

# All-IP 환경에서의 RTP 헤더 압축 및 다중화 기법

홍진우, 장원갑  
삼성전자  
전화 : 031-200-3749

## Multiplexed Compressed RTP for All-IP Environment

Jinwoo Hong, Wonkap Jang  
Samsung Electronics  
E-mail : jinoo2k@samsung.com, wonkapjang@samsung.com

### Abstract

This paper deals with an improved method of utilizing end-to-end bandwidth in the All-IP environment. The proposed method includes compression of UDP/RTP headers, and multiplexing of the RTP stream packets over the end-to-end media transfer. Although the conventional method of using TCRTTP(Tunneling Multiplexed Compressed RTP) is an efficient method of maximizing the network throughput, it is inadequate for the All-IP based end-to-end communication. The method is a link-layer independent solution that can be easily implemented in the NGN(Next Generation Network).

### I. 서론

모든 네트워크가 하나의 망으로 통합되는 차세대 네트워크(Next Generation Network, 이하 NGN)는 IP 패킷망을 기초로 하는 All-IP개념을 도입하고있다. 그 서비스 중 하나로 인터넷을 통한 전화서비스와 인터넷 팩스, 웹콜, 통합메시지 처리 등의 향상된 인터넷 텔레포니 서비스 기술(Voice over IP)이 활발히 연구되고 있다. 이런 기술의 큰 쟁점 중 하나는 네트워크 대역폭의 효율적 활용의 문제라 할 수 있다. 이를 위한 방법 중에는 실질적인 데이터를 줄일 수 있는 CODEC 개발에 대한 측면과 네트워크 전송 시 발생하는 부가적인 헤더 정보의 압축을 통한 해결방안이 있다. 특히, 헤더 정보가 차지하는 비율이 높은 음성 데이터 패킷의 경우, 헤더 정보 압축에 대한 연구가 더욱 필요하다.

본 논문은 네트워크 대역폭의 효율적 활용을 위한

기존의 헤더 압축 기법을 응용하여 NGN의 환경에 보다 적합한 방법을 제시하고자 한다.

### II. 기술적 배경

헤더 압축에 대한 연구는 저속 직렬 링크 상에서의 데이터 전송 시에 헤더로 인한 오버헤드를 줄이기 위하여 시작되었다. 음성 데이터와 같이 payload의 크기가 작을 경우, 40 바이트에 달하는 IP/UDP/RTP 헤더는 네트워크 대역폭 활용을 비효율적으로 만드는 큰 요인이었기 때문에 헤더 압축의 연구가 이루어졌다. 지속된 연구의 결과로, 40 바이트에 달하는 IP/UDP/RTP 헤더를 2-4 바이트로 줄이는 방법인 CRTP(Compressed RTP)가 발표되었다. 이어서 발표된 ECRTP(Enhanced Compressed RTP)는 패킷 손실 시에도 원활한 작동을 가능케 하였으며, 가장 최근에 발표된 TCRTTP(Tunneling Multiplexed Compressed RTP)는 PPP와 기존의 IP망에서의 헤더 압축 기법의 사용을 정의하였다.

TCRTTP는 IP/UDP/RTP 헤더 압축 기법, PPP multiplexing, Layer 2 tunneling 기법 등을 사용하여, 기존의 헤더 크기를 획기적으로 줄이고, IP망을 통해 데이터를 전송할 수 있는 방법을 제시하였다. 그러나, PPP를 사용하지 않는 일반 IP 망의 경우, tunneling 기법 적용 시 IP 라우팅을 위해 새로운 IP 헤더가 추가된다. 그로 인해, 실제 2-4 바이트로 압축된 헤더의 크기는 20 바이트의 오버헤드로 인해 압축률이 감소하게 된다. 그리고, tunneling이 지원되지 않는 구간에서는 압축되지 않은 상태로 전송된다.

따라서, 본 논문에서는 PPP를 사용하지 않는 IP망과 NGN에 보다 적합한 헤더 압축 기법을 제안하고자 한

다. 압축 방법과 프로토콜의 동작 방식은 기존의 TCRTTP의 방법과 유사하나, tunneling 기법을 쓰지 않고, UDP/RTP 헤더만을 압축하여 복잡성을 낮추었다.

제안하는 헤더 압축 기법을 사용하는 프로토콜에서는 본 기법 (Multiplexed Compressed RTP, 이하 MCRTTP)이 사용됨을 IP 헤더의 프로토콜 타입에 명시 해줌으로서 기존의 TCRTTP와는 달리 링크 계층에 독립적으로 작동한다. MCRTTP 기법은 기존의 TCRTTP 방법에서와 마찬가지로, 4가지의 패킷을 사용한다. 4가지 종류는 FULL\_HEADER(2.1절), COMPRESSED\_UDP(2.2절), COMPRESSED\_RTP(2.3절), CONTEXT\_STATE(IV장)로 이루어져 있고, MCRTTP에서는 새로운 패킷 포맷을 정의한다.

