

## 소프트 컴퓨팅에 의한 지능형 자동변속 시스템

# Intelligent Automatic Transmission System Using Soft Computing

김성주, 최우경, 전흥태

Seong-Joo Kim, Woo-Kyung Choi and Hong-Tae Jeon

중앙대학교 전자전기공학부

### 요 약

결정된 변속선도에 의한 자동변속 패턴은 운전자에게 편리한 변속을 제공한다. 하지만, 운전자의 운전 성향이 개인마다 다양함으로 고정된 변속선도를 여러 운전자에게 동일하게 제공하는 것은 불만의 요소로 인식되고 있다. 이에, 본 논문에서는 운전자의 성향을 결정할 수 있는 입력을 이용한 학습 모듈을 설계하여 운전 성향을 판단하고자 한다. 판단된 운전 성향을 이용하여 변속선도를 조정함으로써 운전자의 의지에 부합되는 변속패턴을 제공하고자 한다. 실제 주행시 얻은 데이터를 이용하여 제안된 모듈의 성능의 우수함을 보인다.

### Abstract

An automatic transmission pattern with the fixed standard shift map can provide comfortable shift to driver. However it may be a complain to provide shift by the same shift pattern for driver because the inclination of a driver may be various. Therefore, in this paper, we design the decision module, which can decide the driving style using input to decide the inclination of the driver and driving manner. The goal of this paper is to calibrate the shift map according to the inclination of the driver using the decided driving manner from the proposed module. As a result, the proposed intelligent automatic transmission system can provide a suitable shift point and time to the driver. To verify the performance of the proposed system, the real data that is obtained from the road test will be used.

**Key words** : Intelligent automatic Transmission system, Inference, Shift map, Soft computing.

## 1. 서 론

자동변속기 장착 차량의 경우에는 클러치 조작이나 기어 조작의 부담이 없기 때문에 보다 편안하고 안락한 드라이빙(Driving)을 즐길 수 있다. 본 논문에서는 자동변속기의 특징을 최대한 살리면서 운전자 조작에 대한 만족스런 반응을 낼 수 있는 지능형 자동변속을 위한 운전성향 판단 모듈을 설계하고자 한다.

자동 변속기를 장착한 자동차는 드라이브(D) 영역에서 자동으로 상향변속(up shift)과 하향변속(down shift)이 된다. 변속 시점은 자동차 속도와 스로틀(Throttle) 밸브 개도에 따라 주행 상황에 맞추어 이미 정해 놓은 변속선도(Shift Map)를 따르며 이러한 변속선도를 자동 변속선도(standard shift map)라고 한다[7].

이와 같이 자동 변속기 차량은 여러 가지의 장점을 지니고 있다고 할 수 있으며, 변속선도의 특징이 수동 변속기 차량과는 달리 이미 규정된 패턴을 따르는 것이다. 하지만 킥다운, 킥업, 리프트 풋 업 등의 현상이 어느 운전자에게나 또는 어떤 주행 상황에서나 일관적으로 적용되고 있기에 불만스러움을 느끼는 운전자가 있을 수 있다. 이는 고정된 패턴을 사용함으로써 자동 변속이 주는 변속이 운전자의 성향과 동일하지 않을 수 있음을 뜻한다.

이에 본 논문에서는 이런 고정된 패턴으로 결정된 변속선도를 운전자의 조작 정도와 차량의 상태를 종합적으로 고려

하여 수정, 적용할 수 있도록 학습시키는 지능형 변속 시스템을 구현하고자 한다. 제안하는 시스템의 구현을 위해 뛰어난 학습 능력을 지니고 있으며 판단 및 추론이 요구되는 지능형 시스템의 학습 도구로 다양하게 적용되고 있는 소프트 컴퓨팅(Soft Computing) 기법을 이용하고자 한다[2][4][6].

복잡한 요소들을 고려하여 판단을 행해야 하는 경우에는 커다란 문제를 요인 및 특성에 따라 작은 문제들로 구분하여 결정하게 되면 용이하고 정확한 학습을 행할 수 있다. 이는 모듈형 설계에 근거한 신경회로망의 단계적 학습 방법에 기인하고 있다. 따라서 본 논문에서는 운전자의 성향을 판단하여 변속선도의 이동을 결정하기 위해 차량의 부하, 운전자의 조작 정도, 가속 의지 정도 등을 각각 학습하고 추론하는 모듈형태의 신경회로망을 설계하고, 각 신경회로망의 출력을 입력으로 하는 모듈에서 최종 결정하도록 구성하는 모듈을 설계하고자 한다.

지능형 자동 변속을 위한 운전성향 학습은 크게 두 가지의 성향을 학습하도록 고려되었다[8][9].

