

H.264/AVC 전송을 위한 RTP 포맷 소개

한기훈 | 이영렬

세종대학교

요약

ITU-T VCEG과 ISO/IEC MPEG의 공동작업으로 만들어진 H.264/AVC는 기존의 비디오 압축표준들과 비교할 때 동일한 화질에서 비트율을 약 30~70%정도 절감할 수 있어 많은 비디오 스트리밍 서비스 장치에서 사용되고 있다. 또한 네트워크 대역폭과 관련 하드웨어의 발달, 언제, 어디서나 고화질의 비디오를 보고자 하는 사용자의 욕구 등으로 RTP를 이용한 H.264/AVC 전송이 빈번해 질것으로 예상된다. 본 논문에서는 H.264/AVC 전송을 위한 RTP포맷을 살펴본다.

I. 서론

최근 표준화 된 비디오 코딩 표준인 H.264/AVC[1-4]는 ITU-T VCEG(International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector, Video Coding Experts Group)과 ISO/IEC MPEG(International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, Moving Picture Experts Group)의 공동작업그룹인 JVT(Joint Video Team)에 의해서 만들어졌다. 기존의 비디오 코딩 표준인 H.263[5], MPEG-2[6], MPEG-4 visual[7] 등과 같이 H.264/AVC도 블록(Block) 기반의 움직임 보상(Motion Compensation)과 변환(Transform)을 수행하는 형태를 지니고 있다. 그러나 세부적인 기술을 살펴볼 때 H.264/AVC와 기존의 비디오 코딩 표준들은 많은 차이가 있

다. 압축효율을 향상하기 위해 H.264/AVC는 가변블록 크기의 움직임 보상, 1/4화소 정확도의 움직임 보상, 다중참조 프레임, DCT(Discrete Cosine Transform)로부터 고안된 정수변환, 화소영역에서의 공간예측, 문맥(Context)에 적응적인 Entropy부호화, In-loop Deblocking Filter, Rate-Distortion Optimization 등과 같은 좀 더 개선된 비디오 코딩 기술들을 도입하였다.

개선된 비디오 코딩 기술들로 인하여, H.264/AVC는 기존의 비디오 코딩 표준들과 비교할 때 동일한 화질에서 부호화 시, 비트량을 약 30~70% 정도 감소할 수 있었다. 또한 동일한 비트율로 부호화시 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio, 화질측정 단위)이 약 2~3dB 가량 우수함이 확인되었다. H.264/AVC의 세부기술은 2장에서 좀 더 자세히 살펴볼 것이다. 우수한 부호화 효율로 인하여 H.264/AVC는 현재 DMB, DTV, 캠코더, IPTV 등 많은 비디오 스트리밍 서비스 장치에서 사용되고 있다. 향후 실시간 영상 서비스와 고품질의 비디오를 보고자 하는 사용자의 욕구가 증가 할수록 더욱 많은 장치와 서비스에서 H.264/AVC가 사용될 것으로 예상된다. 한편 다양한 비디오 서비스 장치들이 등장함에 따라 유무선 네트워크를 이용한 데이터 전송 서비스가 빈번해 지고 있다.

본 논문에서는 H.264/AVC를 실시간 전송 프로토콜인 RTP[8]와 제어 프로토콜인 RTCP[8]에서 전송하기 위한 포맷을 살펴보겠다. RTP와 RTCP 포맷은 3장에서 좀 더 자세히 살펴보겠다. 본 논문의 2장에서는 H.264/AVC의 비디오 코딩 기술들과 NAL(Network Abstraction Layer)를 살펴보고, 3장에서는 RTP와 RTCP포맷을 살펴보고, 4장에서

H.264/AVC 전송을 위한 RTP 포맷을 살펴보겠다. 마지막으로 5장에서 본 논문의 결론을 맺고자 한다.

