

카오스 로봇 설계를 위한 가속도 센서 설계

배 영철
전남대학교 전자통신전기공학부

The Design of Acceleration Sensor for Chaotic Robot design

Youngchul Bae
Division of Electronic Communication and Electrical Engineering of Chonnam National University

Abstract - 본 논문에서는 카오스 로봇을 제작하기 방법을 제시하고 그 결과를 나타내었다. 카오스 로봇을 제작하기 위하여 가속도 센서를 설계하였다.

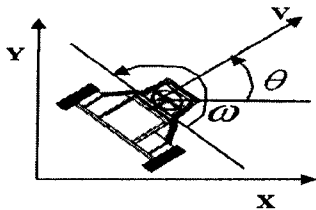
1. 서 론

카오스 이론은 거의 20년 동안 과학 분야에서 큰 관심을 받아 왔다. 최근에 물리나 수학으로부터 실세계 공학 응용에 적용하고자 하는 시도에 대한 연구 노력이 활발하게 진행되고 있다. 카오스의 응용은 카오스 제어, 카오스 동기화, 비밀/암호 통신, 화학, 생물학, 로봇과 로봇에 관련된 영역과 같은 분야에 대한 활발한 연구가 있었다. 최근에 Nakamura, Y. et al[1]은 아놀드 방정식으로 표현되는 카오스 이동 로봇을 소개하고 이 카오스 로봇이 가지는 궤적이 카오스적인 특성이 있음을 연구하였다. 이 논문에서는 아놀드 방정식을 내장한 카오스 로봇이 카오스적인 특성과 고정 장애물을 두어 고정 장애물을 카오스 로봇이 피해 가는 방법을 제공하였으며, 배영철[2-5] 등은 카오스 이동 로봇에서 고정 장애물뿐만 아니라 은닉 장애물과 이동 장애물이 있을 때 이를 피해가는 방법과 목표물 부근과 목표물을 카오스 로봇이 집중적인 탐색을 행하는 방법을 제시하였으며 2대 이상의 로봇이 서로 동기화 하여 협조를 할 수 있는 방법[5] 등도 제시되어 있으며 이를 하드웨어로 실제 구현한 경우도 있었다. 본 논문에서는 카오스 로봇을 설계하고 그 구현하기 위한 방법으로 가속도 센서 설계 기법을 제시하였다.

2. 카오스 이동 로봇 방정식

2.1 이동 로봇

이동 로봇의 수학적 모델을 설계하기 위하여 그림 1에 2바퀴를 가진 이동 로봇을 가정하여 나타내었다.



<그림 1> 이동 로봇

로봇의 선형 속도를 $v[m/s]$, 각속도 $w[rad/s]$ 를 시스템의 입력이라 놓으면 이동 로봇의 상태 방정식은 식(1)과 같이 표현된다.

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{y}_1 \\ \dot{\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 \\ \sin \theta & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v \\ w \end{pmatrix} \quad (1)$$

여기서 $(x[m], y[m])$ 는 로봇의 위치, $\theta[rad]$ 은 로봇의 각도이다.

2.2 Chua's 방정식

그림 2에 Chua's 회로를 나타내었고 이에 대한 상태방정식을 식(2)에 나타내었다..

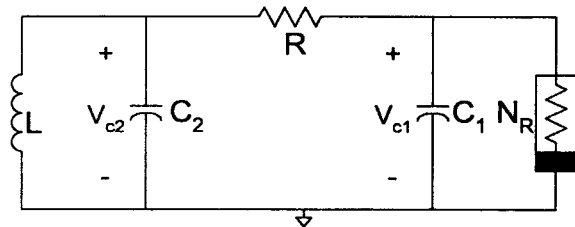
$$\begin{aligned} C_1 \frac{dv_{c_1}}{dt} &= G(v_{c_2} - v_{c_1}) - g(v_R) \\ C_2 \frac{dv_{c_2}}{dt} &= G(v_{c_1} - v_{c_2}) + i_L \end{aligned} \quad (2)$$

$$L \frac{di_L}{dt} = -v_{c_1}$$

여기서 v_{c_1}, v_{c_2} 는 각각 캐패시터 C_1, C_2 의 양단 전압, i_L 은 인덕터 L 에 흐르는 전류, $G=1/R, g(\cdot)$ 는 비선형 저항으로써 식(3)과 같이 표현된다.

$$g(v_R) = m_0 v_R + \frac{1}{2} (m_1 - m_0) [|v_R + B_p| - |v_R - B_p|] \quad (3)$$

여기서 m_0 는 외부 영역의 기울기, m_1 은 내부 영역의 기울기, $\pm B_p$ 는 break-point이다.