첫째, 주행 중인 차량 상황을 고려하였다. 현 차량의 총 구동력에서 주행시 발생하는 저항들을 제외한 부분을 여유 구동력이라고 정의한다면 현재 차속 상황에서 엔진의 출력과 현 변속단에서의 출력을 고려하여 실제 변속단에서의 출력 여유 즉, 여유 구동력을 계산할 수 있으며, 스로틀의 상태와 조작 속도를 고려하여 이후 차량의 가속 혹은 감속 여부를 판단할 수 있다.

둘째, 스로틀의 조작 속도, 현재의 차속, 현재 변속단의 위치, 브레이크 조작 정도를 고려하여 현재 운전자의 조작 의지를 판단하여 운전자에게 만족스런 주행 상황을 제공할 수

접수일자 : 2004년 12월 30일

완료일자 : 2005년 2월 1일

있도록 운전자의 의지를 고려했다. 브레이크 조작 정도는 브레이크 스위치가 ON상태에서 가속도를 계산하여 급브레이크 조작인지 완만한 감속상태인지를 구별할 수 있도록 했다. 브레이크 조작횟수 및 브레이크에 의한 감속 정도를 고려하여 운전자의 다이내믹 성향을 파악하기 위함이다.

종합적으로 볼 때, 주행 중인 차량의 상황은 차량 자체의 상태, 도로 상황과 운전자의 성향으로써 판단할 수 있는데, 다양한 상황에서 최적의 주행 상황을 제공하는 지능형 자동변속 시스템을 설계하는 것이 본 논문의 목적이다. 제안된 모듈에 의한 성능 검증은 실제 차량 주행을 통해 얻은 데이터를 이용하여 실험실에서 변속의 시기 및 횟수 등을 점검하였다. 실제 차량에 적용을 위한 준비를 진행하고 있으며 성능 실험 결과 변속의 시기가 운전자의 의지에 유사하게 반영됨을 알 수 있으며 잦은 변속의 상황에서도 변속 횟수를 감소시켜 운전자에게 만족감을 제공함을 확인하였다[7][8][9].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 계층적 모듈 형태의 신경망 구조를 설명하고, 제안하고자 하는 모듈 형태의 학습 시스템 구조는 3장에서 설명하고 있다. 4장에서는 모의 실험한 결과를 보이고 성능을 검증하며 5장에서는 결론을 제시하고 향후의 연구 방향을 제시하였다.

## 2. 계층적 신경회로망

일반적으로 다층 신경망은 널리 사용되는 신경망 구조 중 하나이다.

신경망에서 학습은 은닉층의 노드 수에 의해 결정되는데 노드 수가 충분하지 않을 때에는 원하는 출력을 얻을 수가 없다. 만약 고려해야 할 입력이 증가한다면 단일 신경망에서 원하는 출력을 얻기 위해 은닉층의 노드 수를 충분히 늘려야 한다. 이것은 신경망의 내부 구조를 복잡하게 할 뿐만 아니라 내부적으로 계산되는 양을 지수적으로 증가하게 한다. 단일 신경망에서 노드 수의 증가는 학습시간에 있어서 비효율적이다. 신경망의 입출력 데이터가 바뀔 경우에 전체 신경망을 다시 학습해야 한다[1][3].

이러한 문제를 극복하기 위해 계층적 신경회로망(Hierarchical Neural Network ; HNN) 구조가 제안되었다. HNN은 고려해야 할 입력이 많은 복잡한 시스템을 여러 개의 작은 부분으로 나누어서 생각한다. 각 부분들을 나누는 것은 입출력 데이터의 상호 관계에 의해 결정된다. 이것은 전체 시스템을 단순화시키고 정확도를 향상시킨다. 각각의 신경망은 각 계층에서 특정 입출력 데이터에 의해 학습이 이루어진다.

그림 1은 계층적 신경망의 일반적인 구조를 나타낸 것이다. 입력 벡터 X에 대한 출력 벡터 O의 관계를 계층적인 관계로 해석하고 입력들의 연관 관계에 의해 하부 네트워크(Sub-NN)를 마련한다. 각 하부 네트워크의 출력은 상부 네트워크의 입력으로 작용하게 된다. 이로써, 복잡한 문제를 학습함에 있어서 입력 벡터 X를 연관있는 중간 출력을 이용하여 학습하고 학습된 중간 출력은 최종 출력을 학습하는 입력으로 작용하게 되어 복잡한 문제를 부분적으로 분할하여 학습할 수 있게 된다.

본 논문에서는 차량에 장착된 지능형 자동변속 시스템의 변속선도를 운전자의 성향에 적응적으로 대응하여 변경하기 위한 문제를 다루고자 한다. 적용할 문제는 차량의 부하, 운전자의 조작 정도, 가속의지 정도를 고려하여 최종 변속선도의 이동 정도를 고려해야 한다. 결정된 요소들을 이용하여

종합적인 학습을 통해 최종 변속선도의 이동 정도를 출력으로 얻게 된다[5].

