

## 지상파 UHD 방송 기반 A/V 스트림 전송 오버헤드 분석

김나연<sup>1), 2)</sup>, 배병준<sup>1), 2)</sup>  
 과학기술연합대학원대학교<sup>1)</sup>, 한국전자통신연구원<sup>2)</sup>  
 boboss@etri.re.kr

### A Transport Overhead Analysis in Terrestrial UHD Broadcast A/V Stream

Nayeon Kim and Byungjun Bae  
 University of Science and Technology(UST)<sup>1)</sup>  
 Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI)<sup>2)</sup>

#### 요 약

최근 등장한 지상파 UHD TV에서는 A/V 미디어 전송을 위해서 기존 MPEG-2 TS 대신으로 ROUTE 와 MMT 기술을 채택하고 있다. 따라서 국내에서는 실시간 UHD 방송 서비스를 위해 ROUTE 또는 MMT 중의 하나를 선택하여 UHD 미디어를 전송할 수 있으며, 이에 따라 MPEG-2 TS 와 ROUTE, MMT 세 가지 프로토콜의 실질적 전송 효율에 대한 성능 비교가 요구되고 있다. 본 논문에서는 실제 UHD 방송 기반 A/V 스트림을 분석해 전송 오버헤드를 나타내고 결과를 비교 분석하여 전송 효율을 비교하고자 한다.

#### 1. 서론

최근 UHD 콘텐츠와 방송융합서비스의 등장으로 기존 디지털 방송 분야에서 사용하던 전송 프로토콜인 MPEG-2 TS(Transport Stream)보다 고품질 대용량 및 IP 네트워크에 적합한 차세대 멀티미디어 전송 표준이 요구되고 있다. 이에 북미 방송 표준 개발 기구의 ATSC 3.0에서는 차세대 멀티미디어 전송 표준으로 ROUTE(Real-Time Object Delivery over Unidirectional Transport)와 MMT(MPEG Media Transport)를 채택하였다<sup>[1]</sup>. ROUTE는 IP 네트워크를 통한 미디어 전송 포맷으로 DASH(Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)를 기반으로 하고 있으며, MMT는 IP 기반 미디어 전송 단위로 MMT 표준 내에 포함된 MPU(Media Process Unit)를 이용한다.

국내 지상파 UHD TV 방송 표준은 북미의 ATSC 3.0을 기반으로 작성되어 멀티미디어 전송 표준으로 ROUTE 와 MMT를 모두 채택하고 있다<sup>[2]</sup>. 따라서 국내에서는 실시간 UHD 방송 서비스를 위해 ROUTE 또는 MMT 중의 하나를 선택하여 UHD 미디어를 전송할 수 있다. 이에 기존 프로토콜인 MPEG-2 TS와 대체된 ROUTE 및 MMT 세 가지 프로토콜의 전송 효율에 대한 성능 비교가 요구되고 있으며, 본 논문에서는 세 가지 프로토콜의 전송 오버헤드를 분석하여 성능을 비교하고자 한다.

#### 2. 프로토콜별 전송 오버헤드 분석

본 절에서는 정확한 전송 오버헤드 정의를 위해 세 가지 멀티미디어 전송 프로토콜의 패킷 포맷과 필드 구성에 대해 설명하고 오버헤드 결과를 나타내어 결과에 대한 비교 및 분석을 기술한다.

##### 2.1. MPEG-2 TS, MMT 및 ROUTE의 패킷 구조

MPEG-2 시스템에서는 TS 패킷 만들고 TS 스트림의 형태로 방송망을 통해 전송한다. 그림 1은 MPEG-2 TS 패킷의 구조를 보여 준다. 그림 1에서 보듯이, MPEG-2 TS 파일 포맷은 4 바이트의 TS 헤더와 184 바이트의 페이로드로 구성된 188 바이트의 고정 길이를 가진다. 부가정보를 포함한 적응 필드의 경우 188 바이트의 고정 길이를 유지하기 위해 채워 넣기(Stuffing) 바이트를 필요한 만큼 넣을 수 있다.

