SLA 모니터링을 위한 QoS 파라미터와 네트워크 퍼포먼스 매트릭 간의 매핑 방법

2002. 12. 13

이효진

분산처리 및 네트워크관리 연구실

포항공대 컴퓨터공학과

Email: really97@postech.ac.kr

목차

- 서론
- 관련 연구
- QoS 파라미터와 네트워크 퍼포먼스 매트릭 간의 매핑 방법 정의
  - 측정 매핑
  - 평가 매핑
- QoS 파라미터와 네트워크 퍼포먼스 매트릭 간의 매핑 방법의 활용성 검증
  - SLA 모니터링 시스템 아키텍쳐 제시
  - POS-SLMS (POSTECH-Service Level Monitoring System) 구현
- 결론 및 향후 과제

서론 – 배경 및 문제 제기

- 배경
  - SLA (Service Level Agreement) 중요성 증가
  - SLA의 복잡성 및 다양성으로 인한 SLA 관리의 필요성 증대
  - TM Forum 의 노력
  - SLA 모니터링의 중요성
  - 기존의 네트워크 모니터링의 활용
  - QoS 파라미터와 네트워크 퍼포먼스 매트릭 간의 매핑의 필요성

- 문제 제기
  - QoS 파라미터들과 네트워크 퍼포먼스 매트릭들 간의 체계적인 매핑 방법의 부재
  - 매핑 방법에 활용성을 검증할 수 있는 SLA 모니터링 시스템의 부재

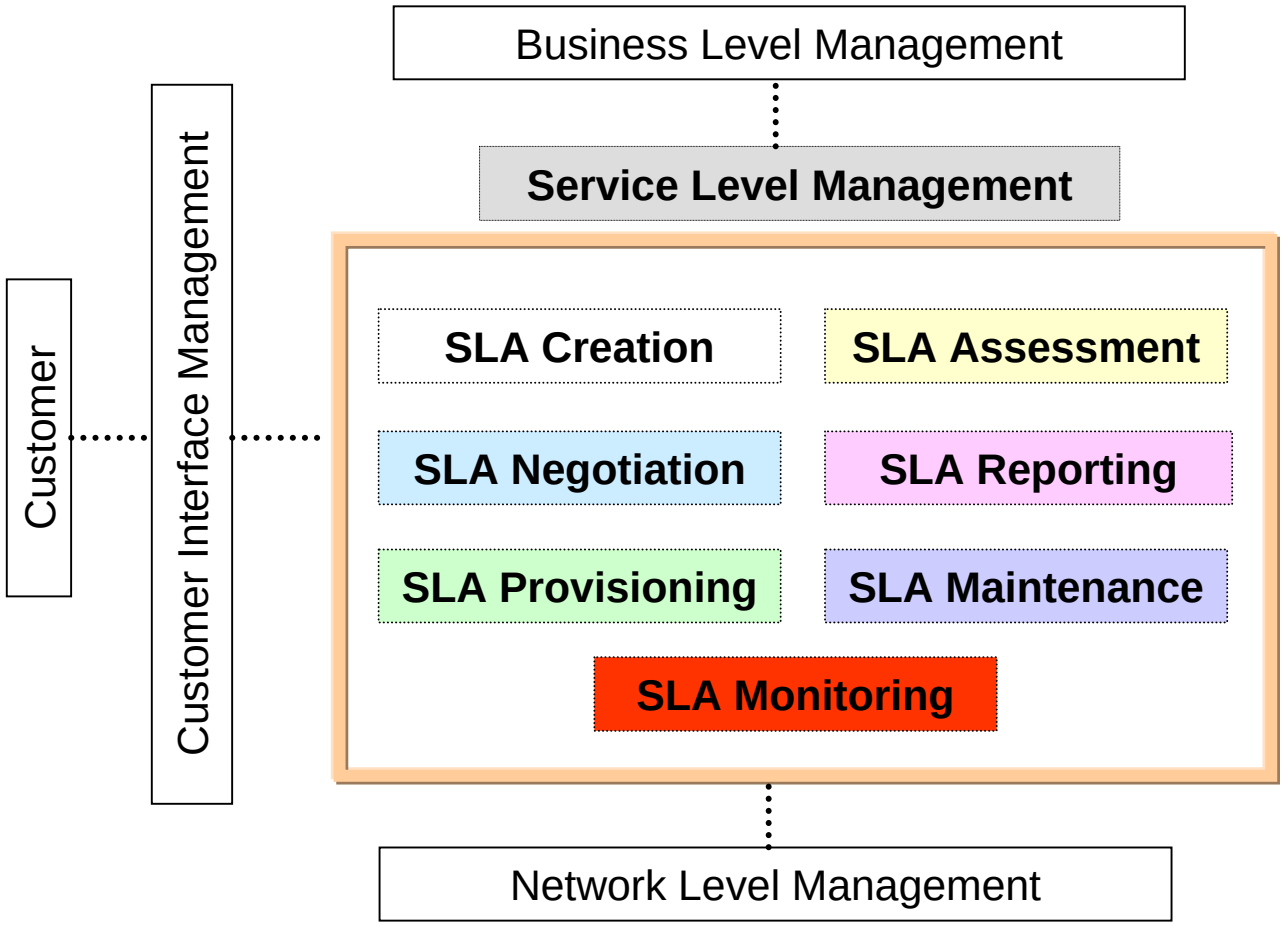
서론 – 해결 방법

- SLA 평가를 위한 QoS 파라미터와 네트워크 퍼포먼스 매트릭 간에 매핑 방법 제시
  - 서비스의 범위는 네트워크 서비스로 한정함
  - QoS 파라미터와 네트워크 퍼포먼스 매트릭 정리
  - 측정 매핑
  - 평가 매핑

- 매핑 방법의 활용성 검증
  - SLA 모니터링 시스템 아키텍쳐 제시
  - POS-SLMS (POSTECH Service Level Monitoring System) 구현

