

7자유도 센서차량모델 제어를 위한 비선형신경망

*김종만, 김원섭, **신동용

*전남도립대학 컴퓨터응용전기과, **제주한라대학 방사선과

Nonlinear Neural Networks for Vehicle Modeling Control Algorithm based on 7-Depth Sensor Measurements

*Jong-Man Kim, Won-Sop Kim, **Dong-Yong Sin

*Jeonnam Provincial College, **Chejuhalla College

Abstract : For measuring nonlinear Vehicle Modeling based on 7-Depth Sensor, the neural networks are proposed in adaptive and in realtime. The structure of it is similar to recurrent neural networks; a delayed output as the input and a delayed error between the output of plant and neural networks as a bias input. In addition, we compute the desired value of hidden layer by an optimal method instead of transferring desired values by backpropagation and each weights are updated by RLS(Recursive Least Square). Consequently, this neural networks are not sensitive to initial weights and a learning rate, and have a faster convergence rate than conventional neural networks. This new neural networks is Error Estimated Neural Networks. We can estimate nonlinear models in realtime by the proposed networks and control nonlinear models.

Key Words : Recursive Least Square , nonlinear Vehicle Modeling, Error Estimated Neural Networks

1. 서론

로봇 자동화시대에 이동물체 응용에 대한 관심과 연구가 활발해지면서 홈네트워크에 이르기까지 대단한 센서 응용 기술이 발달하고 있는 추세이다. 특히 이동물체 기술이 발달 하면서 이동물체의 센서를 이용한 자가 측위기술이 가장 중요한 기술로 자리잡고 있다. 요즘 GPS와 같이 초음파를 이용한 기술도 진행되고 있는데 초음파센서는 책상이나 가구 등 실내의 비슷한 물건을 인식하는데 많은 오차가 발생하게 된다. 특히 한정된 방향성과 좁은 측정 각도 및 주변 물체에 의해 난반사되는 왜곡으로 인한 오차가 발생하는 단점이 있다. 스테레오 비전 방식은 간단하게 두 대의 카메라로 구성할 수 있지만 카메라의 정렬 상태 및 두 영상의 유사성에 따른 정합 포인트 결정이나 정합오류로 인하여 거리 측정 오차가 크다는 단점 등이 있다[2]. 본 연구에서는 자동차의 운행에 있어서 도로의 비선형성 굴곡 상태를 실시간 검지 가능토록 하기 위하여 바이어스 입력 대신에 오차가 시간 지연되어 순환되는 오차 피드백 모델로 구성된 신경회로망을 제시하였다. 실시간 인식기능의 성능을 평가하기 위하여 비선형 SISO시스템을 선정하였으며, 제안한 신경회로망을 기반으로한 비선형 시스템 제어를 설계하여 비선형성이 강한 MIMO시스템인 7 자유도 차량모델의 현가시스템을 설계, 다양한 특성 실험을 실시함으로써 최적의 적응성을 가지며 온라인으로 실행이 가능한 제어를 설계하고자 한다.

2. 비선형 차량모델 제시 및 실험

다양한 센서를 가진 이동물체 센서차량의 시스템 인식을 위하여 비선형 특성에 강한 학습알고리즘을 제안하여 그

인식 특성을 고찰하고자 한다. 종래의 일반적 신경망의 weight 값과 더불어 +1 또는 -1의 값을 가진다. 본 연구에서는 이러한 모호성을 해결하고, 빠르게 변하는 시스템을 실시간 인식하고자 한 단계 이전의 추정오차를 피드백 순환시키고 바이어스 입력에 대한 연결강도는 양의 상수 값으로 한정하는 새로운 모델을 제시한다.

2.1 비선형 시스템 인식

제한한 오차 자기 순환 신경회로망과 학습알고리즘을 평가하기 위하여 플랜트 출력과 제어 입력을 시간 지연시켜 신경회로망 입력으로 순환하여 컴퓨터 시뮬레이션을 하였다.

시뮬레이션을 위해 플랜트는 입력신호는 식 (1)로 하여 비선형 모델로서 널리 이용되는 식을 (2)로 선정하여 수행하였다. 플랜트는 심한 비선형성을 가지고 있으며 빠르게 변화하는 특성을 가지고 있다.

$$u(t) = 0.5 \sin(2\pi t/50) + 0.5 \sin(2\pi t/120) \quad (1)$$

$$y(t) = (0.85y(t-1)y(t-2) + 0.16u(t-1) + 0.25u(t-2)) / (1 + y^2(t-1)) \quad (2)$$

시뮬레이션은, 초기 연결강도는 0~0.5, 역전파와 Scalero 방법에서 학습계수는 0.05로 하였다. Scalero 방법은 역전파 학습방법에 의한 신경회로망보다 수렴속도와 오차에서 더 좋은 결과를 보이지만 200스텝이 지난 후에야 수렴함을 알 수 있다. 이에 비해 제안한 신경회로망의 추정 결과는 약 100스텝에서 수렴함을 보여준다.

