

## 동적계획법을 이용한 자작 하이브리드 자동차의 용량 매칭

김기수<sup>a</sup>, 김진성<sup>a</sup>, 박영일<sup>a\*</sup>**Component Sizing for the Hybrid Electric Vehicle (HEV) of Our Own Making Using Dynamic Programming**Gisu Kim<sup>a</sup>, Jinseong Kim<sup>a</sup>, Yeong-il Park<sup>a\*</sup><sup>a</sup> Department of Mechanical System and Design Engineering, Seoul National University of Science and Technology, 232, Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul 01811, Korea**ARTICLE INFO***Article history:*Received 31 August 2015  
Revised 24 September 2015  
Accepted 25 September 2015*Keywords:*Hybrid Electric Vehicle  
Dynamic Programming  
Component Sizing  
Fuel Economy  
HEV performance  
Backward simulation**ABSTRACT**

Generally, the fuel economy of hybrid electric vehicle (HEV) is effected by the size of each component. In this study the fuel economy for HEV of our own making is evaluated using backward simulator, where dynamic programming is applied. In a competition, the vehicle is running through the road course that includes many speed bumps and steep grade. Therefore, the new driving cycle including road grade is developed for the simulation. The backward simulator is also developed through modeling each component. A performance map of engine and motor for component sizing is made from the existing engine map and motor map adapted to the HEV of our own making. For optimal component sizing, the feasible region is defined by restricting the power range of power sources. Optimal component size for best fuel economy is obtained within the feasible region through the backward simulation.

**Nomenclature** $A_f$ : Frontal area  
 $F_a$ : Aerodynamic drag force  
 $F_g$ : Grading resistance force  
 $F_r$ : Rolling resistance force  
 $F_{trac}$ : Traction force  
 $F_{veh}$ : Road load  
 $P_c$ : Engine power  
 $P_m$ : Motor power  
 $V_{veh}$ : Vehicle velocity $C_d$ : Drag coefficient  
 $C_r$ : Rolling resistance  
 $m_{veh}$ : Mass of vehicle  
 $\alpha$ : Angle of inclination of the road  
 $\rho_a$ : Air density  
 $\eta_d$ : Differential gear efficiency  
 $\eta_t$ : Transmission efficiency**1. 서론**

세계적으로 친환경 자동차가 환경 문제 및 에너지 고갈 문제의

\* Corresponding author. Tel.: +82-2-970-6352  
Fax: +82-2-948-1651

E-mail address: yipark@seoultech.ac.kr (Yeong-il Park).

해결 방안으로 제시되고 있으며 최근에는 의무적으로 일정 이상의 연비 성능을 요구하고 있다. 기존의 차량을 유지하면서 차량 성능과 연비성능을 향상시키는 연구가 많이 진행되고 있으며 하이브리드 자동차가 대표적이다. 하이브리드 자동차는 많은 연구와 함께 실제 상용화되어 점차 자동차 시장에서의 점유율을 높이고 있다. 국내 하이브리드 자동차를 포함하여 친환경 자동차 시장은 아직 세계 수준에는 많이 미흡한 실정이다.

이에 대학생들의 자동차 기술을 습득시키고 미래 친환경 자동차 산업을 이끌어갈 인재육성을 위하여 자작 하이브리드 자동차 경진대회가 개최되고 있다. 매년 한국기술교육대학교에서 개최하는 전국 대학생 하이브리드 자동차 경진대회는 국내 최대 규모의 하이브리드 자동차 경진대회로서 대학생 및 대학원생들의 참가를 독려하며 하이브리드 차량 기술 이해를 장려하기 위한 목적을 가지고 있다.

본 논문에서 소개하는 자작 하이브리드 자동차는 경진대회를 위해 제작한 차량이며 대회 특성에 맞는 차량 성능 및 연비 극대화를 위하여 대상 차량에 대한 용량매칭을 수행하고자 한다. 자작 자동차 설계 제작 과정에서 엔진, 모터와 같은 하이브리드 차량의 구성 요소들의 용량 매칭을 수행하고 그 결과를 이용한 연비 성능을 평가하였다. 엔진과 모터의 용량의 조합을 어떻게 하는지에 따라 차량의 연비 성능이 매우 달라지므로 용량 매칭의 결과가 차량의 연비 성능 향상에 많은 영향을 미칠 수 있다. 용량 매칭에 사용된 엔진과 모터는 일반적으로 사용하는 엔진 및 모터를 기준으로 스케일링 기법을 이용해 데이터를 구성했다. 또한 대회 경기장의 주행 사이클은 속도감속 범퍼와 가파른 경사를 포함하고 있어 차량 시험 주행 결과와 GPS를 이용한 고도 정보를 활용한 주행사이클을 구성하여 시뮬레이션에 적용하였다. 자작 하이브리드 자동차의 용량 매칭을 위하여 DP(dynamic programming) 기법을 적용한 후 방향 시뮬레이션 프로그램을 개발하여 대상 용량 조합에 대한 연비 평가를 수행하였다<sup>[1]</sup>.

