



한국에너지공단 자동차연비센터  
KOREA ENERGY AGENCY VEHICLE ENERGY EFFICIENCY CENTER

## 전기차 연비 시뮬레이션 개선 경진대회

---

팀이름 라운드

팀장 김진민  
팀원 신흥재

1. 실차 연비와 기본 전기차 시뮬레이션 모델 연비의 오차 분석
2. 개선 전기차 연비 시뮬레이션 모델의 설명
3. 실차 연비와 개선 시뮬레이션 결과의 비교분석 및 오차 분석
4. 향후 개발 모델 수정 계획
5. Reference

## Part 1

# 실차 연비와 기본 전기차 시뮬레이션 모델 연비의 오차 분석

MCT mode	UDDS1	HWFET1	UDDS2	CSC1	UDDS3	HWFET2	UDDS4	CDC2
실차의 주행 거리 [km]	12.028	16.524	11.999	163.430	12.001	16.515	12.065	38.218
시뮬레이션 모델 주행 거리 [km]	11.778	16.493	11.981	169.859	11.997	16.502	11.995	38.269
실차 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	1.189	1.853	1.092	23.680	1.079	1.815	1.069	5.580
시뮬레이션 모델 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	1.178	1.444	1.178	18.955	1.180	1.445	1.180	4.412
실차의 주행거리/직류 전류 방전량[km/kWh]	10.116	8.917	10.988	6.901	11.122	9.099	11.286	6.849
시뮬레이션 주행거리/직류 전류 방전량 [km/kWh]	10.6	15.049	10.803	150.904	10.817	15.057	10.815	33.857

## Part 1

## 실차 연비와 기본 전기차 시뮬레이션 모델 연비의 오차 분석

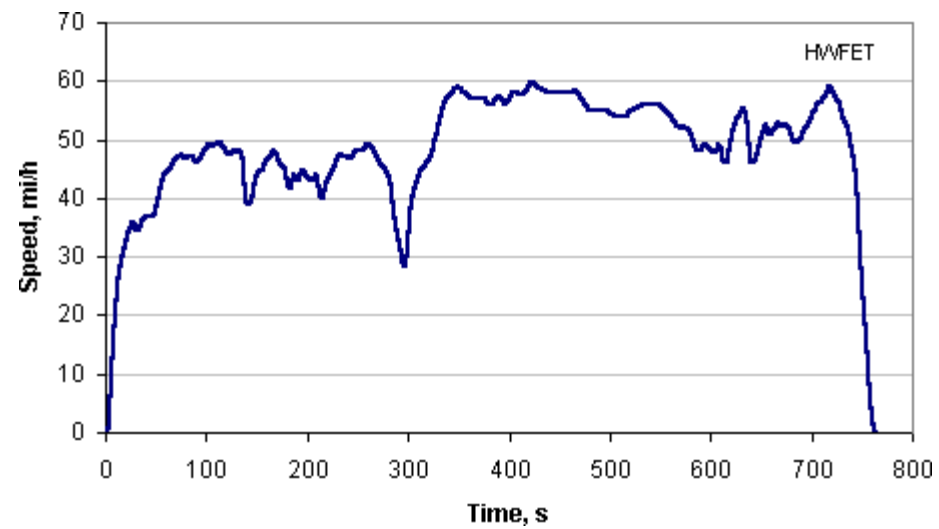
MCT mode	UDDS1	HWFET1	UDDS2	CSC1	UDDS3	HWFET2	UDDS4	CDC2
실차의 주행 거리 [km]	12.028	16.524	11.999	163.430	12.001	16.515	12.065	38.218
시뮬레이션 모델 주행 거리 [km]	11.778	16.493	11.981	169.859	11.997	16.502	11.995	38.269
실차 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	1.189	1.853	1.092	23.680	1.079	1.815	1.069	5.580
시뮬레이션 모델 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	1.178	1.444	1.178	18.955	1.180	1.445	1.180	4.412
실차의 주행거리/직류 전류 방전량[km/kWh]	10.116	8.917	10.988	6.901	11.122	9.099	11.286	6.849
시뮬레이션 주행거리/직류 전류 방전량 [km/kWh]	10.6	15.049	10.803	150.904	10.817	15.057	10.815	33.857

