

# 통신망 계층간 손실 지표 맵핑 모델

유용덕\*<sup>0</sup>, 오명환\*, 최 훈\*, 이길행\*\*  
\*충남대학교 컴퓨터공학과, \*\*한국전자통신연구원  
e-mail : [ydyu@ce.cnu.ac.kr](mailto:ydyu@ce.cnu.ac.kr)

## Packet Loss Model for QoS Mapping Between Layers

Yong-Duck Yoo\*<sup>0</sup>, Myoung-hwan Oh\*, Hoon Choi\*, Gil-Hang Lee\*\*  
\*Dept. of Computer Engineering, Chungnam National University  
\*\*ETRI

### 요 약

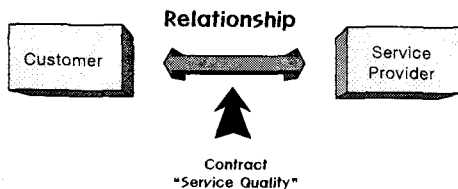
최근 다양한 정보통신 서비스 창출과 향상된 성능을 가진 장치 개발 등으로 인해 정보통신서비스 시장이 확대되고 있다. 본 논문은 통신망에 대한 종단간 사용자의 서비스 질을 향상시키기 위하여, 인터넷의 대표적인 전달망인 IP 망에서의 QoS(Quality of Service)와 하부 전달망(ATM 망, 프레임 릴레이망)에서의 QoS 간의 상관 관계를 손실 지표를 이용하여 분석함으로써 품질 지표간 맵핑 방안을 제안한다. 본 연구를 통해 종단간 서비스 품질 수준을 제공하기 위한 하부망에서의 손실의 수준 값을 알 수 있게된다.

### 1. 서론

다양한 정보통신 서비스 창출과 향상된 성능을 가진 장치 개발 등으로 인해 현재 전세계적으로 정보통신서비스 시장이 확대됨에 따라, 각 정보통신서비스 제공업자들은 시장에서 우위를 차지하고 높은 수익창출을 위해 이용자들에게 통신서비스의 품질 보장을 제공하게 되었다.

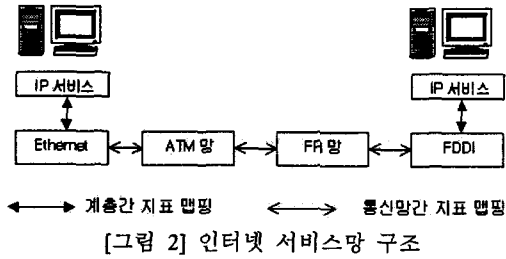
서비스 제공 노력 수준을 넘어 고객에게 서비스에 대한 신뢰성, 투명성 및 객관성을 입증할 수 있어야 한다. 이에 관한 입증 방법을 체계화한 것이 서비스 수준 규약(SLA : Service Level Agreement)이다[1][2].

현재 인터넷 서비스는 여러 가지 하부 통신망에 의해서 제공되고 있다. 이렇게 여러 망이 혼재되어 있는 상황에서 각 서비스 업체들이 사용자들에게 인터넷 서비스에 대한 종단간 품질 보증을 제공하기 위해서는 먼저 IP 망 차원의 서비스 품질 지표가 하부 통신망의 전송 품질 지표로 변환되어야 하며[3], 종단간에 두 개 이상의 통신망이 연동되는 경우에는 통신망별 SLA 품질 보장 지표간 맵핑이 필요하다. 본 논문에서는 지표간 맵핑 시 필요한 고려사항에 대해서 알아보[4], 대표적인 종단간 품질 보장 지표인 손실 지표[5]에 대한 효율적인 맵핑 방법을 IP 망과 하부 전달망에서의 품질 지표 모델을 통하여 제안한다.