## 2. 자작 하이브리드 자동차 제원 및 주행전략

### 2.1 자작 하이브리드 자동차

자작 하이브리드 자동차는 용이하게 제작이 가능한 병렬형 방식의 구조를 선택하였으며 Fig. 1과 같이 모터와 엔진의 동력이 동일 축으로 전달 합쳐지며 바퀴에 구동력을 전달한다. 구동력이 합쳐지는 과정에서 발생하는 엔진과 모터의 구동 불일치에 의한 부하 및 변속 부하는 구동부에 장착된 원웨이 클러치가 보정하도록 하였다. 엔진과 체인으로 연결된 구동부에 보스형 기어를 장착하였으며 장착된 보스형 기어에 원웨이 클러치를 가공하여 삽입하였다.

이러한 특징으로 구동축에서 엔진 동력을 전달하는 기어는 원웨이

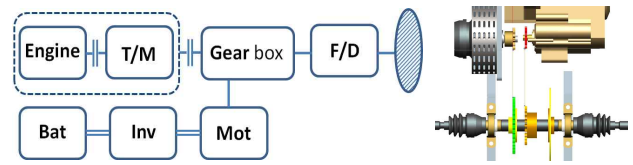


Fig. 1 Parallel type hybrid electric vehicle

Table 1 Vehicle specification

Motor	Rate 6.8 kW, Max 14.4 kW
Engine	110 cc, 5.8 kW
Battery	48 V 80Ah Lithium-ion
Vehicle mass	252 kg
Frontal area	0.6 [m <sup>2</sup> ]
Tire radius	0.215 [m]

Table 2 Vehicle gear ratio

EG Gear ratio	1 <sup>st</sup> :2.45, 2 <sup>nd</sup> :1.8, 3 <sup>rd</sup> :1.4, 4 <sup>th</sup> :1.086
EG Final Gear ratio	7.2:1
Motor Gear ratio	3:1

이 클러치 역할을 수행한다. 그 효과로 모터와 엔진의 동력을 동시에 사용할 경우 엔진에서 발생될 수 있는 부하 및 관성 주행 시 발생하는 부하가 제거된다. 기존에 적용된 차량 엔진으로는 KR모터스의 KM110 엔진을 장착하였으며, 구동 모터는 SAIETTA AGNI 143 모델을 장착하였으며 엔진과 모터의 최대 출력은 5.8 kW, 14.4 kW이다. 모터 구동 및 차량 경량화를 위해 최대출력 20 kW급 리튬이온배터리를 사용하였다. Table 1, Table 2는 차량의 제원이다<sup>[2,3]</sup>.

### 2.2 주행 사이클

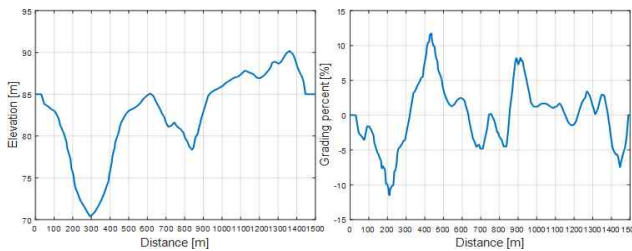
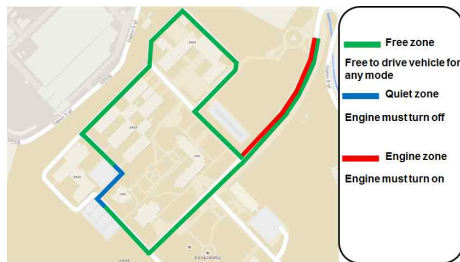
대회 경기장은 한국기술교육대학교 교내 주행 도로이며, Fig. 2(a)에서 보이는 바와 같이 각 구간별로 대회 규정에서 요구되는 주행 모드를 갖고 있다. 시뮬레이션을 위해 필요한 주행 경기장 주행 사이클은 실차 테스트 주행을 통한 속도 측정과 GPS 및 고도 데이터를 수집하여 Fig. 2(b)와 같이 경사도를 포함한 주행 사이클 프로파일을 구성하였다. 주행 도로의 경사도는 GPS 고도 정보를 수집한 후 구성하였으며 고도 데이터로 구성된 경사도 중 비정상적인 부분은 low pass filter 기법을 이용하여 보정하였다. 구성된 경기장 주행 사이클 특성은 Table 3과 같다<sup>[3]</sup>.

