

Soft Computing을 이용한 지능형 자동 변속 구현

Design of Intelligent AT System Using Soft Computing

김성주, 김용택, 서재용, 조현찬, 전홍태

중앙대학교 전자전기공학부

SeongJoo Kim, YongTaek Kim, JaeYong Seo, HyunChan Cho, HongTae Jeor

School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Ang University, KOREA

E-mail : ksj1212@ms.cau.ac.kr

ABSTRACT

자동 변속기 차량은 여러 가지의 장점을 지니고 있으며, 쉬프트 맵의 특징이 수동 변속기 차량과는 달리 이미 규정된 패턴을 따른다. 하지만 킥 다운, 킥 업, 리프트 풋 업 등의 현상이 어느 운전자에게나, 어떤 주행 상황에서나 일괄 적용되고 있기에 불만스러움을 느끼는 운전자가 있을 수 있다.

이에 본 논문에서는 이런 일반적으로 정해진 쉬프트 맵을 운전자의 조작 정도와 차량의 상태를 종합적으로 고려하여 쉬프트 맵을 수정, 적용할 수 있도록 지능형 변속 시스템을 구현하였다. 변속 시스템의 학습 과정에서는 뛰어난 학습 능력을 지니고 있기 때문에 판단 및 추론이 요구되는 지능형 시스템의 학습 도구로 다양하게 적용되고 있는 소프트 컴퓨팅(Soft Computing) 기법을 이용하였으며, 각 학습 내용에 따라 필요 입력을 별도로 구성한 모듈 형태의 망구조를 지니고 있다.

Keywords : 자동변속 시스템, 소프트 컴퓨팅, 신경망, 쉬프트 맵, 모듈

I. 서 론

자동 변속기를 장착한 자동차는 D영역에서 자동으로 업쉬프트(up shift)와 다운 쉬프트(down shift)가 된다. 변속은 자동차 속도와 스로틀(Throttle) 밸브 개도에 따라 주행 상황에 맞추어 이미 정해 놓은 쉬프트맵(Shift Map)을 따르며 이러한 쉬프트맵을 자동 변속 선도(standard shift map)라고 한다. 자동 변속기 차량은 편안함, 용이한 조작 등 여러 가지의 장점을 지니고 있다고 할 수 있으며, 쉬프트맵의 특징이 수동 변속기 차량과는 달리 이미 규정된 패턴을 따른다는 것이다. 하지만, 킥 다운, 킥 업, 리프트 풋 업 등의 현상이 어느 운전자에게나, 어떤 주행 상황에서나 일괄적으로 적용되고 있기에 불만스러움을 느끼는 운전자가 있을 수 있다. 이에 본 과제에서는 이런 일반적으로 정해진 쉬프트맵을 운전자의 조작 정도와 차량의 상태를 종합적으로 고려하여 쉬프트맵을 수정, 적용할 수 있도록 학습시키는 지능형 변속 시스템을 뛰어난 학습 능력을 지니고 있기 때문에 판단 및 추론이 요구되

는 지능형 시스템의 학습 도구로 다양하게 적용되고 있는 소프트 컴퓨팅(Soft Computing) 기법을 이용하여 구현하고자 한다. 전체적인 지능형 변속 시스템의 설계 의도 및 목적은 다양한 운전 성향을 학습함으로써 다양한 운전자의 주행 중 조작에 대해서 적절하고 만족스러운 변속을 가능하게 해 줌으로써 다이내믹 주행(Dynamic Driving), 안전 주행(Safety Driving), 일반 주행(Normal Driving)등에 해당하는 학습된 패턴에 의한 변속을 경험할 수 있게 된다. 이로써 운전자는 자동 변속기의 편안함과 함께 다이내믹한 수동 변속기의 효과를 함께 느낄 수 있게 될 것이다. 지능형 자동 변속기의 학습은 크게 세 가지의 성향을 학습하도록 고려되었다.

