

가속도계의 동력전달계에서의 응용

박진호 · 서울대학교 정밀기계설계공동연구소
 박영일 교수 · 서울산업대학교 기계설계학과
 이장무 교수 · 서울대학교 기계항공공학부

1. 서론

차량 성능 향상을 위해서는 다양한 요소들에 대한 연구가 필요하다. 여기서는 가속도계를 사용하여 차량의 연비와 가속성을 향상시킬 수 있는 몇 가지 방법을 제시하고자 한다.

우선적으로 고려되어야 할 사항은 연비 평가의 기준이 되는 주행모드이다. 현재의 주행모드는 평지를 가정으로 구성되어 있으며, 실주행 연비와의 차이 때문에 보정계수를 사용하여 연비를 측정하고 있다.

모드주행연비와 실주행연비의 차이는 운전자의 습관이나 차량의 노후정도, 그 외의 다양한 요인들에 의해 나타나지만, 그 중에서도 경사부하에 의한 영향이 상당히 크다고 할 수 있다. 따라

서 주행모드에 경사부하를 포함시키면 실주행연비 예측에 도움이 될 것이다. 주행모드에 경사부하를 포함하기 위해서는 차량 운행 중에 도로 경사도를 측정해야 한다. 여기에 가속도계를 사용하면 어느 정도의 경사도를 측정할 수 있다.

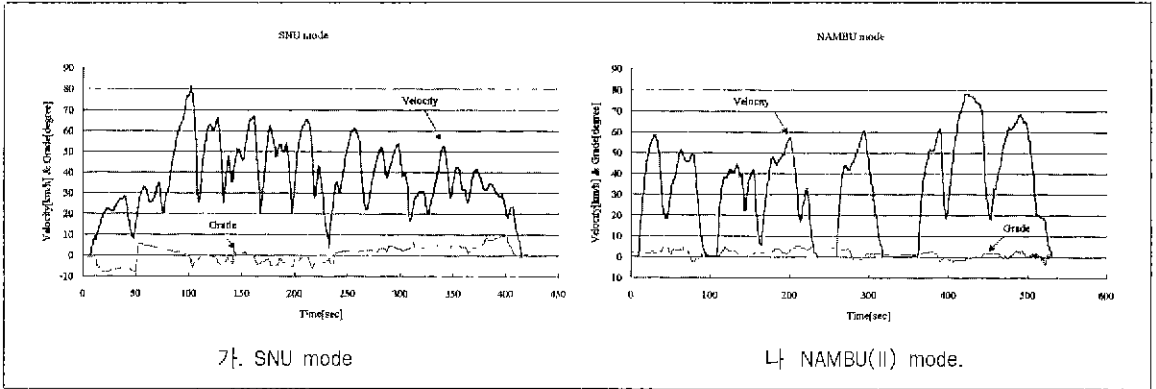
또한 속도 프로파일과 함께 경사 프로파일이 주어지면, 현재 많이 사용되고 있는 연비 예측 프로그램에서도 실주행연비에 가까운 값을 예측할 수 있다. 또한 가속도계의 측정값은 자동변속기나 자동화변속기 또는 하이브리드 차량에서도 변속(주행) 알고리즘을 구현할 때도 사용 가능하다. 본 글에서는 자동변속기를 기준으로 주행모드, 실주행연비, 변속 알고리즘에 대해 간단히 소개하고자 한다.

2. 주행모드

현재 사용되고 있는 주행모드는 보정계수를 도입한 FTP-75 모드이다. 그러나, 현재 국내의 도심 상황과는 맞지 않는다는 지적이 되어왔다^[1]. 국내의 여러 연구소에서도 국내의 주행모드를 제작했었고 현재에도 제작하고 있다. 그러나, 도로 경사도를 포함하지 않는다면 실주행연비에 가까운 연비를 예측할 수 있는 주행모드는 작성하기 어려울 것으로 예상된다.

