

스테레오 비전을 이용한 BGA 소자의 볼 높이 측정 알고리즘에 관한 연구

(A Study on the Measurement Algorithm for the Ball Height of BGA Device Using Stereo Vision)

박영순 · 김준식*

(Young-Soon Park · Joon-Seek Kim)

요 약

본 논문에서는 고 해상도의 CCD 카메라를 이용하여 정밀 소자인 BGA(Ball Grid Array)의 2차원 영상을 얻어 BGA 소자의 볼 높이 결함을 검출하기 위한 스테레오 영상 모델링 기법에 관하여 연구하고 결함 검출 알고리즘을 제안한다. 논문에서 BGA 소자의 패키지/볼 영역 검출 알고리즘, FOV 조정(calibration), 정점 정합 알고리즘과 높이 측정 방법을 제안한다. 각각의 BGA 소자의 결함에 따른 검출 방법을 제안하고 실험을 통해서 성능을 검증하였다.

Abstract

In this paper, We proposed the algorithm for defect extraction and a study of the stereo image modeling to inspect defect for the ball height of BGA(ball grid array) device using 2-dimensional images captured by the BGA device of using the high resolution CCD cameras. This paper propose the package/ball area extraction of BGA device part, the FOV(field of view) calibration part, the top point matching part, and ball height measurement method. Each BGA device propose extraction method by defect, Through the experiment, we verified the result.

Key Words : BGA, inspection, stereo vision

1. 서 론

반도체 칩과 완제품의 크기가 거의 같은 정도로 얇고 작게 패키징하는 이튼바 CSP(Chip Scale Packaging) 기술이 반도체의 경박 단소화 추세에 힘입어 빠르게 확대 도입되고 있다. 이런 가운데 현재 까지 개발된 각종 CSP 패키지 기술 가운데 가장 주목받고 있는 것이 마이크로 BGA 패키지다.

* 주저자 : 호서대학교 전자공학과 교수
Tel : 041-540-5664, Fax : 041-540-5693
E-mail : joonskim@office.hoseo.ac.kr
접수일자 : 2005년 6월 17일
1차심사 : 2005년 6월 28일, 2차심사 : 2006년 3월 30일
심사완료 : 2006년 4월 7일

마이크로 BGA 패키지는 기존의 리드프레임 대신 박막필름 위에 칩을 얹은 후 실리콘 소재로 이를 덮어씌우고 그 밑에 미세 구경의 원형다리(ball)를 접착시키는 매우 간단한 형태다. BGA같은 반도체 부품은 거의 모든 전자제품을 비롯하여 의료장비, 통신위성, 각종 무기 등과 같은 최첨단 장비에 필수적으로 사용되고 있다. 따라서 반도체 부품의 결합은 각종 장비의 성능을 크게 좌우하는 중요한 요소이며 이러한 결합을 사전에 인식하는 것은 반도체 부품의 양산과정에서 매우 중요한 일이다.

80년대 이후 여러 기술선진국을 중심으로 반도체 부품의 2D(표면)결합을 자동적으로 인식하고 판단할 수 있는 검사 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔으며 이미 상용화되었다. 또한 CCD 카메라에 조명, 레이저 등과 같은 보조 시스템을 부가하여 PGA(Pin Grid Array)나 BGA와 같은 반도체 부품의 리드 간격이나 ball 크기 등의 2D(표면) 결합을 검사하는 시스템이 개발되었다. 그러나 반도체 소자 기술과 컴퓨터 기술의 눈부신 발전에 따라 반도체 부품이 점점 더 집적화, 경량화, 소형화됨으로써 PGA나 BGA보다 더 정밀한 마이크로 BGA와 같은 반도체 부품이 이미 여러 첨단 장비에 사용되고 있는 실정이다. 기존 방식은 한 대의 카메라(수신부)와 레이저(송신부)를 이용한다. 이 방식은 레이저 소스가 각 라인마다 스캔하여 정보를 받아들이는 시간적 딜레이가 길고, 차단영역(occlusion)이 발생하는 문제점이 있다. 그러므로 마이크로 BGA와 같은 초정밀 부품의 결합을 효과적으로 검사하는 데에는 한계가 있다. 본 논문에서는 2대의 카메라를 이용하여 좌우 영상에서 취득된 영상의 위를 가지고 BGA 소자의 볼 높이를 정보를 측정한다. 본 논문에서 제안한 방법으로는 시간적 문제를 향상시켜주며 차단영역을 해결한다. 본 논문에서는 3D 스테레오 비전을 이용하여 2D 검사로는 측정 불가능한 BGA 소자의 볼 높이를 측정할 수 있는 알고리즘을 개발한 후 성능을 검증하였다.

