

# 배전자동화시스템 통신서비스를 위한 이중화 통신망 보호절체 알고리즘 연구

## A Study on the Protection Switching Mechanism for Distribution Automation System Ethernet Networks Service of Distribution Automation System

유 남 철\* · 김 재 동\*\* · 오 재 곤†  
(Nam-cheol Yu · Jae-dong Kim · Chae-gon Oh)

**Abstract** - The protection switching technology is widely adopted in the fiber-optical transmission equipments based on TDM(Time Division Multiplexing), such as PDH, SDH/SONET. A variety of protection switching algorithms for Ethernet networks and the progress of standardization are summarized in the document. There are several kinds of protection switching algorithms for Ethernet networks, such as STP, RSTP, MSTP and etc. However, since Ethernet signal move through detour route, it causes much time to recover. Accordingly, it is difficult to secure a usability of Ethernet networks and QOS(Quality of Service). Also, if the protection switching protocol standardized by IEEE and ITU-T is used, it remains a inherent network switching time for protection. Therefore, a specific protection switching algorithm for Ethernet are needed for seamless and stable operation of Ethernet networks service for Distribution Automation System(DAS). A reliable protection algorithm with no switching delay time is very important to implement Self-healing service for DAS. This study of FPGA based protection switching algorithm for Ethernet networks shows that in case of faults occurrence on distribution power network, immediate fault isolation and restoration are conducted through interaction with distribution equipments using P2P(Peer to Peer) communication for protection coordination. It is concluded that FPGA based protection switching algorithm for Ethernet networks available 0ms switching time is crucial technology to secure reliability of DAS.

**Key Words** : Distribution automation system, Ethernet ring protection, IEEE 802.17, STP, RSTP, RPR

### 1. 서 론

이더넷 통신을 위한 보호절체의 방법으로는 하나의 이더넷 링크에 문제가 발생할 경우 보호용 링크에 추가적인 이더넷 프레임 정보를 담아서 전달하는 기술, 이더넷 이중화 링크에 모두 데이터를 전송하여 그 중 하나를 선택하여 사용하는 기술, PMD<sup>1)</sup> 또는 PMA<sup>2)</sup>에서 절체하는 기술 등이 있으며 이러한 기술들은 이더넷 보호절체를 수행하는데 있어서 추가적인 이더넷 프레임을 생성하여 전송함으로써 절체하는 동안 대역폭 낭비가 심하며 손실되는 데이터량이 많다고 할 수 있다. 또한 PMD에서 절체하는 기술은 다른 이더넷 물리계층의 손상에 의해 발생하는 문제에 대한 적절한 보호절체를 수행하기 힘들다고 하겠다. 이더넷 이중화 링크

에 모두 이더넷 데이터를 전달하는 방법은 1+1 방식의 이중화는 지원하지 못해서 추가적인 시그널링이 필요하며 양방향 모두에서 문제점이 발생한 경우에는 각각의 수신기에서 이를 감지 할 수 있지만 일방향에서 문제가 발생할 경우에는 문제 발생 영역이 송수신부와 연결된 라인카드 및 단말은 문제 인식 불가능하여 추가적인 시그널링이 필요하다는 단점이 있다[1],[2].

### 2. 본 론

보호절체 기술은 PDH<sup>3)</sup>, SDH/SONET<sup>4)</sup> 등과 같은 광전송장비에서 많이 적용되어 온 기술이다. 또한 SDH/SONET에서는 1+1 및 1:N 등과 같은 점대점 방식인 선형 보호절체 기술뿐만 아니라 UPSR<sup>5)</sup> 및 BLSR<sup>6)</sup> 등과 같이 자기 치유 기능을 갖는 환형망 보호절체 기술도 있다. 그러나 이더넷에서는 이와 같이 물리적인 계층에서 보호절체를 수행할 수 있는 기술이 없고 단지 MAC 계층에서 MAC 프레임을 다른 경로를 통해 받을 수 있도록 되어 있다. 따라서 기존의 이더넷 보호절체 기술로서는 이더넷 링크에서 장애가 발생

1) PMD : Physical Medium Dependent(물리적 매체 부계층)  
2) PMA : Physical Medium Attachment(물리적 매체 접속부)

\* Dept. of Electronic Engineering, Korea Polytechnic University, Korea

\*\* Dept. of Electronic Engineering, Korea Polytechnic University, Korea

† Corresponding Author : Dept. of Electronic Engineering, Korea Polytechnic University, Korea  
E-mail : cgoh@kpu.ac.kr

