1주차 예비보고서

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

**1. FPGA란 무엇인지 조사하시오.(활용법 사용법 포함)**

1) FPGA란?

FPGA는 Field Programmable Gate Array의 약어로, 사용자가 특정 목적에 맞게 현장에서 직접 프로그래밍할 수 있는 집적 회로 반도체이다. FPGA는 기본 논리 게이트와 같은 기능을 수행할 수 있는 설계 가능한 논리 소자를 포함하며, 플립플롭부터 복잡한 메모리 블록까지 다양한 메모리 요소를 포함한다. 내부선의 계층 구조가 프로그래밍 가능해 설계자는 내부 연결을 마음대로 구성할 수 있어, 실질적으로 프로그래밍 가능한 브레드보드처럼 작동한다.

FPGA는 ASIC과 대조적으로, 내부 로직을 사용자가 필요에 맞게 여러 번 재구성할 수 있는 유연성을 가진다. ASIC은 특정 목적을 위해 설계된 회로로 한번 만들어지면 수정할 수 없지만, FPGA는 설계자가 비트 파일이라는 구성 파일을 통해 필요에 따라 재구성할 수 있다. 이러한 유연성은 개발 시간을 단축하고 현장에서의 수정을 가능하게 하며, 초기 개발 비용을 줄인다.

FPGA는 하드웨어 설명 언어인 VHDL이나 Verilog를 사용하여 프로그래밍되며, Synthesis를 통해 하드웨어 내부의 논리 연산과 배선이 재조정된다. 프로그램이 실행되는 것이 아니라 하드웨어적으로 회로가 구성되기 때문에 신뢰성이 높으며, 기존 기능에 간섭하지 않고 새로운 기능을 병렬적으로 추가하거나 수정할 수 있다는 특징이 있다. 또한 모든 에러와 지연 시간을 실제 동작이 아닌 합성 및 시뮬레이션 단계에서부터 예측할 수 있다.

FPGA의 발전은 1980년대 초 CPLD에서 시작되어 자일링스의 공동 창립자 로스 프리맨에 의해 1984년에 발명되었다. CPLD에 비해 많은 수의 프로그램 가능 논리 요소를 포함하며, 고급 내장 기능과 내장 메모리를 갖추고 있다. 시스템상에서 전체 또는 부분적으로 재설정을 지원해 설계를 동적으로 변경할 수 있으며, 시스템의 다른 부분이 작동하는 동안 일부만을 재프로그램하는 부분적 재설정 기능도 있다.

이처럼 FPGA는 설계의 유연성, 빠른 개발 가능성, 그리고 현장에서의 수정 용이성을 제공하는 반도체 소자로, 복잡한 디지털 회로 설계에 널리 활용된다.

2) FPGA의 활용법 및 사용법

FPGA는 다양한 상황에 맞춰 프로그래밍하여 다른 기능을 수행할 수 있는 높은 적응성을 가진 장치이다. 프로토타이핑부터 신호 처리, 산업 자동화에 이르기까지 광범위하며, 특히 실시간 처리가 중요한 애플리케이션에서 그 가치를 발휘한다.

FPGA를 사용하는 과정은 초기 설계에서부터 설계 검증 및 성능 추정에 이르기까지 여러 단계를 포함한다. 초기 설계 입력 단계에서는 그래픽적인 입력과 문자적인 입력이 가능하다. Schematic capture tool을 활용한 그래픽적 입력은 라이브러리에 기반한 안정적인 회로 구성을 제공한다. 반면, HDL(Hardware Description Language)을 통한 문자적 입력은 더 세밀한 논리 설계를 가능하게 한다.

RTL(register-transfer level) 시뮬레이션 단계에서는 HDL로 구현된 회로가 의도한대로 동작하는지를 검증한다. 이 시뮬레이션은 실제 하드웨어에 업로드하기 전에 이루어지므로, 시간과 자원을 절약하는 중요한 과정이다.

합성 단계는 사용자가 구현한 고수준 디자인을 FPGA 보드가 이해할 수 있는 저수준 디지털 회로로 변환한다. 이 과정을 통해 HDL 코드는 netlist 형태로 만들어지며, 실제 디지털 회로로 구현되는 기초가 된다.

Place & Route 단계는 합성된 netlist를 바탕으로 실제 회로를 FPGA 칩 상에 구현한다. 논리 블록의 특정 위치에 배치하고, 이를 연결선과 전기적 스위치를 사용하여 서로 연결한다.

마지막으로, 설계 검증 및 성능 추정 단계에서는 실제 회로의 형태를 가진 FPGA의 timing simulation을 진행한다. 여기서는 delay 문제와 같은 타이밍 에러가 없는지를 확인하고, 성능을 측정하여 향후 성능을 추정한다.