2. 본 론

2.1 스테레오 비전

스테레오 비전은 인간의 시각구조와 유사하게 만든 환경에서 취득된 좌, 우 영상으로부터 일치점의 변위를 구하여 간단한 삼각측량을 이용하여 깊이 정보를 검출하는 방법이다. 일반적으로 스테레오 비전 시스템은 카메라의 공간적 모형설정, 스테레오 영상 정합, 깊이 정보의 보간 등의 과정들로 구성된다. 일반적으로 스테레오 시각 문제에서는 탐색 공간을 줄이고, 문제를 단순화시키기 위하여 다음의 몇 가지 가정을 적용한다.

첫째, 각 영상의 epipolar 라인은 동일한 위치에 존재한다. 둘째, occlusion 영역을 제외한 나머지 영역에서는 연속적인 3차원 정보를 가져야 한다. 셋째, 정합을 위한 특징들은 두 영상에 독립적으로 위치하고, 한 영상의 특징이나 화소들은 다른 영상의 특징이나 화소들에 하나이상 정합될 수 없다.

위의 세 가지 조건을 가지고 두 장의 영상에서 일치점을 찾아 정합하게 되는데 일반적으로 특징 기반 정합 방법과 영역 기반 정합 방법 두 가지로 나눌 수 있다[1-5].

2.2 스테레오 카메라 모델링

카메라 모델링은 스테레오 비전에서 3차원 공간의 한 점에 대한 각 카메라의 화면상에서 사영점간의 거리(disparity, parallax)에 관한 기하학적 관계를 나타낸 것이다. 일반적인 카메라의 배치에 의해서는 복잡한 비선형 관계식이 되나 두 카메라 수평 스캔 라인이 베이스 라인과 평행하다 가정하여 계산을 단순화 할 수 있다. 이렇게 되면 수직방향의 양안차(disparity)는 고려하지 않고 단지 수평방향의 양안차만을 생각하면 되므로 계산이 단순하게 된다.

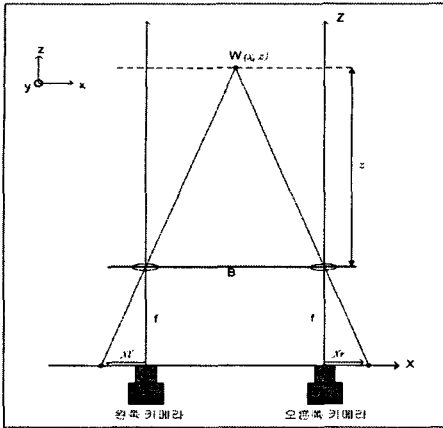


그림 1. 양안차와 깊이의 상관관계
Fig. 1. Correlation of disparity and depth

그림 1에서 삼각형의 비례관계식을 이용하여 양안차를 구할 수 있는데 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$z = \frac{fx}{-Xl} \quad (1)$$

$$z = \frac{f(B-x)}{Xr} \quad (2)$$

식 (1)과 (2)로부터 z를 구하면 다음과 같다.

$$z = \frac{fB}{D} \quad (3)$$

여기에서 D는 $|Xr + Xl|$ 이다. B는 두 카메라 사이의 거리, f는 카메라의 초점거리를 나타낸다 [1,6-8].

2.3 BGA 3차원 검사 알고리즘

그림 2는 BGA 3차원 검사 알고리즘의 흐름도이다. 캡처 보드에서 입력된 영상에 전처리 과정을 적용하고, 패키지 영역을 검출한다. 그 다음 검출된 패키지 영역에서 볼 영역을 찾게 되고 그렇게 찾아진 볼에서 정점을 찾아내어 정합과정을 거쳐 양안차와 볼의 높이를 구하게 된다.

