

# 다목적 복합 센서를 이용한 건설 장비 성과를 측정 알고리즘 개발

## Development of Algorithm for Measuring Performance Rate of Construction Equipment using a Multipurpose Composite Sensor

권재범\*      김춘학\*\*      김창원\*\*\*      조대구\*\*\*\*      조훈희\*\*\*\*\*  
 Kwon, Jae-bum      Kim, Chun-Hak      Kim, Chang-Won      Cho, Dae-Gu      Cho, Hun-Hee

### Abstract

Efficient operation of construction equipment has become more and more important in the competitive construction environment. Accurate measurement of performance rate of construction equipment is a critical factor for a construction project planning. However, it might be quite difficult to measure the performance rate due to diverse practical limitations such as continuously variable performance rate of construction equipment, considerable indirect cost, large construction field, and so on. Therefore, the purpose of this paper is to propose an automatic algorithm that measures a performance rate of construction equipment with a multipurpose composite sensor. It is expected that the algorithm compiles database on construction equipment and in advance, facilitates efficient operation of construction equipment

키워드 : 다목적 복합 센서, 건설 장비, 성과율, 알고리즘, 백 호우

Keywords : Multipurpose Composite Sensor, Construction Equipment, Performance rate, Algorithm, Back Hoe

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설 현장에서 기계화 시공이 본격화되기 시작하면서 건설 장비는 건설 프로세스 진행을 위한 주요 요인으로 부각되고 있다<sup>1)</sup>. 따라서 건설 장비는 건설 공사의 생산성에 큰 영향을 미치며, 건설공사의 생산성 파악을 위해 건설기계의 작업 시간은 매우 중요한 요소이다. 이에 최근에는 인력 및 다양한 IT기술을 활용하여 건설 장비의 작업 시간 측정 및 데이터베이스를 구축하고 있다.

그러나 장기간 수행되어야 하는 건설 공사의 특성으로 인해, 인력을 통한 실제 작업 시간 측정은 충분한 데이터 수의 확보가 어려우며, RFID를 활용한 측정은 건설 기계의 투입시간만을 측정하여 실제 작업 시간 측정에는 한계를 지닌다.

따라서 본 연구는 건설 장비의 실제 작업 시간 측정을 위해, 다목적 복합 센서를 활용하여 건설장비 동작 인지를 통한 성과를 측

정 알고리즘을 제시하고자 한다. 이를 통해 산출되는 정보는 생산성 분석을 위한 기초 자료 뿐만 아니라 데이터베이스 구축을 통해 향후 유사한 건설 공사의 효율적인 건설 기계 운영의 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 건설 프로세스에 가장 폭넓게 활용되는 건설 장비인 백 호우(Back Hoe)로 범위를 한정하였다.

또한 본 연구는 다목적 복합 센서를 통해 건설 장비의 실제 작업 시간 측정을 위해 건설 기계 성과를 알고리즘을 도출하였으며, 이를 바탕으로 백 호우에 다목적 복합 센서를 적용 하여 획득한 원천 데이터(Raw data)를 분석하였다.

## 2. 다목적 복합 센서

다목적 복합 센서(Multipurpose Composite Sensor)는 물체의 움직임 측정을 위해 X, Y, Z로 구성된 각 3축(3-Axis)가속도 센서, 자이로 센서, 지자기 센서와 물체의 위치 파악을 위해 위도와 경도로 구성된 2축 GPS가 복합된 센서이다. 이와 같은 구성 요소들은 건설 기계에 부착됨에 따라 건설 장비의 위치 파악 및 동작의 방향각, 각속도, 가속도를 측정함으로써 총 11축 상태 데이터로 전환한다<sup>2)</sup>. 이와 같은 데이터는 가공을 통해 건설 장비의 상하, 좌우, 앞뒤, 회전, 평면상의 위치를 표현할 수 있다.

\* 고려대학교 건축사회환경공학부 석사과정  
 \*\* CJ 건설 대표이사  
 \*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 박사과정  
 \*\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 연구교수, 교신저자 (bignine99@hotmail.com)  
 \*\*\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수  
 본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설기술연구원에서 위탁 시행한 2011년도 건설기술혁신사업[과제번호: 09기술혁신E05]의 지원으로 이루어졌습니다.