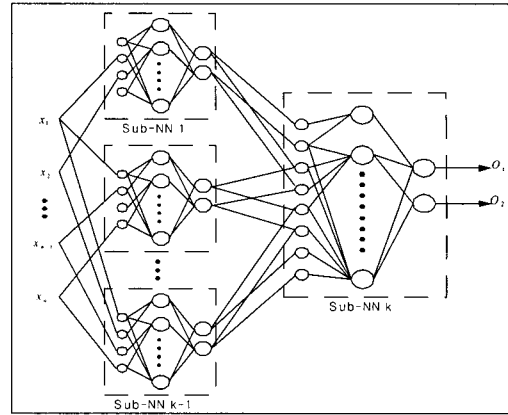


그림 1. 계층적 신경망 구조

Fig. 1. Hierarchical neural network structure

## 3. 제안한 지능형 A/T 제어 시스템

### 3.1 운전자 운전성향 결정에 따른 시스템 블럭도

차량 상태와 운전자의 운전 성향의 결정은 여러 세부 모듈의 결합으로 가능한 데, 세부 모듈들로 이루어진 전체 운전 성향 결정 모듈은 다음 그림 2와 같다.

그림 2와 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.

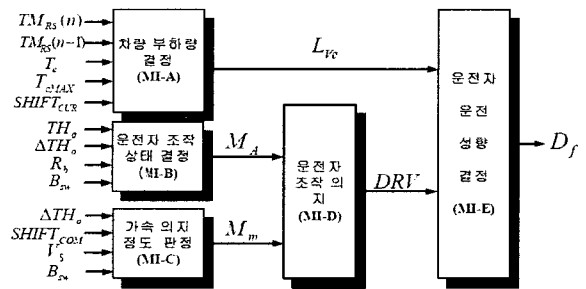


그림 2. 운전성향 결정 학습 구성도

Fig. 2. Learning diagram for driver intention decision

운전자의 조작은 운전자의 성향을 나타내는 변수로 작용하고 있으며 본 모듈에서는 가속 의지를 구분할 수 있는 가속 의지 정도 판정 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 구성하였다.

각 모듈의 내부 구조는 다층 신경회로망의 형태이며, 모듈 간의 관계는 계층적 신경회로망에 의해 구성된 형태를 띠고

있다. 본 장에서는 신경회로망에 대한 세부적인 사항은 2장의 계층적 신경회로망에 대한 내용으로 설명을 대신하고자 한다.

### 3.1.1 차량 부하량 결정 모듈(MI-A)

그림 3과 같이 차량의 부하량을 산출하는 모듈을 설계하였다. 현재 차량의 엔진 출력과 가속 토크 산출에 필요한 현 변속단 출력과 이전 변속단 출력을 고려하여 차량의 여유 구동력 및 다양한 부하량 변수를 판단할 수 있도록 학습된 모듈이다. 실제 차량에 적용하는 경우에는 T/M출력과 엔진 토크로부터 여유 구동력과 주행 저항 등을 측정할 수 있다.

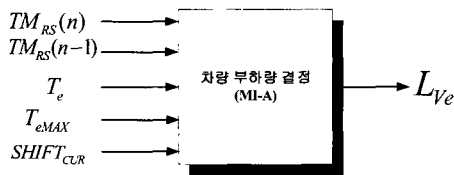


그림 3. 차량 부하량 결정 모듈  
Fig. 3. Decision module for vehicle load

구동력( $F$ )은 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$F = \frac{T_e \cdot i \cdot \eta_t}{D} \times \frac{2}{1000} \cdot t \quad (1)$$

여기서,  $T_e$ 는 엔진의 축 토크이며,  $i$ 는 총 감속비이고  $\eta_t$ 는 동력 전달 효율이다. 또한,  $D$ 는 타이어의 직경이며,  $t$ 는 토크 비이다.

부하량 변수는 다양한 부하량을 하나의 부하로 통일하여 주행 저항을 전체 부하량으로 생각하고 실제 차량 엔진의 토크와 변속단의 출력을 고려하여 현재 차량에 걸리는 부하량의 개념으로 설정하여 부하량을 엔진 부하량에서 변속단 출력과 주행 저항(부하량)을 제외한 나머지 부분을 여유 구동력으로 생각하고자 한다. 이는 단지 다이내믹 성향 운전자의 의지를 어느 정도까지 반영해 줄 것인가를 결정하는 기준 값의 역할을 한다.

