스테레오비젼을 이용한 알파/베타선 오염도 측정센서 위치 제어에 관한 연구

김성균, 최영수, 서범경, 이근우
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
sungkyun@kaeri.re.kr

1. 서론

연구로와 같은 대형 원자력 시설 해체를 수행하기 위해서는 해체 대상에 대한 정확한 오염도 측정이 수반되어야 안전하고 효과적인 해체 계획을 수립할 수 있으며, 또한 오염도 측정 데이터는 방사성 폐기물과 비방사성 폐기물을 구분하는 중요한 자료로 활용되기 때문에 해체 계획 단계에서 필수적으로 수행되어야 할 작업이다.

한국원자력연구원에서는 고방사능 시설의 오염도 측정 기술을 개발하기 위해 알파선과 베타선의 오염도를 동시에 측정할 수 있는 검출소재 및 동시 측정기술을 개발하고 있다. 이 기술은 하나의 검출기를 이용하여 알파선과 베타선의 오염도를 동시에 측정함으로서 작업의 효율성을 확보할 수 있으며, 원거리 신호전송이 가능한 원격검출 센서를 이용하여 작업자의 피폭 가능성을 줄여줌으로서 해체 작업의 안전성을 확보할 수 있다. 알파/베타 오염도 동시측정 방법은 장비는 검출기를 측정 대상물의 표면으로부터 10 mm 높이로 일정하게 유지하며 측정해야 일관성 있는 오염도 측정 결과를 얻을 수 있다.

연구 초기에는 오염도 측정 센서의 거리 제어를 위해 2차원 레이저 스캐너를 이용하여 대상 표면의 높이를 스캔한 후 이 정보를 이용하여 제어하는 방법을 시도하였다. 그러나 이 방법은 2차원 레이저 스캐너가 대상물의 반사도 및 색상, 측정거리, 스캐닝 각도에 따라 측정오차가 상당히 크게 발생하고 이를 보상하기 위해 다양한 보상 알고리즘을 개발해야 하는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 극복하기 위해 스테레오비젼을 이용하여 거리를 측정하는 기술을 적용하였다.

본 연구에서는 스테레오비젼을 이용하여 대상물의 높이 측정방법과 실제 대상물에 대한 측정결과에 대해 언급하고, 스테레오비젼의 문제점인 대상물 재질에 따른 측정 오차 및 쉐도우 영역에서 발생되는 비정합 오차를 해결하는 방안을 제시하였다.

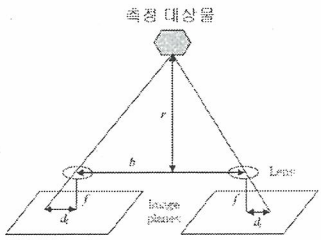


Fig. 1. Distance measurement concept of stereo vision.

2. 본론

2.1 스테레오비젼을 이용한 거리측정

2.1.1 스테레오비젼의 거리측정 개념

스테레오비젼을 이용하여 대상물의 거리를 측정하는 방법은 다음과 같다. Fig. 1과 같이 일정한 거리 b 만큼 떨어진 두 개의 카메라를 설치하여 촬영하면 측정 카메라의 렌즈를 통해 대상물의 투영한 영상(크기 d)을 얻게 된다. 여기서 카메라간의 거리 b, 투영한 영상의 크기 d, 카메라 렌즈와 투영된 영상까지의 거리 f는 고정된 값이므로 카메라 렌즈에서 대상물까지의 거리는 삼각함수 공식을 이용하여 식(1)을 통해 구할 수 있다.

$$r = f\frac{b}{d} \qquad (1)$$

2.1.2 스테레오비젼의 거리측정 절차

스테레오비젼을 이용한 거리 측정 원리는 매우 간단하나 실제 카메라를 이용하여 거리를 측정하기 위해서는 Fig. 2와 같이 다양한 이미지 처리 단계를 거쳐야한다. 먼저 스테레오카메라를 이용하여 두 개의 영상을 얻고 두 이미지를 같은 크기로 자른다. 그리고 색상을 이미지를 그레이 패턴으로 바꾼 뒤 Median filter를 사용하여 불필요한 이미지를 제거한다. 그리고 이미지 블러링을 수행하여 경계부분에서의 오차를 제거한다. 마지막으로 앞에서 언급한 거리 측정 알고리즘을 이용하여 각 픽셀에 대한 거리를 측정한다. 측정된 결과는 3차원 이미지로 만들 수 있다.

