

국내외 SLA 적용 현황 분석 및 품질 개선 방안에 관한 연구

김정수, 서상구
광운대학교 경영정보학과

A Study on the Analysis of Current SLA Applications and Suggestions for Quality Improvement

Kim Jeong Su^{*}, Seo Sang Koo^{**}

Kwangwoon University

E-mail : jskim@tta.or.kr, skseo@daisy.kwangwoon.ac.kr

요 약

최근 인터넷의 급격한 발달과 함께 전자상거래가 활성화됨에 따라 인터넷이 국가 사회 정보화에 새로운 수단으로 부상하고 있다. 이에 따라 고객들의 회선 서비스에 대한 질적인 향상도 더 한층 요구되고 있다. 이에 부응하기 위하여 인터넷 서비스 품질에 대한 서비스 수준 협약(SLA: Service Level Agreements) 제도가 수립되어 국내외 많은 서비스 제공자들이 이를 적용하고 있으나, 국내에서는 아직 시행 초기임으로 인하여 여러 가지 개선되어야 할 부분이 산재하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 국내외 SLA 적용 사례를 살펴보고 SLA 품질 측정상의 문제점을 분석하여, 이에 대한 개선방안을 제안한다. 제안된 개선방안에 대한 심도 깊은 추가 연구를 통하여 한 차원 더 높은 양질의 서비스가 제공되는 계기가 되길 기대한다.

1. 서론

최근 인터넷의 급격한 발달과 더불어 점점 더 인터넷 사용자가 폭증하고, 인터넷을 사용하여 가상공간에서 비즈니스를 하는 경향이 부쩍 늘고 있다. B2B 또는 B2C의 전자상거래, 음성서비스, 인터넷방송, 인터넷 화상회의시스템, VoD 서비스, VPN 서비스, VOIP 서비스, 무선랜 등 그 종류와 양에 있어서 급속한 발달로 인해, 추후 얼마나 많이 발달될 것이라고 예측하는 것이 거의 불가능할 것이다. 이에 따라 IP기반의 네트워크에서 실시간 서비스, 영상서비스에 대한 이용요구가 증대되고

인터넷 트래픽 급증으로 인해 서비스 품질(QoS : Quality of Service)이 저하되는 등의 문제가 발생하고 있다. 특히, 서비스 지연, 지연변이(delay variation, jitter), 패킷 손실, 네트워크의 신뢰성 불안 등의 심각한 문제점이 발생하는 상황이며 이에 따라 사용자들의 서비스 품질에 대한 보증 요구가 점차 증가하고 있다. 이에 세계 각국의 ISP 사업자들은 서비스 수준 협약 (SLA)을 제정하여 경쟁사와의 차별화를 추구하고 있다.[3] SLA란 협약 당사자간에 특히 서비스 제공자가 고객에게 합의를 통하여 사전에 정의된 기대 수준의 서비스를

^{*} TTA(Telecommunications Technology Association) 재직 중

^{**} 광운대학교 경영정보학과 조교수

제공하기로 협약을 맺음으로써, 자사망에 대한 서비스 품질을 보증하기 위한 제도이다. SLA 서비스에서는 서비스 통신사업자들이 당초 약속한 사용만큼 서비스를 제공하지 못하는 경우 다양한 형태의 페널티를 부과하고 있다.

현재, 국내 초고속인터넷 5대 통신사업자(KT, 하나로 통신, 두루넷, 데이콤, 온세 통신)를 중심으로 전역 및 지역별 SLA 품질 측정 시험 운영을 하고 있는 상태이지만 명확한 장애 발생 지점 구별과 망 환경의 투명성 등 미흡한 점이 있다. 본 논문에서는 국내외 SLA 적용 사례에 대한 현황을 파악하고 국내 SLA 품질 측정상의 문제점과 이에 대한 개선방안을 제안하고자 한다.

2절에서 국내외 SLA 적용 사례를 정리 분석하고, 3절에서는 SLA 품질 측정상의 문제점을 지적한다. 4절에서 SLA 적용을 위한 개선방안을 제안하고, 마지막 5절 결론에서 향후 연구방향을 제시한다.

