

신경회로망을 이용한 비전기반 이동로봇의 경로추적제어

양성호, 신석훈 장영학 유영재
목포대학교

Lane Following Control of Vision Based Mobile Robot Using Neural Network

Seng-Ho Yang, Suk-Hun Shin, Young-Hak Jang, Young-Jae Ryoo
Mokpo National Univ.

ABSTRACT

This paper describes a lane following control of vision based mobile robot that follows guideline. Summation of binarization conversion and image data of vertical axis was used in image processing. As an extraction of specific parameters of lane image, the raw image was converted to the binary data, and the binary data was summerized to the specific data vertically. The specific parameters were made to the inputs of neural network. Summation of image data was used for input of the net, and optimized value of turn angles of learned mobile robot was output. By using neural network algorithm, possibility of mobile robot moving to the target point and following the guidelines quickly and effectively was proved.

1. 서 론

일반적으로 로봇은 산업현장에서 많이 사용되어 왔지만 점차 일상생활에서 인간과 공존하는 인간 지향적 로봇으로 발전하고 있다. 이러한 이동로봇이 자율 주행을 하기 위해서는 주변인식, 충돌회피, 맵핑, 자기 위치 인식 및 경로계획 등이 필요하다. 경로 계획과 인식을 위한 방법으로는 엔코더나 가속도 센서등을 이용하는 방법과 레이저 거리 검출기나

컴퓨터 시각을 이용하는 방법이 있다.^[1] 이중에서도 인간의 시각 시스템과 비슷한 영상센서를 이용한 방법은 지속적인 연구가 이루어지고 있다.^[2] 특히 영상센서의 발전은 이동로봇의 자율성을 향상시켰다. 그러나 영상센서는 다른 센서보다 방대한 양의

연산이 요구되므로 신속히 처리를 할 수 있는 프로세서의 사용이 요구 된다. 이런 한계를 극복하고 해결하고자 다양한 영상처리 방법이 제시되고 있다. 대부분의 방법은 영상 데이터를 축소·변환시켜 신속한 처리를 가능하게 하지만 초기 입력영상과 비교하면 오차가 발생하게 된다.

따라서 본 논문은 이동로봇이 주어진 경로를 추적하고 주행하는 과정에서 간단한 이진화 변환과 데이터의 세로축의 합을 가지고 신속한 처리와 정확한 경로 인식을 제안한다. 이는 영상처리와 신경회로망을 이용하여 주어진 경로를 신속하고 정확하게 추적하며 주행할 수 있음을 검증하였다.

2. 비전기반 경로추적제어

2.1 비전기반 경로정보 추출

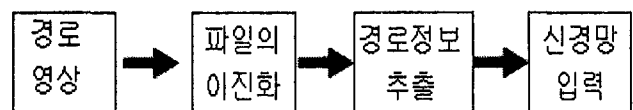


그림 1. 경로추출 과정.

이동로봇의 비전시스템에서 경로정보를 추출하는 과정을 그림 1에 보였다. 영상센서를 사용하여 경로 영상을 얻은 다음 빠른 영상정보의 처리를 위해 이진화 한다. 이때 이진화하기 위해서는 임계값이 필요하다. 임계값이란 0부터 255까지의 명암도를 나타내는 값에서 흑과 백을 구분 짓기 위한 경계 값을 말한다. 본 논문에서는 임계값을 200의 상수로 정하고 그 이상의 값을 백색, 이하의 값을 흑색으로 나타낸다. 빠른 경로추적을 위한 경로정보는 이진화된 경로영상의 세로축의 합으로 추출되고, 신경망 입력 패턴이 된다.

2.2 신경회로망을 이용한 위치 인식

신경회로망은 생물학적 뉴런(Neuron)의 기본적인 기능과 유사한 기능을 가진 요소들로 구성되어 인간의 뇌와 유사한 많은 특성을 보유하고 있으며, 경험으로부터의 학습, 앞서 주어진 예로부터 새로운 것을 생성, 오류를 포함한 데이터로부터 왜곡되거나 잡음을 가진 입력에 대한 바른 인식을 할 수 있는 강인성, 불완전한 입력 데이터에 의해서도 학습에 의해 일반적인 출력값을 내는 일반화등의 장점을 가지고 있다. 특히 제어대상이 비선형성을 가지는 경우에도 제어대상의 입출력 패턴을 학습시킴으로 원하는 제어 특성을 얻을 수 있다.^[3]

본 논문에서는 신경회로망 알고리즘중 역전파 알고리즘을 사용하여 제어기를 구성하였다. 역전파 알고리즘의 기본원리는 다음과 같다. 입력층의 각 유니트에 입력 패턴을 주면, 이 신호는 각 유니트에서 변환되어 중간층에 전달되고 최후에 출력층에서 신호를 출력하게 된다. 이 출력값과 목표값을 비교하여 차이를 줄여나가는 방향으로 연결강도를 조절하고, 상위층에서 역전파하여 하위층에서는 이를 근거로 다시 자기층의 연결강도를 조정해 나간다.