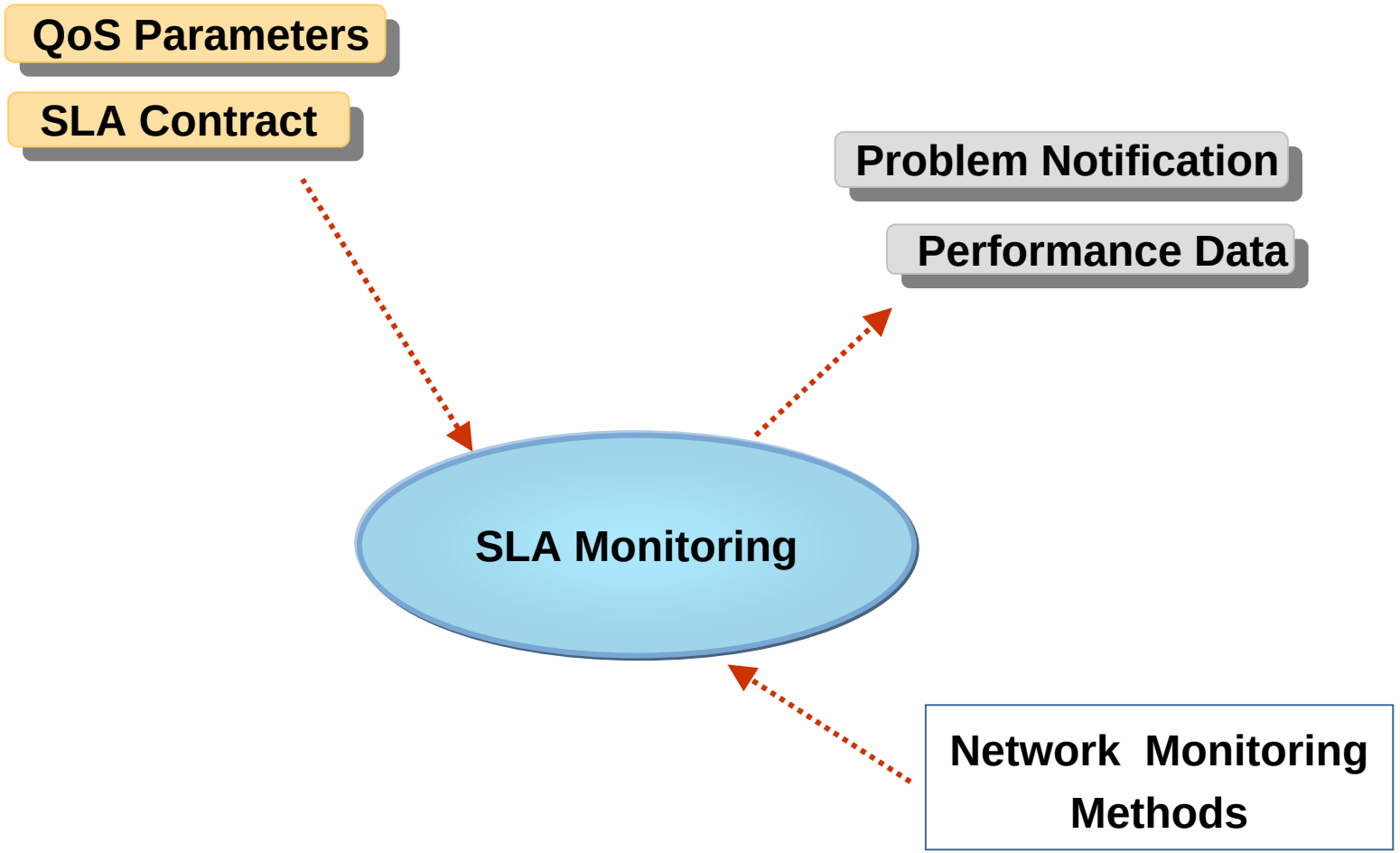
관련 연구

SLM (Service Level Management)



- SLM의 7가지 기능들 -

SLA 모니터링


QoS Parameters
SLA Contract
Problem Notification
Performance Data
SLA Monitoring
Network Monitoring Methods

네트워크 트래픽 모니터링

- 네트워크 트래픽 모니터링의 세가지 방식
  - 액티브 모니터링 방식
    - 테스트 트래픽을 이용해 원하는 네트워크 성능을 측정
    - 다양한 네트워크 퍼포먼스 매트릭들 측정 가능
  - 패시브 모니터링 방식
    - 네트워크를 지나다니는 패킷들을 잡아 네트워크 성능을 측정
    - 네트워크 효율성을 정확하게 측정 가능
  - SNMP 에이전트를 이용하는 방식

네트워크 성능 분석

- 네트워크 성능 분석을 위한 협력 기구
  - Internet2, NIMI, NLANR, CAIDA, IPPM, Surveyor
- 네트워크 성능 분석 방법
  - ICMP 기반의 방법
  - TCP/UDP 기반의 방법
  - 액티브/패시브 모니터링 방식을 동시에 사용하는 방법
  - IPMP (IP Measurement Protocol)

국외 SLA 적용 사례 연구- WorldCom

Service Name: Private Label DSL (Access) SLA				
QoS Parameters in SLA	**Network Availability**	**Network Latency**	**Data Delivery**	**Mean Time To Restore**
Guaranteed Degree	Avg. 99.7%	Avg. 30ms	Avg. 95%	24hrs-Premium 48hrs-Basic
Measuring Periods	A month	4-hour intervals for 5 consecutive days	4-hour intervals for 5 consecutive days	A month
Measuring Points	From DSLAM to WorldCom's ATM switch	From WAN interface of end user (CPE) to WorldCom's ATM switch	From WAN interface of end user (CPE) to WorldCom's ATM switch	From WAN interface of end user (CPE) to WorldCom's ATM switch
Credits	10% of the MRC	10% of the MRC	10% of the MRC	10% of the MRC