### 2.3 주행 전략<sup>[2]</sup>

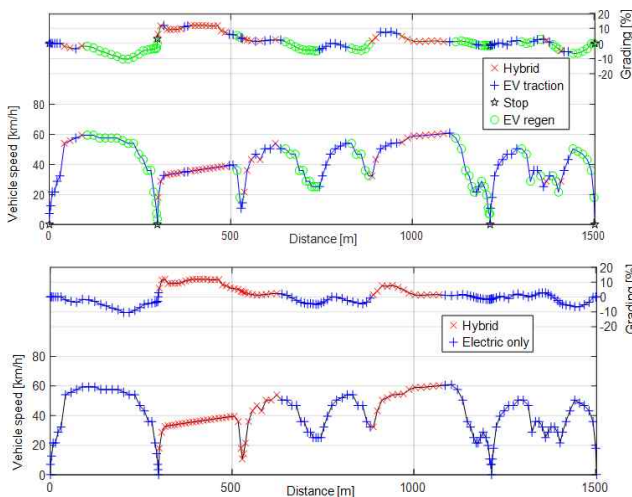
자작 하이브리드 자동차의 주행 전략은 기존 연구에서 수행하여 도출된 최적의 결과를 적용하였으며, 대회 경기 규정에 제시된 각 구간별 제한 조건과 도로의 경사도가 포함된 주행 사이클을 고려하

**Table 3 Characteristics of Koreatech road cycle**

Test cycle	Koreatech
Driving time	145 sec
Total driving distance	1.5026 km
Mean velocity	37.0504 km/h
Max velocity	60.84 km/h

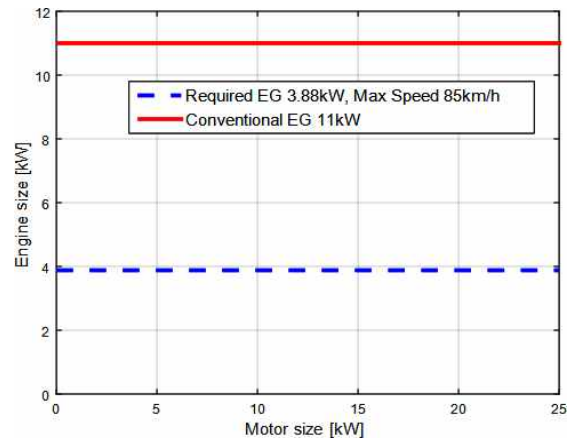


**Fig. 2 Driving circuit and road cycle with road grade**



**Fig. 3 Strategy for driving mode shift**

여 주행전략을 재구성하여 시뮬레이션을 수행하였다. 기존 연구에서 제시한 주행전략은 대회의 특성상 존재하는 engine zone(엔진이 반드시 켜져 있어야 하는 구간), quiet zone(반드시 모터로만 주행해야 하는 구간), stop and go(반드시 정지 후 출발해야 하는 구간) 구간의 제약 조건과 SOC를 ILAP에 1.5% 사용하도록 반영하고 설정하여 DP로 시뮬레이션 후 도출된 결과이다. Fig. 3에서 제시하는 주행 전략은 ‘+’ 표시가 EV 모드, ‘x’ 표시가 HEV 모드를



**Fig. 4 Conventional engine & required engine for max speed**

나타내고 있다. Fig. 3 상단의 주행 전략은 DP를 이용한 최적의 주행 전략 모드를 제시하고 있다. 하지만 순간적인 모드 변경과 빈번한 엔진 on/off는 오히려 연비에 좋지 않을 수 있으며, 또한 운전자의 실수를 초래 할 가능성이 높다 이를 현실적으로 제안한 것이 Fig. 3에서 하단에서 제시하는 주행 전략이고 본 논문에서는 용량 매칭을 수행하기 위한 주행 전략으로 적용하였다.

### 3. 동력원 용량 매칭

하이브리드 차량의 동력원인 엔진과 모터의 용량을 선정하기 위한 용량 매칭 과정에는 많은 엔진과 모터의 후보군이 필요하다. 과정을 좀 더 효율적으로 수행하기 위하여 본 논문에서는 차량의 최대 주행 속도, 등판 성능, 가속 성능 및 기타 성능을 고려한 적용 가능 영역으로 정의하였으며, 이를 제한 조건으로 하여 가용범위를 제한 후 용량 매칭을 수행하였다.

