

이미지 변화벡터를 이용한 HMD 기반 원격 로봇 카메라조작 성능향상 Performance enhancement of robot camera operation based HMD using image processing vector

*홍대한¹, 김윤구², 안진웅², #이기동¹

*Dae-han Hong¹, Yoon-Gu Kim², Jinung An², Ki-Dong Lee¹(kdrhee@yu.ac.kr)

¹ 영남대학교 컴퓨터공학과, ²대구경북과학기술원 실용로봇연구소

Key words : Unmanned Vehicle, Remote Robot, Remote Control, Head Mounted Display(HMD)

1. 서론

최근 들어 분쟁 지역과 같은 위험한 환경에서 특수목적을 가지고 움직이는 로봇들 외에도 일반 사회의 위험한 환경, 즉 화재상황이나 오염물질이 살포되어 사람이 진입할 수 없는 공간에 대신 투입되어 작업을 시행하기 위해 국내외 여러 연구기관이나 교육기관에서 프로젝트들이 많이 진행되며, 자율 주행 로봇과 원격 조종 로봇 기술들이 한창 개발되고 있다.

이런 유용한 로봇들의 자율주행 성능수준은 가시권내 또는 비가시권내의 원격조종으로 움직이는 수준에서 원활히 동작하며 그 임무 또는 기능을 수행하고 있다. 이러한 측면에서 볼 때 원격조종기의 조종성능이 곧 로봇이 미지의 환경을 극복하고 효율적으로 주행하며 로봇에 주어진 임무를 수행하기 위한 필수적인 로봇기술 요소가 된다. 기존 원격조종기의 기술형태는 가시권의 경우 원격조종로봇의 주행 및 움직임을 보면서 조작하거나 비가시권의 경우 원격로봇이 탑재하고 있는 카메라를 통한 전방 시야의 영상을 수신하여 원격조종자가 로봇을 조종하는 형태이었다. 특히, 비가시권 원격조종기의 경우 로봇에서 보내오는 전방시야의 영상이 그 시야각이 좁아 원격조종자의 원격조종성능은 저하되고 비가시권 영역의 원격로봇의 주행성과 활용성이 더불어 급격히 저하되는 경향이 있다. 이로 인한 원격로봇의 충돌 및 고립 등의 문제를 야기하게 된다.

원격 조종기의 기능 중 사용자가 원하는 정확한 영상 정보를 확인하기 위해서 LCD나 LED등 여러 디스플레이 장치가 구성된다. 이 논문에서는 여러 디스플레이 장치 중 HMD를 사용하여 조종기 사용자가 로봇을 구동할 때 좀 더 직관적인 조작을 할 수 있게 하고자 개발하는 것이 목적이다.

2. HMD

HMD는 Head Mounted Display의 줄임말로, 보안경이나 헬멧 형태로 눈앞의 지근거리에 초점이 형성된 가상스크린을 보는 안경형 모니터 장치로서 예전에는 군사용 시뮬레이션이나 가상 현실(VR)을 실현하기 위해 개발되었으며, 양쪽 눈의 근접한 위치에 1인치 이하의 LCD, OLED 등 마이크로 디스플레이에서 발생하는 이미지를 광학시스템을 통해 확대하여 대형 가상화면을 형성한다. IT 산업의 비약적인 발전에 힘입어 휴대용 동영상 및 정보검색의 시대가 대두됨에 따라 휴대폰이나 PMP의 작은 화면으로는 만족하지 못하는 소비자의 수요에 적합한 개인 휴대용 모니터 장치로서 향후 크게 형성될 웨어러블 컴퓨터 산업의 핵심제품이다.

3. 원격 로봇 플랫폼과 조종기

현재 개발 중이 로봇은 다양한 형태로 주행이 가능하도록 휠과 트랙의 하이브리드 형태로 제작되었다. 휠 타입은 높은 굴곡이 없는 평지를 주행할 때 우수한 성능을 보인다. 트랙 타입은 굴곡이 많은 지형이나 계단 형태의 지형에 우수한 성능을 보인다. 따라서 하이브리드 형태로 로봇 플랫폼을 구성하면 로봇의 주행 성능도 향상되고 로봇에 가해지는 물리적인 충격 또는 힘이 안정적이고 최소화 될 것이다.

