

양방향 WDM 통신망에서의 감시제어 시스템 구현

Implementation of Control System in Bidirectional WDM Networks

임창규, 김현덕, 조윤희, 이상목, 김성만, 이창희
한국과학기술원 전자전산학과
chl@ee.kaist.ac.kr

양방향 환형 광통신망은 단방향 환형 광통신망보다 일반적인 노드연결 평균거리가 적고 효율적인 파장할당을 할 수 있다. 4개의 광섬유를 이용한 양방향 환형 광통신망은 광섬유의 효율적인 이용을 위해서 2개의 광섬유를 이용한 양방향 환형 광통신망으로 대체되었다. 2개의 광섬유를 이용한 양방향 광통신망에서 노드의 수가 증가하게 되면 일반적인 노드연결 평균거리가 늘어난다. 이를 해결하기 위해서 광회선분배기를 이용하여 여러개의 환형망을 연결하는 방식을 이용한다.

본 논문에서는 그림 1 과 같이 4 개의 노드를 이용하여 구현된 양방향 환형 광통신망과 5 개의 노드를 이용하여 구현된 다중 양방향 환형 광통신망에서 감시제어 시스템을 구현하였다.

감시제어 채널은 데이터 대역인 1550nm 대역과 다른 1310nm 대역의 파장을 사용하였다. 2가닥의 광섬유(working, protection)를 이용해서 인접노드와 통신을 가능하게 하였고 노드간의 거리는 80km이다. 구현된 감시제어 채널은 10 Mbps 이더넷으로 통신하게 되고 5 dB 정도의 파워 margin이 있다. 그림 2 에 감시제어 채널의 구조를 보인다. A 노드 제어기에서 B 노드 제어기로 제어 신호를 보내는 과정은 다음과 같다. A 노드 제어기에서 이더넷 카드를 거친 전기신호는 media converter를 거치면서 1310nm LD를 변조시킬 수 있는 신호로 바뀌게 된다. 1310nm LD로 변조된 신호는 파장분할 다중화기에서 1550nm 신호와 합쳐져서 80km를 전송된다. 전송 후 파장분할 다중화기로 분리되어 수신기에서 수신된 1310nm 신호는 media converter를 거쳐 이더넷 카드에 인식된다. 최종적으로 B 노드 제어기로 인식됨으로써 제어 신호가 성공적으로 전달된다. 반대로 B 노드 제어기에서 A 노드 제어기로 제어 신호를 보낼 때는 전송하는 광섬유를 달리하여 이용하게 된다.

감시제어 프로그램의 구현을 위해서 경로설정 및 파장할당 알고리즘⁽¹⁾을 도입하여 파장의 효율적인 관리와 최적의 경로를 제공하였다. 노드 사이의 연결은 기본적으로 각각의 노드가 모든 노드에 연결되는 일대일의 연결인 full-mesh 연결을 하였고 환형 통신망에서 꼭 필요한 기능인 보호절체와 복구 기능을 수행할 수 있도록 감시제어 프로그램을 구현하였다. 노드 사이의 통신은 TCP/IP를 사용하였고 사용자의 편리한 이용을 위해 GUI (Graphic User Interface)를 사용하였다. 광통신망의 노드에 있는 하드웨어의 감시 제어를 위해서 digital I/O를 이용하였다.

감시제어 채널을 통해 전송될 때 지연되는 시간은 1.25 ms정도(80km 광섬유의 통과 지연 시간 : 0.4ms, media converter 지연 시간 : 0.1ms, 데이터 처리 지연 시간 : 0.75ms)이다. 보호절체와 복구를 위해 광 기계적 스위치를 사용하였다. 스위치의 동작시간은 약 6 ~ 8ms 정도였다.

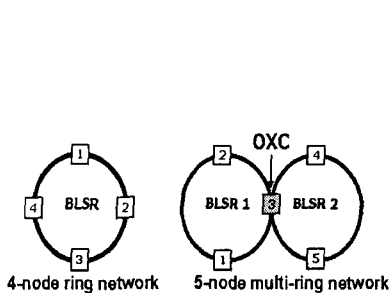
보호절체 과정과 복구 과정을 그림 3 에서 간단히 설명하였다. 4개의 노드로 구성된 환형 광통신망에서의 보호절체 과정을 살펴보면 노드 1과 노드2 사이의 광섬유가 절단되었을 때 노드 1번에서는 광섬

유 결단을 인식한 후 노드 4, 3를 거쳐서 노드 2번으로 확인신호를 보내게 된다. 노드 2번에서는 이 신호를 받아서 광섬유가 절단되었음을 확인한다. 자신의 노드에 있는 보호절체 스위치를 동작시키고 동시에 노드 1번으로 확인 신호의 리턴신호를 보내게 된다. 노드 1번에서 확인 신호의 리턴신호를 받게 되면 자신의 노드의 보호절체 스위치를 작동시킨다. 복구과정은 광섬유가 복구되었다는 것을 인식하는 것과 보호절체 스위치를 원상태로 되돌리는 것을 제외하면 보호절체 과정과 같다. 5개의 노드로 구성된 다중 환형 광통신망에서도 제어 신호들이 거치는 노드의 개수만 다르게 된다.

