응용연구 그룹별 논리 네트워크 모니터링 시스템 구조 연구★

강현중* · 김현철**

요 약

높은 네트워크 대역폭과 고품질을 요구하는 고에너지 물리, 기상 기후 등과 같은 특정 연구 그룹간의 논리 네트워크를 구축하여, 일종의 특정 그룹별 사설 네트워크 구축과 운용이 최근 많이 요구되고 있다. 지금까지 국내에서는 KREONET과 같은 국가연구망이 중심이 되어 이러한 대용량 사설 네트워크 서비스를 제공하고 있으나 이러한 사설 네트워크에 대한 체계적이고 표준화된 구축 및 관리 방법이 없어 이에 대한 체계적인 연구가 시급한 실정이다. 이를 위해 본 논문은 L2 기반에서 다양한 그룹별 논리 네트워크를 구성하는 핵심 서비스 요소와 표준 프로토콜을 제시하고, 구성된 논리 네트워크 정보를 관리 모니터링 할 수 있는 시스템 구조를 제시하였다. 또한 본 논문은 네트워크 인프라 자원과 관련된 망의 운영정보, 구성정보, 성능정보, 장애정보 등에 대한 정보를 통합적으로 관리할 수 있는 표준화된 명세 시스템 구조를 제시하였다.

A Study of Logical Network Monitoring System Architecture for Research Group

Kang Hyun Joong* · Kim Hyuncheol**

ABSTRACT

Recent science technology research network moves to establish logical private network among specific research groups such as high energy physics and climate, requiring to implement private network by group for each purpose. Up to now, national research networks such as KREONET service high capacity logical private networks. Therefore standardized configuration and management scheme is essential for the deployment of logical private network. In this study, we propose the core service element and protocols for the logical networks over Layer 2 networks. We also propose system architecture that make monitoring and management easier. After that we design and implement monitoring map for logical network based on scheme. For this purpose, we also propose the description system for logical research network to provide data such as operation information, formation information, performance information and failure information of network infrastructure resource.

Key words : Logical Private Network, Network Resource Specification

접수일(2012년 5월 30일), 수정일(1차: 2012년 6월 11일), 게재확정일(2012년 6월 12일)

★ 이 논문은 2011년도 서일대학 학술연구비의 지원에 의해 연구되었음.

* 서일대학교 인터넷정보과

** 남서울대학교 컴퓨터학과

1. 서 론

높은 네트워크 대역폭과 고품질을 요구하는 고에너지 물리, 기상 기후 등과 같은 특정 연구 그룹간의 논리 네트워크를 구축하여, 일종의 특정 그룹별 사설 네트워크 구축과 운용이 최근 많이 요구되고 있다. 지금까지 국내에서는 KREONET와 같은 국가연구망을 중심으로 대용량 논리 네트워크 서비스를 제공하고 있으며, 국제적으로는 미국(Internet2), 캐나다(CANARIE), 그리고 네덜란드(SURFnet) 등이 이러한 논리 네트워크 서비스를 제공하거나 연구 개발하고 있다.

이러한 추세를 반영하여 최근에는 VLAN(Virtual LAN)이나 PBB(Provider Backbone Bridge), PBB-TE(Provider Backbone Bridge-Traffic Engineering) 등과 같은 최신 이더넷 프로토콜 기술을 사용하여 논리 네트워크를 구성해서 효율적이고 네트워크 구축 및 관리를 수행하고 있다. 논리 네트워크 서비스는 네트워크 대역폭과 서비스 품질(QoS), 혹은 광경로 연동 장비(예: OXC, SONET/SDH 스위치, 기가비트 이더넷 스위치 등)와 인터페이스(SONET/SDH, 10GE/1GE 등), 그리고 단말의 사양 및 운영체제, 네트워크 프로토콜 등의 최적화(Tuning) 내용 등을 고려해야 한다.