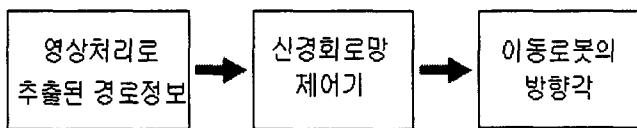
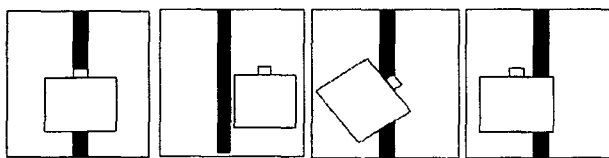


그림 2. 신경회로망을 이용한 위치 인식.

그림 2는 이동로봇의 위치 인식을 신경회로망을 사용하는 모습을 보였다. 이진화와 세로축의 합으로 추출된 경로정보는 신경회로망 제어기의 입력 패턴이 되어 이동로봇의 방향각에 대응하는 출력이 된다. 이동로봇의 회전각으로 현재경로와 로봇의 위치 인식을 할 수 있다.



(a) Line (b) L_over (c) L_45 (d) Right

그림 3. 경로와 이동로봇의 위치

2.3 학습패턴 획득과 학습

신경회로망의 학습을 위해서는 먼저 입력패턴의 획득과 목표를 결정해야 한다. 이때 입력 패턴은 그림 3과 같이 경로와 로봇의 위치에 따라 경로영상을 획득해 결정했다. 표 1은 각 입력패턴과 목표, 또 이에 대응하는 이동로봇의 회전각을 나타낸다.

Line을 중심으로 이동로봇의 회전방향에 따라 오른쪽과 왼쪽으로 각각 5개씩 총 11개의 입력패턴을 결정하였다. 출력을 결정하는 목표의 값은 각각 0.1의 차이로 설정하였다.

표 1. 입·출력과 회전각

| Input Paten (input) | Target (output) | Turn Angle(degree) |
|---------------------|-----------------|--------------------|
| L_45 | 0.0 | 45 |
| L_coner1 | 0.1 | 40 |
| L_coner | 0.2 | 20 |
| L_over | 0.3 | 10 |
| Left | 0.4 | 5 |
| Line | 0.5 | 0 |
| Right | 0.6 | -5 |
| R_over | 0.7 | -10 |
| R_coner | 0.8 | -20 |
| R_coner1 | 0.9 | -40 |
| R_45 | 1.0 | -45 |

3. 경로추적제어 시스템의 구성

3.1 전체 시스템 구성

그림 4에서와 같은 구성으로 이동로봇에 신경회로망 이론을 적용하였다.

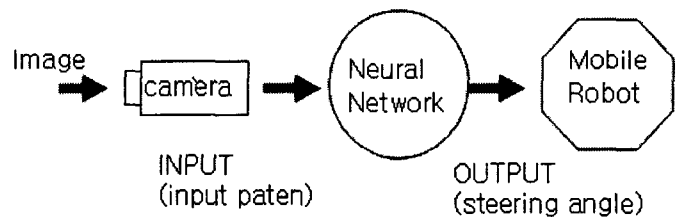


그림 4. 전체 시스템의 구성.

카메라로 영상정보를 입력받고 경로정보를 추출해서 신경회로망의 입력으로 보낸다. 신경회로망은 학습된 결과를 가지고 입력과 가장 유사한 출력을 결정해 이동로봇에 회전각을 보낸다. 이 값을 가지고 이동로봇은 모터를 구동해 경로를 추적 한다.

3.2 영상 시스템과 주 제어기

그림 5는 본 논문에서 사용되어진 영상시스템을 보여준다. CMOS(complementary metal oxide semiconductor) 이미지 센서와 영상처리 보드가 사용되었다. 카메라로 입력된 영상은 아날로그 신호이기 때문에 이 신호를 처리하는 영상처리 보드는

Micro-Cam으로 최대 320×240픽셀의 해상도와 각 픽셀당 8비트, 즉 256개의 Gray 레벨을 가지고 있다. 이 모든 처리는 i386EX CPU를 가지는 주 제어기에서 한다. 이는 128KB의 RAM과 ROM을 가지고 OS는 TB-DOS를 사용한다. 모든 프로그램은 C언어를 사용하여 코딩하였다.



