

11축 복합센서를 통한 건설기계 효율성 측정 자동화 방안

Automatic Measurement of Construction Equipment Efficiency Using a 11-Axis Composite Sensor

권재범* 조대구** 조훈희*** 강경인****
Kwon, Jae-bum Cho, Dae-gu Cho, Hun-Hee Kang, Kyung-In

Abstract

A large-scale construction project relies much on the efficiency of construction equipment. Therefore, efficient and accurate measurement on the productivity of construction equipment is one of important task in the construction industry. Based on the motivation, this paper proposes a 11-axis composite sensor for an automatic measurement of construction equipment. A 11-axis composite sensor is composed of a gyroscope, geomagnetic and accelerometer sensor for the purpose of real-time motion captures of construction equipment. It is expected that the proposed system can save considerable time, effort and cost of measuring a efficiency of construction equipment.

키워드 : 복합센서, 워크 샘플링, 효율성, 자동화, 백호우
Keywords : composite sensor, work sampling, efficiency, automation, back hoe

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 대규모 공사가 활발히 시행되고 있는 건설 산업은 효율적인 작업을 위해 기계화시공의 중요성이 더욱 부각됨에 따라 시공관리에 있어 건설기계의 생산성 정보 측정을 위한 대안이 필요하게 되었다. 건설 산업의 생산성이란 기업의 효율화 및 건설 공사의 평가기준 자료, 프로젝트 운영 효율을 측정하는 주요 지표로 인식되어지고 있으며(김주영 외, 2009), 프로젝트 성공 여부에도 밀접한 관계가 있다.

그러나 실무에 있어서의 적용은 매우 미약할 뿐만 아니라 생산성 측정을 위한 작업의 명확한 측정과 작업 활동을 세분화 하지 못하였다. 그러므로 생산성을 개선하기 위해서는 활동 분석과 시간대별 분석이 필요하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 건설기계에 복합센서를 활용하여 현장에서 효과적인 측정법으로 사용되는 워크샘플링 자동화 방안을 도출하고자 한다. 도출된 개선안은 인력 및 시간 절약을 이룰 수 있으며, 생산성 향상의 기초자료가 될 것이다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 시공 현장에서 차지하는 건설기계의 비중이 증가하는 추세를 감안하여 토공사에 많이 활용되고 있는 백호우에 범위를 한정하였다. 또한 워크샘플링의 결과 값을 도출하기 위해 백호우의 작업 구성은 직접 작업, 비 작업 및 현장 내에서의 이동경로로 분류하였다.

이를 바탕으로 본 연구는 생산성 측정에 관한 연구를 실시하기 위해 워크 샘플링에 대한 이론적 고찰을 실시하고, 백호우에 복합센서를 접목시켜 워크샘플링 기법의 자동화 방안을 도출하였다.

2. 워크 샘플링

워크 샘플링은 미리 무작위하게 정해진 시점에서 연구대상을 순간적으로 관측하여, 확률과 통계이론에 근거해 전체 작업 내용 중 실질적인 작업과 비 작업을 구분하여 해당 작업의 효율을 측정하는 기법이다.(김예상 외, 1997)

그러나 측정을 위한 인력 소모와 더불어 관측 항목을 분류하는데 한계가 있기 때문에 작업현황을 세밀히 관찰할 수 없으며, 작업요소간의 발생순서는 일반적으로 알 수 없는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 관측 항목을 복합센서를 활용하여 자동화 시킨다면 매우 효과적이고 신뢰성 있는 결과 값을 도출할 수 있을 것이라 사료된다.

3. 복합센서를 통한 백호우의 효율성 측정

* 고려대학교 건축사회환경공학부 석사과정
** 고려대학교 건축사회환경공학부 연구교수
*** 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수
**** 고려대학교 건축사회환경공학부 교수, 교신저자
(kikang@korea.ac.kr)

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설기술연구원에서 위탁 시행한 2011년도 건설기술혁신사업[과제번호: 09기술혁신E05]의 지원으로 이루어졌습니다.

3.1 11축 복합센서(11-Axis Composite Sensor) 개발

11축 복합센서는 건설장비의 움직임 및 위치를 실시간으로 파악하기 위한 센서로, 가속도 센서, 각속도 센서, 지자기 센서, 위성항법장치(Global Positioning System ; GPS)로 구성된다. 각 센서의 기능은 다음의 표 1과 같다.

