# 스테레오 기반 감마선원 탐지 및 가시화에 관한 연구

박강택[*,**] · 이남호[*] · 차한주[**]

[*]한국원자력연구원, [**]충남대학교

# Study of the Radioactive Source Detection and the Visualization with the Stereo Radiation Detector

Gang-teak Park[*,**] · Nam-ho Lee[*] · Han-ju Cha[**]

[*]Korea Atomic Energy Research Institute, [**]Chungnam National University

E-mail : larrypeck@naver.com

## 요 약

본 논문에서는 스테레오 기반 감마선원 탐지장치를 통해 감마선원을 포함하는 공간을 래스터 스캔방식으로 스캔하여 가시광영상과 감마선영상을 획득하고, 스테레오 감마선 탐지장치로부터 선원까지의 거리와 방향에 대한 3차원 정보 획득 및 가시화를 수행하였다. 탐지장치의 구성은 감마선원 탐지를 위한 방사선 검출부, 선원탐지를 위해 래스터스캔방식의 스캔을 위한 팬틸트 그리고 가시광영상을 위한 CCD 카메라로 이루어진다. 선원에 대한 공간분포를 측정하기 위해 스테레오 구조의 장치를 구현하였으며 스테레오 영상획득을 위해 CCD 카메라와 감마선 탐지장치는 각각 2대로 구성하였다. 탐지선원에 대한 분포를 나타내기 위해 감마선 탐지 장치와 가시광 카메라에 대한 보정을 수행하였고, 각각의 카메라에 대한 스테레오 보정을 수행한 후 가시광영상과 감마선영상 중첩을 통해 감마선원에 대한 분포를 나타내었다. 좌, 우 분포영상에 대한 정류화처리 후 스테레오 영상에 대한 가시화결과를 도출하였다.

## ABSTRACT

In the study, stereo-based of gamma-ray sources detector for the space including the gamma-ray source to s can in a raster scan method, and obtains a visible light image and the gamma-ray image. We went to retrieve and visualize the distance to source and the direction of the 3-dimension information from Stereo gamma-ray d etectors. Configuration of the detector consisted of gamma-ray detecting sensor for gamma-ray Sources, pan-tilt for the scanning of the raster for detecting sources, and CCD camera for visible-light image. Implement a stere o structure of the device to measure the spatial distribution of source, the gamma-ray Detector and CCD came ra for the stereo image acquisition was as each configuration 2. The gamma-ray detector and a visible light ca mera to revision the distribution of detection source, After performing each of the cameras of the stereo corre ction and shows the distribution of the gamma-ray Sources through 중첩 visible light image and the gamma-ray image. After Rectification process of Left and right image, we were derived visualization results of the stereo i mage.

## 키워드

감마선 탐지장치, 스테레오 영상, 카메라 보정, 스테레오 방사선원 탐지

## Ⅰ. 서 론

현재 운영 중인 원자력 발전소는 24기에 달하며 그중 4기는 계획예방정지 중이다. 원자력 발전소의 평균 수명은 30~40년이며 2030년 이전에 40년 이상이 되는 원자력 발전소는 9기에 달한다. 수명연장을 위해 재운전 심사를 통해 재가동 될 수도 있지만 오래된 원자력 발전소는 안전을 위하여 해체해야 한다.

원전해체시 누출된 감마선을 조속히 제거하지 않을 경우 심각한 문제를 발생시킬 수 있으므로 방사선 제염을 위해서 신속하고 정확한 감마선 분포정보가 필수적으로 요구된다.[1-3]

본 논문에서는 스테레오 감마선 탐지장치를 통해 감마선원의 가시화를 위한 알고리즘을 고안하였고, 감마선 탐지결과와 가시광 영상을 획득하여 실제 공간에서 감마선원의 분포를 나타낼수있는 감마선 분포 가시화 연구를 수행하였다.

## II. 스테레오 방사선 탐지장치

방사선 탐지용 검출기는 섬광체(Scintillator)와 수광센서인 PMT(Photo Multiplier Tube)로 구성된다. PMT 입력단의 수광파장(Wavelength)은 230nm ~ 700nm이고 최대감도를 나타내는 파장은 약 400nm이다. 감마선 탐지를 위한 수광소자 단면적의 지름은 약 8mm이다. 섬광체와 PMT는 최대감도의 결합효율을 위하여 최대감도의 파장 대역이 같은 NaI(Tl)을 사용하였으며, 섬광체의 구조는 PMT의 단면적과 동일하게 제작하였다.