국외 SLA 적용 사례 연구 - WorldCom

Measuring Methods	
Network Availability	$\frac{(\text{TotalNo.DSLCircuit}^* \ \text{TotalMinutesInMonth}) - (\text{TotalMinutesDSLCircuitOutagesInMonth})}{\text{Circuits}^* \ \text{TotalMinutesInMonth}}$
Network Latency	The time it takes for 64 byte packet to traverse from the WAN interface of a customer's DSL CPE. First measurement is the NMC-to-CPE network delay by PING test. Second measurement is the NMC-to-MSC network delay by PING test. (NMC-to-CPE Delay - NMC-to-MSC Delay) /2 **NMC: Network Management Center** **MSC: Metro Service Center**
Data Delivery	A minimum of 100 packets per measurement to ensure statistical validity. The average data delivery is then calculated as the mathematical average of all measurements
MTRS (Mean Time to Restore Service)	WorldCom is committed to restoring DLS service within certain periods of time based on the severity of the problem in addition to whether single or multiple clients are affected.

국내 SLA 적용 사례 연구 – 국내 4대 통신업체

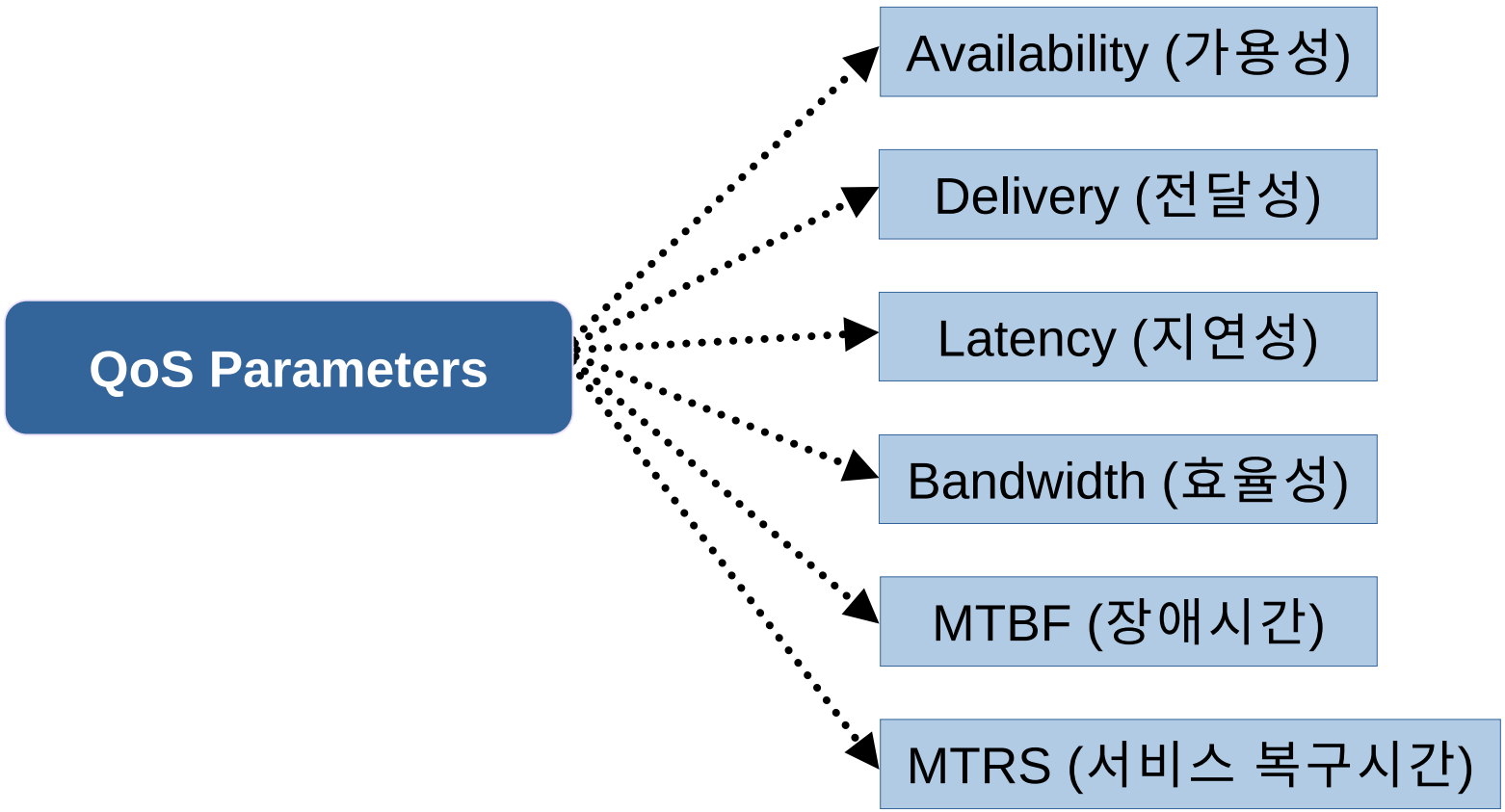
정보통신부 권고안

Pro 1Mbps, Light 500kbps 최저 속도 준수, AS 신청후 1시간 내 방문여부 결정, 24시간 내 AS 처리, 3시간 이상 장애 발생시에 해당 요금의 3배 배상.