그러나 논리 네트워크의 구축과 연동은 프로토콜의 통일만으로는 실현되기가 어렵다. 즉, 표준화된 논리 네트워크 구성을 위한 선결조건으로 네트워크 인프라를 구성하고 있는 각종 자원들의 운영정보, 구성정보, 성능정보, 장애정보 등과 관련된 정보를 표준에 맞추어 체계적으로 기술할 수 있는 명세 시스템의 구축과 통합적인 관리 등이 필수적이다 [1][2].

본 논문에서는 PBB와 같은 최신 이더넷 기술을 지원하는 네트워크에서 논리적으로 구성된 그룹의 서비스 요구사항을 기반으로 효과적인 논리 네트워크 구성방법을 제안하였다. 각자 독립적인 스키마를 기반으로 구성되었던 기존의 방식과 달리 본 논문에서는 구성된 논리 네트워크의 상태 정보를 효율적으로 관리하고 모니터링 할 수 있는 스키마를 제안하였고, 제안된 스키마를 기반으로 그룹별 논리 네트워크 상황맵의 구조를 제시하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 캐리어 이더넷 기반 서비스 및 관리와 관련된 선생 기술의 조사 및 분석을 수행하였다. 3장에서는 논리 네트워크를 구성하고 있는 각종 정보를 효율적으로 관리하고 모니터링 할 수 있는 스키마를 제안하였다. 4장에서는 필요한 DB 구조들과 구현방안을 제시하였다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 의미와 추후 연구 과제를 기술하였다.

2. 캐리어 이더넷

캠퍼스, 기업이나 가정 등 근거리의 LAN 영역에 주로 사용되는 기술이었던 이더넷은 플러그 앤 플레이와 같은 단순함과 적은 설치비용 및 쉬운 운용 등을 장점으로, 통신 사업자 및 운용자(carrier)의 고유 영역인 MAN/WAN에서도 사용 가능한 메트로 이더넷 및 캐리어 이더넷(Carrier Ethernet)으로 진화하고 있다. 캐리어 이더넷은 안정성(resiliency), 신뢰성(reliability), 확장성(scalability), 관리성(manageability) 등과 같은 특징을 필수로 하는 통신 사업자 영역에서 서비스를 제공할 수 있는 확장된 이더넷 기술을 의미한다 [1][2].

2.1 캐리어 이더넷 서비스

캐리어 이더넷은 기존의 회선 기반 SONET/SDH보다 저렴한 가격으로 대역폭을 제공할 수 있으며 대역폭 조정이 가능한 세 가지 실시간 서비스, E-LINE, E-LAN, 그리고 E-TREE 서비스를 정의하고 있다. 이러한 서비스들은 둘 이상의 가입자 네트워크 인터페이스(UNI: User Network Interface) 간에 하나 이상의 가상 이더넷 연결(EVC: Ethernet Virtual Connection)을 설정하는 제공한다. 이때 CE(Customer Equipment)는 고객들이 소유하고 있는 스위치 또는 라우터를 의미하며, 따라서 UNI는 고객과 서비스 제공자 간 물리적인 경계를 의미한다 [3].

E-LINE 서비스는 가입자간 점대점(Point to Point) 이더넷 연결 또는 이더넷 가상 연결을 제공하는 서비스로 전용선을 대체하거나 고품질 인터넷 접속을 제공하기 위한 서비스이다. E-LAN 서비스는 UNI를 통

해 가입자간 다중점 대 다중점 (Multipoint to Multipoint) 이더넷 가상 연결을 제공하는 서비스로 기존의 L2 VPN을 대체 하거나 도시 규모의 랜서비스를 제공할 수 있다. E-TREE 서비스는 UNI를 통해 점대 다중점(Point to Multipoint) 이더넷 가상 연결을 제공하는 서비스로 멀티캐스트 또는 브로드캐스트 패킷 전송이 필요한 응용에 적합한 서비스 형태이다 [4].

2.2 캐리어 이더넷 OAM

통신서비스 사업자들의 관심 사항은 서비스 정상 동작 여부의 실시간 파악과 신속한 장애 검출 및 복구, 그리고 품질 보장을 위해 사용자에게 제공되는 트래픽 양을 효과적으로 제한할 수 있는 방법에 집중되어 있다.

