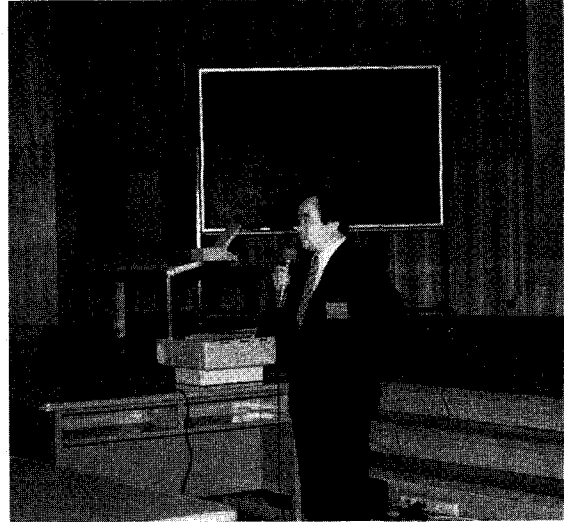


(주)브이·텍, 제4회 광계측기술 워크샵 개최

— Machine Vision의 이해 및 활용 —

글: 이제선, 이원용, 부유천, 유상일/
(주)브이·텍 부설 광계측기술연구소



▲ 제4회 광계측기술 워크샵에서 (주)브이·텍의 이제선 사장은 'Machine Vision의 이해 및 활용'을 발표했다.

고속촬영기 및 광학계측기 전문업체인 (주)브이·텍(대표 이제선)은 지난 5월18일~19일, 안양상공회의소에서 제4회 광계측기술 워크샵을 개최했다.

이들간에 걸쳐 개최된 동 워크샵에서는 브이·텍 이제선 사장의 환영인사에 이어 △초고속현상의 시분해 광계측기술(고동섭 외) △Machine Vision의 접근방법(이연우) △Machine Vision의 이해 및 활용(이제선 외) △초고속 회전거울 표면의 실시간 측정을 위한 stroboscopic 간섭계(권오석) △연소장과 레이저 유도 형광기술(김경수) △레이저 유속계를 이용한 유동장 해석기술(이기형) 등이 발표되었다.

본보에서는 이중 브이·텍 이제선 사장이 발표한 'Machine Vision의 이해 및 활용'을 발췌해 게재하니 관심있는 독자재현의 많은 참고 바란다.

- 편집자 주 -

Machine Vision은 사람의 시각을 대신하는 대표적인 방법이다. 특히, 비접촉 측정, 고속 처리, 높은 적응성, 통합관리의 효율성 등의 장점 때문에 산업 현장에서 Machine Vision의 활용범위는 점차 증대되고 있다. 그 응용 또한 제품의 외관검사에서 시작하여 통합적인 시스템관리로 확대되고 있다. 본 고에서는 Machine Vision의 대표적인 활용범위인 광삼각법에 의한 측정, Web Inspection 등을 H/W 구성을 중심으로 측정원리, 조명방법, 시스템제어 등을 소개한다.

1. 서 론

사람의 시각을 대신하는 기계적인 시각을 Machine Vision이라 한다. Machine Vision은 기계 가공·제어, 화학, 화학공학, 인쇄, 출판, 염색, 농·임학, 육해공 교통, 통신, 예술, 정보 미디어, 의학, 기상학, 스포츠, 레저 등 그 응용 범위가 무한하지만 특히 제조업 현장에 있어서의 가공·조립 지원이나 감시, 검사용 비전에 기여하는 바가 크다.

외관 검사의 자동화에는 무엇보다 컴퓨터 화상 처리 기술이 그 핵심을 이룬다. 하드웨어에 있어서는 조명기술이 그 핵심을 이루는데 조명이 제대로

갖추어지지 않으면 검사장치에 복잡한 신호처리나 화상처리 등이 필요하게 되어 검사속도의 지연, 코스트의 증가 등과 같은 결점이 수반된다. 이밖에도 각종 센서, 기계와의 완벽한 조합에 이르기까지 완벽한 종합 기술적인 체제를 갖추어야만 비로소 실현이 가능하다.

본고에서는 산업현장에서 활용할 수 있는 Machine Vision의 몇가지 예를 하드웨어를 중심으로 소개한다.

2. 광삼각법에 의한 Machine Vision

광삼각법은 삼각측량의 기본원리를 이용하는 측정방법이다. 특히 조명방법으로 슬릿광원을 사용할 때에는 피사체의 절단면을 보기 때문에 광절단법이라고도 한다. 광절단법은 피사체의 요철에 투영된 슬릿광을 촬상하여 입체적으로 포착하는 것으로서 프린트 기관의 납땜 불량, 자동차 부품 등의 외관 검사, 판의 왜곡 측정

등에 적용되고 있다. 본 고에서는 이론적인 면에서는 광삼각법에 대해서, 실제 적용 예로는 광절단법에 의한 판변형 측정을 주로 소개한다.

