

# 이종망사업자망간 구간 지연시간 측정을 위한 트래픽 모니터링 방안 연구

김현중, 최성곤\*

충북대학교 전파통신공학과

e-mail: {hjkim78, sgchoi}@chungbuk.ac.kr

## A Study on Traffic Monitoring System between Different Network Providers for Delay Interval Measurement

Hyun Jong Kim, Seong Gon Choi\*

College of Electrical & Computer Engineering,

Chungbuk National University

### 요 약

본 논문에서 우리는 이종사업자망이 연동된 통합망 환경에서 네트워크 성능 저하 구간을 탐색하기 위해 RTCP(Real-time Transport Control Protocol)의 타임스탬프 정보를 이용한 네트워크 구간별 지연 시간을 측정할 수 있는 트래픽 모니터링 방안을 제안한다. 실시간 멀티미디어 서비스(IPTV, VoIP)의 이용이 증가함에 따라 이종망간 연동 환경에서 실시간 서비스에 대한 QoS 관리 방안이 반드시 필요하다. 영상회의, VoIP(Voice over IP) 및 IPTV 서비스와 같은 멀티미디어 서비스는 네트워크 성능(지연, 지연변이 및 패킷 손실)에 매우 민감하기 때문에 연동망 환경에서 서비스 품질이 저하될 경우 어느 네트워크 구간에서 성능 저하가 발생하였는지 탐색하는 것은 매우 중요한 문제이다. 이에 우리는 RTCP 패킷을 이용한 구간별 지연시간 측정 방안을 제안하며 이 방안을 통해 네트워크 성능 저하가 발생한 구간을 탐색하고 정의할 수 있다.

### 1. 서론

최근 인터넷의 급속한 발전을 통해 인터넷을 이용하여 화상회의(video conference), VoD (Video on Demand) IPTV 서비스와 같은 다양한 멀티미디어 서비스가 제공되고 있으며 이런 서비스에 대한 품질(QoS: Quality of Service) 보장 문제가 크게 주목 받고 있다. 특히 여러 이종 네트워크 사업자들간 연동 환경을 통해 다양한 멀티미디어 서비스가 제공되는 NGN (Next Generation Network) 환경에서 각 서비스에 대한 품질 측정 및 품질 관리는 종단간 QoS 보장을 위해 매우 중요한 문제가 되었다.

서비스 이용자들에게 다양한 서비스를 제공하기 위해 여러 이종 사업자들간 망연동이 이루어지고 있다. 다양한 서비스들은 통합망을 통해 서비스들이 제공되기 때문에 서비스 품질 저하의 문제가 발생한다면 어느 사업자 네트워크 구간에서 품질 저하가 발생하였는지를 탐색할 수 있는 방안이 요구된다.

연동망 환경에서 종단간 QoS를 보장하기 위한 네트워크 구조에 대한 연구가 여러 프로젝트(EuQoS, MESCAL 등) 및 표준화 기구(ITU-T, IETF, ETSI 등)를 통해 이루어지고 있다.[1]~[4] 또한 이런 통합망 환경에서의 품질 측정 및 관리 방안에 대한 연구도 함께 이루어지고 있다.[10][11]

ISP(Internet Service Provider)들이 종단간 서비스를

제공할 경우 연동망 환경에서 종단간 QoS 관리를 위해 네트워크 성능 관리가 요구된다. 또한 서비스 이용 중 QoS 저하가 발생할 경우 어느 네트워크 구간의 성능 저하가 QoS에 영향을 미쳤는지 탐색하고 정의하기 위한 방안이 중요한 이슈가 되고 있다.

현재까지 네트워크 성능 관리 및 모니터링 방안 관련된 많은 연구들은 ICMP 또는 TCP 프로토콜을 이용하여 왕복지연시간을 측정하기 위해 능동 프로브 및 수동 프로브 방안을 이용하여 왔다. 하지만, 능동 프로브 방안은 서비스 이용자 종단간 정확한 시간동기를 요구하며 수동 프로브 방안은 ICMP 및 TCP 프로토콜을 이용하기 때문에 실시간 서비스에 대한 모니터링 방안으로는 부적절하다.