#### 3.1 최대 주행 속도

대회 경기를 위해 제작된 하이브리드 자작 자동차의 엔진 최소 출력을 계산하기 위해 차량의 최대 주행속도를 대회 경기장 코스 및 규정 등의 특성을 고려하여 설정하였다. 결론적으로 최대 주행 속도를 직선 구간에서 추월이 충분한 속도인 85 km/h로 설정하였다. 설정한 최대 주행속도로 주행할 때 필요한 엔진의 요구 동력을 식 (1)을 이용하여 Fig. 4의 범위를 선정하였으며, 입력 데이터는 Table 4의 값을 적용하였다.

$$P_e = \frac{1}{\eta_d \eta_t} F_{veh} V_{veh} = \frac{1}{\eta_d \eta_t} (F_a + F_r) V_{veh} \quad (1)$$

$$F_a = \frac{1}{2} \rho A_f C_d V_{veh}^2$$

$$F_r = C_r m_{veh} g \cos(\alpha)$$

$$F_g = m_{veh} g \sin(\alpha)$$

Table 4 Parameters of the target vehicle

$\rho_a$ [kg/m <sup>3</sup> ]	1.204
$A_f$ [m <sup>2</sup> ]	0.6
$C_d$	0.5
$C_r$ [Asphalt road]	0.01
GVW [kg] [driver 60 kg]	252
Gravitational accel, g [m/s <sup>2</sup> ]	9.81
$\eta_d$	0.9
$\eta_t$	0.85
Fuel density [kg/l]	0.749
$V_{veh}$ [m/s]	23.62

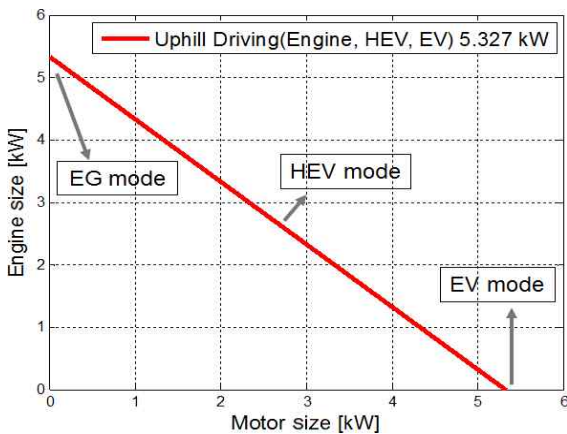


Fig. 5 Required power for uphill driving

### 3.2 등판 성능

하이브리드 차량의 등판성능을 만족하도록 식 (2)를 이용하여 등판시 필요한 차량의 요구 동력을 계산하였다. 차량 총중량에 1인 운전자 질량 60 kg을 포함하였고 등판 성능은 주행 경기장의 최대 경사도인 15%를 40 km/h로 주행할 수 있는 출력을 최소 요구 파워로 설정하였다. 엔진과 모터의 동력을 동시에 사용할 때로서 Fig. 5와 같은 범위가 계산되었다.

$$P_{total} = (F_g + F_r) V_{veh} \quad (2)$$

$$P_{total} = (m_{veh} g \sin(\alpha) + C_r m_v g \cos(\alpha)) V_{veh}$$

$$P_{total} = \eta_d \eta_t P_e + \eta_d \eta_t P_m$$

### 3.3 추가 고려사항

앞서 제시한 것만으로 적용 가능 영역을 구성하면 모터의 용량에 제한을 둘 수가 없다. 추가적으로 모터를 구동하는 배터리의 최대 출력을 제한 사항으로 적용하여야 하며 최대 출력 20 kW로 모터 용량의 한계를 설정하여 Fig. 6에 실선으로 나타내었다.