## Part 1

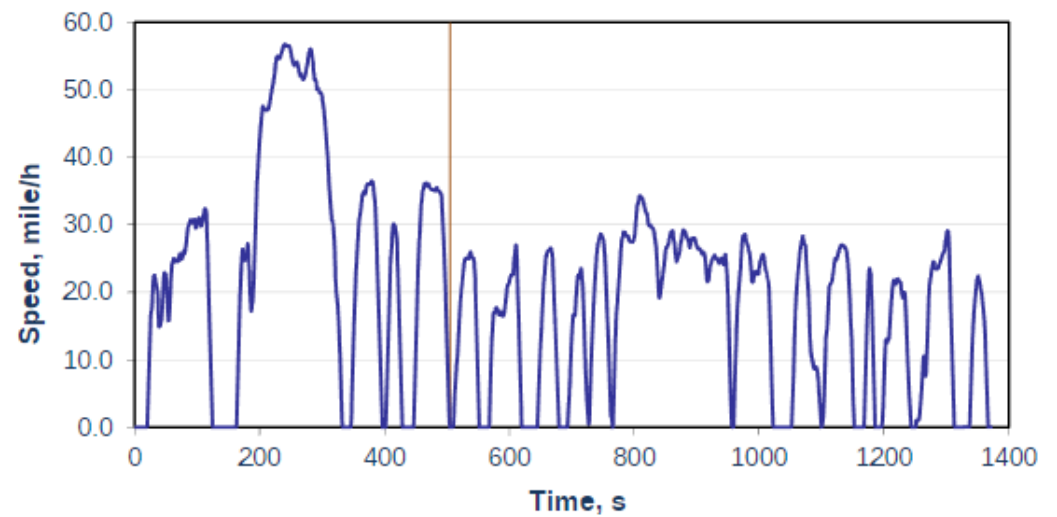
## 실차 연비와 기본 전기차 시뮬레이션 모델 연비의 오차 분석

MCT mode	UDDS1	HWFET1	UDDS2	CSC1	UDDS3	HWFET2	UDDS4	CDC2
실차의 주행 거리 [km]	12.028	16.524	11.999	163.430	12.001	16.515	12.065	38.218
시뮬레이션 모델 주행 거리 [km]	11.778	16.493	11.981	169.859	11.997	16.502	11.995	38.269
실차 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	1.189	1.853	1.092	23.680	1.079	1.815	1.069	5.580
시뮬레이션 모델 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	1.178	1.444	1.178	18.955	1.180	1.445	1.180	4.412
실차의 주행거리/직류 전류 방전량[km/kWh]	10.116	8.917	10.988	6.901	11.122	9.099	11.286	6.849
시뮬레이션 주행거리/직류 전류 방전량 [km/kWh]	10.6	15.049	10.803	150.904	10.817	15.057	10.815	33.857

