12주차 예비보고서

전공: 아트&테크놀로지학과 학년: 4학년 학번: 20191048 이름: 김도솔

**1.**

**Counter**는 상태 전이 순서를 순환하면서 클럭 펄스의 수를 세는 디지털 회로이다. 즉 특정한 방식으로 클럭 신호에 따라 상태를 순차적으로 변화시키며, 주로 클럭 펄스를 계산해 수치를 처리하는데 사용된다. 이렇게 계수된 값을 효과적으로 표시하기 위해 계수된 이진수나 이진화 십진수는 디코더를 통해 7 세그먼트 발광 다이오드 등과 같은 출력 장치에 전달되어 인간이 알아볼 수 있는 형태로 변환된다. 디지털 카운터는 다양한 응용 분야에서 사용되며, 특히 시스템의 시간, 주파수, 이벤트 발생 횟수 등을 추적하는 데 유용하다.

카운터는 카운트 방향에 따라 상향 카운팅과 하향 카운팅으로 나눌 수 있다. 상향 카운팅은 숫자가 증가하는 방향으로 카운트하고 하향 카운팅은 숫자가 감소하는 방향으로 카운트하는 것을 말한다. 또한 카운터의 상태 업데이트를 클럭 신호와 어떻게 동기화하는지에 따라 동기식 카운터와 비동기식 카운터로 나눌 수 있다. 뒤에서 자세히 알아보겠지만 동기식 카운터는 모든 비트가 같은 클럭 신호를 사용하여 동시에 업데이트된다. 반면 비동기식 카운터는 비트가 서로 다른 클럭 신호에 따라 업데이트된다. 마지막으로 출력 코드의 형태에 따라 2진 카운터, 링 카운터, 존슨 카운터, 그레이 코드 카운터 등으로 나뉜다. 2진 카운터는 이진수로 표현된 값을 증가시키거나 감소시키는 카운터이다. 링 카운터는 여러 플립플롭이 연결된 링 형태의 구조를 가진 카운터를 말한다. 존슨 카운터는 링 카운터의 확장형으로 특정 비트만 1 값을 가지고 나머지는 0 값을 가지며, 이 값이 회전하면서 순차적으로 변화하는 카운터이다. 그레이 코드 카운터는 인접한 값 사이의 비트가 하나만 변하는 형태의 이진수로 표현된 카운터이다.

한 예로 4비트 2진(16진) 비동기식 상향 카운터(Falling edge에서 동작)에 대해 알아보자. 카운터는 입력 신호에 따라 순차적으로 다음 상태로 이동한다. 각 상태는 4비트 이진수로 구성되어 있다. 비동기식 카운터기에 비트가 서로 다른 클럭 신호에 따라 업데이트되며, 숫자가 증가하는 방향으로 카운트한다. 일반적으로 클럭 신호에 의해 동작하며, 클럭 신호의 각 에지(이 경우는 하강 에지)에 따라 상태가 변경된다. 이는 다음과 같이 동작한다.

초기 상태: 0000

1번 클럭 싸이클 후: 0001

2번 클럭 싸이클 후: 0010

...

15번 클럭 싸이클 후: 1111

16번 클럭 싸이클 후: 다시 0000으로 돌아감

|  |
| --- |
| 회로도 |
|  |
| 상태표 |
|  |
| 상태 변화 |
|  |

**2.**

**Decade Counter**는 디지털 시스템에서 주로 사용되는 카운터의 한 종류이다. 이는 10진수 형태로 표현된 숫자를 세는 데 사용되기에 일반적으로 0부터 9까지의 범위를 가지는 10가지 상태를 가진다. 여러 가지 방식으로 구현될 수 있지만, 가장 일반적인 방법 중 하나는 4비트 이상을 다룰 수 있도록 Flip-Flop 4개를 사용해 구현할 수 있다.

Decade Counter는 초기 상태로 0의 값을 갖는다. 외부 이벤트(예: 클럭 신호)가 발생하면, 카운터는 현재의 값을 1씩 증가시킨다. 카운터는 0부터 시작하므로, 9까지 증가한 후에는 다시 0으로 초기화된다. 즉 0000부터 1001까지 출력하면 다시 0000으로 돌아가야 한다. 이를 통해 10진수 형태로 카운팅을 계속할 수 있다. 카운터는 계속해서 0부터 9까지의 범위에서 반복된다.

Decade Counter는 주로 타이밍, 시퀀스 제어 등 다양한 디지털 시스템 응용에서 사용되며, 카운트 이벤트와 함께 특정 조건을 충족하면 다양한 동작을 수행할 수 있다.

|  |
| --- |
| 회로도 |
| Decade counter |
| 상태도 |
|  |
| 상태 변화 |
|  |

**3.**

**비동기식 Counter**는 각각의 Flip-Flop이 연쇄적으로 클럭 신호를 받아 카운트를 수행하는 카운터이다. 이는 Ripple Counter라고도 불리며, 여러 개의 플립 플롭이 직렬로 연결된 형태를 보인다. 가장 처음 플립 플롭은 클럭 값을 입력 받고, 뒤에 연결된 플립 플롭들은 직전 플립 플롭의 출력을 기다려 그 출력을 클럭 값으로 사용한다. 비동기식 Counter의 장점은 동기식 Counter에 비해 회로가 비교적 간단하다는 것이다. 그러나 구조적으로 동작 과정에서 전달 지연이 발생한다는 단점이 있다.

