

굴삭기의 원격제어를 위한 장착형 조작 시스템 설계

Design of installation type control system for the remote control excavator

*강성균¹, #한창수², 박형준², 강민성³

*S. K. Kang¹, #C. S. Han(cshan@hanayng.com)², H.J.Park², M.S.Kang²

¹한양대학교 지능형로봇학과, ²한양대학교 기계공학과, ³한양대학교 메카트로닉스공학과

Key words : Excavator, Tele-operation, Portable, Installation type robot

1. 서론

건설 현장에서 사용되는 장비는 작업자들과 함께 매우 위험하고 유해한 상황에 노출되어 있다. 굴삭기의 전복이나 협착, 추락으로 인한 사망 사고는 산업재해 항목 중 상위 15% 이내에 속하는 만큼 위험빈도가 높은 산업재해로 분류되고 있다[1]. 따라서 굴삭기 조작자는 위험한 작업요소들로 인해 작업에 한계를 가지고 있다. 이러한 위험한 환경에서의 건설 장비를 운용함에 있어 무인 원격 기술은 반드시 필요하다[2].

굴삭기의 원격제어는 국내/외에서 활발하게 연구되고 있다. 대표적으로 Tsukuba 대학에서 개발한 "Backhoe BC-3"가 있다[3]. BC-3는 수중에서 작업을 하기 위해 개발된 굴삭기로 기존의 굴삭기의 조작 시스템을 모두 제거하고 전자식 시스템으로 변경하였다. 이러한 변환형 시스템은 정밀한 조작이 가능하지만 많은 시간과 비용이 요구된다. 최근에는 변환형 시스템의 단점을 보완하기 위한 장착형 시스템이 개발되고 있다. 일본에서 개발한 "Robo Q"는 공압 액츄에이터를 굴삭기에 장착하여 조작기를 조작한다[4]. 하지만 시스템을 구동시키기 위한 장치의 부피가 크고 무겁기 때문에 굴삭기에 접근이 어려운 건설현장 등에서 조작 시스템을 설치하여 사용하는데 어려움이 있다.

기존의 원격 조작 시스템은 복잡한 기계 시스템을 이용하였다. 따라서 큰 부피와 무게로 인해 이동성이 매우 떨어지며, 굴삭기에 장착하기 위해서 구조를 변경하거나 제거해야하는 문제점을 가지고 있다.

본 연구에서는 조이스틱 형태의 굴삭기에 대한 무인 원격 조종이 가능한 시스템을 개발하고, 기존의 건설 장비 고유의 작동성을 유지시키면서 필요 시 단시간 내로 장착하여 기존의 유압식 굴삭기의 원격 조종이 가능하게 하는 시스템을 설계한다.

2. 원격 제어 시스템

굴삭기의 원격 제어를 위한 시스템은 그림 1과 같다. 장착형 조작기는 굴삭기에 탈/부착이 쉽도록 하고, 별도의 구조변경 없이 장착 가능하도록 하였다. 장착형 조작기와 함께 굴삭기에 설치되는 메인 컨트롤러는 장착형 조작기의 제어 및 통신 모듈을 통해 무선 조종기에 의해 기존의 굴삭기의 조작기가 가지는 Boom, Arm, Bucket, Swing 등의 동작이 가능하도록 하였다.

원격 조작은 속도 제어를 통해 구현하였다. 속도 제어 방법은 마스터(master) 조작기의 위치를 슬레이브(slave) 시스템이 갖는 속도로 변환/전송하는 방법으로 슬레이브의 작업 영역에 제한이 없는 시스템에 적용되고 있다[5]. 따라서 본 연구에서 제안하는 원격 제어시스템은 기존의 굴삭 작업시 현실감 제공을 위해 기존의 유압식 굴삭기에 적용되고 있는 속도 제어 방법을 동일하게 적용하여 시스템을 구현하였고, 주제어기의 응답성능을 2msec 이내로 제한하여 원격 작업시 작업자가 느끼는 조작 실감도를 향상 시켰다.