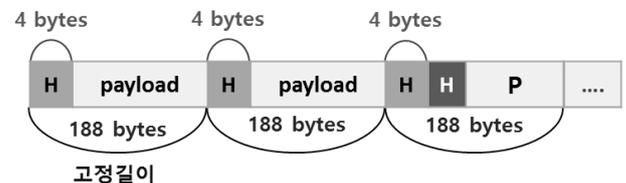


그림 1. MPEG-2 TS 패킷 구조

ROUTE는 방송 서비스를 ROUTE 패킷 포맷으로 패킷화하여 IP 네트워크로 전송한다. ROUTE 패킷은 그림 2의 왼쪽 그림과 같이 20 바이트의 IP 헤더와 8 바이트의 UDP 헤더, 16 바이트의 ROUTE 헤더를 가지며 ROUTE 헤더의 HDR\_LEN 필드 값에 따라 ROUTE 추가 헤더를 포함할 수 있고 파일 복구를 위한 4 바이트의 FEC Encoding ID와 마지막으로 가변 길이의 페이로드를 가진다.

MMT는 방송 서비스를 MMTP(MMT Protocol) 패킷 포맷으로 패킷화하여 IP 네트워크로 전송한다. MMTP 패킷은 그림 2의 오른쪽 그림과 같이 20 바이트의 IP 헤더와 8 바이트의 UDP 헤더, 가변 길이의 MMTP 헤더를 가지며 페이로드의 종류에 따라 길이가 다른 페이로드 헤더를 포함하고 마지막으로 가변 길이의 페이로드를 가진다.

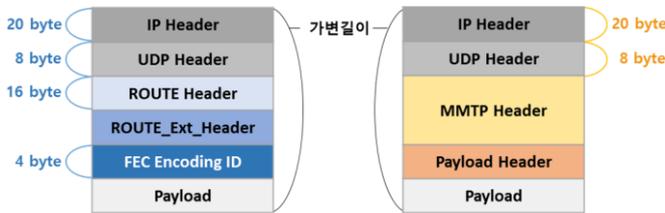


그림 2. ROUTE 패킷(왼쪽) MMTP 패킷(오른쪽)

2.2. 전송 오버헤드 정의

표 1 은 본 논문에서 정의한 전송 오버헤드의 종류이다. 지상파 UHD 기반의 기본 A/V 서비스 전송 스트림에서 미디어 플레이어로 전송되는 미디어 페이로드를 제외한 나머지 데이터인 시그널링(signaling) 및 패킷 헤더를 오버헤드로 간주한다. 이러한 정의에 따라 전송 오버헤드를 다음과 같이 정의하며 이때, 플레이어로 전송되는 미디어 페이로드란 각 프로토콜의 데이터 단위를 의미하므로 ROUTE 는 DASH 세그먼트, MMT 는 MPU 를 말한다.

전송 오버헤드

$$= \frac{\text{AV 서비스 인식을 위한 추가 바이트 수}}{\text{플레이어로 전송되는 미디어 페이로드 바이트 수}}$$

표 1. 전송 오버헤드 정의

	MPEG-2 TS	ROUTE	MMT
기본 패킷 헤더	- TS 헤더 - 적응 필드 헤더	- IP/UDP/ROUTE 헤더 - Extension 헤더 (TOL, FTI, PT)	- IP/UDP/MMTP 헤더 - MPU 모드 헤더 - DU 헤더 - 시그널링 헤더
시그널링	- PSI (PAT, PMT) - PSIP (MGT, TVCT, EIT, ETT)	- USBD - MPD - S-TSID	- USBD - MPT - HRBM_message

2.3. 오버헤드 비교 분석 결과

본 절에서는 실제 UHD 기반의 지상파 방송 A/V 스트림을 분석하여 ROUTE 와 MMTP 의 전송 오버헤드를 나타내고, 추가로 국내 지상파 디지털 TV 표준 기반 가상의 TS 스트림을 가정하여 MPEG-2 TS 의 전송 오버헤드를 기술한다.

각 프로토콜의 전송 오버헤드는 표 2 와 같다. MPEG-2 TS 의 모든 패킷은 188 바이트의 고정 길이로 전송된다. ROUTE 스트림의 경우 A/V DASH 세그먼트의 시작과 끝부분을 포함한 패킷을 제외하면 모두 1490 바이트의 고정 길이로 전송되고, 시그널링은 1360 바이트에서 1560 바이트 사이의 길이로 전송된다. MMTP 스트림은 A/V MPU 의 끝부분을 제외하고는 1358 바이트의 고정 길이로 전송되고, 시그널링은 1 개당 패킷 1 개에 포함되어 120 바이트에서 851 바이트 사이의 가변 길이로 전송된다.

