

초음파 센서를 사용한 위험 지형 검출의 실험적 검증 Detecting dangerous geography using ultrasonic sensor

*오에녹¹, #양현석¹

*E. Oh¹, #H. S. Yang(hsyang@yonsei.ac.kr)¹

¹연세대학교 기계공학과

Key words : SONAR Sensing, Detecting dangerous geography, Ultrasonic reflection

1. 서론

최근 모바일 로봇에 관한 관심이 높아지는 가운데 로봇의 자율 주행에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 로봇의 자율 주행을 위해서는 장애물이나 주행 불가능 한 지형 등의 주위 환경을 인식하는 문제가 매우 중요한데 이러한 주위 환경을 인식하기 위해서 다양한 센서들이 사용된다. 초음파 센서는 가격이 저렴하고 빛에 의한 간섭이 없어 로봇의 동작 환경에 영향을 받지 않아 많이 사용되고 있다[1]. 그러나 초음파 센서는 구면파를 이용하는 관계로 실내 공간의 구석과 같이 반사파에 간섭을 받는 주변 환경의 특징을 잘못 인식하는 단점이 있으며, 이러한 단점 때문에 진행 경로의 지형에 대한 측정에는 사용되는 경우가 많지 않았다.

본 논문에서는 초음파 센서의 구면파 특징을 이용하여 로봇의 주행 지형의 특징을 찾아내는 방법을 제안하고 이를 실험으로 검증한다.

2. 센서 특성 분석

본 논문에서 언급 되는 ‘위험 지형’은 모바일 로봇에 큰 변화와 충격을 발생 시킬 가능성이 있는 경계면 (Edge)를 포함하며 기울기가 변하는 지형으로 정의한다.

이러한 특징을 가진 위험지형을 검출 하기 위해서, 경계면에 도달한 음파는 경계면에서 회절 되어 구면파를 발생시키는 성질을 이용하였다.

본 논문에서는 지형을 미리 예측하기 위해 초음파센서를 기울여서 사용하였다. 그에 대한 Schematic 은 Fig.1 에서 보여준다.

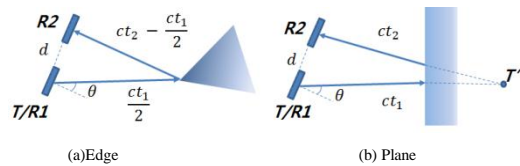


Fig. 1 SONAR Principal (Plane & Edge)

Fig. 1 (b) 는 기울어진 센서에서 발생한 음파가 평면에 반사되는 과정을 나타내고, 이는 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\sin\theta = \frac{d^2 + c^2 t_1^2 - c^2 t_2^2}{2dc t_1} \quad (\text{for a plane})$$

이를 적용하기 위해선 방위각 θ (‘Radiation of angle’ or ‘Bearing angle’) 가 일정해야 하지만, 센서 특성상 그렇지 못함으로 센서에 대해 기울어진 평면에 대한 초음파 센서의 값은 신뢰하기 어렵다.

Fig. 1 (a) 는 기울어진 센서에서 발생한 음파가 경계면에 반사되는 과정을 나타내고, 이는 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\sin\theta = \frac{d^2 + \frac{c^2 t_1^2}{4} - c^2 (t_2 - \frac{t_1}{2})^2}{2dc \frac{t_1}{2}} = \frac{d^2 + c^2 t_2 (t_1 - t_2)^2}{dc t_1} \quad (\text{for an edge})$$

경계면에서의 반사는 방위각과 독립적이므로, 초음파 센서 값을 신뢰 할 수 있다.

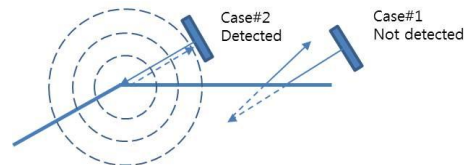


Fig. 2 The method to detect an edge

Fig. 2 는 센서의 설치 각도를 결정하는 방법을 보여준다. 지면에서 반사되는 음파의 데이터를 사용하지 않고, 경계면에서 반사되는 음파만을 사용하는 방법을 통해 센서 설치 각도를 정하였다.

3. 실험 및 결과

본 연구에서 사용한 초음파 센서는 방위각이 최대 $\pm 30^\circ$ 를 가지고 있으며, 최소 측정거리 2cm, 최대 측정 길이 500cm 까지 1cm 간격으로 감지가 가능한 센서이다.

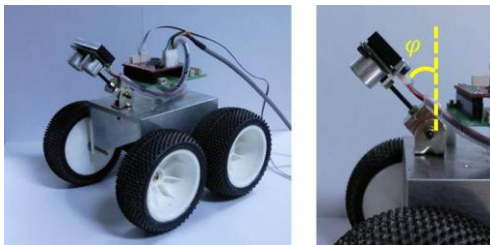


Fig. 3 Vehicle for experiments

Fig. 2 방법을 통하여 얻은 센서의 기울기 각도 φ 을 Fig. 3 와 같은 모바일 로봇에 적용하여 제작하였다.

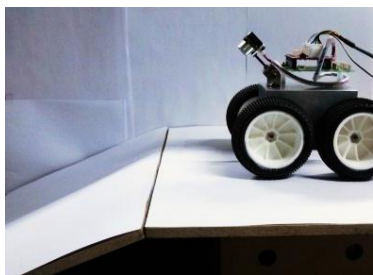


Fig. 4 Experiment Geometries

일정한 각도의 기울기를 가진 지형에 대하여, 모바일 로봇을 이동시켜 위험지형을 예측하는 실험을 시행하였다. Fig. 5 는 상기 실험에 대한 결과이다.

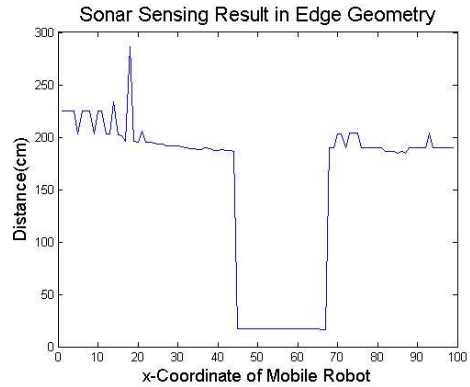


Fig. 5 Experiment Result

위의 결과에서 볼 수 있듯이 급격하게 값이 감소하는 구간을 확인 할 수 있다. 이 구간은 음파가 경계면에 도달하는 구간을 의미하며, 초음파 센서의 위험지형 검출 가능성을 보여주고 있다.

4. 결론

본 논문에서는 초음파 센서를 특성을 분석하여 위험 지형을 검출하는 방법을 제시하였고, 실험을 통해서 그 가능성을 확인하였다.

후기

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술 평가관리원의 산업원천기술개발사업의 일환으로 수행된 결과입니다. [10035201, 노약자/장애인을 위한 근력 보조 시스템 개발]

참고문헌

1. John J. Leonard and, Hugh F. Durrant-Whyte, "Mobile robot Localization by Tracking Geometric Beacons", Robotics and Automation, IEEE Transactions on, vol. 7, No. 3, JUNE 1991
2. Bruno Siciliano, and, Oussama Khatib, "Springer Handbook of Robotics," springer, 492-519, 2008.
3. 유제균, "시각 장애인용 유도로봇의 주행을 위한 점자보도블록 검출과 장애물 회피에 관한 연구," 인하대학교 석사학위 청구 논문, 2004.