그림 1. 검출센서

감마선 탐지부의 차폐부는 탐지하는 지점의 감마선을 측정하고 그 외의 신호를 차단하기 위하여 콜리메이터와 검출센서를 둘러싼 차폐체로 구성하였다. 차폐부의 재질은 납을 사용하였다. 그림 2는 구성된 감마선 탐지부를 나타내며 감마선 센서를 포함한 차폐체부의 모습을 보여준다.

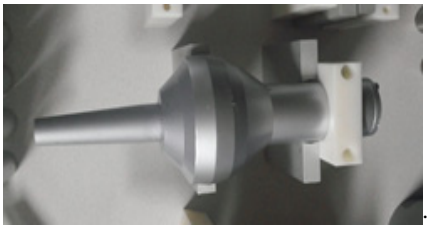

그림 2. 차폐체부

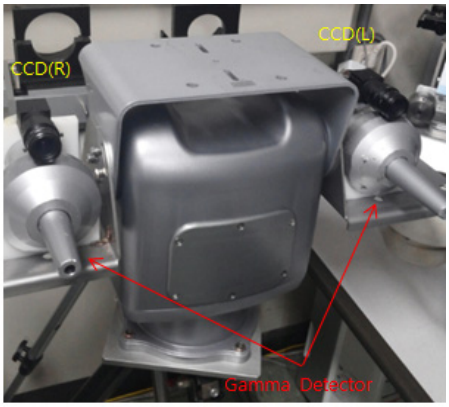


그림 3. 스테레오 정밀 공간 탐색기

그림 3은 스테레오 감마선 탐지장치를 구성한 모습이며, 스캔 운용방식은 전방향을 스캔할 수 있는 Single Shot 방식으로 운용한다. 탐지장치의 구성은 감마선원을 탐지하기 위한 2개의 감마선 검출기와 가시광을 측정하기 위한 2대의 CCD 카메라로 구성된다.

## III. 방사선 카메라 보정절차 및 시험환경

스테레오 영상처리에서 가시광 카메라의 경우 보정패턴을 이용하여 보정하는 것이 일반적이나 방사선 카메라는 보정패턴 영상의 획득(촬상)이 불가능 하므로 가시광 및 방사선 영상이 2차원 변환정보를 이용한 간접방식으로 보정하였다.

4쌍의 대응점을 이용하여 좌 방사선 영상장치와 좌 카메라 사이의 Homography 변환관계를 계산 한다. 마찬가지로 우 방사선 영상장치와 우 카메라 사이의 Homography 변환관계를 계산 한다. 그리고 좌 카메라와 우 카메라를 이용하여 보정 패턴 영상을 획득 하고 Homography 변환관계를 이용하여 좌 카메라로 획득한 보정패턴영상을 좌 방사선 영상장치로 획득한 영상으로 변환하고 우측도 동일하게 시행한다. 변환된 패턴영상을 이용하여 좌·우 방사선 영상장치를 보정한다.

그림 4는 스테레오 정밀 공간탐색기의 카메라 보정을 위한 시험환경을 나타낸 것으로 4개의 LED 광원은 가상 방사선원의 역할로서 방사선 카메라의 보정을 위한 영상획득 시험에 사용하였다.

그림 4. LED를 이용한 장치 성능시험 환경

## IV. 광원에 대한 가시화 영상

스테레오 감마선 탐지장치의 보정결과를 이용하여 그림 4에 나타난 4개의 LED 광원에 대한 스캔 영상 및 가시화 영상을 중첩하여 그림 5와 같은 탐지결과 영상을 획득하였다. 그림 5에서 좌측의 붉은색 영상은 탐지장치의 CCD카메라 좌영상과 감마선 검출기 좌영상을 중첩한 것이고, 우측의 청색 영상은 CCD카메라의 우영상과 감마선 검출기의 우영상을 중첩한 결과이다.

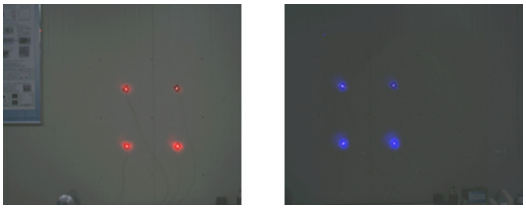

그림 5. 좌측 중첩 영상과 우측 중첩 영상

그림 6은 그림 5의 좌, 우 영상을 중첩한 결과로 입체가시화 알고리즘을 적용한 적·청 스테레오 가시화 결과를 나타낸다.

