12주차 예비보고서

전공: 컴퓨터공학과 학년: 4학년 학번: 20191583 이름: 김태곤

**1. Counter 에 대해서 조사하시오.(예시 포함)**

카운터는 특정 이벤트나 신호의 발생 횟수를 세는 디지털 장치이다. 카운터는 플립플롭(flip-flop)이라는 기본적인 디지털 회로 요소를 사용하여 구현된다. 플립플롭은 두 가지 상태(0과 1)를 가지며, 클록 신호에 따라 이 상태가 전환된다. 카운터는 크게 동기식 카운터와 비동기식 카운터로 나뉜다. 이 둘의 차이는 플립플롭의 상태 변화가 클록 신호에 어떻게 동기화되는지에 따라 달라진다.

카운터의 종류에는 바이너리 카운터, 모듈로-N 카운터, 업 카운터, 다운 카운터 등이 있다. 바이너리 카운터는 이진수(2진법)로 숫자를 세는 카운터로, 예를 들어 3비트 바이너리 카운터는 000(0)에서 111(7)까지 센다. 각 비트의 값이 클록 신호에 따라 1씩 증가한다. 3비트 카운터는 2의 3승, 즉 8개의 상태를 가지며, 각 클록 신호마다 이진수 값이 1씩 증가한다. 모듈로-N 카운터는 특정 수 N에 도달하면 다시 0으로 리셋되는 카운터이다. 예를 들어, 모듈로-10 카운터는 0에서 9까지 센 후 다시 0으로 돌아간다. 이는 10진수를 세는 카운터로 디케이드 카운터라고도 한다. 업 카운터는 클록 신호마다 카운트 값을 1씩 증가시키는 카운터이며, 증가하는 순서로 숫자를 세는 용도로 사용된다. 반면 다운 카운터는 클록 신호마다 카운트 값을 1씩 감소시키는 카운터이다. 감소하는 순서로 숫자를 세는 용도로 사용된다.

가장 간단한 카운터는 2비트 비동기식 바이너리 카운터이다. 이 카운터는 두 개의 플립플롭으로 구성된다. 첫 번째 플립플롭의 클록 입력은 외부 클록 신호에 연결되고, 첫 번째 플립플롭의 출력은 두 번째 플립플롭의 클록 입력으로 연결된다. 2비트 비동기식 바이너리 카운터의 동작은 다음과 같다. 초기 상태는 00이다. 첫 번째 클록 신호가 입력되면, 첫 번째 플립플롭이 토글되어 01이 된다. 두 번째 클록 신호가 입력되면, 첫 번째 플립플롭이 다시 토글되어 10이 되고, 이 신호는 두 번째 플립플롭을 토글시켜 10이 된다. 세 번째 클록 신호가 입력되면, 첫 번째 플립플롭이 토글되어 11이 된다. 네 번째 클록 신호가 입력되면, 첫 번째 플립플롭이 다시 토글되어 00이 되고, 이 신호는 두 번째 플립플롭을 다시 토글시켜 00이 된다. 이 과정에서 각 플립플롭의 상태 변화는 클록 신호에 의해 차례로 이루어지며, 이로 인해 카운터가 숫자를 세는 동작을 한다.

도표, 라인이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

**2. Decade Counter 에 대해서 조사하시오.**

디케이드 카운터(Decade Counter)는 0에서 9까지의 숫자를 세고 다시 0으로 돌아가는 10진수 카운터이다. 디케이드 카운터는 디지털 시스템에서 흔히 사용되는 모듈로-10 카운터로, 주로 디지털 시계나 타이머 같은 시간 측정 장치에서 활용된다. 이 카운터는 10개의 고유한 상태를 가지며, 클록 신호가 입력될 때마다 현재 상태에서 다음 상태로 전환된다.

디케이드 카운터는 플립플롭을 사용하여 구현된다. 기본적으로 4개의 플립플롭이 필요하며, 각 플립플롭은 2진수의 한 비트를 나타낸다. 그러나 4비트 바이너리 카운터는 0에서 15까지 셀 수 있기 때문에 디케이드 카운터는 10에서 15까지의 상태를 무시하거나 리셋 신호를 사용해 9 이후에 0으로 돌아가도록 한다.