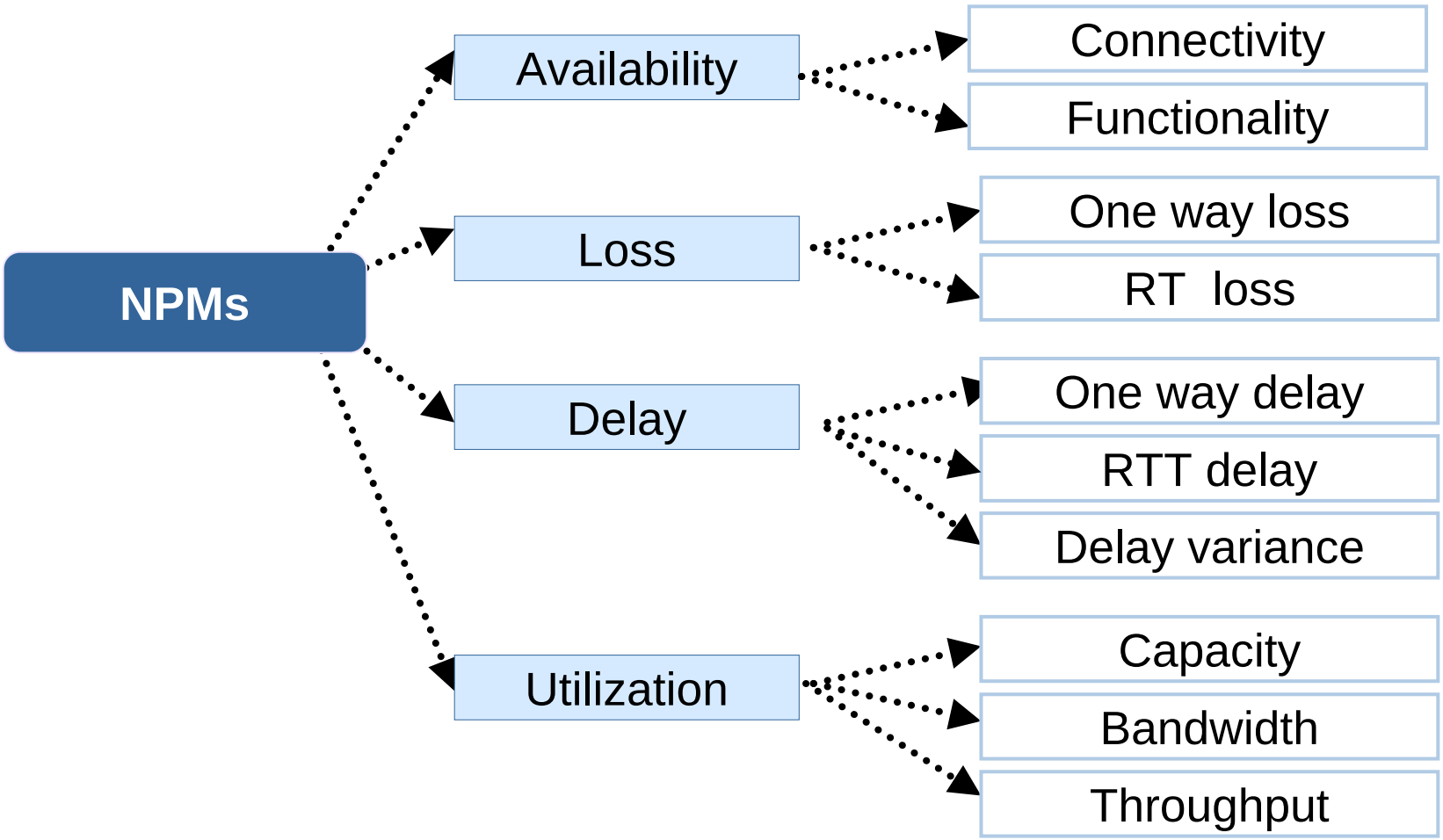
	KT	Hanaro Telecom	Thrunet	Onse Telecom
측정 항목	다운로드/업로드 속도 RTT 평균, 최대/최소, 편차 Ping Error Rate Meg@Feel 사용시, 접속 품질 ,인터넷 망 상태 등의 다양한 성능 측정 제공.	다운로드/업로드 속도 RTT 평균, 최대/최소, 편차 사이트 접속시간 패킷 손실률 구간 품질 측정 준비중.(일반 웹 사이트 구간측정, Real-time streaming data 측정.	명시되어있지 않음.	다운로드/업로드 속도 RTT 평균, 최대/최소, 편차 사이트 접속시간 패킷 손실률 구간 품질 측정 준비중.(일반 웹 사이트 구간측정, Real-time streaming data 측정.
측정 도구	속도 테스트 페이지 SLA 보장 페이지 Meg@Feel Program	속도 테스트 페이지 SLA 보장 페이지	속도 테스트 Web Page Load Test Visual Traceroute	속도 테스트 페이지 SLA 보장 페이지
측정 지점	인터넷 데이터 서버에서 DSLAM 장비 까지 Meg@Feel 의 경우 End to End	KT와 동일	구체적인 설명이 없음	KT와 동일
보상 기준	60분간 10회 이상 측정 후 측정치의 60% 이상이 미달이면 1일 감면. 나머지는 권고안과 동일	KT와 동일하고 정통부 권고안에 따름	KT와 동일하고 정통부 권고안에 따름	KT와 동일하고 정통부 권고안에 따름
측정 방법	구체적인 언급 없음.	구체적인 언급 없음	Visual Traceroute 등	구체적인 언급 없음
비고	측정 항목 다양. Meg@Feel 같은 프로그램 제공으로 주기적 SLA 통계자료 활용가능. SLA 에 대응에 선두주자. SLA 보상에 있어서 절차가 까다로움.	측정 지점및 측정 항목의 다양성 인정. 측정 방법에 대한 구체적인 언급이 없고 사용자가 원할때만 SLA 보상 여부를 판단해 주기적인 정보를 제공한다 할 수 없음.	현재 SLA 보장을 위한 여러 노력들을 진행하고 있으나 아직 미흡함.	하나로통신과 비슷한 SLA 보장을 위한 속도 테스트 사이트를 가지고 있고 SLA 의 정의나 품질 측정 보장에 대해 설명하고 있지만 현재 진행중에 있음.

