

주행 오차 보정을 통한 장애물 극복 신경망 제어기 설계

Design of a Cross-obstacle Neural network Controller using running error calibration

임신탉, 이필복, 정길도
Shin-Teak Lim, LibiFu, Kil-Do Chong

Abstract - In this research, an obstacle avoidance method is proposed. The common usage of a robot is indoor and the obstacles to the indoor robot is studied. The accurate detection of direction after overcoming the obstacles is necessary for performance of autonomous navigation and mission project. The sensors such as Laser, Ultrasound, PSD can be used to measure the obstacles. In this research, a PSD sensor is used to detect obstacles. It detects the height and width of obstacles located on the floor. Before measuring the obstacles, a calibration of the sensor was done and it produced a better accuracy. We have plotted an error graph using data obtained from the repeated experiments. The graph is fitted to a polynomial curve. The polynomial equation is used for the robot navigation.

And in this research, a model of the error of the direction of the robot after overcoming obstacles was obtained also. The prototype of the obstacle and the error of the direction after overcoming the obstacles are modelled using a neural networks. The input of the neural network composed with the height of the obstacles, the speed of robot, the direction of wheels and the error of the direction. To implement the suggested algorithm, we set up a robot which is operated by a notebook computer. Experiment showed the suggested algorithm performed well.

Key Words :Cross-obstacle, PSD, neural network, error calibration, direction

1. 장 서 론

1.1 절 연구배경

1990년대를 기점으로 지능형 로봇의 정의가 “감지와 행위를 연결하는 지능시스템”으로 일반화됨으로써 산업용 로봇은 물론 의료로봇, 안내로봇, 청소로봇, 안전로봇, 구조에 사용되는 등 다양한 형태로 인간을 보조하는 서비스 로봇으로 확장되었다. 서비스 로봇은 점차적으로 비정형화 된 공간에서 자율적으로 주행하면서 난이도가 보다 높은 작업을 안정되게 수행하거나, 또는 인간과의 상호작용을 수행하는 지능형 서비스 로봇으로 발전하고 있다. 즉, 인지 기반 행위를 통한 자율 주행과 조작, 환경 및 상황 인지, 고차원 인간 로봇 상호작용, 학습 및 자가 성장 등의 기능이 앞으로 로봇의 핵심이 될 것이다[1].

로봇이 지능형 로봇으로 발전하면서 산업용, 군사용, 경비업체 등에서 사용되던 로봇이 점차 일반 국민들이 사용하는 형태로 발전하고 있으며 이런 경우 로봇은 사무실이나 집안에서 임무를 수행하는 실내로봇이 될 것이다. 이와 같은

실내 로봇이 장애물이 많은 실내에서 자유로운 주행과 임무수행을 하기 위해 장애물에 대한 정확한 검출이 필요하다. 장애물을 검출시 이용되는 센서는 Laser, 초음파, PSD 센서 등 비접촉 센서가 많이 사용되고 있으며 이에 대하여 좀 더 살펴보면 초음파 센서의 경우 각진 상태의 장애물 경

우에는 반사되는 부분이 일정하지 않고, 짧은 거리는 반사파 때문에 정확한 측정이 어렵다는 단점을 가지고 있다[2]. 그리고 Laser 센서는 Laser를 사용하여 반사 물체를 검출하는 방식이나, 너무 고가이며, 반사가 잘되는 거울 같은 장애물에는 사용이 어렵다는 단점을 가지고 있다[3]. 마지막으로 PSD 센서는 현재 장애물 감지 및 거리 측정에서 많이 사용되고 있는데 특히 적외선 광을 사용하므로 높은 지향성과 해상도를 가지는 특징이 있다[4].

위의 연구를 진행하기 위해서 선행되어야 할 것은 로봇의 정확한 주행이다. 로봇의 정확한 주행을 위해서 GPS를 사용하여 자기위치를 파악하고 기구학적 요인을 조절함으로써 주행을 하는 방법[5] 또는 RFID를 사용하여 태그를 인식함으로써 자기위치를 파악하고 주행을 하는 방법도 있다[6].