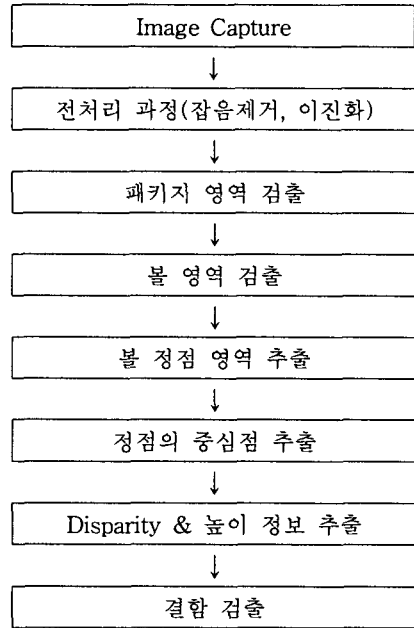


그림 2. 3차원 검사 알고리즘 흐름도
Fig. 2. Flowchart of algorithm for 3D inspection

2.4 전처리 과정

이진영상 처리는 두 종류의 방법으로 구분되는데 영상의 각 부분에 적당한 서로 다른 임계값을 사용하여 이진화하는 지역적 이진화 방법과 전체영상에 대해 동일한 임계값을 적용하여 이진화하는 전역적 이진화 방법이 있다. 전역적 이진화 방법의 경우, 빠른 계산 시간과 간단한 구현 등의 장점이 있으나, 지역적으로 정보의 분실이 일어나게 되는 단점이 있다. 반면 지역적 방법은 비교적 많은 계산 시간이 걸리는 알고리즘을 사용하지만 영상 전체가 균일한 이진영상을 얻을 수 있는 장점이 있다. 본 논문에서는 지역적 이진화 방법을 사용하여 볼의 형태와 정점이 뚜렷하게 잘 나타낼 수 있는 임계값을 정하기 위해서 또한 패키지 내에서 패턴 부분을 없애기 위해서 히스토그램에서 얻어진 평균값에 표준편차를 더한 값으로 적용하여 보다 좋은 이진화 영상을 얻을 수 있었다[9-11].

잡음제거 기법을 적용하는 이유는 카메라를 통해 얻어진 영상에서 불필요한 잡음을 제거하고, 볼의 정점을 구할 때나 볼의 윤곽선을 구할 때도 좀 더 정

확한 값을 얻기 위함이다. 일반적으로 평균값 필터와 중간값 필터가 있는데, 본 논문에서는 좀더 빠른 검사 속도를 위해 연산 양이 적은 평균값 필터를 적용하였다[9-11].

2.5 영역 검출 알고리즘

입력 영상을 가로·세로로 스캔하여 패키지 모서리의 특징을 찾는 방법으로 패키지 영역을 검출한다. 검출된 패키지 영역 내에서 BGA 소자 사양을 참조하여 볼 하나 정도의 크기에 해당하는 검색 윈도우를 만들어 모든 볼의 위치를 찾게 된다. 추출된 볼 영역의 무게 중심을 구해 볼의 중심 좌표로 사용한다[12].

2.6 조 정

영상내에서 계산된 좌표로는 정확한 FOV를 구하기 어렵다. 따라서 FOV calibration 방법을 적용하여 보다 정확한 FOV를 구해야 오차를 줄일 수 있다.

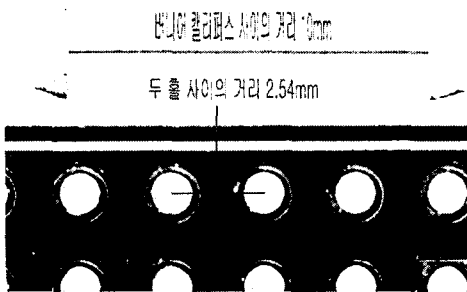


그림 3. 버니어 캘리퍼스를 이용한 FOV 조정
Fig. 3. FOV calibration using vernier calipers

그림 3에서와 같이 먼저 영상을 취득할 때 영상내에 버니어캘리퍼스를 놓고 영상을 보면서 캘리퍼스를 조절해 영상 외곽의 크기를 구하게 되고 보편적으로 그 값이 FOV가 된다. 본 논문의 실험에서는 FOV가 14.50[mm]로 측정되었다. 정확한 calibration이 이루어지도록 하려면 영상 좌표를 실제 좌표로 변환해야 하며, 변환하는 수식은 다음과 같다.

$$\text{픽셀 당 거리} = \frac{\text{FOV}}{\text{전체 pixel 수}} \times \text{해당 pixel 수} \quad (4)$$

식 (4)에서 FOV(Field of View)는 카메라의 sensor에 촬상 되는 범위를 나타낸다. FOV는 영상 촬영 시 나노자를 이용하여 구하며, 이 값을 영상의 해상도(가로 픽셀 수)로 나누게 되면 한 픽셀이 차지하는 실제의 거리를 계산 할 수 있다. 본 논문에서 계산된 픽셀 당 거리는 0.0104[mm] 이다. 그림 4에서 버니어 캘리퍼스 사이의 거리(픽셀수)는 964픽셀이고 두 홀 사이의 거리(픽셀수)는 245픽셀이다. 각각의 실제 거리를 구하면, 10.0256[mm], 2.548[mm]가 된다. 이 값과 그림에서의 실제 값과 비교해 보면 오차가 8~25[um]가 된다. 버니어 캘리퍼스 정보를 이용하여 한 픽셀 당 거리를 구하면 다음과 같다.

$$10 / 964 = 0.01037[\text{mm}/\text{pixel}]$$

정밀한 PCB의 두 홀 사이의 거리에 의한 한 픽셀 당 거리는 다음과 같다.

$$2.54 / 245 = 0.01036[\text{mm}/\text{pixel}]$$

오차값을 줄이기 위해 두 값의 평균을 취하면 0.010365가 된다. 이 값을 이용하여 버니어 캘리퍼스와 정밀 PCB 영상의 FOV를 calibration하여 영상내의 거리를 계산하면, 다음과 같은 값을 갖는다.

$$964 \times 0.010365 = 9.99186[\text{mm}]$$

$$245 \times 0.010365 = 2.53942[\text{mm}]$$

실제의 값과 비교해 보면 오차가 0.58~7.14[um]로 줄어든 것을 확인할 수 있다. 여기까지는 영상의 가로 길이에 대한 FOV calibration이었고, 같은 방법으로 영상의 세로 길이에 대한 한 픽셀 당 거리는 0.0104098를 구할 수 있다.

