

산업용 로봇을 이용한 체험용 탑승 로봇 시스템

박범영¹, 심원섭², 김영주², 정용찬², 이은규², 이우현², 김은총², 박재흥¹
¹서울대학교, ²상화기획

Experiential boarding robot system using industrial robot

Park Beomyeong¹, Sim Wonsup², Kim Yeongjoo², Jeong Youngchan², Lee Eungui²,
 Lee Woohyun², Kim Eunchong², Park Jaeheung¹

¹Seoul National University, ²Sangwha Co. Ltd

e-mail: on2lord@snu.ac.kr, wonsup.sim@sangwha.com, yeongjoo.kim@sangwha.com,
yongchan.jeon@sangwha.com, eungui@sangwha.com, woohyun.lee@sangwha.com,

eunchong.kim@shangwha.com, park73@snu.ac.kr

요 약

본 논문은 산업용 로봇에 기반을 두어 사람이 실제로 탑승하여 로봇을 움직이며 체험할 수 있는 탑승 로봇 시스템에 대해 설명한다. 제안하는 시스템은 KUKA사의 KR-120 로봇을 이용한 체험용 탑승 로봇을 사용한다. 로봇의 말단부에는 사람이 탑승할 수 있는 탑승부가 부착되어 있다. 또한 탑승부에는 로봇에 탑승한 조작자가 로봇을 조종하기 위해 사용하는 조이스틱이 장착되어 있다. 시스템을 검증하는 실험은 사람이 로봇에 탑승 후 로봇을 직접 조종하며 진행되었다. 또한 현재 시스템이 가지고 있는 문제를 파악하고, 이를 보완하기 위한 추후 연구의 방향에 대해 설명한다.

1. 서론

산업용 로봇으로 발전하기 시작한 로봇 분야는 이제 서비스, 의료용 재활 로봇 등 다양한 분야에서의 활용이 이루어지고 있다. 또한 다양한 형태의 로봇도 연구되고 있는데, 사람이 탑승할 수 있는 탑승형 로봇을 예로 들 수 있다. 탑승형 로봇은 사람의 이동을 돕기 위한 목적으로 연구되기도 한다[1]. 본 연구에서는 산업용 로봇을 이용하여 엔터테인먼트로써 활용이 목적인 탑승 로봇 시스템을 소개한다.

체험용 탑승형 로봇이 엔터테인먼트로써 활용되기 위해서는 고려되어야 할 사항들이 있다. 최우선으로 고려되어야 할 점은 로봇의 안전성이다. 사람이 탑승한 채 로봇이 움직이기 때문에 사람의 안전을 보장하는 것이 무엇보다도 우선되어야 한다. 또한 엔터테인먼트로써 사용되기 위해서는 탑승한 사람이 로봇의 움직임을 느낄 수 있도록 로봇이 빠르게 움직일 수 있어야 하며, 동시에 사람의 무게를 들어올릴 수 있도록 힘이 좋아야 한다. 탑승자가 로봇을 직접 조종하며 움직일 수 있을 때, 엔터테인먼트로써의 효과가 클 것으로 예상된다. 그러므로 탑승형 로봇은 미리 작성되어 있는 경로가 아니라, 탑승한 사람이 직접 입력한 경로를 따라 움직일 수 있는 조작 방법을 갖추어야 한다.

본 연구에서는 위에 언급한 조건들을 만족시키기 위해 안전성을 검증받은 KUKA의 산업용 로봇인 KR-120을 사용하였다. 직접 제작한 탑승부가 로봇 팔 말단부에 부착되어 있으며, 탑승자가 로봇을 조종하기 위한 조이스틱이 포함되어 있다.



[그림 1] Experiential boarding robot equipped with an aboard in an industrial robot

본 논문에서는 체험용 탑승 로봇 시스템의 탑승부, 조종을 위한 조종 인터페이스를 간단히 설명한다. 그리고 실제 실험을 분석하여 추후 연구의 방향에 대해 토론한다.

2. 시스템 소개

2.1 시스템 개요도

제안하는 시스템은 사용자가 경로를 생성하고 수정하는 UI와 역기구학엔진이 포함되어 있는 제어용 컴퓨터와 KUKA산업용 로봇인 KR 120으로 구성된 시스템에 기반하고 있다[2][그림1]. 탑승부는 직접 제작되었고 크기는 808×605×1055(mm)이며, 무게는 38.9kg이다. 또한 탑승부의 우측에는 로봇 팔을



[그림 2] (Left) Boarding part (Right) Joystick

조작하기 위한 조이스틱이 부착되어 있다[그림2]. 조이스틱을 통한 명령은 컴퓨터로 입력되어 로봇 팔을 움직일 수 있게 관절 목표 값으로 계산된다. 제어용 컴퓨터는 KUKA 로봇과 RSI(Robot Sensor Interface)로 통신하여 로봇의 목표 관절 값을 보내고, 로봇의 상태정보를 받는다.

