

InfiniBand/PCI-Express 4X Framer/Deframer 모듈 FPGA 설계

*이현빈, *박성주, **전기만
 *한양대학교 컴퓨터공학과,
 **전자부품연구원 유비쿼터스컴퓨팅 연구센터
 *bean@mslab.hanyang.ac.kr *parks.j@mslab.hanyang.ac.kr
 **kmjeon@keti.re.kr

An FPGA Implementation of 4X Framer/Deframer Module for InfiniBand/PCI-Express

*Hyunbean Yi, *Sungju Park, **Kiman Jeon
 *Dept. of Computer Science & Engineering, Hanyang University
 **Ubiquitous Computing Research Center, Korea Electronics Technology Institute

요약

InfiniBand와 PCI-Express는 직렬 스위치 구조를 사용하는 고속의 패킷 기반의 I/O 기술로써, 네트워크 링크 계층의 기본적인 기능을 포함한다. 본 논문에서는 InfiniBand와 PCI-Express에서 사용 가능한 4X Framer/Deframer 모듈을 제시하였다. 구분자 및 PAD 처리뿐만 아니라 프레임 포맷 구성 및 해체를 위한 Arrangement/Rearrangement 기능을 포함하고 있으며, 재구성 및 확장 가능하도록 설계하였다. 파이프 라인으로 구성하고, 고성능의 Xilinx FPGA를 사용하여 지연시간을 최소화하였으며, 12X로 확장 구성하여 ModelSim을 사용하여 기능 및 타이밍 시뮬레이션 한 결과, 250 MHz 클럭을 사용하여 지연 없이 동작하였다.

I. 서론

초고속으로 발전하는 정보통신 기술과 인터넷 서비스의 급증으로, 데이터 처리 속도 및 처리량의 요구 또한 날이 급상승하고 있다. 이에 따라 고성능 서버와 대용량 저장장치 및 공유버스 구조로 인한 시스템 성능향상의 한계를 극복하기 위한 고속 데이터 I/O 기술이 절대적으로 필요하다.

공유버스의 한계를 극복하기 위한 여러 기술이 제안 및 구현되고 있다. Hewlett-Packard, Compaq, Dell, IBM, Intel, Microsoft, Sun Microsystems등 선도 기업들로 구성된 InfiniBand Trade Association (IBTA)에서는 서버간, 서버와 저장장치, 그 밖의 네트워크 및 입출력 장치간의 고속 데이터 전송을 위한 차세대 데이터 I/O 기술로써 InfiniBand Architecture (IBA)를 제안하였고, Intel, Compaq, Hewlett-Packard, Microsoft에 의해 형성된 새로운 컨소시엄은, 3세대 I/O라 불리는 PCI-Express 버스를 제안하였다. 뿐만 아니라, 모토롤라는 임베디드 시스템에 적용을 목표로, 고성능 시스템 버스인 RapidIO를 제안하였으며, AMD 또한, Hyper-Transport라는 시스템 버스 I/O를 개발하여 PCI-Express와 시장경쟁에 나섰다. IBA를 제외한 다른 기술들은 주로 시스템 내부의 성능 향상에 초점을 맞추고 있다. 따라서, Intel, Mellanox, IBTA등에서는 데이터 센터의 네트워크 구축을 위해, 시스템 내부는 PCI-Express를, 시스템 외부는 IBA를 이용한 연결망 구조를 제시하고 있다[1,2,3].

InfiniBand와 PCI-Express 모두 메시지 기반의 병렬 공유 버스 구조가 아닌 패킷 기반의 직렬 스위치 구조를 사용하고, 클라이언트-서버가 아닌 P2P 구조로써, SAN (System Area Network or Storage Area Network)을 위해 설계되었다. IBA는 라우터를 통하여 인터넷 망과도 연결이 가능하고 전 이중 방식을 사용하며 단 방향으로 최대 30 Gbps의 전송이 가능하다. 프로세서의 오버헤드를 줄이기 위하여, 전송계층 (Transport layer)의 하드웨어 구현을 정하고 있으며, RDMA (Remote Data Memory Access)와 다양한 QoS (Quality of Service) 메커니즘을 지원한다. PCI-Express는, PCI 버스의 모든 메커니즘을 포함하고 있기 때문에 기존의 PCI 디바이스를

그대로 사용할 수 있다는 장점이 있다. InfiniBand는 Transport, Network, Link, Physical 계층을 포함하고 있으며, PCI-Express는 Transaction, Data Link, Physical 계층을 포함하고 있다. 두 스펙 모두 8b/10b 인코더/디코더를 와 Serializer/Deserializer (SerDes)를 사용한다. 송신부는 병렬 데이터를 인코딩 한 후 직렬로 변환하여 송신하고, 수신부는 직렬 데이터를 병렬로 변환하여 디코딩하여 처리한다. 패킷을 송수신하기 위해서는 패킷의 처음과 끝을 나타내는 특정 패턴, 즉, 구분자 (Delimiter)를 추가하거나 삭제 하는 과정이 필요하다. 표 1이 InfiniBand와 PCI-Express에서 사용되는 구분자와 PAD이다. 구분자의 이름은 다르지만 역할과 코드가 동일하다[1,2].

표 1. Delimiter Symbols & PAD

InfiniBand Symbol	PCI Express Symbol	Code Name	K	Hex Value
SDP	STP	K27.7	1	FB
SLP	SDP*	K28.2	1	5C
EGP	END	K29.7	1	FD
EBP	EDB	K30.7	1	FE
PAD	PAD	K23.7	1	F7

- Code Name: Name of 8b/10b transmission code
- K: ?= Special Control Character, ?= Data Character
- SDP: Start of Data Packet Delimiter
- SLP: Start of Link Packet Delimiter
- EGP: End of Good Packet Delimiter
- EBP: End of Bad Packet Delimiter
- STP: Start of Transaction Layer Packet
- SDP*: Start of Data Link Layer Packet
- END: End of Good Packet
- EDB: End of Bad Packet

두 스펙 모두 1X 뿐만 아니라 4X 이상의 다중 레인을 지원한다. 1X의 경우에는 구분자를 패킷의 처음과 끝에 단순히 붙여주거나 제거함으로써 프레임이나 디프레이밍을 수행할 수 있지만, 다중 레인인 경우에는 해당 레인에 특정 구분자를 붙이거나 제거해야 하므로 패킷의 재배열 및 PAD처리 등의