II. 본 론

2.1 Hierarchical Neural Network(HNN)

HNN는 고려해야 할 입력이 많은 복잡한 시스템을 여러 개의 작은 부분으로 나누어서 생각한다. 각 부분들을 나누는 것은 입력 데이터

의 관계에 의해 결정된다. 이것은 전체 시스템을 단순화시키고 정확도를 향상시킨다. 각각의 신경망은 각 계층에서 특정 입출력 데이터에 의해 학습이 이루어진다. 만약 학습해야 할 데이터가 바뀐다면 특정 부분의 신경망만 학습하면 된다. 이러한 경우에 학습 시간이 감소된다. HNN에 의해서 전체 신경망 구조는 보통 더 작아지고 더 적은 데이터에 의해서 학습이 가능하다.

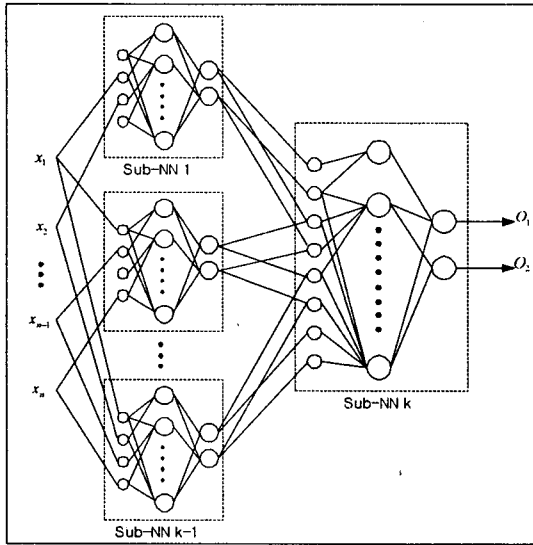


그림 1. HNN구조

2.2 제안한 지능형 AT 제어 시스템

2.2.1 전체 구성

제안한 지능형 A/T 제어 시스템의 전체 블록도는 그림 2와 같다. 엔진 제어 장치로부터 입력을 받아 최종 쉬프트맵의 이동 계수를 결정하는 과정을 크게 4개의 모듈로 구성하고 해당 입력을 각 모듈에 전달하는 모듈 형태의 구조로 구성하였다. 4개의 모듈은 운전자 운전성향 결정 모듈, 도로주행 상태 및 운전자 운전의지 판정 모듈, 운전자 만족도 평가 모듈, 쉬프트맵 이동계수 결정 모듈이다.

2.2.2 운전자 운전성향 결정모듈(Module1)

차량 상태와 운전자의 운전 성향의 결정은 여러 세부 모듈의 결합으로 가능한 데, 세부 모듈들로 이루어진 전체 운전 성향 결정 모듈은 다음 그림 3과 같다.

