

영상정보기반 유해환경로봇 제어기 개발

Motion Control Based on Visual Information for Robot in Dangerous Environments

**장동진¹, 지상훈², 이상무²*[#]D. J. Jang¹(dongjin@kitech.re.kr), S. H. Ji², S. M. Lee²¹ 과학기술연합대학원대학교 지능형로봇공학과, ²한국생산기술연구원 지능형로봇연구부

Key words : Faulty communication, Tele-operation, Motion recognition

1. 서론

일반적으로 재해, 재난지역에서의 작업들은 환경적인 제약을 수반하며 이는 또 다른 인명피해를 야기 시킬 수 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 원격조종을 기반으로 작업 안정성 향상에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 수중(ROV) 및 항공로봇(UAV) 등 여러 분야에 적용되고 있다. Table.1은 상황에 따른 원격조종운용에서 고려되어야 하는 요소들을 보여준다.

Table 1 Considerations of the tele-operation system

Communication condition	Short distance	Long distance
Real Time	none	Unreality
Limitation	Stability & Transparency	Stability & Transparency
Impossibility	Implicit communication	Impossible control

대표적인 원격조종의 수단으로는 티칭 디바이스(Teaching device)와 음성 및 행동인식 방법이 있다. 먼저 티칭디바이스는 조이스틱(Joystick), PDA, 햅틱(Haptic) 등 입력 장치를 이용하여 원격제어를 구현 하는 방식이다. 이 경우 다양한 명령어를 기반으로 많은 동작에 대한 사전정의가 가능해진다. 그러나 로봇과 작업자의 거리에 따른 통신 지연 및 제어 불능의 문제로 시스템의 안정성이 떨어지는 단점이 있다. 음성인식 방법은 작업자의 음성을 명령어로 정의하는 방법으로, 구현을 위해 필요한 장비 구성면에서는 매우 효율적일 수 있지만 주위 환경에 대한 노이즈에 취약하다는 단점을 가지고 있다. 마지막으로 행동인식방법은 작업자의 신체에 부착된 센서 데이터를 이용하여 명령을 생성하는 방식으로 직관적인 제어가 가능하지만 고가의 센서를 이용해야 하는 문제가 있다. 또한 언급된 모든 방식들은 작업자와 로봇이 분리된 공간에 있을 경우 즉, 통신 불능 지역에서는 적용할 수 없다.

제기된 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 영상정보기반의 모션(Motion) 인식을 이용한 원격조종방식을 제안한다. 이는 영상정보기반의 인터페이스(Interface)라는 점에서 볼 때, 차폐 혹은 통신 불능 지역에서도 원격조종이 가능해진다. 또한 명령어는 작업자의 움직임으로 정의되었기 때문에 비숙련자도 쉽게 로봇을 운용할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

본 논문의 2장에서는 전체적인 시스템 구성을 다루고 3장에서는 알고리즘을 다루고 있다. 4장에서는 3차원 시뮬레이션(Simulation)을 통해 유해 혹은 통신 불능 환경에서의 원격조종가능성을 확인한다.

2. 시스템 구성

영상정보를 이용한 매니퓰레이터(Manipulator) 제어 시스템의 구성은 Fig. 1과 같이 그리퍼(Gripper)를 포함한 4 자유도의 매니퓰레이터, 작업자의 모션을 인식하기 위한 마(Marker)와 밴드(Band) 그리고 영상정보를 인식 및 데이터 처리를 위한 고성능 카메라와 제어기로 이루어진다.

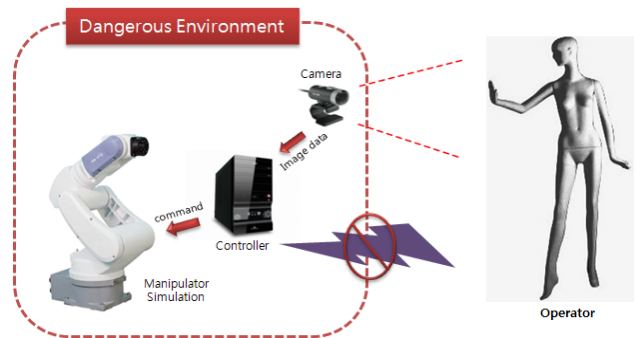


Fig. 1 Configuration of the system

모션 인식에 필요한 마커와 밴드는 Fig. 2와 같이 어깨와 손목 그리고 내측상에 위치한다. 손목과 어깨에는 원형의 마커를 부착하고, 내측상과 팔꿈치에는 밴드를 사용한다. 둥근 띠 형태의 밴드는 내측상과 팔꿈치를 감싸고 있고, 이 때문에 팔의 회전에 관계없이 두 위치는 영상에 항상 인식된다.

