

# 효율적 장애극복을 위한 차세대 네트워크 구조

송명규\*

요약

이 논문은 구조변경이 자유로운 차세대 네트워크에서 장애를 효율적으로 복구할 수 있는 네트워크의 구조를 다루도록 한다. 일반적으로 장애를 자동으로 극복 할 수 있는 방법들은 서바이벌 네트워크를 설계하는 것이고, 이는 새로운 네트워크를 구축할 때 적용되는 방법과 기존에 존재하는 네트워크의 물리적 제약을 해소하기 위한 방법을 제안하여 효율적인 차세대 네트워크구조를 완성한다. 이방법은 비용면에서 장점을 갖는다. 따라서 본 논문에서 새로 네트워크를 설계하거나 기존의 네트워크의 물리적 제약을 해소하기 위해 차세대 네트워크에 적용될 수 있고 효율적인 장애극복이 가능한 네트워크 구조를 살펴 보고 비용등에서 그 효율성을 분석한다.

## Next Generation Network Architecture for Efficient Fault Recovery

Myeong-Kyu Song\*

ABSTRACT

This paper presents next generation network architecture for efficient fault recovery. Generally, One of the methods for efficient fault recovery of network is survivable network design. This is based on fixed network physical structure. Also this survivable network architecture can be used for automatic fault recovery of network. The automatic recovery is the good method for the efficient fault recovery of network. Therefore, we analysis the survivable network architecture for next generation network. Also we need to find not only the network architecture of new network but also the modified architecture of the existing network.

Key Words : automatic fault recovery, survivable network, Next generation Network, Path protection, Link protection  
Design of network architecture

---

\* 남서울대학교 정보통신공학과(✉ [mksong@nsu.ac.kr](mailto:mksong@nsu.ac.kr))

· 제1저자(First Author) : 송명규 · 교신저자(Correspondent Author) : 송명규

· 접수일(2011년 1월 10일), 수정일(1차 : 2011년 2월 9일), 게재확정일(2011년 2월 11일)

## 1. 서론

차세대 네트워크 기술이 발전 하면서 기존에 대체적으로 이용되었던 광케이블이 엄청난 크기의 대역폭을 제공하게 되었다.(수십 tpbs정도)

개인 사용자의 광대역 접속은 대중시장에서의 주요 네트워크 트래픽량의 증가를 초래한다. 음성 데이터, 비디오 이른바 3중 서비스는 새로운 서비스 욕구를 충족시킨다. 이를 위해 기존의 방식 (그림1-a)이 이용되기도 하지만 인터넷의 이용증가로 LAN 과 IP의 이용이 일반화되어 (그림 1-b)로의 변화가 필요한 시기가 도래하였다.

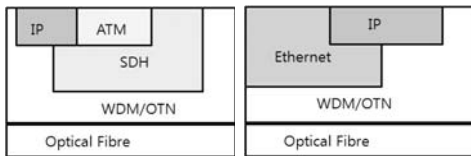


그림 1-a 현재구조    그림 1-b 향후구조

Fig. 1-a Present Arch.    Fig1-b Future Arch.

그림 1. 네트워크 기본 구조(기간망)

Fig1. The Basic Architecture of Network(Backbone)

여기서 IP 이용의 확대는 경로 재설정과정이 포함되는데 데이터의 순간 중단이 서비스이용자가 알지 못하게 해야 하며, 데이터의 손실도 최소화 해야한다. 중요데이터는 하나의 손실도 없어야 한다. 결국 이는 장애 발생시 문제가 되는데 이를 극복하기 위하여 자동장애극복 네트워크의 설계가 필요하다. 또한 일반적으로 공사로 인하거나 자연재해로 인하여 지하에 매설된 통신 선로가 피해를 입어서 광케이블이 끊어지는 경우가 발생한다. 이로 인한 엄청난 양의 전송중인 데이터가 손실 된다. 따라서 자동으로 장애를 극복하고 데이터를 최대한 보호할 수 있는 방법의 연구가 더욱 필요하게 되었고 다양하게 연구되어오고 있다.[1~4].

다음 2장에서 일반적인 차세대 네트워크의 구조를

다루고 3장에서는 자동장애극복방법을 살펴본다. 4장에서는 차세대네트워크가 자동장애 구조를 수용할 수 있는 구조를 제시하고 그 효율성을 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론과 향후 연구해야할 문제를 살펴보기로 한다.

## II. 차세대 네트워크 구조

차세대네트워크의 다른 한 방향으로 볼 수 있는 기본 구조는 다음 그림 2[8]와 같이 정의 될 수 있다.