그 이유는 경사부하가 연비에 상당히 큰 영향을 미치기 때문인데 여기에 대해서는 다음절에서 실험을 통한 결과로서 자세히 언급하기로 한다.

차량 운행중에 도로 경사도를 측정하기 위한 방법들은 이미 다



〈그림 1〉 주행모드

양한 특허가 출원되어 있다.

이 특허들은 대부분 구체적인 방법에서 차이를 보일 뿐 실제적인 개념은 간단하게 귀결된다.

차량 운행 중에 발생하는 차량 가속도와, 기본적으로 중력 가속도의 한 부분인 도로 경사도는 같은 물리량이기 때문에 이것을 분리하는 데에는 문제점이 따르게 되어있다. 물론 차량 밖에서 측정하면 간단하다.

비전 시스템이나 위성을 이용하거나 이미 측정되어서 경사도를 알고 있는 도로를 주행하면 결과는 간단하게 제시할 수 있다. 그러나, 차량 운행중에 차량 안에서 측정이 가능하다면 훨씬 더 간단하게 해결할 수 있을 것이다.

그러므로 대부분의 특허는 차량 운행중에 측정하게 되어 있는데, 차량 운행 방향과 수직 방향에 대한 가속도나, 힘 또는 토크, 압력 등을 측정하여 분리하

는 방법을 사용하고 있다. 그러나, 이론상으로는 분리가 가능하지만 실제적으로 실험을 해 보면 차량의 수직진동에 의한 영향과 가속도계의 수직 방향의 낮은 해상도로 인해 값을 측정하기는 불가능함을 알 수 있다^[2].

실제적으로 사용 가능한 방법은 차량 진행 방향 가속도계와 차량 속도의 미분값으로 도로 경사도를 측정하는 방법이다^[3].

〈그림 1〉은 이 방법을 이용하여 실차로 서울 시내를 주행하여 얻은 주행모드이다. SNU 모드는 서울대학교 순환도로를 주행하면서 측정한 데이터이며 NAMBU(II) 모드는 남부순환

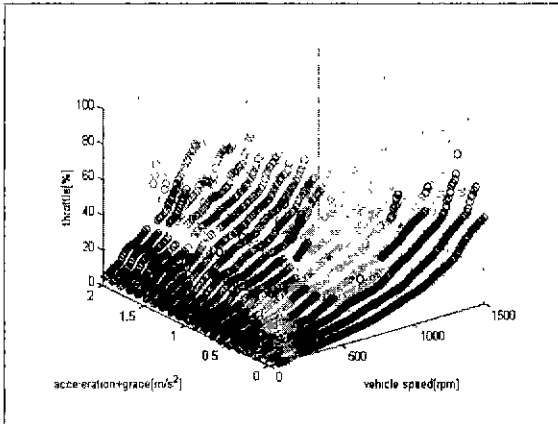
로의 양재역에서 사당역까지의 측정한 데이터이다.

3. 실주행연비

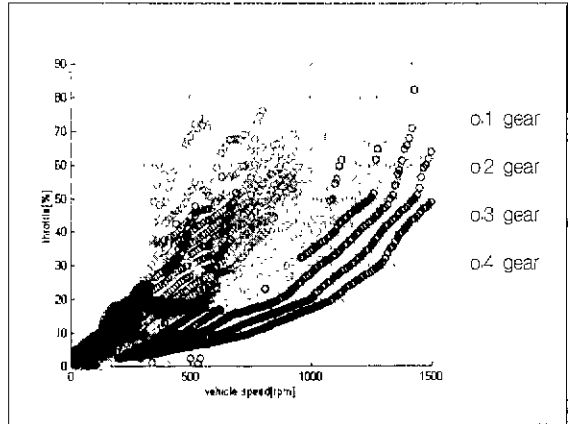
2절에서 제시된 주행모드에 대해 실차 실험을 통해 연비를 측정된 결과와 실험 차량의 공인 연비에 대해 나타낸 것이 〈표 1〉이다 〈그림 1〉에서도 알 수 있듯이 SNU모드가 NAMBU(II) 모드에 비해 경사가 비교적 심한 것을 알 수 있다. 차종과 차량의 노후정도에 따라 다르지만, 대략적으로 도로 경사도가 작은 일반 시내 주행시에는 평지를 기준으로 한 공인연비에 비해 약 25%

