

미국 자동차 기술 동향

Automotive Technology Trend in USA

한 상 명 · 대우자동차 책임연구원

Sangmyeong Han · Daewoo Motor Co., Ltd.

최근 들어 온건한 입장으로 선화할 조짐을 보이고 있지만 부시 행정부가 출범 초부터 이산화탄소(CO₂)의 강제적 배출 삭감을 내용으로 하는 교토 의정서를 거부하고, 지구 온난화 방지 방안에 대하여 EU와 첨예하게 대립하고 있다. 미국 정부가 CO₂ 감축에 대하여 소극적으로 대응할 경우는 유럽의 140 g/km와 같은 CO₂ 감축 규제 압력은 크지 않은 것으로 예상된다. 하지만 현재 27.5 mpg인 승용차, 20.2 mpg인 트럭의 기업 평균연비 규제를 높이기 위한 미 의회의 움직임은 점차 가시화되고 있으며, 미국 자동차 업계는 현재 판매 이익의 대부분을 얻고 있는 트럭/SUV 규제 강화에 대한 대책 마련에 부심하고 있다.

자동차 엔지니어링에 인공 신경망

(Artificial Neural Network) 기술 적용 동향

인공 신경망은 사람의 두뇌의 신경망과 유사하게 전기적으로 모델링된 시스템을 말하며, Connectionism, Parallel Distributed Processing, Neuro-Computing, Natural Intelligent Systems, Machine Learning Algorithms 등의 이름으로 불리고 있다. 이는 뉴론이라고 불리는 프로세스 요소와 이들의 복합층(Multi layers)으로 구성된 네트워크로 각각의 뉴론의 연결 강

도를 나타내는 연결 계수를 변화하여 주위의 뉴론과 링크되어 있고, 이 전체 네트워크에서 원하는 결과를 얻을 수 있도록 연결 강도를 조정함으로써 학습이 이루어진다. 이와 같이 사람의 두뇌가 작동하는 방법을 닮은 인공 신경망은 충분한 데이터만 주어진다면 많은 독립 및 종속 변수사이의 복잡하고 다차원 및 비 선형적인 관계를 학습하는 능력을 가질 수 있다. 이 기술은 광범위한 문제들을 해결하기 위해 개발 및 적용되고 있으며, 주식 시장 예측, 금융 리스크 평가, 음성/문자 인식 기술, 은행이나 신용 카드에 응용되는 이미지 프로세스와 패턴 인식 등이 대표적인 예이다.

자동차 개발에도 인공 신경망을 이용한 기술의 적용 분야가 확대되고 있다. 지금까지 응용되고 있는 분야를 보면 크랭크 샤프트 등의 엔진 부품의 해석, 기계 진단, 미 연소 진단, 하이브리드 차량의 에너지 저장 시스템 해석, 엔진 성능 및 배출 가스 예측, 차량 소음 해석, 점화 시기 및 공연비 제어를 포함하는 엔진 제어 등이 있으며 다양한 기술 개발의 기초 연구 단계로 적용되고 있다.

더욱 강화되고 있는 배기가스 규제와 차량 연비 개선 요구를 만족하기 위해 자동차 파워트레인의 제어가 더 복잡해지고 있다. SULEV 규제를 만족하기 위해서는 현재의 후처리 시스템의 기술 향상만으로는 한계가 있

고 정교한 점화시기 및 공연비 제어가 절대적으로 필요하다. 특히 가변 밸브 타이밍과 같은 시스템을 엔진 성능 전 영역에서 최적 작동 조건으로 빠르게 전환하기 위해서는 테이블에 기초한 제어 시스템으로는 한계가 있다. SULEV 규제를 만족하기 위해서는 주로 냉시동 조건에서의 HC 감소가 기술적인 어려움이었으나, SULEV 규제에 대응하기 위해서는 엔진 작동 전영역에서 공연비, 점화시기, EGR 등의 최적 제어가 달성되어야 한다. 엔진 시험으로 얻어진 충분한 데이터로 학습을 하고, 실시간 비정상 사이클에서도 엔진 성능, 배출 가스 성분들 및 엔진 작동 변수사이의 관계식이 만들어지면 인공 신경망을 이용한 모델의 적용이 가능하다. 일단 이 모델이 개발되면 실시간 최적 엔진 제어, 온라인 진단, 엔진 시뮬레이션에 사용될 수 있다.