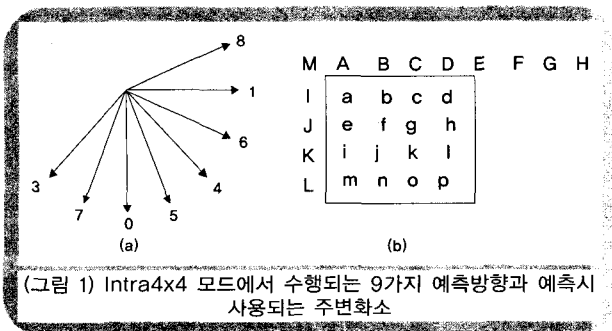
II. H.264/AVC 비디오 코딩 기술

H.264/AVC는 기존의 비디오 코딩 표준과 동일한 블록 기반의 예측, 변환을 수행하는 형태를 가지고 있다. 그러나 기존의 비디오 코딩보다 진보된 기술들을 도입하여 세부적인 비디오 코딩 기술에서 차이점을 보이고 있다. H.264/AVC의 부호화 효율을 향상시키는 새로운 기술들을 살펴보겠다.

II-1. 화소영역에서의 공간예측

인트라 부호화 시, 화소 영역에서 이미 부호화/복호화 된 인접 화소들로부터 예측을 수행하여 부호화 효율을 향상할 수 있다. Intra4x4, Intra8x8, Intra16x16과 같은 3가지의 공간 예측 모드가 있으며, 인트라 프레임뿐 아니라 인터 프레임에서도 공간예측을 수행하여 움직임 보상만 수행 할 때 보다 부호화 효율을 더욱 향상할 수 있었다.

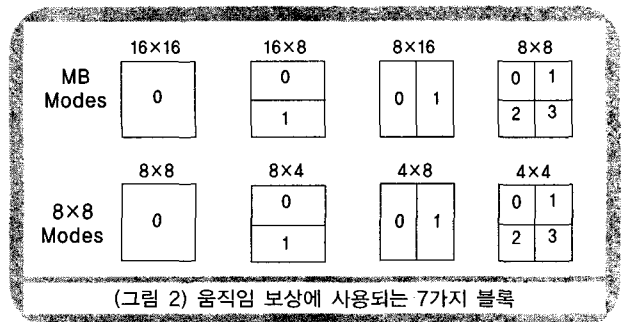
(그림 1)은 Intra4x4 모드로 부호화 시 수행되는 9가지 예측 방향과 예측시 사용되는 인근화소들을 나타내고 있다. (그림 1(b))에서 화소 a-p는 현재 부호화 하려는 4x4 블록을 나타내고, 화소 A-M은 이미 부호화/복호화 된 주변 화소를 나타낸다. (그림 1(a))의 화살표 방향으로 예측이 수행된다. 예를 들어, 0번 예측 모드에서 화소 a, e, i, m은 화소 A로부터 예측되고, 화소 b, f, j, n은 화소 B로부터 예측되고, 화소 c, g, k, o는 화소 C로부터 예측되고, 화소 d, h, l, p는 화소 D로부터 예측이 수행된다.



(그림 1) Intra4x4 모드에서 수행되는 9가지 예측방향과 예측시 사용되는 주변화소

II-2. 가변 블록크기의 움직임 보상

움직임 보상 시, 영상의 특성과 움직임 방향에 적응적인 가변 블록크기의 움직임 보상을 수행한다. (그림 2)는 H.264/AVC에서 움직임 보상 시, 사용하는 7가지 가변 블록을 나타낸다. 16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8, 4x4와 같은 7가지의 크기의 블록이 있다.



II-3. 1/4화소 정확도의 움직임 보상

H.264/AVC는 1/4화소 정확도의 움직임 보상을 지원한다. 정수화소 위치의 움직임 보상 후, 반화소, 1/4화소 단위의 움직임 보상을 수행하여 부호화 효율을 더욱 향상할 수 있다. 반화소 보간에 사용되는 6-tap 필터의 계수는 1, -5, 20, 20, -5, 1과 같다. 1/4화소 보간에는 bi-linear 필터가 사용된다.

II-4. 다중참조프레임

다중참조프레임의 사용을 지원함으로써 주관적 화질개선과 효율적인 부호화를 이룰 수 있게 되었다. 자연계에서 반복적으로 이루어지는 장면이나, 두 가지 상이한 카메라 앵글의 전환이 빈번하게 이루어 질 경우 등에 효과적으로 사용될 수 있다.