차량의 부하량은 현재와 이전의 변속단 출력 속도(TMRS), 엔진 토크(Engine Torque ;  $T_e$ ), 최대 엔진 토크(Maximum Engine Torque ;  $T_{eMAX}$ )를 상황 변수로 하며, 상황 변수의 학습에는 신경망 구조를 사용하고 있다.

상황 변수를 고려하여 학습된 모듈은 차량 부하량 변수(LVe)를 산출한다. 학습은 다양한 변속기 출력 속도와 엔진 토크 및 최대 엔진 토크와의 관계를 고려하여 현 차량의 부하량을 산출한다. 학습에 사용되는 데이터는 실제 차량 주행 시 얻는 데이터를 사용한다.

### 3.1.2 운전자 조작 상태 결정(MI-B)

운전자 조작 상태 결정 모듈(MI-B)은 그림 4와 같이 구성하여 현재 운전자의 차량 조작 상태를 판정한다. 운전자의 조작이 차량에 반영되어 가속과 감속의 형태로 출력되는 실차의 상태를 고려함으로써 운전자의 조작 의지를 명확하게 판단하는 데 기여할 수 있다. 즉, 운전자의 조작 상태와 함께 변화되는 차량의 상태를 관찰함으로써 운전자의 의도와 함께 운전자의 조작의지가 다양한 환경과 차량상태에 의해 적용되는 정도를 고려할 수 있는 장점이 있다.

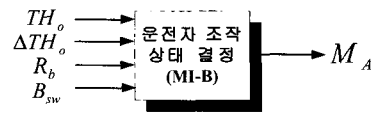


그림 4. 운전자 조작 상태 결정 모듈  
Fig. 4. Decision module for driver's handle

입력으로는 운전자 조작에 의한 스톱들의 개도 정도와 스톱들의 조작 속도, 브레이크 조작 등을 고려하여 차량의 현 상태가 이전 상태와 비교하였을 때, 가속 의지가 있는지 감속 의지가 있는지를 판정할 수 있게 된다.

표 1. 운전자의 조작상태를 고려한 주행상태 판정 규칙  
Table. 1. Decision table for drive condition considering driver's operation

|           |       |            |    |          |     |
|-----------|-------|------------|----|----------|-----|
| 스톱<br>조작량 | Big   | 스톱<br>조작속도 | 감소 | 판정<br>내용 | 급감속 |
|           | Big   |            | 증가 |          | 급가속 |
|           | Small |            | 감소 |          | 완감속 |
|           | Small |            | 증가 |          | 급가속 |

운전자의 스톱 조작과 브레이크 조작 상태를 표 1과 같은 기준을 마련하여 판정하고자 한다.

여기에서 브레이크 조작은 급/완의 구분을 명확하게 해 줄 수 있으며, 브레이크 작동 중에 차량 감속 저항은 이전 값을 사용한다. 이는 모듈 MI-A의 차량 부하량과 함께 고려되며, 현 차량의 부하량을 바탕으로 가속 상태로 판정될 경우, 구동력 제공 정도를 결정할 수 있다.

결국 운전자 조작 상태 판정 모듈 MI-B는 운전자의 조작에 의한 차량상태를 고려함으로써 조작 이후 주행 패턴 변화를 예측하여 차량주행에 반영할 수 있는 정보를 정량적으로 제공할 수 있다.

운전자 조작 상태 학습 신경망은 위의 구조로 구성되어 있다. 신경망은 운전자의 스톱 조작, 브레이크 조작 정도를 학습하고 현재 주행 차량의 가/감속 상태를 판단한다. 본 모듈에서 판단된 운전자 조작 상태는 곧 운전자 조작 의지를 반영하는 것으로써 운전자의 조작에 대한 적절한 반응을 결정하는데 이용된다. 학습의 기본 개념은 현재 주행 중인 차량에서 운전자는 의지를 반영하는 조작으로 스톱들을 밟기도 하고 브레이크를 밟기도 한다. 이는 곧 운전자의 운전성향을 의미한다. 또한 운전자의 운전성향이 다이내믹한 파워 드라이빙을 주로 하는지 또는 경제적이고 안전위주의 운전을 선호하는지에 대한 판단도 가능하다. 본 모듈(MI-B)은 운전자 성향을 결정하는데 중요한 역할을 한다.

### 3.1.3 가속 의지 정도 판정 모듈(MI-C)

본 모듈은 운전자의 가속 의지 정도를 판단하는 모듈이다. 위에서 설명한 모듈(MI-B)은 운전자 조작에 의한 차량상태를 판단하지만 본 모듈의 가속 의지 정도는 킥다운(kick down)을 고려한 운전자의 가속 의지 정도 즉, 구동력을 어느 정도 확보하고자 하는지에 대한 기준을 마련해 준다. 본 모듈은 현재 조작되고 있는 스톱들의 조작 속도를 고려하고 현재의 변속단을 고려하여 킥다운 상황을 감지하게 되어 일반적인 운전자 가속 의지 판단과는 구분하여 조치를 취하고자 한다.