디케이드 카운터의 동작을 예로 들어 설명하면, 초기 상태는 0000(0)이다. 첫 번째 클록 신호가 입력되면, 카운터는 0001(1)로 전환된다. 이 과정은 1001(9)까지 계속된다. 1001 상태에서 다음 클록 신호가 입력되면, 리셋 회로가 작동하여 카운터는 다시 0000(0)으로 리셋된다.

디케이드 카운터는 다양한 응용 분야에서 유용하게 사용된다. 디지털 시계에서 초와 분을 기록하기 위해 사용되며, 각 초와 분이 60진법으로 동작하지만, 디케이드 카운터를 통해 이를 쉽게 관리할 수 있다. 또한, 주파수 측정기, 전자식 계량기 등에서도 사용되어 일정 시간 동안 펄스의 수를 세어 특정 값을 측정하는 데 사용된다.

원, 폰트, 텍스트, 화이트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

도표, 평면도, 라인, 기술 도면이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

**3. 비동기식 Counter 및 동기식 Counter 에 대해서 조사하시오.**

비동기식 카운터(Asynchronous Counter)와 동기식 카운터(Synchronous Counter)는 이벤트를 세는 데 사용되는 두 가지 주요 카운터 유형이다. 이 두 카운터는 클록 신호의 처리 방식에서 차이가 있으며, 각각의 장단점이 있다.

비동기식 카운터는 리플 카운터라고도 불리며, 각 플립플롭의 출력이 다음 플립플롭의 클록 입력으로 사용된다. 이는 첫 번째 플립플롭의 상태 변화가 두 번째 플립플롭의 클록 신호를 트리거하고, 이 과정이 연쇄적으로 이루어진다는 것을 의미한다. 첫 번째 플립플롭은 외부 클록 신호에 의해 트리거되며, 그 출력이 두 번째 플립플롭의 클록 입력으로 연결된다. 이 과정이 연쇄적으로 이어져 마지막 플립플롭까지 전달된다. 비동기식 카운터의 장점은 구조가 간단하고 설계가 용이하다는 점이다. 플립플롭의 수가 적은 경우 적은 하드웨어로 구현할 수 있다. 그러나 각 플립플롭 간의 전파 지연(propagation delay)으로 인해 클록 신호가 뒤늦게 전달되며, 이로 인해 고속 동작에서는 오차가 발생할 수 있다.

반면 동기식 카운터는 모든 플립플롭이 동일한 클록 신호에 의해 동시에 트리거된다. 이는 각 플립플롭이 독립적으로 클록 신호를 받아 동시에 상태가 변화한다는 것을 의미한다. 모든 플립플롭은 동일한 클록 신호에 연결되어 있으며, 각 플립플롭의 상태는 공통 클록 신호와 플립플롭의 현재 상태에 따라 결정된다. 논리 게이트를 사용하여 각 플립플롭의 입력을 제어하고, 이로 인해 모든 플립플롭이 동시에 상태를 변경한다. 동기식 카운터의 장점은 모든 플립플롭이 동시에 상태를 변경하므로 전파 지연이 거의 없다는 점이다. 고속 동작에 적합하며, 신뢰성이 높다. 그러나 구조가 복잡하며, 더 많은 논리 게이트와 하드웨어가 필요하다. 설계가 어려울 수 있다.

비동기식 카운터와 동기식 카운터는 각각의 장단점이 있다. 비동기식 카운터는 구조가 간단하고 설계가 쉬운 반면, 동기식 카운터는 더 복잡하고 많은 하드웨어가 필요하다. 비동기식 카운터는 전파 지연으로 인해 고속 동작에서는 성능이 떨어질 수 있지만, 동기식 카운터는 모든 플립플롭이 동시에 상태를 변경하므로 고속 동작에서도 성능이 우수하다. 비동기식 카운터는 간단한 응용 프로그램에 적합하며, 동기식 카운터는 더 정밀하고 고속이 요구되는 응용 프로그램에 적합하다.

아래 사진은 Synchronous Counter와 Asynchronous Counter이다.