Received : January 17, 2013; Accepted : May 6, 2013

3) PDH : Plesiochronous Digital Hierarchy(유사동기식 디지털계위)  
4) SDH/SONET : Synchronous Digital Hierarchy/Synchronous Optical Network(동기식 전송계위)

5) UPSR : Unidirectional Path Switched Ring(단방향 경로 절체 링)

6) BLSR : Bidirectional Line Switch Ring(양방향 선로 절체 링)

하거나 성능 저하시 장애 발생으로 인하여 링크의 가용성이 떨어지고 링크를 통해 전달되는 MAC 신호에 대한 품질을 보장할 수 없다. 그 이유는 장애 발생시 장애 발생 구간에 대한 신속한 보호절체가 이루어지지 않고 STP에 의해 장애 발생 구간을 제외한 나머지 구간에서 새로운 토폴로지를 구축하기 위해 시간이 많이 소비되어 토폴로지가 구축되는 동안 서비스가 되지 않기 때문이다. 즉 기존의 이더넷 시스템은 STP<sup>7)</sup>, RSTP<sup>8)</sup>, MSTP<sup>9)</sup> 등에 의해 이더넷 신호가 우회 경로를 통해 복구가 이루어지므로 복구시간이 많이 소요되고 그에 따라 이더넷 망의 가용도가 떨어지고 품질 보장형 서비스를 할 수 없게 되는 문제점이 있다[8].

2.1 보호용 링크설정

보호용 링크를 설정하는 이유는 장애에 대비한 이중화 링크가 없기 때문에 망 장애시 서비스가 중단되는 현상을 해결하기 위한 것으로서 평상시 운용링크를 이용하여 송수신하다가 링크의 장애가 발생하면 보호용 링크로 절체하는 기술이다. 보호용 링크를 절체하는 방식에는 장애를 경험한 인접노드에서 보호절체 프레임을 상위로 전송하여 폐색된 링크를 활성화시키고 장애링크를 Blocking 하는 방법과 송신 PMD계층에서 운용링크와 보호용 링크 방식이 있다. 이것은 이더넷 신호를 각각 전송하고 디코딩 과정에서 검출한 코딩 에러에 따라 수신 PMD계층에서 운용링크 또는 보호용 링크중 정상상태의 링크로 절체하여 이더넷 신호를 수신하는 방식이 있다. 이러한 방식은 이더넷 링크에 고장이 발생시 50ms이내에 보호용 링크로 신속히 절체 함으로써 서비스의 품질저하를 방지할 수 있고 망의 가용도를 SONET/SDH 수준으로 높일 수 있는 효과가 있으며 물리계층인 PCS에서 코딩 에러를 검출하여 절체를 위한 제어신호

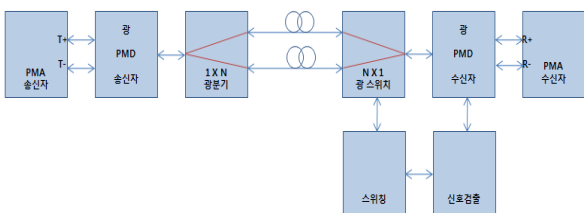


그림 1 보호용 링크 브릿지  
Fig. 1 Protective Link Bridge

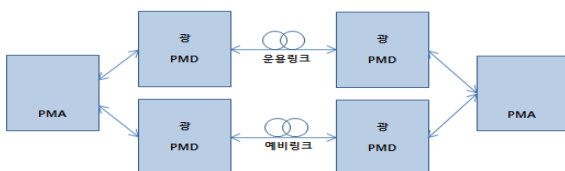


그림 2 보호용 링크 설정  
Fig. 2 Link protection setting

- 7) STP : Spanning Tree Protocol(루프 우회 프로토콜)
- 8) RSTP : Rapid-STP(빠른 STP)
- 9) MSTP : Multi-STP(멀티 STP)

로 사용하기 때문에 상위계층에서 별도의 제어용 패킷을 사용할 필요가 없으므로 GBIC<sup>10)</sup>인터페이스 기능을 수행하도록 함으로써 PMD 장애시 새로운 모듈로 즉시 교체가 가능한 효과가 있으며 PMD 이중화만으로도 회로가 간단해지는 효과가 있다[7].

