Optimization of Fuel Consumption by Adjusting Gear Ratio

3H (Humanity, Heritage, Hi-tech)

조장 : 이황수
조원 : 김효식, 임현덕

Contents

1. Project Statement

2. Data and Information

3. Definition of Design Variables

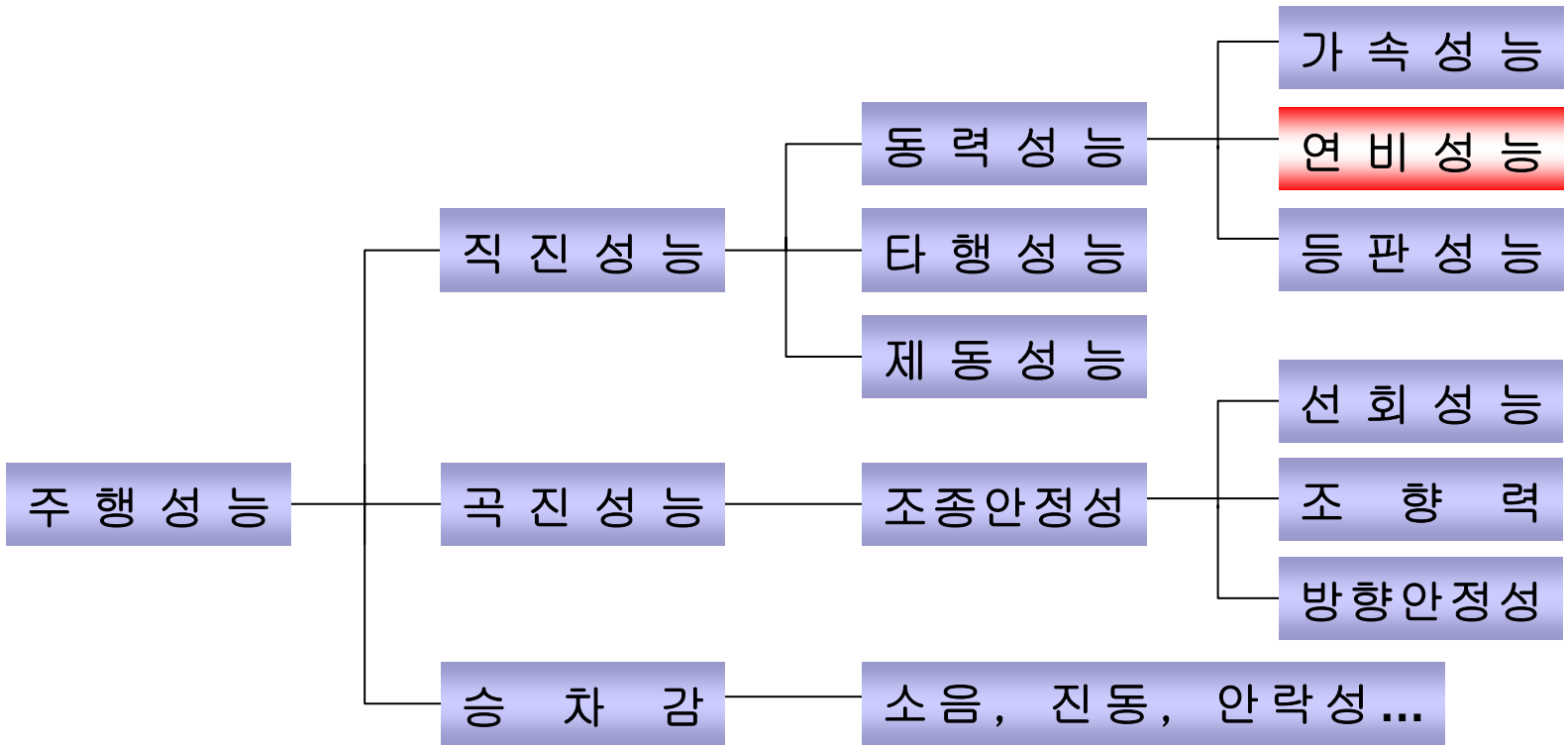
4. Identification of Criterion

5. Identification of Constraints

6. 향후과제 및 참고자료

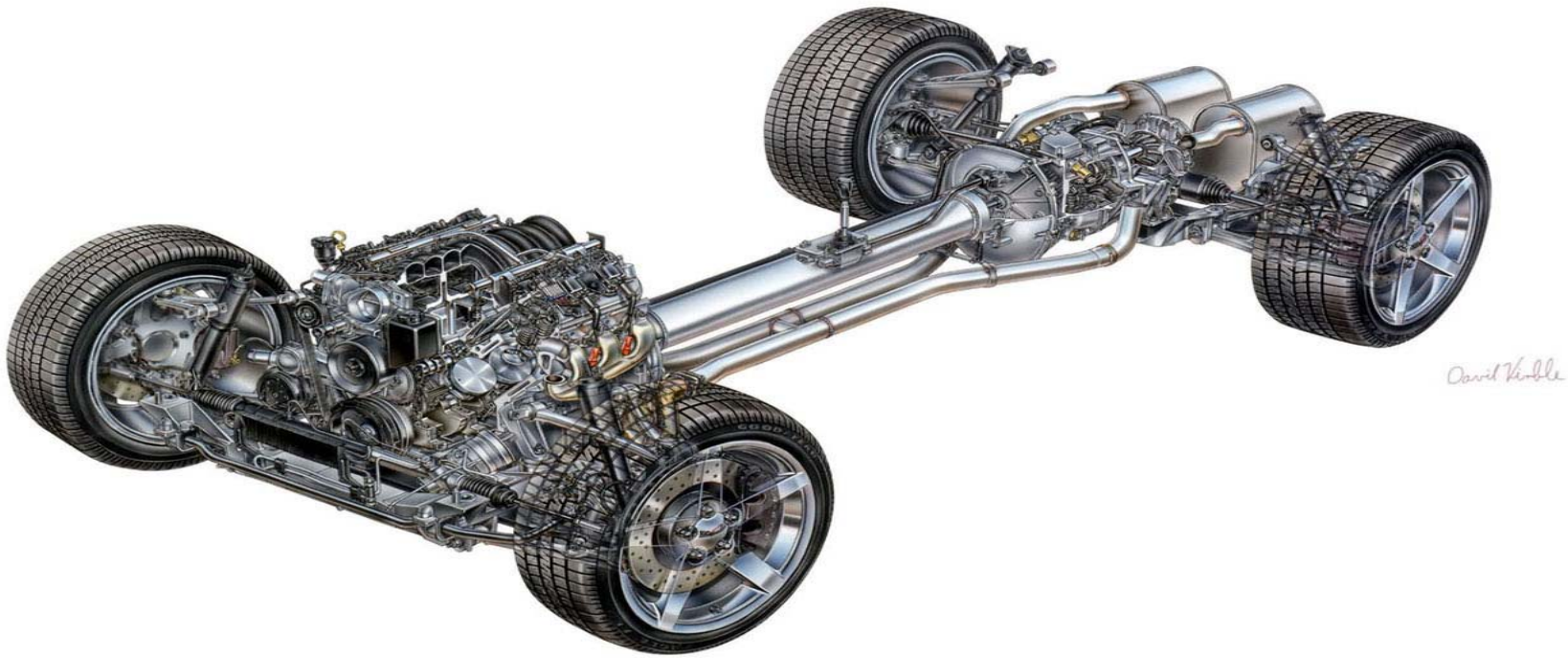
Project/problem Statement

Performance of a vehicle



Project/problem Statement

Redesign of gearbox



Data and Information

Terminology

$B(km/l)$: 단위거리당 연료소비량

$$B = \frac{1000\gamma V}{bNe}$$

γ : 연료비중량 $(g/cc, b)$

b : 연료소비율 $(g/PS \cdot h)$

Ne : 엔진출력 (PS)

$Ne(PS)$: 주행중 필요한 기관마력

$$Ne = \frac{RV}{270\eta}$$

R : 주행저항 (kg)

V : 자동차의속도 (km/h)

η : 기계효율

Constraint

$F(N)$: 구동력

$$F_{\min} \le F \le F_{\max}$$

$V(km/h)$: 속력

$$V_{\min} \le V \le V_{\max}$$