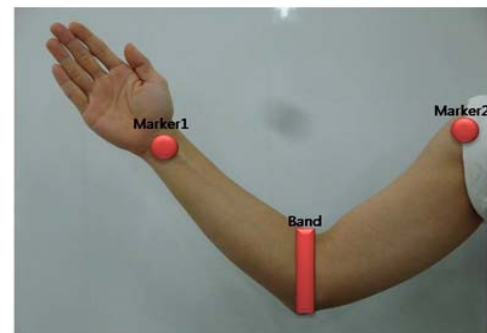
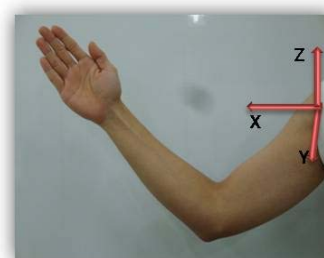
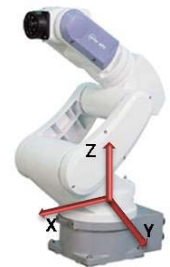


Fig. 2 The Position of both makers and band

Fig. 3은 매니퓰레이터와 작업자의 좌표계를 나타내고 있다. 각 좌표계의 원점은 작업자의 어깨와 매니퓰레이터의 1번 회전축(Z축)에 위치하게 되고 고정된 원점을 기준으로 작업자의 손목방향과 매니퓰레이터의 그리퍼 방향으로 X축을 지정한다. Y축은 오른손 좌표계 법칙에 따라 왼쪽방향으로 결정된다.



(a) Operator



(b) Manipulator

Fig. 3 The coordinate system of the operator and manipulator

3. 명령어 생성 알고리즘

작업자 팔의 움직임에 대한 데이터는 영상처리 과정을 거쳐 메니플레이터의 전원 및 각 축에 대한 회전, 그리고 그리퍼의 작동 명령어로 변환된다. 이때 3가지의 위치 식별요소만으로 다양한 명령어를 만들어 내는 것은 한계가 있으므로 본 논문에서는 작동모드를 나누어 제어하는 방식을 제시한다. 메니플레이터의 1축 회전을 요잉모드(Yawing mode)로 정의하여 다른 작동과 구분 지었고, 데이터에 대한 명령어 정의는 Fig. 4와 같다.

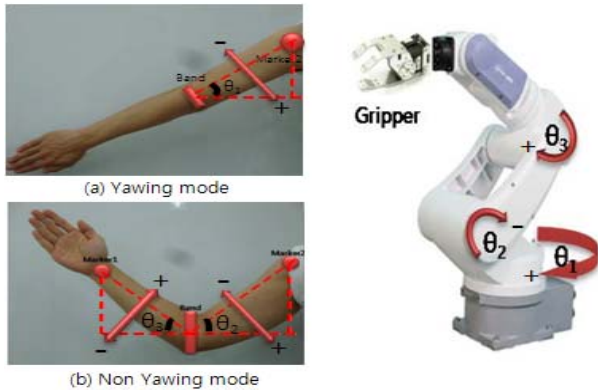


Fig. 4 Description of the algorithm

본 논문에서는 초기교정 과정에서 얻어진 식별요소들 간의 각도를 기준으로 일정 부분의 데드존(Dead zone)을 설정하였다. 데드존이란 스톱시점(Threshold)의 개념으로 기준점에서 설정 각도 이하의 움직임은 불가용 데이터로 분류하는 것이다. 이 방법을 적용하게 되면 작업자의 미세한 움직임에 따른 영상 오인식을 제거할 수 있다.

1축회전은 요잉모드로서 모드작동의 조건은 작업자의 손목을 뒤집어 영상에서 마커가 인식이 되지 않게 되면, 즉 내측상의 밴드와 어깨의 마커만이 인식이 되는 경우이다. 이때 명령어 θ_1 은 어깨와 내측상에 부착된 식별자의 각도로 정의되며 초기 설정 값을 기준으로 각도가 커지면 정방향, 작으면 역방향으로 회전을 하게 된다.

2축과 3축에 대한 움직임은 요잉모드와는 다르게 영상에서 3개의 식별인자가 모두 인식되어야 한다. 이때 어깨와 내측상 사이의 각을 θ_2 , 손목과 내측상 사이의 각을 θ_3 으로 정의하고 2 축은 설정 각도를 기준으로 각도가 작아지면 정방향, 커지면 역방향회전을 하고 반대로 3축은 작아지면 역방향, 커지면 정방향회전을 하게 된다.