1) 측정 원리

그림1에는 광삼각법의 기본적인 패턴이 나타나 있다. (O, H)는 광원의 위치이다. (P, O)은 굴곡이 없는 판에 도달하는 광의 위치이다. (P1, H1)은 굴곡에 의하여 올라간 판에 도달하는 광의 위치이다. 높이 변형 H1은

$$P : H = (P - P1) : (H - H1)$$

에 의하여 구할 수 있다. 여기서 P1은 카메라로 측정되는 양이고 H1은 계산결과로 도출되는 양이다.

판변형이 detector에서 어떻게 검출되는지는 그림 2에 잘 나타나 있다. 물체의 변형에 의해 광이 물체 위에서 이동한 양과 detector에서 이동한 양의 상관관계는 calibration 과정을 통해 얻을 수 있다. 그림 2

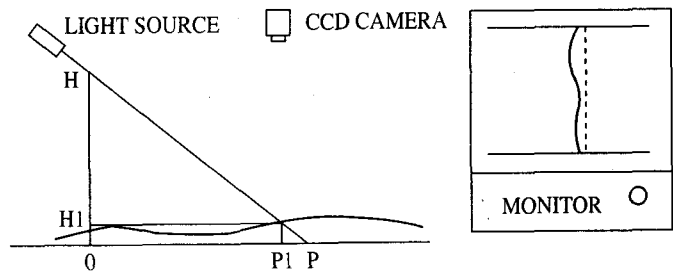


그림 1. 광삼각법

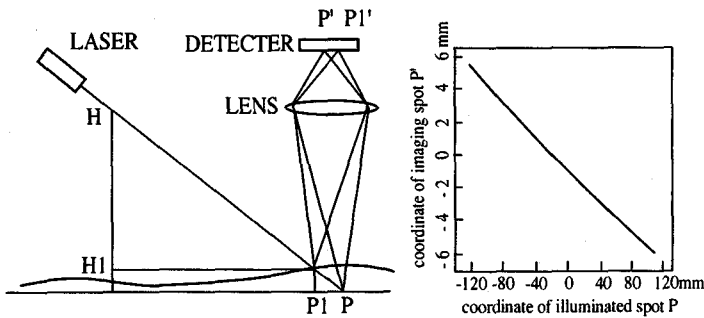


그림 2. Imaging Geometry and characteristic curve

의 우측 도표는 실제 위치와 detector에서 위치의 상관관계를 나타내는 한 예이다.

광절단법에서는 슬릿광을 약 45도 측면에서 조사시키고, 윗면에서 관측한다. 판에 굴곡이 없을 경우 슬릿광은 직선으로 나타나지만, 굴곡이 있을 경우에는 굴곡된 정도에 따라 슬릿광이 옆으로 이동한다. 그림 3에는 평판과 굴곡판에 대한 이미지가 나타나 있다.

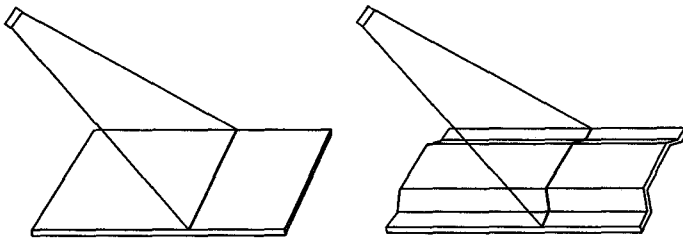


그림 3. 평판과 굴곡판에서의 슬릿광의 모양

2) 시스템 구성

① 메인시스템

메인시스템은 시스템을 통합관리하는 부분으로 컴퓨터, 콘트롤 보드, 소프트웨어 등으로 구성된다.

② 조명

슬릿광원은 백색광원을 단순히 슬릿에 투과시켜 만들기도 하고, 그 슬릿의 이미지를 다시 판에 투영시켜 만들기도 한다. 직진성이 좋은 레이저광원을 이용할 때에는 실린더형 렌즈를 써서 한쪽방향으로 퍼뜨려 만들기도 하고, 다각형 거울(polygon mirror)을 사용하여 만들기도 한다. 그림 4와 그림 5에는 슬릿광을 만드는 방법이 각각 나타나 있다. 이외에도 위의 형태들을 조합시키거나 변형시키는 등 여러가지 방법이 있을 수 있다. 중요한 것은 시스템의 특성에 맞는 적당한 방법을 선택하는 것이다.

