

Automated Optical Inspection 시스템의 이미지 획득과정을 전산모사하는 Vision Inspector 개발

Development of Vision Inspector for Simulating Image Acquisition in Automated Optical Inspection System

정상철^{1*}, 고낙훈^{1*}, 김대찬¹, 서승원², 최태일², 이승걸¹

¹인하대학교 정보공학과, ²삼성전기 생산기술 연구소

sglee@inha.ac.kr

Abstract : This report described the development of Vision Inspector program which can simulate numerically the image acquisition process of Machine Vision System for automatic optical inspection of any products. The program consists of an illuminator, a product to be inspected, and a camera with image sensor, and the final image obtained by ray tracing.

최근 Automated Optical Inspection(AOI) 시스템은 생산성 향상과 비용 절감을 목적으로 산업현장에서 점차 보편화되고 있으며, 이를 머신 비전 (Machine Vision) 시스템이라고도 한다. 그러나 다품종 소량 생산이 보편화됨에 따라 동일한 정밀검사 대상체에 대한 AOI 시스템의 적용 사이클이 짧아지고 있다. 이렇게 정밀검사 대상체에 대응되는 AOI 시스템의 구축 과정은 최적 조명설계, 시료면 특성 분석, 3차원 공간배치 등의 어려움 때문에 장시간이 소요된다. 따라서 이러한 AOI시스템의 구축과정을 전산모사로 대체하여 구축 과정의 비용이나 시간을 절약함으로써 생산라인의 효율을 극대화하는 것은 매우 중요한 과제이다^[2].

Vision Inspector는 AOI 시스템에서 영상처리를 하기 전 단계까지의 모든 과정을 전산모사하는 프로그램으로서 크게 3가지로 구성되어 있다. 조명장치를 정의하고 그 방출특성을 분석하는 도구인 Illuminator Maker, 다양한 구조의 검사 대상체의 가상적인 표현 형상 및 속성(표면 거칠기, 반사율)을 정밀 묘사하는 Specimen Maker, 앞에서 정의된 두 요소와 결상을 위한 카메라의 3차원 배치 및 파라미터를 변경하여 최종적인 영상(image)을 수치 해석적으로 계산해 내는 Vision Inspector로 구성된다. 이를 활용한 전산 시뮬을 통하여 최적의 조명 조건을 결정하게 되며, 최종 영상을 계산하기 위해 광선 추적법을 채택하였다^[1].

광원의 특성을 정의하는 Illuminator Maker에서 최종적인 조명장치는 light source, capsule, optical element, illuminator element, illuminator순으로 정의된다. 이때 파장, 방사각도, 파워, 편광, 방사패턴, 모양, 굴절률을 정의 할 수 있고, 필요에 따라서는 조명의 방사 범위나 모양을 변경 할 수 있는 광학요소를 포함할 수 있다. Illuminator Maker의 정의 과정은 그림 1에 나타내었다.

시료의 특성을 정의하는 Specimen Maker는 다양한 구조의 검사 대상체의 표면 형상을

fundamental hight function, aperture function, hight function의 합성으로 정의한다. 정의과정은 그림 2에 나타내었다. 또한 시료면의 표면 거칠기와 반사율에 관한 파라미터를 조정함으로써 다양한 산란모델을 구현할 수 있다.

Vision inspector에서 결상과정은 다음과 같은 순서에 의해 이루어진다. Illuminator Maker에 의해 정의된 조명에서 최초 광선은 조명의 기하학적인 형태에 따라 반사 및 굴절 등을 거쳐 시료면에 입사한다. 입사된 광선은 Specimen Maker에 의해 정의된 시료면 형상이나 표면 특성에 따라 반사 및 산란되며, 일부가 카메라로 입사하게 된다. 카메라로 입사된 빛은 근축광선 이론에 입각하여 CCD 표면에 도달하는 위치를 결정하게 되고, 최종적으로 CCD 픽셀 각각에 입사하는 광선 수를 헤아려 영상을 만들어 내게 된다.

우리가 개발한 Vision Inspector는 공장 자동화 시스템의 효율을 극대화할 가능성이 있다. 향후 개발 방향은 검사 대상체의 산란 효과 연구, 산란 효과를 고려한 virtual 3D Vision Inspector 완성, 개발 코드의 정확성 검증, 계산시간 단축, computer graphics 분야 기술 검토 및 접목을 통한 Vision Inspector의 완성도를 높이는 것이다.

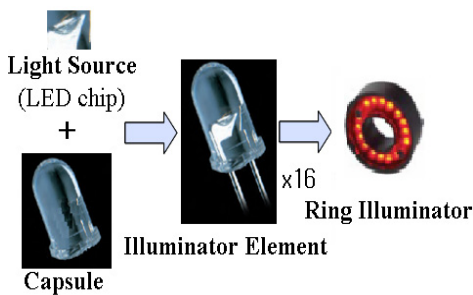


그림 1. Illuminator Maker의 정의 과정

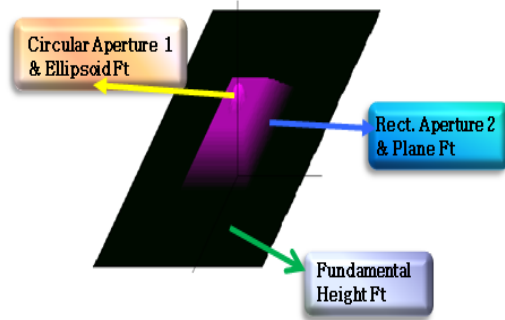


그림 2. Specimen Maker의 정의 과정

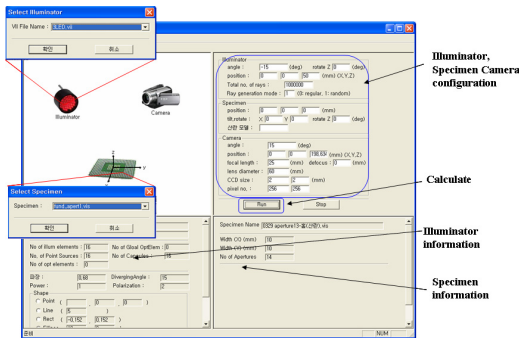


그림 3. Vision Inspector의 main 화면

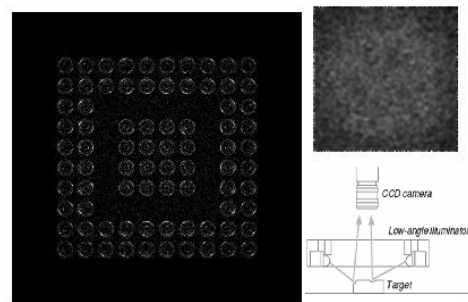


그림 4. BGA 시료면에 low angle ring 조명을 이용한 dark field image(좌), 조명 균일도(우상), 배치 개략도(우하)

참고 문헌

- [1] 하상우, “산란효과를 포함한 광선추적법을 이용한 optical wire의 다양한 전파특성”, 인하대학교, February 2005.
- [2] 노병옥, “PCB패턴의 고속정밀 VISION 검사 시스템 개발”, 전자부품종합기술연구소 (KETI) 2차년도 연구보고서, August 1994.