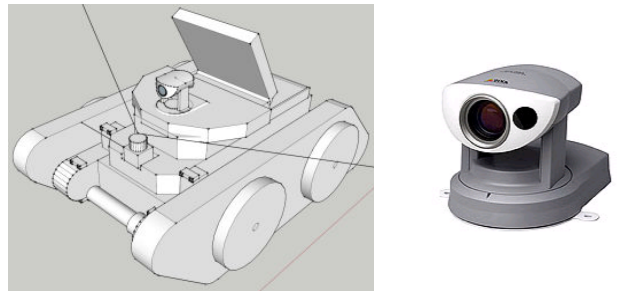


Fig. 1 로봇 플랫폼 렌더링과 고속 Pan/Tilt 카메라

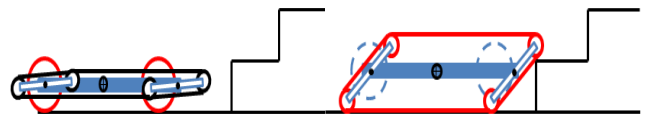


Fig. 2 로봇의 주행 형태 (좌-휠타입 / 우-트랙 타입)

원격 조종기는 외부에 충격을 잘 견딜 수 있는 튼튼한 케이스에 일반 On board PC시스템으로 Intel Atom Dual-Core 저전력 CPU, GUI 편의성 고려한 터치스크린 LCD, 2시간 용량의 배터리, 원격 통신 54Mbps Wireless Ethernet으로 구성되어지며, 원격조종용 인터페이스로 로봇이 움직이는 방향을 조작하는 조이스틱과 휠/트랙을 변형할 수 있는 조작부, 그 외에 여러 가지 로봇에 장착된 데이터들을 전송받고 모니터링 할 수 있도록 구성이 되어있다.



Fig. 3 원격 조종기

원격 로봇의 상판에 장착된 카메라는 고속 pan/tilt가 가능한 상용 제품이 설치되어 있다. 기존 개발 중인 원격 조종기에는 소형의 아날로그 조이스틱을 이용하여 카메라의 pan/tilt를 조작하도록 하였다. 이러한 동작은 로봇의 방향 조작과 병행하게 되면 부자연스러운 조작이 되거나 조작에 실수가 발생할 수도 있다. 이러한 문제를 보완할 방법으로 HMD에 향상된 시스템을 적용하여 활용하고자 한다.

4. 원격조종 로봇의 카메라 조작성능 향상 시스템

개발에 사용된 HMD는 디스플레이와 사운드 기능만을 가진 저가형 제품으로 가속도 센서가 없는 제품이다. 이런 저가형 HMD의 시점 이동을 인식하는 방법의 기존 연구로 HMD에 카메라를 장착해 특징 점을 잡아놓고 특징 점의 변화를 계산하는 방법이 있었다. 이 연구는 사용자의 앞쪽에 특징점이 존재해야하는 단점이 있다. 이러한 단점을 좀 더 보완해보고 개발된 HMD를 여러 상황이나 여러 장소에서 사용하기 위해 다음 방법을 제시하였다.

제안하는 알고리즘 역시 기존의 방법과 유사하게 HMD에 카메라를 장착하여 사용자의 전방 환경을 인식을 한다. 두 가지 영상처리 알고리즘을 병합하여 좀 더 정확한 방향을 인식하도록 하였다.

환경을 인식하는 첫 번째 방법은 인식된 환경 중 중앙의 특징 크기의 영역(ROI:Region of Interest)을 잘라 현재 프레임에서의 좌표를 파악하고 다음 프레임에서의 ROI와 픽셀 값의 매칭률이 가장 높은 영역을 찾아서 좌표를 계산하여 상대적인 벡터 값을 이용하여 영상이 이동하는 방향을 추적하는 방법이다. 컬러영상 처리를 이용해서 현재 프레임과 다음 프레임의 픽셀 값들을 계산하여 차이 값으로 매칭률을 쉽게 계산해낼 수 있다.

아래 그림은 이미지 이동방향을 검출해내기 위해 제작한 모듈로 두 개의 이미지를 입력하여 비교하도록 구성되었다. 각 영상의 크기는 362*260 이고 중앙의 ROI는 40*40으로 설정하였다. 가장 먼저 좌측 상단 부분은 현재 영상의 ROI이고, 좌측 하단은 원본 영상으로 현재 프레임 개념과 동일하며 내부에 ROI 부분이 사각형으로 표시되어 있으며 ROI 중앙 픽셀의 좌표가 숫자로 표시되어 있다. 우측의 두 영상은 모두 이동된 영상이다. 우측 상단의 영상은 원본 이미지의 ROI 위치를 기준으로 나선형으로 매칭률을 검사하는 것을 표현한 장면이고, 하단의 이미지는 ROI와 매칭률이 가장 높게 나오는 부분을 사각형으로 표시하고 중앙 픽셀 값을 숫자로 출력하도록 했다. 아래 예의 비교결과는 원본 이미지보다 비교 이미지의 ROI 부분의 좌표가 이 좌측 상단으로 이동하였기 때문에 시점은 반대방향인 우측 하단으로 이동했다는 것을 판단할 수가 있다.

