**1. 아이템 식별 (Item Identification)**

* **아이템 이름: Steer-by-Wire (SbW) 시스템**
* **아이템 설명: Steer-by-Wire 시스템은 물리적인 조향 장치(스티어링 칼럼)를 제거하고 전기 신호를 사용해 차량 바퀴를 조향하는 시스템입니다. 운전자의 핸들 조작을 센서로 감지하고 이를 기반으로 \*\*전자 제어 장치(ECU)\*\*가 조향각을 결정, \*\*Road Wheel Actuator (RWA)\*\*를 통해 실제로 바퀴를 회전시키며, \*\*Steer Force Actuator (SFA)\*\*를 통해 운전자에게 조향 피드백을 제공합니다.**

**2. 아이템의 목적과 기능 정의 (Purpose and Functionality of the Item)**

* **목적: SbW 시스템의 목적은 물리적인 스티어링 칼럼을 없애고, 전기 신호로 차량의 조향을 제어하여 차량 설계의 유연성을 높이고, 더 빠르고 정밀한 조향 성능을 제공합니다.**
* **기능:** 
  1. **핸들 입력 감지: 운전자가 핸들을 돌리면, 핸들 위치 센서가 조향 입력을 전기 신호로 변환하여 ECU로 전달합니다.**
  2. **조향각 계산: ECU는 핸들 입력, 차량 상태(속도, 노면 상태 등), 센서 데이터를 바탕으로 바퀴의 최적 조향각을 계산합니다.**
  3. **RWA 제어: ECU는 계산된 조향각에 맞춰 \*\*Road Wheel Actuator (RWA)\*\*를 제어하여 바퀴를 회전시킵니다.**
  4. **조향 피드백 제공: ECU는 \*\*Steer Force Actuator (SFA)\*\*를 통해 운전자에게 조향 저항 및 노면 상태에 따른 피드백을 제공합니다.**
  5. **비상 대응: 조향 시스템 오류 발생 시, 시스템은 안전 상태로 전환되며, ECU는 리던던시 시스템을 활용해 최소한의 조향 기능을 유지합니다.**

**3. 아이템 경계 정의 (Item Boundary Definition)**

* **입력 경계:** 
  1. **핸들 입력 신호: 운전자의 핸들 조작 입력**
  2. **차량 상태 정보: 속도, 가속도, 주행 환경 등**
  3. **센서 정보: 노면 상태, 바퀴 위치 센서 등**
* **출력 경계:** 
  1. **조향 모터 제어 신호: RWA에 전달되어 바퀴를 회전시키는 신호**
  2. **조향 저항 피드백: SFA를 통해 운전자에게 전달되는 피드백 신호**
* **상호작용 시스템:** 
  1. **브레이크 시스템: 브레이크 작동 시 조향 제어 연동**
  2. **차량 속도 제어 시스템: 속도에 따라 조향 비율을 자동으로 조정하여 고속에서는 안정성을, 저속에서는 민첩성을 보장**
  3. **운전자의 조향 모드 설정 시스템(in HMI): 운전자는 상황에 맞게 조향 비율과 최대 조향각을 제어할 수 있는 다양한 모드를 선택할 수 있습니다 (예: 스포츠 모드, 에코 모드 등)**
  4. **안전 시스템(in HMI): 긴급 상황 발생 시, 시스템이 안전한 조향 제어를 수행하여 차량의 안전을 유지합니다.**

**4. 운영 조건 정의 (Operating Conditions Definition)**

* **정상 운영 조건:** 
  + **온도: -40°C ~ +85°C**
  + **속도: 저속에서 고속 주행까지**
  + **도로 상태: 다양한 도로 환경 (포장 도로, 비포장 도로, 눈길, 빗길 등)**
* **극한 상황:** 
  + **노면의 급격한 변화 (예: 매우 미끄러운 도로, 심한 비포장 도로)**
  + **긴급 제동 상황: 브레이크 시스템과 조향 시스템 간의 협조 제어가 필요할 수 있습니다.**
  + **센서 오류 및 ECU 고장: 주요 센서나 ECU 오류 시, 백업 시스템이 개입해 차량이 안전하게 정지하거나 제한적인 조향 기능을 제공합니다.**

**5. 아이템과 관련된 상호작용 정의 (Interactions with Other Items)**

* **SbW 시스템은 다음 시스템과 상호작용합니다:** 
  1. **브레이크 시스템: 조향과 브레이크 간의 협조 제어 (특히 긴급 제동 상황에서 조향 보조)**
  2. **ESC (Electronic Stability Control): 차량의 안정성을 위해 조향 각도와 차량의 주행 상태를 조정**
  3. **차량 속도 제어 시스템: 속도에 따라 조향 비율을 자동으로 조정하여 주행 안정성을 높임 (고속에서는 조향각을 제한하고, 저속에서는 더 민감하게 반응)**
  4. **운전자의 조향 모드 설정 시스템: 운전자는 다양한 주행 모드(예: 스포츠 모드, 에코 모드 등)를 선택하여 조향 비율과 최대 조향각을 제어할 수 있습니다.**
  5. **안전 시스템: 긴급 상황 발생 시, 안전한 조향 제어를 통해 차량을 안전하게 유지하는 기능 수행 (예: 긴급 제동 시 조향각 자동 조정)**

**6. 아이템 사용 시나리오 정의 (Use Cases Definition)**

* **정상 주행 시나리오:** 
  1. **운전자가 핸들을 돌리면 SbW 시스템이 ECU를 통해 입력 신호를 처리하고 RWA를 제어하여 바퀴를 조향합니다.**
  2. **주행 속도에 따라 SFA가 저항력을 조절하여 운전자에게 적절한 조향 피드백을 제공합니다.**
  3. **운전자는 다양한 조향 모드를 선택하여 조향비와 최대 조향각을 개인 취향에 맞게 설정할 수 있습니다.**
* **긴급 상황 시나리오:** 
  1. **긴급 제동 시 차량이 안정적으로 멈추도록 조향 모터가 적절한 제어를 수행합니다.**
  2. **전기적 또는 기계적 오류 발생 시, 백업 ECU를 통해 안전한 조향 제어를 유지합니다.**
* **오류 상황:** 
  1. **조향 모터 또는 센서 고장 시 경고를 통해 운전자에게 알림을 제공하고, 백업 시스템이 작동하여 최소한의 조향 기능을 유지합니다.**

**7. 기능 안전과 관련된 초기 고려사항 (Initial Considerations of Functional Safety)**

* **안전 목표:** 
  1. **핸들 입력 오작동 방지: 핸들 입력이 잘못 인식되거나 전달되지 않으면, ECU는 비상 조향 모드를 활성화합니다.**
  2. **RWA 고장 방지: RWA 고장 시 즉시 경고 메시지를 제공하고, 비상 전원 시스템을 통해 최소한의 조향 기능을 유지합니다.**
  3. **SFA 피드백 고장 방지: SFA 고장 시에도 운전자는 계속 조향할 수 있으나, 피드백 없이 경고 알림을 받습니다.**
* **초기 위험 요소:** 
  1. **센서 오류: 잘못된 센서 정보로 인해 잘못된 조향각 계산이 발생할 수 있습니다.**
  2. **RWA 고장: 바퀴를 회전시키는 RWA의 고장 시 차량이 올바르게 조향되지 않을 수 있습니다.**
  3. **SFA 고장: 운전자가 조향 피드백을 받지 못해 조향 상태를 정확히 인식하지 못할 위험이 있습니다.**