널리 쓰이고 있다. 제조 공정은 원료를 분쇄하여 형틀(mold)에 세트된 후 발포되어 케이크 상태로 굳어진 후 탈형하여 절단되게 된다. 그 후에 AUTOCLAVE 양생으로 ALC 블록이 완성된다 [1]. 기존의 ALC 검사는 양생되어 건조해진 블록을 출하 전에 수작업에 의한 검사를 하고 있으므로 측정 데이터의 부정확성 및 정밀도가 부족하여 컴퓨터에 의한

그림1은 본 연구에서 검사하고자 하는 단일 ALC 블록의 높이와 길이를 나타낸 것이다. 실제 제작공정에서는 블록군을 형성하고 있으며 가로 크기는 6m이고 세로는 60cm이다. 이러한 블록군을 주문 상태에 따라 절단 와이어로 30cm간격으로 20개 또는 40cm간격으로 15개의 블록으로 절단한다. 이 블록간의 간격이 단일 ALC 블록의 높이에 해당하고 세로의 크기가 길이에 해당한다. 표준적인 RS-170(NTSC) 카메라의 경우에는 640x480의 해상도에 제한을 받게 된다. 보다 높은 해상도를 얻기 위해서는 고해상도 카메라를 채용해야 하는데, 이는 보통 4배 이상의 재료비 상승을 야

기하므로, 가능하면 여러 대의 표준 카메라를 사용하는 방식을 추구하는 것이 효과적인 시스템 구성 방법이라 할 수 있다[2]. 그러므로 본 연구에서는 4대의 카메라를 일정간격으로 배치하여 영상을 분할하여 개별적으로 측정함으로써 해상도를 높였다.

## 2.2 고주파 필터

고주파 강화 필터링이 영상안의 고주파 성분을 강화하기 때문에 출력영상은 더 날카로운 영상이 되고 시각적으로는 더 좋은 영상을 생성한다[3].

표 1. 고주파 강화 마스크

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

## 2.3 자동 문턱값 결정

입력 이미지는 조명의 상태에 큰 영향을 받는다. 이 점을 보완하기 위하여 입력 과정에서 얻은 이미지로부터 조명상태를 파악하여 휘도 정보를 찾아낸다.[4] 이미지상의 물체의 평균 그레이 레벨 값에 대한 문턱값을 자동 설정한다.

## 2.4 CCD 카메라 보정

카메라의 오차보정은 카메라의 광학적 특성과 내부 구조 특성을 나타내는 내부인자(internal parameter)와 어떤 특정한 물체 좌표계(world coordinate system)를 기준으로 하여 카메라의 3차원적 위치 및 방향을 나타내는 외부인자(external parameter)를 결정하는 과정을 일컫는다[5]. 오차보정을 수행하는 일차적 목적은 카메라를 통하여 입력된 대상물에 대한 영상의 컴퓨터2차원 영상좌표계(2-D image coordination)와 실제 물체가 존재하고 있는 물체좌표계와의 관계를 설정하기 위한 것으로서 영상처리방법을 이용하여 길이나 깊이 등의 정량적 측정이 필요할 때 반드시 소프트웨어적으로 이루어져야 한다[6].

## 2.5 경계 검출

입력된 이미지를 통해 측정 작업을 수행함에 있어 경계 추출(Edge Detection)이 선행되어야 한다. 이를 통해 측정의 해석이 이루어지므로 경계 추출의 정확도는 매우 중요하다.

### 2.5.1 에지검출에 있어서 기존 마스크기법의 변형

본 논문에서는 소벨 마스크를 기반으로 캐니 마스크를 변형한 마스크 기법을 사용하였다. 소벨 마스크를 기반

으로 John Canny는 에지 검출을 위한 방법들을 정의하였고, 그 방법들을 달성하기 위한 최적의 방법을 설명하였다[7]. SNR(signal noise ratio)의 값은 잡음에 대한 출력신호의 비율 (오차율)이며 가능한 커야한다. 왜냐하면 많은 신호와 적은 잡음이 필요하기 때문이다. 위치측정값(localization)은 실제 에지로부터 위치된 에지까지의 거리의 역수이며, 이 값 또한 가능한 한 커야하는데, 이것이 의미하는 것은 거리가 가능한 작아야 한다는 것을 의미한다.[8] 그림 2의 실험 결과에서 알 수 있듯이 계산적인 접근을 채택한 캐니 에지 검출방법을 변형한 제안된 방법에서는 단일 에지에 대해서 중복 응답을 보이지 않기 때문에 false-positive 현상이 나타나지 않음을 알 수 있다. 우리는 소벨 마스크를 기반으로 한 canny의 에지 검출 방법을 변형시켜 사용하였다. 그림 2에 기존의 소벨 마스크 기법과 본 논문에서 제안한 문턱값을 이용한 변형된 마스크 기법을 비교하였다.



(a)실제영상 (b)소벨마스크 (c) 제안하는 마스크  
그림 2. 소벨 마스크와 제안된 마스크 기법과의 비교

## 2.6 높이와 길이 측정을 위한 알고리즘

본 논문에서는 ALC 블록의 치수계측을 향상시키기 위해 카메라에 의한 곡물을 효과적으로 보정하는 기법과 8개의 에지쌍을 이용한 높이 및 길이 측정 방법을 제안한다.