2.2 비선형 차량 모델의 인식

제안한 오차 자기순환 신경회로망과 학습방법의 평가를 위한 두 번째 모델로서 조금 더 실제적인 모델인 비선형 7자유도 차량모델을 선정하였다. 7자유도 차량모델은 full car 모델로써 심한 비선형성과 빠르게 변화하는 특성을 지니고 있다. 7-자유도 차량 모델은 도로 장애에 따른 전후 차륜 각각 2개씩의 4 자유도와 차체의 상하 운동(heave motion), 경사 운동(pitch motion) 그리고 회전 운동(roll motion)의 총 7 자유도를 갖는다. 차량의 모델링을 위한 대표적으로 상하 운동 방정식은 다음과 같다.

$$M \ddot{X}_v = \sum_{i=1}^4 F_i + \sum_{i=1}^4 U_i \quad (3)$$

여기에서 $F_i (i=1, 2, 3, 4)$ 는 반발력을 나타내고 U_i 는 각 현가 장치의 능동 제어력, 서스펜션 스트로크 S_i 는 차량과 차체 사이의 현가 장치 거리를 의미한다. 도로장애 입력은 다음 그림 1과 같다.

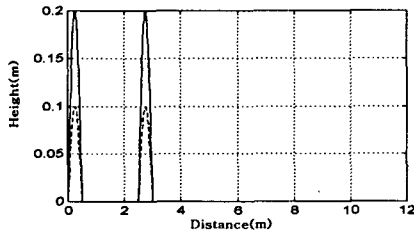


그림 1. 도로장애 (좌측 : 0.2, 우측 : 0.1)

그림 1과 같이 좌우 도로 장애를 다르게 설정한 이유는 신경회로망이 회전운동까지도 학습되도록 한 것이다. 이러한 값으로 대표로 서스펜션 인식 실험한 결과만을 다음 그림 2,3,4,5에 보였다.

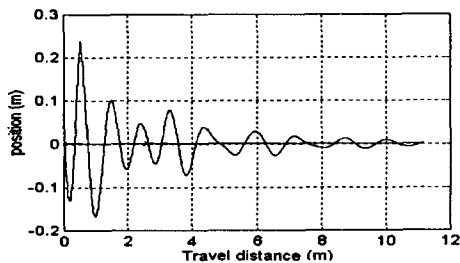


그림 2 전방좌측 서스펜션 스트로크 실험

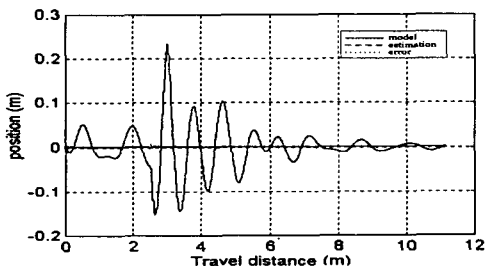


그림 3 후방 좌측 서스펜션 스트로크 실험

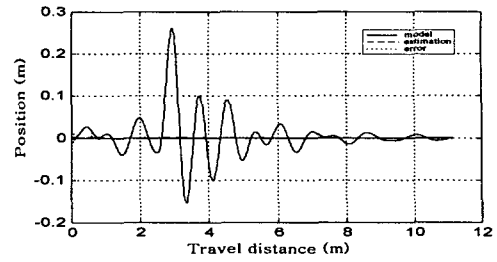


그림 4 후방 좌측 차체 위치 추정 결과 (S_3+X_3)

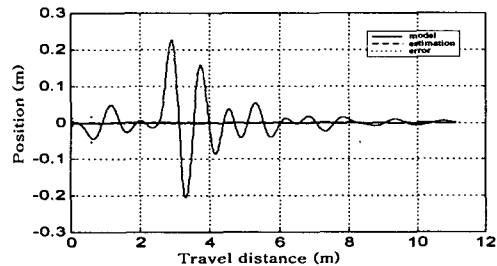


그림 5 후방 우측 차체 위치 추정 결과 (S_4+X_4)

3. 결론

이 연구에서 이 방법의 효용성을 검토하기 위해서, 요철이 있는 비포장 도로, 비포장 도로상에 돌출이 있는 경우 및 비포장도로 내외 영역 인식 실험 등을 수행하였다. 본 연구에서 제시된 비선형 알고리즘을 이용하여 실시간으로 인식함을 보이기 위해 비선형 동적 시스템 제어를 설계하여 다양한 플랜트의 실험을 실시하였다. 일반적인 차량 모델의 7축 기반한 차량모델을 선정하고 새로이 설계한 제어기에 연결하여 실험한 결과, 모델링 차량의 여러 변수 값을 변화시켜 이동물체의 비선형특성을 효과적으로 수행할 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] M. Appleyard and P.E. Wellstead, "Active uspension:some background," IEEE, 1995
- [2] M.El Ansari, L. Masmoudi, and L.Radouane, "A new region matching method for stereoscopic images," *Pattern Recognition Letters*, vol. 21, pp. 283-294, April 2000.
- [3] K. Pulli and L. G. Shapiro, "Surface reconstruction and display from range and color data," *Graphical Models*. vol. 62, pp. 165-201, 2000.
- [4] Haykin, S. *Neural Networks : A Comprehensive Foundation*, Macmillan College Publishing Company Inc., NY, 1994]