매핑 방법 제시

네트워크 서비스에서의 QoS 파라미터



네트워크 퍼포먼스 매트릭(NPM)



매핑 방법

- 측정 매핑
  - QoS 파라미터당 네트워크 퍼포먼스 매트릭 매핑
  - 측정 방법, 측정 지점, 측정 기간, 필요한 에이전트 타입도 함께 고려해야함
- 평가 매핑
  - QoS 파라미터당 네트워크 퍼포먼스 매트릭의 결과 값을 매개변수로 갖는 평가 수식과의 매핑

매핑 방법의 일반화

Q={q1, q2, q3, q4} : a set of QoS Parameters

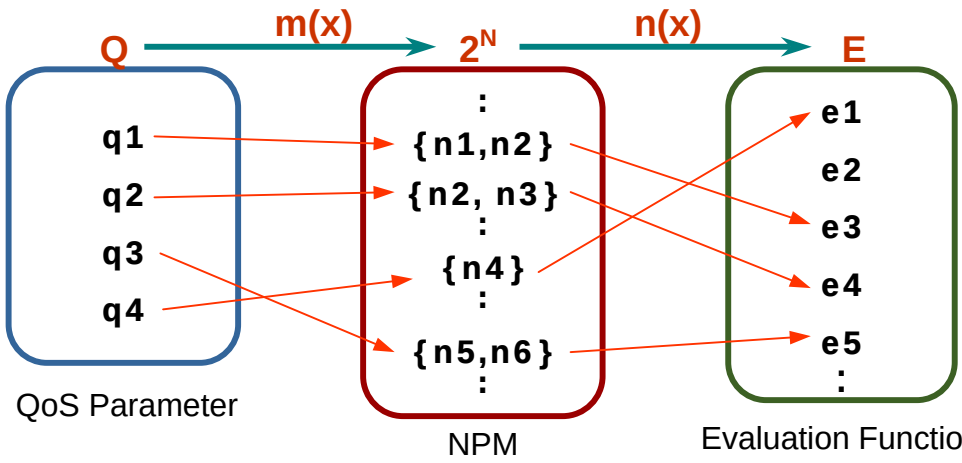
N={n1, n2, n3, n4, n5, n6} : a set of NPMs

2^N : the power set of N

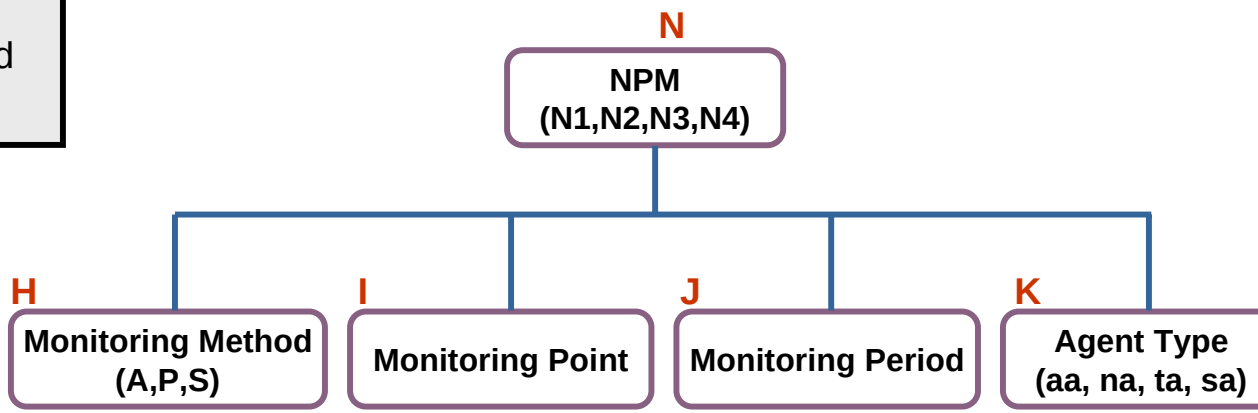
E={e1, e2, e3, e4, …} : a set of Evaluation Functions