이에 우리는 연동 지점에서 각 네트워크의 지연 시간을 측정하기 위해 RTCP의 타임스탬프 정보를 이용한 네트워크 성능 및 트래픽 모니터링 시스템을 제안한다. 이 트래픽 모니터링 시스템은 지연 시간 계산을 위해 RTCP 패킷을 필터링하게 된다. 제안된 모니터링 시스템은 지연시간 측정을 위해 능동 프로브 방안과 같이 종단간 정확한 시간동기를 요구하지 않으며 실시간 멀티미디어 서비스에서 이용되는 RTCP 프로토콜을 이용하여 지연시간을 측정할 수 있다. 또한 연동 라우터 상에 소프트웨어로 손쉽게 기능 구현을 할 수 있다는 장점이 있다.

본 논문은 2 장에서 네트워크 구간별 지연시간 측정을 위한 방안에 대해 살펴보고 3장에서 실험망에서의 구간

지연시간 측정 결과를 제시하였다. 마지막으로 4장에서 결론 및 향후 연구 내용에 대해 정리를 하였다.

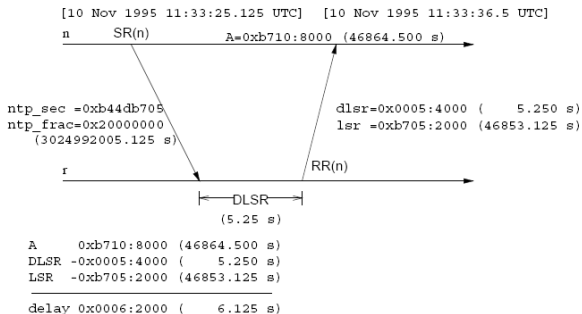
## 2. RTCP 프로토콜을 이용한 구간 지연시간 측정 방안

RTP(Real-time Transport Protocol)는 오디오, 비디오 및 시뮬레이션 데이터와 같은 실시간 데이터를 멀티캐스트 또는 유니캐스트 네트워크를 이용해서 전송하는 응용 서비스에 알맞은 단말-대-단말 네트워크 전송 기능을 제공한다. RTP는 자원 예약을 수행하지 않으며, 따라서 적시 전달, 순차 전달과 같은 서비스 품질도 보장하지 않는다. RTP 데이터 전송 기능은 제어 프로토콜에 의해 확장되는데, RTCP(RTP Control Protocol)라 불리는 이 제어 프로토콜은 데이터의 전달 상황을 감시하며, 최소한의 제어 기능과 패킷 식별 기능을 제공한다. RTP와 RTCP는 하위의 전송 및 네트워크 계층에 무관하게 설계되었다.[6]

RTP는 별개의 독립 계층으로 구현되기 보다는 특정 응용계층에서 요구되는 정보를 제공하여 프로토콜의 처리가 응용 서비스의 처리 과정으로 통합될 수 있도록 설계되었다. 따라서 기존의 프로토콜들과는 달리 RTP는 응용 서비스의 필요에 따라 헤더를 변경하거나 추가하여 응용에 맞는 프로토콜이 제공될 수 있도록 하는 일종의 맞춤형 프로토콜이다.

RTP는 수명에서 수 천명의 참가자를 하나의 세션에 참가시킬 수 있도록 설계되었다. 오디오 회의의 경우에 데이터 패킷은 참가자의 수에 상관없이 비교적 일정한 비트율을 갖지만(언제나 발언하는 사람은 한 두 사람이므로) 제어 패킷의 경우에는 참가자의 수에 비례하여 비트율이 증가(각 참가자가 나머지 모두에게 임의로 설정된 시간 간격으로 제어 패킷을 전송하기 때문에)하게 된다. 따라서 제어 패킷의 전송 간격은 제어되어야 한다.

(그림 1)은 RTCP 타임스탬프 정보를 이용하여 중단간 왕복 지연시간을 측정하는 예를 보여준다. 우리는 RTCP가 네트워크 조건에 따라 주기적으로 전송된다는 것을 이용하여 네트워크 구간별 지연시간을 측정할 수 있다.



(그림 1) RTCP를 이용한 왕복지연시간 측정의 예[6]

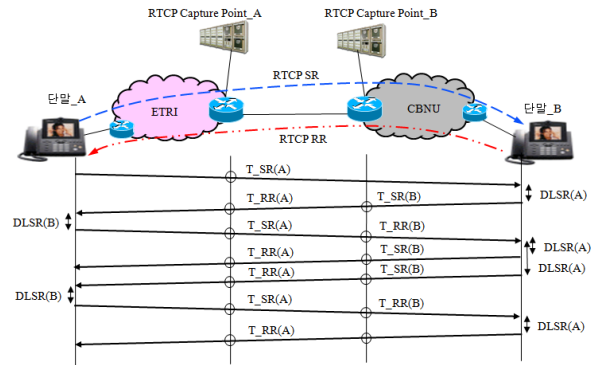
수식 (1)을 이용하여 지연시간을 측정할 경우, A는 송신측에서 RTCP 패킷을 전송할 때의 시각을 의미하며, LSR(Last Sender Report timestamp)은 이 전송 시각 정보의 일부부분으로

