

노이즈에 강인한 마크인식에 관한 연구

양 남 열, 정 수 화
LG생산기술원

A Study of Mark Recognition with Noise Immunity

Yang Nam-Yeol, Jeong Soo Hoa
LG Production Engineering Research Center

Abstract - CCD 카메라를 이용한 화상처리가 최근 많은 분야에서 활용되고 있다. 특히 반도체 장비, 정밀 위치결정 시스템, 그리고 정밀 Alignment 시스템과 같이 정밀한 제어가 요구되는 시스템에서 정확한 화상처리 기술이 요구되고 있다.

본 논문은 화상처리를 이용한 마크 인식에 관한 방법으로 CCD카메라로 부터 얻은 영상에 노이즈가 상당히 포함되어 있는 경우와 마크의 일부분만 보이는 경우에 마크를 정확히 찾는 방법에 관한 연구이다.

1. 서 론

최근에 반도체의 패턴이 미세화되고, 컴퓨터-TV 등의 화소가 미세화됨으로써 이에대한 생산장비와 검사장비등이 고정도의 정밀도가 요구되고 있다. 이와같이 고정밀 위치결정시스템과 정밀 Alignment 시스템등에서 CCD 카메라를 이용한 고정도의 화상처리가 많이 응용되고 있다.

CCD카메라로부터 얻은 영상에서 마크를 인식하는 화상처리방법에는 여러가지 방법이 있으나 패턴매칭방법과 Edge검출방법이 가장 많이 응용되고 있는데 본 논문에서 는 노이즈에 강인한 Edge검출 방식을 응용하였다.

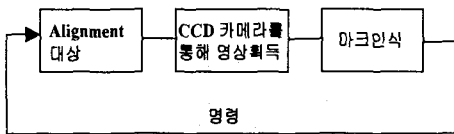


그림 1) 화상처리를 이용한 Alignment 시스템 구조

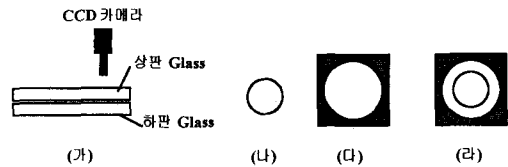
본 논문은 그림1과 같이 Alignment 대상으로부터 얻은 마크의 영상정보를 이용하여 정확한 마크를 인식하여 대상물에 지령을 하여 정확히 Alignment되게하는 시스템에서 Edge검출방식을 이용한 마크인식 방법에 관한 연구이다.

2. 본 론

2.1 시스템 구성

그림2에 간단한 시스템구조와 마크의 영상을 나타내었다. 상판Glass와 하판Glass의 영상을 CCD카메라를 이용하여 마크의 영상을 얻는 방법은 (가)와 같고 상판 Glass에는 (나)와같은 마크가 생성되어 있고 하판 Glass에는 (다)와 같은 마크가 생성되어 있으면 겹쳤을

때의 마크형상을 (라)에 나타내었다.



(가) 상하판 Glass와 CCD 카메라
(나) 상판 Glass의 마크형상
(다) 하판 Glass의 마크형상
(라) 상/하판 겹쳤을때의 마크형상

CCD카메라를 이용하여 얻은 마크의 영상은 (라)와 같은영상이다. 따라서 이 마크영상을 이용하여 정확한 마크인식을 하여 (가)의 하판 Glass를 조정하여 정확하게 Alignment되도록 시스템을 구성하였다. 하판Glass의 조정은 총3개의 모터로 구동하며 X,Y,θ로 정밀하게 Alignment하도록 구성되어 있다. 상판 Glass의 마크의 크기는 지름이 약 200 μm정도이고 하판Glass의 마크의 크기는 내부원의 지름이 약 250 μm 정도이고 외부사각형의 길이는 약 300 μm의 크기로 되어 있으며 상하판에 각각 2개의 Alignment 마크가 외곽부분에 생성이 되어 있다.