그리퍼의 동작은 영상에서의 식별인자의 위치인식이 아닌 작업자의 손모양의 인식을 통해 명령어를 생성한다. 손 모양에 관한 정의는 쥐거나 펼치는 조건으로 나누어지고 전자는 그립, 후자는 그립을 해제하게 된다. 이 때 발생하는 그립 토크에 관한 문제는 이 논문에서는 배제하도록 한다.

4. 실험 구성 및 결과

본 논문에서는 제안된 방법을 평가하기 위해 3차원 시뮬레이터(Simulator)를 이용하였다. 영상처리 과정을 거쳐 얻어진 결과에서 마커와 밴드의 중심을 찾아내고 해당 픽셀위치를 이용해 각도 값을 산출한다. 그리고 초기 설정 값과 비교하여 명령어를 발생하게 된다. Fig. 5는 영상처리를 통해 추출한 화면과 명령어에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸다.

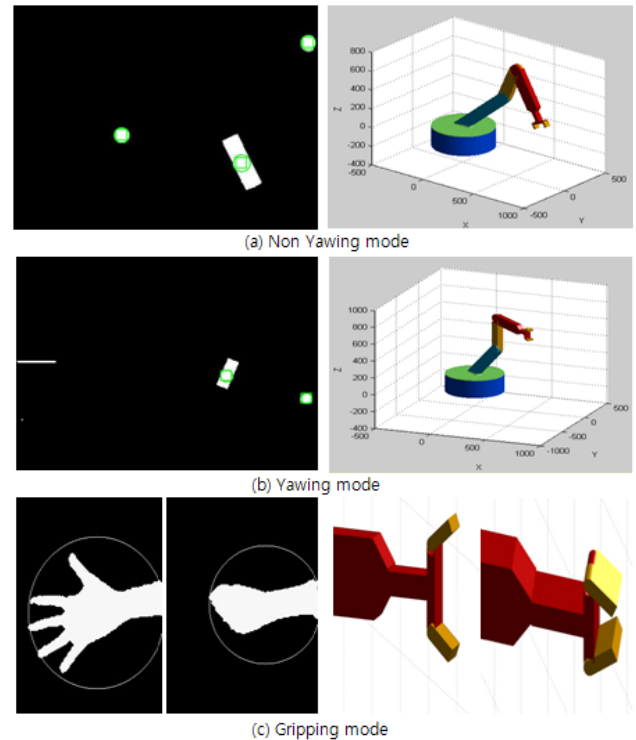


Fig. 5 Simulation Results

5. 결론

본 논문에서는 재난, 재해 및 유해환경 작업 시 작업자의 안전성을 높이기 위한 영상정보기반 행동인식을 적용한 원격조종 방법을 제안하였다. 본 연구를 통해서 세 가지 중요한 결과를 도출해 낼 수 있었다. 첫 번째로 제안된 방식은 기존의 연구에서는 고려되지 않았던 로봇과 작업자의 공간이 분리된, 즉 통신 불가능 지역에서도 적용이 가능하다는 점이다. 둘째는 영상인식기반의 직관적인 명령어 정의로 비숙련자도 쉽게 로봇을 운용할 수 있다. 마지막으로 팔의 움직임을 인식하기 위해 필요한 식별인자는 간단한 마커와 밴드만을 사용하기 때문에 시스템 구성을 위해 필요한 비용을 절감할 수 있다.

현재 보다 직관적이고 효율적인 알고리즘에 대해 계속적으로 연구 중이며 이는 자유도에 구애받지 않고 다양한 로봇에 적용할 수 있을 것이라 생각된다.

후기

“본 연구는 산업기술연구회 협동연구사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.”

참고문헌

1. Ballou, P., "Improving Pilot Dexterity with a telepresent ROV", In proceeding of the Vehicle Teleoperation Interfaces Workshop, IEEE ICRA, 2001.
2. Johns, C., "Unmanned Aerial Vehicles(UAVS)", Air Command and Staff College, 1997.
3. Terry, F., Charles. T., "Vehicle Teleoperation Interfaces", Autonomous Robots, 11, 9-18, 2001.
4. Hannu, S., Markku T., Jaakko H., "Voice Command in Home Environment - a Consumer Survey", Proceeding of interspeech, 2008.
5. Dongbum K., Jongwon K., Kyouhee L., "Excavator tele-operation system using a human arm", Automation in Construction, 18, 173-182, 2009.