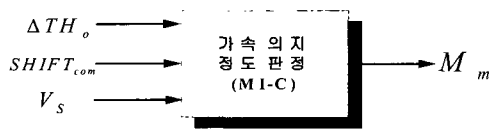


그림 5. 가속 의지 정도 판정 모듈  
Fig. 5. Decision module of acceleration intention

이러한 정보를 이용하여 킥다운 시의 운전자 가속의지를 판단하여 정량화함으로써 운전자의 조작의지를 판단할 수 있는 정보를 제공할 수 있다. 위의 신경망 구조는 스로틀 조작 속도, 지령 변속단, 차속, 브레이크 스위치를 입력으로 사용하는 다층 신경망 구조로써 킥다운을 고려한 가속의지 정도치를 출력으로 계산한다.

표 2. 가속의지 판정 규칙  
Table. 2. Rule for acceleration intention decision

| 스로틀 조작 속도 | 지령 변속단 | 차속     | 판단             |
|-----------|--------|--------|----------------|
| Fast      | 저단     | 중속, 증가 | 저속에서 고속으로 가속의지 |
| Fast      | 고단     | 고속, 증가 | 고속 주행시 가속의지    |
| Fast      | 고단     | 감속     | 가속의지 없음        |

표 2는 스로틀 조작 속도, 지령 변속단 및 차속을 고려하여 가속의지 정도를 판단하여 계산에 사용하기 위해 마련한 표이다.

차량 부하는 M1-A에서 나온 출력으로 함께 고려할 수 있다. 입력 변수들을 고려하여 가속의지 정도치를 출력하도록 신경망을 학습하여 운전자의 의지를 변속패턴 수정에 반영하게 된다. 임의의 지령 변속단에서 운전자의 스로틀 조작속도가 기준치 이상이며, 차속이 기준치에 속하는 경우, 운전자는 저속(또는 고속) 주행 중이며, 이러한 상황을 대, 중, 소로 구분하여 변속패턴에 적용하면 결과적으로 구동력 확보 측면에서는 구동력 확보 대, 중, 소로 매칭시킬 수가 있다.

### 3.1.4 운전자 조작 의지 모듈(MI-D)

본 모듈은 운전자 조작 의지를 추론하는 모듈이다. 앞선 차량 가감속 상태 결정 모듈과 가속 의지 정도 판정 모듈의 결과를 바탕으로 현재 주행 중인 운전자의 조작 의지를 종합적으로 판단하고 추론하는 모듈이다.

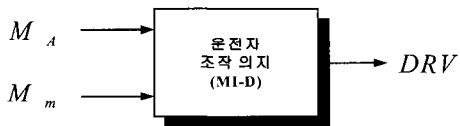


그림 6. 운전자 조작 의지 모듈  
Fig. 6. Integration module of driver's operation intention

현재 차량의 가감속 여부를 판단하고 운전자의 조작이 있을 경우, 적합한 운전자의 의지를 추론함으로써 주행 상황을 고려하여 운전자의 의지를 반영할 수 있도록 하기 위함이다. 이런 복합적인 상황 판단이 이루어지지 않을 경우, 임의로 정해진 변속선도에 의한 패턴 변경은 오히려 운전자의 의지에 반(反)하는 반응을 냄으로써 불만을 유발할 수 있다. 본

논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 최소 핵심 상황 변수를 점검함으로써 운전자의 의지에 가장 근접한 반응을 토대로 변속선도를 결정하고자 한다.

차량 가감속 상태 모듈의 출력( $M_A$ )과 가속 의지 정도치( $M_m$ )을 입력으로 사용하여 운전자의 조작 의지(DRV)를 출력한다.

본 학습의 기본 개념은 차량 가감속 상태가 가속 상태임을 나타내고, 가속 의지 정도치가 높다면 운전자의 조작 의지는 현재 차량의 가속 상태에서 더 많은 가속을 원하는 경우라고 할 수 있다. 그러므로 이런 경우에는 가속 상태에 적합한 변속선도로 이동해 주어야 한다. 즉, 현재 가속 중인 상태에서 재가속이 필요하다면 현 변속단을 고려하여 변속단을 결정함으로써 구동력을 확보해 주어야 한다는 것이다. 하지만, 이와 같이 차량 가감속 상태와 가속 의지 정도치만을 고려한다면 차량의 현재 상태, 차량 부하량을 무시한 판단이 될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 운전자의 조작 의지를 최대한 반영하고 전체 차량의 현 주행 상황에서의 부하를 추가로 고려함으로써 최적의 판단을 할 수 있도록 하여 운전 성향을 정확하게 판단하고자 한다.