또한 신뢰성, 확장성, 그리고 관리성을 중요시하는 캐리어 네트워크는 일반적으로 SONET/SDH, ATM과 같은 다양한 전송기술로 구성되기 때문에 효과적인 관리기능과 유기적인 보호복구(Protection) 기능이 필수적이다. 그러나 기존의 이더넷은 장애 발생에 대한 보호복구기능이 매우 미약하여 캐리어급 네트워크에 적용하기에 적당하지 않기 때문에 SLA(Service Level Agreement), OAM, 그리고 보호복구 등과 같은 캐리어 서비스 기능들이 추가되었다 [5].

캐리어 서비스를 제공하기 위해서는 서비스 품질 보장과 가용성(availability) 확보가 가장 중요한 문제 중의 하나이다. 이를 위해서는 신속한 장애복구 기능과 프레임 손실, 프레임 지연, 프레임 지연편차 특성을 기반으로 하는 종단간 성능 제공 방식이 필요하다.

PBB-TE의 경우에는 IEEE 802.1ag, ITU-T Y.1731, G.8031 등에서 정의하고 있는 장애 검출 및 통보, 성능 모니터링, 보호복구를 위한 OAM 기능들과 관련 프레임들을 정의하고 있다. 장애 관리를 위한 대표적인 기능은 Fault Detection, Fault Verification, Fault Isolation, Fault Notification 등이 있다. Fault Detection에서는 CCM(Continuity Check Messages)을 링크의 양단에서 지속적으로 교환하다가 특정 시간이상 메시지를 수신하지 못하면 링크가 다운되었다고 판단하고 복구를 실행한다. 한편 Fault Isolation은 LTM (Linktrace Messages)와 LTR(Linktrace Reply)을 사용하여 오류가 발생한 지점을 찾아서 격리시키는 기능을 수행한다 [7][8].

마지막으로 성능 모니터링을 위한 대표적인 내용은 Frame Loss Ratio, Frame Delay, Frame Delay Variation 등이 있다. 먼저 Frame Loss Ratio는 송수신된 CCM 프레임의 수를 비교하여 손실률을 계산한다. Frame Delay는 DMM/DMR(Delay Measurement Message/Reply)를 프레임 전달 지연을 계산한다 [7].

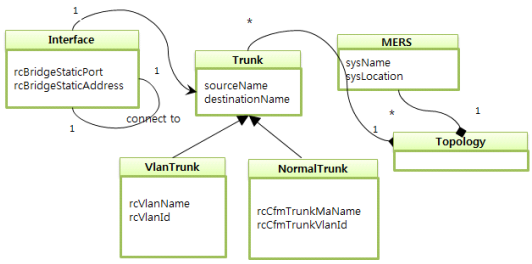
3. 논리 네트워크 스키마 설계

본 논문에서는 Nortel MERS(Metro Ethernet Routing Switch) 스위치를 기반으로 논리 네트워크 관리 프레임워크를 구성함에 있어 가장 핵심이 되는 시스템 정보, 구성 정보, 성능 정보, 장애 정보를 정의하였다 [9].

3.1 구성(configuration) 스키마

논리 네트워크를 표현하기 위해서는 각 노드(MERS)와 링크(Trunk)의 구성을 먼저 확인해야 한다. (그림 1)에서와 같이 하나의 논리 네트워크에는 여러 개의 MERS가 존재할 수 있고, 일대다의 관계를 갖는다. MERS는 sysName이라는 이름과 sysLocation이라는 위치 정보를 속성으로 갖는다.

Trunk 역시 네트워크 Topology에 포함되며, 일대다의 관계를 갖는다. Trunk의 양 끝에는 MERS가 존재하며 각각의 Name을 필요로 한다. 이를 통해 어느 노드들을 연결하는 Trunk인지 구분하게 된다. Trunk는 VlanTrunk와 NormalTrunk로 구분된다. Trunk는 물리적으로 연결 뿐 아니라 논리적인 연결도 포함하고 논리적인 연결은 VlanTrunk를 사용한다. Interface는 각각의 Trunk가 어떤 Interface의 어떤 포트로 접속되는지를 나타낸다. 따라서 각각의 Trunk마다 하나의 Interface를 갖는다.