2.7 양안차 계산 방법

일반적인 스테레오 비전을 바로 적용하기 힘들기 때문에 심플 스테레오로 변환하여 양안차를 구하게 된다.

그림 4에 일반적인 스테레오 비전에서의 카메라의 위치를 각도를 주어 심플 스테레오로 구성한 모델을 나타내었다. 심플 스테레오 비전에서는 양안차 $|Xr + Xl|$ 는 그대로 적용할 수 없기 때문에 다음의 변환식을 이용하여 새로운 양안차를 구하게 된다.

스테레오 비전을 이용한 BGA 소자의 볼 높이 측정 알고리즘에 관한 연구

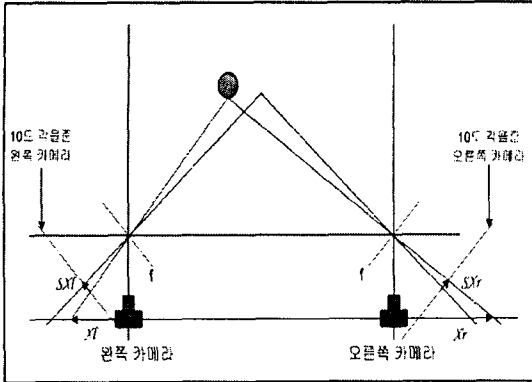


그림 4. 심플 스테레오 카메라 모델링 영상
Fig. 4. Modeling image of simple stereo camera

$$X_r = \tan(\text{카메라각도} - (\tan^{-1}(\frac{\text{center}-X}{f} \text{픽셀당거리})))f \quad (5)$$

식 (5)에서 center는 영상에서의 중심 포인트이고, X는 영상에서의 해당 물체의 포인트이다. (center - X)값이 SXl 값이 된다. 오른쪽 영상의 변위 SXr은 식 (5)에서 카메라 각도를 더해주면 구할 수 있다. 이렇게 변환된 Xl과 Xr을 이용하면 카메라의 렌즈부터 촬영 물체까지의 거리 정보를 얻을 수 있다.

2.8 실험 및 검증

그림 5는 전체 시스템의 구성도이다. 2대의 카메라를 이용하여 좌우 BGA 영상을 취득하였다. 영상의 개선을 위해서 LED 링(red) 조명을 사용하였고 물체의 유동여부를 없애기 위해서 BGA 지그를 제작하여 사용하였다.

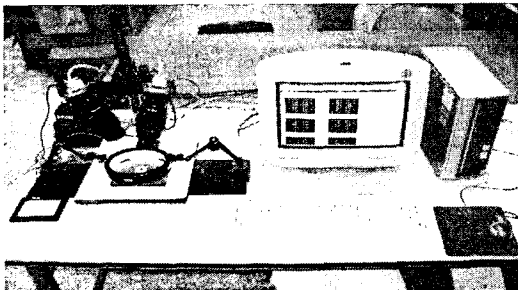


그림 5. 전체 실험 시스템의 구성도
Fig. 5. The formation of system for the total experiment

위에서 제안한 전처리 단계와 패키지 영역 검출, 볼 영역 검출에 대해서 실험을 하였다. 시스템은 P-4 3[GHz]이고, Basler사의 A102k 디지털 카메라 두 대, Euresys의 grablink expert2 보드와 CCS사의 링 조명을 사용하였으며, 프로그램 구현은 visual C++ 6.0을 사용하였고, 실험 대상은 볼 수가 62인 마이크로 BGA 패키지(12[mm]×10.2[mm])를 사용 하였다.