이러한 과정을 거쳐, FPGA는 특정 애플리케이션에 최적화된 로직 설계를 실시간으로 처리할 수 있는 매우 강력한 도구가 된다. 재프로그래밍 가능한 특성으로 인해, 수정이 필요할 때마다 회로를 재구성할 수 있으며, 이는 시스템을 업그레이드하거나 새로운 기능을 추가하는 데 있어 큰 유연성을 제공한다. 따라서, FPGA는 고성능과 유연한 프로그래밍 가능성을 필요로 하는 다양한 분야에서 중요한 역할을 수행한다.

**2. FPGA의 장단점 및 활용 분야를 조사하시오.**

1) FPGA의 장단점

(1) 장점

1)) 유연성: FPGA는 재프로그래밍이 가능하여 다양한 용도로 재사용성이 높다. 이로 인해 사용자는 다목적으로 하나의 칩을 여러 프로젝트에 걸쳐 사용할 수 있으며, 이는 칩 하나에 다양한 기능을 통합할 수 있는 능력을 의미한다.

2)) 처리 속도: 하드웨어 레벨에서 연산을 수행함으로써, FPGA는 고속 데이터 처리에 매우 적합하다. 특히, FPGA의 병렬 처리 구조는 대규모 데이터를 동시에 처리할 수 있는 뛰어난 능력을 보여준다.

3)) 저전력: FPGA는 다른 반도체 디바이스에 비해 상대적으로 적은 전력을 소비한다. 이는 에너지 효율적인 설계를 가능하게 하여, 장기적으로 비용 절감에 기여할 수 있다.

4)) 시스템 통합: 복잡한 시스템 요구 사항을 만족시킬 수 있는 다양한 기능의 통합이 가능하다. 이는 하드웨어 설계에 있어 중대한 이점을 제공한다.

(2) 단점

1)) 설계 난이도: 하드웨어 프로그래밍 과정은 복잡하며, 깊은 전문 지식을 요구한다. 이는 설계 단계가 길어지고, 개발 과정에서의 어려움을 초래할 수 있다.

2)) 비용: 초기 투자 비용이 높으며, 대량 생산 시 ASIC에 비해 비용 효율성이 낮을 수 있다. 이는 특히 대규모 프로젝트에 있어 중요한 고려 사항이 될 수 있다.

3)) 유연성의 한계: FPGA는 소프트웨어와 같은 수준의 빠른 수정이 어렵다. 따라서 변경이 필요할 때 추가적인 시간과 노력이 필요하다.

4)) 특수성: 맞춤형 설계가 필요한 특수한 용도로 개발된다는 점에서 일반적인 목적으로는 널리 사용되지 않는다. 이는 FPGA의 범용성에 제한을 두는 요소로 작용할 수 있다.

2) FPGA의 활용 분야

FPGA는 그 다재다능성과 고유한 특성 덕분에 다양한 분야에서 점점 더 많이 활용되고 있다. 이 장치의 유연한 프로그래밍 가능성, 빠른 처리 속도, 저전력 소비는 여러 산업에서 중요한 이점을 제공한다.

자동차 분야에서 FPGA는 특히 혁신적인 기술을 가능하게 한다. 운전자 지원 시스템과 자율 주행 기술에서는 FPGA가 실시간 데이터 처리와 센서 통합, 안전한 의사 결정을 위한 핵심 역할을 수행한다. 전기 및 하이브리드 차량에서는 배터리 관리 시스템과 전기 모터 제어에 사용되어, 차량의 효율성과 성능을 개선하는 데 기여한다.

의료 기기 분야에서는 의료 진단 장비, 특히 MRI나 CT 스캐너와 같은 고해상도 영상의 빠른 처리와 분석을 위해 FPGA가 활용된다. 또한, 휴대용 의료 장비와 같은 임베디드 시스템에서 저전력으로 복잡한 연산을 수행할 수 있는 이점을 제공하여, 의료 분야의 기술 발전에 기여한다.

통신 분야에서는 FPGA가 데이터 암호화, 변조, 디지털 신호 처리 등 고속 신호 처리가 필수적인 작업에 주로 사용된다. 라우터, 스위치, 기지국 등 네트워크 장비에서 데이터 전송의 효율성과 속도를 개선하는 데 중요한 기여를 한다.

산업 자동화 분야에서는 로봇팔, CNC 기계 등의 정밀 제어에 FPGA가 필수적이다. 이들은 빠른 응답 시간과 복잡한 알고리즘 실행을 요구하는 작업에 적합하며, 생산 라인의 효율성을 높이고 제조 공정을 최적화한다.

이처럼 FPGA는 다양한 산업 분야에서 광범위하게 사용되고 있다.