CSED311 report | Team 31 | 20230784, 20230288 | Lab1

1. Introduction  
    본 과제는 verilog를 이용해 alu 및 vending machine을 직접 구현함으로써 Verilog 문법 및 하드웨어 설계에 익숙해지는 것을 목표로 삼는다.
2. Design  
    Vending machine을 Moore machine 기반의 FSM으로 구현하였다. Top-level module을 포함해 총 6개의 모듈로 구성하였다.  
   vending\_machine은 top-level module로, 인터페이스 역할을 한다.  
   balance\_calculator는 매 클럭마다 사용 가능한 금액을 계산하는 Sequential logic이다.  
   availability\_calculator는 현재 금액으로 구매 가능한 물품을 반환하는 Combinational logic이다.  
   item\_dispenser는 물품 구매 시 구매된 물건을 반환하는 Sequential logic이다.  
   coin\_dispenser는 동전 반환을 처리하는 Sequential logic이다.  
   timer는 사용자의 마지막 입력 이후 경과한 클럭 수를 계산하는 Sequential logic이다.
3. Implementation  
    본 섹션에서는 각 모듈의 주요 동작 원리와 구현 방식을 설명한다. 주요 모듈은 총 6개이며, 각 모듈의 기능과 동작은 다음과 같다.  
     
    vending\_machine 모듈은 전체 시스템의 인터페이스 역할을 수행하며, 다른 서브 모듈들의 입력 및 출력을 연결한다. 사용자 입력을 처리하고 상태를 관리하며, 하위 모듈에 신호를 전달하고 반환 값을 받아 처리한다.  
     
    balance\_calculator 모듈은 매 클럭에서 입력된 금액과 사용된 금액을 기반으로 사용 가능한 잔액을 계산한다. 클럭 상승 엣지에서 입력 값을 처리하며, 비동기 reset 신호를 통해 잔액을 초기화할 수 있다.  
     
    availability\_calculator 모듈은 현재 잔액을 기반으로 구매 가능한 품목을 계산하고 반환한다. 조합 논리(combinational logic)로 구현되어 있으며, 클럭 엣지와 상관없이 잔액 변화에 따라 실시간으로 출력 값이 갱신된다. 각 품목의 가격에 따라 구매 가능 여부를 결정하고, 비트마스크로 반환한다.  
     
    item\_dispenser 모듈은 특정 품목 구매 시 해당 품목의 반환을 처리한다. 클럭 상승 엣지에서 작동하며, 품목 반환 후 잔액을 조정한다.  
     
    coin\_dispenser 모듈은 동전 반환 신호가 활성화되면 보유 잔액에서 반환할 금액을 계산하고 반환한다.  
     
    timer 모듈은 사용자 입력 이후 경과한 클럭 수를 계산한다. 클럭 상승 엣지에서 상태를 갱신하며, 특정 시간이 초과될 경우 자동으로 상태를 초기화한다. 상태 전환 및 동작 타이밍을 제어하기 위한 기준이 된다.
4. Discussion  
    본 과제에서 Moore Machine 기반의 FSM을 설계하면서 상태 전환 및 출력 동기화 과정에서 몇 가지 문제를 경험하였다. 특히, 동전 반환 및 잔액 계산 과정에서 발생한 비정상적인 동작은 상태 전환 조건과 클럭 동기화를 수정해 해결할 수 있었다. 또한, 각 모듈 간의 신호 전달에서 발생한 지연 문제는 비차단 할당(<=)을 사용하여 개선하였다. 이를 통해 하드웨어 동작에 대한 이해를 깊이 할 수 있었다.
5. Conclusion  
    본 과제에서는 Verilog를 사용하여 ALU 및 Vending Machine을 설계하고 구현하였다. Moore Machine 기반의 FSM을 사용해 총 6개의 모듈로 구성하였으며, 각 모듈이 정상적으로 상호작용하도록 설계하였다. 구현 과정에서 발생한 상태 전환 오류를 수정해 시스템의 안정성을 확보하였다. 본 과제를 통해 Verilog 문법 및 하드웨어 설계 기법에 대한 이해도를 높일 수 있었다.