[그림 1] SLA 협상 모델

정보통신서비스 품질 보장은 기존의 단순한 고품질

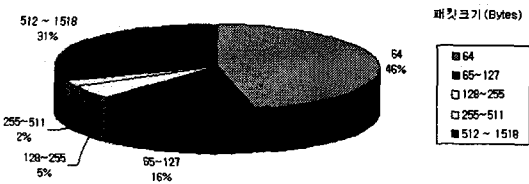


본 논문의 구성은 2 장에서 지표간 맵핑 시 고려사항에 대하여 알아보고, 3 장에서 기존 맵핑 모델 분석을 통한 실제 제공망에서의 손실 특성을 반영하는 효율적인 맵핑 방안을 제시하고, 4 장에서 결론을 맺는다.

**2. 품질 보증 지표간 맵핑 시 고려사항**

1) 데이터 패킷 크기

제공망별로 전송되는 최대 전송 단위(MTU : Maximum Transfer Unit)의 크기나 전송 데이터의 크기가 다름에 따라 세그멘테이션이나 리어셈블리로 인해서 발생하는 문제이다[8]. 아래의 [그림 3]은 1998 년 9 월 2 일부터 1999 년 2 월 1 일까지 (뉴)러넷에서 조사한 어느 대학교 컴퓨터 공학과의 LAN 세그먼트(약 220 여 호스트 연결)를 RMON(Remote Monitoring) 장비를 이용하여 5 개월 동안 패킷 크기별 분포를 분석한 그래프이며 인터넷에서 전송되는 패킷의 크기 분포를 보여준다[9]. 패킷의 크기 분포를 보면 현재 종단간 품질 측정 방법으로 사용되는 Ping 방식의 데이터 패킷 크기가 평균적인 데이터 크기에 미치지 못하며, 또한 제공망의 MTU 값에 미치지 못함을 보여준다. 그러므로 Ping 방식을 이용하는 대부분의 품질 측정들은 종단간 품질 측정에 있어 정확하지 못하다고 할 수 있다.



[그림 3] 인터넷망에서 전송되는 패킷의 크기 분포

2) 품질 보증 기준

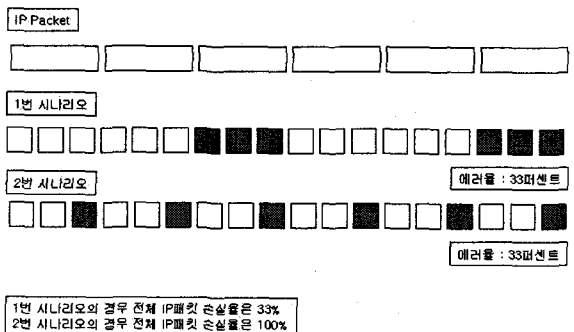
제공망 별로 품질 보장 지표의 의미가 다를 수 있다. 예를 들면 특정망에서 품질 보증 서비스를 제공할 경우, 이용되는 품질 보증 지표들은 이 통신망과 연동되는 다른 망에서는 의미가 다르게 해석될 수 있다.

따라서 특정망에서의 절대적인(수치적인) 품질 보장 지표는 다른 망에서는 절대적인 보장보다는 다른 망보다 품질이 우수하다거나 좋지 못하다는 식으로 상대적인(개념적인) 보장을 할 수도 있음을 감안해야 한다[8].

**3. IP 망과 하부 통신망의 손실 지표간 맵핑**

본 장에서는 인터넷의 IP 망 계층과 ATM 이나 프레임 릴레이와 같은 하부 전달망 간의 셀 손실 지표 맵핑 방안을 제시한다.

손실은 지연 지표와 더불어 대표적인 종단간 품질 보증 지표로서 사용된다. 손실은 전송된 전체 데이터에 대한 전송이 실패한 데이터의 비율을 의미한다. 손실 지표도 지연 지표와 마찬가지로 각 계층별 상관관계를 분석해야 한다. [그림 4]은 IP 망 전송 데이터를 하위 전달망 전송 단위 크기에 따라서 전송 데이터를 세그멘테이션하였을 경우 하위 전달망에서의 손실률이 IP 망의 손실률에 미치는 영향을 보여준다. 두 시나리오에서 하위 계층에서의 손실률은 모두 33%로 같지만 손실 패턴에 따라 상위 계층 손실률에 큰 영향을 미침을 알 수 있다[5][6][7].