2. 국내외 SLA 적용 사례

본 장에서는 세계 각국의 각 ISP 사업자들이 제공하고 있는 다양한 서비스수준협약에 대한 사례를 중심으로 살펴본다. 현재 세계 각국 대부분의 ISP는 전용선 서비스에 대해 SLA 제도를 운영하고 있으며 일부 ISP에서는 DSL 서비스에 대해 시행 중이다.[6,8,11]

2.1 북미지역의 전용선 서비스 SLA 적용 사례

1) WorldCom

세계 최대의 IP 네트워크 중 하나를 보유하고 있는 회사인 WorldCom은 전화, 프레임 릴레이 및 ATM 데이터 서비스에서부터 IP 가상사설통신망 및 웹 호스팅 등 다양한 데이터 서비스를 제공하고 있다. WorldCom의 전용선 서비스 항목 지표는 아래 [표 1]과 같다. WorldCom은 망 가용성이 100% 보장하고 있으며 30분 이내 고장 통보를 하지 않으면 고객의 계좌에서 자동 차감을 하고 있다.

고장 통보	서비스 이용 정지 후 30분 이내
망 가용성	100% 보장
패킷전달지연	<ul style="list-style-type: none"> • 북미,유럽 55ms 이내 • 대서양횡단 95ms 이내 • 태평양횡단 170ms 이내 (1개월 요금의 1일 감면)
패킷손실비율	<ul style="list-style-type: none"> • 태평양횡단 1% 이하 • 그외 지역 0.5% 이하: 1개월 요금의 1일 감면
보상 방법	SLA 항목 위반시 고객의 계좌에서 자동 차감

[표 1] WorldCom의 전용선 서비스 항목 지표

2) SAVVIS

인터넷 가입자들에게 end-to-end의 SLA를 제공하고 있는 최초의 사업자이며 서비스 자체는 인터넷 트래픽 벤치마킹을 위하여 인터넷 성능검사 전문회사인 Keynote Systems Inc.에 의뢰하여 데이터 패킷 손실과 전세계의 인기 있는 웹사이트들의 왕복지연시간을 지속적으로 측정함으로써 인터넷 전체 구간에 SLA를 적용하고 있다.

아래[표 2]에 SAVVIS의 전용선 서비스 항목 지표상의 SLA 제공 현황이 비교되어 있다.[10] SAVVIS 백본 내의 망 가용성은 100%을 End to End는 99.9% 이상 보장하고 있는 것으로 조사되었다.

서비스	망 가용성	패킷전달지연	패킷손실비율
SAVVIS 백본내	100% 보장	75ms 이내	0.75% 이하
End to End	99.9% 이상	250ms 이내	5% 이하

[표 2] SAVVIS의 전용선 서비스 항목 지표

3) 그 밖의 ISP 사업자의 전용선 서비스 SLA 제공현황

2000년 하반기 현재 미국 내 전용선 서비스의 ISP 사업자에 대한 SLA 항목 지표와 제공현황 비교는 [표 3]과 같다.[4,7,9]

Qwest Communication International, UUNET 전용선 서비스는 패킷전달지연의 항목을 기준으로 장애복구시간과 장애 시 보상내용에 대한 보상 방법이 유사한 형태이다.

ISP	패킷 전달 지연	장애 복구시간	장애시 보상 내용	보상 방법
Cable&Wireless Communication	70ms 이내	3+ 시간 이내	9일	가입자가 보상 청구
Concentric Network	80ms 이내	30 시간 이내	30일	사업자가 자동 보상
Epoch Internet	85ms 이내	8+ 시간 이내	1개월	가입자가 보상 청구

Qwest Communication International	75ms 이내	30 시간 이내	30일	가입자가 보상 청구
Sprint	70ms 이내	27 시간 이내	30일	가입자가 보상 청구
UUNET	85ms 이내	30 시간 이내	30일	가입자가 보상 청구

[표 3] 미국 ISP 사업자 전용선 서비스 항목 지표상의 SLA 제공 현황 비교(2000년 하반기)

2.2 북미지역의 DSL 서비스 SLA 적용 사례

Covad Communication과 Local-ISP 사업자들의 망 가용성은 99.9% 이상, 장애 보상 시간은 1~4시간 이상 장애시 보상을 받는 것으로 알려졌다. 구체적인 DSL 서비스 성능 지표 항목의 SLA 적용 내용은 아래 제시된 [표 4]와 같다.[12,13]