1. 실험에 사용된 사전정보

- a. 픽셀 당 거리
 - 왼쪽 영상 : 0.0105074[mm]
 - 오른쪽 영상 : 0.0105932[mm]
- b. Base line
 - 48.6075[mm]
- c. Focus
 - 100[m]
- d. 카메라 각도
 - 9[°]

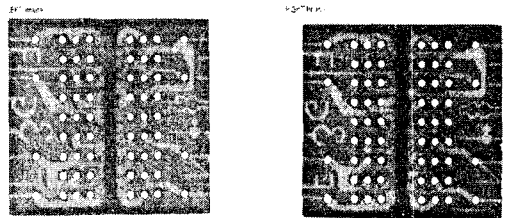


그림 6. 좌·우 카메라 입력 영상
Fig. 6. Input image of left·right camera

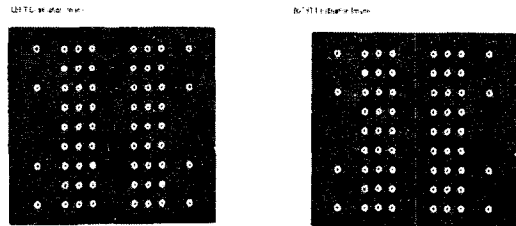


그림 7. 그림 6 영상에 대한 이진화 영상
Fig. 7. Binary image of Fig. 6

그림 6은 두 대의 카메라에서 입력되는 영상을 보여주고 있다. 양쪽의 카메라가 각각 9[°]의 각을 가지고 있어 왼쪽 영상의 마이크로-BGA 패키지가

왼쪽으로 치우쳐져 있고, 오른쪽 영상은 오른쪽으로 치우쳐져 있는 것을 확인할 수 있다. 그림 7과 그림 8는 각각의 좌, 우 영상에 이진화와 잡음제거 처리 과정을 거친 후의 영상을 보여주고 있다.

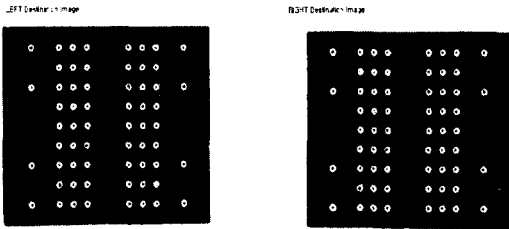


그림 8. 그림 7에 대한 잡음 제거 영상
Fig. 8. Noise removed image of Fig. 7

다음 과정으로 패키지 영역검출은 볼 영역을 검출하기 위한 전 단계이다. 위에서 설명한 바와 같이 패키지의 왼쪽 끝점만을 검출하게 되는데, 그 이유는 패키지 왼쪽 끝점의 좌표를 이용하여 볼 영역을 검출하기 위한 윈도우를 만들 때, 그 윈도우의 시작 좌표를 구하기 위함이다. 볼 탐색 윈도우의 시작점은 BGA 패키지 제조회사에서 제공하는 패키지 사양(부록 참조)을 참고하여 얻을 수 있다. 그 방법은 제공되는 사양에 의하면 패키지 왼쪽 끝점에서부터 첫 번째 볼의 중심점까지의 거리는 1.6[mm]로 나와 있다. 이 수치는 패키지의 가로 길이고, 세로 길이는 1.1[mm]이다. 이는 가로축의 볼 간격 0.8[mm], 세로축의 b볼 간격이 1.0[mm]로 틀리고 각각의 픽셀 당 거리가 틀리기 때문에 다른 값이 나온 것이다. 이 값들을 각각의 픽셀 당 거리로 나누어 주면 영상에서의 왼쪽 끝점부터 첫 번째 볼의 중심점까지의 픽셀수를 알 수 있다. 왼쪽 영상과 오른쪽 영상에서의 값은 다음과 같다.

$$1.6[\text{mm}] / 0.0105074 = 152.273635 \approx 152 \text{ pixel}$$

(왼쪽 영상 가로 픽셀 수)

$$1.1[\text{mm}] / 0.0103252 = 106.535466 \approx 106 \text{ pixel}$$

(왼쪽 영상 세로 픽셀 수)

$$1.6[\text{mm}] / 0.0105932 = 151.040289 \approx 151 \text{ pixel}$$

(오른쪽 영상 가로 픽셀 수)

$$1.1[\text{mm}] / 0.0103527 = 106.252475 \approx 106 \text{ pixel}$$

(오른쪽 영상 세로 픽셀 수)

만약 왼쪽 영상의 패키지 왼쪽 끝점의 좌표가 (100, 100)이었다면, 왼쪽 끝의 첫 번째 볼의 중심좌표는 (152, 106)으로 예상할 수 있다. 한 개의 볼이 차지하는 가로, 세로 픽셀 수가 40개 이내이므로 가로, 세로로 70픽셀 인 탐색 윈도우를 설정해주면 되고 이 탐색 윈도우를 좌에서 우로, 위에서 아래로 이동하면서 볼을 찾게 된다. 다음의 표 1과 표 2는 위의 과정을 통해 얻어진 좌, 우 영상에서의 볼 좌표값을 나타낸다.