〈표 1〉 실주행연비

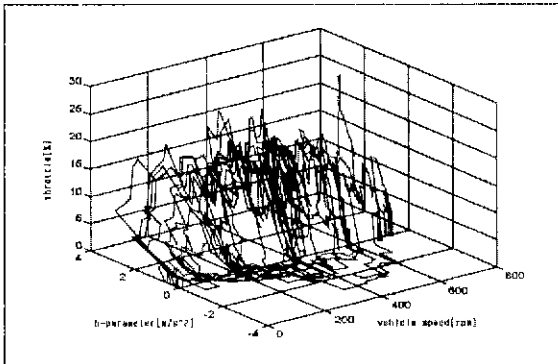
Mode	Fuel economy[km/l]	Error[%]
FTP-75	12.81	0
NAMBU(II)	9.67	-24.5
SNU	7.42	-42.0



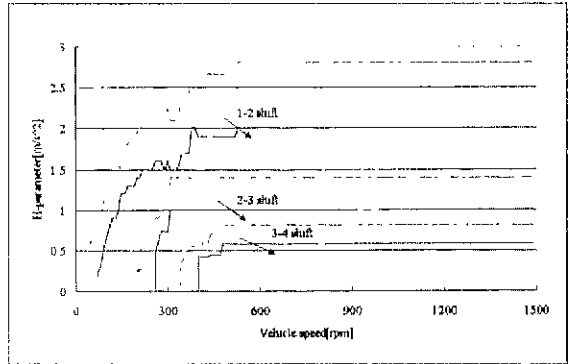
〈그림 2〉 H-V 변속알고리즘의 3차원 도시



〈그림 3〉 스톱-속도 평면의 2차원 도시



〈그림 4〉 NAMBU(II) 모드의 궤적



〈그림 5〉 H-parameter-vehicle speed shift algorithm

정도 나빠지며 도로 경사도가 심한 곳에서는 42%정도까지도 나빠짐을 알 수 있다. 이 차의 운전자가 제시한 일반적인 연비는 NAMBU(II) 모드의 연비와 거의 비슷하다. 따라서, 주행모드에 도로 경사도를 포함하는 것이 어느 정도 타당하다고 할 수 있다^[4)].

4. 변속 알고리즘

일반적인 자동변속기 변속 알

고리즘은 차량 속도와 스톱률 개도로 이루어져 있다.

그러나, 가속시나 언덕길 주행시에 가속성을 유지하면서 연비를 최소로 하는 변속단을 결정하기에는 입력 데이터가 부족하다. 최근에는 퍼지 로직과 뉴럴 네트워크 이론을 사용하여 도로 경사도를 예측하여 변속단을 결정하고 있다.

물론 퍼지 로직과 뉴럴 네트워크 이론에 의해 작성된 변속 알

고리즘은 도로 경사도 외에도 운전자의 의지와 습관까지 포함하여 작성되었기 때문에 좋은 알고리즘이라 할 수 있다.

그러나, 여기에 가속도계의 값을 포함하여 차량 가속도와 도로 경사부하를 고려하여 변속 알고리즘을 구현하면 더 향상된 알고리즘이 될 것이다.

본 글에서는 기존의 표준 변속선도와 비교하여 차량 가속도와 도로 경사부하를 고려한 변속선

도가 가속성과 연비성을 향상시킬 수 있다는 것에 대해 소개한다. 차량 진행 방향에 평행하게 가속도계를 장착하면, 이 가속도계는 차량 가속도와 경사 부하를 동시에 측정하게 된다.

이 물리량을 h-parameter (horizontal accelerometer parameter)라 칭하면, h-parameter는 구름저항과 공기저항을 제외한 나머지 차량 요구 토크에 해당하는 물리량을 나타내게 된다.