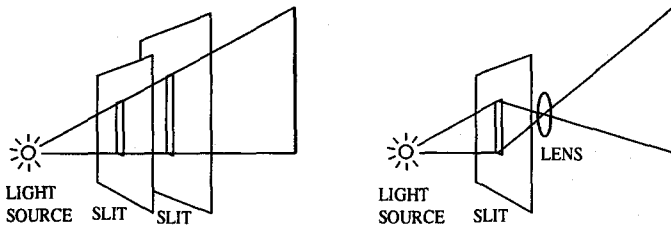


그림 4. 백색광으로 이중슬릿과 투영방법을 이용하여 슬릿광 만들기

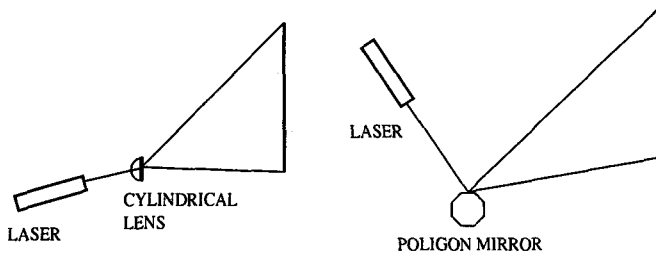


그림 5. 레이저로 실린더형 렌즈와 다각형 거울을 이용하여 슬릿광 만들기

③ Detector

일반적으로 광삼각법에서는 PSD 센서를 쓰고, 광절단법에서는 CCD 카메라를 이용한다.

④ Chopper

생산라인에 머신비전 시스템이 설치될 경우에는 주변환경이 측정에 제약을 주는 경우가 상당히 많다. 주변환경 중에 심각하에 영향을 미치는 것 중의 하나가 진동이다. 진동은 카메라와 측정 대상체, 광원에 영향을 미쳐 이미지를 흐리게 한다. 이러한 진동의 영향을 방지하기 위해서는 카메라의 노출 시간을 작게 한다. 또한 측정 대상체가 이동하는 속도가 상당히 빠를 경우에도 카메라의 노출 시간을 작게 한다. 그러나 일반적으로 CCD 카메라의 노출 시간은 1/30초로 고정되어 있으므로 결국 광원의 노출 시간을 짧게 단속시켜야 한다. 광원의 노출 시간을 짧게 하기 위해서는 펄스 형태의 광원을 쓰거나 chopper로 광을 단속시키는 방법을 쓴다.

⑤ 판감지 센서

판의 측정 시작점과 끝점을 정하기 위해서 판감지 센서를 설치한다. 일반적으로 물체 반사형 광전스위치, 거울 반사형 광전스위치 등을 이용한다.

⑥ 변위 측정기

판의 변위를 측정하는 방법으로는 엔코더를 이용하여 접촉식 방법과 레이저를 이용하

는 비접촉식 측정방법이 있다. 메인시스템에서는 변위측정기에서 신호를 계속해서 받아서 일정 변위마다 측정을 지시하게 된다.

4) 시스템 셋팅과 측정

① 슬릿광의 각도와 카메라의 측정 위치

슬릿광의 각도와 카메라의 측정 위치는 측정이나 계산이 편리하도록 설치한다. 슬릿광의 각도는 그림 1에 P:H가 2:1, 1:1, 1:2 등이 되도록 한다. 카메라는 슬릿광이 측정 물체에 도달하는 위치에서 수직방향으로 설치하는 것이 계산하기에 편리하다. P/H 값이 커지면 판의 높이 변화에 따른 슬릿광의 이동에 대한 민감도가 증가하는 장점이 있는 반면에 슬릿광의 두께가 두꺼워지거나 측정위치에서의 광량이 작아지는 등의 단점이 있다.

위치 설정시 편리성 외에 고려해야 할 사항이 표면상태와

입사각도에 따른 산란강도이다. 표면이 매끈하다면 반사현상을 일으켜 입사각에 대한 반사각에서 강한 광량이 검출될 것이다. 표면이 거친 경우에는 산란현상만 일어나는데 이때에도 입사각에 대한 반사각에서 상대적으로 강한 광량이 검출된다. 이를테면 녹슨 철판면에 광이 -45도로 입사할 경우에 45도에서 측정하는 것이 0도에서 측정하는 것보다 약 3배 강하다. 입사 표면 상태에 대한 산란 정도가 그림 6에 나타나 있다.