표 1과 표 2의 정점 영역의 중심 값을 가지고 식 (5)에 대입하여 좌, 우 영상의 X축 변위 값과 양안차를 구하고 그 값을 식 (3)에 적용하여 카메라에서 볼까지의 거리를 얻는다. 마찬가지로 볼 중심 좌표 값도 식 (5)과 식 (3)에 적용하여 카메라에서 BGA 패키지의 바닥 면까지의 거리를 얻어 위에서 구해진 볼까지의 거리와의 차를 구하면 BGA 볼의 높이를 얻을 수 있다.

표 3의 결과에서 보면 볼의 높이가 77~0319로 측정된 것을 알 수 있다. 영상에서 볼의 좌표를 구할 때, 실험 오차를 ±3픽셀로 하였다. 이는 영상에서 약 30[um]가 되므로 높이 정보는 약 90[um]의 오차를 가지게 된다.

표 1. 왼쪽 영상의 볼 좌표 값
Table 1. Coordinate value of balls in left image

왼쪽 영상의 좌표 값								
number	볼의 중심	정점영역의 중심	number	볼의 중심	정점영역의 중심	number	볼의 중심	정점영역의 중심
1	176	177	22	1002	1002	43	403	404
2	329	328	23	327	329	44	478	479
3	404	406	24	403	405	45	703	704
4	479	460	25	479	479	46	778	779
5	704	706	26	703	705	47	854	854
6	779	780	27	779	780	48	1002	1002
7	854	855	28	854	853	49	327	327
8	1002	1004	29	328	329	50	403	405
9	327	330	30	403	404	51	478	478
10	403	403	31	479	480	52	703	705
11	479	479	32	703	703	53	778	779
12	703	705	33	779	779	54	853	853
13	779	781	34	854	854	55	175	176
14	854	855	35	329	329	56	327	328
15	177	178	36	403	406	57	402	404
16	327	329	37	478	478	58	478	479
17	404	404	38	703	703	59	704	705
18	479	479	39	779	780	60	779	779
19	703	705	40	854	855	61	853	853
20	779	779	41	176	177	62	1001	1002
21	854	854	42	327	329			

스테레오 비전을 이용한 BGA 소자의 볼 높이 측정 알고리즘에 관한 연구

표 2. 오른쪽 영상의 볼 좌표 값

Table 2. Coordinate value of balls in right image

오른쪽 영상의 좌표 값								
number	볼의 중심	정점영역의 중심	number	볼의 중심	정점영역의 중심	number	볼의 중심	정점영역의 중심
1	303	301	22	1135	1139	43	524	523
2	454	452	23	450	450	44	600	599
3	528	526	24	526	525	45	826	824
4	604	603	25	603	600	46	902	900
5	831	830	26	829	828	47	979	976
6	908	925	27	905	903	48	1131	1129
7	984	992	28	981	976	49	446	445
8	1137	1135	29	450	450	50	524	523
9	453	452	30	526	526	51	600	596
10	528	526	31	602	599	52	825	824
11	604	601	32	828	827	53	902	901
12	830	830	33	904	902	54	978	975
13	907	905	34	980	977	55	299	296
14	984	992	35	450	450	56	448	445
15	302	301	36	525	524	57	523	521
16	452	451	37	601	597	58	600	596
17	528	525	38	827	825	59	825	823
18	603	601	39	903	900	60	900	898
19	830	828	40	979	978	61	977	974
20	906	904	41	299	296	62	1128	1127
21	583	579	42	448	445			

표 3. 볼의 높이

Table 3. Height of balls

각 볼의 높이 단위(um)					
number(ball)	Heihtg	number(ball)	Heihtg	number(ball)	Heihtg
1	235	22	224	43	225
2	227	23	233	44	226
3	225	24	233	45	233
4	226	25	234	46	233
5	235	26	235	47	231
6	242	27	233	48	233
7	243	28	223	49	243
8	243	29	77	50	233
9	241	30	77	51	242
10	226	31	320	52	234
11	234	32	77	53	226
12	227	33	233	54	231
13	242	34	231	55	243
14	234	35	77	56	242
15	226	36	241	57	241
16	233	37	242	58	319
17	235	38	225	59	233
18	226	39	319	60	233
19	242	40	226	61	231
20	225	41	242	62	225
21	239	42	225		

BGA 제조사에서 제공하는 사양[12]에 보면 볼의 높이는 200[um]에서 300[um]의 값을 가진다고 나와 있다. 그리고 SEM으로 찍은 볼의 실제 높이는 평균적으로 233.505[um]로 측정되었다. 그림 9에 SEM으로 볼의 높이를 측정할 영상을 나타내었다.

