

하이브리드 전기자동차 시뮬레이션 - ADVISOR

남중하*, 최진홍*, 백종엽*, 장대경**, 황호석*
 (주)파워스마트기술연구소*, (주)아이티엠 반도체**

The Simulation of Hybrid Electric Vehicle - ADVISOR (Advanced Vehicle Simulator)

Jong-ha Nam*, Jin-hong Choi*, Jong-yeop Baek*, Dae-kyoung Jang**,
 Ho-seok Hwang*,
 POWER STLAB Co., LTD*, ITM Semiconductor**

ABSTRACT

The U.S. Department of Energy's National Renewable Energy Laboratory (NREL) first developed ADVISOR in 1994. Between 1998 and 2003 it was downloaded by more than 7,000 individuals, corporations, and universities world-wide. In early 2003 NREL initiated the commercialisation of ADVISOR through a public solicitation. AVL responded and was awarded the exclusive rights to license and distribute ADVISOR world-wide. AVL is committed to continuously enhance ADVISOR's capabilities. Provides rapid analysis of the performance and fuel economy of conventional and advanced, light and heavy-duty vehicle models as well as hybrid electric and fuel cell vehicle models. ADVISOR Simulates the Following Vehicle Characteristics.

- Optimal drivetrain component sizes that provide the best fuel economy
- Vehicle's ability to follow the speed trace
- Amount of fuel and/or electric energy required by various vehicle concepts
- Peak power and efficiency achieved by the drivetrain components
- Torque and speed distribution of the engine
- Average efficiency of the transmission
- Gradeability of vehicles at various velocities

1. 서 론

식품에서부터 자동차까지 친환경이라는 말은 우리에게 더 이상 생소하지 않은 단어이다. 2005년 2월 16일 발효된 기후변화의 주 요인인 온실가스 배출 감축을 위한 교토의정서 또한 이러한 친환경이란 말과 무관하지 않다. 교토의정서의 발효 이후 세계 각국은 의무화된 규제조항을 만족하기 위해 막대한 자본을 투입하고 있다. 우리나라의 경우 온실가스 배출량이 세계 9위에 달하고 있으며, 전체 온실가스 배출량의 82.5% 정도가 화석에너지의 사용에 의해 발생되고 있다. 이중 이산화탄소의 경우 전체배출량의 27%를 자동차에서 배출되며, 이로 인해 세계

각국에서는 자동차에서의 배출가스를 규제하는 조항을 법제화하고 있다. 이러한 규제는 앞서 미국의 경우 캘리포니아 주정부에서 1998년부터 전기자동차 사용을 의무화하는 ZEV 규제를 입법화하면서 본격화되었고, 무공해 및 저공해 자동차의 개발이 활발하게 진행되었다. 이들 자동차의 대표적인 경우가 순수전기자동차와 하이브리드 전기자동차로 분류된다. 하지만 전기자동차의 경우 배터리의 가격문제와 충전시간이 장시간 소요되어 개발의 초점이 하이브리드 전기자동차에 맞추어지고 있으며, 일부는 이미 상용화가 되어 있다. 본 논문에서는 이러한 친환경 자동차의 개발에 필요한 하이브리드형 전기자동차의 시뮬레이션 툴인 ADVISOR(Advanced Vehicle Simulator)에 대해 소개하고 Toyota Prius를 대상으로 특정 주행모드에서의 배터리의 충전 전류를 실험을 통해 시뮬레이션과 비교함으로써 타당성을 검증하였다.

2. 본 문

2.1 ADVISOR의 소개

Advisor는 Matlab을 기반으로 하는 시뮬레이터로서 NREL(National Renewable Energy Laboratory)에서 1994년 DOE(Department of Energy, 미국 에너지성)의 Hybrid Program을 지원하기 위해 만들어졌다. 이후 1998년 9월 Vehicle Systems Analysis Web을 통해 공개되었으며, 2003년 기준 약 7,000명의 사용자가 Advisor를 사용하고 있는 것으로 알려졌다. 주 사용자는 Ford, Daimler Chrysler, General Motors 등 산업체와 대학, 정부연구소 등이며, Advisor를 기반으로 한 각종 논문, 보고서 등을 꾸준히 발표하고 있다. 최근에는 AVL에서 상업용 버전인 2004를 유상판매하고 있다. 본 논문에서는 공개버전인 ADVISOR 2002를 대상으로 소개 및 시뮬레이션을 실시하였다.