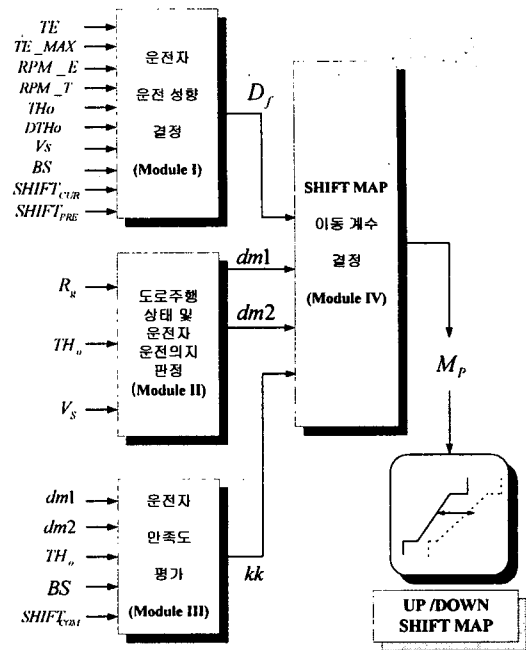


그림 2. 지능형 AT제어 시스템의 블록도

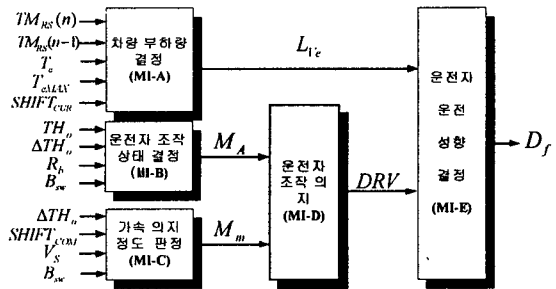


그림 3. 운전자 운전성향 결정모듈

위와 같이 구성된 운전자 운전성향 결정 모듈은 운전자의 조작의지와 차량상태를 고려하여 운전자 운전성향을 결정하도록 설계하였다. 차량 상태는 주행 중인 차량의 부하량을 고려함으로써 판단할 수 있도록 설정하였으며, 추가 고려 사항인 차량의 주행 상태 즉, 가속 중인지 감속 중인지를 판단할 수 있는 모듈을 별도로 구성하였다. 운전자의 조작은 운전자의 성향을 나타내는 변수로 작용하고 있으며 본 모듈에서는 가속 의지를 구분할 수 있는 가속 의지 정도 모듈을 마련하여 운전자의 성향을 가속 의지 측면에서 고려할 수 있도록 구성하였다. 종합적으로 차량의 부하 상태와 주행 상태 그리고 운전자의 의지들을 바탕으로 운전자 운전 성향을 결정할 수 있는 복합 모듈을 구성하고자 했다.

2.2.3 도로주행 상태 및 운전자 운전 의지 판정 (Module 2)

본 모듈은 도주주행 상태와 운전자의 가속속

의지를 고려하여 엔진 브레이크가 동작하도록 변속패턴을 이동하기 위한 모듈이다. 전체 구성도는 그림 4와 같다.

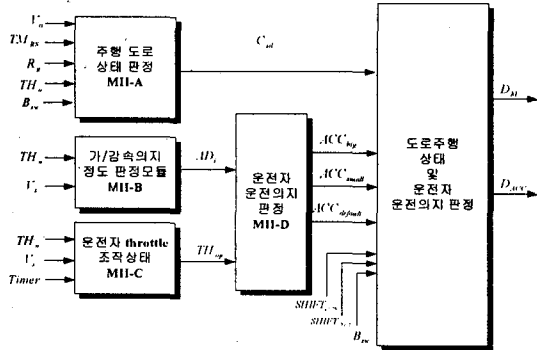


그림 4. 도로주행 상태 및 운전자 운전 의지 판정 블록도

차량의 실제 주행 상태는 도로의 형태에 따라서 많은 차이가 생기게 된다. 실제로 국내의 도로 상태를 고려할 때, 지형의 영향으로 많은 경사로와 굽은 도로가 많다. 그렇기 때문에 차량의 주행 상태는 운전자의 의지에 적합한 쉬프트맵을 결정함에 있어 매우 중요한 변수로 작용한다. 주행 도로 상태를 파악하기 위해서는 다음의 몇 가지 상황 변수들을 고려해야 한다.

주행 저항 중 경사를 의미하는 경사 저항 (R_g)과 실제 차량 운전자가 경사를 인식하였을 때 취하는 스톨(throttle) 조작과 이후 가속도 및 속도 등을 고려하여 경사 상황에서의 운전자 의지에 대해 적절한 판정을 할 수 있도록 사전에 평지, 언덕, 비탈 등의 도로에서 다양한 성향의 운전자가 테스트를 실시하고 실제 주행 중에 획득한 센서값을 이용하여 학습된 신경망을 통해 주행 도로 상태를 판정한다.