Fig. 5는 엔진과 모터의 출력으로써 구성한 것으로 일반적으로 등과위 선도를 기준으로 후보군이 선정하였다. 그러나 발생될 수

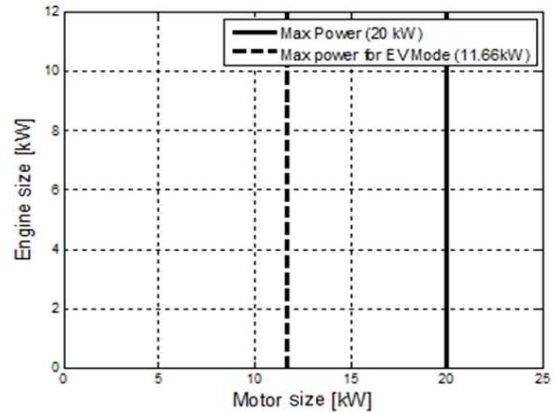


Fig. 6 Maximum output power for EV driving

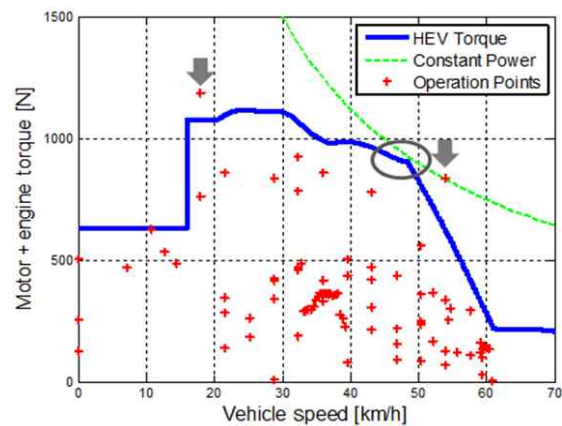


Fig. 7 Operation points of power sources

있는 오류로 주행 사이클에서 요구되는 동력이 모터와 엔진의 최대 토크 선도와 등과위 선도 사이 영역에서 요구되면 주행이 불가능한 순간이 된다. Fig. 7 화살표로 표시된 두 점은 등과위를 이용하여 동력원 스케일링 후 작동점을 분석하는 과정에서 발견된 문제점이다. 이러한 지점이 시뮬레이션 수행결과 주행 사이클의 EV zone에서 발견되었으며 이 구간에서 요구되는 최소 파워를 계산하여 Fig. 6에 점선으로 나타내었다. 차량 주행 시 요구되는 토크는 주행 사이클의 속도, 경사와 차량 데이터를 이용하여 계산하였다. Fig. 7과 같이 HEV 견인력 선도에 주행 사이클에서 요구되는 동력의 작동점을 나타내었다. 대부분의 작동점이 등과위 선도 내부 나타났지만, 실제 구동 할 수 있는 최대 HEV 토크 선도의 외부에서도 동력이 요구 되는 점이 발견되었다. 불가능한 동력 작동점에서의 토크와 이에 대해 동일한 속도에서 가능한 최대 토크의 비율만큼 등과위 선도를 조정했다. Fig. 8에 점선으로 결과를 나타내었으며 적용 가능 구간 조건을 재구성하였다.

### 3.4 적용 가능 구간의 설정

차량 주행 성능을 고려하여 Fig. 9와 같이 적용 가능 영역을 구성하였고 Table 5와 같은 모터와 엔진의 후보군을 선정하였다. 적용

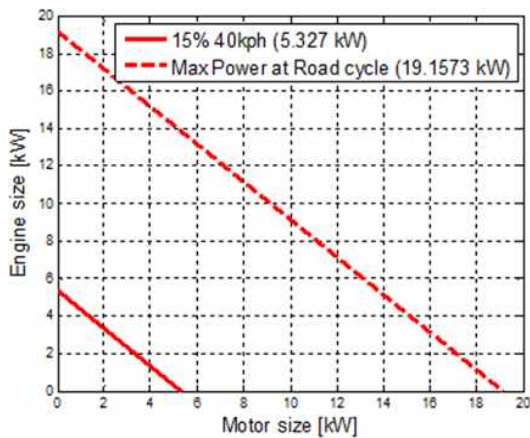


Fig. 8 Required Power For Uphill Driving2

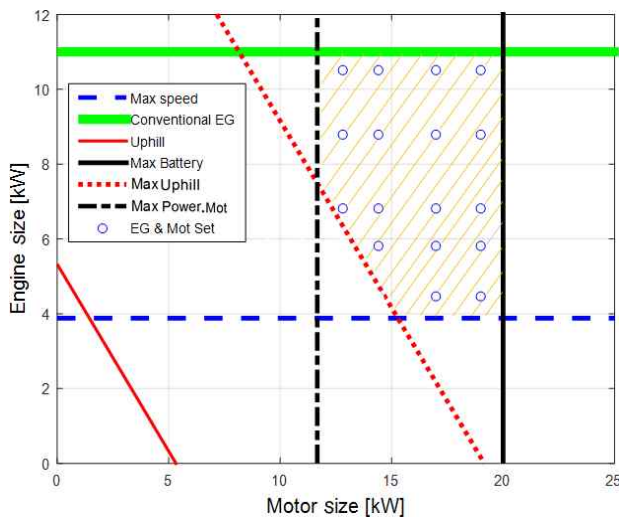


Fig. 9 Feasible region of power sources

Table 5 Candidate of power sources

	Engine		Motor (max power)	Driving cycles  Koreatech
1	100 cc	4.45 kW	9.4 kW	
2	110 cc	5.8 kW	11 kW	
3	125 cc	6.8 kW	12.8 kW	
4	150 cc	8.8 kW	14.4 kW	
5	200 cc	10.5 kW	17 kW	
6	-	-	19 kW	

