

주행효율 향상을 위한 다단변속기 적용 EV의 변속패턴 최적화



한양대학교
HANYANG UNIVERSITY

한양대학교 미래자동차공학과
2012012402 하영준
지도교수: 민승재

1. 연구 배경 및 목적

● 연구 배경

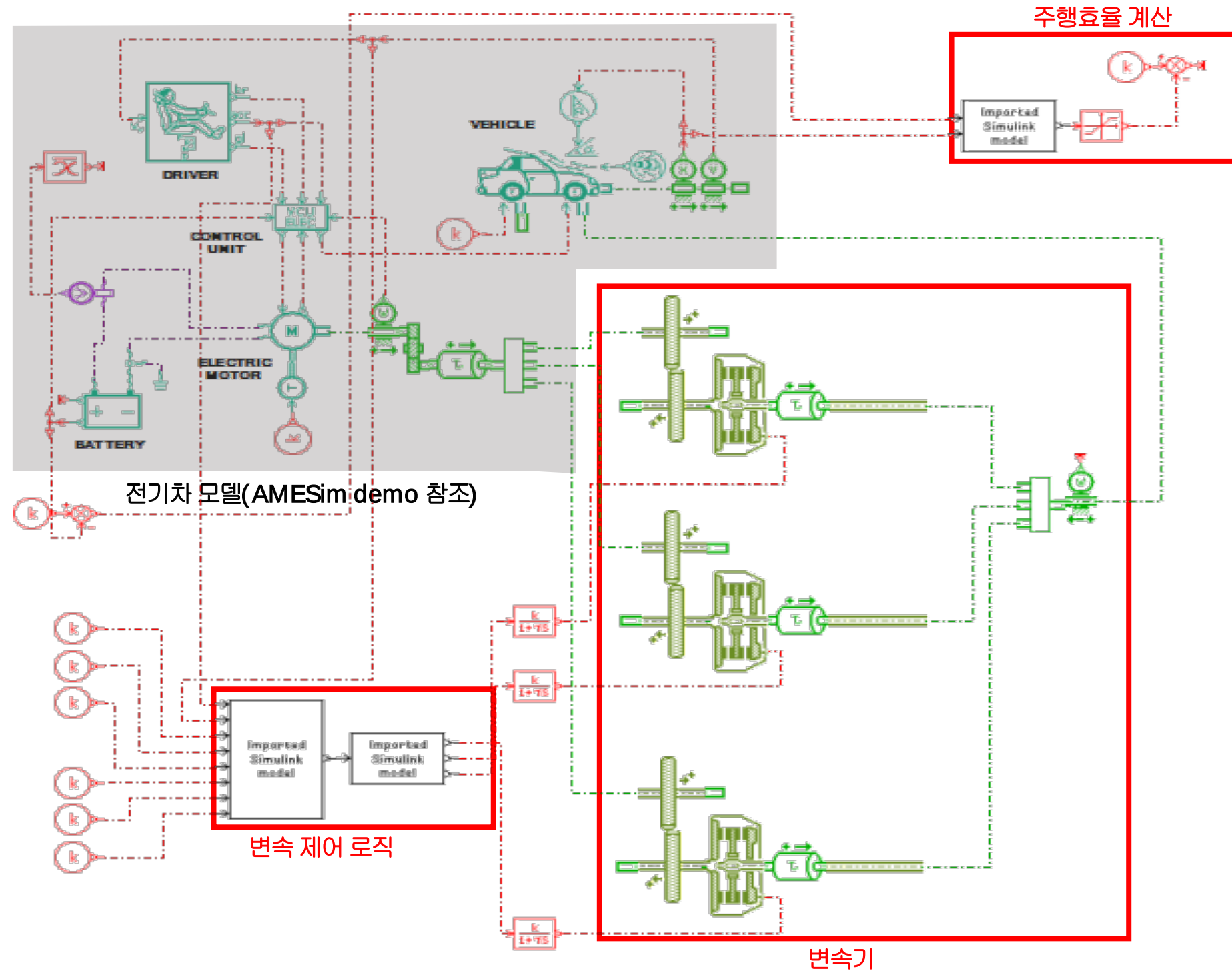
- 배출가스에 대한 국제환경규제 심화 추세에 따라 그린카에 대한 관심 증가
- EV에 다단변속 시스템을 도입함으로써 모터의 작동점을 고효율 영역에서 운용 가능하므로 주행효율 향상 효과 기대
- 현재까지 전기차량에 다단변속기 활용사례 부족