표 1. 복합센서의 구성요소

센서명	축	기능
가속도 센서	3	직선방향으로의 단위시간에 속도 증 감비를 측정하는 장치
각속도 센서	3	단위시간에 물체가 회전한 각도의 값을 수치로 알려주는 장치
지자기 센서	3	지구의 자기를 감지해 방위각을 출력하는 장치
GPS	2	위성에서 보내는 신호를 수신해 사용자의 현재 위치를 계산하는 장치

위와 같은 요소로 구성된 복합센서는 건설현장에 투입되는 백호우에 부착됨에 따라 장비의 움직임을 11축 상태 데이터로 전환하여 보다 상세하게 파악할 수 있으며 효율성 데이터를 추출하는 서버를 포함하여 기존 데이터와 비교분석이 가능하다. 개발된 센서는 다음의 그림 1과 같다.



그림 1. 11축 복합센서

3.2 복합센서의 백호우 적용 방안

개발된 복합센서의 적용단계에서는 백호우의 암(Arm)에 부착해야 하며 기후변화 및 고장변수에 대비해 강도 높은 케이스로 보호해야한다. 부착된 복합센서는 백호우의 움직임에 따라 직접 작업, 비 작업, 이동경로에 대한 패턴 산출이 가능하다. 이와 같은 데이터를 수신하여 워크 샘플링 기법에 적용할 수 있으며 이에 대한 내용을 도식화 하면 그림 2와 같다.

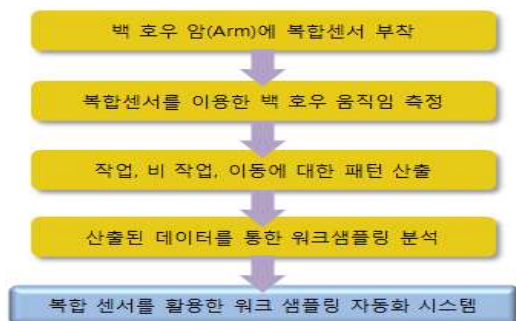


그림 2. 복합센서의 백호우 적용 방안

3.3 복합센서를 이용한 워크 샘플링 자동화

워크 샘플링 기법은 상황을 통계적, 계수적으로 나타내는 기법 중 하나이다.(Tsai, 1996) 또한 신뢰도를 만족시키려면 일정 수 이상의 샘플 크기가 만족되어야 하므로 일정한 간격을 두고 백호우 작업 패턴에 관한 데이터를 수신해야 한다. 백호우의 작업 패턴 분류는 다음의 표 2와 같다.

표 2. 작업 패턴 분류

구분	작업 패턴(min/hr)
직접 작업	굴삭(NE), 상차(NL)
이동	이동 (NM)
비 작업	작업대기(ND), 공정간섭(NI)

이와 같이 수신 데이터를 활용하여 작업이 얼마나 효율적으로 이루어지고 있는가를 판단하는 기준을 도출하기 위하여 장비 효율성(Equipment efficiency rate)을 활용할 수 있으며 관계식은 다음과 같다.

$$\text{장비 효율성 (\%)} = \frac{N_E + N_L + N_M}{N_E + N_L + N_P + N_I + N_M}$$

위의 관계식에서 도출된 데이터를 활용한 백호우의 워크 샘플링은 효율성 측정에 있어서 훌륭한 도구로 활용될 수 있으며 효율성 향상을 위한 중요한 지표로 활용될 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 IT 기술이 시공 관리 분야의 백호우 효율성 측정에 어떻게 융합될 수 있는지에 대한 적용방법을 제안하였다. 그러나 실제 현장에 적용된 바가 없어 예상되는 패턴 산출 값과 다를 수도 있으므로 현장실험을 통해 현장 적용성을 검증하여야 한다. 또한 복합센서에 의해서 측정되는 백호우의 정보 패턴 측정 값 획득 및 데이터베이스화 제공을 위한 프로그래밍의 보완이 된다면 다양한 작업 개선과 작업 효율 향상의 결과를 얻을 수 있을 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김예상 외 3인, 워크 샘플링 技法을 활용한 作業 效率 向上에 관한 研究, 대한건축학회 논문집, 제13권 제7호, 1997
2. 김주영 외 2인, 국내·외 건설 생산성 저해요인 비교 분석, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2009
3. W. H. Tsai, A technical note on using work sampling to estimate the effort on activities under activity-base costing, International journal of production economics, 43, 1996