## Part 1 실차 연비와 기본 전기차 시뮬레이션 모델 연비의 오차 분석



HWFET

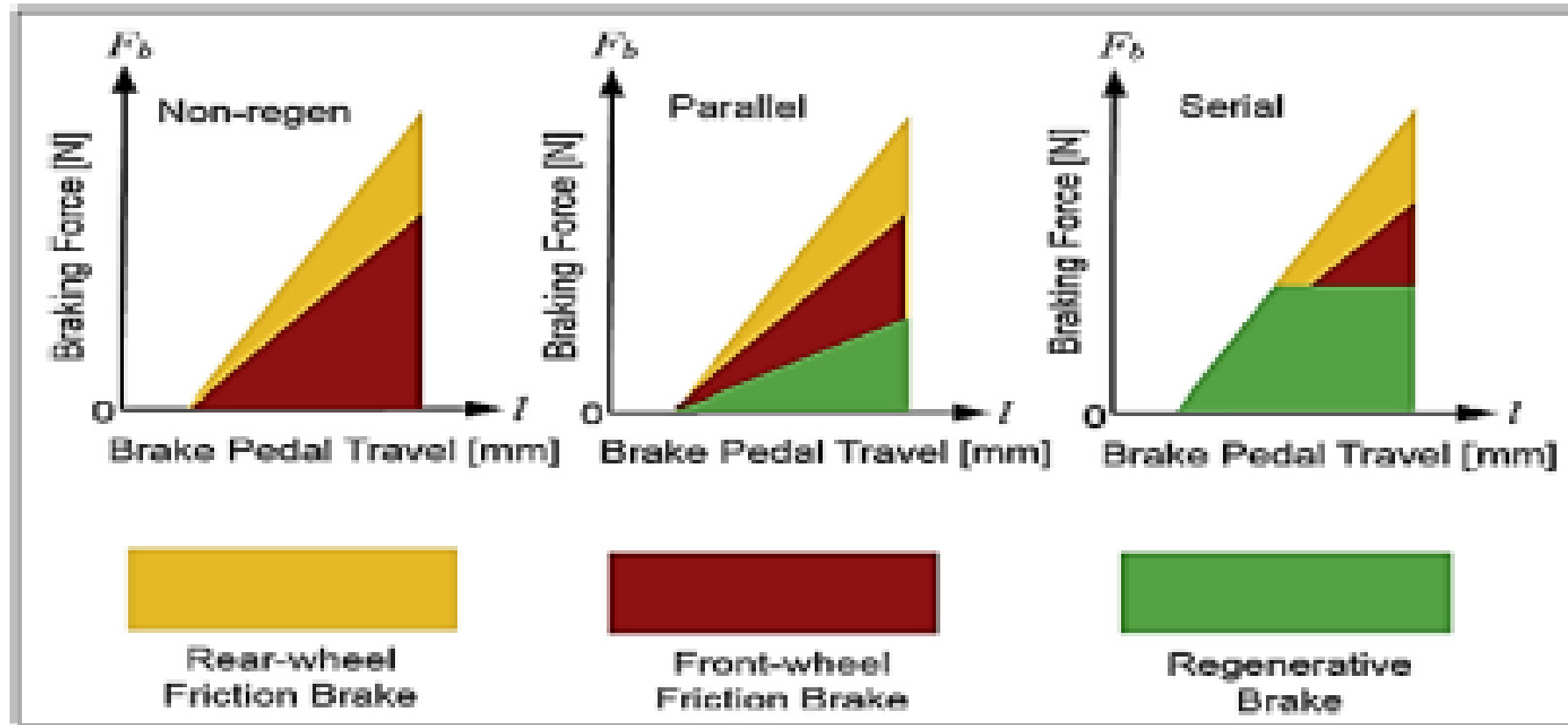


UDDS

## Part 1 실차 연비와 기본 전기차 시뮬레이션 모델 연비의 오차 분석

MCT mode	UDDS1	HWFET1	UDDS2	CSC1	UDDS3	HWFET2	UDDS4	CDC2
주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량의 오차 [kWh]	-0.01	-0.41	0.09	-4.73	0.10	-0.37	0.11	-1.17