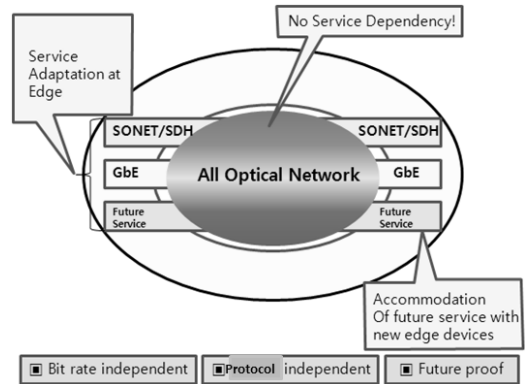


그림 2. 차세대네트워크 구조

Fig2. Next generation Network architecture

기본적으로 광대역 네트워크의 개념 즉 전송속도와 프로토콜에 구애받지 않는 특성을 포함하고 있다. 또한 앞으로 새로 나타날 수 있는 프로토콜의 수용을 가능하게 하는 구조이다.

이는 광통신 이 여전히 SONET/SDH를 활용하게 되는 상황으로 인터넷이용과 공존할 것으로 예상된다.

또한 미래의 네트워크 전송방식도 여전히 연결위주와 비 연결위주의 방식이 모두 이용될 것으로 예상된다. 물론 이들 둘다 패킷을 기반으로 하게 된다. 연결위주의 방식은 IP에 기반한 MPLS 네트워크와 ATM/TDM 전송네트워크가 이용될 것이고 비 연결

위주는 IP/이더넷 네트워크가 될 것이다. 이들 두 가지 방식모두 물리적인 광네트워크를 기본을 할 것이고 앞서 이야기한 그림2 와 같은 구조가 될 것이다. 모든 광 핵심전송링크는 OTN[6,7]을 따르게 된다.

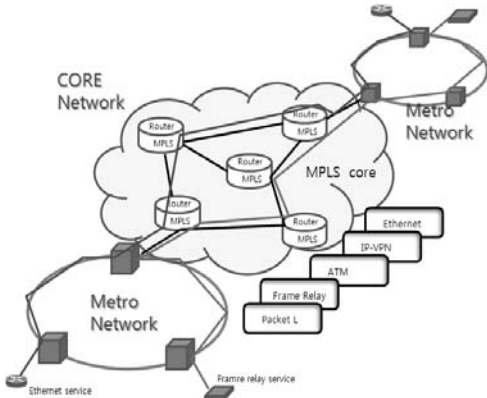


그림 3. IP/MPLS 코어 네트워크  
Fig. 3 IP/MPLS Core Network

는 기본적인 네트워크의 구조의 예가 그림5[8]에 나타나 있다. 다음 장에서 자동장애극복방식의 개념을 소개한다.

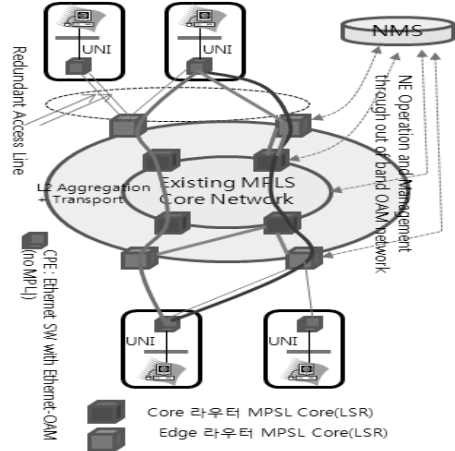


그림 5. 네트워크의 한 가지 예  
Fig. 5 Network One Sample

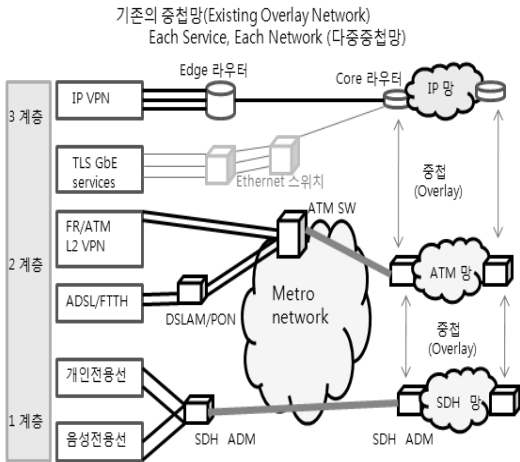


그림 4. 다중중첩 네트워크  
Fig. 4 Multi-Overlapping Network

ATM관련해서는 계층 간의 중첩된 개념이 포함되는 그림 4와 같은 구조를 나타낼 것이다. 그리고 두가지 방법의 혼용과 반송파 방식의 문제를 해결할 수