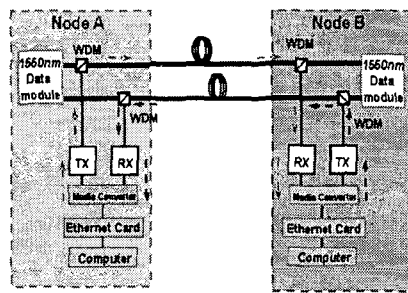
실험 결과 4개의 노드로 구성된 환형 광통신망에서 보호절체 하는데 소요되는 시간은 17ms로 일반적으로 요구되는 보호절체 시간인 50ms⁽²⁾⁻⁽³⁾이내의 성능을 보였다(그림 4). 복구되는데 소요되는 시간은 3.5ms였다(그림 5). 5개의 노드로 구성된 다중 환형 광통신망에서는 각각 12ms, 2ms 정도였다. 위에서 실험한 광통신망에서 보호절체 시간과 복구 시간이 다른 것은 보호절체나 복구 과정에서 제어신호들이 지나가는 노드 수가 다르기 때문이다. 4개의 노드로 구성된 환형 광통신망은 5개의 노드로 구성된 다중 환형 광통신망보다 전체 노드 수는 적지만 보호절체나 복구 과정에서 제어신호들이 지나가는 노드 수가 더 많기 때문에 보호절체나 복구 시간이 지연된 것이다.

참고문헌

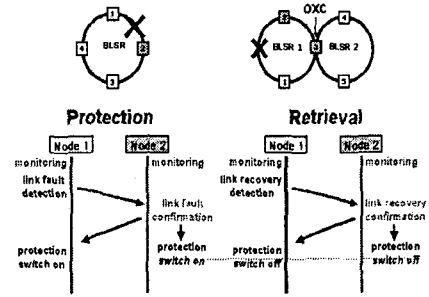
1. 조윤희, “연결된 자기복구 환형망에서의 연결경로 설정과 파장할당 알고리즘”, 광자기술학회, F1A3, 2001
2. G. B. Davis, N. Robinson, S. K. Liu, J. Fee, and D. Way, “Optical cross-connect system technology trial”, *Proc. OFC98*, TuE3, Feb. 1998
3. B. Landousies, A. Leclert, P. Bonno, A. Jourdan, D. Vercauteren, and Y. Renard, “Main results of the ACTS OPEN France-Belgium field trial”, *Proc. OFC99*, WK2, Feb. 1999



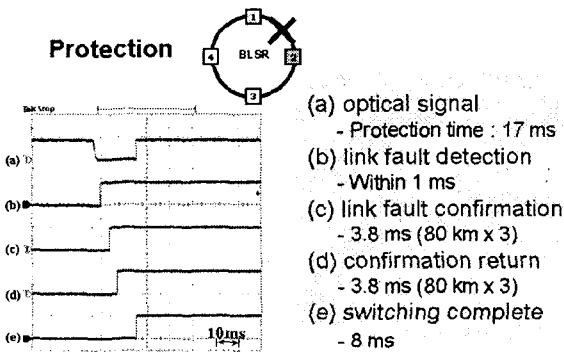
<그림 1>통신망 구조



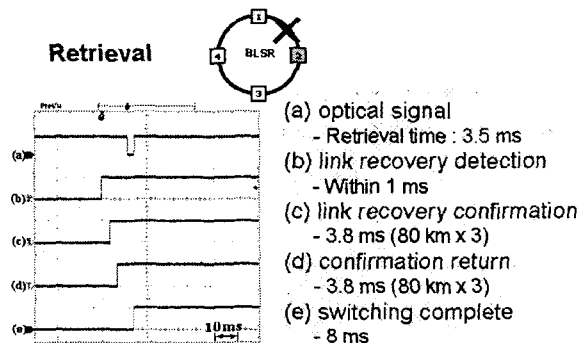
<그림 2>감시제어채널 구조



<그림 3>보호절체, 복구 과정



<그림 4>보호절체 과정



<그림 5>복구 과정