**동기식 Counter**는 위와 같은 비동기식 Counter의 단점을 보완한 카운터로, 모든 Flip-Flop이 하나의 공통된 클럭 신호를 사용하여 동시에 카운트를 증가시키는 카운터이다. 모든 플립 플롭에 클럭 신호가 연결되어 있어, 각 플립 플롭들이 병렬적으로 작동할 수 있다. 즉 모든 Flip-Flop은 동일한 클럭 신호에 의해 동기화되어 같은 순간에 전이를 수행한다. 따라서, 모든 비트가 동시에 상태를 변화시키며 순서가 지켜지게 된다. 글로벌 클럭 신호를 사용하기 때문에 타이밍이 명확하며, 높은 신뢰성을 가진다는 장점이 있다. 그러나 설계가 상대적으로 복잡하며, 글로벌 클럭 신호를 유지해야 하므로 전력 소모가 높을 수 있다는 단점 또한 존재한다.

|  |
| --- |
| 비동기식 카운터 |
|  |
| 동기식 카운터 |
| 14주 차] - 동기식 카운터(Synchronous counter) |

**4.**

**FSM(Finite-State Machine)**은 추상적인 모델링 도구로, 시스템이나 프로세스의 동작을 나타내는 데 사용된다. 이는 유한한 상태와 전이만을 다루기 때문에 유한 상태 기계라고 불린다. 간단한 형태의 FSM은 상태 다이어그램으로 나타낼 수 있으며, 복잡한 시스템의 모델링에도 적용할 수 있다. 주로 이벤트 기반 시스템, 자동 제어 시스템, 프로토콜 디자인 등 다양한 분야에서 사용된다. FSM은 여러 상태(state)들 간의 전이(transition)와 각 상태에서 수행되는 동작(action)으로 정의된다.

* 상태 (State): 시스템이나 프로세스가 가질 수 있는 여러 상태들을 나타낸다. 각 상태는 시스템이나 프로세스의 특정 상황을 나타낸다.

초기 상태 (Initial State): FSM의 시작 상태를 나타낸다. 시스템이나 프로세스가 처음 시작될 때 어떤 상태에 있는지를 나타낸다.

종료 상태 (Final State): 시스템이나 프로세스가 작업을 완료하거나 특정 조건이 충족되었을 때 도달하는 상태를 나타낸다.

* 입력 (Input): 외부에서 시스템에 주어지는 입력을 나타낸다. 이 입력은 상태 전이를 일으킬 수 있다.
* 전이 (Transition): 상태 간의 전이는 특정 조건이 충족되었을 때 일어나는 상태의 변경을 나타낸다. 예를 들어, 특정 입력이 발생하면 시스템이 현재 상태에서 다른 상태로 전이된다.
* 동작 (Action): 각 상태에서 수행되는 동작을 나타낸다. 이는 특정 상태로의 전이 시에 수행되는 작업이며, 이를 통해 시스템의 동작이 결정된다.

**5.**

**링 카운터(Ring Counter)**는 디지털 논리 회로에서 사용되는 특별한 형태의 카운터이다. 링 카운터는 D-Flip-Flop을 사용하여 구성되며, 한 번에 하나의 Flip-Flop만이 활성화되는 특징이 있다.

링 카운터의 주요 특징은 다음과 같다:

* 구조: 링 카운터는 D-Flip-Flop이 연결된 형태를 가지며, 각 Flip-Flop은 이전 Flip-Flop의 출력이 자신의 입력으로 사용된다. 마지막 Flip-Flop의 출력은 첫 번째 Flip-Flop의 입력으로 연결되어 원형(링)을 이룬다.
* 동작: 각 클럭 신호 사이클 동안, 현재 활성화된 Flip-Flop은 다음 Flip-Flop에 비트를 전달하고, 나머지는 그대로 유지된다. 이러한 방식으로, 비트는 링 모양으로 이동하면서 카운팅이 이루어진다.
* 활성화된 Flip-Flop: 링 카운터에서는 항상 하나의 Flip-Flop만이 활성화되어 카운팅이 이루어진다. 나머지 Flip-Flop은 현재 활성화된 Flip-Flop의 출력을 복제하여 유지한다.
* 초기화: 링 카운터는 초기 상태로 복귀할 수 있도록 설계되어 있다. 모든 Flip-Flop이 0으로 초기화될 때 원점으로 돌아간다고 볼 수 있다.

링 카운터는 회로가 간단하며 구현이 용이하다는 장점이 있다. 주로 특정 상황에서 특별한 순서로 작업을 수행하는데 사용된다. 예를 들어, 제어 시스템에서 특정 단계에 따라 작업을 수행하는 경우에 활용될 수 있다.