2.2.4 경사 도로 주행시 운전자 의지 반영에 대한 만족도 판정 모듈

앞 절에서 설명한 Module 1, Module 2에서 운전 성향과 도로 주행 상태를 고려하여 취한 조치에 대해서 운전자의 만족도를 판정하여 세부 보정을 하고자 설계한 모듈이다. 본 모듈은 운전 성향을 분석하고 조정하는 과정에 그치지 않고 자가 진단의 의미를 지닌 쉬프트맵 조정 이후의 운전자의 만족 정도를 학습하여 이후 판정 및 쉬프트맵 조정에 반영하고자 설계된 모듈이다.

특정 판정 및 조정에 대하여 운전자의 만족도가 높은 경우에는 추후 동일한 상황이 발생할 때, 이전의 판정과 조정에 대한 신뢰도를 부여할 수 있도록 한다.

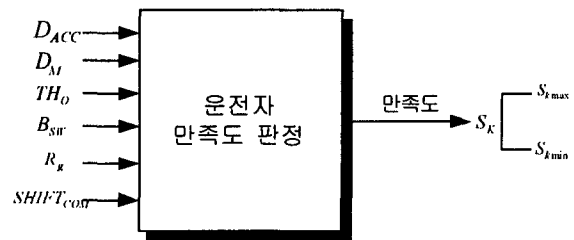


그림 5. 운전자 만족도 판정 모듈

반면, 운전자의 만족도가 낮은 경우에는 추후 동일한 상황이 발생할 때, 이전의 판정과 조정을 기준으로 미세 조정을 수행하여 신뢰도를 높일 수 있도록 설계하였다.

만족도를 S_k 라고 하면, 다음과 같은 보정식

$$\delta = s_d - s_k$$

에 의하여 미세 조정 값을 산출하여 이후 최종 쉬프트맵 조정시에 반영한다.

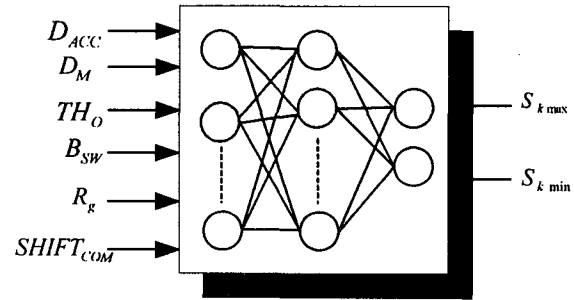


그림 6. 운전자 만족도 판정 모듈 신경망

2.2.5 운전자 운전 성향 및 도로 주행 환경을 고려한 쉬프트맵 조정 계수 결정

본 모듈에서는 전 단계 세부 모듈의 출력을 이용하여 최종적으로 쉬프트맵 조정 계수를 결정하도록 학습된 모듈이다.

전 단계 각 모듈의 기능을 간략히 요약하면 다음과 같다.

[운전자의 운전 성향 판정 모듈]

주행 중인 차량 상황, 주행 상황, 운전자의 운전 의지를 고려한다.

[도로 주행 환경 및 운전자 운전 의지 판정 모듈]

도로 주행 상황, 가/감속 의지 정도를 판정하고 쉬프트맵의 조정 정도를 결정한다.

[경사도로 주행시 운전자 의지 반영에 대한 만족도 판정 모듈]

도로 상황을 고려하였을 때 운전자의 의지에 반(反)하는 변속패턴 이동으로 불만족을 느끼게 하는 경향이 있는데 이러한 문제를 해결하기 위하여 변속패턴의 조정이 이루어진 후에 운전자의 만족도를 판정한다.

2.2.6 운전자 운전 성향 및 도로 주행 환경을

고려한 쉬프트맵 조정 계수 결정

최적의 쉬프트맵 조정을 위해서는 어느 한 모듈의 결과를 선택적으로 적용하는 방법보다는 종합적이면서도 상호 보완적인 조정 계수를 선택하는 것이 바람직하다. 이에 다음과 같은 수식으로 표현되는 최종 조정 계수를 이용하여 쉬프트맵을 최적의 주행 성능을 제공할 수 있도록 조정할 수 있다.

$$M_p = (D_{ACC} + \delta)D_M + D_f(1 - D_M)$$

여기서 $\delta = s_d - s_k$ 이고, α 는 경사도로 주행시 운전자의 운전 성향을 고려하기 위한 상수이다. D_{ACC} 는 내리막 주행시 운전자의 가속 의지를 확인하기 위한 변수이다. 위의 전체식을 고려하여 쉬프트맵 이동 계수의 적절한 값을 선택한다.