2.2 조종 인터페이스

탑승부에 장착되어 있는 조이스틱은 Logitech 회사의 X56 HOTAS 모델이다. 조이스틱은 전후, 좌우로 움직이며, 움직이는 방향에 대한 정보를 제어용 컴퓨터로 보낸다. 조이스틱의 앞쪽, 오른쪽 움직임에는 '+1'을, 뒤쪽, 왼쪽 움직임에는 '-1'을 그리고 움직임이 없을 때는 '0'의 값을 각각 $Joystick_{좌우}$, $Joystick_{전후}$ 로 반환하여 제어용 컴퓨터로 전송한다. 제어용 컴퓨터는 전송받은 값을 사용하여 식(1)을 통해 로봇 팔 관절 목표 값을 계산한다.

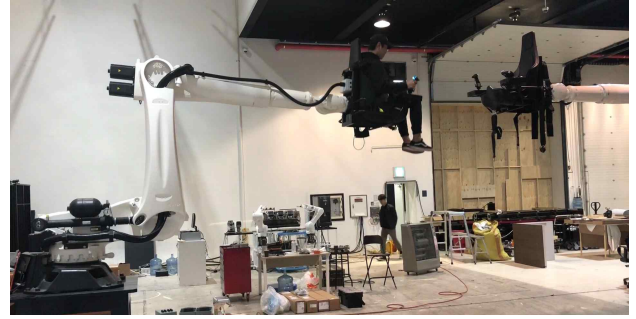
$$q_{desired} = q_{current} + K \cdot S \cdot \begin{bmatrix} Joystick_{좌우} \\ Joystick_{전후} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$q_{desired} \in R^6$ 는 관절 목표 값, $q_{current} \in R^6$ 는 로봇 팔 관절의 현재 값을 의미한다. K 는 비례이득(Proportional gain)값을 나타내고, $S \in R^{6 \times 2}$ 는 선택행렬(Selection Matrix)이다.

본 시스템에서는 관절공간영역에서 로봇을 제어하며, 조이스틱의 2가지 방향의 움직임에 대해 로봇 관절은 1번과 3번 관절을 사용하여 나타낸다. 조이스틱의 전후방향 입력에 대해서는 로봇의 3번 관절이 그리고 좌우방향의 입력에 대해서는 로봇의 1번 관절이 움직이도록 선택행렬의 값을 $S_{11}, S_{32} = 1$ 로 정하며, 나머지 값은 '0'의 값을 사용한다. 제어용 컴퓨터는 식(1)을 통해 획득한 관절 값을 RSI통신방법을 통해 로봇으로 전송한다.

3. 실험 및 분석

본 연구에서 제안하는 체험용 탑승 로봇 시스템은 실제 로봇을 사용하여 실험하였다. 성인 남성이 탑



[그림 3] The actual experiment on which the person boarded

승하여 약속된 동작이 아닌 무작위의 움직임을 탑승부에 부착되어 있는 조이스틱으로 명령을 내렸고, 조이스틱의 움직임에 따라 로봇이 움직이는 것을 확인하였다[그림3]. 로봇 팔이 조이스틱의 움직임에 즉각적으로 반응하기 때문에 로봇을 직접 조종한다는 느낌을 탑승자에게 줄 수 있었다. 하지만 조이스틱의 각 움직임에 대하여 로봇의 관절이 하나씩만 대응하여 움직이기 때문에, 탑승부의 움직임은 위아래 그리고 좌우로 한정되어 움직일 수 있다.

추후 연구는 본 실험에서 드러난 한계점을 극복하고자 한다. 조이스틱의 움직임을 관절 차원이 아닌 로봇 팔의 작업 공간의 움직임으로 나타내어 탑승부가 앞뒤방향으로 움직일 수 있고, 탑승부가 로봇 팔에 붙어있는 축을 기준으로 회전할 수 있게 하고자 한다. 이를 위해서는 전후, 좌우로 움직이는 조이스틱을 이용하여 탑승부의 위치, 방향에 대한 6가지 자유도의 움직임을 생성해 내는 방안이 필요하다. 또한, 로봇은 조이스틱이 움직이는 방향에 따라 동일한 속도로만 움직이는데, 로봇의 속도가 조절될 수 있도록 조이스틱으로부터의 입력 값을 조정할 필요가 있다.

후기

이 논문은 서울시 기업성장 지원사업과제(No.C1152050)의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

- [1] Lee, J., Kim, J. Y., Park, I. W., Cho, B. K., Kim, M. S., Kim, I., & Oh, J. H. (2006, October). Development of a humanoid robot platform HUBO FX-1. In SICE-ICASE, 2006. International Joint Conference (pp. 1190-1194). IEEE.
- [2] 박범영, 이지민, 박경식, 이상엽, 이은규, 박재홍, "6축 산업용 로봇 팔과 3D 게임 엔진을 결합한 뉴미디어 콘텐츠 운용 플랫폼," 로봇학회논문지, 12권, 3호, pp306-312, 2017.