### III. MCRTTP 헤더 압축

#### 2.1 FULL\_HEADER

FULL\_HEADER 포맷은 압축되지 않은 IP/UDP/RTP 헤더와 동일 형태를 유지하면서, UDP 헤더의 length\_field를 이용하여, packet\_type, CID(Context ID), MCRTTP\_sequence\_number, generation\_number, C\_bit(헤더 checksum)등의 새로운 정보를 포함하는 헤더이다. 이는 압축된 헤더를 사용하기 전, Context의 정보를 공유하기 위해 사용되며, 데이터 전송 시작, Context 변경, 그리고 Context 동기가 맞지 않을 경우에 전송된다. 그림 1은 UDP 헤더중 length field의 16 비트를 도식화 한 것이다.

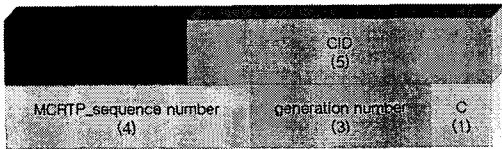


그림 3. MCRTTP FULL\_HEADER 포맷

각각의 필드의 의미는 다음과 같다.

- **packet\_type(3 비트)**: 패킷의 종류를 나타내며, 값에 따른 종류는 표 1에 기술되어 있다.

표 5. MCRTTP packet\_type

value	packet_type
000	FULL_HEADER
001	COMPRESSED_UDP
010	COMPRESSED_RTP
011	CONTEXT_STATE
100	중단간 Multiplexed packet
101	다중화기간 Multiplexed packet

- **CID(Context ID, 5 bit)**: Source와 destination UDP 포트 번호와 RTP SSRC(Synchronization Source)마다 부여되는 고유 번호.
- **MCRTTP\_sequence number(4 bit)**: MCRTTP에 부여되는 일련 번호로 에러 검출 및 복구 시에 사용된다.
- **generation\_number(3 bit)**: CID가 변경될 때 1씩 증가한다.
- **C(1 bit)**: UDP Checksum이 없을 경우 MCRTTP 자체의 헤더 checksum.

#### 2.2 COMPRESSED\_UDP

RTP 헤더의 field 중 여러 field는 보통 일정하게 증가하거나 변하지 않는다. 이를 이용하여 RTP 헤더의 압축이 가능하게 된다. COMPRESSED\_UDP 패킷은 이러한 RTP 헤더 필드들이 불규칙하게 변하여 COMPRESSED\_RTP 패킷을 사용할 수 없을 경우 전송된다. 그림 2에서는 COMPRESSED\_UDP 헤더의 형태를 나타낸다.

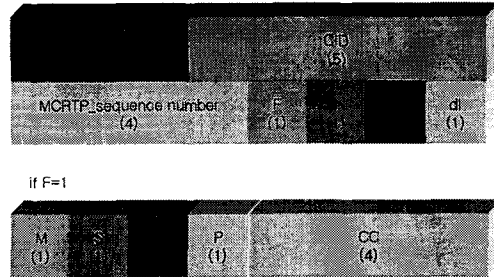


그림 4. MCRTTP COMPRESSED\_UDP 포맷

각각의 필드의 의미는 표 2에 명시되어 있다. 각각의 필드 앞에 'd(delta)'가 붙는 경우 필드 값의 변화량을 의미하며, 그렇지 않을 경우, 절대값을 의미한다.

표 6. MCRTTP COMPRESSED\_UDP 필드

field (비트 수)	function
I(1)	IP4 packet ID
T(1)	RTP Timestamp
M(1)	RTP Marker bit
S(1)	RTP Sequence number
P(1)	RTP payload type
CC(4)	RTP CSRC Count
F(1)	additional flag

2.3 COMPRESSED RTP

COMPRESSED RTP 포맷은 RTP 헤더 필드 중 규칙적으로 변하거나, 일정한 값이 지속될 경우 전송되는 패킷이다. 그림 3에서는 COMPRESSED RTP 헤더의 형태를 보여준다.

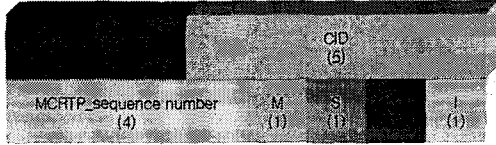


그림 5. MCRTP COMPRESSED\_UDP 포맷

각 필드에 대한 설명은 2.2절을 참고하면 된다.