(그림 1) 구성 클래스 다이어그램

3.2 성능 모니터링 스키마

(그림 2)는 성능 모니터링에서 가장 중요한 변수인 Throughput, Frame delay, Frame loss를 MERS에서 제공하고 있는 정보 위주로 설계한 클래스 다이어그램 스키마를 나타내고 있다.

3.3 장애 관리 스키마

논리 네트워크의 장애 관리를 수행하는 Fault Management 클래스는 하위 클래스로 Fault Verification, Power, Fault Notification, Fault Isolation, Fault Detection 클래스를 갖는다. Power 클래스의 하위 클래스로는 현재의 전력 공급 상태를 분석하고 경고를 제어할 수 있는 Power Status 클래스와 Warning Threshold 클래스가 있다. Fault Isolation 클래스의 하위 클래스로는 LTM/LTR 메시지를 분석하여 네트워크의 장애를 파악할 수 있는 Linktrace Messages 클래스와 Linktrace Reply 클래스가 있다.

3.4 논리 네트워크 관리 스키마

논리 네트워크의 구성, 성능, 장애 관리를 위한 스키마의 전체적인 구성은 (그림 4)와 같다. (그림 4)에서와 같이 장애 관리와 성능 모니터링은 모두 Trunk와 관계되어 있다. 토폴로지 데이터 자체는 각각의 MERS가 가지고 있지만 네트워크의 성능 및 장애 요소와 직결되는 부분은 Trunk이고 MERS에서도 MIB 정보에서도 Trunk에 1:1로 각각의 정보들이 매칭 되어 있다.

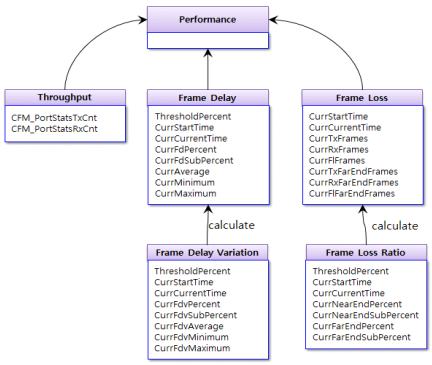
<표 1> 구성 클래스 파라미터

Trunk	
sourceName/destinationName	
SYNTAX	String
MAX-ACCESS	read-write
DESCRIPTION	Source Node Name/ Destination Node Name
VlanTrunk	
rcVlanName	
SYNTAX	DisplayString (SIZE (0..64))
MAX-ACCESS	read-create
DESCRIPTION	An administratively-assigned name for this VLAN
.....	
NormalTrunk	
rcCfmTrunkMaName	
SYNTAX	DisplayString(SIZE(22))
MAX-ACCESS	read-create
DESCRIPTION	PBT Trunk Maintenance Domain Name
.....	
MERS	
sysName	
SYNTAX	DisplayString (SIZE (0..255))
MAX-ACCESS	read-write
DESCRIPTION	An administratively-assigned name for this managed node.
Interface	
rcBridgeStaticPort	
SYNTAX	InterfaceIndex
MAX-ACCESS	read-only
DESCRIPTION	Port on which the MAC address is found
.....	

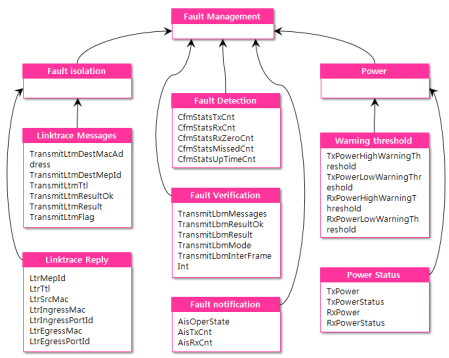
4. 논리 네트워크 테스트베드

본 논문에서는 (그림 5)에서와 같이 총 5대의 MERS와 MEUS 2대, 그리고 6개의 링크로 구성되는 논리 네트워크를 구성하였다. MERS 장비는 PBB-TE를 지원하며, 각각의 노드에는 Primary/Secondary Trunk가 설정되어 있다. 한편 논리 네트워크 관리 시스템

은 net-snmp와 PHP, 그리고 Silverlight를 이용하여 구축했으며 상세한 구성은 <표 4>와 같다.