ISP	Covad Communication	Local-ISP
실지 기한	30일 초과 : 1개월 요금의 50% 감면	-
망 가용성	99.9% 이상 • 1시간 장애시 : 1일감면 • 4시간 이상 장애시 : 1개월요금의 50% 감면	99% 이상 : 1개월 평균요금의 1/30 감면 (최대 50% 감면)
패킷전달 지연	110ms 이내 : 1개월 요금의 10% 감면	80ms 이내 : 1개월 평균요금의 1/30 감면
패킷손실 비율	0.1% 이내 : 1개월 요금의 10% 감면	1% 이내 : 1개월 평균 요금의 1/30 감면

[표 4] DSL 서비스 항목 지표상의 SLA 적용 사례

2.3 아시아 지역의 SLA 적용 사례

1) 일본 NTT와 III

일본에서 최초로 SLA를 적용한 사업자인 III (Internet Initiative Japan)와 NTT의 서비스 항목 지표 별 SLA 적용 사례 비교 테이블이 [표 5]에 소개되어 있다. [14,15] NTT는 전화, 전용회선, 고속 디지털 전송 서비스 및 ATM 전용서비스에 대한 서비스 별 손해 배상 정책을 추진 중이며 III 사업자는 SLA 서비스 항목 지표 중 가용율, 지연, 장애통지시간을 기준으로 보상하는 형식으로 되어 있다.

특히, NTT는 통신두절 등에 의한 고객 손해 발생시 손해배상을 위한 기준을 마련하고 운영하고 있으나, 개개의 장애로 인한 피해 정도의 금액 평가가 어렵고, 배상을 위한 기금마련을 위해 통신요금 인상 및 통신장애 시 고객으로부터 청구를 기다리지 않고 배상함을 원칙으로 하고 있다.

서비스별 손해배상 정책	SLA 서비스 항목 지표	
	전화	24시간 이상 통신두절 시
전용회선	12시간 이상 통신두절 시	
고속 디지털 서비스 및 ATM 전용서비스	1시간 이상 통신두절 시	
가용율	30분 이상 사용할 수 없을 경우 월 이용 금액 감면	
지연	평균지연시간이 40ms : 2개월 이상 연속 초과금지 시 자동 1/30 감액	
장애통지 시간	장애발생 후 30분 이내 장애 발생 통지	

[표 5] 일본 NTT, III의 SLA 적용 사례

2) 싱가포르 서비스 평가 지표

IDA (Infocom. Development Authority of Singapore)에서는 일반 통신사업자는 물론이고 싱가포르의 3대 ISP 사업자인 SingTel, Pacific Internet, StarHub를 대상으로 분기별로 서비스품질에 대한 보고서를 제출토록 행정적으로 의무화하고 있다.[2] 또한, SLA의 품질 기준으로써 QoS 표준을 규정하고 있다.[1]

싱가포르의 경우에도 각 ISP 사업자들의 품질 기준 준수여부를 보증하기 위해 벌금제도를 도입하고 있는데 1999년 상반기 기준 품질평가지표를 1급 평가지표와 2급 평가지표로 분류하였고 1급 평가지표의 위반시 매월 5,000S 달러 부과, 2급 평가 지표의 위반시 매월 1,000S 달러를 부과하고 있다. 이와 관련된 서비스 평가 지표에 관련된 항목은 아래[표 6]과 같다.

평가 항목	기준	평가지표 등급	
네트워크 가용율	99.5% 이상	1급 평가 지표	
시스템 접근가능성	Dial-up	95% 이상	1급 평가 지표
	전용선 접속	99% 이상	
신청 후 서비스 제공 소요시간	Dial-up	3일 이내	2급 평가 지표
	전용선 접속	7일 이내	

[표 6] 서비스 평가 지표 (1999년 상반기)

2.4 국내 SLA 제도 적용 사례

국내에서는 2002년 상반기부터 정부 주도로 SLA 제도를 시행 중이다. 국내 SLA의 적용 구간, SLA 서비스항목, 장애처리, 서비스 개통 시한, 등

의 주요 지표로 구성된다. SLA 적용 구간 항목 중 ADSL은 사업자 측정서버에서 MDF (Main Distribution Frame)이고 Cable Modem은 사업자 측정서버에서 Tap-off 이다. 이 구간에 장애가 3시간 이상 지속될 경우 장애시간 요금의 3배 이상 손해배상을 통신사업자 측에서 지불해야 한다. 서비스 개통시한은 고객이 서비스 신청일에서 개통일까지 15일 이상 경과되는 경우 요금의 50%를 할인하는 것으로 되어 있다.