쉬프트맵의 이동은 다음 그림과 같이 표현할 수 있다.

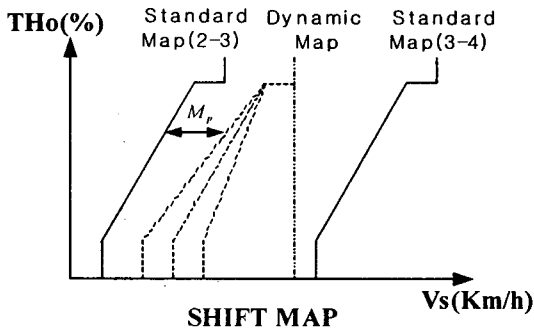


그림 7. 동적 쉬프트맵 이동도

2.3 시뮬레이션 결과

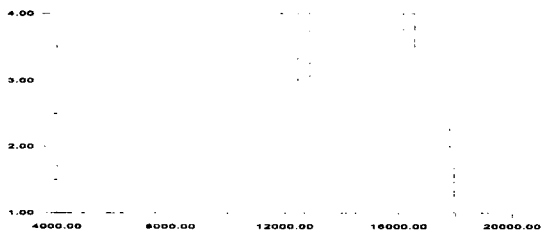


그림 8. 제안한 AT에 의한 변속

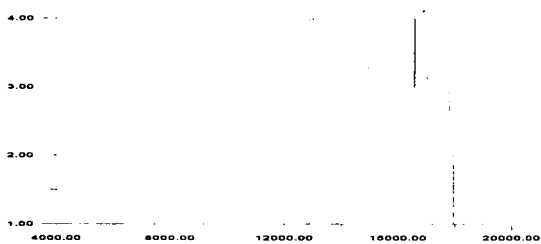


그림 9. 표준 쉬프트맵에 의한 변속

위 그림 8-9에서 알 수 있듯이 제안한 AT 시스템에 의한 변속이 실제로 줄어듦을 알 수

있다.

III. 결 론

본 연구에서는 AT 시스템의 장점인 자동 변속, 편안함, 편리함을 최대한 살리며 Soft Computing 기법을 사용하여 인간 중심의 지능적인 변속을 구현하였다.

운전자의 성향을 고려하여 다양한 운전 성향에 적응적으로 반응할 수 있고 도로 여건을 감안한 변속 방법 구현으로 기존 시스템의 획일적이고 고정적인 변속에 대한 운전자의 불만 요소를 해소하였다.

이로써, 기존의 AT변속 시스템을 더욱 발전시킨 새로운 방식의 지능형 변속 시스템을 구현하였다.

향후 다양한 학습 요소의 마련을 통해 최상의 변속을 제공하는 지능형 AT변속 시스템 개발의 기반 기술을 확보하여 기업의 경쟁력을 높이고 생산성 향상을 통한 부가가치의 창출이 가능하다.

감사의 글 : 본 연구는 과학기술부의 뇌신경정 보학연구사업에 의해 지원받았습니다.

IV. 참고문헌

- [1] Simon Haykin, *Neural Networks ; A Comprehensive Foundation*, Prentice Hall, 1999.
- [2] J. S. R. Jang, C. T. Sun, E. Mizutini, *Neuro-Fuzzy And Soft Computing*, Prentice Hall, 1997.
- [3] J. A. Freeman, D. M. Skapura, *Neural Networks : Algorithms, Applications, and Programming Techniques*, Addison-Wesley Publishing Company, 1991.