

CT 공연을 위한 Wireflying System 의 구성 Constitution of Wireflying System for CT Performance

*박재환¹, #권오홍¹

*Jaehwan Park¹, #Ohung Kwon(ohung@kitech..re.kr)¹

¹ 한국생산기술연구원

Key words : Cultural Technology, Cable Driven Mechanism

1. 서론

케이블 구동 병렬 메커니즘은 가벼운 와이어에 의한 페이로드의 원격 제어가 가능하여 무거운 동력장치를 땅 위에 내려놓을 수 있기 때문에 중량이 많이 나가는 물체를 움직이는 분야에서 널리 응용되어 왔다. 건설 현장이나 항만의 크레인이 대표적인 예라고 할 수 있으며, “NIST Robocrane” [1], “FALCON” [2], 그리고 “WARP” [3] 시스템 등의 선행 연구를 그 예로 들 수 있다. 이와 같은 케이블 구동 병렬 메커니즘은 최근 무대에서 다이나믹한 퍼포먼스를 보여주기 위하여 사람, 또는 무대 장치를 이동시키는 수단으로 활용될 수 있는 가능성을 보여주고 있다. 대표적인 예로 라스베가스의 “오페라의 유령” 공연은 자동화된 와이어 시스템을 이용하여 상들리에를 관객들의 머리 위에서 움직임으로써, 관객들에게 스펙타클한 경험을 제공하고 있다.

본 논문에서는 이와 같은 Cultural Technology (CT) 기술이 접목된 공연 예술에 활용될 수 있는 케이블 구동 메커니즘인 Wireflying System 의 구성 방법과 소프트웨어 통합 구성의 구현 방법을 제안한다.

2. Wireflying System 구성

Fig. 1 은 Wireflying System 의 모듈에 대한 전체적인 구성도이다. Wireflying System 은 공연장에서의 운용 신뢰성을 위하여 산업용 PLC 를 기반으로 구성하였으며 소프트웨어 활용의 유연성을 위하여 PC 기반의 제어 시스템으로 구성 하였다. 무대 오퍼레이터가

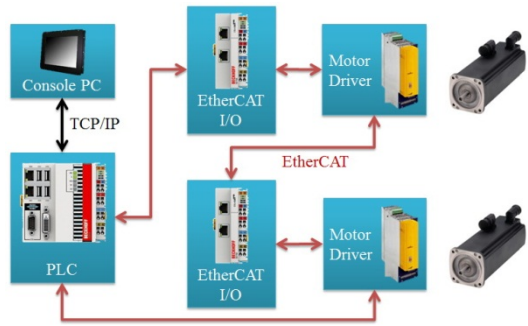


Fig. 1. Wireflying System 제어부 구성

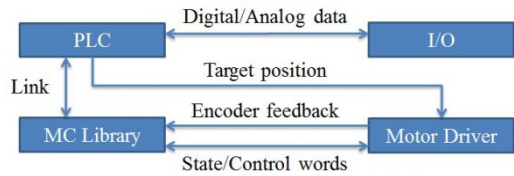


Fig. 2. Wireflying system 제어 변수 연결

직관적으로 시스템의 상황을 파악하고 운영할 수 있도록 터치 스크린 기반의 콘솔을 구성하였으며, PLC 와 TCP/IP 를 통해 시스템 상태와 사용자 명령을 주고 받는다. PLC 런타임 프로그램은 리얼타임성을 보장하는 가벼운 임베디드 시스템 위에서 작동을 한다.

하나의 윈치 시스템 제어부는 시스템 상태를 체크하고 제어하는 I/O 와 모터를 구동하는 드라이버로 구성되어 있으며, PLC 와 EtherCAT 통신으로 연결 되어 있다. 제어 변수들을 100Mbps 의 고속 통신으로 주고 받기 때문에 빠르게 시스템을 제어할 수 있다. I/O 에서는 윈치 비상 정지 제어, 시스템 상태 점멸등 제어, 그리고 시스템 온도 등을



Fig. 3. Wireflying system dummy test

체크하며, 모터 드라이버는 윈치에 대한 위치 제어를 수행한다.

만약 시스템이 비상 정지를 위한 시퀀스로 들어 갈 경우에는 모터 브레이크를 작동시키고 모터 드라이브의 모터 구동 전원을 차단하는데, 이는 통신 기반이 아닌 별도의 DC 전원 라인을 통하여 제어를 한다.

3. 제어 변수 연결

산업용 PLC 는 P2P 모션에 최적화 되어 있는 모션 MC Library 를 지원한다. 하지만 병렬 메커니즘은 다음과 같은 역 기구학에 의한 연속적인 궤적 생성이 가능 해야 한다.

$$\Delta\theta_i = \frac{1}{N} \left| \bar{p}_{pulley,i} - R(\phi)\bar{r}_i - \Delta\bar{p}_{com} \right|$$

$\Delta\theta_i$ 는 i 번째 모터의 변위이며, N 은 모터 각도와 와이어 길이에 대한 기어비, $\bar{p}_{pulley,i}$ 는 i 번째 도르래의 위치. $R(\phi)$ 는 페이로드 좌표계의 rotation matrix, \bar{r}_i 는 페이로드 무게 중심으로부터 i 번째 와이어가 묶여 있는 위치, 그리고 $\Delta\bar{p}_{com}$ 은 페이로드 무게 중심의 변위 이다.

계산된 값의 추종을 위하여 Fig. 2 와 같이 EtherCAT 통신의 위치 제어에 대한 변수 연결을 MC Library 를 사용하지 않고, 직접 PLC 프로그램의 위치 계산 값에 연결을 구성 하였다. 이와 같이 시스템을 구성 했을 때에는 제어기 입력으로 들어가는 값이 가 감속 궤적

생성 알고리즘을 거치지 않고 통신에 의해 바로 전달이 되므로 역 기구학에 의해 연산된 연속적인 궤적 추종이 가능해 진다.

4. 결론

제안된 시스템 구성으로 30kg 의 사람 모양 dummy test 를 수행하였으며, 조이스틱 입력에 따라 더미가 1m/s 로 움직이고, 전체적인 시스템이 안정적으로 작동을 하는 것을 Fig. 3 와 같이 확인 하였다.

하지만 와이어의 장력이 항상 양일 수밖에 없는 비선형적인 특성 때문에, 처짐 현상과 외란에 따른 진동 문제가 많이 발생하기 때문에 그 문제를 해결할 알고리즘 적용이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2010 년도 문화콘텐츠산업 기술 지원 사업의 연구 결과로 수행 되었음.

참고문헌

1. J. Albus, R. Bostelman, and N. Dagalakis, "The NIST Robocrane," Journal of Robotic Systems, vol. 10, 1993, pp. 709-724.
2. S. Kawamura, W. Choe, S. Tanaka, and S.R. Pandian, "Development of an Ultrahigh Speed Robot FALCON Using Wire Drive System," Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 1995, pp. 215-220 vol.1.
3. K. Maeda, S. Tadokoro, T. Takamori, M. Hiller, and R. Verhoeven, "On Design of a Redundant Wire-Driven Parallel Robot WARP Manipulator," Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 1999, pp. 895-900 vol.2.