<그림 2> Chua's 회로

이동 로봇 속에 Chua's 방정식을 통합하기 위하여 다음과 같은 상태 변수를 정의할 수 있다.

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= a(x_2 - g(x_1)) \\ \dot{x}_2 &= x_1 - x_2 + x_3 \\ x_3 &= \theta \end{aligned} \quad (4)$$

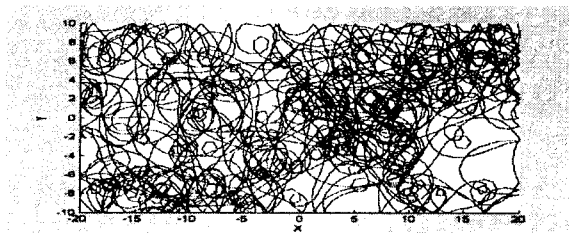
또한 입력을 다음과 같이 놓으면

$$\begin{aligned} \omega &= -\beta x_2 \\ v &= \text{arbitrary constant} \end{aligned} \quad (5)$$

마지막으로, Chua's 회로에 통합하는 식은 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \\ \dot{x} \\ \dot{y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a(x_2 - g(x_1)) \\ x_1 - x_2 + x_3 \\ -\beta x_2 \\ v \cos x_3 \\ v \sin x_3 \end{pmatrix} \quad (6)$$

식(6)을 이용한 카오스 이동 로봇의 궤적을 그림 3에 나타내었다.

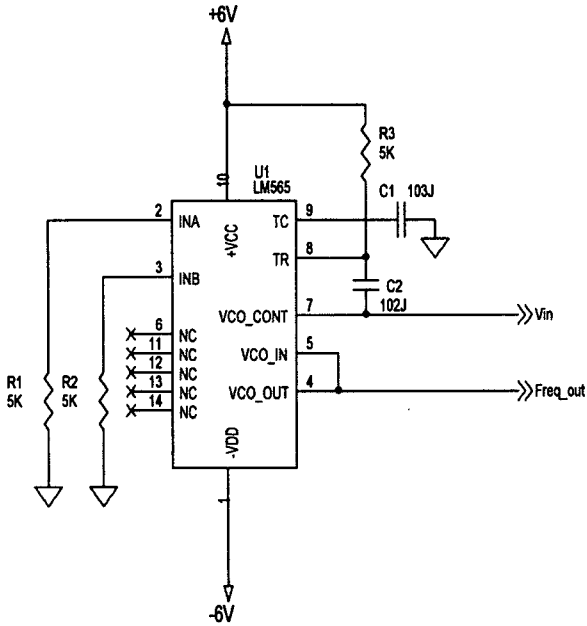


<그림 3> Chua's 방정식을 내장한 이동 로봇 궤적

3. VF 컨버터 및 가속도 센서 설계

3.1 VF 컨버터 설계

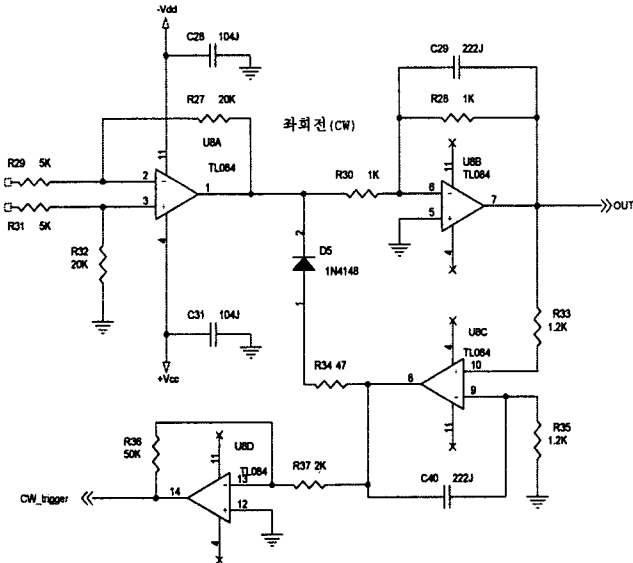
로봇이 경로를 가지고 자연스럽게 이동하기 위해서는 로봇 차체 또는 바퀴에서 현재 자기 위치와 가고자 하는 방향의 위치를 정확하게 파악하고 있어야 한다. 이를 위해서 정확한 각속도 센서가 필요하며 정확한 각속도 센서를 설계하기 위해서는 정확하게 전압을 주파수로 바꾸어주는 VF(Voltage to Frequency) 컨버터의 설계가 선행되어야 하며 이를 만족하는 것으로 선형성이 보장되어야 한다. 이를 위한 V/F 컨버터를 그림 4와 같이 설계하였다.