(그림 2) 성능 모니터링 클래스 다이어그램



(그림 3) 장애관리 클래스 다이어그램

4.1 데이터베이스 설계

토폴로지 DB는 논리 네트워크의 구성 정보를 저장하고 있는 데이터베이스이다. 각 Trunk의 정보를 저장하고 있으며 Trunk의 Index를 기반으로 관련된 다른 DB와 연동된다.

MERS 정보 DB는 MERS, 즉 노드의 정보를 저장하는 DB이며 프레임워크 구축 이후에 가장 먼저 생성하는 데이터베이스이다. MERS 장비의 기본적인 정보와 MERS가 가지고 있는 구성, 성능, 장애 관리 테이블의 이름을 가지고 있다. 한편 Trunk는 Interface에 연결 되어 있고 Interface는 Vlan과 Trunk에 할당되어 있다. 이 정보를 통해 각 연결에 대한 정보를 얻어올 수 있다.

<표 2> 성능모니터링 클래스 파라미터

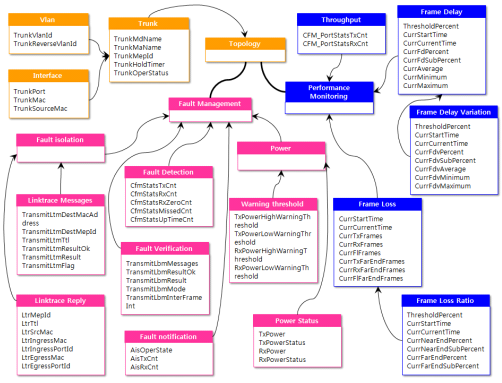
Throughput	
CFM_PortStatsTxCnt	
SYNTAX	Counter64
MAX-ACCESS	read-only
DESCRIPTION	The total Number of CFM messages that are sent by port
.....	
Frame Loss	
CurrStartTime	
SYNTAX	OCTET STRING (SIZE(11))
MAX-ACCESS	read-only
DESCRIPTION	The date and time stamp.
.....	
Frame Loss Ratio	
ThresholdPercent	
SYNTAX	INTEGER (0..99)
MAX-ACCESS	read-create
DESCRIPTION	FLR set alarm threshold percentage
.....	
Frame Delay	
ThresholdPercent	
SYNTAX	INTEGER (0..99)
MAX-ACCESS	read-create
DESCRIPTION	FD set alarm threshold percentage
.....	
Frame Delay Variation	
ThresholdPercent	
SYNTAX	INTEGER (0..99)
MAX-ACCESS	read-create
DESCRIPTION	FDV set alarm threshold percentage
.....	

이러한 Interface DB는 MERS의 인터페이스 정보를 저장하고 있는 데이터베이스이다. 장애정보 DB는 장애관리를 위한 DB로 각각의 Interface 정보와 연결되어 있으며 장애관리 기능을 구현하기 위한 정보를 가지고 있다. 성능정보 DB는 Trunk에 연결되어 있으며 성능관리 기능을 구현할 수 있는 정보들을 가지고

있다.

<표 3> 장애관리 클래스 파라미터

Fault Detection	
CfmStatsTxCnt	
SYNTAX	Counter64
MAX-ACCESS	read-only
DESCRIPTION	The total Number of CFM messages are transmitted by trunk or ESM port
.....	
Fault Verification	
TransmitLbmMessages	
SYNTAX	INTEGER(1..10000)
MAX-ACCESS	read-only
DESCRIPTION	The number of loopback messages to be transmitted.
.....	
Fault notification	
AisOperState	
SYNTAX	INTEGER { true(1), false(2) }
MAX-ACCESS	read-only
DESCRIPTION	To indicate the operational status of AIS. It is set to true when AIS is transmitted.
.....	