2.2 보호절체 프레임 처리

보호절체를 위한 프레임 처리방식은 표준화된 방식과 제작사별 다양한 자체 알고리즘에 의한 방식으로 크게 구분할 수가 있으며 두 방식 모두 이더넷 링 보호절체를 신속하게 실행하기 위해서는 링 내부의 각 이더넷 노드의 프레임 전달이 무한루프를 형성하지 않도록 전달 테이블이 작성되어야 한다. 이러한 전달테이블은 폐색링크를 이용한 방식과 능동적 관리방법으로 구분할 수가 있으며 폐색링크 방식은 링 내부의 링크하나를 Blocking시켜 논리적으로 전체 노드의 루프형성을 막고 이더넷 MAC에서 사용하는 주소학습방법으로 각 노드에서 전달 테이블을 작성하여 무한 루프 상황을 방지하도록 하며 논리적 폐색을 복구시키면 즉시 트래픽 전송이 가능하도록 하고 있다.

또한 능동적 관리 방법은 라우팅 프로토콜이 각 이더넷 노드의 전달 테이블을 관리하거나 이더넷 주소학습방법의 조합으로 무한 루프 전달을 방지하도록 하고 있다[3][10].

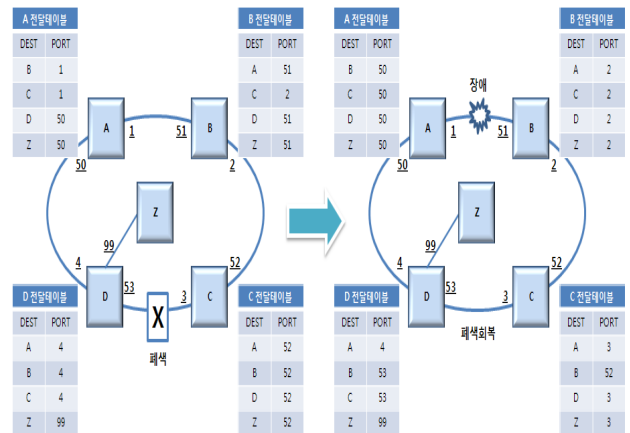


그림 3 폐색링크를 이용한 방식  
Fig. 3 Way obstruction with links

장애로 인한 물리적 폐색링크와 무한루프 방지를 위한 폐색링크가 새로이 선정되면 기존의 전달 테이블은 더 이상 유효하지 않게 되어 모든 노드는 새로운 전달 테이블이 필요 하고 새로운 전달 테이블을 제공하기 위하여 모든 노드가 즉시 주소 학습을 시작하며 그 과정에서 아직 학습되지 않은 목적지 주소를 포함하는 프레임을 받은 노드는 그 프레임을 모든 포트로 Broadcast 한다. 또한 프레임의 출발지 주소가 전달테이블에 학습되어 있지 않으면 프레임의 출발지 주소와 프레임이 유입된 포트번호를 전달 테이블에 기록한다. 즉 보호절체 후 전달 테이블을 모두 소거함으로써 전

- 10) GBIC : GigaBit Interface Converter(기가비트접속변환기)

달 테이블에 기록되어 있지 않은 새로운 주소를 목적지로 하는 프레임이 유입될 때마다 프레임은 링의 양방향으로 복사되어 전달된다. 따라서 출발지 주소가 모두 학습 될 때까지 정상상태보다 많은 양의 프레임이 네트워크에 뿌려지게 된다. 즉 링네트워크에서의 보호절체 기술은 전달 테이블 정보를 삭제하여 초기화함으로 인해 보호절체후 트래픽 양이 급격히 증가하는 문제점도 있다[3][6].