2.2 ADVISOR의 구성

그림 1은 Advisor Version 2002의 초기 실행화면이다. 실행을 하게 되면 그림 2에서 4까지 총 3단계를 거쳐 변수의 입력 및 결과를 도출하게 된다. 각각에 단계에 대해 살펴보면 첫 번째 단계는 Vehicle Input이다. 여기서는 시뮬레이션을 실시코자 하는 차종을 선택하고 시뮬레이션 조건 등을 입력하는 부분이다. Advisor에서는 Toyota의 Prius를 비롯한 다양한 자동차제

조사에서 생산, 개발하는 차종에 대해 기본적인 제원이나 특성이 모델링되어 있다. 두 번째 단계는 Simulation Setup이다. 여기에서는 시뮬레이션을 하고자 하는 주행모드를 선택하고 시뮬레이션에 앞서 차량의 초기 조건들을 입력하는 단계이다. 세 번째 단계는 Simulation Results이다. 여기서는 앞서 단계에서 입력된 조건으로 시뮬레이션을 실시한 결과를 나타내고 있으며, 각각의 시뮬레이션 데이터는 그래프로서 표시되게 된다.

1.3 ADVISOR의 활용

그림 5는 Advisor의 활용에 대한 일부 결과를 나타내고 있다. 본 시뮬레이션에서는 HEV의 대표적인 차종인 Honda의 Insight와 Toyota의 Prius를 대상으로 Ni-MH 배터리의 초기 SOC를 달리 적용하고 시뮬레이션을 실시하였을 경우를 가정하여 Target SOC를 추종하는 과정을 나타내고 있다. 결과에서 알 수 있듯이 Insight의 경우 약 52%, Prius의 경우 약 56%에서 Target SOC가 형성됨을 알 수 있다. 이외에도 연비, 배기 가스, 토오크, 온도 등 다양한 부분에 대해 결과를 도출할 수 있으며, 특성이나 분석이 용이도록 구성되어 있다.



그림 1 ADVISOR 2002 초기 화면
Fig. 1 ADVISOR 2002

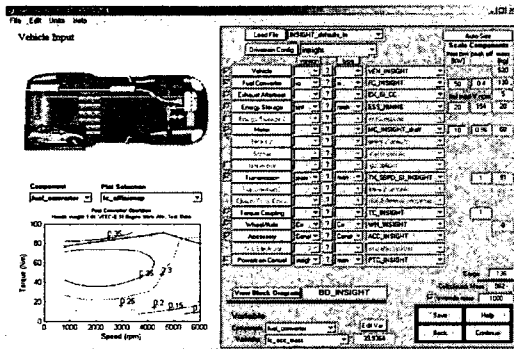


그림 2 Vehicle Input
Fig. 2 Vehicle Input

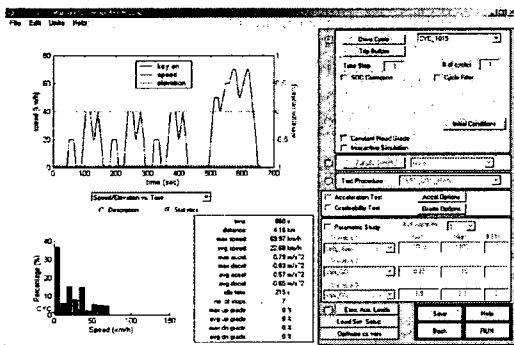


그림 3 Simulation Setup
Fig. 3 Simulation Setup

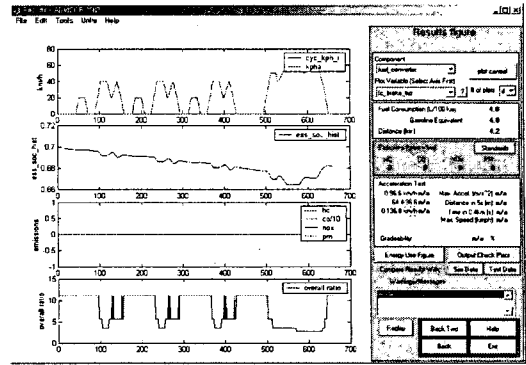
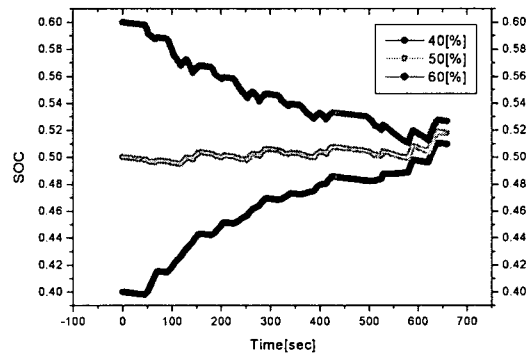
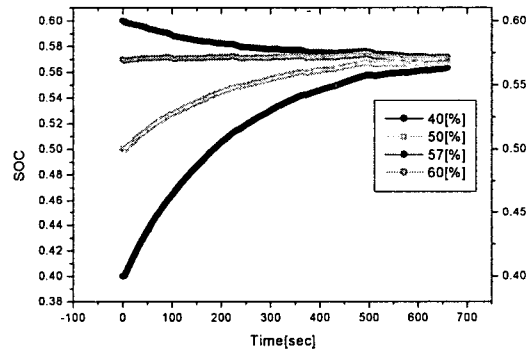