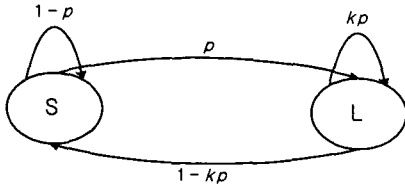


[그림 4] 데이터 손실률 상관 관계

1) 기존 손실 지표 맵핑 모델

기존의 손실 지표 맵핑 모델 방안[8]은 하위 전달망에서의 PDU 의 연속적인 손실 정도가 IP 망의 손실률에 미치는 영향을 보여주는 모델[그림 5]을 제안한다.

기존의 모델에서는  $p$  를 망에서의 PDU(셀)의 손실률,  $k(0 < k < 1, kp < 1)$ 를 연속되는 셀 손실 정도라 정의한 후, 셀 손실이 이전의 셀 손실에 영향을 받는 Markov 모델을 제안하고 있다. 그러나 이 모델은 다음과 같은 문제점들이 있다.

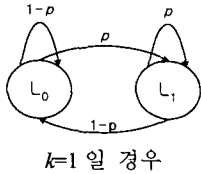


[그림 5] 기존의 셀 손실에 대한 Markov 모델

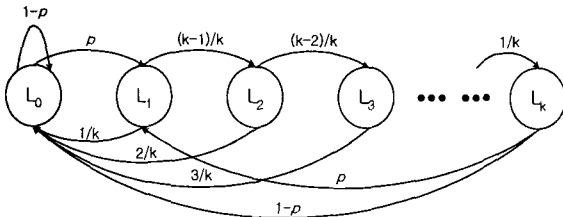
- ① 연속되는 셀 손실률이  $kp$ 로 일정
- ② 새로운 연속적인 셀 손실에 대한 고려 없음
- ③ 연속적인 셀 손실 정도에 따른 다음 셀이 손실되지 않을 확률에 대한 고정된 확률값 가정
- ④ 한정된 가정( $kp < 1$ )

2) 제안된 손실 지표 맵핑 방안

본 논문에서는 상위 계층 PDU를 세그멘테이션하여 얻어진 하위 계층 PDU에 대해 전송 도중 손실이 burst하게 발생하는 것을 고려하고, 기존의 제안 모델의 문제점을 수정한 Markov 모델을 제안한다.



$k=1$  일 경우



$k>1$  일 경우

$L_i$ : 연속된 손실 PDU 개수가  $i$ 임을 나타내는 state

[그림 6] 제안된 셀 손실에 대한 Markov 모델

[그림 6]에서  $p$ 와  $k$ 의 정의는 기존의 제안된 모델과 같다. 위 모델에서  $k=1$ 일 때는 burstness가 발생하지 않는 경우이며, 이 때의 임의의 셀이 손실되지 않을 steady-state 확률,  $\phi$ 는  $\phi=1-p$ 이다.  $k>1$ 라 하면,  $\phi$ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P[\text{no loss}] = \pi_0 = 1 - \left( \sum_{i=1}^k \frac{1}{k^{i-1}} \times \prod_{j=1}^{i-1} (k-j) \right) \times \pi_1 \quad (1)$$

이다.

위 식(1)에서  $\pi_1 =$

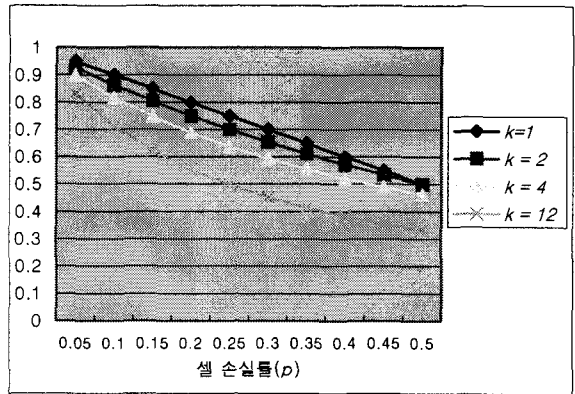
$$\frac{1}{\left\{ \frac{1-p}{p} + \sum_{i=1}^k \left( \frac{1}{k^{i-1}} \times \prod_{j=1}^{i-1} (k-j) \right) + \sum_{i=1}^{k-1} \left( \frac{1}{k^{i-1}} \times \prod_{j=1}^{i-1} (k-j) \times \frac{i}{k} \right) \right\}}$$

이고, 셀의 손실이 하나 발생하였을 때의 확률을 나타낸다.