그림 5. 영상 시스템.

3.3 구동기

영상 시스템에 의해 영상정보가 처리되면 이동로봇은 경로추적과 주행을 위해 모터를 구동한다. 그림 6는 주 제어기부터 이동로봇의 구동까지를 나타낸다. 모터는 스텝모터를 사용하였다.

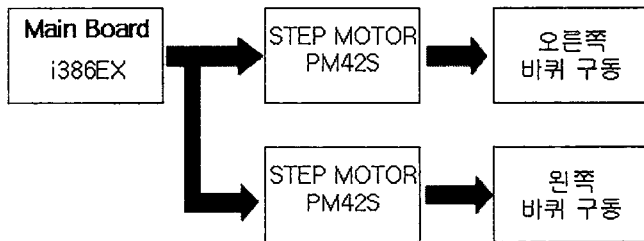


그림 6. 제어기 및 구동기.

3.4 신경망 제어기

본 논문에서 제안된 방법으로 설계된 제어기의 구조는 그림 7과 같다. 영상 처리로 추출된 10개의 경로정보 데이터($In_1, In_2, \dots, In_{10}$)를 입력으로 하고, 회전각을 출력으로 하는 구조를 가지고 있다. 제어기를 구성하는 다층 신경회로망의 구조는 입력층 10개, 은닉층 5개, 그리고, 출력층은 1개의 세포로 구성하였다. 입력력의 패턴 데이터는 이진으로 정규화 하였다. 즉 0부터 1까지의 값으로 변환하였다. 입력층과 출력층의 활성화함수는 탄젠트 시그모이드 함수를 사용하였고, MSE(Mean Squared Error)는 0.01, μ 는 0.05로 하여 학습하였다. 학습 종료 후 신경회로망 내의 연결가중치들은 제어기의 성능을 나타내며, 학습에 포함되지 않았던 가이드라인 조건이 신경회로망에 입력되더라도 제어기는 적절한 출력을 생성한다.

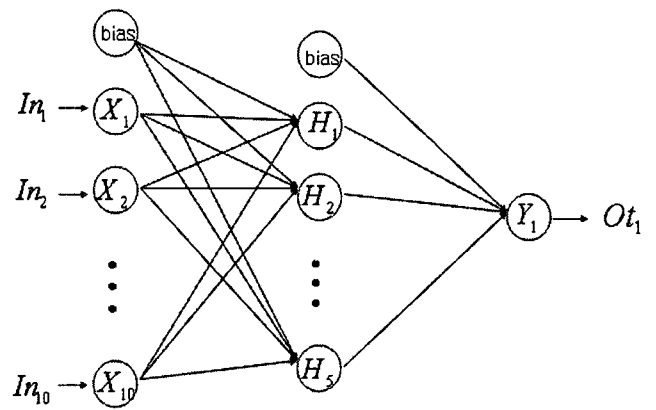


그림 7. 신경망 제어기.

4. 경로추적제어 실험 및 고찰

4.1 영상에서 경로정보 추출 실험

이동로봇과 경로의 관계에서 얻어진 영상과 이진화와 세로축의 합, 최종적으로 신경망입력의 10개의 입력정보의 처리과정을 그림 8에 보였다.

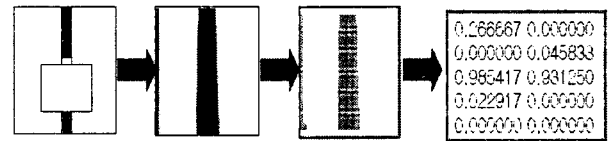


그림 8. 처리과정.

표 2. 추출전후, 정보패턴

| 추출전 영상 | 추출후 입력정보 패턴 | | | | |
|--------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| L_over | 0.295833 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| Left | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | 0.581250 | 0.985417 |
| Line | 0.266667 | 0.000000 | 0.000000 | 0.045833 | 0.985417 |
| Right | 0.297917 | 0.045833 | 0.914583 | 0.925000 | 0.000000 |
| R_over | 0.950000 | 0.735417 | 0.008333 | 0.000000 | 0.000000 |

표 2는 영상처리전의 영상과 경로정보 추출후 신경망 입력정보의 관계를 나타내었다. 위 정보를 보고 이동로봇과 경로의 위치와 진행방향을 알 수 있다.

4.2 신경회로망을 이용한 위치 인식실험

카메라로 얻은 11개의 패턴영상을 신경회로망으로 인식 시킨 결과를 그림 9에 나타내었다.