### III. 자동장애복구

자동장애 관리 방법의 기본 개념[1]을 소개 한다. 다양한 보호, 복구 방법 주 및 백업 라우트 계산방법 공유(shareability) 최적화, 동적 복구 등등이다. 그래서 유용성을 알 수 있는 연결을 제공하는 framework을 나타낸다. 이것은 차별화된 서비스를 위한 것인데 메쉬망 과 다중 장애도 처리 할수 있어야 한다.

대분류로 두 종류의 자동장애 복원 방법으로 나누어 볼 수 있다. 그 두 가지는 백업 자원을 미리 준비해 두는 보호방법(Protection Scheme)과 장애가 일어난 경우 다른 라우트나 파장이 존재하는지 동적으로 찾아 각 연결을 인터럽트 시키는 방법 즉 복구방법(restoration scheme)이 있다. 일반적으로 동적 복구 방법이 망수용 능력 이용에 있어서 효율적이다. 왜냐하면 더 많은 여유분의 수용량을 할당하지 않고 다른

종류의 장애에 대한 복원이 가능하게 하기 때문이다. (다중 장애를 포함해서) 그러나 보호 방법은 좀더 빠른 복원 시간과 복원을 보장 할수 있다. 보호 방법은 링 보호와 메쉬 보호로 이루어 질수 있다. 링보호 방법은 APS(Automatic Protection Switching)과 SHR(Self healing Rings)을 포함한다.

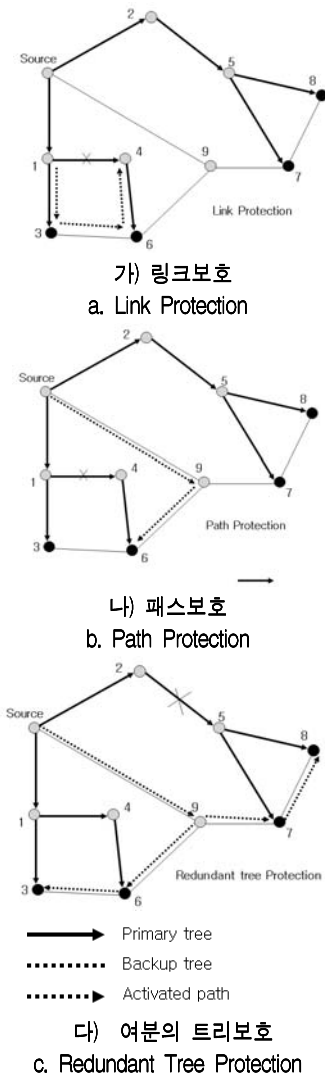


그림 6. 서바이벌네트워크의 보호방식

Fig. 6 The Protection Methods of Survivable Network

링과 메쉬 보호방법[1]은 둘다 두 개의 그룹으로 나누어 진다. 즉 패스(path)보호와 링크(Link) 보호이다. 트리보호도 하나의 방법이다. 그림6에 3가지 보호방식을 나타내었다. 각그림 가,나,다 에서 x표시된 곳이 장애가 발생 된 곳으로 이를 우회하기 위해 장애가 발생한 곳만을 피해 가는 것이 링크보호방식이고 패스(PATH)보호에서는 트래픽이 장애시(primary route) 백업 라우트로 다시 라우트 된다. 여분의 트리보호에서는 주 라우트와 백업 라우트가 링크 분리(disjoint)되어 있어야 한다. 링크 보호에서는 트래픽이 장애 발생 링크 주위에만 다시 라우트 한다. 패스보호가 백업자원의 효율적 이용이 가능하고 복원 라우트의 전달 지연 시간이 작아지는 반면 링크 보호는 짧은 보호 스위칭 시간을 제공한다. 최근에 연구자들이 메쉬망에서 부패스보호 방법을 제안하였다.[3, 4]

<그림7>에 보호와 복구방식이 분류 되어 있다[1].