RTCP 내에 저장되어 전송된다. DLSR(Delay since Last SR)은 수신측에서 해당 RTCP 패킷을 수신하고 이에 대응하는 RTCP RR(Receiver Report) 패킷을 전송할 때까지 지연된 시간을 의미한다.

$$RTT = A - LSR - DLSR \quad (1)$$

우리는 연동지점을 중심으로 네트워크 성능이 저하된 구간을 탐색하기 위해 앞서 언급한 RTCP의 타임스탬프 정보를 이용하여 각 네트워크의 지연시간을 측정할 수 있는 트래픽 모니터링 방안을 제안한다.

(그림 2)는 RTCP를 이용한 네트워크 구간별 지연측정을 위한 네트워크 구성을 보여준다. 그림과 같이 각 네트워크 사업자는 연동 지점에서 품질 관리 시스템을 구현할 수 있으며 각 시스템은 RTCP 패킷을 수집하여 서비스 플로우별로 자신의 네트워크 구간에서 발생하는 지연시간을 측정할 수 있다.

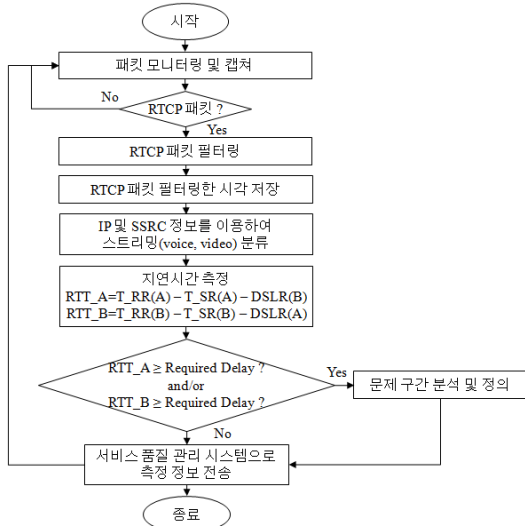


(그림 2) 연동망 환경에서 RTCP를 이용한 구간 지연시간 측정 개념 및 네트워크 구조

각 네트워크 품질 관리 시스템은 멀티미디어 서비스를 위해 사용된 RTCP 패킷을 필터링하여 해당 패킷을 필터링한 시각을 저장한다. 이렇게 저장된 패킷은 IP 및 SSRC를 바탕으로 플로우를 분류한다. 각 네트워크 품질 관리 시스템은 다음 수식 (2)와 같이 RTCP RR 패킷을 수신한 시각(T\_RR)에서 SR 패킷을 송신한 시각(T\_SR)과 DLSR을 빼주어 각 네트워크 구간의 왕복 지연시간을 측정한다.

$$Delay = RTT/2 = T_{RR} - T_{SR} - DLSR \quad (2)$$

(그림 3)은 제안된 RTCP를 이용한 네트워크별 지연시간 측정 알고리즘을 보여주며, 이렇게 측정된 각 네트워크의 지연시간은 해당 네트워크 제공자에 의해 관리되며 서비스 품질에 문제가 발생할 경우 구간별 측정된 지연시간을 기반으로 문제 구간을 정의할 수 있는 근거로 제시할 수 있다. 이런 과정을 통해 이종사업자망간 연동 구조에서 서비스 품질 문제 구간을 판별할 수 있으며, 이종사업자간 분쟁을 해결할 수 있다.