② CCD 카메라와 펄스 광원의 동기 맞추기

펄스 형태의 광원을 쓸 때에는 화상을 잡는 시각과 동기를 맞추어야만 좋은 상을 얻을 수 있다. 일반적으로 CCD 카메라는 1/30초에 1frame을 읽어들인다. 또한 1frame은 2개의 field로 나누어 있는데 odd field에서 광원이 노출되어야 깨끗한 상을 얻을 수 있다. 그

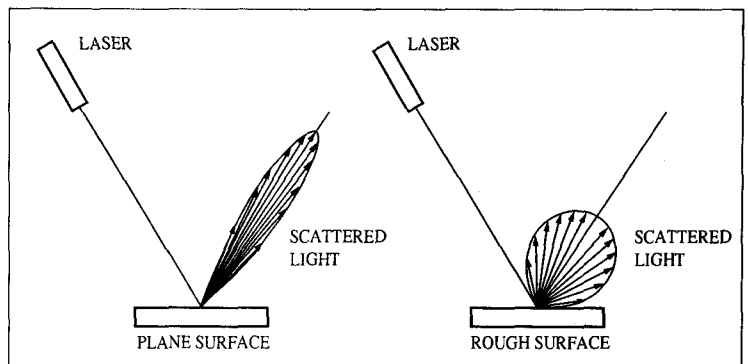


그림 6. 표면 상태와 각도에 따른 산란 정도

러므로 CCD 카메라로부터 1/60초 안에 펄스 광원을 터뜨
vertical ON 신호를 받아 약 럼과 동시에 화상을 잡으면 개

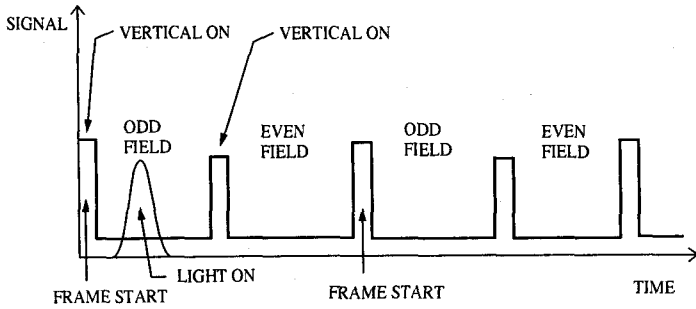


그림 7. CCD 카메라의 vertical ON 신호와 펄스 광원의 동기 맞추기

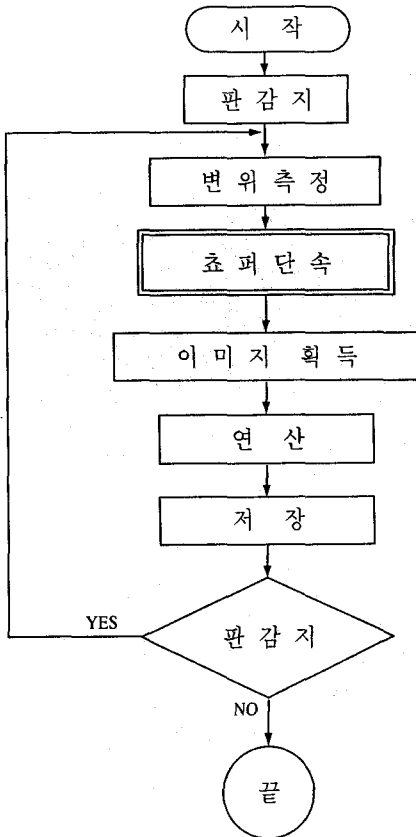


그림 8. 측정 블록다이어그램

곳한 상을 얻을 수 있다.

Chopper를 이용할 때에는 CCD 카메라의 vertical ON 신호와 chopper에 설치된 엔코더의 신호를 동기시킨다. 그림 7에는 펄스 광원의 동기시점이 나타나 있다.

③ 판감지 센서와 변위 측정기 설치

일반적으로 판감지 센서와 변위 측정기는 판의 측정 시작 위치에 설치한다. 판감지 센서에 물체가 감지되면 측정이 시작되고, 물체가 사라지면 측정이 끝난다. 메인시스템에서는 변위측정기에서 신호를 계속해서 받아서 일정 변위마다 측정을 지시하게 된다.

④ 측정

측정 순서는 그림 8의 블록 다이어그램에 나타나 있다.

5) 결론

광삼각법 혹은 광절단법에 의한 Machine Vision은 이론상으로 간단하면서도 그 응용분야가 매우 다양하다. 표 1에 광삼각법과 광절단법을 비교하고 그 응용분야를 정리했다.