

X선 3차원 영상 시스템에서의 영상 왜곡 및 영상 좌표계 보정

Correction of Image Distortion and Coordinate Calibration of the x-ray three dimensional imaging system

노영준*, 김재완*, 조형석*, 전형조**, 김형철**, 주효남**

*한국과학기술원 기계공학과 (Tel:042-869-3253; Fax: 042-869-3210; E-mail:arnold@lca.kaist.ac.kr)
**삼성전자 생산 기술센터 (Tel:031-200-2466; Fax: 031-200-2467; E-mail: hjjeon@samsung.co.kr)

Abstract : In this paper, we propose a series of calibrations for the x-ray three dimensional imaging system. In the developed x-ray system, a three dimensional inner and outer shape of an object can be reconstructed out of two dimensional transmitted x-ray image set, which are acquired by projecting x-ray to the object from different views. To achieve this, a reconstruction algorithm which estimates and updates the three dimensional volume from x-ray images is developed. The algorithm is named as uniform and simultaneous algebraic reconstruction technique(USART) which is an iterative method estimating a 3D volume based on its projected images. In this method, it is assumed that the imaging conditions that are the relative positions between the x-ray sources, object and the image planes are known. Practically it is not easy to know the three dimensional coordinate of the components of the system, since the x-ray is not visible and the image distortions are present due to the optical components in the system. In this paper, methods of correcting image distortions are present firstly. Then the coordinates of the x-ray systems are calibrated from the x-ray images of the grid pattern. Some experimental results on these calibrations are present and discussed.

1. 서론

본 연구에서는 물체의 내, 외부의 3차원 영상을 얻기 위한 X선 3차원 영상 시스템의 보정 방법에 대하여 제안한다. 개발된 X선 영상 시스템에서는 여러 각도에서 투사한 X선 투과 영상을 얻고 이들을 사용하여 검사 대상 물체의 내, 외부 3차원 형상을 복원한다. 여기서 복원 알고리즘은 USART(Uniform and simultaneous algebraic reconstruction technique)으로 불리는 반복 복원 연산법을 사용하게 된다. 즉, 여러 투사 각도에서 얻은 X선 영상과, 컴퓨터 연산에 의해 추정된 X선 영상의 비교로부터 3차원 형상을 추정, 수정하는 과정을 반복함으로써 3차원 형상을 점차적으로 복원하게 된다[1-3]. 이때, 영상 조건으로 X선과 대상 물체, 영상 면들간의 상대적인 3차원 좌표를 알고 있다는 가정이 필요하게 된다. 그러나, 실제의 경우에 있어 몇가지 이유로 이들 X선 시스템의 영상 조건을 정확하게 구하는 것이 쉽지 않다. 이는 첫째로, X선 광원의 위치가 전기적으로 조정되는 방식의 시스템으로 X선의 발생 위치를 직접 관측하기 어렵고, 둘째로 영상 증배관, 카메라 등 시스템의 광학 요소품에 의하여 영상이 왜곡되기 때문이다[4]. 본 연구에서는 X선 영상의 왜곡 보정 방법과 X선의 영상 조건을 구하기 위한 보정 방법에 대하여 제안한다. 이를 위하여 등간격 격자 패턴을 사용하며, 격자 패턴의 투사 영상으로부터 격자점을 특징점으로 추출, 영상 왜곡 보정을 일차적으로 수행한다. 또한 X선에 대한 격자 패턴의 상대적인 위치를 변화시킴에 따라 달리 얻어지는 X선 영상 정보를 통하여 요소품간의 상대위치, 즉 영상 조건을 추정하게 된다.

본 논문은 다음의 순서로 구성되었다. 2절에서는 3차원 X선 영상 시스템의 구조에 대하여 설명하였고, 3절에서는 3차원 복원 알고리즘인 ART의 수식에 대해 간략히 설명한다. 4장에서는 X선 영상 시스템에서 나타나는 영상 왜곡을 보상하기 위한 방법을 기술하며, 5장에서는 X선 영상 시스템의 좌표계 보정 방법을 정리하고, 끝으로 6장에서 연구결과를 정리하고, 추후 연구 과제에 대해 정리한다.

2. 3차원 X선 영상 시스템

검사 대상 물체의 3차원 형상 복원을 하고자 하는 대상 물체에 대하여 여러 각도에서 x선을 투사하여 영상을 얻기 위한 장치는 다음 그림 2와 같이 구성된다.

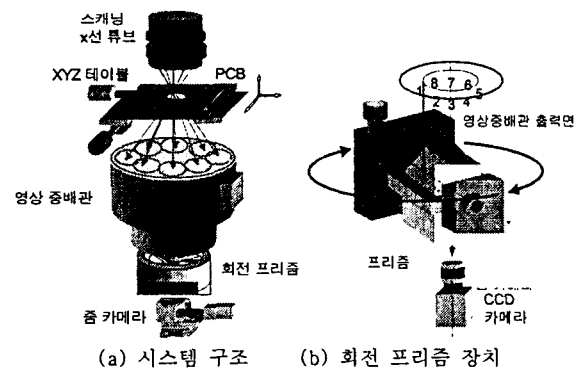


그림 1. 다각도 X선 투사 영상 시스템

그림 1은 삼차원 X선 영상을 얻을 수 있도록 개발된 시스템으로 PCB의 납땀부에 대하여 8개 혹은 그 이상의 서로 다른 위치에서 x선을 투사하여 얻은 영상을 얻을 수 있다. 시스템은 X선 광원을 임의의 위치에서 X선을 발생시킬수 있는 스캐닝 X선 튜브, PCB를 이송할 XYZ 3축 테이블, X선 영상을 가시화 해주는 영상 증배관, 영상 증배관에서 가장자리에 차례로 맺히는 부분 영상을 취득하기 위한 회전 프리즘 및 줌 카메라로 구성되어있다. 영상 증배관의 아랫부분에 위치한 회전 프리즘과 줌카메라는 서로 다른 방향에서 X선을 투사시켜 얻은 영상들을 취득하기 위한 장치이다[5-6].