

열영상과 실영상 매핑기법을 이용한

열상관측기(KAETI: KAERI Thermo Inspector) 의 성능 개선

Enhancement of Inspection Performance of KAETI using Mapping
Technology of Thermal Image and Real Image

조재완, 이남호, 김승호, 박동선*

한국원자력연구소 원자력내방사선 로봇기술개발과제

*전북대학교 정보통신공학과 정보통신연구소

jwcho@nanum.kaeri.re.kr

중수로(CANDU) 형 월성 원자력발전소의 칼란드리아 압력관 전면부를 감시점검하기 위한 열영상 관측시스템을 설계/제작하였다[1]. 중수로는 가동중에 핵연료를 교체한다. 칼란드리아 전면부에는 380 개의 압력관 채널이 위치하고 있다. 열영상 관측시스템은 핵연료를 교체할 시에 핵연료 교체장비가 칼란드리아 압력관 채널의 ENDCAP을 열고 핵연료를 장전하는 과정에서 발생할 지도 모르는 중수 누출, 핵연료교체장비의 이상상태를 점검하는데 목적이 있다. 열영상카메라는 상용 CCD 카메라에 비해 영상의 해상도가 떨어진다. 일반영상에 비해 상대적으로 해상도가 떨어지는 열영상대신에 CCD 영상으로 관측하면서 CCD 영상의 관측지점을 열영상카메라의 관측지점으로 매핑하면 보다 효율적인 관측을 할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 칼란드리아 압력관 전면부의 보다 효율적인 감시점검을 위해 개발한 열영상관측시스템의 매핑과 실험결과에 대해 기술한다. 열영상관측시스템은 열영상카메라(THV510)와 CCD 카메라(TM-745CN)의 융합구조로 구성되어 있다.

THV510 열영상카메라의 제원은 수평, 수직 FOV 가 각각 18.3° , 9.15° 이다[2]. TM-745CN CCD 카메라는 1/2" CCD 의 카메라 구조를 갖고 있으며, THV 510 열영상카메라의 FOV 에 가장 근접한 렌즈로 1/2" CCD 의 유효면적에 대해 $14.59^\circ \times 10.97^\circ$ 의 FOV를 갖는 25mm/F#1.8를 선정하였다[3]. 그림 1에 THV510 열영상카메라와 25mm/F#1.8 렌즈를 장착한 TM-745CN CCD 카메라의 FOV 관계를 나타내었다. 그림 1에서 알 수 있는 것처럼 THV510 열영상카메라는 TM-7CN CCD 카메라의 25mm 렌즈 f 에 비해 초점거리가 짧은 광각의 렌즈 f 로 유추할 수 있다. 이는 THV510 카메라의 열영상이 CCD 영상에 $\frac{f}{f}$ 만큼 확대되어 맺힘을 의미한다. THV510 열영상카메라의 임의의 상 X_{IR} 은 CCD 영상에 다음과 같은 식으로 맺힘을 알 수 있다. 여기서, θ_{CCD} , θ_{IR} 은 각각 THV510 열영상카메라와 TM-7CN CCD 카메라의 수평 FOV 이다. THV510 카메라의 상이 CCD 카메라의 상에 매핑되면서, THV510 카메라의 실제 상보다 크게 맺히게 된다. 이를 보정하기 위해서 중간 중간에 비계되는 매핑오차는 인근의 매핑 값으로 대체하였다.

$$X_{IR} = X_{CCD} \left(\frac{\tan \theta_{IR}}{\tan \theta_{CCD}} \right)$$

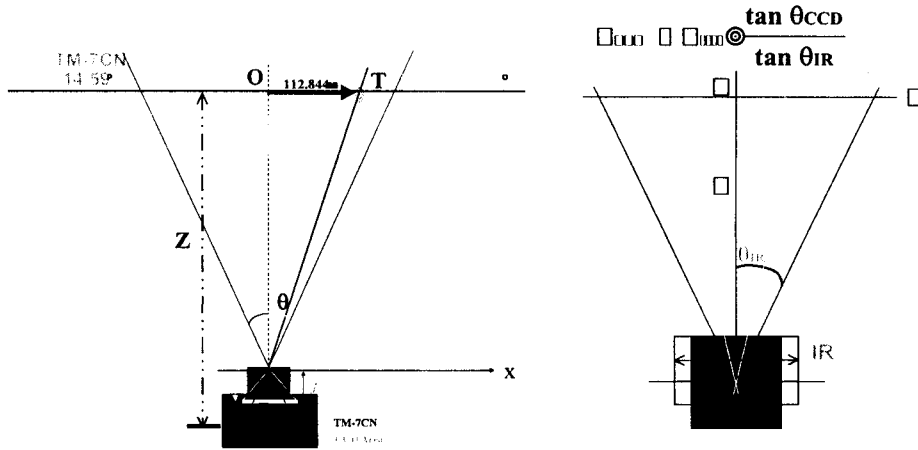


그림 1 . THV510과 CCD 카메라의 FOV

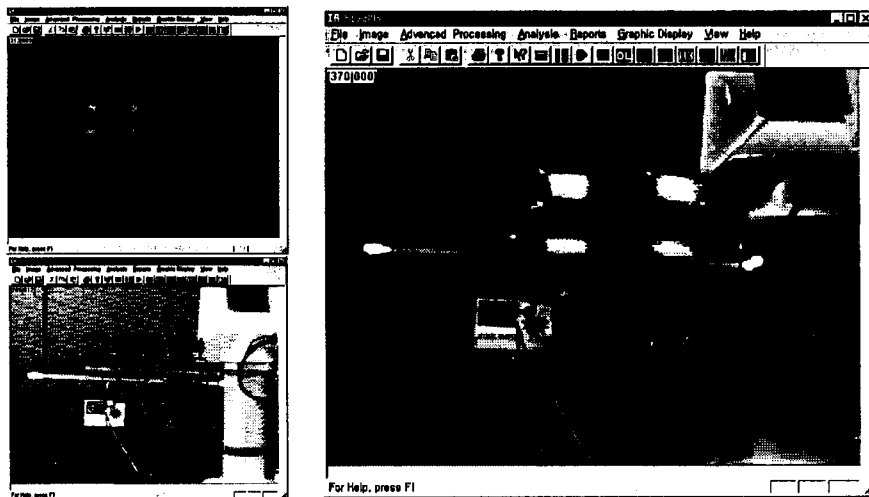


그림 2 . 열영상과 CCD 영상의 매핑

그림2의 좌측상단 그림은 THV510 열영상카메라로 촬영한 테스트패턴의 열영상이며, 좌측하단 그림은 전기가 인가된 테스트패턴의 CCD 실영상이다. 우측그림은 열영상과 실영상을 매핑하여 그 결과를 실영상위에 overlay 처리한 것을 나타내고 있다. 오른쪽 그림을 통해 테스트패턴에 사용하고 있는 저항의 열분포 발생 위치를 보다 명확하게 판정할 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 일반영상에 비해 상대적으로 해상도가 떨어지는 열영상대신에 CCD 영상으로 관측하면서 CCD 영상의 관측지점을 열영상카메라의 관측지점으로 매핑하면 보다 효율적인 관측을 할 수 있을 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

- [1] 전자공학회, 하계학술대회 논문집, 1999년 6월
- [2] THV-510 ThermoVision Maintenance Manual
- [3] 東芝外觀圖, <http://www.technoland.co.jp/>