=> m(x) : Measurement Mapping

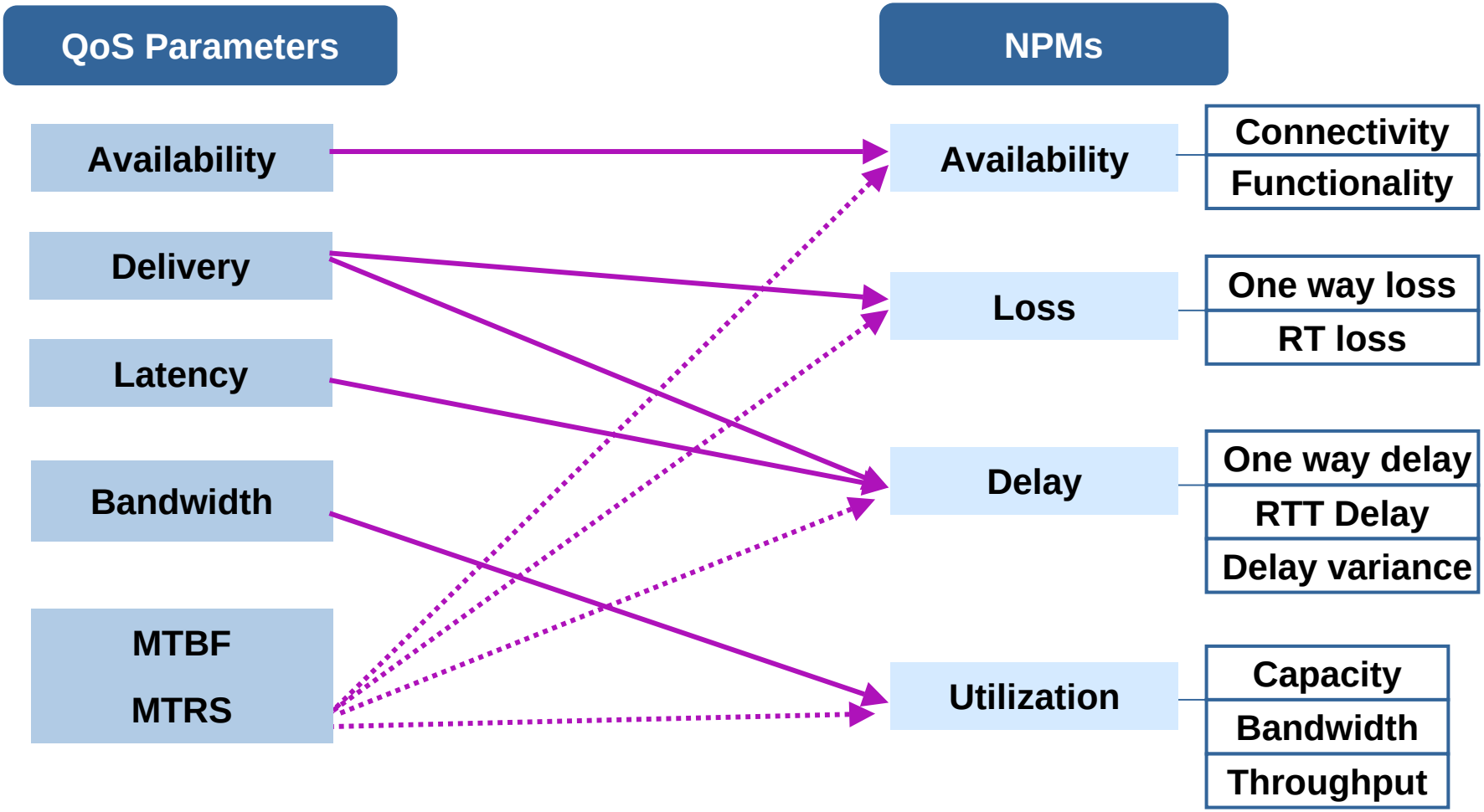
=> n(x) : Evaluation Mapping



For each element in N,
H, I, J and K should be considered
=> m(x): N ⟶ (H, I, J, K)