II-5. 정수변환과 양자화

이전 비디오 코딩 표준들과 달리 H.264/AVC에서는 DCT에 기반한 4x4 정수변환을 사용한다. 기존 표준에서 사용하던 8x8 블록 대신 4x4 블록을 변환단위로 사용하면서 블록킹 현상을 줄일 수 있었다. 또한 Integer 연산만을 사용하므로 변환과 역변환 사이의 오차가 발생하지 않아 부호기와 복호화기 사이의 왜곡이 전혀 발생하지 않는다. (그림 3)은

정수변환과 역변환을 나타내고 있다. 그림에서 [X] 신호는 현재 변환을 수행하려는 잔차신호(residual signal)을 의미하고, [Y]는 역변환을 수행할 주파수영역의 신호(frequency domain signal)을 의미한다.

$$Y = C_j X C_j^T \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix} [X] \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 2 \\ 1 & -2 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

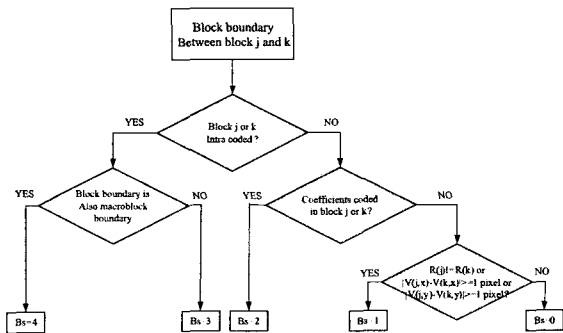
$$Y = C_j^T Y C_j \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ 1 & \frac{1}{2} & -1 & -1 \\ 1 & -\frac{1}{2} & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -\frac{1}{2} \end{pmatrix} [Y] \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 \\ 1 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & -1 \\ \frac{1}{2} & -1 & -1 & 1 \\ \frac{1}{2} & -1 & 1 & -\frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

(그림 3) 정수변환과 역변환

또한 0~51사이 총 52단계의 양자화 계수를 사용하여 기존의 비디오 코딩에 비해 확장된 양자화를 수행하며, 양자화 계수가 6씩 증가할 때마다 QStep이 2배씩 증가한다.

II-6. Deblocking Filter

블록 기반 코딩의 특징 중 하나는 시각적으로 인지 가능한 블록킹 효과가 나타난다는 것이다. 이는 블록 단위의 부호화 과정에 인접 블록간의 양자화 및 부호화 방식의 차이 등으로 인해 블록 경계가 나타나는 현상이다. H.264/AVC에서는 블록 경계간의 BS(Boundary Strength)를 먼저 구하여 BS에 따라 적응적인 필터링을 적용한다. (그림 4)는 BS 결정방법



(그림 4) BS(Boundary Strength) 결정방법

법을 나타낸다.

II-7. Entropy 부호화

Entropy 부호화는 symbol의 출현 빈도에 의한 확률에 근거하여 최적의 codeword를 배정하는 통계학적 예측에 기초하고 있다. H.264/AVC에서는 EXp-Golom code와 CAVLC(Context-based Adaptive Variable Length Coding)와 CABAC(Context-based Adaptive Binary Binary Arithmetic Coding)을 사용하여 부호화 한다. CAVLC는 베이스라인 프로파일에서 잔차신호를 부호화 하는데 사용되며, CABAC은 메인 프로파일에서 사용된다.

II-8. Rate-Ditortion Optimization

H.264/AVC 베이스라인 프로파일에는 Intra4x4, Intra16x16, SKIP, Inter16x16, Inter16x8, Inter8x16, P8x8과 같은 7가지 부호화 모드가 있다. 또 P8x8모드에서는 매크로 블록 내의 4개의 8x8 블록들이 독립적으로 부호화 되는데 각각의 8x8 블록은 Inter8x8, Inter8x4, Inter4x8, Inter4x4 모드로 부호화 될 수 있다. 모든 가능한 부호화모드 중에서 최적의 모드를 선택하기 위해 Rate-Distortion Optimization(율-왜곡 최적화)를 수행하여 RDcost가 최소가 되는 모드를 부호화 모드로 결정한다. 각 모드별로 화질의 열화(Distortion)와 비트량(Rates)을 고려한 RDcost의 계산식은 식 (1)과 같다.

$$RDcost = Distortion + \lambda_{Mode} \times Rates \quad (1)$$

식 (1)에서 Distortion은 현재 영상과 복원된 영상의 error 값이며 식 (2)와 같이 계산된다.

$$Distortion = \sum_{k=0}^{15} \sum_{l=0}^{15} (B(k,1) - B'(k,1))^2 \quad (2)$$

식 (2)에서 B(k,1)과 B'(k,1)은 각각 현재 매크로 블록과 복원된 매크로 블록의(k, 1)번째 화소값을 나타낸다. λ_{Mode}는 Lagrangian 상수로서 식 (3)과 같이 구할 수 있다. 식 (3)에서 QP는 0~51까지의 값을 가질 수 있다.