가능 영역 안에는 수많은 후보군을 배치하여 더욱 정확한 용량 매칭을 수행 할 수 도 있지만 기존에 개발되어 사용할 수 있는 엔진과 모터에 대한 후보군을 선정하여 엔진 5종류와 모터 6종류로 선정했다. 조합으로 생성되는 모든 경우의 수에서 주행 불가능한 조합 13개를 제외하고 최종적으로 17개의 후보군을 선정하였다.

Table 5와 같이 엔진과 모터 모델을 구성하기 위해 기존 성능선도를 스케일링하여 Fig. 10, Fig. 11과 같이 엔진 모델 5종류와 모터 모델 6종류의 성능 곡선을 확보하였다. 기준이 되는 엔진과

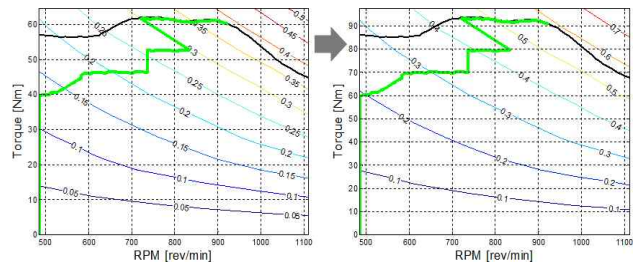


Fig. 10 Engine scaling (From 110 cc to 150 cc)

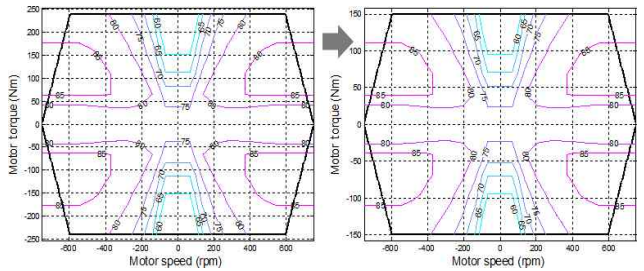


Fig. 11 Motor scaling (From 14.4 kW to 9.4 kW)

모터의 속도 성향은 유지하면서 구성하고자하는 엔진과 모터 출력을 토크를 기준으로 스케일링하였다. 이에 대한 연료소모량과 효율도 비례적으로 스케일링하였다.

#### 4. 연비 도출을 위한 시뮬레이션

##### 4.1 후방향 시뮬레이터(backward simulator)

후방향 시뮬레이션은 동적 계획법(dynamic programming)을 이용하여 모델의 출력 거동을 알고 있을 때 최적의 입력을 알아내기 위한 방법이다<sup>1,4)</sup>. 동적계획법은 다양한 분야의 경로 최적화 또는 기존의 하이브리드 자동차 연비 해석과 같은 문제를 풀기 위한 전역 최적화의 한 방법으로 단계적 과정의 문제 혹은 단계적 과정으로 근사화 시킬 수 있는 연속 함수 문제에 적용할 수 있다<sup>1,4)</sup>.

총  $N$ 개의 단계를 가진 최적화 문제는 상태 변수  $x$ 와 제어 변수  $u$ 에 따라 경로 비용  $L$ 을 최소화하는 값의 합으로 식 (3)과 같이 정의할 수 있다<sup>4)</sup>.

$$\min \sum_1^N L(x(k), u(k)), x(k+1) = f(x(k), u(k)) \quad (3)$$

$$J_{k,N}^*(x(k)) = \min \{L(x(k), u(k)) + J_{k,N+1}^*(x(k+1))\} \quad (4)$$

$J_{k,N}^*(x(k))$ 를 초기 단계에서 최종 단계까지의  $x(k)$ 에 따른 최소 비용을 분석하여 최적 경로를 계산하게 된다. 식 (4)는 동적 계획법을 표현한 것으로서 이와 같이 경로 최적화 문제는 후방향 방식으로 해석된다<sup>4)</sup>.

하이브리드 차량의 후방향 시뮬레이션은 하나의 출력인 요구 동

력을 만족하고 정해진 사이클 동안 연료 소모량을 최적화하기 위한 엔진과 모터 등 두 가지 이상의 입력 조합을 찾고 이를 통해 연료 소모량을 구할 수 있다<sup>[4]</sup>.