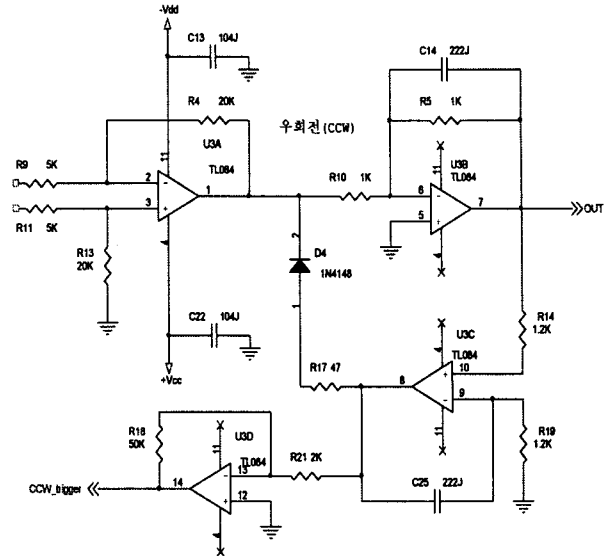
<그림 4> V/F 컨버터 회로도

3.2 가속도 센서 설계

로봇이 경로를 가지고 자연스럽게 이동하기 위해서는 로봇 차체 또는 바퀴에서 현재 자기 위치와 가고자 하는 방향의 위치를 정확하게 파악하고 있어야 한다. 이를 위해서 정확한 방위각 센서가 필요하며 기존의 마그네틱 자이로 센서의 경우 자장의 영향으로 인하여 정확한 방위 측정을 할 수 없기 때문에 이를 해결하기 위하여 각속도 센서의 설계가 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 좌회전/우회전 방향을 설정하여 가속도 센서를 설계하였다.



<그림 5> 좌회전 센서 회로



<그림 6> 우회전 센서 회로

4. 결 론

본 논문에서는 카오스 방정식을 이용한 카오스 회로를 이동 로봇에 내장하여 카오스 이동 로봇을 하드웨어로 구성하고 이 카오스 로봇이 정확한 이동 경로를 가지기 위해서는 정확한 각속도 센서 설계에 대한 기법을 제시하였다. 이 설계는 기존의 마그네틱 자이로 센서가 가지고 있는 자장에 의한 영향을 없애주어 정확한 방위 측정이 가능한 회로이며 이를 적용하여 카오스 로봇을 제작하였다.

[참고 문헌]

- [1] Yoshihiko Nakamura and Akinori Sekiguchi, "The Chotic Mobil Robot", IEEE Trans. Robotics and Automation, Vol.17, No.6, pp.898-904, 2001.
- [2] T. Shinbrot, C.Grebogi, E.Ott, and J.A.Yorke, "Using small perturbations to control chaos," nature, vol.363, pp.411-417, 1993
- [3] K. Cuomo, A.V.Oppenheim, and S.H.Strogatz, "Synchronization of lorenz-based chaotic circuits with application to communications," IEEE Trans. Circuits Syst. II vol.40, pp.626-633, Oct. 1993.
- [4] T.Ushio, " Chaotic synchronization and controlling chaos based on contraction mappings," Phys. Lett .A, vol.198, no. 1, pp.14-22, 1995
- [5] K.Aihara, T .Takabe, and M.Toyoda, "Chaotic neural networks," Phys.Lett.A, vol.144, no.6,7,pp.333-340, 1990
- [6] 배영철, 김주완, 최남섭, " The Collision Avoidance Method in the Chaotic Robot with Hyperchaos Path", 한국해양정보통신학회 2003년 추계 종합 학술 대회, 7권 2호, pp.584-588, 2003.
- [7] 배영철, 김주완, 최남섭, " The Analysis of Chaotic Behaviour in the Chaotic Robot with Hyperchaos Path ov Van der Pol(VDP) Obstacle", 한국해양정보통신학회 2003년 추계 종합 학술 대회, 7권 2호, pp.589-593, 2003.
- [8] Y. C. Bae, J.W. Kim, Y.I. Kim, " Chaotic Behaviour Analysis in the Mobile of Embedding some Chaotic Equation with Obstacle", 퍼지 및 지능시스템 학회 논문지, 12권 6호, pp.729-736, 2003.
- [9] Y. C. Bae, J.W. Kim, Y.I. Kim, " Obstacle Avoidance Methods in the Chaotic Mobile Robot with Integrated some Chaotic Equation", International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent System, vol. 3, no. 2, pp. 206-214, 2003.
- [10] Y. C. Bae, J.W. Kim, Y.I. Kim, " The Obstacle Collision Avoidance Methods in the Chaotic Mobile Robots", ISIS 2003 Proceeding of the 4th International symposium on Advanced Intelligent System, pp. 591-594, 2003.