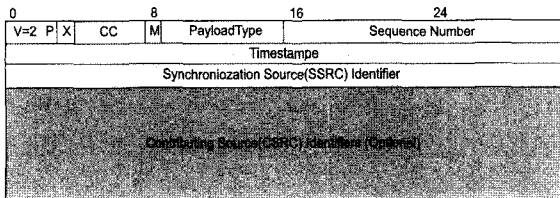
$$\lambda_{Mode} = 0.85 \times 2^{(QP-12)/3} \quad (3)$$

III. 실시간 전송, 제어 프로토콜 (RTP, RTCP)

실시간 전송 프로토콜(RTP)은 영상회의의 필요에 의해 만 들렸으며, 오디오나 비디오 데이터의 실시간 전달이 필요한 응용에서 사용되는 프로토콜이다. TCP는 신뢰성을 너무 강 조하여 데이터의 실시간 전달이 어려운 반면, UDP는 신뢰 성은 낮지만 TCP에 비해 빠르게 데이터를 전달 할 수 있는 특징이 있다. 실시간 전송제어 프로토콜(RTCP)은 수신자와 발신자 장치간에 RTP 세션을 제어하거나 관리하는 프로토 콜로 RTP와 함께 존재한다. RTP와 RTCP는 IETF에서 표준 화 되었다.

III-1. 실시간 전송 프로토콜(RTP)

응용계층에서 보내온 데이터는 RTP 헤더에 캡슐화 (Encapsulation)되며 RTP 헤더는 12바이트의 고정헤더와 전 송할 데이터의 타입(payload type)에 따라 가변적인 길이의 확장헤더가 추가될 수 있다.



(그림 5) RTP 고정 헤더 포맷

(그림 5)는 12바이트의 RTP 고정헤더 포맷을 나타낸다. 헤 더를 구성하는 각 필드는 다음과 같다.

- V(Version) : 2비트, 현재는 2로 셋팅되어 있음.
- P(padding) : 1비트, 0 : non-padding, 1:padding
- X(extension) : 1비트, 0 : non-extension
1 : 헤더 extension
- CSRC count(CC) : 4비트, CSRC식별자의 개수
- M(Marker) : 1비트
- Payload type : 7비트, 패킷에 실려 있는 미디어 데이 터의 종류를 나타낸다.

Sequence Number : 16비트, 전송되는 각 RTP 패킷에 대 하여 1씩 증가하는 값을 갖는다. 수신자측에서 패킷 손실 이나 순서정렬을 하기 위해 사용된다.

Timestamp : 32비트, RTP 데이터 패킷의 첫 번째 바이터 의 샘플링 순간을 나타낸다. 빈도수는 payload의 데이터 형식에 종속되고 프로파일이나 payload 형식 문서에 명시 되어 있다.

SSRC Identifier : 32비트, 동기화 소스를 나타낸다. 이 값은 같은 RTP 세션 내에서 같은 SSRC를 가진 동기화 소스가 두 개 이상 나타나지 않도록 무작위로 선택된다.

III-2. 실시간 전송 제어프로토콜(RTCP)

세션의 모든 참가자들에게 제어 패킷을 주기적으로 전송 하여 분실패킷(lost packet), Jitter, 지연(delay) 등과 같은 Qos 정보를 교환하는 기능과 전송을 제어 및 가입, 탈퇴와 같은 세션 제어 기능을 수행한다. 아래와 같은 5가지의 패킷 유형이 있다.

Sender Report(송신자보고) : 현재 활성상태에 있는 발신 지 세션 참가자들이 전송하고 수신한 통계정보를 보낸다.

Receiver Report(수신자보고) : RTP 패킷을 송신하지 않고 수신만 하는 참가자들이 수신한 통계정보를 보낸다.