ADSL과 Cable Modem 서비스별 전송속도에 대한 규정이 아래 [표 7]에 정리되어 있다.

SLA 항목	서비스별	전송 속도		보상 적용 범위
		최고	8M	
SLA 항목	프로급	평균	3.5M	- 30분 동안 10회 이상 속도를 측정 후 측정횟수의 60%이상 미달한 경우 손해 배상 - 1회 최저속도 미달시 1일 이용요금을 감면 (월 이용요금에 대해 최대 30%까지 감면)
		최저	1M	
		최고	2M	
	라이트급	평균	1M	
		최저	500K	
		최고	500K	

[표 7] SLA의 보상 범위

2.5 사례 종합 분석

국의 적용 사례를 종합적으로 살펴보면 대부분의 ISP는 망 가용성에 대해 99%이상 보장하고 있으며 네트워크 성능에 대해 자사 네트워크 구간 범위 내에서 보장하고 있다. 북미 지역의 전용선, DSL 서비스, 일본의 ISP 사업자들은 사업자 자율적으로 SLA를 시행하고 있지만 싱가포르의 정부에서 제정한 기준 안을 통하여 ISP 사업자들에게 의무적으로 시행 되는 것으로 조사되었다. 국내에서도 자사 네트워크 구간범위만 보장을 하고 있으며 상품별 항목은 ADSL과 Cable Modem으로 프로급과 라이트급의 전송속도를 지정함으로써 제시된 전송속도가 나오지 않을 경우 통신사업자들은 고객에게 보상하는 협약을 시행 중이다. 측정 시간은 30분 동안 10번 이상 측정하여 6번 이상 주어진 전송속도가 만족되어야 하고 측정된 결과값의 오차 범위는 $\pm 3\%$ 내에 포함되어야 한다.

3. SLA 품질 측정상의 문제점

SLA 품질 측정을 시행함에 있어 국내 통신사업자들로부터 많은 불만 사항이 야기되고 있다. 이에 대한 문제점 분석이 매우 시급하다. 품질 측정 시 문제점은 아래와 같이 7가지 유형으로 분류할 수 있다. 첫째, 명확한 장애 발생 지점의 식별이 어려운 경우가 많다. 장애 발생의 형태는 자사망 장애 발생, 임대망(파워콤) 장애 발생, 고객 모뎀 장애 발생 등인데, 장애가 발생했을 경우 통신사업자들은 자사구간만 보상 구역으로 인정하고 임대망 및 고객 모뎀의 장애 발생시 보상 구역에서 제외하고 있는 실정이다. 임대망의 경우 지분매각 단계로서 매각이 확정되면 임대망의 주주인 통신사업자가 임대망의 구간도 보상함으로써 과거 임대망 보상구간 문제가 해결 될 수도 있을 것이다. 둘째, 망 환경의 투명성 미흡으로 속도가 일정치 않고 항상 유동성을 가지므로 표준화된 측정 및 측정도구의 부재를 들 수 있다. 셋째, 구내 배선 노후화의 대한 문제점으로 최근 아파트나 단독주택은 구내 배선이 좋아 속도에 대하여 심각하게 고려되지 않지만 과거의 아파트나 단독주택은 가능한 배선 교체를 해야 한다. 넷째, 관련 시스템과의 연동 문제점으로서, 관련 시스템들간 서로 자료를 원활하게 주고 받을 수 있는 제도 및 시스템이 미진하다. 다섯째, 고객과 전화국까지의 거리에 따라 서비스 품질이 영향을 받는 문제점이 있는바, 이에 대한 고려가 필요하다. 여섯째, 측정 서버의 배치 문제점이다. 측정 서버의 위치, 서버수에 따른 속도 및 품질과 관련 있다. 마지막 일곱번째로 품질 측정 방법의 표준화가 아직 미흡한 문제점으로 지적될 수 있다.

다음 장에서는 SLA 7가지 품질 측정상의 문제점에 해당하는 품질개선방안들을 보다 구체적으로 살펴보려 한다.