3. 마크인식

3.1 Edge검출을 위한 검색라인

마크인식을 하기위하여 화상데이터내에서 그림3과 같이 횡,중,경사방향의 4방향으로 다수의 검색라인을 설정한다. 검색라인의 수는 임의로 조정하면서 일정한 간격

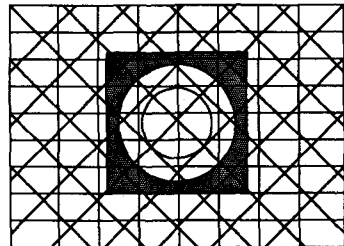


그림 3) Edge검출을 위한 Sweep 검색라인

으로Skip을 하여 라인의 정보를 이용하여 Edge검출을 위한 검색라인을 설정한다.

3.2 검색라인에서 Edge 검출

그림3에서 한 개의 임의의 검색라인의 원에대한 Edge 검출방법은 다음과 같다.

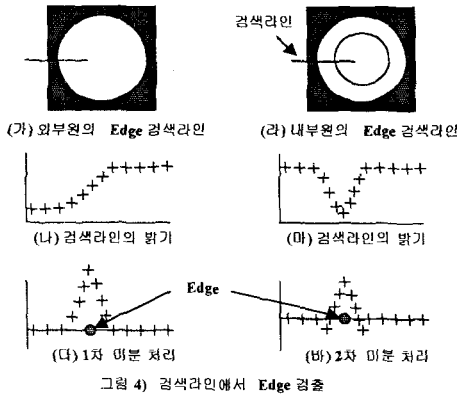


그림4의 (가)(나)(다)에 마크의 외부원에 대한 Edge 검출방법을 나타내었다. (가)의 원부분의 밝기데이터는 (나)와 같고 이를 1차미분을 하면 (다)와 같이 되며, (다)의 미분값0이상인 부분에서 임의의 Thresh값 이상인부분의 중심부를 Edge로 판정한다. 그림4의 (라)(마)(바)에 마크의 내부원에 대한 Edge검출방법을 나타내었다. (라)의 원부분의 밝기데이터는 (마)와 같고 이를 2차미분을 하면 (바)와 같이 되며, (바)의 미분값0 이상인 부분에서 임의의 Thresh값 이상인부분의 중심부를 Edge로 판정한다. 이와같은 방법으로 그림3의 모든 검색라인의 Edge를 검출한다.

1차미분 : $D'(i) = D(i+P) - D(i-P)$ ($P=Offset$)

2차미분 : $D''(i) = D(i+P) - 2D(i) + D(i-P)$

3.3 노이즈 제거

그림4에서 1Point의 Edge를 찾으면 그 포인트가 노이즈성분인지 진짜 Edge인지 그림5와 같이 이웃하는 Pixel의 정보를 가지고 판정한다. Edge가 임의의 화소수 이하이면 노이즈 성분이고 임의의 화소수 이상 연결이 되어 있으면 진짜 Edge로 판정한다.

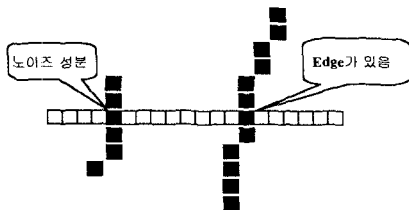


그림 5) 미분값의 변화에 따른 Edge 검출에서 노이즈 부분 제거

3.4 Hough 변환

그림5에서 찾은 Edge를 중심으로 찾고자하는 반지름의 원의 크기로 원을 그려 원이 가장많이 교차하는 중심의 후보점 4포인트를 Hough변환으로 그림6과 같이 검출한다.

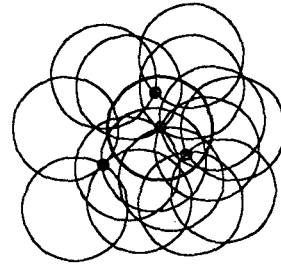
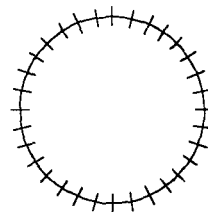


그림 6) Hough 변환으로 원이 교차하는 원의 중심 후보 4포인트 검출

3.5 최종 Edge검출 및 원의 중심검출

그림6에서 찾은 중심 후보 4포인트에 대하여 그림7과 같이 원의 반지름상의 일정한 길이만큼 3도씩 120라인에 대하여 그림4에서 설명한 방법으로 최종 Edge를 검출한다.