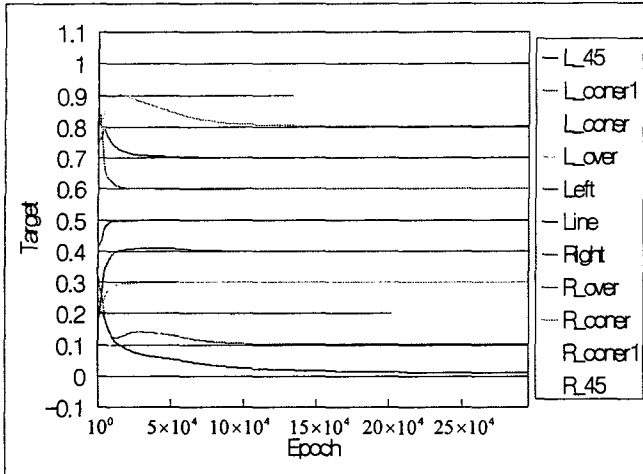


그림 9. Epoch에 따른 패턴 비교.

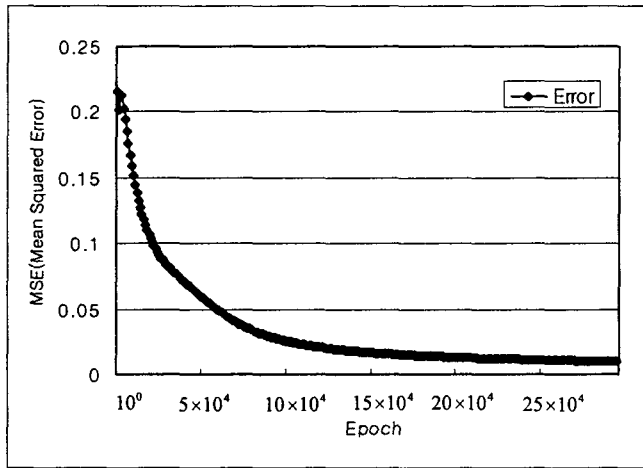


그림 10. MSE와 Epoch의 비교.

MSE와 Epoch의 관계는 그림 10로 표현되었다. 이로서 인식이 잘됨을 볼 수 있다..

4.3 주행실험

주행실험은 실험실환경에서 라인을 생성시켜 카메라로 영상을 입력받아 신경망을 사용해 라인을 추적제어 하게 하였다. 그림 11은 이동로봇의 자율주행 모습이다.

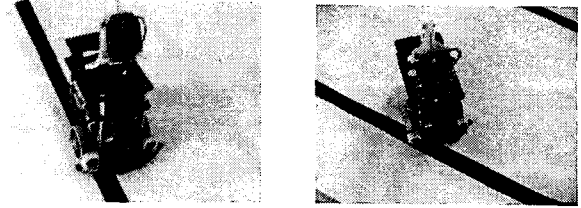
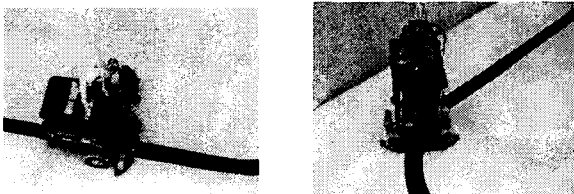


그림 11. 자율주행 모습.

5. 결 론

본 논문에서는 신경회로망을 이용하여 비전기반 이동로봇이 가이드라인을 따라 주행하는 경로추적 방법에 대해서 연구하였다. 가이드라인의 판별을 위하여 이진화 하고 세로축의 데이터를 합하였다. 가이드라인을 따라 경로를 추적하는 방법에는 신경회로망을 이용함으로써 적은 데이터를 가지고 많은 입력 상황에 대처하여 효율적으로 경로를 추적 주행할 수 있음을 보였다.

참 고 문 헌

- [1] T. Duckett and U. Nehmzow, "Mobile robot self-localization using occupancy histogram and a mixture of gaussian location hypotheses," *Robotics and Autonomous System*, vol 34, pp. 117-129, 2001.
- [2] P.Ranganathan, J. B. Hayet, M. Devy, S. Hutchinson and F. Lerasle "Topological navigation and qualitative localization for indoor environment using multi-sensory perception", *Robotics and Qutonomous System*, vol. 41, pp. 137-144, 2001.
- [3] Young-Jae Ryoo, "Vision based neuro-fuzzy control of autonomous Lane following" *Neuro-Fuzzy Pattern Recognition*, vol.41, pp.249-264, World Scientific, 2002, 12.