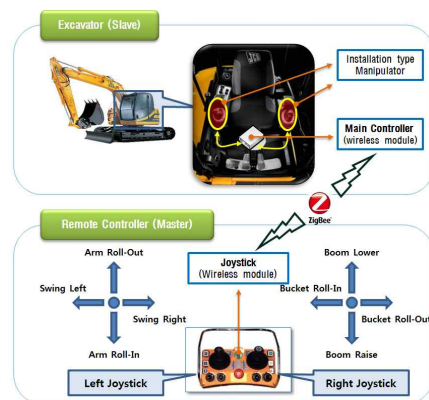


Fig. 1 Remote Control System

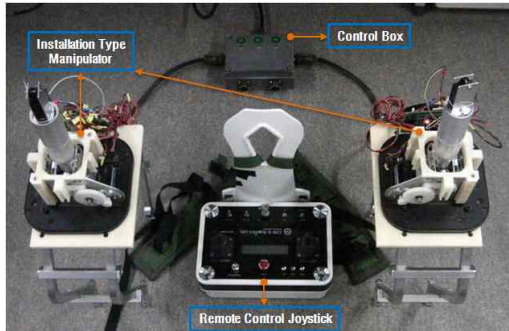


Fig. 2 Developed remote control system

3. 장착형 조작기

굴삭기의 원격 제어를 위한 장착형 조작기는 굴삭기의 조작기와 동일한 자유도를 확보하여 굴삭기를 구동시킬 수 있으며, 굴삭기의 조작기가 가지는 동작 범위를 만족시킬 수 있도록 하였다. 또한 굴삭기의 조작기의 회전각도와 길이, 장착형 조작기와 체결되는 유니버설 조인트(universal-joint)의 기구적인 관계를 통해 장착형 조작기의 위치 및 체결 요소들의 사양을 결정하였다.

그림 2는 개발한 원격 조작 장치이다. 장착형 조작기는 굴삭 작업을 위한 동작을 구현 하기 위해 2개의 조작기를 사용하여 굴삭기를 조작 할 수 있도록 하였다. 그리고 굴삭기 운전석의 조작기에 거치하여 사람을 대신하여 굴삭기 조작기를 조작 할 수 있도록 하였다. 조작기를 컨트롤 스테이션에 거치함으로써 컨트롤 스테이션의 움직임에 영향을 받지 않으며, 장착시간을 단축할 수 있도록 하였다. 또한 장착형 조작기는 기존 굴삭기의 구조나 장치를 변경하지 않고 설치가 가능하다.

그림 3은 굴삭기에 설치된 장착형 조작기를 나타낸다. 장착형 조작기를 통해 굴삭기의 조작기를 조작할 수 있다.

4. 결론

본 연구는 굴삭기 사고의 위험으로부터 작업자의 생명과 안전을 보호받고 원격 작업을 통해 얻을 수 있는 이점을 극대화하기 위한 원격 제어시스템을 개발하였다. 개발한 장착형 조작기를 통해 원격 지에서도 굴삭기를 직접 운전하는 것과 동일한 조작감각을 가지고 작업이 가능하도록 하였다.

개발된 장착형 조작기는 굴삭을 위한 Boom, Arm, Bucket, Swing의 동작이 가능하다. 추후에는



Fig. 3 Installed remote control system

굴삭기의 이동을 위한 모바일 기능을 가지는 페달에 대한 연구를 진행하여 굴삭기의 전반적인 무인 원격 시스템을 개발할 것이다.

후기

본 연구는 국토해양부(MLTM) 건설기술혁신사업(CTIP)의 연구비 지원과 지식경제부 및 정보통신 산업진흥원의 고기능로봇메니플레이션 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2010(C7000 -1001- 0002)).

참고문헌

1. 고용노동부, 산업재해 발생현황, 2005~2009.
2. D. M. Kim, J. W. Kim, K. H. Lee, C. G. Park, J. S. Song, D. S. Kang, "Excavator tele-operation system using a human arm," *Automation in Construction*, Vol. 18, pp. 173~182, 2009.
3. Hiroaki, Y., Hiroo, I., "Experiment on teleoperation of underwater backhoe with haptic information," *ISARC*, pp. 36-41, 2006.
4. Takahiro, S., Kenji, K., "Remote control of backhoe at construction site with a pneumatic robot system," *Automation in Construction*, Vol. 17, pp. 907-914, 2008.
5. P. D. Lawrence, S. E. Salcudean, N. Sepahri, D. Chan, S. Bachmann, N. Parker, M. Zhu and R. Frenette, "Coordinated and force-feedback control of hydraulic excavators," *Proceedings of international symposium of experimental robotics*, Vol. 223, pp. 181-194, 1997.