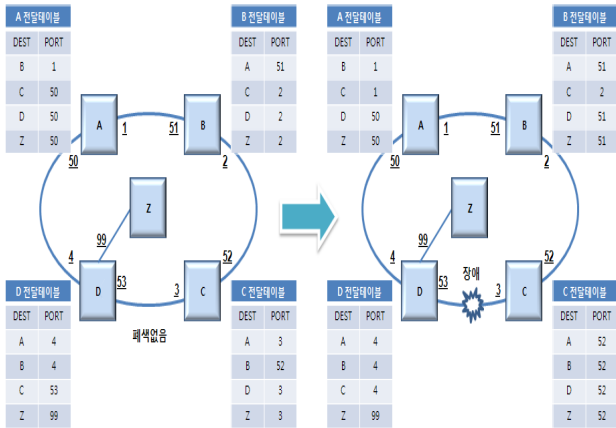


그림 4 능동적 관리방식  
Fig. 4 Proactive management approach

보호용 링크로의 신속한 절체를 위한 프레임 처리방식은 전달테이블을 삭제하지 않고 새로운 선행링크의 정보를 갱신하기 위해 장애가 발생한 링크를 가지는 노드에서 인접한 노드로 보호절체 메시지를 전송한다. 이 보호절체 메시지는 장애가 발생한 노드에서 새로 갱신된 선행 링크정보가 포함되며 장애발생 노드에서는 장애발생과 관련되어 변경된 링크정보가 포함된다. 또한 장애발생과 관련되어 변경된 링크정보와 관련된 포워딩 엔트리를 포워딩 테이블에서 추출하여 인접노드로 보호절체 메시지를 전송한다. 이후 인접노드는 수신된 보호절체 메시지를 네트워크 장비의 제어 프로세서에 전송하고 제어 프로세서는 수신된 보호절체 메시지를 분석하여 장애가 발생한 노드와 관련된 기존의 전달 테이블을 수정한다[9].

2.3 표준화 동향

이더넷 보호절체와 관련된 표준화는 IEEE802.17 워킹 그룹과 ITU-T<sup>11)</sup>의 SG13 (Next Generation Network)과 SG15(Optical and other Transport Infrastructure)에서 진행되고 있으며 주요 분야는 차세대 이더넷 전달망에 대한 표준화와 네트워크 사업자에게 이더넷을 적용하기 위해서 요구되는 이더넷 보호/절체기술에 대한 표준화를 진행 중이다. 따라서 최근 ITU-T에서 제정 공표한 이더넷 링 보호 표준과 관련된 G.8031 및 8032는 이더넷으로 링망을 구축하여 SDH/SONET 수준의 신뢰성(50ms이내 절체)을 보장하고 있으며 G.8032 권고는 IEEE 802.1, 802.3에서 권고하는 표준

집셋을 그대로 사용할 수 있도록 함으로써 전용의 물리계층 집셋을 사용해야 하는 IEEE802.17(RPR<sup>12)</sup>) 보다 비용절감의 효과가 크다고 할 수 있다[3].

G.8032 표준은 보호절체시 모든 전달 테이블 정보를 초기화 함으로써 이후 정보 갱신을 위한 트래픽이 급격하게 증가하고 패킷유실 또는 전달 지연으로 서비스 품질이 저하되는 현상을 방지하기 위해 간접적 이더넷 MAC 주소 학습을 위한 선별적 FDB (Filtering DataBase) advertisement 동작을 수행하도록 하고 있다.

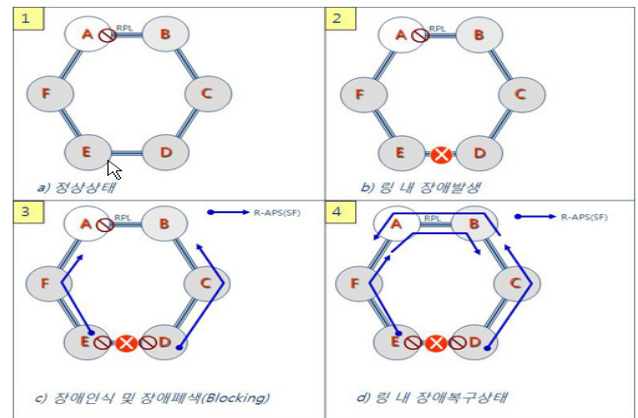


그림 5 G.8032 보호절체 표준  
Fig. 5 G.8032 Protection switching standard

2.4 자동화용 이더넷 스위치 보호절체 프로토콜

산업현장의 자동화가 확산으로 출현한 산업용 이더넷 스위치는 데이터 에러에 의한 손실이 산업현장의 경제성과 직결되기 때문에 신뢰성을 확보하면서 데이터를 신속하고 정확하게 전송하기 위해 이중화와 링 토폴로지를 및 이에 따른 회선보호절체 프로토콜을 대부분 선택하고 있으며 보호절체를 위한 프로토콜로는 IEEE의 STP, RSTP를 기본으로 적용하고 있지만 STP와 RSTP의 긴 Recovery time은 실시간 데이터 전송과 신뢰성을 가지기에는 한계가 분명하기 때문에 별도로 Listening, Learning 과정을 생략하고 BPUD<sup>13)</sup> 패킷의 기능을 대체한 비표준화된 보호절체 프레임을 작성하여 50ms 이내의 링크 절체기능을 수행하여 신뢰성을 유지하고 있다[4].