### 2.6.1 특징점 추출 및 8개의 에지 쌍 검출

치수계측의 정밀도를 높이기 위해 그림 3.에서 보는 바와 같이 상하 좌우 각각에 대해 8개의 에지쌍을 배열하여 각 에지의 두 점을 잇는 직선을 블록 외곽의 에지로 결정함으로써 검출된 에지의 신뢰도를 높여 검사를 할 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 작업현장에서 야기되는 조명조건의 불규칙한 변화와 공장 내의 분진, 기계진동 등으로 인한 파손이나 이물질의 점착 등으로부터 영향을 최소화 시키고, 상하 경사도 측정의 기준이 되는 향상된 수평 수직 에지 검출 알고리즘을 제안하였다.

각 블록의 네 개의 모서리 점을 기준으로 수평 방향이 에지에 해당하는 왼쪽 면과 오른쪽 면 각각의 상위와 하위 영역에 두개의 에지 검출점(특징점)을 배열하여 이 에지쌍이 이루는 직선을 에지로 설정하므로써 요철에 의한 측정불량을 최소화 시켰으며, 이를 기준으로 수직방향에 해당되는 윗면과 아랫면에도 역시 에

지쌍 검출 알고리즘을 적용시켜 각 에지쌍이 이루어 내는 직선에 대해 수직, 수평방향으로의 에지검출이 보다 정확하게 수행되므로 경사도측정 역시도 그 정확도가 향상되는 결과를 보였다..

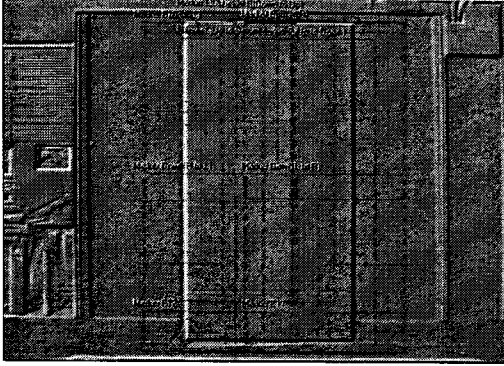


그림 3. 단일 블록에 8개의 에지쌍 배열 형태

### III. 실험 결과

본 실험에서는 실험에 사용된 카메라의 CCD 소자의 크기  $Cd$ , 렌즈의 초점거리  $f$ 와 물체의 크기  $Ho$ 를 고려해 카메라와 가공 물체 사이의 거리를 319cm로 고정하고 실험을 진행하였다. 실험에서 쓰인 이미지의 해상도는 640x480 픽셀을 사용하였다. 카메라로 입력된 이미지의 최대 크기는 169.49cm x 127.12cm이다.

$$Do = (Ho \times f) / Cd \quad (1)$$

#### 3.1 치수 계측 실험

일반적으로 고정 광학계를 가진 카메라 통해 물체의 길이를 측정할 경우 실세계 공간상에 길이가 일정한 자(Ruler)의 영상을 입력받아 자의 전체적인 길이가 화상 공간내의 몇 개의 화소에 해당하는지를 계산하여 화상 공간내의 1 화소의 실제 공간상의 길이를 구하여 실제로 측정할 대상물체가 입력되면 이 화소의 화상 내 점유 화소의 수를 구한 후 미리 계산된 1 화소 당 실제 거리를 곱하여 가공 물체의 길이 값을 환산하여 구해 낼 수 있다. 본 실험에서는 길이를 측정하기 위해서는 표준이 되는 정확한 자가 필요하지만 실제로는 획득하기가 용이하지 않기 때문에 이미 공장에서 수작업으로 얻은 합격제품을 수 회 측정 후 평균치를 표준값으로 하고 각각의 카메라로 입력 받아 제안한 방법으로 측정된 합격제품 화소 수들의 평균치를 표준 화소수로 하여 이를 통해 1 화소 당 표준 길이를 구해 실험하였다. 이 방법을 적용하여 각 카메라와 피사체간의 미세한 거리오차에 의한 치수오차가 나타나므로 모든 카메라에 동일한 mm/pixel 거리를 적용 시 오차 값이 커

지는 문제점을 해결할 수 있었다. ALC 블록의 실 계측 값과 실험에서 얻어진 결과를 비교하였다. 실험 결과 실 계측 값과 이미지를 사용하여 제안된 방법의 의한 계측 값의 오차범위는 1.7mm 정도로 나타났다. 조 명조건에 대해 공장의 환경을 고려해 일반조명을 사용 하였다.