IV. RTP 패킷 다중화

본 논문에서는 압축되지 않은 IP 헤더로 인한 대역폭 손실을 줄여주기 위한 방법으로 RTP 패킷 다중화 기법을 사용하여, 라우팅을 위한 반복되는 IP 헤더를 생략하고자 한다. 다중화된 패킷 형태는 그림 4와 같으며, 각각의 다중화되는 패킷 앞에는 각 패킷의 길이를 나타내주는 length\_field가 추가된다.

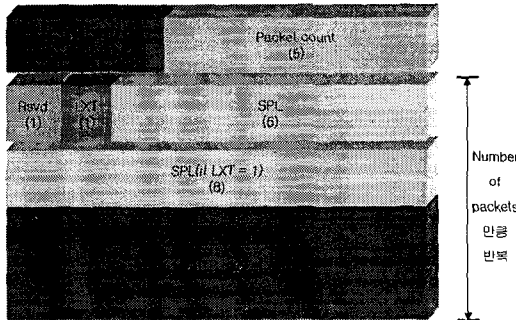


그림 6. 다중화된 패킷 포맷

각 필드의 의미는 표 3에 명시되어 있다.

표 7 다중화된 패킷의 필드

field(비트 수)	function
Packet_count(5)	# multiplexed packets
LXT(1)	length extension
SPL(6 or 14)	sub packet length

SPL 필드의 길이는 LXT 비트가 0일 경우 7 비트를 사용하며, 1일 경우 15 비트를 사용한다. 이 레벨에서의 다중화는 다른 포트를 사용하는 다른 미디어간의

다중화를 지원한다.

서로 다른 종단간의 다중화를 지원하기 위해서는 MCRTP를 지원하는 다중화기에서의 다중화가 필요하다. 다중화기 간의 다중화된 패킷의 형태는 그림 5와 같다.

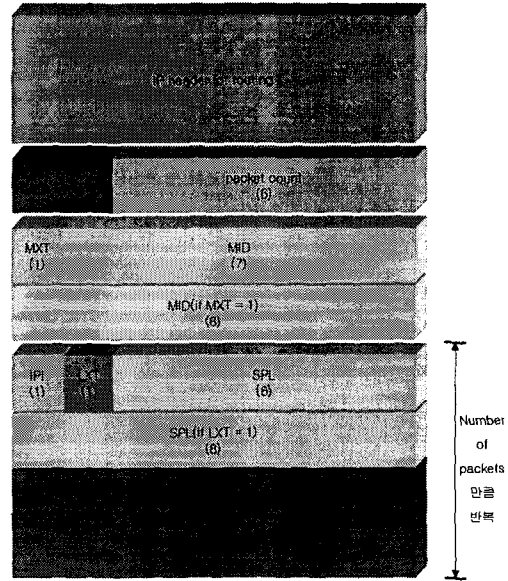


그림 7. MCRTP 다중화기 간의 다중화된 패킷 포맷

각 필드의 의미는 표 4에 명시되어 있다.

표 8. 다중화기에서 다중화된 패킷 필드

field(비트 수)	function
MI(2)	Multiplexing indication
MXT(1)	MID Extension
MID(7 or 15)	Multiplexing ID
IPI(1)	IP Indication

MID의 경우 LSB(Least Significant Bit)가 0일 경우 1바이트, 1일 경우 2바이트를 사용한다. MID를 동기화하는 방식은 CID의 방식과 같다. IPI 필드는 다중화되는 패킷에 IP 헤더의 생략 여부를 나타낸다.

V. 에러 복구

에러 복구는 일반적으로 "twice algorithm"을 사용하여 Context 동기를 맞춰주게 된다. 이 때, "twice algorithm"으로 복구할 수 없을 경우, Context 동기를 유지시켜 줄 수 있는 다른 방법이 필요하게 된다. 이 때 사용되는 것이 CONTEXT\_STATE 패킷이다. CONTEXT\_STATE 패킷은 클라이언트가 서버로부터

Context 정보를 담은 FULL\_HEADER를 요구하는 패킷이며, 형태는 그림 6과 같다.

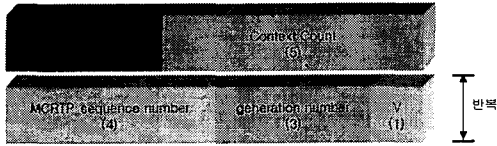


그림 8. CONTEXT\_STATE 포맷

각 필드의 의미는 다음 표 4에 명시되어 있다.

표 4 CONTEXT\_STATE 필드

field(bit 수)	function
context_count(8)	# of Context
V(1)	Validation bit

V bit가 1일 경우 해당 Context가 유효하지 않은 것을 나타내고, 서버에서는 해당하는 FULL\_HEADER를 보내주어야 한다.