Source Description(송신자서술) : 발신지를 식별하는데 필 요한 정보를 제공

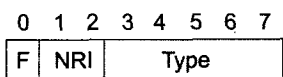
BYE(탈퇴) : 세션을 탈퇴할 때 사용

Application(응용) : 새로운 응용이나 추가된 새로운 기능 의 시험을 위해 사용

IV. H.264/AVC를 위한 RTP 포맷

H.264/AVC를 전송하기 위해 본 장에서는 RFC3984[9]에 따 른 RTP포맷을 설명한다. H.264/AVC는 비디오 코딩 계층 (Video Coding Layer, VCL)와 네트워크 추상계층(Network Abstraction Layer, NAL) 사이에 차이를 둔다. 부호화 과정의 출력은 VCL 데이터이고 전송하거나 저장하기 전에 NAL단 위로 캡슐화된다. 각 NAL 단위는 코딩된 비디오 데이터 또 는 헤더 정보에 해당하는 데이터인 RBSP(Raw Byte

Sequence Payload)를 포함한다. 코딩된 비디오 화면은 연속되는 NAL 단위로 되며, 각 NAL단위는 RTP로 캡슐화 되어 있다. (그림 6)은 NAL 단위의 헤더를 나타낸다. NAL단위의 헤더는 RTP포맷 헤더의 payload헤더 형태로 삽입되며, NAL 단위 헤더에 이어 NAL단위 payload가 삽입된다. NAL단위 헤더의 각 필드는 다음과 같다.



(그림 6) NAL단위 헤더

F(forbidden_zero_bit) : 1비트, 0:에러와 문법오류가 없음. 1:에러 또는 문법오류가 있음.

NRI(nal_ref_idc) : 2비트, 00: 참조 영상으로 사용 되지 않음, 01,10,11: 참조 영상으로 사용됨

Type(nal_unit_type) : 5비트, NAL단위의 payload 타입 설명(자세한 사항은 H.264/AVC 스펙[1] 참조)

RTP포맷에 NAL단위가 삽입되는 형태는 다음과 같은 3가지 종류로 구분 된다.

Single NAL Unit Packet : 패킷에 하나의 NAL 단위가 삽입되어 있음.

Aggregation Packet : 패킷에 여러개의 NAL 단위가 삽입되어 있음.

Fragmentation Unit : 하나의 NAL 단위가 여러 패킷에 나누어져 삽입되어 있음.

Type 값에 따른 NAL단위의 종류와 payload 구조는 표 1과 같다. NAL단위를 캡슐화 하는 방법은 다음과 같은 3가지의 종류가 있다.

<표 1> Type 값에 따른 NAL단위의 종류와 payload 구조

Type	Packet	Type name
0	undefined	-
1-23	NAL unit	Single NAL unit packet per H.264
24	STAP-A	Single time aggregation packet
25	STAP-B	Single time aggregation packet
26	MTAP16	Multi time aggregation packet
27	MTAP24	Multi time aggregation packet
28	FU-A	Fragmentation unit
29	FU-B	Fragmentation unit
30-31	undefined	-

Single NAL Unit mode : ITU-T H.241에 따른 시스템에 따른 통신시스템에 적합

Non-Interleaved mode : 통신시스템에 적합, 그러나 H.241 시스템에 적합하지 않음. NAL단위들이 복호화 순서대로 전송

Interleaved mode : 전송지연이 어느 정도 허용되는 시스템에서 사용할 수 있음. NAL단위들이 복호화 순서대로 전송되지 않음.

3종류의 캡슐화 방법 중 Interleaved mode는 다음과 같은 (그림 7)과 같이 하나의 프레임이 여러 슬라이스로 나누어져 부호화 될 때, 사용될 수 있다.



(그림 7) 3개의 슬라이스로 나누어진 프레임

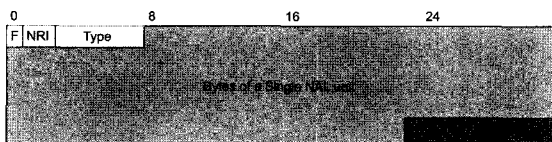
이때 각각의 NAL 단위는 서로 다른 프레임의 슬라이스를 담을 수 있다. 예를 들어 첫 번째 NAL단위가 첫 프레임의 슬라이스0, 두 번째 프레임의 슬라이스1, 세 번째 프레임의 슬라이스2를 담을 수 있다. 두 번째 NAL단위가 첫 번째 프레임의 슬라이스1, 두 번째 프레임의 슬라이스2, 세 번째 프레임의 슬라이스0과 같은 형태로 담을 수 있다. Interleaved mode를 사용하면 하나의 RTP패킷을 손실하더라도 프레임 전체의 정보가 손실되는 것이 아니고, 일부분만 손실이 일어나므로 프레임에서 주변의 다른 슬라이스들을 이용하여 손실된 부분을 복원할 수 있다는 장점이 있다.