후보점 4포인트 중에서 Arc Ratio와 Edge Ratio가 가장높은 포인트가 찾고자하는 원이 된다.



$$\text{Arc Ratio} = \frac{\text{유효라인 수}}{120}$$

$$\text{Edge Ratio} = \frac{\text{Edge 수}}{\text{유효라인 수}}$$

그림7) 반지름 검색라인 상의 Edge 검출

그림7에서 찾은 모든 Edge로 찾고자하는 원의 중심은 Least Square방법으로 구하며 식은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} 2\sum x_i^3 + 2\sum x_i y_i^2 \\ 2\sum x_i^2 y_i + 2\sum y_i^3 \\ \sum x_i^2 + \sum y_i^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4\sum x_i^2 & 4\sum x_i y_i & 2\sum x_i \\ 4\sum x_i y_i & 4\sum y_i^2 & 2\sum y_i \\ 2\sum x_i & 2\sum y_i & n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c^2 - a^2 - b^2 \end{bmatrix}$$

여기서 x_i 는 원주상의 최종 Edge의 x 좌표
 y_i 는 원주상의 최종 Edge의 y 좌표
 a 는 찾고자 하는 원의 중심 x 좌표
 b 는 찾고자 하는 원의 중심 y 좌표
 c 는 찾고자 하는 원의 반지름

CCD카메라를 통하여 얻은 마크의 영상과 본 논문에서 제시한 방법으로 마크를 인식한 결과를 그림8에 나타내었다.

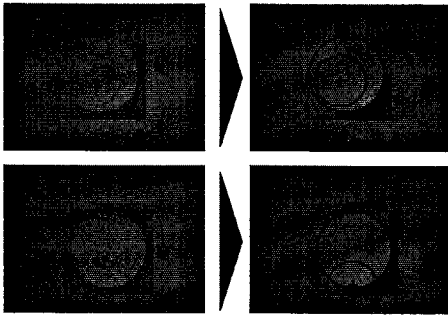


그림8) 마크의 형상과 마크를 인식한 결과

마크가 100%보일때와 내부원이 45% 보일때의 인식결과를 아래표에 나타내었다.

횟수	100% 보일때(픽셀)		45% 보일때(픽셀)	
	X값	Y값	X값	Y값
1	338.626	250.903	386.585	395.078
2	338.636	250.834	386.391	394.391
3	338.610	250.868	386.462	394.792
4	338.561	250.946	386.221	395.164
5	338.653	250.838	386.069	394.696
6	338.580	250.925	386.433	394.874
7	338.489	250.905	386.382	395.247
8	338.610	250.957	386.395	395.370
9	338.746	250.869	386.283	395.042
10	338.611	250.945	386.406	394.406

4. 결 론

본 논문에서 제안된 노이즈 제거 알고리즘을 이용한 마크인식방법이 노이즈에 강인하고 마크가 일부분만 보일경우에도 안정되게 마크를 인식함을 보였다.

인식마크가 100% 보일때는 $\pm 0.1\text{Pixel}$ 이하의 인식정도를 보이며 45% 이하 보일때는 $\pm 0.5\text{Pixel}$ 이하의 정도를 보인다.

노이즈가 많지 않을때는 45%이하 보일때에도 $\pm 0.2\text{Pixel}$ 이하의 정도를 보인다. 그리고 조명은 Back Light 조명을 사용하였으며 조명의 영향도 약간은 받는다.

마크가 100% 보일때 조명의 밝기 편차에따라 $\pm 0.3\text{Pixel}$ 이하의 인식정도를 보인다. 조명의 밝기편차가 발생하지 않도록 조명을 설계하는것도 중요하지만 조명의 밝기 편차에 관계없이 $\pm 0.1\text{Pixel}$ 이하의 안정된 인식정도를 확보하는 것이 향후 과제로 남아 있다.