

X-Ray 검사 시스템에서 Image Intensifier의 왜곡 보정

신 동 철[†] · 오 춘 석^{††}

요 약

최근 전자 산업의 발달로 전자부품이라든지 시스템의 신뢰성 확보를 위하여 많은 검사 시스템이 연구 개발되고 있는데, 특히 X-Ray 시스템은 인간의 시각이 미치지 못하는 물체의 내부 형상 검사가 가능하므로 연구가 활발히 진행중이다. 본 논문에서는 X-Ray 검사 시스템에서 X-Ray를 물체에 투과시켜 Image Intensifier에서 영상 이미지를 받을 때 입력 평면이 구면인 관계로 이미지의 왜곡이 발생하게 되는데, 이 왜곡을 보정하기 위하여 영상증배관의 구조를 수식적으로 모델링하고 관계식을 정리하여 실제 시스템에서 왜곡된 영상이 보정되는 것을 보임으로써 실제 산업 현장에서 보다 정확하고 안정적인 검사 시스템을 개발하는데 근간이 될 수 있도록 한다.

The Compensation of Image Distortion on the X-Ray Image Intensifier

Shin Dong Chul[†] · Choonsuk Oh^{††}

ABSTRACT

Non-destructive x-ray inspection system needs image intensifier to obtain the x-ray image. Captured image from image intensifier is distorted because the input plate of image intensifier has a spherical surface. In the research, in order to compensate this image distortion, we create the model of image intensifier and show mathematically that the image distortion was compensated. To show the performance of the proposed method, experiment was performed in real x-ray inspection system.

1. 서 론

전자기술의 발달로 다양한 형태의 전자기계부품이 증가하고 있으며, 소형화, 경량화 추세에 따라서 복잡도[1][2][3]가 가속되고 있다. 이러한 새로운 기술에 의해 제작된 부품들은 기존의 검사방법[4][5][6]에

의해 검사가 거의 불가능하게 되었다. 기존의 검사 시스템에는 CCD 카메라의 영상을 이용한 비전검사 [7][8][9], 레이저를 이용한 검사, 수중에서 초음파를 이용한 검사, 써모그램을 이용한 검사 등 다양한 검사 방법이 존재했으나 기존의 검사방법으로는 한계에 이르렀으며, 최근 X선을 이용한 새로운 검사방법들이 연구되고 있다. X선을 이용한 검사 시스템들은 투과된 영상을 얻기 위해 모두 Image Intensifier를 사용하게 되는데, Image Intensifier의 입력 평면이 구면인 관계로 영상의 왜곡이 발생하게 된다.

[†] 준 회원 : 선문대학교 전자정보통신공학부

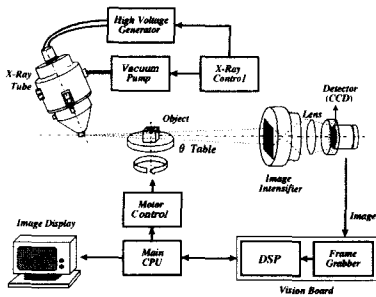
^{††} 종신회원 : 선문대학교 전자정보통신공학부

논문접수 : 1997년 6월 4일, 심사완료 : 1998년 2월 11일

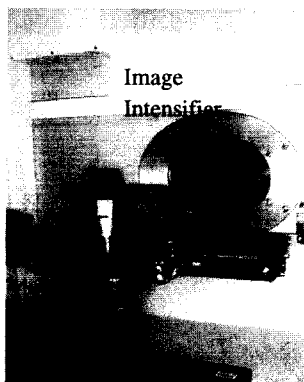
이에 본 연구에서는 Image Intensifier의 구조를 모델링하고, 수식적으로 영상 이미지의 왜곡을 보정을 증명함으로써 왜곡 보정의 가능성을 보이고, 실제 X선 검사 시스템(10)(11)(12)(13)에 적용하여 얻은 영상을 수식에 의해 보정하였다.

