**2020년도 2학기 컴퓨터공학실험Ⅱ**

**1주차 예비보고서**

**20191621 이민영**

1. **FPGA란 무엇인지 조사하시오. (활용법 사용법 포함)**

FPGA란 Field Programmable Gate Array로 설계 가능 논리 소자와 프로그래밍이 가능한 내부 회로가 포함된 반도체 소자이다. FPGA는 1980년대초의 복합 프로그래머블 논리소자 (CPLD)로 시작되었고 자일링스 공동 창립자인 로스 프리맨이 1984년에 FPGA를 발명하였다. FPGA는 CPLD보다 프로그램되는 논리 요소가 많으며, CPLD와 달리 FPGA의 구조는 내부선에 따라서 결정된다. 또한 FPGA는 수준 높은 내장 기능과 내장 메모리가 존재한다. 설계 가능 논리 소자는 AND, OR, XOR, NOT, 더 복잡한 디코더나 계산기능의 조합 기능 같은 기본적인 논리 게이트의 기능을 복제하여 프로그래밍 할 수 있다. 회로 변경이 불가능한 일반 반도체와 달리 용도에 맞게 회로를 다시 새겨 넣을 수 있기 때문에 사용자가 자신의 용도에 맞게 반도체의 기능을 소프트웨어 프로그램 하듯 변형시킬 수 있다. 일반 반도체에 비해 가격이 수십~수백 배 비싸다. 제조회사의 경우 2005년 후반에 FPGA 시장이 2개의 주된 일반용 FPGA 제조사와 제공된 특별한 능력으로 구별하는 다른 용도로 구분되었으며, 자일링스와 알테라가 FPGA의 선도회사이다.

FPGA의 일반적인 기본 구조는 configurable logic blocks 어레이와 라우팅 채널로 구성된다. 현대의 FPGA는 반도체 공정 기술 발전을 통해 높은 수준의 기능들을 가지게 되었다. 초기 버전보다 속도와 기능이 향상되었다. FPGA는 시스템 유효성 검사에 널리 사용되고 있다.

FPGA의 기초 용어를 살펴보면, Synthesis(합성)은 HDL로 짠 코드를 실제 디지털 회로로 칩 내부에 구현하는 것이다. Netlist는 synthesis 이후에 나오는 결과 파일을 말한다. Skew란 여러 delay 들의 합을 말하는데 FPGA 내부에 clock신호가 있을 때 가장 빨리 도착한 clock과 delay로 인해서 상대적으로 늦게 도착한 clock의 차이를 말한다. slack이란 delay를 빼고 남은 여유 시간을 말한다. 100ns 주기의 clock이 있고 10ns의 delay가 있는 경우에 slack은 90ns가 된다. Slew란 디지털 신호가 0에서 1, 1에서 0로 갈 때의 기울기를 말한다. 기울기가 너무 크면 순간적으로 큰 전력이 사용되어서 다른 소자에 간섭을 줄 수 있기 때문에 slew rate를 적절히 조절을 해주어야 한다.

FPGA를 이용한 설계 방법에서, 필요한 대부분은 FPGA vendor가 제공해주는 design software를 이용해서 처리할 수 있다. Xilinx에서는 ISE라는 software, Altera에서는 Quartus 2라는 software를 제공해준다.

사용법에서, FPGA 내부에서 디지털 회로를 구현할 때 가장 기초적인 두 구성요소는 LUT와 Flip-flop이다. LUT(Look-up table)은 인풋들로 조합 가능한 모든 truth table을 내장하고 있다. 이렇게 LUT를 조합하면 AND, OR 등 모든 디지털 회로들을 구현할 수 있다. 예를 들어서 Xilinx의 Vertex 5 LX85라는 FPGA 안에는 약 5만개의 6-input LUT가 있는데, 만약 VHDL로 무엇인가 구현할 코드를 작성하면 FPGA 내에서 자동으로 LUT들이 이를 구현하기 위해서 조합된다. 또한 FPGA는 크게 VHDL과 Verilog로 코딩을 한다.

1. **FPGA의 장단점 및 활용 분야를 조사하시오.**

FPGA는 개발시간이 짧고, 오류를 현장에서 재 수정할 수 있으며, 초기 개발비가 저렴하다는 장점이 있다. 또한 프로세서 내부 회로를 프로그램에 맞게 직접 설계해 놓고 병렬적으로 실행시켜서 CPU보다 압도적인 계산 속도를 낼 수 있다. 따라서 압도적으로 빠른 하드웨어 프로그래밍을 요구로 하는 현장에서 주로 사용한다. 또한 어떤 영역이나 구조에 따라 제공된 거대 병렬 알고리즘에 유용하다. FPGA는 주문형 반도체(ASIC) 대용품보다 느리고 복잡한 설계에 적용할 수 없고 소비전력이 크다는 단점이 있다. 또한 대량으로 생산하는 경우 비용이 매우 비싸며, ASIC에 비해서 칩의 면적이 크고, 따라서 핸드폰과 같은 작은 사이즈가 필요한 경우에는 발열이나 사이즈 등의 문제로 FPGA로 설계하기 어렵다는 단점이 있다.

활용분야는 로봇제어, 인공지능 등을 위한 가속기 또는 그래픽 가속기와 우주선, 인공위성 등에 사용이 된다. ASIC(주문형 반도체) 설계용 테스트 용도나 DSP 개발용으로 쓰거나 일부에서 MCU 용도로 사용하기 한다. 가속기 용도에서는 FPGA를 사용했을 때 하드웨어 레벨에서 어플리케이션의 병렬 처리를 최적화할 수 있기 때문에 성능이나 전력소모에서 유리하다. 그러나 FPGA는 하드웨어를 설계해줘야 하기 때문에 설계 난이도가 매우 높다는 단점이 있다. 또한 의료 영사, 컴퓨터 비전, 음성 인식, 암호학 등 다른 영역에도 사용이 된다. FPGA는 암호체계에 대한 무차별 대입 공격 암호해독기와 같은 영역이나 구조에 따라 제공된 거대 병렬 알고리즘에 특히 유용하다.