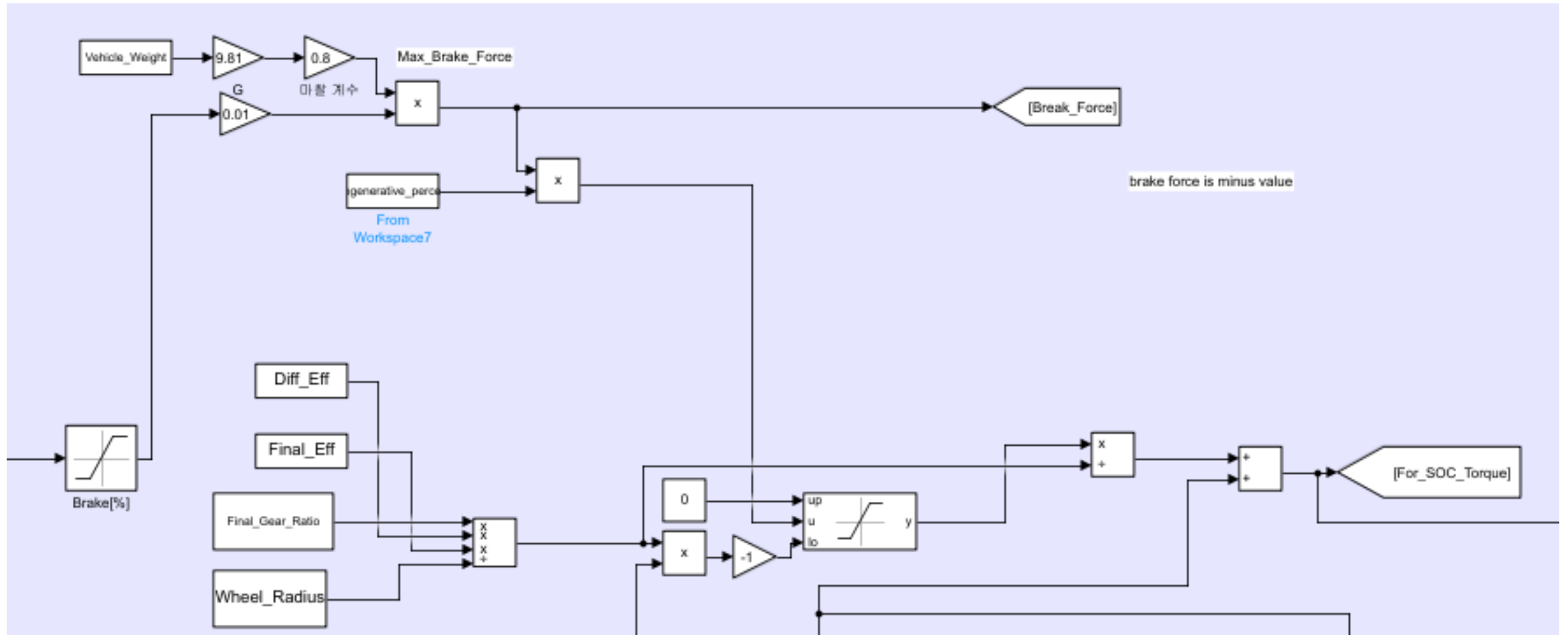
## Part 2 개선 전기차 연비 시뮬레이션 모델의 설명



브레이크

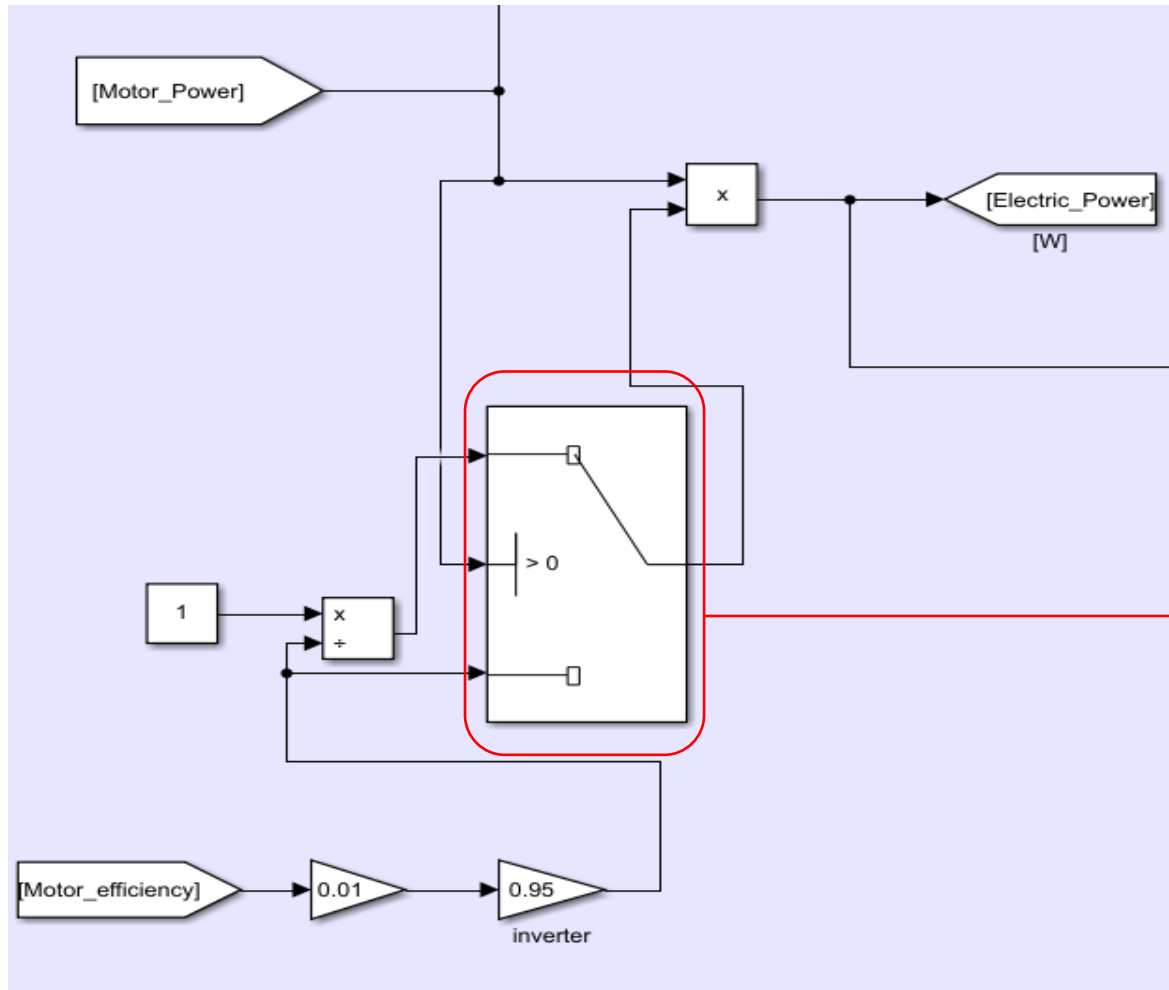


## Part 2 개선 전기차 연비 시뮬레이션 모델의 설명



브레이크

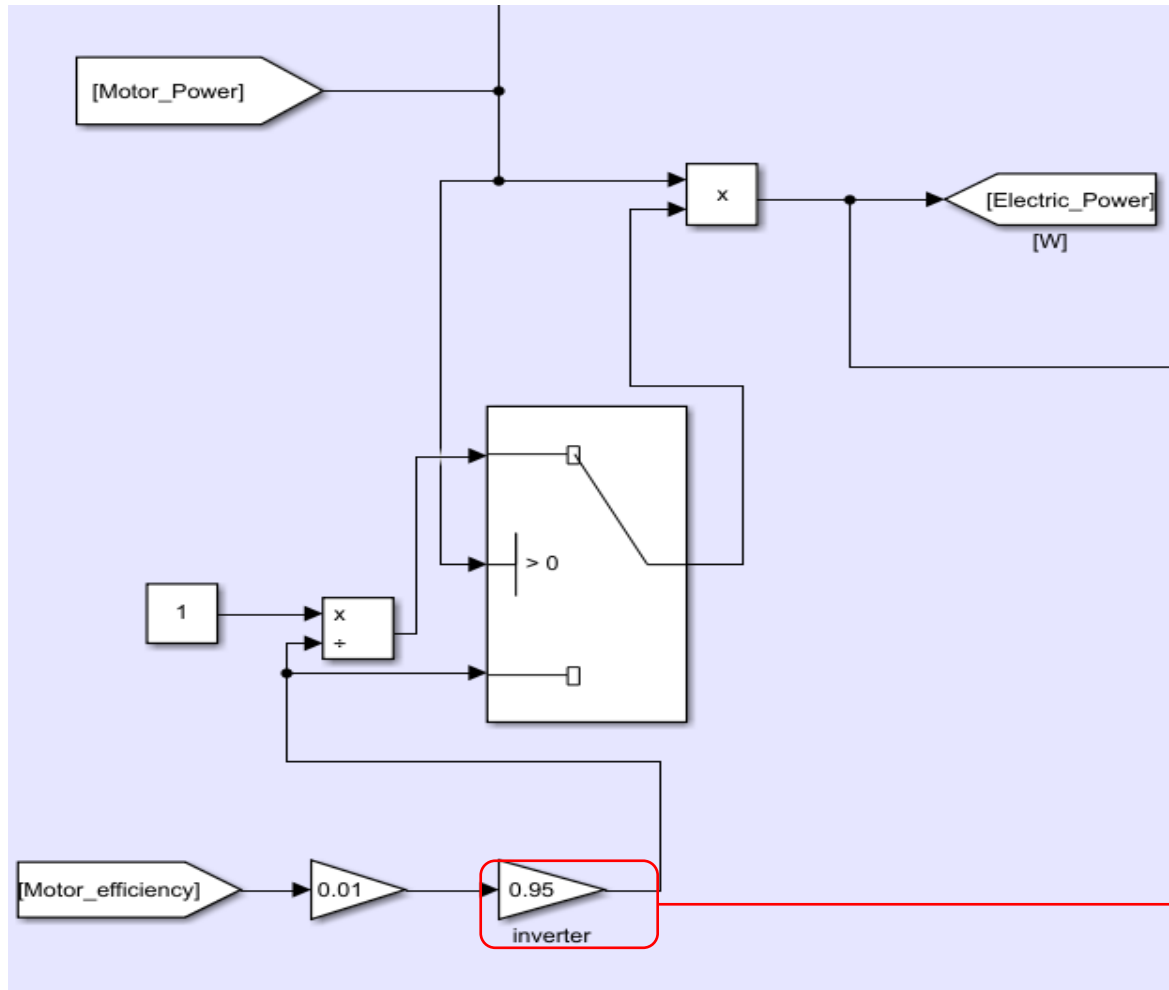
## Part 2 개선 전기차 연비 시뮬레이션 모델의 설명



회생 제동 판별

모터와 인버터의 효율 계산