### 3.1.5 운전자 운전 성향 결정 모듈(MI-E)

자동 변속기를 장착한 차량은 편안함과 변속시 적은 충격으로 수동 변속기에 비해 주행시 운전자를 비롯한 동승자에게 조용하고 편안한 승차감을 제공한다. 하지만, 자동 변속기는 정해진 일괄적인 쉬프트맵으로 변속단이 결정되기 때문에 주행 상황이나 운전자의 운전 성향에 따라서는 불만족 사항이 되기도 한다.

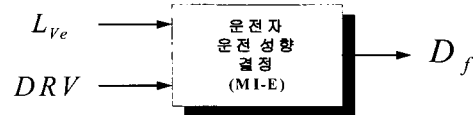


그림 7. 운전자 운전 성향 결정 모듈  
Fig. 7. Decision module for driver's drive intention

본 모듈에서는 위에서 설명한 차량 부하량 결정 모듈과 함께 차량 가감속 상태 결정 모듈, 가속 의지 정도 판정 모듈로 구성된 운전자 조작 의지 모듈을 동시에 고려하여 운전자의 종합적인 운전 성향을 결정하는 운전 성향을 결정한다.

본 모듈을 설계하기 위해 사용된 기본 개념은 다음과 같다. 차량 현재 주행 상황에서의 부하량은 여유 구동력이며, 즉 주행 능력을 여유 구동력이라고 정의하도록 했다. 차량의 현 주행 상황을 고려하여 구동력 여유 정도를 얻고, 현재 주행 능력은 차량의 최대 토크 성능 정도를 판단하는 근거가 되는 차량 부하량을 고려하여 얻을 수 있다. 또한, 현재 가감속 상황과 운전자의 가속 의지를 고려하여 운전자의 조작 의지를 파악함으로써 운전자의 운전 성향을 결정할 수 있다.

차량 부하량( $L_{ve}$ )와 운전자 조작 의지(DRV)를 입력으로 하여 예시한 상황과 같이 다양한 상황을 설정하여 판단 상황을 학습하도록 하고, 최종적으로 운전 성향 결정 변수를 결정하도록 학습한다. 이 때, 학습의 정확성 및 완성도를 높이기 위해서 다양한 운전 성향을 가진 운전자에 의해 주행된 차량의 실측 데이터가 필요하다. 또한, 본 논문에서 신경망을 학습 모듈의 구조로 사용한 가장 핵심적인 이유는 다음과 같다. 현실적으로 운전자의 운전 성향은 무한대에 가까운 중

류라고 할 수 있다. 그러나 신경망을 사용하여 운전자의 성향을 학습할 경우, 주어진 데이터에 대해서 학습이 완료된 이후에는 학습시 고려되지 않은 입력 데이터가 입력된다고 해도 가장 근사한 입력에 의해 학습된 상황으로 고려되어 적절한 해당출력을 얻을 수 있기 때문이다.

**3.2 운전자 운전 성향을 고려한 변속선도 조정 계수 결정**

본 모듈에서는 전 단계 모듈의 출력을 이용하여 변속선도 조정 계수를 결정하도록 학습된 모듈이다.

최적의 변속선도 조정을 위해서는 어느 한 모듈의 결과를 선택적으로 적용하는 방법보다는 종합적이면서도 상호 보완적인 조정 계수를 선택하는 것이 바람직하다. 이에 다음과 같은 식 (2)로 표현되는 최종 조정 계수를 이용하여 변속선도를 최적의 주행 성능을 제공할 수 있도록 조정할 수 있다. 식 (2)는 다이내믹 주행과 아닌 경우에 대한 선택을 수식으로 표현한 것이며, 다이내믹인 경우에는 관련 계수를 반영하도록 마련한 수식이다. 식 (2)는 경사진 도로의 상황까지 고려한 변속선도 이동 수식을 표현한 것이며, 본 논문에서는 운전자의 성향만을 판단하기 때문에 수식의  $D_M$ 항은 경사 존재 여부를 판단하는 값으로 평탄한 도로에서는 '0'으로 고정하고 사용하도록 하였다.

$$M_p = (D_{ACC} + \delta)D_M + D_f(1 - D_M) \quad (2)$$

식 (2)에서  $D_{ACC}$ 항은 내리막길의 경우로 가정하고 운전자의 성향을 고려한 계수로써, 내리막길 주행시 운전자가 계속 주행을 원하는지 감속을 원하는지에 따라 값을 지니게 된다. 이는 엔진 브레이크 효과를 시행할 지에 대한 여부를 판단하기 위함이다. 내리막길 주행 상황에 대해서는 별도의 입력과 출력을 정의하여 학습을 진행하도록 한다. 본 논문에서는 운전자의 평지 주행시의 성향을 분석하기 위한 것이므로 이에 대한 설명은 생략하도록 한다. 또한, 식(2)에서  $\delta$ 는 변속 후의 운전자의 반응 조작에 대한 상태를 고려하기 위한 변수로써 본 논문에서는 이를 0으로 설정하였다. 즉,  $\delta$ 는 운전자의 반응 조작이 변속 시스템의 조치에 대응하는 조작인 경우에는 1에 가까운 값을 가지게 되며, 반대로 운전자의 반응 조작이 없는 경우에는 시스템의 조치에 대해 운전자가 만족한 것으로 판단하며 0에 가까운 값을 설정한다. 본 논문에서는 운전자가 전적으로 만족한다는 가정으로 값을 0으로 설정하도록 한다.