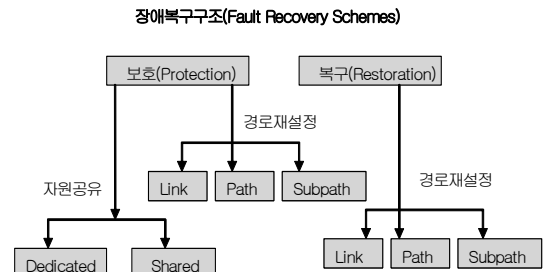


그림7 WDM 메쉬망의 보호와 복구방식의 차이  
Fig. 7 The Difference between Protection and Restoration in WDM mesh network

#### IV. 차세대 자동장애극복 네트워크

##### 4.1 이중 홈 방식(dual homing)

네트워크 장애시 전송중인 데이터를 잃지 않고 목적지 까지 전송하기 위해서는 전통적인 흐름제어와 오류제어방식을 이용하게 된다. 여기에 장애부분을 우회할 수 있는 수단이 되는 방법들은 3장에서 설명한 방법들을 이용할 수 있다. 그와 같은 모든 방식은 이

중경로 이상의 라우팅이 가능한 구조이어야 한다. 그 중 가장 단순한 시작점은 각각의 노드는 두개 이상의 링크와 연결 되어야 하고 모든 쌍의 두 노드들은 중복 되지 않는 두개의 경로를 갖는 것이 기본 개념이 된다. 이를 간단하게 살펴 볼 수 있는 것이 이중 홈 방식이다. 그림 8에 이중 홈 방식의 개념이 나타나 있다 장애 발생 시에도 각각의 노드가 서로 연결 상태를 유지함을 알 수 있다.

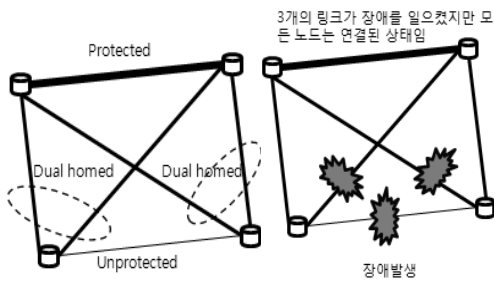


그림 8. 이중 홈 방식 특성  
Fig. 8 The Characteristics of Dual homing

#### 4.2 차세대 자동장애극복 네트워크 구조

아래의 그림 9는 3장에서 예로든(그림 5) 차세대 네트워크구조에서 이중홈된 부분을 찾은 것이다.

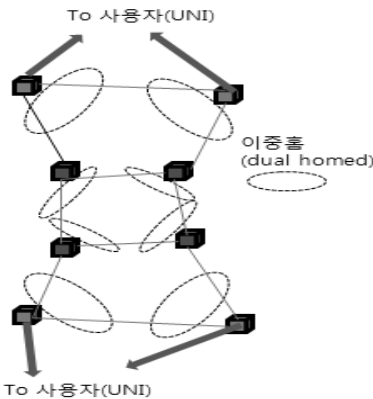


그림 9. 이중 홈 된 차세대 네트워크구조  
Fig. 9 Architecture of Next generation dual homed network

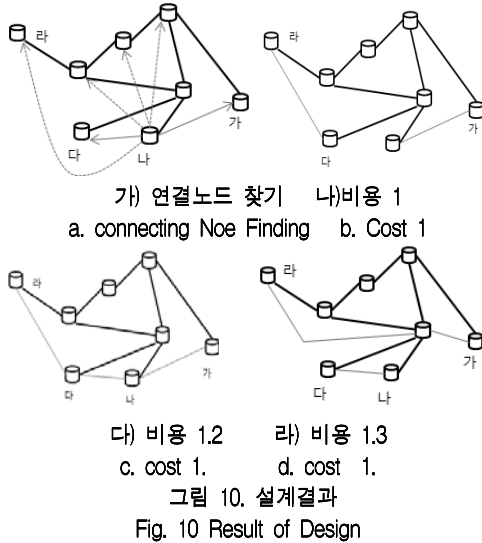
즉 모든 노드에서 그림 9와같이 이중으로 연결된 네트워크를 구성한다면 링크 장애시 자동으로 대체 경로를 찾아 데이터의 손실 없이 전송을 계속할 수 있게 된다.

또한 이중경로보장을 위한 링크를 설치해야 한다. 방법은 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 링크가 하나뿐인 노드 중 우선적으로 트래픽 량이 가장 많은 순서로 먼저 고려하여 링크가 하나인 노드들 중에 연결하고 마지막노드가 하나남은경우는 전체노드를 대상으로 최소링크설치비용이 되는 노드에 연결하는 것이고, 두 번째는 처음부터 전체노드를 대상으로 최소링크설치비용이 되는 노드에 연결하는 방법으로 설치비용에 따른 스페닝 트리에 형태에 따라 전체비용이 차이가 생긴다. 그림5 에서 짙은 색의 가, 나, 다, 라의 4개 노드가 링크가 하나뿐인 노드로 직접링크설치의 대상이 된다. 노드 나를 우선고려하면 첫 번째 방법(방법 A)은 노드 나와 노드 다, 가, 라 사이의 직접링크 설치여부(그림10가에서 실선화살표)이다.