네트워크 서비스에서의 측정 매핑



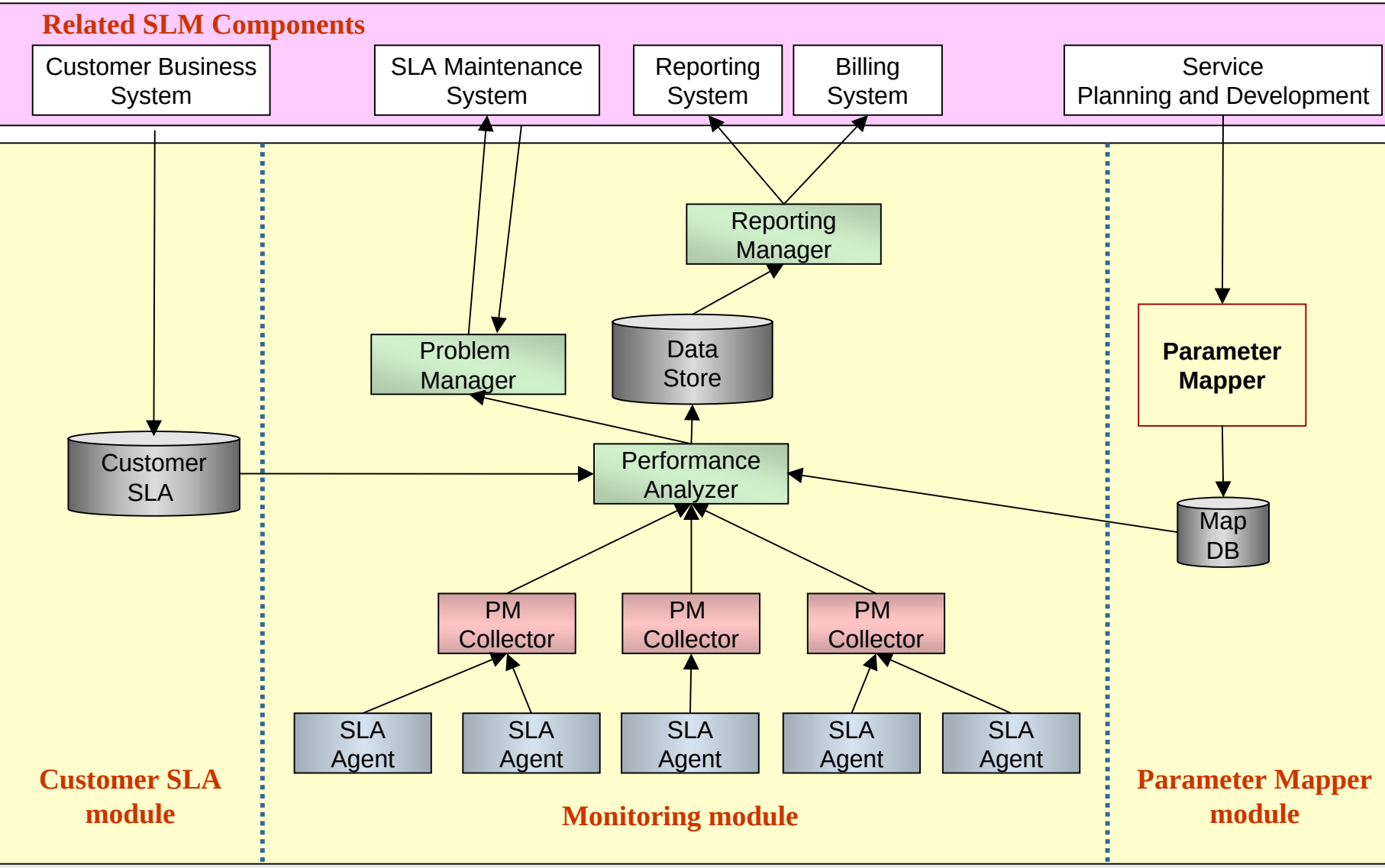
네트워크 서비스에서의 평가 매핑

QoS 파라미터	NPM	평가 수식
Availability	Connectivity	$100 - \frac{\text{총 비연결 시간}}{\text{총 측정 시간}} * 100\ (\%)$
	Functionality	$100 - \frac{\text{총 비기능 시간}}{\text{총 측정 시간}} * 100\ (\%)$
Delivery	One way Loss	$100 - \frac{(\text{목적지 패킷수}) - (\text{출발지 패킷수})}{\text{총 테스트 패킷 수}} * 100(\%)$
	RT Loss	$100 - \frac{(\text{보낸 패킷수}) - (\text{돌아온 패킷수})}{\text{총 테스트 패킷 수}} * 100(\%)$
Latency	One way Delay	$\frac{\sum \lvert \text{목적지 패킷들의 timestamp 값} - \text{출발지 패킷들 timestamp 값} \rvert}{\text{총 시도 횟수}}$
	RT Delay	$\frac{\sum \lvert \text{보낸 패킷들의 timestamp의 값} - \text{받은 패킷들의 timestamp의 값} \rvert}{\text{총 시도 횟수}}$
	Delay Variance	$\frac{1}{\text{총시도횟수 } (N)} \sum_{i=1}^{N} (i\text{번째 } RTT - \text{평균 } RTT)^2$
Bandwidth	Throughput	$\frac{\text{총도착한 테스트 패킷의 길이}}{\text{총 테스트 시간}}$

매핑의 활용성 검증

설계 및 구현

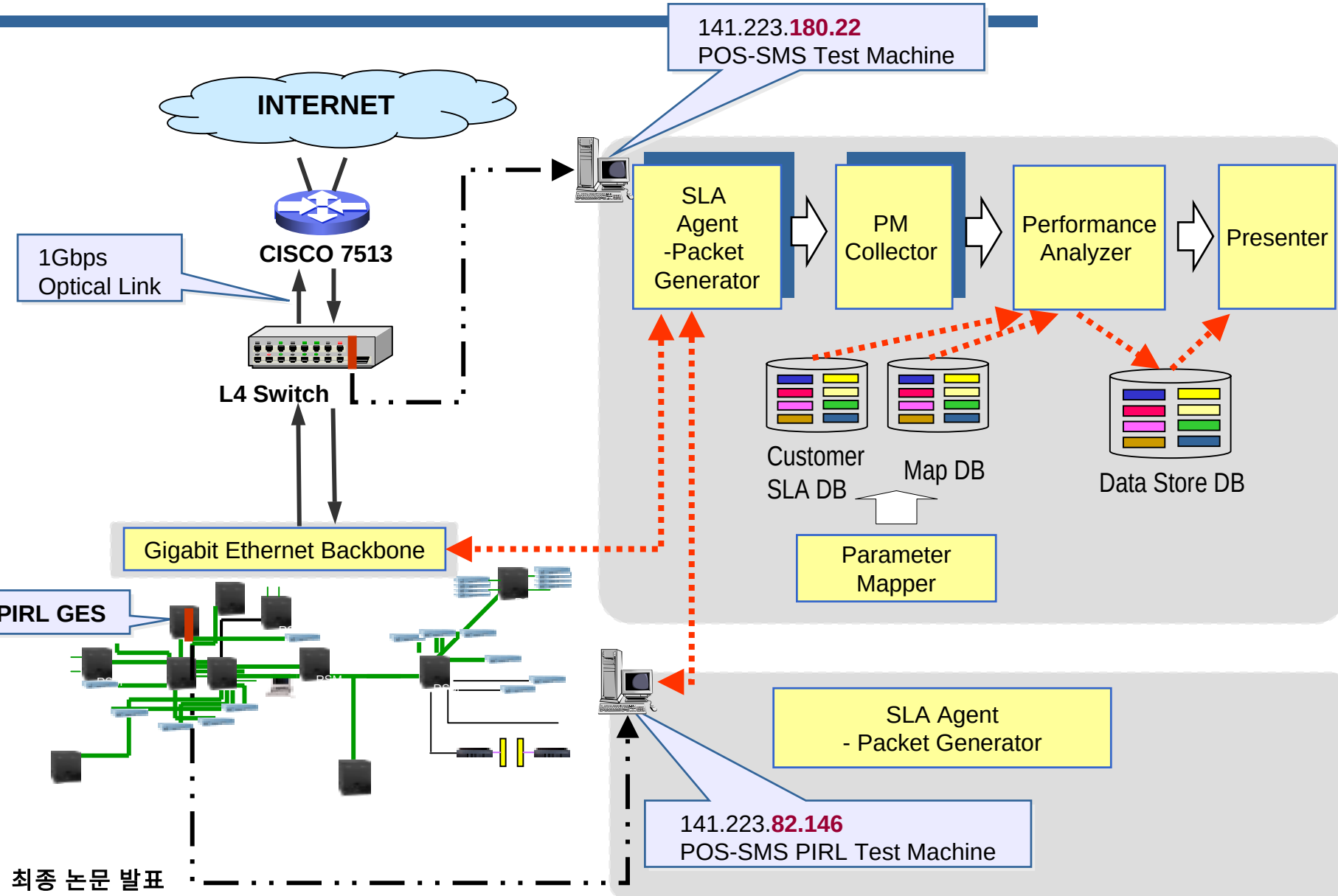
SLA 모니터링 시스템 아키텍쳐



POS-SLMS(POSTECH-Service Level Monitoring System)

- 포항공대 Gigabit Ethernet Backbone Network의 서비스 레벨을 모니터링하기 위한 시스템
- 사용자 : 학교 IP를 가진 모든 PC들
- 서비스 제공자 : 학교
- 두 대의 테스트 머신
  - OS : Linux Redhat 7.3
  - 10/100 Ethernet card
  - CPU : Pentium-III 800 MHz
  - RAM : 256 MB
- 개발언어: C/PHP