변속선도의 이동은 다음 그림 8과 같이 표현할 수 있다.

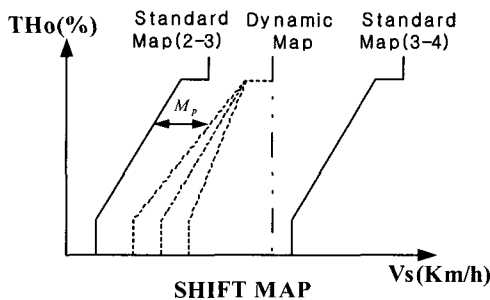


그림 8. 동적 변속선도 이동  
Fig. 8. Dynamic shift map correction

그림 8에서와 같이 식 (2)에서 정해진  $M_p$ 에 의해서 표준 변속선도는 이동하게 되고, 이는 운전자의 성향을 반영한 결과로써 운전자의 운전성향에 알맞은 변속을 제공할 수 있는 변속선도를 제공할 수 있게 된다.

**4. 모의 실험**

모의 실험을 위해 실제 차량을 주행한 후에 얻은 데이터를 이용하여 학습하였다. 차량 주행 상태는 운전자의 성향을 현격하게 드러낼 수 있는 주행으로 급격한 가속이나 감속을 반복적으로 행하였다. 주행 동안의 변속단의 변화를 기존의 차량에서 획득한 값과 본 논문에서 제안한 변속선도 조정에 의해 변화된 값을 비교하여 본 논문에서 제안한 운전성향 판단 모듈의 성능을 검증하였다.

그림 9는 실차 주행시 얻은 데이터로써 노이즈가 있다는 것을 알 수 있다. 이를 컴퓨터에서 시뮬레이션하면 그림 10과 같이 실제 데이터보다 노이즈가 다소 제거된 상태의 결과를 얻을 수 있다. 이를 통해 실차 주행상태에서 변속되는 패턴과 시기를 정확하게 파악할 수 있다. 그림 9-11에서 가로축 방향은 시간을 표시하고 있으며 이는 변속 제어 장치(TCU)의 클럭을 사용하여 변환된 수치로 표시하였다. 즉, 1회당 0.016초를 표시하는 것으로 분석하면 된다. 또한, 실제 데이터는 변속 제어 장치와 컴퓨터 간의 시리얼 통신을 통해 획득하였다. 그림 10에서 알 수 있듯이 시간축 약 7000에서 10000영역을 보면 변속이 3단과 4단 사이에서 빈번하게 발생하는 것을 알 수 있다. 이는 운전 중에 운전자로 하여금 불만을 초래할 수 있는 요소로 파악된다. 이는 운전자의 운전 성향을 고려하지 않고 단순하게 정해진 변속 패턴에 의해 변속을 수행하였기 때문이다. 본 논문에서 제안한 운전자 성향을 고려한 변속 패턴 조정 기법을 사용하면 이러한 현상을 줄일 수 있음을 그림 11의 결과로 설명할 수 있다. 그림 11을 보면 변속이 빈번하게 발생하였던 시간대의 데이터를 컴퓨터를 통해 시뮬레이션한 결과 잦은 변속이 보이지 않고 완만하게 변속이 수행되고 있음을 알 수 있다. 실차를 주행하는 과정에서 시험 운전자는 차량을 급격히 가속시키거나 감속시키는 과정을 반복하였다. 따라서, 운전자의 급격한 가속 의지를 반영하게 되는 경우에는 변속을 자제하고 현 변속단을 유지하여 가속의지를 반영하는 변속을 제공하는 것이 옳바르다.

그림 11의 실험 결과는 본 논문에서 제안한 운전자 성향을 고려한 결과로써, 운전자의 가속 또는 감속의지를 학습하고 차량의 상태를 고려함으로써 운전자의 성향을 추론하고 그에 상응하는 변속을 제공하기 위해 변속 패턴의 기준치를 수정함으로써 운전자에게 보다 만족스러운 변속을 제공할 수 있음을 알 수 있다.