그림 4 Simulation Results
Fig. 4 Simulation Results



(a) Honda Insight 초기 SOC별 변화



(b) Toyota Prius 초기 SOC별 변화

그림 5 차량별 타겟 SOC 추종 결과
Fig. 5 Simulation Results of Target SOC

3. 시험 및 결과

Advisor의 시뮬레이션 결과에 대한 타당성 검증을 위해 본 논문에서는 HEV의 대표적 차량인 Toyota의 Prius를 대상으로 Japan 10·15 주행모드에서 시뮬레이션 및 실차시험을 실시하였다. 측정항목으로는 차량의 구동시 어시스트를 위한 Ni-MH 배터리 팩의 전류를 측정 및 분석하였다. 일반적으로 차량의 시험에 사용되는 주행모드는 각 나라의 도로상황을 고려하여 적용하고 있으며, 본 논문에서는 일본의 대표적인 도심 운전모드인 Japan 10·15모드를 적용하였다. 시뮬레이션 및 시험결과에서 배터리 전류는 그림 6과 7에 나타내었으며, 결과에

서 차이가 발생하는 것은 차량의 모델링, 실차시험시 환경적조건 및 실험자가 직접 시험모드를 주행함으로써 발생된 오차에 의한 것으로 판단된다. 본 시험결과는 HEV에서 충방전 전류범위 해석을 통해 배터리의 용량을 선정하고 배터리 ECU의 설계시 반영될 수 있으며, 또한 배터리의 시험시 실제 전류패턴을 적용할 수 있다는 장점을 가진다.

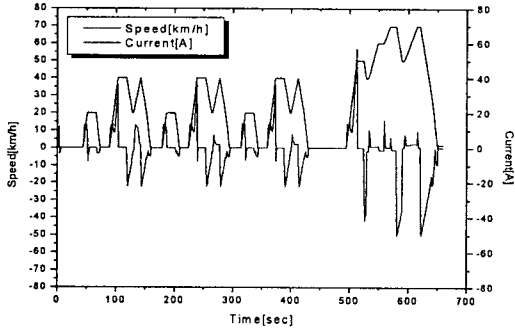


그림 6 시뮬레이션 결과
Fig. 6 Simulation results

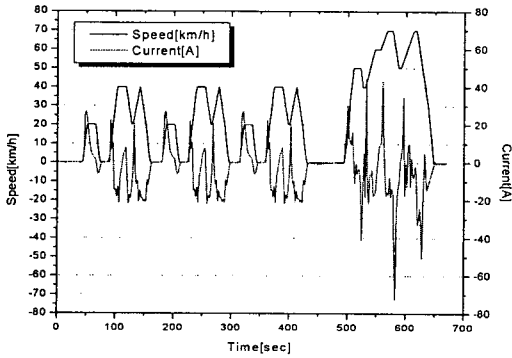


그림 7 실험결과
Fig. 7 Experimental results

4. 결론

최근 고유가 및 환경오염이 대두되고 있는 실정에서 하이브리드 전기자동차는 이러한 문제점을 보완할 수 있는 대안으로 대두되고 있다. 하지만 아직 보편화된 기술이 아닌 관계로 특성이나 모델링에 어려운 점이 많았던 것이 사실이다. 이러한 점에 착안하여 본 논문에서는 하이브리드 전기자동차 시뮬레이션 툴인 Advisor를 소개하고 구성 및 활용방안을 제시하였다. 차후 Advisor를 적절히 활용한다면 아직까지 일부 선진외국에서만 소량 생산되어 시판되고 있는 하이브리드 전기자동차의 특성파악은 물론 국내에서 이와 관련한 개발자들의 설계에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 중소기업청의 기술혁신사업 기술연구회 공동연구개발사업 과제인 친환경 수송기계용에너지 저장장치 개발 연구의 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] 남중하, 최진홍, 김승중, 황호석, 김재웅, "하이브리드 전기자동차용 배터리 ECU 설계 및 잔존용량 알고리즘에 관한 연구", 전력전자학회 논문지, pp. 319-325, 2004. 8.
- [2] 남중하, 최진홍, 김승중, 김재웅, "하이브리드 전기자동차용 배터리 ECU 개발", 전력전자학회 학술대회지, pp. 740-744, 2003. 7.
- [3] H.L.Chan, D.Sutanto, "A New Battery Model for use with Battery Energy Storage Systems and Electric Vehicles Power Systems", IEEE, pp. 470~475, 2000.
- [4] <http://www.avl.com>.