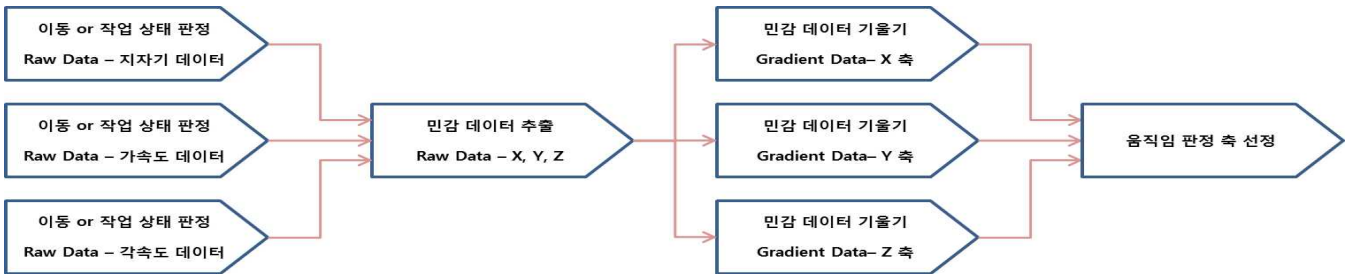


그림 1. 건설 장비 성과를 측정 알고리즘

### 3. 건설 장비 성과를 측정 알고리즘

#### 3.1 건설 장비 성과를 측정 알고리즘 개발

다목적 복합 센서에 의해 수신된 데이터를 기반으로 동작이 서로 다른 건설 장비의 가동률 측정 알고리즘을 도출하기 위해서는 먼저, 순수 동작에만 민감한 센서의 원천 데이터 추출해야 한다. 추출된 원천 데이터는 기울기 데이터로 전환되어야 하며 3개의 축 가운데 순수 작업이라 오인될 수 있는 노이즈(Noise)의 범위와 순수 작업 범위가 확연히 차이나는 축을 선별하는 과정이 필요하다. 이를 통해 도출된 노이즈의 범위 이상의 결과 값은 순수 작업이라 판단할 수 있다. 그림 1은 건설 장비의 성과를 측정 위한 알고리즘을 도식화 한 것이다.

#### 3.2 백 호우 성과를 측정을 위한 알고리즘 적용

백 호우의 동작 인지를 위해 다목적 복합 센서를 백 호우의 암(Arm)에 부착 후 이동, 굴삭 정지 순서로 시간 확인을 하며 모의 테스트를 실시하였다. 수신된 원천 데이터는 다음 그림 2와 같다

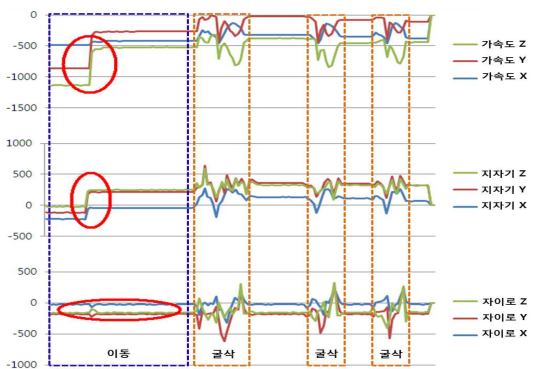


그림 2. 백 호우 움직임 원천 데이터

이와 같이 지자기 및 가속도 데이터는 백 호우 이동 중 민감하게 반응 하는 것으로 판정되고, 자이로 데이터는 순수한 굴삭 동작에서만 민감하게 반응 하는 것을 확인할 수 있다. 따라서 자이로 데이터를 기울기 데이터로 변환하였다. 기울기 변환 데이터의 그림은 다음의 그림 3과 같다.

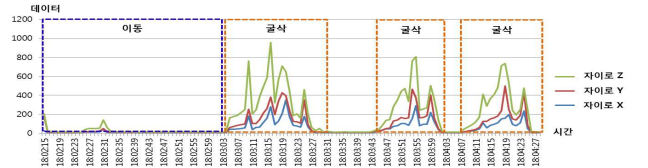


그림 3. 자이로 데이터의 기울기 변환

기울기 데이터로 변환 후 자이로 Z축을 관찰하여 보면 다음 그림 4과 같이 굴삭 작업은 이동 중 덜컹거림 등과 같은 변수가 X, Y축에 비해 명확하다. 이를 통해 백 호우의 순수 작업은 자이로 센서의 Z축 기울기 변환 데이터 값이 100 이상이라는 것을 확인할 수 있다.

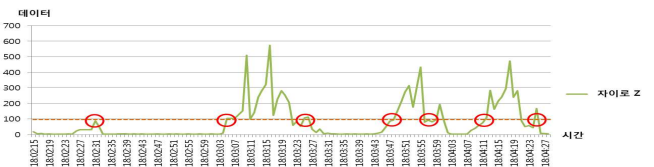


그림 4. 자이로 Z축의 노이즈 범위 선정

### 4. 결론

본 연구는 성과를 측정 알고리즘을 통해 백 호우의 순수 작업이라 판단할 수 있는 범위를 정의하였다. 그러나 모의 테스트를 통한 산출 값이기 때문에 실제 현장에서 작업 중인 다양한 건설 장비에 적용 하여 검증해 보아야 한다. 검증된 데이터는 데이터베이스 구축을 통해 향후 건설 장비의 생산성 향상을 위한 유용한 자료로 사용될 것이라 사료된다.

#### 참 고 문 헌

1. 권재범 외 3인, 11축 복합 센서를 통한 건설 기계 효율성 측정 자동화 방안, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 제12권 제1호, pp. 59~60, 2012.5
2. 김성근 외 2인, 건설기계 조종사 면허체계 개선에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 제26권 제6호, pp.995~1002, 2006.11