본 연구에서는 Fig. 12와 같이 차량 시스템이 적용된 주행 사이클에서의 차량의 연비 분석을 위하여 자체 개발된 후방향 시뮬레이션 프로그램을 이용하였다. 개발된 시뮬레이터는 stage 1에서 하이브리드 타입을 설정하고 stage 2에서 엔진맵, 모터맵, 차량제원을 입력한다. stage 3에서는 주행 사이클을 선택하고 stage 4에서는 시뮬레이션 수행을 위한 조건을 입력할 수 있다. 시뮬레이션 수행을 위한 조건으로 계산 시간 간격은 1초, 배터리 SOC 최소 하한선은 10% 상한선은 95%, 초기 상태 SOC는 60%, 주행 사이클이 끝난 뒤의 요구 SOC 상태 60%, SOC 계산 크기는 10,000, 배터리 출력 분해능은 5W, 엔진 속도 분해능은 4 rad/s, 엔진 토크 분해능은 3 Nm로 설정하였다.

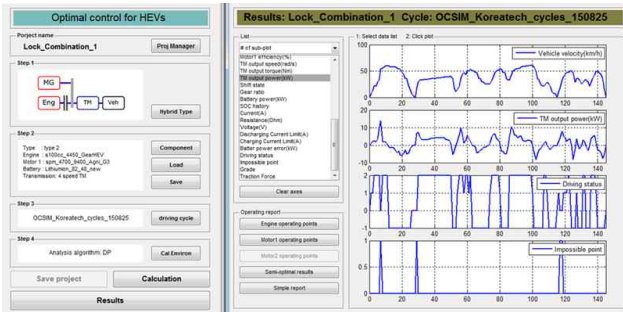


Fig. 12 Backward simulation program based on DP

Table 6 Simulation results of combination # of power sources

#	Engine		Motor	Fuel Economy
1	100 cc	4.45 kW	17 kW	81.6489 km/l
2			19 kW	81.0043 km/l
3	110 cc	5.8 kW	14.4 kW	84.9695 km/l
4			17 kW	84.8732 km/l
5			19 kW	84.3828 km/l
6	125 cc	6.8 kW	12.8 kW	85.2404 km/l
7			<b>14.4 kW</b>	<b>85.7586 km/l</b>
8			17 kW	85.6727 km/l
9			19 kW	85.1855 km/l
10	150 cc	8.8 kW	12.8 kW	85.3103 km/l
11			14.4 kW	85.7584 km/l
12			17 kW	85.5708 km/l
13			19 kW	85.0578 km/l
14	200 cc	10.5 kW	12.8 kW	84.9353 km/l
15			14.4 kW	85.33k m/l
16			17 kW	85.0921 km/l
17			19 kW	84.6091 km/l

#### 4.2 연비 평가를 통한 최적 용량 조합

Table 6는 선정된 엔진과 모터의 조합으로 시뮬레이션을 수행한 연비 결과이며, 앞에서 구성한 최종 적용 가능 영역으로 주행 불가능한 조합을 제외한 연비 결과이다.

Table 6에서 제시한 시뮬레이션 결과에 대해 각 조합군의 연비 경향을 Fig. 13, Fig. 14에 나타내었다. 모터 용량 15~19 kW에서는 엔진의 용량이 작을수록 연비가 나빠지는 경향을 보였다. 엔진 용량 6~10.5 kW에서는 모터 용량 15 kW 부근까지는 연비가 향상되는 경향을 나타내었으며 그 이상의 모터 용량에서는 오히려 연비가 떨어지는 경향을 보였다.

이 결과 최적의 연비를 갖는 조합은 7번으로서 엔진 125 cc 6.8

Table 7 Comparisons of the optimal result with present vehicle

Set number	Engine	Motor	Fuel economy
Present vehicle	5.8 kW	14.4 kW	84.8719 km/l
7	<b>6.8 kW</b>	<b>14.4 kW</b>	<b>85.7586 km/l</b>