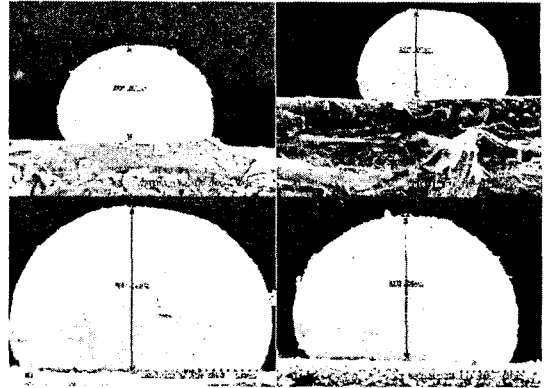
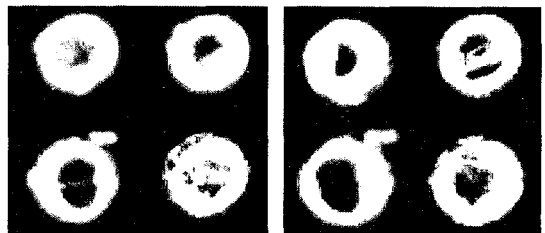


그림 9. SEM 영상
Fig. 9. SEM image

여기에 실험 오차를 더해주면 실질적인 양호한 볼의 높이는 110[um]에서 390[um]의 범위 안에 들어간다고 할 수 있다. 따라서 표 5에서 불량으로 판정할 수 있는 볼은 29, 30, 32, 35번이다. 불량으로 판정된 볼의 모습을 보면 다음의 그림 11과 같다.



(a) 왼쪽 영상 (b) 오른쪽 영상

그림 10. SEM 영상에 나타난 불량 볼
Fig. 10. Defective balls in SEM image

그림 10의 불량으로 판정된 볼을 보면 정점을 나타내는 볼 중간의 검은색 영역이 뚜렷하지 않거나 비정상적으로 크고, 중간에 끊어진 모습을 볼 수가 있다. 이렇게 나타나는 원인은 조명의 위치와 측정 소자의 표면에 이물질이 묻어 있을 경우일 수도 있고, 원래 볼 자체의 결함일 수도 있다. 조명과 이물질 일 경우를 고려하여 같은 소자에 대해 다른 조명 위치를 다르게 해보았더니 위치에 따라 정점의 위치가 변하므로 결함의 원인이 될 수 있었다. 조명은 패키지를 중심으로 좌우 대칭으로 하고 소자를 깨끗이

세척한 다음 재차 촬영을 해 보았더니 소자의 표면에 묻은 이물질 때문에 결함으로 판정 되는 것도 확인할 수 있었다. 따라서 외부요인은 최적의 환경을 만들어 주고 실험한 결과 순수한 불의 결함만을 측정할 수 있었다. 그림 11에 전체 검사 프로그램을 나타내었다.

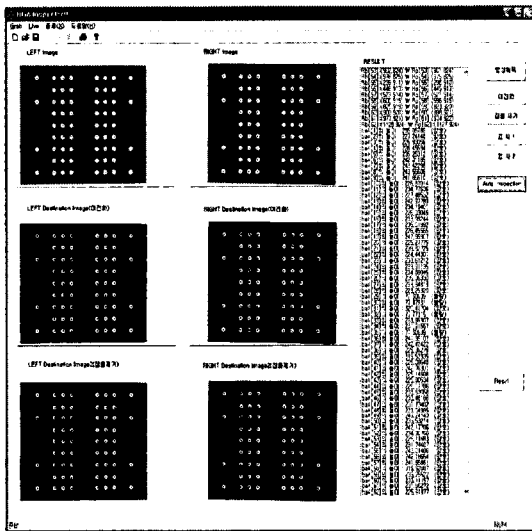


그림 11. 결함 검사 결과 윈도우 영상
Fig. 11. Window image for inspection result

위의 과정을 20개의 샘플을 이용하여 반복 실험 하였다. 실험 결과 불의 높이 값은 정상적인 불로 판정되었을 때, 각각의 값은 220~320[um]로 측정되었다. 패키지 사양과 비교해 보았을 때 약 20[um]의 오차를 보였다. 평균값을 구해보면 210[um]로 SEM으로 찍은 실제의 불의 높이와 비교 했을 때 약 25[um] 정도의 오차를 보였다.