● 연구 목적

- 다단변속기 적용 전기차량 모델링
- 변속 제어로직 구성 및 패턴 최적화
- 단일, 다단(2/3속) 변속기 적용 시 주행효율 비교

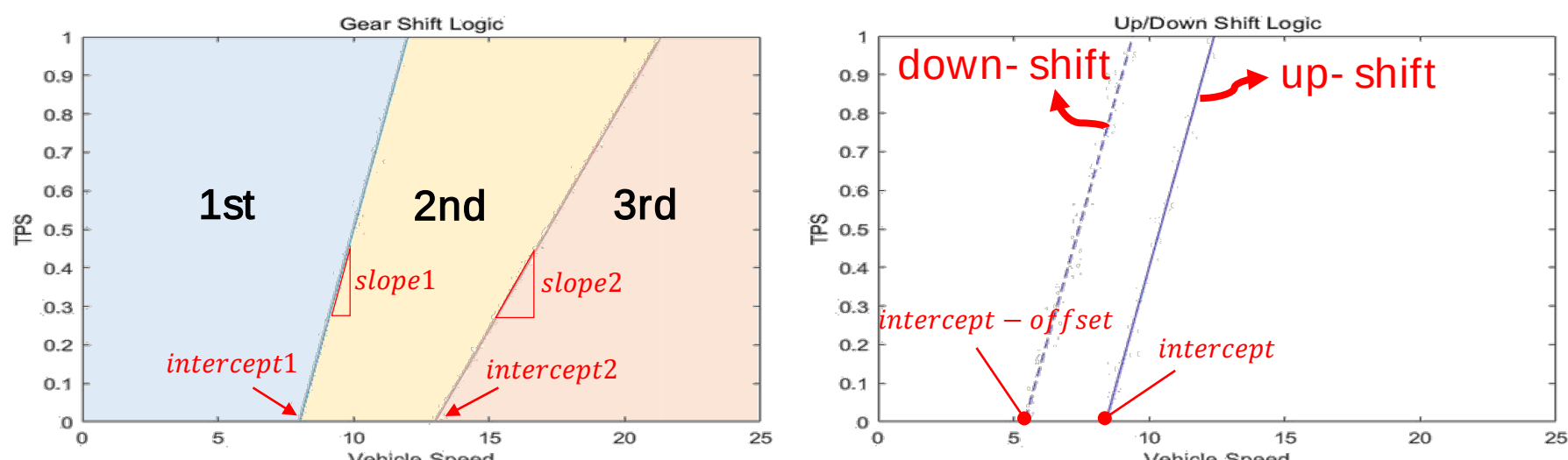
2. 연구 내용

● 다단변속기 적용 전기차 모델



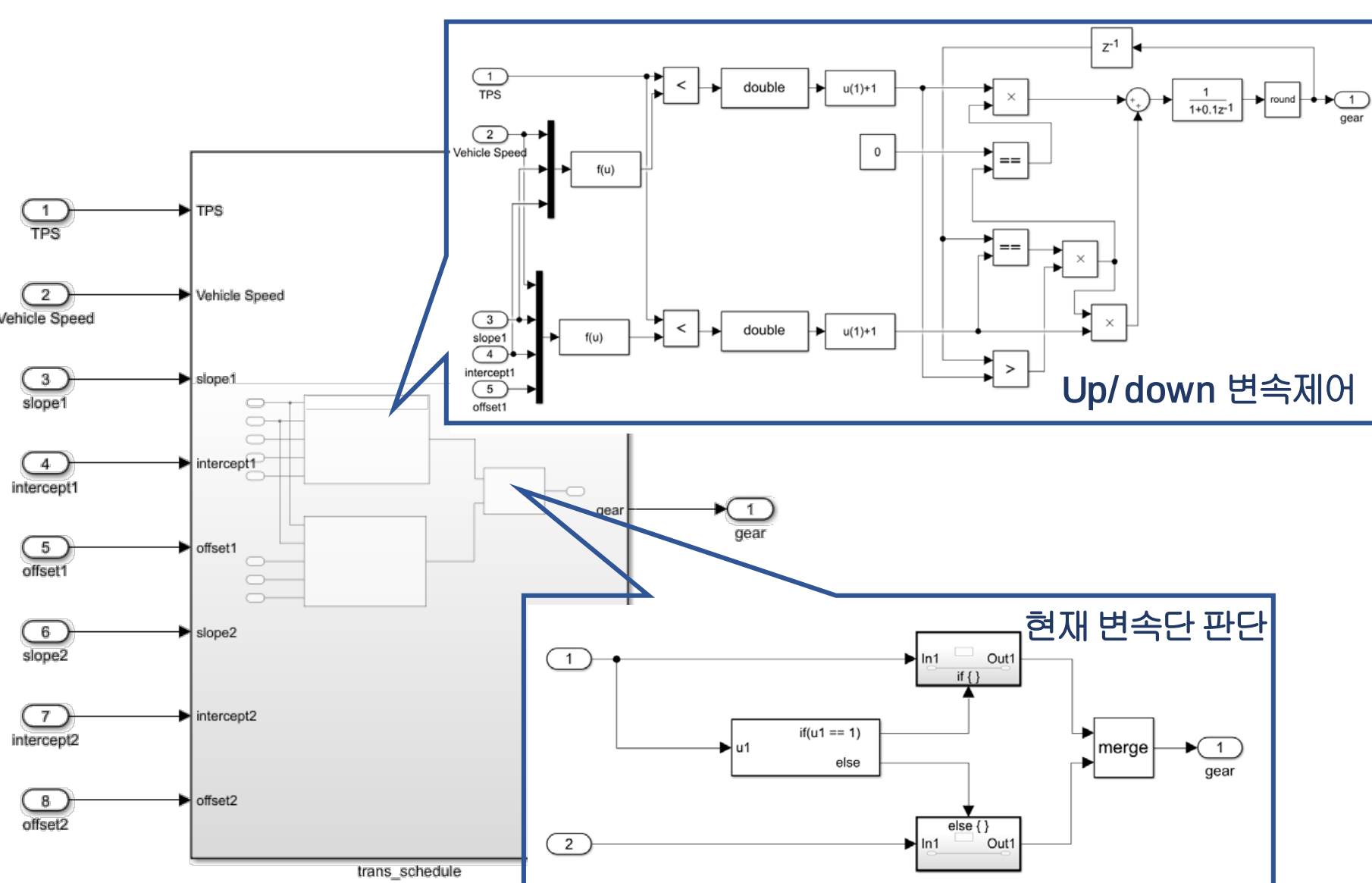
- 기존의 전기차 모델에 기어와 클러치를 이용한 변속기(1,2,3단)를 추가
- 변속패턴 맵에 의해 기어 단을 변속 제어로직이 산출, 기어 단을 입력 받아 해당되는 기어 단의 클러치를 연결
- 소모된 SOC와 주행 거리를 입력 받아 주행효율(MPGe)을 산출

● 제어 로직 구성



- 모든 변속패턴 map에서 차속과 TPS에 대한 관계식을 1차식으로 근사
- Down-shift의 경우에는 up-shift의 관계식에서 차속에 offset을 주어서 정의

$TPS \leq slope1 \times (Vehicle\ speed - intercept1)$ → Up shift 1 to 2
 $TPS \leq slope2 \times (Vehicle\ speed - intercept2)$ → Up shift 2 to 3
 $TPS > slope1 \times (Vehicle\ speed - (intercept1 - offset1))$ → Down shift 2 to 1
 $TPS > slope2 \times (Vehicle\ speed - (intercept2 - offset2))$ → Down shift 3 to 2