POS-SLMS 구현 환경



POS-SLMS의 매핑 정책

측정 매핑	Availability	Delivery	Latency	Bandwidth
의미	사용자가 백본망에 연결되어 있는가의 여부를 알림	데이터를 잃어 버린 정도를 판단	데이터가 이동하는데 얼마만큼의 지연이 있는가 판단	주어진 링크에서 현재 보낼 수 있는 효율성이 어느 정도 인지를 판단
NPM 매핑	Connectivity	One way packet loss RT Loss	RTT	Throughput
측정 방법	Ping 사용	Ping 또는 측정 구간의 TCP나 UDP 패킷의 패킷 번호나 수를 체크	Ping 또는 측정 구간의 TCP나 UDP 패킷의 내용 정보에서의 시간차로 구함	두 대의 측정 구간에 있는 테스트 머신 사이에 100KB 짜리 패킷을 30초 동안 지속적으로 보냈을 때의 효율성을 측정
측정 지점	전산소 테스트 머신에서 가용성 측정을 원하는 머신이 연결되어 잇는 기가빗 이더넷 스위치 까지나 DPNM 테스트 머신까지 또는 반대방향도 가능	Availability와 동일	Availability와 동일	전산소 테스트 머신에서 DPNM 내의 테스트 머신까지 또는 반대방향도 가능
측정 기간	주기적(10분 간격) 또는 원할 때 마다	주기적(10분 간격) 또는 원할 때 마다	주기적(10분 간격) 또는 원할 때 마다	주기적(10분 간격) 또는 원할 때 마다
평가 기준	99.999% 이상 지속적 연결성 보장	0.1% 이하의 패킷 손실률	1ms 이하의 패킷 지연시간	평균 통계값으로 기준 삼음

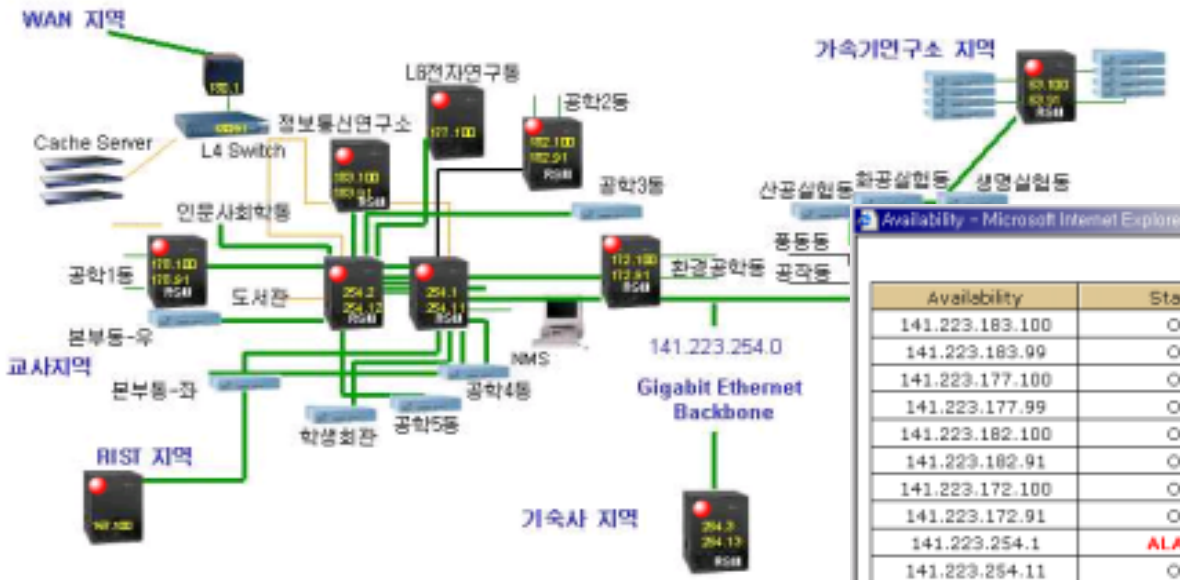
평가 매핑 : 앞에 제시한 평가 수식을 매핑

POS-SLMS 구현 화면

POS-SLMS
POSTECH Service Level Monitory System

What is the PSMS | Customer SLA module | Parameter Mapper module | Reporting and billing

- Availability
- Delivery
- Latency
- Bandwidth
- How to measure



Availability - Microsoft Internet Explorer

Availability	Status
141.223.183.100	OK
141.223.183.99	OK
141.223.177.100	OK
141.223.177.99	OK
141.223.182.100	OK
141.223.182.91	OK
141.223.172.100	OK
141.223.172.91	OK
141.223.254.1	ALARM
141.223.254.11	OK
141.223.254.2	OK
141.223.254.12	OK
141.223.254.3	OK
141.223.254.13	ALARM
141.223.254.4	OK
141.223.254.14	OK
141.223.53.91	OK
141.223.149.100	OK
141.223.149.101	OK

2002/12/12 18:29 [Hour] [Day] [Month]

SLA Host	Availability		Delivery				Latency	
	Connectivity		RT Loss		One way loss		RTT	
	MV(%)	BV(%)	MV(%)	BV(%)	MV(%)	BV(%)	MV(ms)	BV(ms)
141.223.180.100	100	over 99.999	0	under 0.1	0	under 0.05	0.564	under 1
141.223.254.1	100	over 99.999	0	under 0.1	0	under 0.05	0.856	under 1
141.223.254.2	100	over 99.999	0	under 0.1	0	under 0.05	0.346	under 1
141.223.82.146	100	over 99.999	0	under 0.1	0	under 0.05	0.452	under 1

Login | Admin User

결론

- QoS 파라미터들과 네트워크 퍼포먼스 매트릭들간의 매핑 방법 정의
  - 측정 매핑
  - 평가 매핑
- QoS 파라미터들과 네트워크 퍼포먼스 매트릭들간의 매핑 방법의 활용성 검증
  - SLA 모니터링 시스템 아키텍쳐 제시 및 구현

향후 과제

- 매핑 방법을 ISP 백본망에 확장 적용
- 서비스 범위 확대에 따른 매핑 방법 연구
  - 서버 호스팅 서비스, 컨텐츠 서비스
- SLA 통합 솔루션을 개발