IEEE 802.17 RPR 및 ITU-T의 G.8032에서 표준화한 보호절체 알고리즘은 전달망 수준의 백본네트워크 및 10Gbps 캐리어 이더넷을 위한 것임을 감안하면 소규모 산업용 이더넷 스위치 네트워크에 적용을 위해서는 프레임의 형식과 전송속도, 교환방식 등 기존 시스템에 대해 S/W 업그레이드 만으로도 적용이 가능한 G.8032가 경제성과 효율성 측면에서 장점이 있으며 궁극적으로는 G.8032를 통하여 다양한 산업용 이더넷 스위치간 경제적인 통합이 가능할 것으로 기대가 된다[4][5].

11) ITU-T : International Telecommunication Union(국제전기통신연합)

12) RPR : Resilient Packet Ring(장애 복구형 패킷망)

13) BPDU : Bridge Protocol Data Unit(STP의 제어 프레임)

표 1 전력자동화용 회선복구 프로토콜

Table 1 Protocol for the automation of power line

구분	디지털변전소자동화		
	STP	RSTP	e-RSTP
국제 표준	IEEE802.1D	IEEE802.1W	*
동작 절차	Block 20s Listening 15s Learning 15s Forwarding	Learning 15s Forwarding	Learning 15s Forwarding
소요 시간	<50,000ms	<5,000ms	<50ms

구분	배전자동화	배전지능화	스마트배전
	RPER	RPR	K-Ring
국제 표준	*	IEEE802.17	*
동작 절차	*	Insertion Forwarding Stripping	BPD Forwarding
소요 시간	<50ms	<50ms	0ms

3.1 배전자동화 링 보호절체의 중요성

배전자동화 Self healing system은 인접한 FRTU와 FRTU간 고장정보를 신뢰성이 보장된 통신채널을 통하여 고속으로 통신함으로써 고장구간 차단과 건전구간 복구로 고장구간을 최소화하는 기술이다. Self healing system 통신 네트워크의 안정성과 전송신뢰성은 매우 중요한 기술요소로 이중화 링 구조로 구성하고 있지만 이중화 통신망 절체시간의 경우 SONET/SDH 통신시스템에서의 절체시간은 약 50ms로 정의하고 있고, 이더넷 통신에서는 수십 sec에서 수 ms 수준의 다양한 시간을 정의 하고 있다. Self healing system은 배전망에서 발생한 전력사고의 과급을 차단하고 변전소 내부로 확대되는 것을 방지하는 것이 주요한 목표이다. Self healing system에서의 Trip 처리 소요시간은 FRTU는 Pickup검출 및 방향판정에 약 25ms, 릴레이 동작 시간이 약 12ms 소요되며 변전소 CB는 최소 37ms의 동작 시간이 소요된다. 따라서 최초 고장전류를 검출하고 방향판정을 위한 시점에 통신네트워크의 절체가 진행된다면 지연 시간 없이 고장정보를 송수신하도록 해야만 정상적인 Pickup 검출과 방향판정이 가능 것이다. 따라서 Self healing system을 위한 최적화된 네트워크 차원의 통신서비스가 완벽히 지원되기 위해서는 이더넷통신 네트워크의 기술적 한계인 링 보호절체 Recovery time이 0ms를 만족시키는 것이 중요한 목표라고 할 수 있다.