부피제약조건

$$i_{n,\min} \le i_n \le i_{n,\max}$$

$$i_{F,\min} \le i_F \le i_{F,\max}$$

Definition of Design Variables

i_m : 각 단에서 기어비 $\Rightarrow x_1$

i_f : 종감속비 $\Rightarrow x_2$

Identification of Criterion

$B(km/l)$: 단위거리당 연료소비량

$$B = \frac{1000\gamma V}{bNe}$$

γ : 연료비중량 $(g/cc, b)$

b : 연료소비율 $(g/PS \cdot h)$

Ne : 엔진출력 (PS)

$Ne(PS)$: 주행중 필요한 기관마력

$$Ne = \frac{RV}{270\eta}$$

$R(kg)$: 주행저항

V(km/h) : 자동차의속도

η : 기계효율

$$B = \frac{270000\gamma\eta}{b\left\{\mu W + \frac{\rho}{2} \cdot Cd \cdot A\left(\frac{2\pi r 60n}{1000 x_1 x_2}\right)^2\right\}}$$

$B(km/l)$: 단위거리당 연료소비량

$b(g/PS \cdot h)$: 연료소비율

$\rho(kg/m^3)$: 공기밀도

Cd : 공기저항계수

$A(m^2)$: 차량 전면 투영면적

n : rpm

$$R = \mu W + \frac{\rho}{2} \cdot Cd \cdot A\left(\frac{2\pi r 60 n}{1000\ x_1 x_2}\right)^2$$

(주행저항) = (마찰저항) + (공기저항)