기초 연구 단계의 기술 개발 수준인 현 시점에서 평가한다면 인공 신경망 기술이 자동차의 제어에 당장 양산 적용될 수 있을 것 같지는 않다. 하지만 차량의 운전 조건에서 엔진과 모터 및 발전기의 작동 조건에 대한 최적 제어가 성능 및 연비 향상에 절대적인 하이브리드 자동차의 보급이 확대되고 PZEV(Partial Zero Emission Vehicle) 차량들이 시장의 대부분을 차지하는 시점에는 양상이 많이 달라질 것이다. 특히 복잡한 제어 기술 적용에 걸림돌이 되고 있는 프로세스의 속도 분야도 빠르게 바뀌고 있어 인공 신경망을 응용한 차량 제어의 전망을 밝게 하고 있다. 엔진 ECM에 사용되는 32비트 마이크로프로세서 속도를 증가시키기 위해 델파이는 모토롤라와 차세대 파워트레인 매니지먼트 시스템을 개발한다고 최근 발표했다.

PNGV(Partnership for a New Generation of Vehicles) 기술 개발 동향

1993년부터 시작하여 10년간 미국 자동차 산업의 경쟁력을 향상시키기 위해서 미국 정부와 자동차 업계가 공동으로 진행하고 있는 PNGV에서 개발된 기술들이 점차적으로 양산에 적용되고 있다. 최근 PNGV를 통해

발표된 엔진 및 후처리 시스템과 관련하여 진행되고 있는 기술 개발 현황을 보면 다음과 같다.

◆ Dimethyl Ether(DME) 연료 시스템

엔진 벤치에서 AVL 연료 시스템으로 DME에서 작동하는 포드 DIATA 엔진이 공개되었는데, 초기 시험 결과 스모크나 냄새가 없고 연소 소음도 아주 낮은 것으로 평가되었다. 또한 초기 배출 가스 개발 시험에서는 Diesel Baseline대비 HC와 CO는 높으나 산화촉매로 만족할 만한 수준으로 감축할 수 있으며, Soot 입자성 물질이 거의 없고 NOx도 80% 이상 줄일 수 있는 것으로 발표되고 있다.

◆ High-Speed Direct-Injection (HSDI) 엔진

가시화 엔진으로 연소실내의 유동을 측정하고 Blow-by 및 Crevice 유동을 시험한 결과를 KIVA 코드에 접목하여 엔진의 전 사이클을 포함하는 다차원 모델 시뮬레이션을 수행하고 있다. 연료 분사 노즐 및 압력 변화에 따른 Soot 및 NOx의 상관관계를 규명하기 위해 시험과 모델링을 병행하고 있다.

◆ Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI) Combustion Program

연소 시험이 가능한 엔진 조립을 완료하였고 가시화 엔진 설계를 50% 완료하였다. 아주 낮은 부하 조건에서 완전 HCCI 연소를 제한하는 메커니즘을 규명하기 위하여 Chemkin 계산을 진행하고 있다.

◆ Piezoelectric Common Rail Advanced Fuel Injection System

FEV가 개발한 Piezoelectric 인젝터는 소량의 Pilot 분사 기능, Multiple 분사, 분사율 조정 및 부가적인 분사와 같은 우수한 성능을 가지고 있다. 이 인젝터를 이용하여 다양한 부하와 엔진 속도에서 엔진의 성능, 배출 가스 및 연비 개발을 위하여 연료 분사 제어량을 결정하기 위한 엔진 동력계 시험을 수행하고 있으며, 연료 분사의 특성이 디젤 엔진의 성능 및 배출 가스에 미치는 영향의 규명에 많은 기여를 할 것으로 기대하고 있다.

◆ Microwave Regenerated Particle Filters

포드 1.2L DIATA 엔진 시험 결과에 의하면, 이 필터가 86%의 입자 제거 성능과 마이크로웨이브 청소를 이용하여 공회전 조건에서 95%의 필터 재생 성능을 보이고 있다. 또한 1.9L TCIDI 엔진 시험 결과로는 95% 입자 제거 성능과 엔진 속도에 따라 영향을 받지 않고 가감속 사이클에서도 일정한 필터의 성능을 보이고 있다. 이 필터에 산화 촉매를 적용하여 1,600 & 2,300 rpm에서 85% HC 정화를 얻었다. 이 결과들은 고정된 엔진 조건에서 달성된 것으로 실차 조건에서의 시험을 계속 진행할 계획이다.