3.2 배전자동화용 FPGA 기반 보호절체 프로토콜 구현

배전자동화 통신 네트워크 신뢰성 확보와 지연시간 없는

통신망 회선복구 프로토콜은 매우 중요하다. 그러나 기간통신망과 인터넷 서비스를 위한 Layer2 계층의 상용제품은 최대 50ms의 표준화된 회선복구 프로토콜을 사용하고 있으며, 산업용 이더넷 스위치는 5~10ms 수준의 제작사 자체에서 개발한 비표준 프로토콜을 적용하고 있지만 지연 시간이 존재한다는 점에서 두 가지 모두 전력용 네트워크로는 신뢰성이 부족하다. 또한 IEEE802와 ITU-T와 같은 국제 표준에서는 전력용으로 회선복구 프로토콜을 표준화하지 않고 있기 때문에 배전자동화용 통신망 회선 복구 프로토콜은 배전망에 최적화된 구조로 FPGA 기반 회선 복구 프로토콜로 구현하였다. FPGA기반 회선복구 알고리즘의 적용을 위한 FPGA<sup>14)</sup> 플랫폼은 크게 MCU, TSMAC, SCHEDULER로 구분할 수 있으며 MCU는 FPGA에 탑재된 32비트 마이크로프로세서, TSMAC은 Optic 또는 LAN 포트와 연결되어 이더넷 통신을 지원하는 것으로 East, West, Host의 3개의 TSMAC이 구현되어 있다. SCHEDULER는 3개의 TSMAC에서 수신되는 이더넷 패킷을 통신망 보호 절체 알고리즘에 맞게 처리하여 적당한 포트로 포워딩 시켜 주는 역할을 수행한다. 그 외 그림 26과 같이 EBR메모리, 타이머, 2개의 UART, I2C마스터, GPIO 등이 부가적으로 구현되었다.

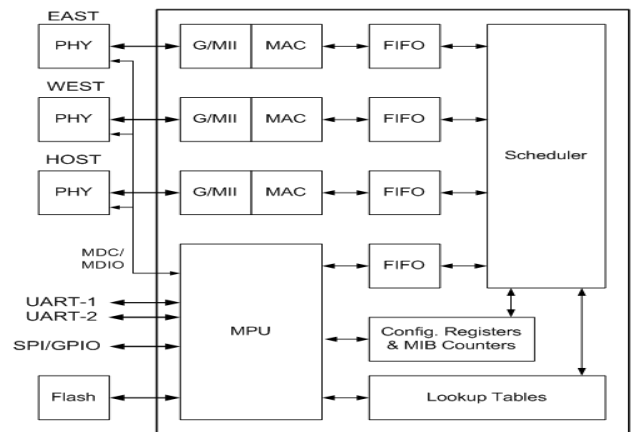


그림 6 FPGA 기반 회선복구 프로토콜 구조  
Fig. 6 FPGA-base recovery protocol structure

3.3 배전자동화용 FPGA기반 회선복구 프로토콜 시험

네트워크 링 보호절체 복구시간을 측정 하기 위한 시험망은 그림 7과 같으며 IEEE802.17 RPR 프로토콜이 탑재된 1Gbps급 광전송장치와 FPGA기반의 100Mbps급 광전송장치를 이용하여 구성하여 상호간 비교 시험하였다.

스마트 비트의 시험용 패킷의 사이즈는 CRC가 없는 고정길이의 1020byte 패킷을 사용하도록 하였고 패킷의 형태는 Single Burst로 1Gbps 장치는 2,000,000 회 100Mbps 장치는 200,000회이며 전송시간은 공통적으로 18.56초로 설정 하였다. 또한 전송대역폭을 최대 한 사용하기 위해서는

14) FPGA : Field Programmable Gate Array (프로그래밍이 가능한 주문형 반도체)