본 연구에서는 PSD 센서를 사용하여 앞, 뒤, 옆의 장애물을 검출하는 것이 아닌 바닥의 장애물을 검출 할 것이다. 특히 우리나라는 문턱이라는 바닥 장애물을 가지고 있다. 이것은 다른 장애물처럼 피해가는 장애물이 아닌 넘어가야 하는 장애물이다. 장애물을 넘는 동안 error가 발생할 것이고, 발생한 error를 제거하여야 한다. error 제거를 위하여 우선 반복 실험을 통하여 error 값을 산출 하고, 신경회로망 학습을 통하여 그것을 보정하고자 한다.

2. 장 Robot

2.1 절 Robot의 구성 및 기능요소

제작된 로봇은 다양한 로봇분야에 대하여 연구를 진행하기 위해 제작하였으며 실제 로봇의 모습은 아래 그림 2-1과 같다. 제작된 로봇은 기본적으로 two-wheel에 독립적으로 각각의 모터를 사용하였으며, 하나의 캐스터를 이용하여 로봇의 안전성을 강화하였다.

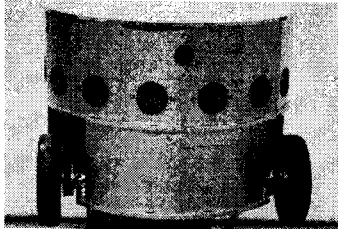


그림 1 제작된 로봇

본 연구에 사용된 로봇은 특정 분야에 특화된 것이 아니라 로봇의 다양한 분야에 대한 연구를 진행하고자 여러 센서들(초음파, 적외선, 카메라, 엔코더, GPS)을 사용 가능하도록 제작되었다. 하지만 본 연구에서는 로봇의 직진성과, 바닥면의 장애물을 검출하고 그에 따른 error를 보정하는 연구임으로 encoder, motor, PSD만을 사용하는 연구를 진행하도록 한다.

3. 장 구현 및 시뮬레이션

3.1 절 신경회로망과 psd를 이용한 장애물 오류 보정

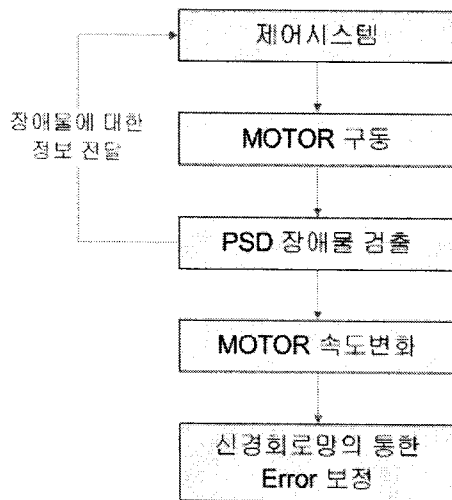


그림 2 PSD와 신경회로망을 통한 장애물 검출 순서도

그림 2는 PSD와 신경회로망을 이용하여 장애물을 검출하고 장애물을 넘는 동안 발생하는 error를 신경회로망의 학

습을 통해 구해진 값을 통하여 보정하는 순서도와 Block Diagram을 나타낸 것이다.

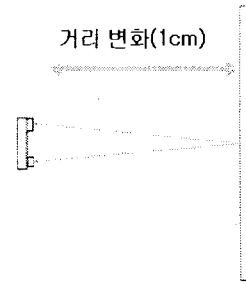


그림 3 거리 변화에 따른 거리 계측

그림 3처럼 1cm 거리 변화를 주면서 15cm~65cm 구간을 계측하였다. 1cm 당 약 300~400개의 데이터를 계측 후 그것을 평균을 내어서 각 거리에 따른 데이터를 만들었다. 그 데이터를 가지고 센싱을 하여서, 정확한 데이터 계측이 가능함을 증명한다.

