

천정이동 서보 매니플레이터의 카메라 시각 시스템

박병석, 이종광, 진계현, 윤지섭

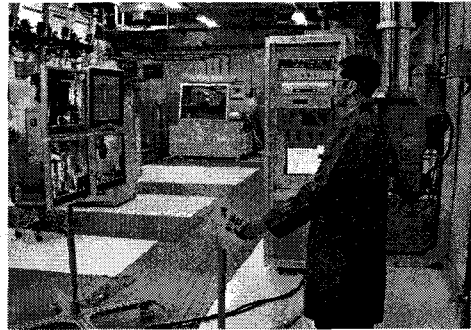
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

nbspark@kaeri.re.kr

그림 1은 사용후핵연료 차세대관리 공정(Advanced Spent Fuel Conditioning Process, ACP) 장치의 유지보수를 위해 개발한 천정이동 서보 매니플레이터(Bridge Transported Servo Manipulator, BTSM) 시스템을 보여준다. BTSM 시스템은 슬레이브 매니플레이터(Slave manipulator, SM), 슬레이브 매니플레이터 이송장치, 마스터 매니플레이터(Master manipulator, MM) 및 원격 제어반으로 구성된다. 작업자는 4대의 모니터로 구성된 그림 2의 카메라 시각 반을 통해서 핫셀 내부의 4대의 카메라(BTSM의 거더 및 트롤리에 각각 1개, 1톤 크레인에 1개, 벽에 1개)로부터 전송되는 화상을 보면서 마스터 매니플레이터 및 매뉴얼 조작반을 이용하여 슬레이브 매니플레이터 및 이송장치를 운전하게 된다. 카메라가 고방사선원으로부터 3 m 떨어져 있을 때 카메라가 받는 방사선량을 Scale Code(Origen-s and Quads)를 사용하여 분석한 결과, 3×10^4 rad/yr 로 나타났다. 그러나, 범용 카메라는 일반적으로 10^4 rad 이상에서 사용할 수 없으므로 5×10^4 rad의 내방사성 카메라를 구입하여 장착하였다. 컴퓨터 비전 분야에서 물체나 주위 환경에 대한 3차원 정보를 얻기 위해 주로 스테레오 비전과 레이저 거리계를 이용하는 방법이 사용된다. 스테레오 비전은 한대의 카메라를 이용하고 카메라의 이동으로 획득된 두 영상으로부터 3차원 정보를 얻는 모션 스테레오와 두 대의 카메라를 이용하여 이들 사이의 기하학적 관계로부터 거리정보를 산출하는 스테레오 비전으로 나뉜다. 또한 카메라와 레이저 투광기(점, 슬릿, 격자 광원)로 구성된 레이저 거리계는 광삼각측량원리(optical triangulation principle)를 적용하여 3차원 정보를 획득한다. 일반적으로 스테레오 비전 방식은 두 영상이 동시에 맺히는 물체의 3차원 위치와 함께 카메라의 위치변화 및 물체의 회전 또는 이동 변환정보를 추정할 수 있는 장점이 있지만, 대응점 일치 문제(correspondence problem)를 위한 과도한 영상처리나 조명 효과 등 극복해야 할 문제로 인해 실제 로봇 응용에 있어 상당히 많은 제약을 받고 있다. 또한 레이저 거리계는 구조가 간단하고 직진성이 우수한 레이저 광원을 이용함으로써 높은 정밀도의 거리정보를 스테레오 비전시스템보다 빠르게 얻을 수 있지만, 한번에 얻을 수 있는 거리정보가 광원이 맺힌 영역에 제한된다는 단점이 있다. 이러한 기존의 두 방법들이 실시간 원격제어 시스템에 적용되는 경우 영상처리를 위한 시간이 많이 소요되어 실시간 제어 루프와 간섭이 발생할 수 있다. 따라서, 최근 국내에서 개발된 상업용 3D 렌즈(아술(주))를 방사선 환경에 사용할 수 있도록 개선하여, 슬레이브 이송장치의 거더에 설치된 카메라에 장착하였다. 이는 1대의 카메라만으로도 핫셀내 상황을 입체영상으로 제공함으로써 기존 방식의 단점(복잡성, 비동기성, 고비용 및 작업자 눈의 피로 등)을 획기적으로 해결 해 준다. 본 논문에서는 천정 이동 서보 매니플레이터 운전을 위한 시각 시스템의 구성에 대해서 소개한다.



(a) 핫셀 내부



(b) 핫셀 외부 (운전 지역)

그림 1. 천정이동 서보 매니플레이터 시스템.

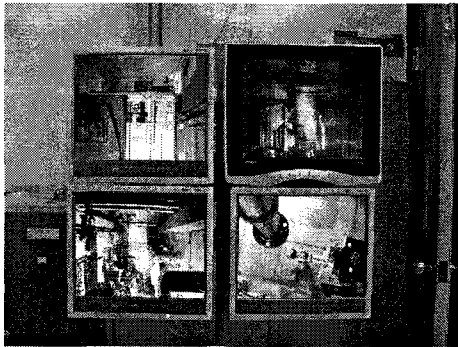


그림 2. 카메라 시각 반.

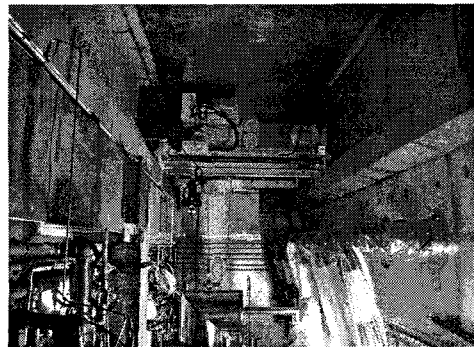


그림 3. 1톤 크레인에 장착된 카메라.



그림 4. 핫셀 내벽에 장착된 카메라.

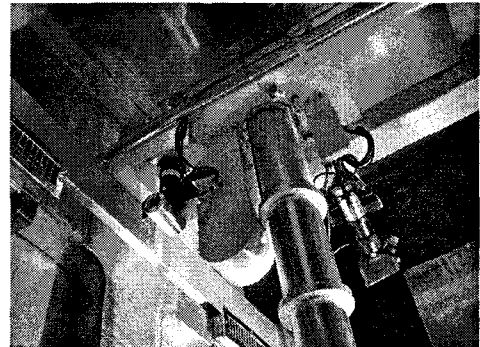


그림 5. BTSM의 거더 및 트롤리에 장착된 카메라