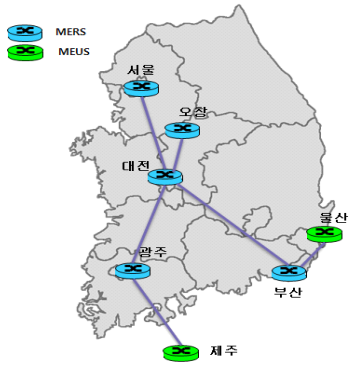


(그림 4) 관리 클래스 다이어그램

4.2 논리 네트워크 상황맵 설계

KREONET은 크게 두 개의 논리네트워크를 운영중이며 서울, 대전, 울산, 대전을 E-LAN 서비스로 묶은 E-KVN과, 서울, 대전, 광주를 E-LINE 서비스로 묶은 open flow 이 두 개의 논리네트워크가 존재한다. 그러나 (그림 11)에서와 같이 현재의 상황맵은 모니터링 및 관리 기능을 제공하고 있지 않고 표준화된 스키마 또한 제공하고 있지 않다.

한편 (그림 12)는 제안된 Topology 정보들을 이용하여 논리 네트워크 구축하고 그 운용 현황을 나타내고 있는 상황 맵이다. 우선 상황맵에서는 Primary Trunk와 Backup Trunk의 구축 현황이 표시되어 있다. Trunk로 연결되는 상대 MERS 장비의 MAC Address와 Port Number를 통해 물리적으로 연결되고, VlanID를 이용하여 가상의 통로가 생성된다.



(그림 5) MERS 기반 테스트베드

<표 4> 논리 네트워크 관리 프레임워크 구성

종류	프로그램
운영체제	Windows7
Apache	httpd-2.2.16
Mysql	mysql-5.1.50
PHP	php-5.3.3
Net-snmp	net-snmp-5.4.3
Silverlight	Silverlight 4.0.60531.0

5. 결 론

인터넷의 폭발적인 성장은 기존 네트워크 전송능력의 한계를 끊임없이 위협하고 있고 특정 연구 그룹간

의 논리 네트워크, 해당 목적에 맞는 일종의 그룹별 사설 네트워크에 대한 요구가 증가하고 있는 상황이다. 이러한 요구에 대응하여 그룹별 논리 네트워크가 구성이 되고 있지만 이를 관리하고 모니터링 하는 표준화된 방법이 없었다.

	필드	종류	Collation	보기	Null	기본값	추가
	no	int(11)			아니오	0	
	mers_no	int(11)			예	NULL	
	TrunkPort	varchar(4)	latin1_swedish_ci		아니오	None	
	TrunkMdName	varchar(22)	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	TrunkMaName	varchar(22)	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	TrunkSourceMac	varchar(20)	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	TrunkMac	varchar(20)	latin1_swedish_ci		아니오	None	
	TrunkVlanId	varchar(4)	latin1_swedish_ci		아니오	None	
	TrunkReverseVlanId	varchar(4)	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	TrunkMepId	varchar(2)	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	TrunkHoldTimer	varchar(4)	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	TrunkOperStatus	varchar(8)	latin1_swedish_ci		예	NULL	

(그림 6) 토폴로지 DB

	필드	종류	Collation	보기	Null	기본값	추가
	no	int(11)			아니오	0	
	ipAddr	varchar(15)	latin1_swedish_ci		아니오	None	
	sysName	text	latin1_swedish_ci		아니오	None	
	sysDescr	text	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	sysLocation	text	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	sysUpTime	varchar(20)	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	topoTable	varchar(10)	latin1_swedish_ci		아니오	None	
	perfoTable	varchar(10)	latin1_swedish_ci		아니오	None	
	faultTable	varchar(10)	latin1_swedish_ci		아니오	None	
	interTable	varchar(10)	latin1_swedish_ci		아니오	None	