Type 값에 따른 캡슐화 가능한 방법은 <표 2>와 같다.

<표 2> Type 값에 따른 캡슐화 방법

Type	Packet	Single NAL Unit Mode	Non-Interleaved Mode	Interleaved Mode
0	undefined	ig(ignore)	ig	ig
1-23	NAL unit	yes	yes	no
24	STAP-A	no	yes	no
25	STAP-B	no	no	yes
26	MTAP16	no	no	yes
27	MTAP24	no	no	yes
28	FU-A	no	yes	yes
29	FU-B	no	no	yes
30-31	undefined	ig	ig	ig

Single NAL Unit Packet RTP payload 포맷은 (그림 8)과 같다.



(그림 8) Single NAL Unit Packet RTP payload 포맷

Aggregation Packet은 STAP-A, STAP-B, MTAP16, MTAP24와 같이 4가지 종류가 있다. 각각은 다음과 같이 사용된다.

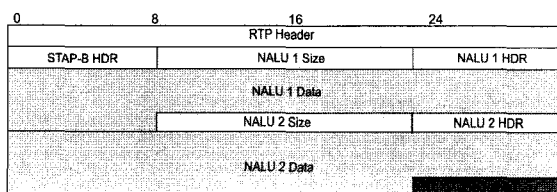
STAP(Single Time Aggregation Packet)-A : 포함된 NAL 단위 시간이 같음. DON(Decoding Order Number) 를 가지고 있지 않음.

STAP-B : 포함된 NAL단위들의 시간이 같음. DON을 가지고 있음.

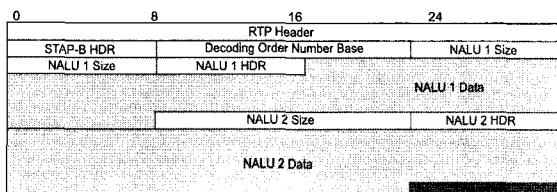
MTAP(Multi Time aggregation Packet)16 : 포함된 NAL 단위들의 시간이 다름. Timestamp 필드의 길이가 16비트.

MTAP24 : 포함된 NAL단위들의 시간이 다름. Timestamp 필드의 길이가 24비트

STAP-A와 STAP-B 패킷의 포맷은 (그림 9)와 같다.



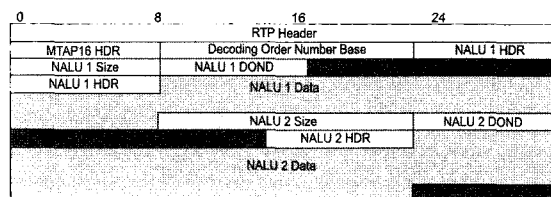
(a)



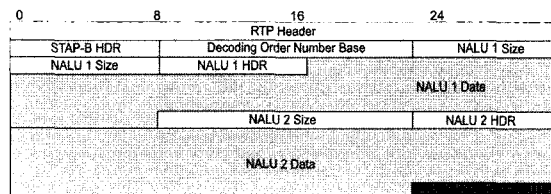
(b)

(그림 9) STAP 패킷의 포맷(a:STAP-A, b:STAP-B)

Aggregation Packet으로 캡슐화 될 때 모든 NAL단위 포맷의 F비트가 0인 경우일 때 외에는 1로 된다. 그리고 모든



(a)



(b)

(그림 10) MTAP패킷의 포맷(a:MTAP-16 b:MTAP-24)

NAL단위의 NRI값 중, 제일 큰 값이 Aggregation Packet의 NRI값으로 결정된다.

MTAP-16과 MTAP-24 패킷의 포맷은 그림 10과 같다.

