

굴삭기 모션캡처 센서 성능평가

Performance Evaluation of a Motion-Capture Sensor for Hydraulic Excavator

*강성필¹, #한창수¹, 강민성², 이승훈¹, 신동수¹

*S. P. Kang¹, #C. S. Han(cshan@hanyang.ac.kr)¹, M. S. Kang², S. H. Lee¹, D. S. Shin¹

¹한양대학교 기계공학과, ²한양대학교 메카트로닉스공학과

Key words : Excavator, ARS, Motion-Capture, Tele-operated System

1. 서론

최근 위험한 환경에서 굴삭 작업의 필요성이 증가함에 의해 굴삭기의 원격제어에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 하지만 현재 시판중인 대부분의 굴삭기는 사용자가 유압 밸브를 직접 조작하는 구조이며 전자제어에 적용할 수 없다. 따라서 기존 굴삭기를 전자식 시스템으로 변경하기 위해 기계식 밸브를 전자밸브로 변경하거나[1] 또는 레버 및 페달에 별도의 액츄에이터를 장착하는 방법[2] 등이 연구되었다.

여기서 더 나아가 조작자가 눈으로 보면서 작업을 하는 것이 아니라 가시거리 밖에서의 원격제어 또는 자동화, 자율 굴삭을 위해서 굴삭기의 붐, 암, 버킷의 각도를 피드백 받는 것이 필요하다. 이를 위해서 관절의 회전량을 측정하는 로타리 엔코더, 또는 실린더의 길이를 측정하는 리니어 엔코더 등을 장착하는 방법이 있으며 본 논문에서는 센서 시스템을 제안하고 굴삭기에 적용하기 위한 성능평가를 수행 한다.

2. 센서 시스템

본 연구에서 적용한 센서는 Attitude Reference System (ARS)이다. ARS는 3축 가속도 센서와 2축 자이로 센서를 내장하고 있으며 칼만필터를 사용하여 롤과 피치 값을 구해준다. 최근 mems형 가속도, 각속도 센서의 발전에 따라 ARS 또한 소형화 및 저렴화 되어 다양한 제품이 나오고 있으며 로봇의 자세 측정에도 유용하게 사용할 수 있다.

ARS를 사용한 모션 캡처 센서 모듈은 그림 1과 같다. 모션 캡처 센서 모듈은 ARS에서 데이터를 받아 롤과 피치 각도로 변환한 뒤 CAN-BUS를 통해 데이터를 전송해 주는 역할을 한다. 본 연구에서는

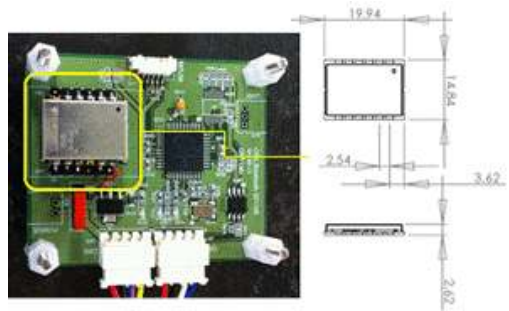


Fig. 1 Proposal of the sensor module for deriving posture of the excavator using ARS

유선으로 연결되어 있으나 앞으로 무선 모듈을 탑재하여 장탈착이 간편하도록 구성 할 예정이다.

3. 굴삭기 모션캡처

굴삭기의 기구학 모델과 적용하고자 하는 모션 캡처 시스템은 그림 2와 같다. ARS가 지표면에 대한 절대각을 구해 주기 때문에 별다른 기구학 해석 없이 관절 회전각을 식 (1), (2), (3)과 같이 구할 수 있다.