표 4. 기존 알고리즘과 제안한 알고리즘 결과 비교
Table 4. The result comparison of the existing algorithm and proposal algorithm

(단위: [um])

	불 높이	수행 시간
기존 방법	50이하	고려하지 않음
제안한 알고리즘	25이하	빠름

표 4는 기존 논문과 본 논문과의 결과에 대한 정량적 비교 평가한 표이며 기존 방법[13] 알고리즘은 BGA 패키지를 시료로 사용하여 3차원 레이저 소스와 라인 스캔 카메라를 이용한 빛의 표면에 발생하는 반사로부터 프로파일 정보를 가지고 데이터의 패턴 정합 방법을 제안하였다. 표 4에서 제안한 알고리즘이 기존 방법보다 우수함을 확인하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 요즘 전자 장비 분야에서 널리 사용되고 있는 마이크로-BGA 소자의 불의 결함 검출을 위한 스테레오 비전 정밀 검사 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 고 해상도의 CCD 카메라를 통하여 입력된 영상에서 BGA 패키지 영역을 분리해 내고 다시 그 BGA 패키지 영역 안에서 불 영역을 추출하였다. 이렇게 추출된 불 영역에서 정점 영역을 분리해 정합할 실제의 불의 정점영역 중심 좌표를 구하였다. 이렇게 얻어진 불의 정점 영역 중심 좌표를 본 논문에서 제안한 심플 스테레오 방법에 적용하여 불의 높이 정보를 얻을 수 있었다.

스테레오 비전의 가장 큰 문제점인 정합할 포인트의 일치성의 문제점은 영상 전체에 대하여 정합 포인트를 찾게 되면 그만큼 처리 속도가 길어지게 된다. 따라서 본 논문에서는 미리 알고 있는 사전 정보를 이용하여 찾고자 하는 불의 정점만을 찾아내어 정합하는 방법을 사용해 검사 처리 속도를 줄일 수 있었다. 또한 일반적인 스테레오 비전을 심플 스테레오 비전으로 변형하여 보다 정확한 3차원 정보를 얻을 수 있었다.

본 연구에서는 실험시의 오차를 ±3 픽셀로 하여 실험 결과값에 적용하였는데 측정 소자의 크기나 영상의 해상도에 비하면 비교적 큰 오차이므로 차후 연구과제로는 이 오차를 줄이는 작업이 필요 하겠다. 또한 5[um]이하의 측정 정밀도를 위해서는 부 화소 기법의 연구도 필요하다.

본 연구는 호서대학교 2005년도 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음(20050020).

References

- [1] Linda G. Shapiro, George C. Stockman, Computer Vision, Prentice Hall, pp. 388-407, 2001.
- [2] Lae-Hong Park, "The Vision System for Object Cognition of 3-Dimension", The Institute of Electronics Engineers of Korea Vol.2, 12B, pp. 57-58, 1985.
- [3] Young-Woo Chol, Lae-Hong Park, "Stereo Vision and Application", The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol.10, 12B, pp. 36-38, 1994.
- [4] Woon-Tack Woo, Hong Jong, "Stochastic Model for Unification of Stereo Vision and Image Restoration", The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol.9, 29B, pp. 37-38, 1992.
- [5] Jin-Hyeok Lim, "A Development of Algorithm for Result of Correspondence problem in Stereo Vision", Department of Electronics Engineering, The Graduate School KAIST, pp. 1-9, 1992.
- [6] The MIT Press, Three-Dimensional Computer Vision, Olivier Faugeras, pp. 165-206, 2001.
- [7] Emanuele Trucco, Alessandro Verri, Introductory Techniques for 3-D Computer Vision, Prentice Hall, pp. 187-210, 1999.
- [8] Mei Yu, Gang-Yi Jiang, Sai-Long He, Bo-Kang Yu, Ran-Di Fu, "New approach to Vision-Based BGA package Inspection", Proceeding of the first international conference on machine learning and cybematics, Beijing, Vol. 4-5, pp. 1107-1110, November 2002.
- [9] Dong-Hyeok Jang, "Embodiment of Digital Image Processing", Information Gate, pp. 95-102, 2001.
- [10] Kee-Soon Kim, A Study on the Automatic Extraction of the Road Information on the Map Image, Department of Electronics Engineering, The Graduate School Hoseo University, pp. 11-12, 1998.
- [11] Youn-Soo Kim, A Study on the Real-Time Moving Object Tracking Algorithm using USB camera, Department of Electronics Engineering, The Graduate School Hoseo University, pp. 9-15, 2001.
- [12] Samsung semiconductor, "http://www.samsung.com/Products/Semiconductor/", KM416RD8AC.
- [13] Ki-Tae Bae, A Research of BGA Automation Inspection Using Image Information, Department of Computer Engineering Graduate School, Chonnam National University, 1992.

◆ 저자소개 ◆

박영순 (朴榮淳)

1979년 1월 12일생. 2004년 2월 호서대학교 전자공학과 졸업. 2006년 2월 호서대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사). 현재 (주)에버테크노 종합연구소 연구원.

김준식 (金俊植)

1963년 4월 8일생. 1987년 2월 서강대학교 전자공학과 졸업. 1989년 2월 서강대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1993년 8월 서강대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사). 1993년 9월~1994년 2월 서강대학교부설산업기술연구소 박사후연구원. 1994년 3월~현재 호서대학교 전자공학과 교수.