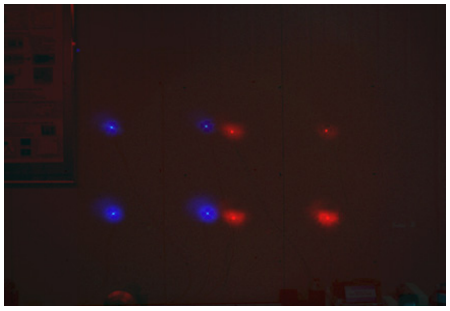

그림 6. 광원 탐지 가시화 결과

## Ⅴ. 감마 방사선원(Cs-137)에 대한 탐지 및 가시화 영상

감마선 조사시험은 KOLAS 인증된 감마선 교정시설에서 그림 7과 같이 시험장치를 구성하여 Cs-137감마선을 대상으로 시험을 진행하였다.

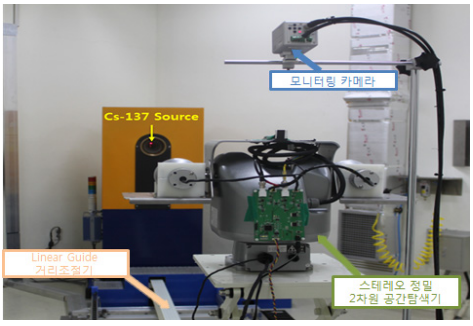


그림 7. 감마선 조사시험장 탐지실험

실험을 위한 거리는 탐지장치로부터 선원까지 4.5m로 설정하였다. 탐지영역은 좌우상하 20˚로 설정하여 다음의 방사선 탐지영상 및 가시광 탐지영상을 획득하고 영상처리를 통한 중첩영상을 획득하였다. 그림 8의 감마선 탐지 결과에 나타난 바와 같이 탐지선원에 대한 분포영상 및 가시광 영상의 중첩으로 나타나는 가시화 결과는 실제 선원의 위치를 그대로 표현하며, 스테레오 보정 결과를 통해 획득한 거리값은 약 3%의 오차를 나타내었다.

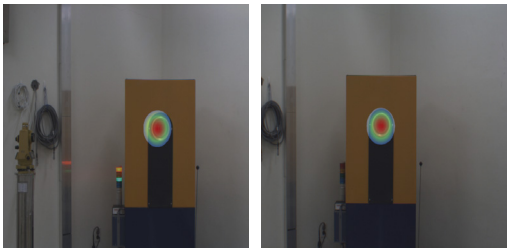

그림 8. Cs-137 감마선원 탐지 가시화 결과

## Ⅵ. 결 론

본 연구에서는 감마선 탐지를 위한 스테레오 감마선 탐지장치를 구현하고, 2대의 감마선 검출기 및 2대의 가시광 카메라의 스테레오 보정을 통해 감마선 탐지 결과에 대한 분포 가시화 연구를 수행하였다. 수행 결과를 확인하기 위하여 LED광원을 이용하여 탐지영상 가시화 및 Cs-137을 보유중인 KOLAS 인증된 감마선 조사시설에서 탐지영상을 획득하고 가시화 하였다. 스테레오로 구성된 탐지장치를 통해 획득된 거리정보와 가시화된 영상 분포는 누출된 감마선의 제염을 효율적으로 수행할 수 있는 정보를 제공한다고 판단되며, 향후 장치의 탐지속도, 감도, 거리측정 오차에 대한 개선에 대한 연구를 진행할 예정이다.

## 감사의 글

이 논문은 2015년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (분산형 수중 관측·제어망 개발)

## 참고문헌

[1] K. A. Hughes, G. Mottershead, D. J. Thornley, and A. P. Comrie, “Use of gamma ray imaging instrumentation in support of TRU waste characterization challenges,” in Proc. WM’04 Conf. Rec., 2004.

[2] K. A. Hughes and J. A. Lightfoot, “Radscan 600－A portable instrument for the remote imaging of gamma contamination: Its design and use in aiding decommissioning strategy,” in Proc. IEEE Nucl. Sci.Symp. Conf. Rec., vol. 2, pp. 930 - 933, 1996.

[3] O. Gal, C. Izac, F. Laine, and A. Nguyen, “CARTOGAM－A portable gamma camera,” Nucl. Intrum. Meth.A, vol. 387, pp. 297 - 303, 1997.