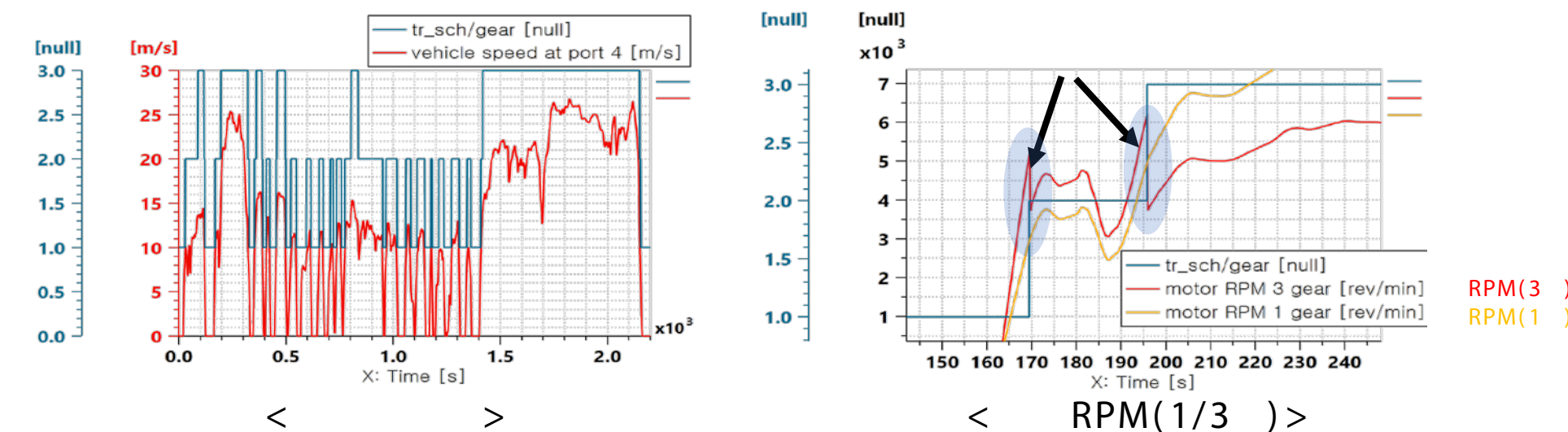
3. 연구 결과

● 차량 제원 및 주행 사이클

구분	제원	UDDS + HWFET
총 중량	1445 kg	46.7 km/h
모터	180 Nm / 11000 RPM	96.48 km/h
배터리	78 Ah / 310 V	28.52 km
기어 비	1속: 10 2속: 15/9 3속: 16.5/12.5/7.5	2200 sec