패킷이 손실되지 않을 확률은  $\phi$ 와 total probability law를 이용하면 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P[\text{no packet loss}] = \sum_{n=1}^{\infty} \left( \phi^n \sum_{l=(n-1)c+1}^{nc} P_L(l) \right) \dots (2)$$

식(1)에서 손실 정도에 따른 임의의 셀이 손실되지 않을 확률을 구하면 [그림 7]과 같다.



[그림 7] 임의의 셀이 손실되지 않을 확률

[그림 7]에서 보듯이 연속되는 셀의 손실 정도 (burstness,  $k$ )가 커질수록, 망에서의 손실률이 일정할 경우 패킷 손실률은 작아진다. 그 이유는 셀 손실이 집중해서 발생할 경우 피해를 입는 IP 패킷의 수가 상대적으로 적어지기 때문이다. 또한 패킷을 구성하는 임의의 셀의 손실률이 커짐에 따라 전체 전송되는 IP 패킷의 손실률은 작아진다. 그러므로 전체 전송되는 IP 패킷의 손실률은 하위 전달망에서의 연속적인 셀 손실 정도에 영향을 받으며,  $k$  값이 클수록 IP 망에서의 패킷 손실률이 작아짐을 보여준다.

4. 결론

본 논문에서는 인터넷에서의 종단간 통신서비스 품질 보장을 위하여 인터넷의 대표적인 전달망인 IP 망과 하위 전달망인 ATM 망에서의 손실 지표 맵핑에 있어 기존의 제안된 맵핑 방안의 문제점을 분석하고, 이에 근거하여 실제 제공망에서의 손실 특성을 반영

하는 새로운 맵핑 방안을 제시하였다. 본 연구를 통해 사용자에게 종단간 통신서비스 품질 수준을 제공하기 위해 필요한 상위 계층의 손실 수준이 주어졌을 때, 이를 위해서 요구되는 하위 계층에서의 서비스 수준을 알 수 있게되었다. 향후 연구 계획은 다양한 품질 보장 지표에 대한 맵핑 방안, IP 망과 하부 전달망인 ATM 망에 국한되지 않은 통합적인 맵핑 방안에 대하여 연구를 계속할 계획이다.

#### 참고문헌

- [1] TeleManagement Forum, SLA Handbook, Jun. 2001.
- [2] Goderis et al, "Service Level Specification Semantics, Parameters and Negotiation requirements", Internet Draft, Oct. 2000.
- [3] R. Rajan, et al, "Service Level Specification for Inter-domain QoS Negotiation", Internet Draft, Nov. 2000.
- [4] M.S. Borella, D. Swider, S. Uludag, G.B. Brewster, " Internet packet loss: measurement and implications for end-to-end QoS," Proceedings of the 1998 ICPP Workshops, pp. 3 ~ 12, 1998.
- [5] V. Paxson, et al, " Framework for IP Performance Metrics," RFC 2330, May. 1998.
- [6] G. Almes, et al, " A One-way Packet Loss Metric for IPPM," RFC 2680, Sep. 1999.
- [7] Rajeev Koodli, et al, " One-way Loss Pattern Sample Metrics," Internet Draft, Nov. 2000.
- [8] L. DaSilva, " QoS Mapping along the Protocol Stack: Discussion and Preliminary Results" , Proceedings of the 2000 IEEE International Conference on Communications (ICC 2000), pp. 713-717, Jun. 2000.
- [9] <http://www.neuronnet.co.kr/it/tech/net/gigabit.htm>