(그림 7) MERS 정보 DB

이를 위해 본 논문에서는 표준화된 자원 명세를 기반으로 특정 응용별 논리 네트워크를 기술하고 관리하는 프레임워크를 제안하였다. 또한 국제 표준에 기반을 두어 구성정보, 성능정보, 장애정보를 체계적으로 관리할 수 있는 스키마를 제안하였다. 즉 논리 네트워크를 관리함에 있어서 핵심이 되는 요소들을 클래스화 하여 정의하였다. 아울러 본 논문에서는 제안된 스키마를 기반으로 데이터베이스를 생성하고, 논리 네트워크를 관리 할 수 있는 네트워크 관리 프레임워크를 제시하였다. 제안된 프레임워크의 타당성을 검증하기 위해 본 논문에서는 MERS 장비를 기반으로 PBB-TE로 구성되어 있는 L2 논리 네트워크 접근하여 관리에 필요한 정보들을 수집하고 수집된 데이터를 효과적으로 저장할 수 있는 DB의 설계 및 저장 방식을 제안하였다.

	필드	종류	Collation	보기	Null	기본값	추가
	no	int(11)			아니오	0	
	mers_no	int(11)			예	NULL	
	ifIndex	varchar(4)	latin1_swedish_ci		아니오	None	
	Descr	text	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	Mtu	int(11)			예	NULL	
	Speed	bigint(20)			예	NULL	
	PhysAddress	varchar(20)	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	OperStatus	varchar(10)	latin1_swedish_ci		예	NULL	
	InOctets	bigint(20)			예	NULL	
	InUcastPkts	bigint(20)			예	NULL	
	InNUcastPkts	bigint(20)			예	NULL	
	InErrors	bigint(20)			예	NULL	
	OutOctets	bigint(20)			예	NULL	
	OutUcatPkts	bigint(20)			예	NULL	
	OutNUcastPkts	bigint(20)			예	NULL	
	OutErrors	bigint(20)			예	NULL	

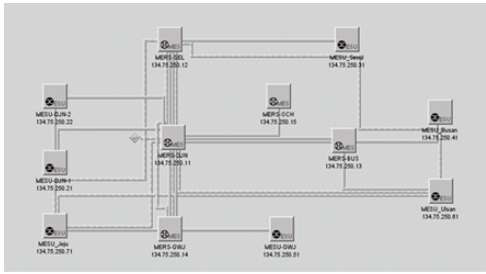
(그림 8) Interface DB

	필드	종류	Collation	보기	Null	기본값
	no	int(11)			아니오	0
	interface_no	int(11)			예	NULL
	CfmStatsTxCnt	int(11)			예	NULL
	CfmStatsRxCnt	int(11)			예	NULL
	CfmStatsRxZeroCnt	int(11)			예	NULL
	CfmStatsMissedCnt	int(11)			예	NULL
	CfmStatsUpTimeCnt	int(11)			예	NULL
	TransmitLbmMessages	int(11)			예	NULL
	TransmitLbmResultOk	int(11)			예	NULL
	TransmitLbmResult	varchar(50)	latin1_swedish_ci		예	NULL
	TransmitLbmMode	int(11)			예	NULL
	TransmitLbminterFrameInt	int(11)			예	NULL
	AisOperState	int(11)			예	NULL
	AisTxCnt	int(11)			예	NULL
	AisRxCnt	int(11)			예	NULL