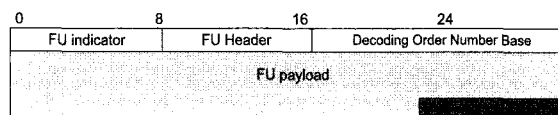
하나의 NAL단위가 여러개의 RTP패킷으로 분리될 때 Fragmentation Unit으로 캡슐화 된다. (그림 11)은 Fragmentation Unit의 포맷을 나타낸다. Fragmentation Unit포맷에서 FU Indicator와 FU Header는 (그림 12)와 같은 구조를 가진다. Fu indicator 필드의 의미는 NAL단위 헤더의 의미와 같다. FU Header에서 각 필드의 의미는 다음과 같다.

S : 1비트, 시작비트

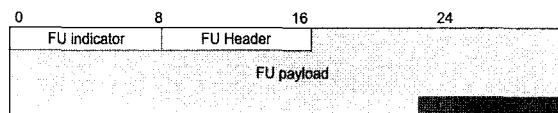
E : 1비트, 종료비트

R : 1비트, 0으로 설정되어 있음.

Type : 5비트, NAL단위의 payload Type을 설명

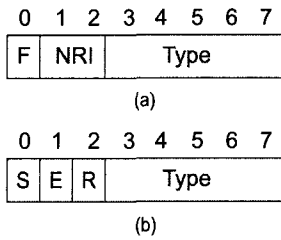


(a)



(b)

(그림 11) Fragmentation Unit의 포맷 (a:첫 번째 패킷의 포맷, b:그 외의 패킷)



(그림 12) FU Indicator(a)와 FU Header(b)

V. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 기존의 비디오 코딩 표준들과 비교할 때 우수한 부호화 효율을 보여 향후 산업계의 많은 비디오 장치와 서비스에 적용될 것으로 보이는 H,264/AVC 전송을 위한 RTP 포맷을 살펴보았다. 네트워크상에서 송신자와 수신자 간의 원활한 비디오 데이터 전송을 위해 H,264/AVC에서 제공하는 NAL 형태의 데이터를 RTP로 캡슐화하는 것이 필요하며, 향후, H,264/AVC 데이터를 RTP포맷화 하는데 적합한 실시간 시스템의 구현에 대한 연구가 진행된다면 더욱 원활한 비디오 서비스가 가능할 것으로 예상된다.



- [1] ITU-T Recommendation H,264 and ISO/IEC 14496-10, "Advanced video coding for generic audiovisual services", May 2003
- [2] Ajay Luthra, Gary J. Sullivan and Thomas Wiegand, "Introduction to the special issue on the H,264/AVC video coding standard", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp. 557-559, July 2003.
- [3] Thomas Wiegand, Gary J. Sullivan, Gisle Bjørntegaard, and Ajay Luthra, "Overview of the H,264/AVC video coding standard", IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp. 560-576, July 2003.

- [4] Gary J. Sullivan and Thomas Wiegand, "Video compression from concepts to the H,264/AVC standard", Proc. IEEE, pp. 18-31, January 2005.
- [5] ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG), "Video Codec Test Model Near-Term, Version 10 (TMN10) Draft 1," April 1998.
- [6] ITU-T Recommendation H,262 and ISO/IEC 13818-2, "Information technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video", July, 1995 (and subsequent amendments and corrigenda).
- [7] ISO/IEC 14496-2 "Information Technology-Coding of Audio-Visual Objects Part 2: Visual", Dec. 1998 (and subsequent amendments and corrigenda).
- [8] H.Schulzrinne, S.Casner, R.Frederick and V.Jacobson "RTP: Atranport Protocol for Real-Time Applications", rfc1889, Jan. 1996
- [9] W.Wenger, M.M. Hannuksela, T.Stockhammer, M.Westerlund and D.Singer, "RTP payload Format for H,264 Video", rfc3984, Feb. 2005

약 력



한 기 훈

2003년 세종대학교 컴퓨터공학과 학사
 2005년 세종대학교 인터넷공학과 석사
 2005년 ~ 현재 세종대학교 컴퓨터공학과 박사과정
 관심분야: 비디오코딩, 영상처리, 영상통신시스템



이 영 렬

1985년 서강대학교 전자공학과 학사
 1987년 서강대학교 전자공학과 석사
 1999년 한국과학기술원 전기전자공학과 박사
 1987년 ~ 2001년 삼성전자 R&D센터 Digital Media Lab. 수석연구원
 2001년 ~ 현재 세종대학교 컴퓨터공학부 부교수
 관심분야: 비디오코딩, 영상처리, 영상통신시스템, 멀티미디어 전송