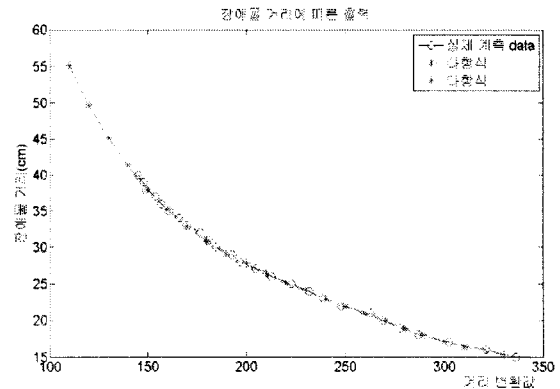


그림 4 PSD 계측 결과에 따른 다항식

그림 4의 결과로부터 $Y = (3.3927 \times 10^{-8})X^4 - (3.5062 \times 10^{-5})X^3 + 0.0137X^2 - 2.5034X + 206.4181$ 라는 4차 다항식을 도출해 내었으며, 실제 데이터와 거의 일치하는 결과를 얻어 내었다. 위 실험을 기반으로 하여 실제 장애물을 계측하는 실험을 한다.

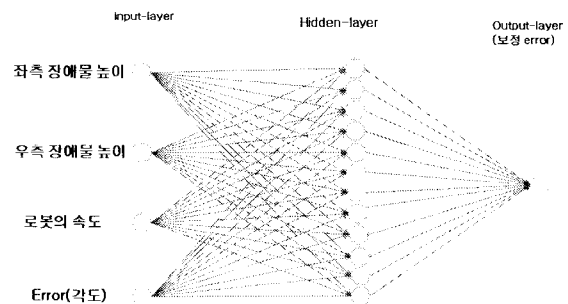


그림 5 LMBP(Levenberg-Marquardt Back-Propagation)

계측된 데이터 값을 신경회로망으로 학습을 하였다. 신경회로망의 구조는 input-layer 4개(좌측 장애물 높이, 우측 장애물 높이, 로봇의 속도, error(각도)와 hidden-layer 12개 그리고 output-layer 1개(보정 error)로 신경회로망을 구성하였다. PSD가 장애물을 계측하여 장애물과의 각도 및 높이를 알아내게 되면 신경회로망에서 학습데이터를 가지고 로봇의 Motor를 컨트롤 하게 된다. 다음 그림을 신경회로망을 가지고 시뮬레이션 한 결과이다.

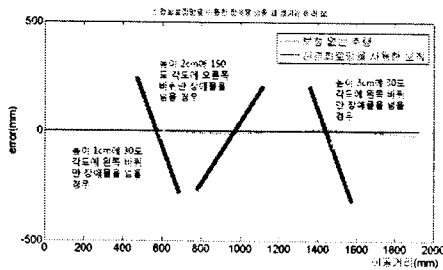


그림 6 신경회로망을 이용한 error 보정(1)

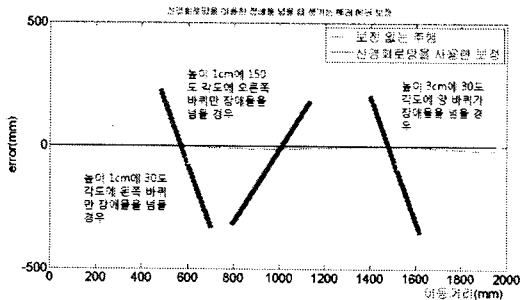


그림 7 신경회로망을 이용한 error 보정(2)