구름저항과 공기저항 값을 실험에 근거한 실험식으로 나타내면 차량 속도에 의해 값을 구할 수 있다. 따라서 차량 속도와 h-parameter가 주어지면 차량의 상태가 결정된다. 이것을 이용하여 각 단별로 요구 가속성과 등판성을 만족하면서 최소 연비로 주행 가능한 영역을 표시하면 <그림 2>와 같다.

이 그림을 스톱들과 차량속도 평면으로 투영하면 <그림 3>과 같이 되는데 여기서 알 수 있는 것은 차량속도 500rpm과 스톱들 20%근처에서 각 단이 겹친다는 것이다.

<그림 4>에서 알 수 있듯이 대부분의 시내 주행 모드는 앞에서 서술한 영역에서 운행하게 되는데, 이것이 최적 변속단을 스톱들과 차량속도만으로 결정할 수 없는 이유가 되는 것이다. 그

<표 2> 연비 비교

Mode	Fuel economy by old shiftmap [km/l]	Fuel economy by new shiftmap [km/l]	Improvement [%]
FTP-75	12.8575	12.9141	0.44
SNU	7.4594	7.6352	2.36
NAMBU(II)	9.6448	9.7409	1.00
JAPAN 10-15	10.8355	10.9618	1.17
NEDC	12.4072	12.4295	0.18

<표 3> 속도 비교

Throttle [%]	Speed at 40 sec by old shiftmap [km/h]	Speed at 40 sec by new shiftmap [km/h]	Improvement [%]
5	36.77	37.01	0.7
10	56.68	57.23	1.0
15	64.54	66.20	2.6
20	72.50	77.19	6.5
25	83.81	89.37	6.6

리므로 대부분이 가변 변속선도를 사용하게 되는 것인데, 만약에 차량속도와 h-parameter를 사용하게 되면 가변 변속선도가 아니어도 하나의 선도로 표현이 가능하다.<그림 5>

시뮬레이션을 통하여 기존의 변속선도와 새로운 변속선도의 연비를 비교하여 보면 <표 2>와 같이 되며 연비가 향상됨을 알 수 있다. 또한 <표 3>에서와 같이 가속성도 향상됨을 알 수 있다.

5. 맺음말

여기에 소개된 가속도계는 중력가속도를 측정할 수 있는 가속도계로 가격이 저렴하고 하나의 칩 형태로 이루어져 사용하기 편리하다.

이런 가속도계는 차량에서 현가 장치, 조향 장치등에 사용되고 있으며 승차감의 향상 및 측정을 위해서 실차에 장착하여 사용하기도 한다.

본 글에서는 이런 가속도계를 차량의 가속성과 연비성에 관련지어서 간략하게 서술했다. 앞으로 개발될 차량이 어떤

종류의 차량이든지 가속도계를 사용하여 간단하게 부하를 알 수 있다면 동력원 및 동력전달계의 제어기 설계에 도움이 되리라 생각된다.

〈참고문헌〉

- [1] 이 영재, "우리나라의 연비제도 및 연비현황", 자동차공학회지, Vol. 19 No 3, June 1997
- [2] 박진호, 공진형, 이진원, 조한상, 박영일, 이장무, "도로 경사도 측정 알고리즘 및 경사를 포함한 주행모드", 자동차공학회 춘계학술대회, pp 720~726, 1999
- [3] Hiroshi Ohnishi, Junichi Ishii, Mitsuo Kayano and Hiroshi Katayama, "A Study on Road Slope Estimation for Automatic Transmission Control", In Transactions of Japanese Society of Automotive Engineers Review 21(2000), pp. 235-240.
- [4] 박진호, 박영일, 이장무, "경사가 포함된 도로의 주행시 실제 주행 연비 예측", 한국자동차공학회 논문집, 제8권 제3호, pp65-76, 2000.

〈박진호.pjinho@plaza.snu.ac.kr〉