## Part 2 개선 전기차 연비 시뮬레이션 모델의 설명

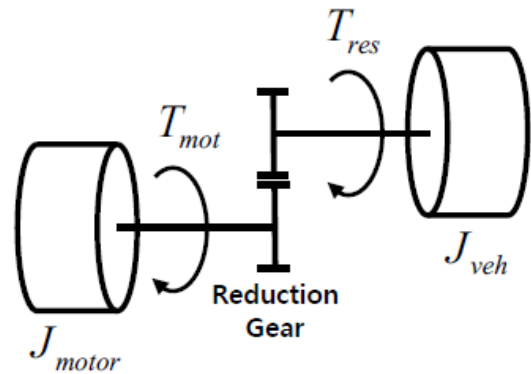


인버터 추가

모터와 인버터의 효율 계산

## Part 2 개선 전기차 연비 시뮬레이션 모델의 설명

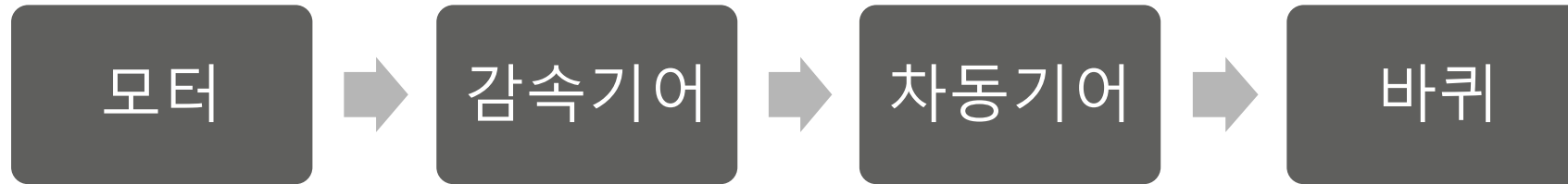
관성 모멘트 추가



$$(J_{motor} + \frac{1}{N^2} J_{veh}) \alpha_{motor} = T_{motor} - \frac{1}{N} T_{veh}$$

기어와 등가 관성 모멘트

## Part 2 개선 전기차 연비 시뮬레이션 모델의 설명



전기차의 동력 흐름

$$\left( \frac{W}{g} + \frac{J_{gear} + J_{motor} (N_{gear} N_{differential})^2 + N_{differential}^2 + J_{wheel}}{r^2} \right) \alpha = \frac{N_{differential} N_{gear}}{r} T_{motor} - \text{차량저항}$$