4. 국내 SLA 품질개선방안

4.1 보상 기준의 조정

정부 주도하에 SLA 제도 보상 기준을 시행하고 있으나 좀더 체계적인 보상 기준이 필요하다. 통신사업자 관점에서는 초기 사업의 투자만큼 이윤을 얻지 못하고 있다는 불만이 많지만 아직까지 ADSL이나 Cable Modem 신청은 꾸준히 지속되고 있다. 이런 의미로 볼 때 통신사업자들은 사업 이윤의 목적이 아닌 고객 차원의 한차원 높은 서비스를 제공해 줄 필요가 있다. 또한, 시시각각으로 변하는 망 환경을 충분히 고려된 Frame Relay, ATM, 전용선 등 상품별로 보다 체계적인 보상 기준을 정부와 통신 사업들의 협의 하에 점차적으로 조정하여 고객들에게 보다 더 좋은 양질의 서비스를 제공해 주어야 할 것이다.

4.2 차별화 된 사업자별 SLA 서비스 제공

빠른 네트워크 발전으로 사용자의 요구 사항 또한 다양하다. 국내 통신사업자들과 콘텐츠 제공자들은 이에 발 맞추어 체계적이고 차별화 된 SLA 서비스를 제공해야 한다. 특히, 콘텐츠 제공자에 대해서는 초고속 인터넷 사용자의 불만 요소가 가장 집중되고 있는 사항이므로 접속 회선 용량을 늘릴 뿐 아니라 서버 용량 또한 늘림으로써 네트워크 게임, VoD, 인터넷 쇼핑몰과 같이 대용량 트래픽을 유발시키거나 접속 횟수가 많은 콘텐츠 제공자들은 안전성과 충분한 접속 용량을 제공하는 IDC 입주를 유도하여 초고속 인터넷 사용자의 품질이 개선되도록 유도해야 할 것이다. [16] 또한, 고객 댁내에서 고객 PC 환경 개선을 위한 적극적인 홍보 활동을 함으로써 고객 관계의 지속적인 유지를 꾀할 수 있을 것이다.

4.3 적정수준의 정부 예산지원

통신사업자들은 전화국과 고객댁내까지의 거리와 측정 서버의 위치에 따라 측정된 품질에 밀접한 영향을 미친다고 한다. 거리에 따른 품질 문제점은 서비스 특성상 필수 불가결한 것으로서 가능한 거리 영역 밖의 고객이 서비스를 받고자 할 때는 설치 개통담당자 요원이 고객에게 설득력 있게

이해를 시켜주는 해결 방법이 있다. 만약, 이러한 고객이 더 좋은 서비스를 받고자 원하면 통신사업자들은 별도로 제정된 거리에 따른 서비스 속도별 요금 부과안을 제정하여 서비스를 해 주는게 바람직하며 이렇게 함으로써 통신사업자는 선로 및 장비 비용을 미흡하나마 충당할 수 있다고 본다.

측정 서버의 배치 문제는 인구 밀집도 지역에 우선 순위로 배치하고 그 수효를 점차적으로 증가하면 될 것이다. 거리에 따른 품질의 영향과 측정 서버의 배치 문제는 사업자의 비용과 직접적인 관계가 있으므로 정부에서 통신사업자와 협의를 거친 후 적절한 부분의 예산지원을 해 주는게 바람직하다고 본다.

4.4 SLA 품질측정 전문 인력 구성

SLA 품질측정 전문 인력을 구성하여 명확하고 세부적인 측정지표 및 측정도구의 표준화를 지정하여 이 표준화를 기준으로 제품 개발을 하는 것이 바람직하다고 본다. 이미 제품이 완료된 회사들은 표준화를 바탕으로 제품을 수정해야 할 것이며 수정된 제품에 대한 충분한 시험 및 인증을 받아야 할 것이다. 시험 및 인증은 정부에서 지정한 표준 전문가로 조직 구성된 특정 기관에 체계적이고 단계적인 인증 의뢰를 받아야 한다. 인증을 받은 회사 제품은 악용을 하지 말아야 하며 제품 포팅시 또는 업데이트 된 제품이 예상치 않은 문제점 발생시 업체 전문가와 표준전문가가 문제점을 해결하고 이런 문제점을 리스트화 하여 다른 업체에서 같은 문제점 발생시 즉각적인 대처를 할 수 있다. 이렇게 함으로써 지식 및 정보를 공유할 수 있고 최적화된 표준화 제품을 만들 수 있다. 표준화된 제품은 해외 수출을 함으로써 우리나라 IT 산업에 일조 할 수 있을 것이다.