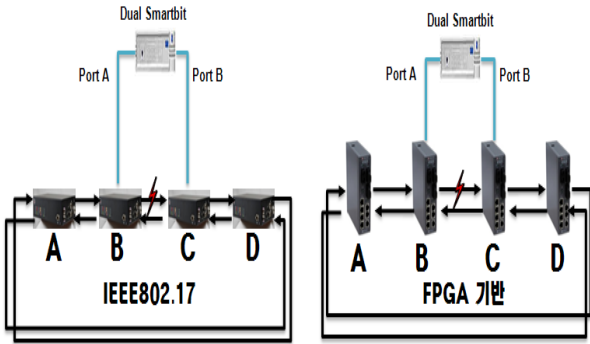


그림 7 회선복구 프로토콜 시험망 구성

Fig. 7 Line recovery protocol test network configuration

100Mbps의 최소 Inter-Packet Gap을 0.96usec로 설정하였다. 시험방법은 두 시험망 모두 공통적으로 스마트 비트 에서 임의의 패킷을 전송 장치로 전송하고 이중화된 광통신망을 경유하여 목적지 전송장치에서 수신하도록 하고 전송도중 이중화 광통신망의 한쪽 경로를 단절 시켜 나머지 경로로 패킷이 전송될 경우 송신패킷과 수신패킷의 패킷량을 분석하는 개념으로서 손실패킷과 전송시간을 통하여 회선복구 시간을 산출하도록 하였다. 스마트비트가 패킷전송이 시작되면 전송장치 B 에서 전송장치 C로 연결된 광케이블을 분리시켜 통신망 회선장애를 모의 하여 두 구간의 전송패킷이 B-A-D-C로 우회되도록 하였다. IEEE802.17기반의 1Gbps 급 전송장치의 회선 복구 시험결과로 B에서 C로 2,000,000 프레임을 전송 하는 도중 최단 선로인 B-C 선로를 차단시킨 결과 B-A-D-C 선로를 통하여 패킷 이 우회 전달되었으며 전송손실은 4,332 프레임이 발생 하였다. 따라서 손실 프레임으로 통신망 복구시간을 계산하면 다음과 같다.

- ① 송신 프레임량 : 소요시간 = 손실 프레임량 : 복구 시간
- ② 2,000,000프레임 : 18.56sec = 4,332프레임 : Xsec
- ③  $X = (18.56 * 4,332) / 2,000,000$
- ④  $X = 40.2ms$

따라서 IEEE802.17 RPR 프로토콜이 탑재된 전송 장치의 회선복구시간은 약 40ms로 IEEE 802. 17에서 정의한 50ms 보다 더 빠른 복구시간이 검증 되었으나 차세대배전자동화 시스템의 Self healing 구현을 위해 서는 많이 부족한 성능이라고 할 수 있다.

FPGA 기반 100Mbps급 전송장치의 회선복구 시험결과로 B에서 C로 200,000 프레임을 전송하는 도중 최단 선로인 B-C 선로를 차단시킨 결과 B-A-D-C 선로를 통하여 패킷 이 우회 전달되었으며 전송손실은 발생하지 않았다. 따라서 손실 프레임으로 통신망 복구시간을 계산하면 다음과 같다.

- ① 송신 프레임량 : 소요시간 = 손실 프레임량 : 복구 시간
- ② 200,000프레임 : 18.56sec = 0프레임 : Xsec
- ③  $X = (18.56 * 0) / 200,000$
- ④  $X = 0ms$

따라서 FPGA 기반의 100Mbps급 전송 장치를 이용한 시

험결과 통신망 장애시 회선복구 시간은 0ms 로 분석 검증 되었다. IEEE802.17 기능이 탑재된 시험망 과 논문에서 주장하는 시험망을 비교 분석한 결과는 표 2에서와 같이 시험실 환경에서 패킷 손실에 따른 지연시간을 계산한 것으로써 실제 전력망 설치 환경에서 발생할 수 있는 통신케이블 거리에 따른 지연시간과 FPGA 내부에서 발생하는 연산시간은 포함 되지 않았지만 두 시스템에 내장된 통신망 절체시 고속 복구 알고리즘의 성능은 IEEE802.17에서 주장 하는 복구시간보다 우수한 성능이 입증되었다.

표 2 회선복구 패킷전송시험 비교

Table 2 Packet transmission line repair test comparison

구분	IEEE802.17	FPGA기반
	탑재 장치	장치
	B->C	B->C
TX Frame	2,000,000	200,000
TX Time	18.56sec	18.56sec
RX Frame	1,995,668	200,000
Frame Loss	4,332	0
Recovery Time	40.2ms	0ms

### 3. 결 론

IEEE 802.3 이더넷 기술은 LAN 시장의 대부분을 점유하는 독보적인 기술로 초기에는 1Mbps로 시작하여 현재 10Gbps 속도로 발전해 왔으며 현재는 그 적용 영역을 MAN<sup>15)</sup>/WAN<sup>16)</sup>으로 확대하고 있으나 이더넷 보호절체와 관련된 표준화에 대해서는 국내외의 수동적인 대응으로 인해 많은 제작사 또는 서비스 별로 서로 다른 표준과 프로토콜로 장치간 통합이 불가능한 상황이다. 이를 위해 IEEE802.17에서 이더넷 MAC계층에서의 통합을 위해 RPR 프로토콜을 제정하여 이더넷 보호절체를 SONET/SDH 수준의 신뢰성을 보장하고자 하였으나 전용의 칩셋을 적용해야 하는 점, 기존 시스템을 활용할 수 없는 점 등의 한계로 인해 적용범위가 제한적이었으나 최근 ITU-T SG15에서는 기존시스템과 호환성을 유지하면서 종단간 경로에 대한 이중화 기능을 정의하는 이더넷 링 보호절체에 대한 G.8032를 국제표준으로 확정하여 발표하였다. 전달망 수준의 백본 네트워크를 제외한 산업용 이더넷 스위치의 경우 표준화된 보호절체 알고리즘은 경제성이 우선 검토되어야 하며 이에 G.8032는 제작사별 다양한 비표준 보호절체 알고리즘을 사용하는 산업용 이더넷 시스템에도 경제적인 시스템 통합을 가능하게 하여 신뢰성이 보장되는 이더넷 네트워크 구축을 가능하게 할 것으로 예상된다[7].