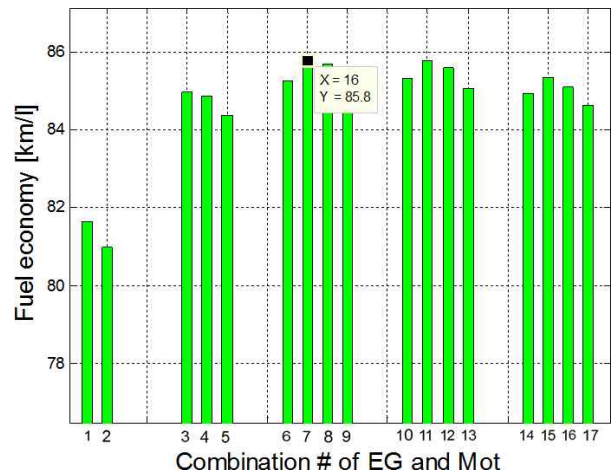


Fig. 13 Results of fuel economy

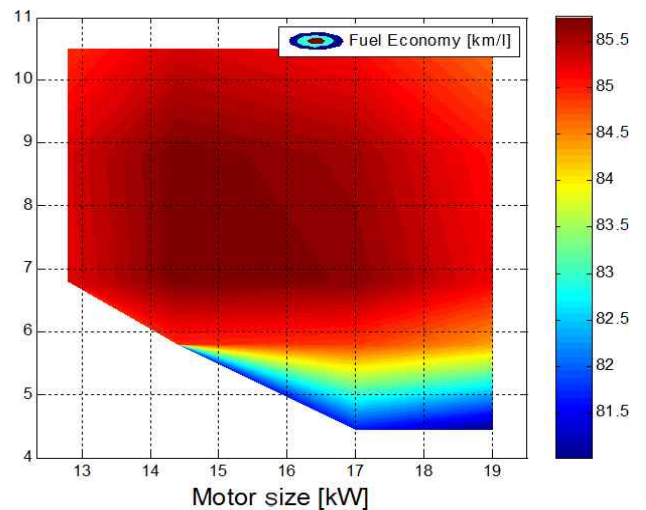


Fig. 14 Optimal components sizing

kW급과 모터 최대 출력 14.4 kW급이다.

본 연구를 진행하여 도출된 용량 매칭 결과와 현재 제작되어 구성되어 있는 용량 조합에 대한 연비 비교를 수행하였으며 Table 7이 그 결과이다. 결과적으로 현재 차량에 장착되어있는 14.4 kW 급 모터가 이상적 이었으며 엔진은 기존보다 1 kW 더 큰 용량으로 125 cc급을 장착하면 연 약 1 km/l의 연비 향상 효과를 보인다.

## 5. 결론

본 논문에서는 하이브리드 자동차 경진대회에 사용되는 자작 하이브리드 자동차의 최적화된 용량 매칭을 시뮬레이션을 통해 예측하는 것이다. 이를 위해서 동적 계획법을 적용하여 개발된 시뮬레이터를 이용하여 각 후보군의 연비를 계산하였다.

시뮬레이션을 위해 경사도를 포함한 경기장 주행 사이클을 최종 완성 하였으며, 대회 경기 조건을 고려하여 시뮬레이션을 수행하였다. 용량 선정 시 차량의 최고 속도, 등판 성능, 배터리 성능 등을 기존과 동일하게 적용하였으며 이를 이용하여 용량 조합 후보군을 선정하였다. 후보군에 적합한 엔진과 모터를 스케일링 방법을 이용하여 구성하였으며 이는 현실적으로 사용가능한 엔진과 모터 용량으로 선정하여 용량 후보군을 선정하였다. 스케일링 기법으로 등과워 선도를 이용하여 스케일링하는데 그 결과 엔진과 모터의 작동점이 사용가능 영역과 등과워 선도 사이 영역에 위치하는 문제를 발견하고 해결 방안을 제시하였다.

용량 매칭 결과 엔진 125 cc 6.8 kW급, 모터 정격 6.4 kW 최대 출력 14.4kW급이 최적의 조합으로서 85.7586 km/l 연비 결과를

보였다.

추후에는 보다 정확한 용량 매칭 결과를 얻기 위해서는 동력원 스케일링 시에 용량매칭을 통하여 최적의 기어비도 계산하는 것이 요구된다.

## 후 기

본 논문은 서울과학기술대학교 교내 학술 연구비 (일부)지원으로 수행되었습니다.

## References

- [1] Lee, D. H., Jeong, J. Y., Shin, C. W., Park, Y. I., Cha, S. W., 2009, Component Sizing of A Heavy-duty Hybrid System Using Optimal Control Method, Proceeding of KSAE Annual Conference, 2893-2898.
- [2] Kim, J. S., Kim, G. S., Shin, J. H., Park, Y. I., 2015, Driving Simulation for Hybrid Electric Vehicle of Our Own Making, Proceedings of the 6th International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology, 15-204 400-401.
- [3] Kim, G. S., Kim, J. S., Park, Y. I., 2015, Analysis of Driving Strategy for Racing Hybrid Vehicle of Our Own Making Using Power Distribution Ratio, Proceeding of KSAE Annual Conference, 989-989.
- [4] Kim, J. S., Park, Y. I., 2015, Proposal of a Novel Plug-in-hybrid Power System Based on Analysis of PHEV System, Transactions of KSAE., 23:4 436-443.