표 2 . ALC 블록의 실 계측 값

1번 카메라	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5	Avg
A	30.00	29.90	29.85	29.95	29.85	29.91
B	59.90	59.90	59.90	60.00	59.95	59.93
2번 카메라	Block 6	Block 7	Block 8	Block 9	Block 10	Avg
A	29.90	29.90	29.95	29.85	30.00	29.92
B	59.85	59.90	59.90	59.90	60.00	59.91
3번 카메라	Block 11	Block 12	Block 13	Block 14	Block 15	Avg
A	29.95	29.85	29.90	30.00	29.90	29.92
B	59.87	59.88	59.85	59.87	59.85	59.86
4번 카메라	Block 16	Block 17	Block 18	Block 19	Block 20	Avg
A	29.93	29.95	29.90	29.87	29.85	29.90
B	59.87	59.91	59.90	59.95	59.90	59.91

(A: 높이, B: 길이, Avg: 평균, 단위: cm)

표 3 . 제안된 방법에 의한 계측 값

1번 카메라	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5	Avg
A	30.03	29.93	29.87	29.82	29.91	29.91
B	59.93	59.93	59.93	60.03	59.91	59.95
2번 카메라	Block 6	Block 7	Block 8	Block 9	Block 10	Avg
A	30.07	29.94	29.88	29.83	29.92	29.92
B	59.83	59.94	60.07	59.94	59.92	59.93
3번 카메라	Block 11	Block 12	Block 13	Block 14	Block 15	Avg
A	29.99	29.90	29.83	29.97	29.92	29.92
B	59.83	59.97	59.90	59.92	59.8	59.88
4번 카메라	Block 16	Block 17	Block 18	Block 19	Block 20	Avg
A	30.04	29.78	29.84	29.83	29.87	29.87
B	59.97	59.88	59.81	59.85	59.80	59.88

(A: 높이, B: 길이, Avg: 평균, 단위: cm)

표 4 . 실 계측값에 대한 제안된 방법의 계측값 비교

1번	Block	Block	Block	Block	Block
카메라	1	2	3	4	5
A	-0.03	-0.03	-0.02	0.13	-0.06
B	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	0.04
2번	Block	Block	Block	Block	Block
카메라	6	7	8	9	10
A	-0.17	-0.04	0.07	0.02	0.08
B	0.02	-0.04	-0.17	-0.04	0.08
3번	Block	Block	Block	Block	Block
카메라	11	12	13	14	15
A	-0.04	-0.05	0.07	0.03	-0.02
B	0.04	-0.09	-0.05	-0.05	0.05
4번	Block	Block	Block	Block	Block
카메라	16	17	18	19	20
A	-0.11	0.17	0.06	0.04	-0.02
B	-0.10	0.03	0.09	0.10	0.10

(A: 높이, B: 길이, Avg: 평균, 단위: cm)

#### IV. 결론

본 논문에서 제안한 ALC 블록의 높이와 길이 측정을 위한 알고리즘은 크게 전처리 과정과 에지 쌍을 이용한 경계 검출과 측정으로 나뉘는데 전 처리 과정에서는 자동 문턱값 결정 방법과 CCD 카메라 보정 방법을 통해 정확한 해석이 이루어지게 하였으며 치수 측정과정에서는 제안된 방법을 통해 보다 나은 측정이 이루어지게 하였다. 실험한 결과를 토대로 실 계측값과 이미지를 사용하여 제안된 방법에 의한 계측값의 가장 큰 오차가 높이와 길이 각각 1.7mm 정도임을 감안한다면 본 설계한 시스템은 높이는 99.43%의 정확성을 보이고 길이는 99.72%의 정확성을 보이므로 실제 공정상에서 사람의 주관적인 수작업 의존하여 일정 샘플만을 검사하여 합격품 판정을 하는 기존의 방법에 비해 입력받은 이미지 한 장만으로 블록 군 단위의 전체 치수계측 결과를 평균 0.6초 이내로 얻을 수 있으며 제안된 알고리즘을 통해 불량판별의 검사기준을 객관화, 정량화함으로써 기존의 작업공정에 비하여 제품의 폐기율을 감소시킴으로서 재료절감 및 자동화, 고속화 효과를 기대할 수 있다. 그러나 측정부위에 일정한 조명을 주지 않았으므로 생기게 되는 에지 누실이 50% 이상일 경우 이미지 보정작업의 한계이다.

#### 참고문헌

- [1] <http://www.alc.or.kr>
- [2] 변종은 외, 머신비전응용, 삼성전자, 2001
- [3] Eugene Fink and Michael Heath,

"Image-Processing Projects for an Algorithms Course" International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, Volume 15, Issue 5, August 2001, Pages 859-868

- [4] A.M.Darwish and A.K. Jain, "A Rule Based Approach for Visual Pattern Inspection" IEEE Trans, on pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.10, No.1, Jan. 1998
- [5] Weng, J., Cohen, P. and Herniou, M., "Camera Calibration with Distortion Models and Accuracy Evaluation," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.14, No.10, pp965-980, 1992.
- [6] "Matrox Inspector User Guide", version4, Matrox Electronic System Ltd. 2002.
- [7] Lijun Ding and Ardeshir Goshtasby, "On the Canny edge detector" Pattern Recognition, Volume 34, Issue 3, March 2001, Pages 721-725
- [8] Ardeshir Goshtasby and Hai-Lun Shyu "Edge detection by curve fitting, Image and Vision Computing" Science Direct Volume 13, Issue 3, April 1995, Pages 169-177