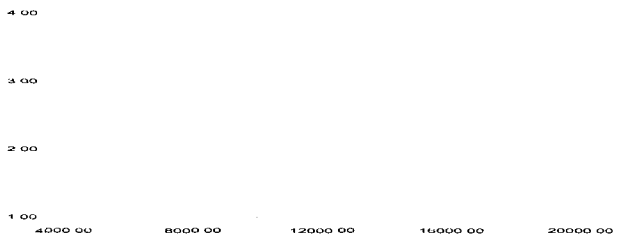


그림 9. 실차 주행시 TCU에서 얻은 변속 패턴  
Fig. 9. Shift pattern determined from TCU real time drive

참 고 문 헌

[1] R.K.Elsley, "A learning architecture for control based on Back-Propagation neural network," *Proc. of the IEEE Conf. on Neural Networks*, Vol. 2, pp. 589-594, 1988

[2] A. Guez, J.L. Eilbert, and M.Kam, "Neural Network Architecture for Control," *IEEE Control Systems Magazine*, pp. 22-24, April, 1988.

[3] H. Miyamoto, M. Kawato, T. Setoyama, and R. Suzuki, "Feedback error-learning neural network for trajectory control of a robotic manipulator," *Neural Networks*, vol. 1,no. 3, 1988.

[4] S. R. Chi, R. Shouresshi, and M. Tenorio, "Neural networks for system identification," *IEEE Contr. Syst. Mag.*, vol. 10, pp. 31-34, 1990.

[5] S.Chen, S. A. Billings, and P.M. Grant, "Nonlinear system identification using neural networks," *Int. j. Contr.*, vol. 51, no. 6, pp. 1191-1214, 1990.

[6] Bavarian, B. "Introduction to neural networks for intelligent control." *IEEE Control Systems Magazine*, 8, 3-7. 1988.

[7] 지창현, 방중철, 오영택, 홍명석, 자동차공학개론, 오토테크, 2003.

[8] I. Sakai, S. Sakaguchi, T. Haga, "Shift Scheduling Method of Automatic Transmission Vehicles with Application of Fuzzy Logic," *23rd FISITA Congress*, vol. 1, pp. 304-347, 1990.

[9] R. K. Jurgen, *Automotive Electronics Handbook*, McGraw-Hill, 1997.

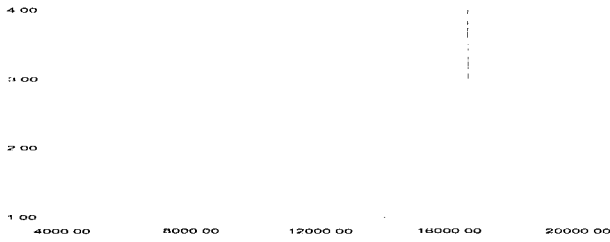


그림 10. PC환경에서의 실차 주행 데이터를 표준 변속선도에 의해 구현한 결과

Fig. 10. Result of shift pattern with standard shift map in the PC

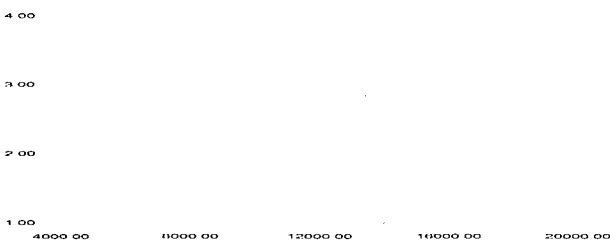


그림 11. 운전성향을 판단하여 조정한 변속선도에 의한 쉬프트 패턴

Fig. 11. Shift pattern by calibrated shift map considering driver's intention

5. 결론 및 향후과제

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

운전자의 성향을 고려하여 다양한 운전 상황에 적응적으로 반응할 수 있고 이를 위해 변속선도를 수정하는 방식을 채택함으로써 기존 시스템의 획일적이고 고정적인 변속에 대한 운전자의 불만 요소를 해소하였다.

이로써, 기존의 AT변속 시스템을 더욱 발전시킨 새로운 방식의 지능형 변속 시스템을 엔진 제어 장치(ECU) 및 변속 제어 장치(TCU)에 내장함으로써 구현할 수 있다.

향후 다양한 학습 요소의 마련을 통해 경사로 주행이나 운전자의 변속 결과에 대한 만족도 등을 평가하여 최상의 변속을 제공하는 지능형 AT변속 시스템의 개발이 요구된다.

저 자 소 개

**김성주(Seong-Joo Kim)**  
2004년 제 14 권 제 6 호 참조  
E-mail : ksj1212@ms.cau.ac.kr

**최우경(Woo-Kyung Choi)**  
2004년 제 14 권 제 6 호 참조

**전홍태(Hong-Tae Jeon)**  
2004년 제 14 권 제 6 호 참조