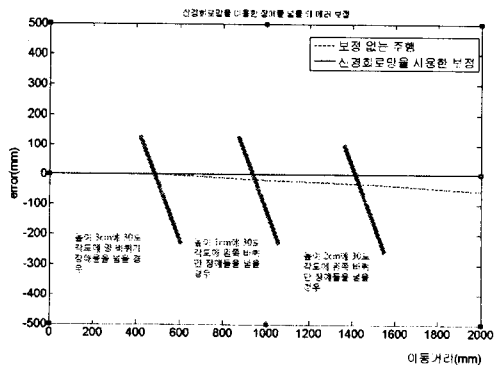


그림 8 신경회로망을 이용한 error 보정(3)

그림 6, 7, 8은 신경회로망을 통한 시뮬레이션 결과를 보여준다. 빨간색 점선은 신경회로망을 사용하지 않은 데이터이며, 파란색 실선이 신경회로망을 이용한 결과이다. 장애

물을 만났을 경우 경로각의 error이 나타났으며, 신경회로망으로 그 error값을 보정하였다.

본 연구에서 PSD를 이용하여 거리에 따른 PSD계측 값을 측정하여, 그것을 센싱하여 도출한 관계식과 실제 데이터가 거의 비슷함을 보였다. 그것을 기반으로 하여 장애물을 계측 하였다. 장애물의 높이, 길이 등을 정확히 계측 한 다음 그것을 기반으로 여러 가지 장애물에 따른 로봇의 error를 수많은 반복 실험을 통하여 계측하였다.

계측한 error 데이터를 신경회로망으로 학습을 시켰으며, 그것을 기반으로 한 시뮬레이션에서 정확한 error 보정을 하였다. 시뮬레이션을 기반으로 실제 로봇에 적용을 하여, PSD로 장애물을 계측하고, 장애물의 정보에 따라 신경회로망으로 학습에 따라서 모터의 속도 값을 control 함으로써 장애물을 넘어 설 때 발생하는 error를 보정하고, 장애물을 극복하였다. 실험을 할 때마다 비슷한 error 값을 도출하지만 모두 같은 error를 발생시키지 않음으로 완벽하지는 않지만 거의 대부분의 error를 보정하였다.

3. 장 결론 및 향후연구방향

본 연구에서는 장애물에 대한 error 반복 실험을 통하여 구하였지만, 차후의 연구에서는 각도의 검출이 가능한 전자 나침반이나 지자기 센서를 이용하여 각도를 검출한다면 보다 정확하게 error를 제거 할 수 있을 것이다. 또한 장애물에 대한 정보 계측에 있어서 초음파 센서도 정확하기는 하지만 비전 센서와 함께 계측을 한다면 좀 더 정확한 정보를 얻을 수 있을 것이다. 또한 장애물에 높이나 크기에 따라 극복 여부에 대하여 결정하는 부분도 필요하겠다.

참 고 문 헌

- [1]. 김갑용, Jinhan M&b, "차세대 지능로봇 핵심기술"
- [2]. H. Choset, K.Nagatani, N. A. Lazar, "The Arc-Transversal Median Algorithm: A Geometric Approach to Increasing Ultrasonic Sensor Azimuth Accuracy", IEEE Transactions on Robotics and Automation, vol.19, no.3, pp.513 - 522, June, 2003.
- [3]. Ye, C., & Borenstein, J. (2002). "Characterization of 2-D laser scanner for mobile robot obstacle negotiation", Proc. IEEE International Conference Robotics and Automation, 2512-2518, Washington, DC
- [4].I. Matijevis, "Infrared sensors microcontroller interface system for mobile robots", Proc. Int'l Symp. Intelligent Systems and Informatics, pp. 177-181, 2007.
- [5].B. W. Parkinson and J. J. Spilker, "Global Positioning System: Theory and Application", vol. 2, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1996.
- [6].김성부, 이동희, 이장명. "RFID 응용 기술을 이용한 이동 로봇의 실내 위치 측정", 제어 자동화 시스템공학 논문지, 제 11권, 제 12호, 2005