Identification of Constraints

$F(N)$:구동력

$$g_1: \quad F_{\min} - \frac{R}{x_1 x_2 \eta} \le 0, \qquad g_2: \quad \frac{R}{x_1 x_2 \eta} - F_{\max} \le 0$$

$V(km/h)$: 속력

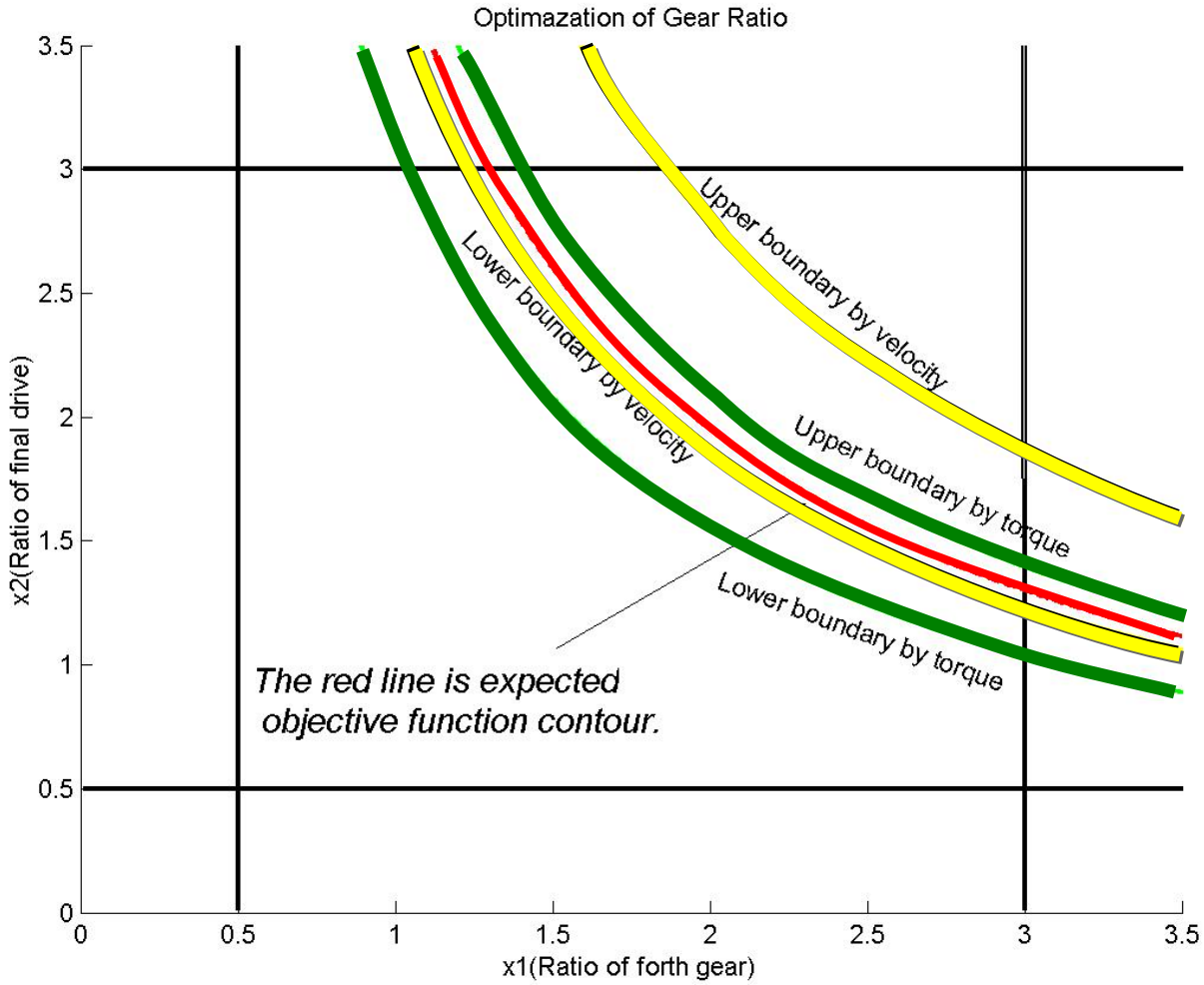
$$g_3: \quad V_{\min} - \frac{2\pi r 60 n}{x_1 x_2 100} \le 0, \qquad g_4: \quad \frac{2\pi r 60 n}{x_1 x_2 100} - V_{\max} \le 0$$

부피제약조건

$$g_5: \quad i_{n,\min} - x_1 \le 0 \qquad g_6: \quad x_1 - i_{n,\max} \le 0$$

$$g_7: \quad i_{F,\min} - x_2 \le 0 \qquad g_8: \quad x_2 - i_{F,\max} \le 0$$

Function and Graph



향후과제

- 종감속비/기어비의 관계
- 사용 RPM범위에서 최적화
- 등판성능과 가속성능 고려
- 정확한 수치 조사

참고자료(Reference)

- 자동차 설계학(이형복 외)
- 자동차 공학(박재림 외)
- Introduction to optimum design