MPEG-2 TS 는 고정 길이를 가지기 때문에 총 패킷 수는  $5.48 \times 10^5$  로 가장 많다. 전송 오버헤드의 경우에는 UDP/IP 로 전송되지 않고 ROUTE 와 MMTP 에 비해 헤더 크기가 작아 가장 적은 3.041%이다. 이는 Null 패킷을 제외한 결과로 실제 방송에서는 버퍼링을 위한 Null 패킷이 추가되어 전송 오버헤드가 증가할 수 있다. 다음으로 표 2 에 나타난 ROUTE 및 MMTP 의 시그널링 오버헤드는 시그널링 패킷의 헤더를 포함한 값이다. 두 프로토콜은 TS 에 비해 한 패킷에 더 많은 데이터를 담을 수 있어 비교적 적은 패킷 수를 보이고 MPEG-

2 TS 에 비해서는 높은 전송 오버헤드를 보인다. ROUTE 는 총 패킷 수  $7.14 \times 10^4$  으로 4.745%의 전송 오버헤드 가지며, 그중 기본 헤더의 크기가 4.075%로 가장 큰 오버헤드 비율을 차지한다. MMTP 는 총 패킷 수  $8.14 \times 10^4$  로, 가장 적은 시그널링 오버헤드 수치를 보였으나 기본 헤더 오버헤드 수치가  $5.18 \times 10^6$  으로 비교적 높아 결과적으로 5.250%의 전송 오버헤드를 보인다. 패킷 수가 많으면 기본 헤더의 비율도 높아지는데, MMTP 의 경우 MPU 내부의 미디어 데이터와 메타데이터를 각기 다른 패킷으로 전달하며 MPU 패킷을 1358 바이트로 전송하기 때문에 DASH 세그먼트 패킷을 1490 바이트로 보내는 ROUTE 에 비해 더 많은 패킷 수가 필요하다.

표 2. 전송 오버헤드 분석 결과

	MPEG-2 TS	ROUTE	MMT	
총 패킷 수 (개)	$5.48 \times 10^5$	$7.14 \times 10^4$	$8.14 \times 10^4$	
총 패킷 크기 (바이트)	$1.03 \times 10^8$	$1.05 \times 10^8$	$1.05 \times 10^8$	
오버헤드 크기 (바이트)	기본 헤더	$2.74 \times 10^6$ (2.670%)	$4.27 \times 10^6$ (4.075%)	$5.18 \times 10^6$ (4.920%)
	시그널링	$3.03 \times 10^5$ (0.296%)	$4.76 \times 10^5$ (0.455%)	$7.49 \times 10^4$ (0.071%)
	소계	$3.04 \times 10^6$ (2.966%)	$4.75 \times 10^6$ (4.530%)	$5.25 \times 10^6$ (4.991%)
페이로드 크기 (바이트)	$1.00 \times 10^8$ (97.034%)	$1.00 \times 10^8$ (95.470%)	$1.00 \times 10^8$ (95.009%)	
전송 오버헤드	3.041%	4.745%	5.250%	

4. 결론

UHD 서비스를 위한 전송 오버헤드를 비교한 결과를 보면 MPEG-2 TS 의 전송 효율이 ROUTE, MMTP 에 비해 좋아 보인다. 그러나 ROUTE 및 MMTP 의 경우 MPEG-2 TS 와 달리 UDP/IP 를 통해 전송한 결과임을 고려해야 하며, MPEG-2 TS 의 경우 Null 패킷이 추가될 때 그 차이는 상당히 줄어들 것으로 판단된다. 그리고 ROUTE 와 MMTP 의 비교 시 ROUTE 가 방송 A/V 서비스 전송에 조금 더 효율적으로 보이나 이는 방송사의 서비스 운용 방법에 따라 결과값이 달라질 수 있다. 추가로, 프로토콜의 데이터 단위가 아닌 실질적으로 재생되는 A/V 데이터를 기준으로 한 오버헤드에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

Acknowledgement

“이 논문은 2017 년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (2017-0-00176, 지상파 UHD 방송 기반 융합플랫폼 및 서비스 기술 개발)”

참 고 문 헌

[1] A/331: ATSC Candidate Standard: Signaling, Delivery, Synchronization, and Error Protection, Approved 5 January 2016. Updated 21 June 2016.

[2] TTAK.KO-07.0127/R1, 지상파 UHDTV 송수신정합, [www.tta.or.kr](http://www.tta.or.kr), 2016 년 12 월.

[3] 박민규, “방송 서비스에서 MMT 와 MPEG-2 TS 의 오버헤드 비교”, 방송공학회논문지, 제 21 권 제 3 호, pp. 436-449, 2016