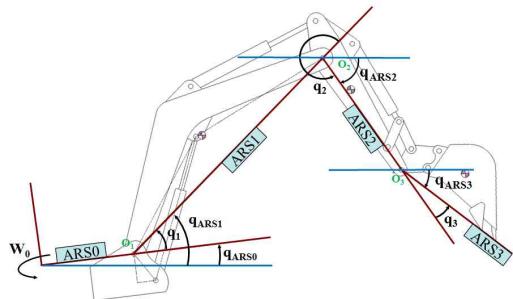


Fig. 2 Kinematics modeling of excavator

$$q_1 = q_{ARS1} - q_{ARS0} \quad (1)$$

$$q_2 = 2\pi + q_{ABS2} - q_{ABS1} \quad (2)$$

$$q_3 = q_{ABS3} - q_{ABS2} \quad (3)$$

하지만 이와 같은 시스템을 구성하기 앞서 센서의 성능평가가 선행되어야 한다.

4. 센서 성능평가

굴삭기의 모션 캡처를 위한 센서의 성능이 충분하지 판단하기 위해 1축 짐벌을 이용하여 크기가 1 rad 인 사인파를 입력으로 준 뒤 센서로 측정된 값과 비교했다.

그림 3은 구해진 진폭비와 위상차를 나타낸다. 실험 결과 센서는 1.5Hz 이내에서 신뢰할 수 있으며 굴삭기 모션캡처 용도로 충분히 사용 가능하다는 것을 알 수 있다.

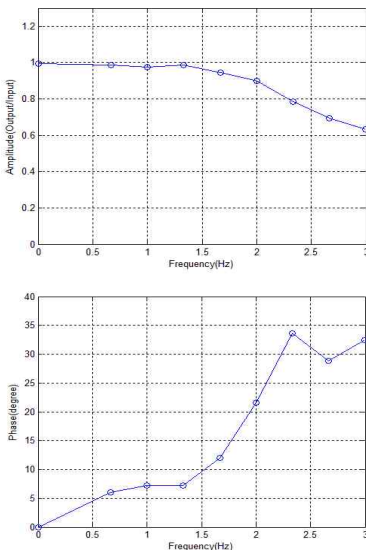


Fig. 3 Frequency response for a sinusoidal input

5. 센서 시스템 적용 실험 및 결과

그림 4는 리니어 엔코더가 부착되어 실린더의 길이 측정이 가능한 굴삭기에 센서 모듈을 적용한 결과이다. ARS 모듈로 측정된 회전각도와 리니어 엔코더로 계산한 회전각도는 5° 이내의 오차를 보여주었다.

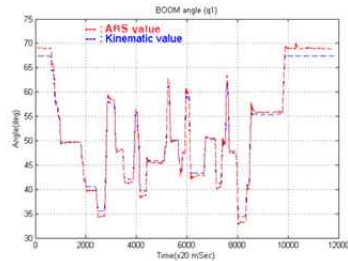


Fig. 4 Boom angle motion capture applied sensor module

6. 결론

본 연구에서는 굴삭기에 적용하기 위한 센서 시스템을 제안했으며 센서 성능평가를 실시 하였고 실제 시스템에 적용하여 굴삭기의 붐 각도를 측정하였다.

앞으로 모션 캡처 시스템을 실제 굴삭 작업에 적용해 볼 것이며 제어와 자율 굴삭에 이용될 것이다.

후기

본 연구는 지식경제부(MKE, Korea) 기술혁신사업 지원의 연구결과로 수행 되었음(10040180, 무개조 기반 기존 굴삭 중장비용 유/무인 겸용화를 위한 탈부착 가능 조작로봇 시스템 개발).

본 연구는 지식 경제부 및 정보통신산업진흥원의 고 기능 로봇 메니플레이션 연구센터 지원사업의 연구 결과로 수행되었음. (NIPA-2012-H1502-12- 1002)

참고문헌

1. K. W. Oh, D. Kim, D. Hong, Y. Kim, S. Hong, "Planning of Bucket Position Control of a Hydraulic Excavator Using Tele-operated System", KSME, 08, 509-510, 2008
2. S. K. Kang, C. S. Han, H. J. Park, M. S. Kang, "Design of installation type control system for the remote control excavator", KSPE, 405-406, 2011