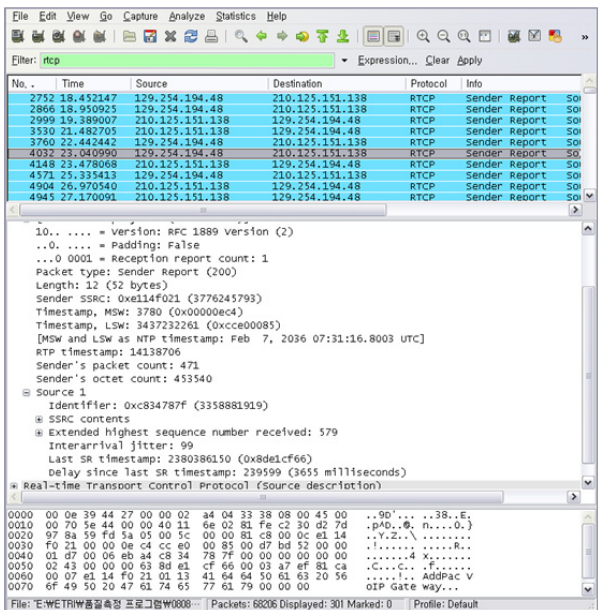


(그림 3) RTCP를 이용한 구간별 지연시간 측정 알고리즘

### 3. 실험망에서의 구간지연시간 측정 결과 및 분석

제안 방안을 이용하여 각 네트워크의 지연시간을 측정하기 위해 한국전자통신연구원(ETRI)과 충북대학교(CBNU) 사이에 망을 구성하고 SIP 폰을 이용한 영상 전화 서비스에 대하여 실험을 하였다. 이 단말은 영상 통화 중 네트워크 상황을 모니터링하기 위해 RTCP를 사용한다.

RTCP 패킷은 ETRI 망에서 필터링하여 제안 알고리즘을 이용하여 지연시간을 측정하였다. 사용된 코덱의 특성 때문에 음성 과 영상 패킷은 각기 분리되어 지연시간이 측정되었으며 이는 SSRC 정보를 토대로 구분이 가능하다. (그림 4)는 Wireshark를 이용하여 RTCP 패킷을 캡처한 결과를 보여준다.



(그림 4) Wireshark를 이용한 RTCP 패킷 캡처 결과

RTCP 패킷은 ETRI 망에서 필터링하여 제안 알고리즘을 이용하여 지연시간을 측정하였다. 사용된 코덱의 특성 때문에 음성 과 영상 패킷은 각기 분리되어 지연시간이 측정되었으며 이는 SSRC 정보를 토대로 구분이 가능하다. <표 1>과 <표 2>는 RTCP 타임정보를 수식 (2)에 대입하여 측정한 지연시간 결과를 보여준다. ETRI망 구간에서 발생한 지연시간이 CBNU망에서 발생한 지연시간보다 현저히 낮게 측정된 이유는 RTCP 패킷을 필터링한 지점이 ETRI측에 근접했기 때문이다. 이와 같이 우리는 서비스 품질이 저하될 경우 어느 네트워크 구간에서 발생한 성능 저하가 서비스 품질에 영향을 주었는지를 식별할 수 있다.

<표 1>과 <표 2>에서 음성과 영상 패킷에 대한 평균 지연시간 및 표준편차를 통해 우리는 각 패킷 전달 특성을 분석할 수 있다. 여기서 우리는 정확한 서비스 전달 특성을 분석하기 위해 영상 서비스의 지연시간 측정에 있어 CBNU 구간에서 큰 지연이 발생한 데이터는 평균지연시간 및 표준편차 계산에서는 제외시켰다. 측정 결과에 알 수 있듯이 ETRI 구간에서 영상 전화 서비스는 안정적으로 전달되고 있는 한편 영상 패킷에 대해 CBNU 또는 코어망 구간에서 큰 지연이 발생한 것을 탐지할 수 있다. 이런 큰 지연은 중단간 서비스 이용에 있어 서비스 이용자들이 영상의 끊김 현상을 발생시킬 수 있다.

SIP 영상 전화 서비스의 음성 및 영상 패킷 전달에 있어 일정시간의 평균지연시간과 표준편차는 거의 비슷하게 측정되는 것을 알 수 있지만, 짧은 순간의 지연변이에 있어 영상이 음성보다 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 영상 서비스 패킷의 전달 지연변이가 좀 크게 나타날 수 있다는 것을 의미하며 지연변이로 인한 서비스 품질 저하를 예방하기 위해 전달 지연변이에 민감한 영상 서비스에 대해 할당된 버퍼의 크기가 훨씬 크기 때문에 라우터 및 단말에서 영상 스트림에 대한 버퍼를 보다 크게 할당해줘야 한다는 것을 알 수 있다.