모터 토크와 차량의 가속도 관계



## Part 3 실차 연비와 기본 전기차 시뮬레이션 모델 연비의 오차 분석

MCT mode	UDDS1	HWFET1	UDDS2	CSC1	UDDS3	HWFET2	UDDS4	CDC2
실차의 주행 거리 [km]	12.028	16.524	11.999	163.430	12.001	16.515	12.065	38.218
시뮬레이션 모델 주행 거리 [km]	11.960	16.461	11.984	169.682	12.032	16.488	12.009	38.178
실차 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	1.189	1.853	1.092	23.680	1.079	1.815	1.069	5.580
시뮬레이션 모델 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	0.700	1.357	0.702	20.381	0.705	1.362	0.704	4.613
전류 방전량의 오차[kWh]	0.49	0.50	0.39	3.30	0.37	0.45	0.37	0.97

실제 차 모델과 개선 모델의 차이

## Part 3 실차 연비와 기본 전기차 시뮬레이션 모델 연비의 오차 분석

MCT mode	UDDS1	HWFET1	UDDS2	CSC1	UDDS3	HWFET2	UDDS4	CDC2
실차의 주행 거리 [km]	12.028	16.524	11.999	163.430	12.001	16.515	12.065	38.218
시뮬레이션 모델 주행 거리 [km]	11.960	16.461	11.984	169.682	12.032	16.488	12.009	38.178
실차 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	1.189	1.853	1.092	23.680	1.079	1.815	1.069	5.580
시뮬레이션 모델 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	0.700	1.357	0.702	20.381	0.705	1.362	0.704	4.613
전류 방전량의 오차[kWh]	0.49	0.50	0.39	3.30	0.37	0.45	0.37	0.97

실제 차 모델과 개선 모델의 차이



## Part 3 실차 연비와 기본 전기차 시뮬레이션 모델 연비의 오차 분석

MCT mode	UDDS1	HWFET1	UDDS2	CSC1	UDDS3	HWFET2	UDDS4	CDC2
기본 모델 주행 거리 [km]	11.778	16.493	11.981	169.859	11.997	16.502	11.995	38.269
개선 모델 주행 거리 [km]	11.960	16.461	11.984	169.682	12.032	16.488	12.009	38.178
기본 모델 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	1.178	1.444	1.178	18.955	1.180	1.445	1.180	4.412
개선모델 주행 시 소모된 전기에너지의 직류전류 방전량 [kWh]	0.700	1.357	0.702	20.381	0.705	1.362	0.704	4.613

기본 모델과 개선 모델의 차이

### 효율 데이터 추가

- 온도 데이터 추가
- SOC 에 따른 데이터 추가
- 인버터 효율 데이터 추가

### 기계 데이터 추가

- 차동기어 데이터 추가
- 2개의 회생제동 구현 후 각 모델에 맞는 회생제동 선택

## Part 5 Reference

- 1) 노경완, 노만수, 김정철, 심창호 "전기자동차 에너지효율 측정을 위한 MCT 방법 개선 연구" 한국자동차공학 회 논문집 29.10 pp.899-907 (2021) : 899.
- 2) "자동차 주행저항" Tstory 2013년 3월 10일. 웹사이트. 2022년 8월 24일.
- 3) 유지우, "자동차의 공기 저항을 줄이는 방법에는 어떤 것이 있을까요?" SK 에너지 블로그 2013년 3월 6일. 웹사이트. 2022년 8월 24일.
- 4) Zhao, You-Qun, et al. "Estimation of road friction coefficient in different road conditions based on vehicle braking dynamics." Chinese Journal of Mechanical Engineering 30.4 (2017): 982-990.
- 5) Hamada, Ahmed T., and Mehmet F. Orhan. "An overview of regenerative braking systems." Journal of Energy Storage 52 (2022): 105033.
- 6) Hofman, T., and C. H. Dai. "Energy efficiency analysis and comparison of transmission technologies for an electric vehicle." 2010 IEEE vehicle power and propulsion conference. IEEE, 2010.