4.5 실시간 NMS 및 다차원 분석 시스템 구축

전국의 망 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 SLA 전용 NMS (Network Management System) 시스템 구축을 함으로써 SLA 품질을 개

선 할 수 있을 것이다. 품질개선 대상은 3가지로 요약될 수 있는데 항목별 세분화된 고객의 관련 필요 데이터의 확보, 다차원적인 분석 시스템의 구축, 관련 시스템과의 연동 구축이다. 품질개선 과제들을 하나씩 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 항목별 세분화된 고객의 관련 필요 데이터 등과 고객들의 패턴 및 행동양식에 대한 데이터들이 시스템을 통해 수집되고 활용될 수 있어야 한다. 둘째, 사업자별 고객의 효율적인 관리를 위해서는 고객 관련 데이터를 활용한 다차원 분석이 가능해야 한다. 보상을 통하여 고객을 유지하는 것도 의미가 있지만 이러한 분석 시스템을 통하여 고객의 수익성 및 이탈율을 예측하여 미래 잠재성을 사전에 파악함으로써 효율적인 사업 운용 전략이 가능할 것이다. 셋째로, 개통 품질 시스템, 시설관리 시스템, 고장관리 시스템, 과금 시스템 등 다수의 시스템과 연동함으로써 유연성 있는 관리 및 유지보수가 필요할 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 최근 많은 관심을 보이고 있는 서비스 수준 협약 (SLA: Service Level Agreement)에 대하여 국내외 적용 사례를 살펴보고 SLA 품질 측정상의 문제점을 분석하여, SLA 품질개선 방안을 제시하였다.

국내의 경우 정부에서 국외 SLA 적용 사례를 바탕으로 SLA 제도를 시행하고 있으나 우리나라 환경에 맞게 적용하기 위해서는 보다 세심한 검토가 필요할 것으로 보인다. 정부는 적정수준의 정부 예산을 통신 사업자에게 지원을 해야 하며 SLA 품질측정 전문 인력을 구성하여 표준화를 제정하는 것이 시급하다고 본다. 또한, 국내 통신사업자들은 보다 체계적인 보상 기준안과 차별화된 SLA 서비스 제공을 해야 하고 실시간 SLA NMS 구축함으로써 병목 구간 및 고객 선로 구간의 노후화 개선을 사전에 감지함으로써 보다 더 좋은 망의 고급화를 추구하여 고객들에게 고품질 서비

스를 제공해야 할 것이다.

향후, 본격적인 SLA를 도입함에 있어 명확한 측정 지표의 표준화 및 체계적인 QoS 등급별 서비스의 정착이 필요하며, 국내 통신사업자들은 표준화된 측정 지표를 바탕으로 실시간 SLA NMS 시스템을 통한 지속적인 모니터링 결과값에 대한 패턴 유형, 성능 측정을 조사 연구할 가치가 있을 것으로 보인다.

[참고문헌]

- [1] For Industry Consultation, "QoS standards for Singapore one local access networks," Annex2, 2000.6.22.
- [2] 지경용, "ISP의 품질보증제도(SLA) 고찰," ETRI IT 정보센터, 1999.11.15.
- [3] 권혜진, 박경철, "IP망의 서비스 수준 협약(SLA)고찰 및 제외국 사례분석," 정보통신연구 제13권 제3호, 1999.09.
- [4] Nathan J. Muller, "Managing Service Level Agreements," INTERNATIONAL JOURNAL OF NETWORK MANAGEMENT, Int. J. Network Mgmt. September 1999, pp155-166.
- [5] Service Level Agreement Management, <http://dpm.postech.ac.kr/slamgmt/index.html>.
- [6] WORLDCOM <http://www.worldcom.com/main.phtml>.
- [7] Qwest IP Network Statistics, <http://216.111.66.215/statqwest/statistics.jsp>.
- [8] AT&T, <http://www.att.com/>.
- [9] Sprint, <http://www.sprint.com/>.
- [10] Savvis Communications, <http://www.savvis.com/>.
- [11] AT&T Business, <http://www.ipservices.att.com/>.
- [12] Covad Communication, <http://www.covad.com/businessservices/slas.shtml>.
- [13] Local-ISP, <http://www.localisp.com/sla.html>.
- [14] NTT, <http://www.ntt.co.jp/>.
- [15] IJ <http://www.ij.ad.jp/index-e.html>
- [16] ETRI, "인터넷 망 품질측정 연구," 2000.12.