AMESim demo

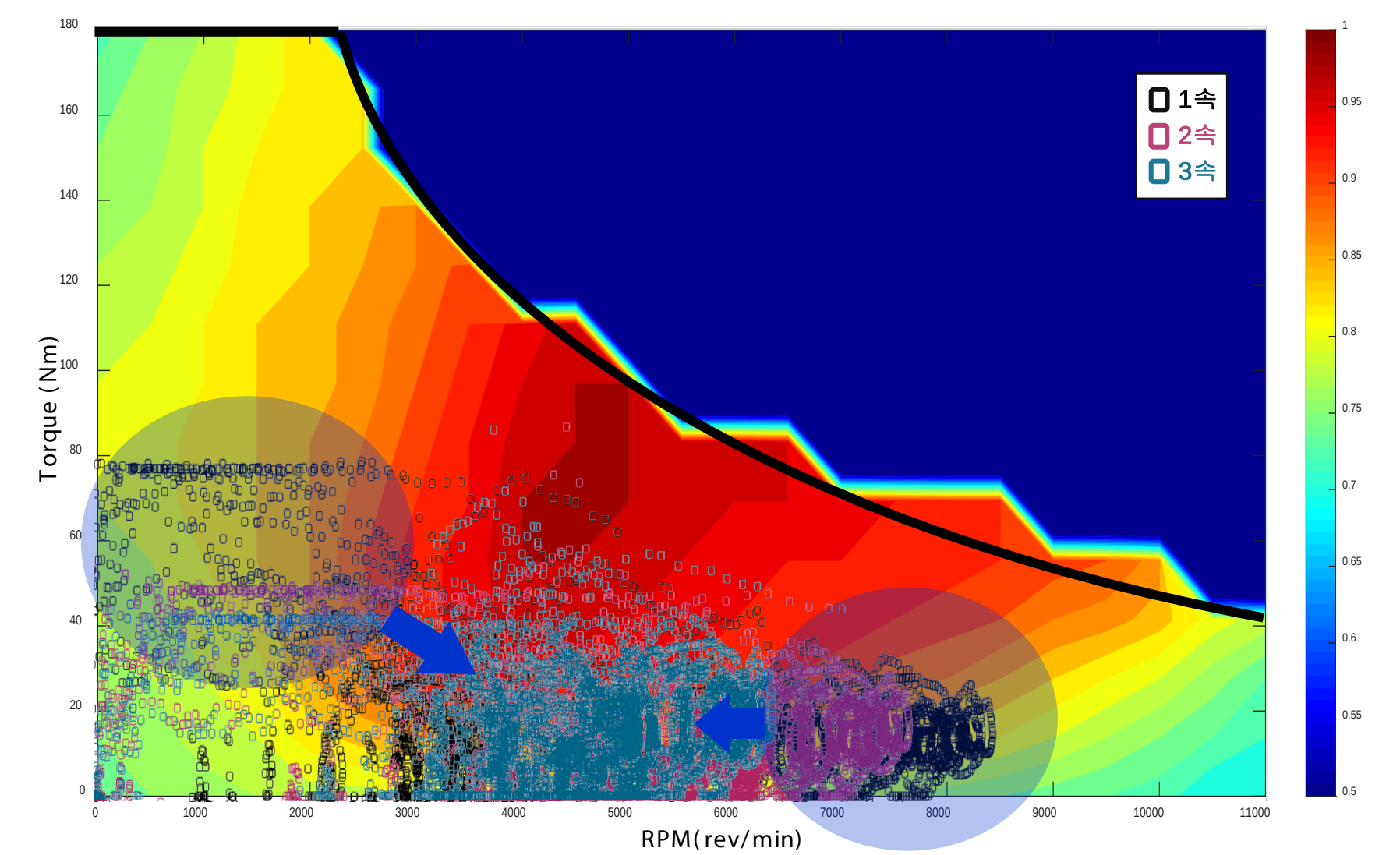
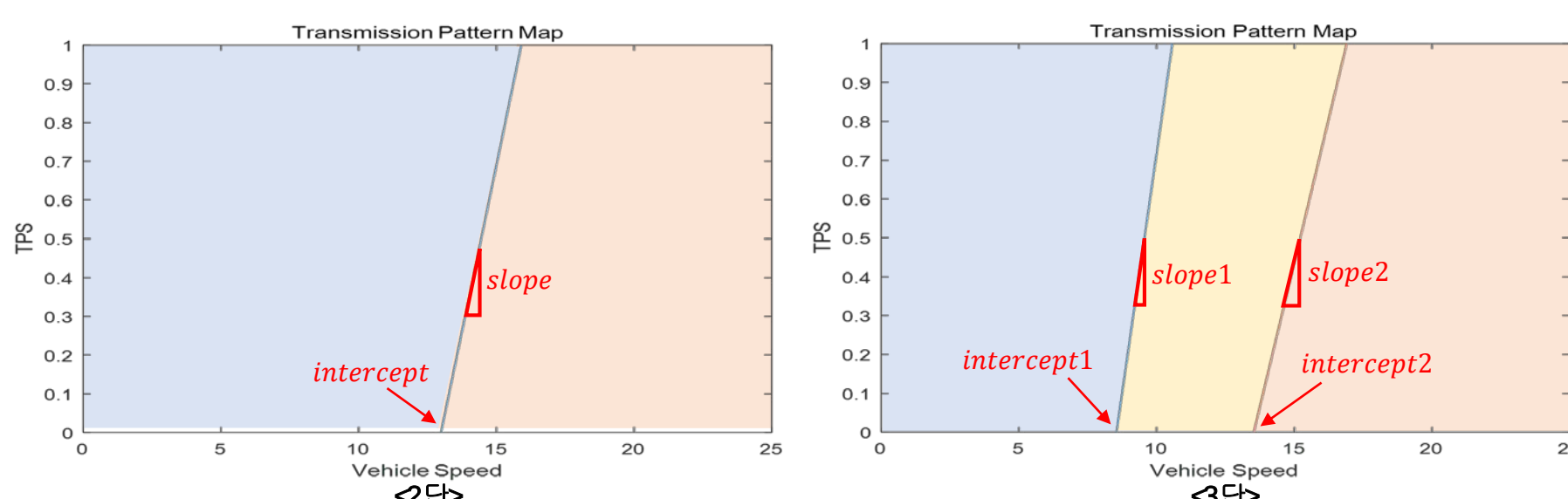
● 시뮬레이션 결과