2. Image Intensifier

X선 검사 시스템은 (그림 1)과 같이 구성되는데 크게 X선부, 회전테이블부, 검출부의 3가지 요소로 나뉘어진다. 여기에서 실제 X선 이미지를 얻기 위해서는 일단 X선원을 발생시켜 물체를 향해 투과시키면, 투과된 이미지는 검출기인 Image Intensifier에 맺히게 되는데, 이것을 CCD 카메라에서 받아 최종적으로 X선 영상이 구현된다.

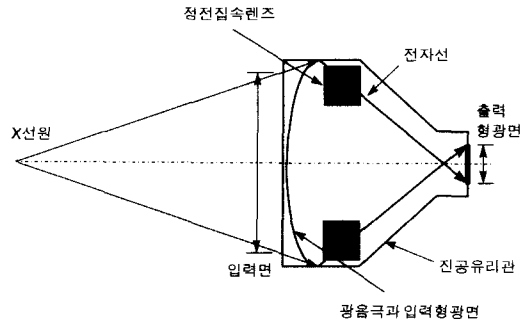


(그림 1) X-ray 검사장치
(Fig. 1) X-Ray Inspection System



(그림 2) 영상 증배관 실물
(Fig. 2) Image Intensifier

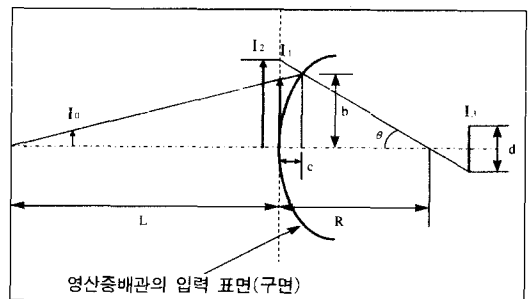
(그림 2)는 위의 시스템에서 Image Intensifier를 나타낸 것으로 여기에 물체를 투과된 X선 이미지가 맺히게 된다. 이것을 구조적으로 살펴보면 (그림 3)과 같이 구성되는데, X선원이 물체를 투과하여 입력구면에 맺히게 되면 정전 집속 렌즈에 의하여 전자선이 출력면 쪽으로 집속되어 이미지를 볼 수 있게 된다.



(그림 3) 영상증배관의 구성도
(Fig. 3) Schematic Diagram of Image Intensifier

3. Image Intensifier의 왜곡 보정

Image Intensifier의 입력면은 (그림 3)과 같이 구면으로 되어 있어 가장자리로 갈수록 왜곡이 되어 실제 영상보다 더 확대되어 보이게 된다. 이 구조도의 왜곡을 모델링하면 (그림 4)와 같이 나타낼 수 있다. 여기에서 물체 I_0 는 영상증배관의 표면에 I_1 으로 입사되나, 영상증배관의 구면에 의해 I_2 위치로 왜곡이 일어나게 되어 출력면에 I_3 로 최종 영상이 맺히게 된다. 이때 I_1 , I_2 의 관계는 (1)과 (8)로 정리될 수 있다.



(그림 4) 영상증배관의 구면도
(Fig. 4) Image Intensifier with Spherical Surface

$$(1) \quad I_2 = x \cdot I_1$$

$$(2) \quad x = \frac{I_2}{I_1}$$

여기에서 I_1 을 먼저 구하면

$$(3) \quad b = R \cdot \sin \theta$$

$$(4) \quad c = R - R \cdot \cos \theta = R(1 - \cos \theta)$$

$$(5) \quad L + R(1 - \cos \theta) : L = R \cdot \sin \theta : I_1$$

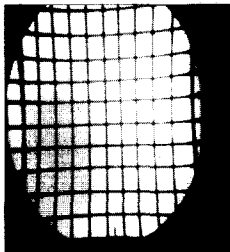
$$(6) \quad I_1 = \frac{L \times R \cdot \sin \theta}{L + R(1 - \cos \theta)}$$

이므로

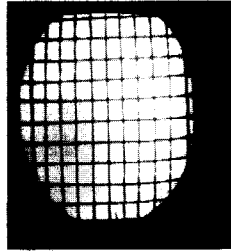
$$(7) \quad x = \frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{R \cdot \sin \theta}{\cos \theta}}{\frac{L \times R \cdot \sin \theta}{L + R(1 - \cos \theta)}}$$

$$(8) \quad x = \frac{L + R(1 - \cos \theta)}{L \cdot \cos \theta}$$

의 최종 비례식을 얻을 수 있는데 이 식을 실제 시스템에 적용하여 처리된 이미지는 (그림 5)와 (그림 6)에 나타내었다.