즉 링크 나다, 나가, 나라의 설치비용이 최소인 링크를 설치한다. 두 번째 방법(방법 B)은 노드 나와 다른 전체노드와의 직접링크설치를 고려한다. (그림 10에서 점선 화살표를 포함한 모든 화살표) 이단계가 끝나면 모든 노드가 두개 이상의 링크로 연결 되어 있게 된다. 따라서 서바이벌 특성을 적용할 수 있는 물리적 바탕을 만들게 된 것이다. 그림 10가의 구조가 기존의 네트워크라 가정하여 설계를 실시하였다. 트래픽량은 중심에 있는 노드일수록 크다고 가정하였고 링크설치비용은 두 노드사이의 거리에 비례한다고 가정하였다. 그 결과가 그림 10에 나타나 있다. 결과에서 3가지 형태가 도출되었다 트래픽을 모두 수용할 수 있으면 트래픽량에 따르는 추가링크를 고려할 수도 있지만 여기서는 다루지 않고 기본적인 이중경로확보에 중점을 두었다. 따라서 설치비용면에서는 가운데 결과가 최소비용을 나타낸다. 실제네트워크를 설계할 때 예는 여러 가지 추가 변수가 있을 수 있으므로

이결과는 참고로 이용될 수 있다.

참고문헌



V. 결론

본 논문에서는 현실적인 차세대 네트워크의 구조를 살펴보고 장애발생시 복구문제가 매우중요하게 되었기에 자동장애복구 방법과 이를 차세대 네트워크에 적용할 수 있는 방안을 제시 하였다.

특히 자동장애 관리 방법의 기본 개념을 소개 하고, 기존의 네트워크에도 적용시킬 수 있는 간단하지만 효율적인 설계방법을 제안하고 설계 예를 통하여 그 결과를 분석하였다. 제안된 방법은 네트워크를 새로 설계할 때뿐만 아니라 기존에 존재하는 네트워크에도 적용할 수 있기 때문에 실제 다양하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

다만 트래픽량의 100%처리보장은 고려하지 않았기 때문에 앞으로 설계되는 구체적인 네트워크에 따라 이를 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

[1] 송명규, 최재연, “WDM 메쉬망의 장애관리방안 고찰”, 한국지식정보기술학회 논문지, 제4권 1호, 2009.3.31

[2] Galen Sasaki and Ciril Rozic, “Cost efficient Survivable IP over WDM with dual homing”, OFC/NFOEC 2008 IEEE

[3] A. Fumagalli et al., “Shared Path Protection with Differentiated Reliability,” Proc. IEEE ICC, Apr. 2002, pp. 2157 - 61.

[4] Benjamin K. Chen and Fouad A. Tobagi “Network Topology Design to Optimize Link and Switching Costs“ ICC 2007 proceedings

[5] 송명규, “WDM 메쉬망의 장애관리방안 한국인터넷 방송통신학회 2009.6

[6] ITU-T Rec. G.872, "Architecture of Optical Transport Networks"

[7] ITU-T Rec. G.709, "Network Node interface for the Optical Transport"

[8] Shinya Nakamura, Osamu Matsuda, "Core network design and planning : Challenges and technology trend", IEEE, OFC/NFOEC 2008

[9] Dahai Xu Elliot Anshelevich, "On Survivable Access Network Design: Complexity and Algorithms" IEEE INFOCOM 2008 proceedings

[10] Michele N. Lima., Helber W. da Silva, Aldri L. dos Santos, Guy Pujolle, "An Architecture for Survivable Mesh Networking", IEEE "GLOBECOM" 2008 proceedings.

감사의 글

이 논문은 남서울대학교 교내연구지원사업에 의해 수행된 결과임

저자소개



송명규(Song, MyeongKyu)

1987년 연세대학교 전자공학과 학사

1989년 연세대학교 전자공학과 석사

1996년 연세대학교 전자공학과 박사

1996년~현재 남서울대학교 정보통신공학과

※ 관심분야: 통신시스템, 망설계 및 관리, 차세대네트워크