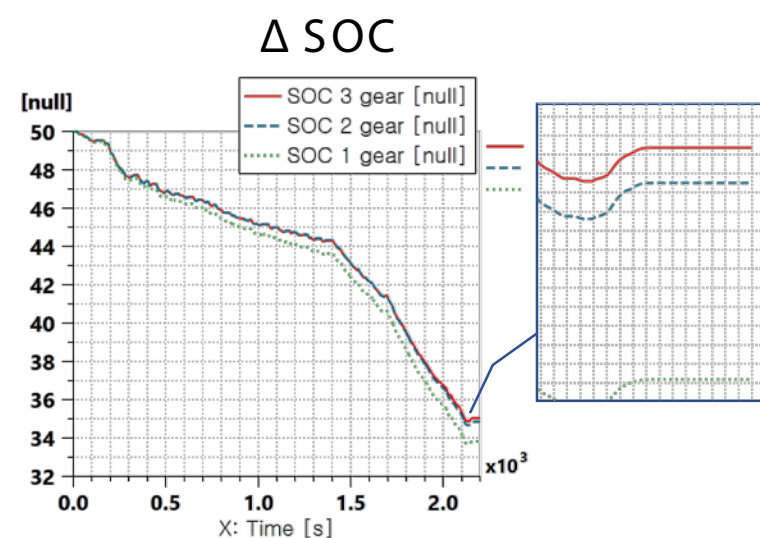
● 최적화 결과

- AMESim 내 Design Exploration Tool의 Genetic algorithm 활용
- 최적화 문제 정식화

$$\begin{aligned} &\text{maximize} && 0.55 \cdot eff_{UDDS} + 0.45 \cdot eff_{HWFET} \rightarrow \text{EPA 복합 연비 계산} \\ &\text{subject to} && 0 \leq slope2 \leq 0.5 && 0 \leq slope1 - slope2 \leq 0.3 \\ & && 4 \leq intercept1 \leq 9 && 3 \leq intercept2 - intercept1 \leq 6 \end{aligned}$$



	효율(km/kWh)	MPGe	증가량(%)
1속	7.82291	163.8	
2속	8.33788	174.6	6.58%↑
3속	8.44137	176.8	7.91%↑



4. 결론

- 다단 변속시스템(2/3속)을 적용시킨 전기차량을 모델링
- 변속 제어로직 구성 및 패턴 최적화
- 최적화 결과 1속 변속기 전기차량에 비해 변속기 다단화 시 복합연비가 2속은 6.58% 증가, 3속은 7.91%가 증가
➡ 주행효율 향상을 위한 다단 기어 적용의 필요성