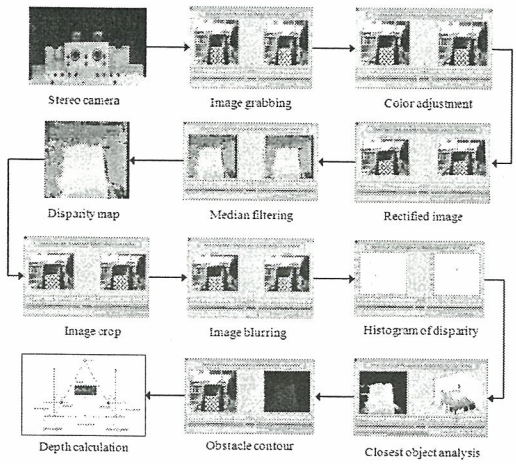
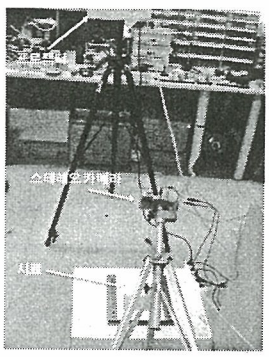
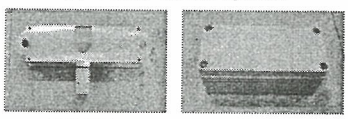


Fig. 2. Sequence of distance measurement using a stereo vision.



(a) stereo vision system



(b) target objects

Fig. 3. stereo vision test equipment.

2.2 오차 보정

2.2.1 색상 및 반사 오차

Fig. 3(a)는 스테레오비젼을 이용하여 거리측정 시험장비를 나타내고 있으며 Fig. 3(b)는 측정 대상물을 나타내고 있다. 본 측정대상물을 시험한 결과 플라스틱 재질은 측정이 잘되는 반면 금속 재질과 흰색 재질은 빛의 반사로 인해 측정이 잘 이루어지지 않는 다는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 이를 해결하기 위해 빔 프로젝터를 이용하여 스테레오비젼의 측정오차가 가장 적게 발생하는 그레이 패턴을 측정대상 표면에 입사하여 측정하였다. 그 결과 빛의 반사가 심한 금속 표면 흰색 재질에 오차를 제거할 수 있었다.

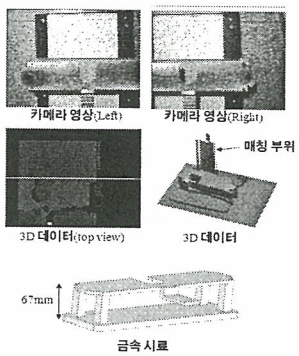


Fig. 4. Mismatching area in the measured object.

2.2.2 비정합 오차

Fig. 4는 측정 대상물을 스테레오비젼으로 측정한 결과를 나타내고 있다. 그림에서 단차가 발생하는 부위에 비정합 오차가 발생하는 것을 알 수 있다. 이러한 비정합 오차는 어느 한쪽 카메라의 위치에서 대상물의 시야가 확보되지 않는 경우에 발생한다. 이러한 비정합 오차를 보정하는 방법은 반사 및 그림자가 생기지 않도록 조명도구의 적절한 기구적 배치하는 방법이 있으며, 또 다른 방법은 비정합 오차가 발생하는 부분을 공간필터링 처리를 통해 인접하는 바닥면의 값으로 대치하는 방법이 있다. 마지막 방법은 스테레이비젼을 측정영역 위를 이동하면서 측정하여 동일 위치에 대해 반복적인 측정값을 획득하고 이를 중첩하여 비정합 오차를 최소화 시키는 방법이다. 여러 가지 방안 중 조명도구 및 공간필터 기법을 이용하는 방법은 비정합이 일어하는 한 부위에는 적용할 수 있으나 전 측정영역에서 발생되는 비정합 오차에 적용하기에는 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 따라서 현재 대면적 오염도 측정 기술에서는 스테레오비젼을 측정영역에 스캐닝하여 비정합 오차를 최소화 하는 방법을 적용할 예정이다.

3. 결론

본 연구에서는 알파선 베타선 오염도 측정 센서를 대상물의 표면을 따라 일정 간격으로 유지하기 위한 제어 기술로 스테레오비젼을 이용한 제어 기법을 제시하였으며 향후 본 기술을 적용한 원격측정 장비를 개발할 예정이다.