◆ Plasma Assisted Catalyst

Cascade Reactor 개념을 이용하여 파워소모를 줄이면서 시험실 조건에서 90% NOx 정화 성능을 달성하였고, NOx 정화를 시작하는 플라즈마 화학 반응의 주요 성분을 규명하는 등의 Catalyst 개발을 계속하고 있다. 그 동안 최적 구멍 크기와 양이온이 규명되고 Acid Sites의 역할이 정의되어 더욱 향상된 Catalyst 재질이 개발되었다. 엔진 동력계에서 약 50%의 정화 성능을 보이고 있으며 이는 실험실 성능과 유사한 결과이다.

◆ Evaporative Control Systems

연료가 스며드는 현상과 누유를 줄이기 위해 표준화된 연료탱크 크기와 성능 규격을 개발하였고, ORVR(Onboard Refueling Vapor Recovery)를 위해 연료 주입을 조건을 개선하고, LEV II 증발 가스 규제를 만족하기 위해 필요한 15년/15만 마일 부식 규제조건을 위한 부품의 검증 절차를 개발하고 있다.

◆ Emission Control System Development Tools

자동차 업계에 적용되고 있는 제어 알고리즘을 설명하는 가이드를 제작하고, Tool 업체와 자동화 및 측정 시스템의 표준화를 위한 노력을 진행하고 있다.

압력 변화에 민감한 페인트 개발

포드는 현재의 차량 주위의 유동에 따른 압력 분포를 측정하는 방법을 획기적으로 개선하고 시험 소요 시간을 크게 줄인 압력 측정용 페인트를 개발했다고 발표했

다. 이 페인트를 이용한 압력 측정 방법으로 현재의 방법보다 다양한 많은 위치에서 압력 데이터를 얻을 수 있고, 시험 시간이 몇 주 단위에서 몇 시간 단위로 줄어 풍동에서 자동차 모델을 변경하면서 측정이 가능하기 때문에 새로운 모델을 설계하는 데 소요되는 엔지니어링 시간을 줄일 수 있다는 것이다.

이 페인트를 이용한 압력 측정 기술은 그 동안 항공 산업에서 사용되어 왔는데 800 km/h 이상의 속도에서만 작동하는 제한이 있었으나, 포드의 연구진은 고속도로의 속도에서도 측정 가능할 수 있도록 기술 개발을 진행하여 본격적인 적용 단계에 도달하게 된 것이다. 시험 방법을 보면 압력 민감형 페인트를 시험용 차량 표면에 바르고 어두운 풍동에 차량을 설치하여 청색광을 비춘다. 풍동을 가동하여 측정하고자 하는 유동 속도에서 적색 필터를 장착한 디지털 카메라로 측정 위치를 촬영한다. 유동이 없을 때의 이미지와 유동이 있을 때의 이미지를 비교할 수 있는 소프트웨어를 이용하여 이 이미지 형태의 차이로 압력 분포를 얻는 것이다.

자동차 주위의 유동 분포는 차량 연비와 주행 소음에 밀접한 관련이 있다. 따라서 유동 저항을 최소화하기 위해서 풍동에서 다양한 형상의 모델의 유동 시험을 하고 있다. 현재의 방법으로 정확한 압력 분포를 얻기 위해서는 많은 측정 위치에 구멍을 내어야 하기 때문에 시험을 위한 상당한 준비 시간이 소요되고 있고, 형상 변경에 따른 압력 변화를 측정하기 위해서는 이와 같은 작업을 반복해야 한다. 압력 민감 페인트를 이용한 측정 예를 보면, 운전자 옆 유리창의 압력 측정에 약 100개의 구멍을 사용했으나, 압력 측정용 페인트를 사용하면 같은 면적에 210,000개에 해당되는 압력 데이터를 얻을 수 있어 압력 변화에 의한 소음 규명에 큰 기여를 할 수 있다고 포드는 발표하고 있다. 1999년 이후 이 기술의 개발해 왔으며 2005년 모델 개발에는 이 기술이 본격적으로 적용될 수 있을 것으로 기대하고 있다.

〈한상명 편집위원 : smhan@dwmc.co.kr〉