도표, 평면도, 라인, 기술 도면이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

Synchronous Counter

도표, 라인, 평면도, 그래프이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

Asynchronous Counter

**4. FSM(finite-state machine) 에 대해서 조사하시오.**

유한 상태 기계(FSM, Finite State Machine)는 특정 입력에 따라 유한한 개수의 상태 중 하나로 전이하며 동작하는 논리적 설계 모델이다. FSM은 제어 시스템, 소프트웨어 설계, 디지털 회로 등 다양한 분야에서 복잡한 동작을 제어하고 관리하는 데 사용된다. FSM은 상태(State), 입력(Input), 출력(Output), 전이(Transition), 초기 상태(Initial State)로 구성된다. 상태는 시스템이 특정 시점에 있을 수 있는 여러 상태 중 하나를 나타내며, 입력은 상태 전이를 일으키는 외부 신호나 이벤트이다. 출력은 FSM의 현재 상태와 입력에 따라 생성되는 결과이며, 전이는 한 상태에서 다른 상태로의 이동을 정의하는 규칙이다. 초기 상태는 FSM이 동작을 시작하는 상태를 의미한다.

FSM을 설계하는 과정은 다음과 같다. 먼저 시스템의 모든 상태와 가능한 입력을 정의한다. 그런 다음 상태 전이 다이어그램을 작성하여 각 상태와 입력에 따른 전이를 시각적으로 표현한다. 각 상태에서의 출력을 정의하고, 상태 전이 테이블을 작성하여 각 상태와 입력에 따른 상태 전이와 출력을 명시한다. 마지막으로 FSM을 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현한다.

텍스트, 원, 스크린샷, 폰트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

**5. 기타 이론**

존슨 카운터(Johnson Counter)는 디지털 전자 공학에서 사용되는 특수한 형태의 시프트 레지스터이다. N비트 존슨 카운터는 2N개의 고유한 상태를 가지며, 시프트 레지스터와 달리 각 상태 전이에서 비트 패턴이 독특하게 순환한다. 존슨 카운터는 주로 제어 시스템, 디지털 시계, 디지털 필터 설계 등에서 사용된다.

존슨 카운터의 동작 원리는 간단하다. N비트 존슨 카운터의 경우, N개의 플립플롭이 직렬로 연결되어 있으며, 마지막 플립플롭의 출력이 첫 번째 플립플롭의 입력으로 되돌아온다. 다만, 이 출력은 반전되어 입력으로 되돌아오게 된다. 따라서, 각 클록 사이클마다 비트 패턴이 한 위치씩 오른쪽으로 이동하고, 마지막 비트는 반전되어 첫 번째 비트로 입력된다.

예를 들어, 4비트 존슨 카운터의 동작을 살펴보면 다음과 같다:

원, 클립아트, 화이트, 스케치이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명초기 상태: 0000

첫 번째 클록 후: 1000

두 번째 클록 후: 1100

세 번째 클록 후: 1110

네 번째 클록 후: 1111

다섯 번째 클록 후: 0111

여섯 번째 클록 후: 0011

일곱 번째 클록 후: 0001

여덟 번째 클록 후: 0000

이러한 패턴이 계속 반복되면서 존슨 카운터는 2N개의 고유한 상태를 순환하게 된다.

존슨 카운터의 주요 장점은 2N개의 고유한 상태를 가지므로 상태를 명확하게 구분할 수 있다는 점이다. 또한, 각 상태 전이가 규칙적이어서 논리 회로 설계가 비교적 단순하며, 같은 비트 수의 링 카운터에 비해 두 배의 상태를 저장할 수 있어 저장 용량이 증가한다. 이러한 장점 덕분에 존슨 카운터는 다양한 응용 분야에서 활용된다. 예를 들어, 디지털 시계에서는 시간 측정 및 디스플레이 제어에 사용되며, 디지털 필터 설계에서는 필터의 상태 전이를 제어하는 데 사용된다. 또한, 복잡한 제어 시스템에서 상태 전이를 간단하게 구현하는 데도 존슨 카운터가 사용된다.

도표, 라인, 폰트, 번호이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명