배전자동화시스템은 수지상 방식의 계통구성에서 상시 개방점을 변경함으로써 부하를 평준화하고 손실을 최소화하는 등의 부가기능을 수행하는 수동적 배전시스템 (Passive Distribution System)이라고 한다면 앞으로의 배전시스템은

15) MAN : Metropolitan Area Network(도시권 통신망)

16) WAN : Wide Area Network(광역통신망)

Loop 또는 Mesh방식으로 운영되고 다수의 분산전원과 마이크로 그리드 등의 새로운 발전원이 연계됨에 따라 전압 및 무효전력제어 등 배전시스템의 운영에 더 다양한 제어 요소가 추가되면서 능동형 배전시스템(Active Distribution System)으로 전환될 것이므로 통신 네트워크는 실시간 이더넷 기반의 통신망으로 변화가 필연적으로 0ms 보호절체가 가능한 FPGA 기반 통신망 보호절체 알고리즘은 배전자동화시스템 신뢰성 확보를 위하여 중요한 기술이라 할 수 있다.

### References

- [1] IEEE 802.1 Working Group, <http://grouper.ieee.org/groups/802/1/>
- [2] IEEE 802.3 Working Group, <http://grouper.ieee.org/groups/802/3/>
- [3] ITU-T Study Group 15, <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/>
- [4] High speed LAN/MAN standard roadmap, Ver. 2009, TTA.
- [5] Institute for Information Technology, "BeN technical roadmap ITRM2012", 2007. 1.
- [6] Korea ethernet forum, "IEEE 802 standard organization trend analysis report" Ver. 2007.
- [7] Heesang-Park, Jonghun-Um, "Protection switching devices of the Ethernet device", \ Korea, 10-2002-0035224.
- [8] Kyungkyu-Jun, Sungbak-Hong, "Ethernet link redundancy switching system and its control method and corresponding receiver", Korea, 10- 2005-0048366
- [9] Jaeuoo-Park, Jungdong-Yu, Bumsun-Ju, "Ethernet protection switching of packets transmitted to the node message processing device and method", Korea, 10- 2009-0062743
- [10] Taesik-Jung, Doyun-Kim, Bungjun-An, "Ethernet switching method in a network of ethernet", Korea, 10-20100-062835



### 김재동 (金才童)

05.02.18 한국산업기술대학교 졸업 공학사, 09.02.20 한국산업기술대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사), 10.03.02 ~ 현재 동대학원 정보통신공학 박사 과정, 98.07. ~ 05.04 하나울정보통신(주) 대표, 05.09.01 ~ 현재 (주)MTUB 전무이사 재직 중

Tel : 02-852-7844

E-mail : rdragon60@naver.com



### 오재곤 (吳在坤)

89.2.20 금오공과대학교 전자공학과 공학사, 95.2.23 경희대학교 전자공학과 공학석사, 99.8.30 경희대학교 전자공학과 공학박사, 89.12.4 ~ 97.9.30 삼성전자 영상연구소, 97.10.1 ~ 현재 한국산업기술대학교 전자공학과 교수

Tel : 031-8041-0475

E-mail : cgoh@kpu.ac.kr

## 저 자 소 개



### 유남철 (劉南哲)

87.08.28 목포해양대학교 정보통신과 졸업, 09.02.20 한국산업기술대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사), 10.03.02 ~ 현재 동대학원 정보통신공학 박사 과정, 95.05.16 ~ 현재 한전KDN(주) 스마트배전사업처 배전지능화팀 재직 중

Tel : 02-6262-6430

E-mail : ync@kdn.com