<표 1> VoIP 서비스의 구간별 지연시간 측정 결과

No.	구간	지연시간(ms)
1	ETRI-측정지점	3.737
2	ETRI-측정지점	3.292
3	CBNU-측정지점	25.678
4	ETRI-측정지점	3.504
5	CBNU-측정지점	26.635
6	ETRI-측정지점	5.335
7	CBNU-측정지점	30.723
8	ETRI-측정지점	3.303
9	CBNU-측정지점	34.271
10	ETRI-측정지점	2.339
11	CBNU-측정지점	123.197
12	ETRI-측정지점	2.847
13	CBNU-측정지점	28.267
구분	구간	결과
평균	ETRI-측정지점	3.48
	CBNU-측정지점	44.795
	ETRI-측정지점	0.868
표준편차	ETRI-측정지점	0.868
	CBNU-측정지점	35.176

&lt;표 2&gt; 영상 서비스의 구간별 지연시간 측정 결과

No.	구간	지연시간(ms)
1	CNBU-측정지점	14.55
2	ETRI-측정지점	2.353
3	CBNU-측정지점	12.949
4	ETRI-측정지점	5.854
5	CBNU-측정지점	61.261
6	ETRI-측정지점	2.958
7	CBNU-측정지점	86.804
8	ETRI-측정지점	2.518
9	CBNU-측정지점	51.829
10	ETRI-측정지점	3.319
11	CBNU-측정지점	6738.612
12	ETRI-측정지점	3.588
13	CBNU-측정지점	33.176
14	ETRI-측정지점	4.563
구분	구간	결과
평균	ETRI-측정지점	3.593
	CBNU-측정지점	51.169
표준편차	ETRI-측정지점	1.148
	CBNU-측정지점	30.833

#### 4. 결론

이종망사업자간의 연동이 이루어지는 차세대 네트워크 환경에서 서비스 품질 관리가 중요해짐에 따라 네트워크 모니터링 방안이 반드시 필요하다. 이런 환경에서 네트워크 성능에 있어 문제가 발생한 구간을 식별하고 탐지하기 위해 우리는 RTCP 프로토콜의 타임정보를 이용하여 네트워크 구간별 지연시간을 측정할 수 있는 방안을 제안하였다. 이 방안을 이용하여 우리는 서비스 품질 저하로 인해 네트워크 사업자간 책임 분쟁이 발생할 경우 서비스 품질에 영향을 미친 네트워크 구간을 탐지하여 객관적인 근거를 제시할 수 있을 것이다. 향후 멀티미디어 서비스의 QoS 및 QoE에 직접적인 영향을 미치게 되는 종단간 전달 지연시간, 지연변이 및 패킷 손실에 대해서도 구간별 객관적인 측정 방안에 대한 연구가 요구된다.

#### Acknowledgement

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음” (NIPA-2011-(C1090-1111-0013))

\* 교신저자: 최성곤(sgchoi@chungbuk.ac.kr)

#### 참고문헌

- [1] ITU-T Recommendation Y.2173, "Management of performance measurement for NGN," Sep. 2008.
- [2] ITU-T SG13 Temporary document "Y.gina- General interworking architecture," TD253(WP3/13), Jul. 2006.
- [3] EuQoS DL1.1 "Definition of Business, Communication and QoS models - Intermediate Version 2," Sep. 2005.
- [4] M. P. Howarth, P. Flegkas, G. Paylou, N. Wang, P.

- Trimintzios, D. Griffin, J. Griem, M. Boucadir, P. Morand, H. Asgari and P. Georgatsos, "Provisioning for Inter-domain quality of service: the MESCAL approach," IEEE Communications Magazine, Jun. 2005.
- [5] Keisuke Ishibashi, Toshiyuki Kanazawa, Masaki Aida, Hiroshi Ishii.: Active/passive combination-type performance measurement method using change-of-measure framework. In: COMCOM (2003)
- [6] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications," IETF RFC 3550, Jul. 2003.
- [7] Hyun Jong Kim, Jong Chan Kim, Seong Gon Choi, Tae Soo Jeong, Sung Soo Kang, "The Delay Measurement using the RTCP for Real-time service in Interworking Environment," ICACT2007, pp. 1153-1157, Feb. 2007.
- [8] Bryan Veal, Kang Li, David Lowenthal.: New Methods for Passive Estimation of TCP Round-Trip Times. In: Proceeding of PAM (2005)
- [9] Ulf Lamping, Richard Sharpe, "Wireshark User's Guide 30389 for Wireshark 1.2.0," NS Computer Software and Service P/L Ed Warnicke, <http://www.wireshark.org/download/docs/user-guide-a4.pdf>
- [10] Bruce B. Lowekamp, "Combining Active and Passive Network Measurements to Build Scalable Monitoring Systems on the Grid," ACM Performance Evaluation Review 30(4), pp 19-26, 2003. 3.
- [11] Marcia Zangrilli, Bruce B. Lowekamp, "Comparing Passive Network Monitoring of Grid Application Traffic with Active Probes," Fourth International Workshop on Grid Computing, November, 2003.