### VI. 대역폭 계산

일반적인 패킷의 오버헤드를 구하는 방법을 적용하여 기존의 압축되지 않는 방법과 MCRTP가 적용된 방법과의 네트워크 대역폭을 비교하고자 한다. 일반적인 대역폭은 수식(1)에 의해 구해질 수 있다.

$$BANDWIDTH = \frac{(PAYLOAD\_SIZE + AVERAGE\_HEADER\_SIZE) \times \text{패킷 개수}}{SAMPLE\_PERIOD}$$

수식(1)의 AVERAGE\_HEADER\_SIZE는 전송된 전체 헤더양을 전송된 패킷의 수로 나눈 것이다.

$$AVERAGE\_HEADER\_SIZE = \frac{TOTAL\_HEADER\_SIZE}{NUMBER\_OF\_PACKETS} \quad (2)$$

TOTAL\_HEADER\_SIZE는 예러가 없고 일반적인 경우 수식(3)으로 표현될 수 있다.

$$TOTAL\_HEADER\_SIZE = FH\_SIZE \times FULL\_HEADER \text{ 수} + C\_UDP\_HEADER\_SIZE \times C\_UDP \text{ 수} + C\_RTP\_HEADER\_SIZE \times C\_RTP \text{ 수} + Routing\_IP\_SIZE \times Routing\_IP \text{ 수} + \text{Multiplex서 추가되는 Field의 SIZE}$$

다중화시 추가되는 필드의 SIZE는 수식(4)와 같이 계산될 수 있다.

$$M\_SIZE\_end = \frac{1\text{바이트} + (M \times 2) \times \text{packet 수}}{M} \quad (4a)$$

$$M\_SIZE\_muxer = \frac{3\text{바이트} + (M \times 2) \times \text{packet 수}}{M} \quad (4b)$$

예를 들어, 다음과 같은 가정을 하였을 때의 대역폭은 다음과 같이 각각 구해진다.

SAMPLE_PERIOD = 20 ms
PAYLOAD_SIZE = 20 바이트(20 ms당 데이터)
MUX_SIZE = 3
패킷 개수 = 1000개(20초)

MCRTP를 미 적용 시에는, 데이터만은 8Kbps의 대역폭을 차지하지만, IP/UDP/RTP 패킷은 크기가 총 60 바이트이므로 24Kbps의 대역폭이 사용된다.

MCRTP를 적용 시에는, 다중화를 적용되면 16.8 Kbps(70%)의 대역폭이 사용되고, 다중화기에서의 MUX\_SIZE = 3이 적용되면 11.88Kbps(49.5%)의 대역폭이 사용된다.

전체 패킷이나 다중화할 수 있는 패킷의 수가 많아질수록 대역폭의 활용은 더 향상된다.

### VII. 결 론

기존 저속 직렬 링크 상의 데이터 전송 효율을 높이고자 사용된 헤더 압축 기술이 Layer 2 Tunneling기법을 사용하여 기존 IP망에서도 적용되었다. MCRTP는 Tunneling이 적용되지 않는 곳에서의 헤더 압축을 지원하고, 다중화기간 뿐 아니라 종단간 압축도 지원하며, 기존 방법보다 향상된 압축률을 나타내었다.

NGN에서는 All-IP 환경에서의 멀티미디어 데이터의 전송에 관한 논의가 지속되고 있으며, RTP가 전송 프로토콜의 추가 되고 있다. 이러한 RTP를 이용한 데이터 전송 수요가 늘어날 것을 예상해 볼 때, 본 연구는 All-IP를 기반으로 하는 NGN 환경에서 보다 효율적으로 활용될 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

- [1] S. Casner, V. Jacobson, "Compressing IP/UDP/RTP Headers for Low-Speed Serial Links," RFC2508, Feb. 1999.
- [2] T. Koren, S. Casner, J. Guevarghese, B. Thompson, P. Ruddy, "Compressing IP/UDP/RTP headers on links with high delay, packet loss, and re-ordering," draft-ietf-avt-crtp-enhance-04.txt, Feb. 2002.
- [3] W. Townsley, A. Valencia, A. Rubens, G. Pall, G. Zorn, B. Palter, "Layer Two Tunneling Protocol "L2TP"," RFC2661, Aug. 1999.
- [4] R. Pazhyannur, I. Ali, C. Fox, "PPP Multiplexing," RFC3153, Aug. 2001
- [5] B. Thompson, T. Koren, D. Wing, "Tunneling Multiplexed Compressed RTP(TCRTP)," draft-ietf-avt-tcrtp-06.txt, Feb. 2002