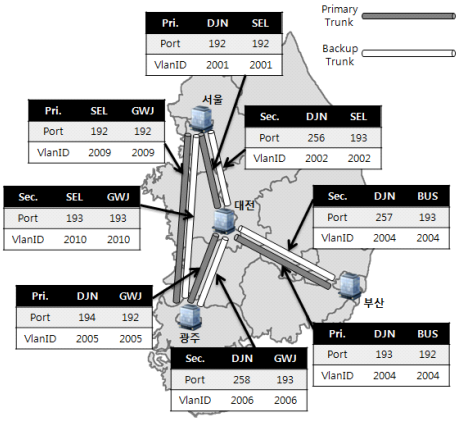
(그림 9) 장애정보 DB

	필드	종류	Collation	보기	Null	기본값
	no	int(11)			아니오	0
	trunk_no	int(11)			아니오	None
	CFM_PortStatsTxCnt	int(11)			예	NULL
	CFM_PortStatsRxCnt	int(11)			예	NULL
	fdThresholdPercent	int(11)			예	NULL
	CurrfdStartTime	varchar(11)	latin1_swedish_ci		예	NULL
	CurrfdCurrentTime	varchar(11)	latin1_swedish_ci		예	NULL
	CurrFdPercent	int(11)			예	NULL
	CurrFdSubPercent	int(11)			예	NULL
	CurrfdAverage	int(11)			예	NULL
	CurrfdMinimum	int(11)			예	NULL
	CurrfdMaximum	int(11)			예	NULL
	fdvThresholdPercent	int(11)			예	NULL
	CurrfdvStartTime	varchar(11)	latin1_swedish_ci		예	NULL
	CurrfdvCurrentTime	varchar(11)	latin1_swedish_ci		예	NULL
	CurrFdvPercent	int(11)			예	NULL
	CurrFdvSubPercent	int(11)			예	NULL
	CurrFdvAverage	int(11)			예	NULL
	CurrFdvMinimum	int(11)			예	NULL
	CurrFdvMaximum	int(11)			예	NULL
	CurrflStartTime	varchar(11)	latin1_swedish_ci		예	NULL
	CurrflCurrentTime	varchar(11)	latin1_swedish_ci		예	NULL
	CurrflTxFrames	int(11)			예	NULL
	CurrflRxFrames	int(11)			예	NULL
	CurrFlFrames	int(11)			예	NULL
	CurrflTxFarEndFrames	int(11)			예	NULL
	CurrflRxFarEndFrames	int(11)			예	NULL
	CurrFlFarEndFrames	int(11)			예	NULL
	flrThresholdPercent	int(11)			예	NULL
	CurrflrStartTime	varchar(11)	latin1_swedish_ci		예	NULL
	CurrflrCurrentTime	varchar(11)	latin1_swedish_ci		예	NULL

(그림 10) 성능정보 DB



(그림 11) 현재의 KREONET 상황맵



(그림 12) 논리 네트워크 상황 맵

참고문헌

[1] T.K. Kang et al., “Technology and Standardization Trends of Carrier Ethernet,” Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 24, No. 3, pp. 78-90, 2009.

[2] S.S. Joo et al., “Carrier Ethernet for Next Generation Network Infrastructure”, Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 21, No. 6, pp. 64-76, 2006.

[3] Rafael Sanchez, "Ethernet as a Carrier Grade Technology: Developments and Innovations," IEEE Communication Magazine, Vol. 46, No. 9, pp 88-94, 2008.

[4] David Allan et al., “Ethernet as Carrier Transport Infrastructure,” IEEE Comm. Magazine, pp. 134-140. Feb. 2006,

[5] Notel Networks, “ Ethernet now offers the most comprehensive OAM for packet based solutions ”, http://us.fujitsu.com/telecom/, 2006.

[6] ITUT Y.1731, “OAM functions and mechanisms for Ethernet based net-works”, 2008.

[7] FUJITSU Network Communications. (2008). Understanding PBB-TE for Carrier Ethernet. http://www.nortel.com/

[8] Salam, S., Sajassi, A., "Provider Backbone Bridging and MPLS : Complementary Technologies for Next-Generation Carrier Ethernet Transport," IEEE Communication Magazine, Vol. 46, No. 3, pp. 77-83, 2008.

[9] Dae-joong Yoon et al., “A Study on Representation and management of Logical Network for Research Network group”, GESTS Int’ls. Computer science and Engineering, Vol. 61, No. 1, pp. 47-56, 2010.

[저 자 소 개]

강 현 중 (Kang Hyun Joong)

1980년 2월 성균관대학교 학사
1986년 2월 연세대학교 석사
1996년 2월 성균관대학교 박사
1989년 3월 ~ 현재 서일대학교
인터넷정보과 교수

email : hjkang@seoil.ac.kr

김 현 철 (Hyuncheol Kim)

1990년 2월 성균관대학교 학사
1992년 2월 성균관대학교 석사
2005년 8월 성균관대학교 박사
2006년 9월 ~ 현재 남서울대학교
컴퓨터학과 교수

email : hckim@nsu.ac.kr