

# 굴삭기 장애물 인식 및 접촉방지 시스템에 관한 연구

## A Study on an Obstacle Recognition and Contact Protection System for Excavator

°김성호\*, 천종현\*\*, 박경섭\*\*\*, 임종형\*\*\*\*

\* 울산대학교 전기전자및자동화공학부(Tel : 81-052-259-2195 ; Fax : 81-052-259-1686 ; E-mail : matt23@hanmail.net)  
\*\* 울산대학교 자동차전자연구센터(Tel : 81 052 259 2195 ; Fax : 81 052 259 1686 ; E mail : jhcheon@hitel.net)  
\*\*\* 울산대학교 전기전자및자동화공학부(Tel : 81-052-259-2195 ; Fax : 81-052-259-1686 ; E-mail : parkks@uou.ulsan.ac.kr)  
\*\*\*\* 현대중공업 기전연구소(Tel : 81-031-289-5342 ; Fax : 81-031-289-5027 ; E-mail : yimjh@netian.com)

**Abstract** : Since there is a blind zone in driver's view around the excavator, industrial accidents between the equipment and the workers within the zone have been occurred frequently. The purpose of this paper is to develop a obstacle recognition system which can prevent such an accident by providing the driver with the information on direction and distance of the obstacle within the blind zone. We designed the ultrasonic sensor based obstacle recognition system which consists of sensor arrays and a control unit connected via CAN(controller area network). The Cross-correlation technique and histogramic probability distribution method are used as a reliable obstacle detection algorithms to remove the environmental noise. The experimental results using a real excavator show the effectiveness of the system.

**Keywords** : Obstacle Recognition, Histogramic Probability Distribution Method, Certainty Map, Certainty Value

### 1. 서론

건설 현장에서의 안전사고 중 굴삭기에 의한 사고가 전수나 피해정도로 볼 때 상당한 비중을 차지하고 있으며 특히 돌발 장애물(작업자 포함)로 인한 산재 사고가 빈번하다. 굴삭기에 의한 인명재해의 주 요인은 구조적인 특성상 운전자 시계 사각지역(장비 우측과 후방)을 가지고 있어 이러한 사각지역에서 작업 또는 사각지역으로의 돌발 침입하는 작업자들을 운전자가 발견하지 못하여 발생한다[3][4]. 이러한 운전자 시계 사각지역내의 장애물에 대하여 정확하고 신속하게 정보를 제공한다면 많은 사고를 미연에 방지할 수 있다. 장애물에 대한 굴삭기의 안전장치와 관련된 연구는 주로 일본에서 활발한 연구가 진행중이다. 일본 건설성과 신-카타필라사는 후방 3개소에 초음파 센서를 설치하여 굴삭기의 작업 반경내의 장애물의 유무를 검출해 내려는 시도를 하였으며[5], 역시 일본 건설성과 9개 건설장비 및 센서관련업체들은 8개의 초음파 센서를 적용하여 감지영역 이내에 대한 탐색과 동시에 동작 제한 영역을 설정하도록 하는 연구를 수행하였다[6]. 국내의 경우, 초음파 센서 정보를 이용하여 주변환경 인식과 장애물 검출, 충돌회피 기술과 같은 요소기술에 관한 연구는 주로 실내용 자율이동로봇을 구현하기 위해 이루어지고 있으나[7], 굴삭기나 다른 중장비의 외부 안전장치에 대한 연구에 대해서는 미흡하다. 본 논문에서는 굴삭기(R210LC-3)에서의 운전자 시계 사각지역을 검출하기 위하여 CAN통신(ISO11898)을 이용한 초음파 센서 어레이에 의한 장애물 검출 시스템을 설계, 제작하였다. 대형 트럭용으로 개발된 Polaroid사의 9000시리즈 초음파 센서모듈 10개를 장착하여 고유의 검출영역을 부여하고 이 검출영역을 세분화하여 센서들용 연동시켜 위험 거리에 작업자나 물체가 있을 경우 운전자에게

알릴 수 있도록 하기 위한 시스템을 구현하였다. 본 논문에서는 굴삭기의 작업 반경을 6m 정도로 간주하여 각 검출영역의 1차, 2차, 3차 경보지역을 2m씩 3부분으로 나누어 세분화하였다. 이 시스템에서는 굴삭기 자체에서 발생하는 소음과 진동, 버펄 조작 시 외부 물체와의 충돌로 인한 소음, 그리고 주위의 작업자들로부터 발생하는 소음 등 작업현장에서 발생할 수 있는 소음을 제거하기 위하여 Cross-correlation 기법을 사용하여 자신이 송신한 신호만을 검출하도록 하였으며, 주 제어부(Main Controller)는 Certainty map 기법을 사용하여 불연속적으로 입사되는 외란 잡음을 제거하고자 한다. 2 절에서는 굴삭기용 초음파 센서 시스템에 대하여 기술한다. 3 절에서는 초음파 센서 시스템에 적용한 거리검출 알고리즘에 대하여 기술한다. 4 절에서는 시스템의 효율적인 통신을 위해 사용한 CAN에 대하여 간략히 기술한다. 5 절에서는 실험결과를 보이고, 마지막으로 6 절에서 결론을 맺는다.

### 2. 굴삭기용 초음파 센서 시스템 개발

일반적으로 초음파 센서의 검출거리는 최대 10m, 분해능도 5cm 정도여서 상대적으로 광학센서나 RF 센서에 비해 떨어진 다. 그러나 굴삭기의 작업환경의 범위인 근거리(10m이내)에서는 초음파 센서의 검출거리의 단위가 cm이하로 측정 가능하므로 그 특성이 큰 문제가 되지 않는다. 그리고 초음파 센서는 공기의 진동을 이용하여 장애물 검출 및 거리를 측정하므로 비가 올 경우나 먼지가 많이 발생하는 환경등에서도 안정적으로 거리의 검출이 가능하다. 또한 시속 40Km/h 이하의 바람에서는 영향을 받지 않으므로 환경에 대하여 매우 안정적이다. 따라서 환경에