(그림 5) 왜곡 보정 전
(Fig. 5) Before Compensation



(그림 6) 왜곡 보정 후
(Fig. 6) After Compensation

4. 결 론

최근 다양한 전자부품의 신뢰성 확보를 위해 비파괴 검사기가 많이 요구되며, 특히 X선 검사 시스템은 비가시적인 내부까지 검사할 수 있기 때문에 많이 사용되는데, 본 논문에서는 이러한 X선 검사 시스템에서 보다 정확한 이미지를 얻기 위하여 Image Intensifier에서의 왜곡 보정을 수행하였다. 이 왜곡 보정을 기존의 검사 장비에 추가하게 되면, X-Ray 검사 시스템에서 기

존의 간단한 부품 외에 앞으로 제작되는 고정밀도의 부품 검사에 적용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] D. W. Capson and S. Eng, "A Tiered Color Illumination Approach for Machine Inspection of Solder Joint," IEEE Trans. PAMI, Vol. 10, No. 3, pp. 387-393, 1988.
- [2] D. L. Millard, "Performance Related Solder Joint Inspection for SMT-Based Multi-Layer Assemblies," Proceedings of the Technical Program, Nepcon West, pp. 644-651, March 1989.
- [3] D. O'Conchuir, J. McCurdy, V. Casey, "Survey of Non-Destructive Inspection Method for Solder Joint Integrity," Proc. IEEE Natl. Aerosp. Electron Conf., Vol. 1, pp. 1268-1275, 1991.
- [4] Ioannis Pitas, *Digital Image Processing Algorithms*, Prentice Hall, 1993.
- [5] Gerhard X. Ritter and Joseph N. Wilson, *Computer Vision Algorithms in Image Algebra*, CRC Press, 1996.
- [6] Randy Crane, *A Simplified Approach to Image Processing*, Prentice Hall, 1997.
- [7] Lippmann R. P. "Pattern Classification using Neural Networks," IEEE Communications Magazine, Vol. 27, pp. 47-50, 1989.
- [8] 신동철, 오춘석, 임태빈, "Vision System을 이용한 이형 부품 검사", 한국정보처리학회 추계 학술 발표논문집, Vol. 2, No. 2, pp. 643-646, 1995.
- [9] 신동철, 오춘석, 강성택, "Back Projection 알고리즘을 이용한 3차원 형상복원 시스템", 한국정보과학회 충청지부 학술발표 논문집, Vol. 8, No. 1, pp. 403-405, 1996.
- [10] H. Matsuo, A. Iwata, I. Horiba, and N. Suzumura, "Three Dimensional Image Reconstruction by Digital Tomosynthesis Using Inverse Filtering," IEEE Trans. on Medical Imaging, Vol. 12, No. 2, pp.

307-313, 1993.

- [11] S. Black and D. L. Millard, "An Animated Interface for X-ray Laminographic Inspection of Fine-pitch Interconnect," IEEE/CHMT IEMT Symposium, pp. 207-211, 1991.
- [12] S. Rock and T. Sack, "X-ray Inspection of Flip Chip Attach Using Digital Tomosynthesis," Circuit World, Vol. 21, No. 3, pp. 51-55, 1995.
- [13] G. J. Goss, "Using X-ray Technology for PCB Inspection," Evaluation Engineerings, pp. 46-53, April 1993.



신 동 철

1995년 선문대학교 전산학과(이
학사)
1997년 선문대학교 전자공학과
(공학석사)
1997년~현재 동양컴퓨터 연구원

관심분야 : 화상공학, 영상압축, 동영상 편집기



오 춘 석

1980년 서강대학교 전자공학과
졸업(학사)
1986년 Marquette Univ. 컴퓨
터공학과(석사)
1992년 Univ. of Arizona 컴퓨
터공학과(박사)

1980년~1993년 전자통신연구소 선임연구원

1993년~현재 선문대학교 전자정보통신공학부 교수

관심분야 : 화상처리, 자동검사, 광학시스템, 신호처리