이 검출 모듈은 사용자가 시점을 급하게 움직이지 않는다는 전제하에 작성이 되었다. 그리하여 나선형으로 검출하는 부분은 5픽셀 간격으로 움직이며 검출하였고, ROI 중심 픽셀을 기준으로 이미지의 전체의 1/2 영역만 비교하도록 하였다.



Fig. 4 카메라 이동의 방향을 인식하는 모듈

두 번째는 특정 모양의 물체를 인식한 값들을 추적한다. 직각 모서리나 둥근 물체를 인식하고 그 값들의 변화하는 방향을 활용하여 시점이동을 인지한다.

위의 두 가지 결과 값만으로도 시점 방향의 인식은 어렵지

않았지만 환경적 변수가 많고 영상인식의 한계가 있기 때문에 저가의 3축 가속도 센서를 추가 장착하여 시점 이동의 오차를 최소화 하였다. 주어진 결과 값을 이용하여 로봇의 pan/tilt 값을 조작하여 카메라를 구동하고 입력되는 영상을 다시 원격조종기로 전송하여 사용자가 로봇에서 바라보는 영상을 자연스럽게 인지할 수 있게 되었다.

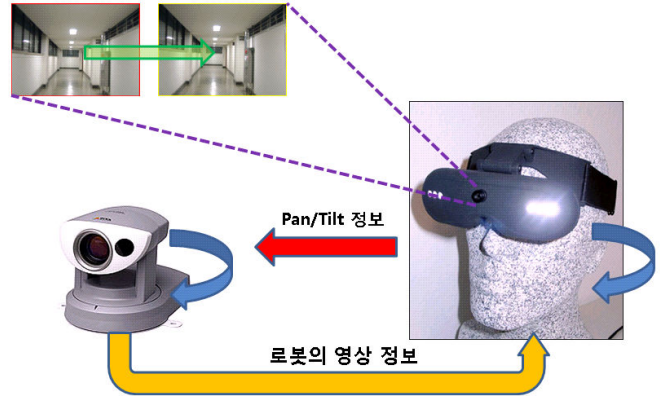


Fig. 5 HMD를 이용한 카메라 Pan/tilt의 개념

이 방법에서 고려해야할 문제점은 카메라는 pan/tilt 구동만 가능한데 HMD를 착용하고 있는 사람의 고개 움직임은 상,하,좌,우 만이 아니라는 것이다. 이에 3축 가속도의 값을 잘 인식하여 rotate 되는 영상프레임은 별도로 처리하고 상,하,좌,우 값만을 pan/tilt에 적용할 수 있도록 하였다.

5. 결론

원격 로봇의 카메라 구동에는 지연이 발생하였으나, 일반 조이스틱을 이용한 조작에 비하여 조작성이 향상되었음을 실험 참가자들의 선호도 조사를 통해 검증하였다. 실험 참가자들이 두 가지 시스템을 모두 조작 실행해보고 조작성이 보다 용이한 시스템을 선택하였을 때 현재 개발한 시스템의 선호도가 상대적으로 높게 나왔다. 그러나 주변 환경의 조명이 너무 밝거나 반사광이 심한 지역에서는 물체나 모서리 추출이 어려워 3축 가속도 센서에만 의존하게 되는 경우도 발생을 하였다. 주위환경 밝기변화에 적응하는 시스템으로의 개선은 추후 과제로 진행해야 할 사항이다.

후기

본 연구는 교육과학기술부 일반사업 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Rachel C.Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital image processing", prentice hall. 2003.
2. 김창현, 김민성, 이주장, "활선 작업을 위한 원격조종 인터페이스 개발," 제어자동화시스템공학 논문지 제10권 제12호, 1217-1222, 2004.
3. 노영식, 김철희, 윤원준, 윤유경, "특징점 추출을 통한 HMD 회전각측정 알고리즘 개발", 정보 및 제어 심포지엄 논문집, 360-362, 2009
4. 윤승준, 노영식, 강희준, 서명수, "이동로봇 원격제어를 위한 HMD의 방향각 측정 알고리즘에 관한 연구", 정보 및 제어 학술대회 논문집, 89-90. 2008