논문번호 12-37A-08-10

한국통신학회논문지 '12-08 Vol.37A No.08
http://dx.doi.org/10.7840/kics.2012.37A.8.689

무선링크에서 기본 계층의 반복과 HARQ를 적용한 H.264 SVC의 성능

안 성 균◆, 한 동 하*, 황 승 훈°

Performance of H.264 SVC with Base Layer Repetition and HARQ over Wireless Link

Sung-Kyun Ahn◆, Dong-Ha Han*, Seung-Hoon Hwang°

요 약

본 논문은 무선 채널 환경에서 H.264 스케일러블 비디오 코딩으로 부호화된 비디오 데이터의 전송 성능 개선과 신뢰성 향상을 위해 기본계층 반복 전송과 HARQ를 제안하고 그 성능을 확인하고 있다. 제안 방법은 향상계층을 제외하고 기본계층에만 적용되기 때문에, 무선자원의 부족과 전송 지연의 문제들도 해결해 줄 수 있다. 수치결과 제안 방법은 SNR=3.4dB 기준으로 $1.5x10^{-5}$의 BER 성능을 보였고, 동일 SNR에서 $1.2x10^{-3}$의 성능을 보여주었다. 또한 실험 영상 결과를 통해서도 제안 방법이 무선 링크에서 SVC 성능을 개선함을 확인하였다.

Key Words : H.264, SVC, Base layer, Enhancement layer, Repetition coding, HARQ,

ABSTRACT

In this paper, we propose base layer repetition and HARQ schemes for improving the reliability and the performances of H.264 SVC video transmission in a wireless channel, and investigate its performances. The proposed method may solve the problems of transmission delay as well as the scarcity of wireless resources, since the proposed scheme was applied for only base layer, not for enhancement layer. The numerical results show that the proposed scheme can enhance the BER performance of $1.5x10^{-5}$ and the FER of $1.2x10^{-3,}$ when SNR=3.4dB. Also, it was confirmed through the resultant images that the proposed method can improve the SVC performance in the wireless link.

Ⅰ. 서 론

동영상 압축 기술은 JPEG(joint photographic experts group)에서 MPEG(moving picture experts group)로 발전해왔다. 현재 H.264는 차세대 통신과 가전제품에서 표준이 되었고[1], ISO/IEC는 H.264의 마지막 단계를 위한 JVT(joint video team)을 만들어 H.264/MPEG-4 part 10의 표준을 마무리하였다[2]. H.264 SVC(scalable video coding)의 목적은 압축된 비트 스트림의 계층적 구조를 사용하여 다양한 비트율, 프레임 율, 영상크기를 가지고 사용자 중심의 서비스를 제공하는 것이다.

SVC는 주로 유선을 통해 전송되는 동영상 기술로 제공됐으나, 새로운 서비스 제공을 통한 교체 수요로 시장을 끌고 가야 하는 이동통신 및 단말 업체의 수요와 맞물려 이동통신에서의 SVC 기술을 기대해 볼 수 있다. 그러나 휴대폰의 경우 소형 휴대기기이면서 네트워크 연동이라는 특수적인 제약이 있다. 무선 네트

◆ 주저자 : 동국대학교 전자전기공학부 통신연구실, 준회원
° 교신저자 : 동국대학교 전자전기공학부, shwang@dongguk.edu, 종신회원
* 동국대학교 전자공학과, 학생회원
논문번호 : KICS2012-02-047, 접수일자 : 2012년 2월 6일, 최종논문접수일자 : 2012년 7월 5일

워크의 경우 대역폭의 한계를 가지고 있고 가용 대역폭이 수시로 변하기 때문에 일정수준 화질의 보장이 어려워 능동적 대응 방책이 없을 경우 SVC 기술의 효과를 제대로 볼 수 없게 된다.

특히 부호화된 계층 중 기본계층의 데이터는 다른 향상계층의 데이터보다 전체 시스템의 성능을 결정짓는 중요한 데이터이다. 그렇기 때문에 기본계층을 기반으로 높은 품질의 영상으로 복원이 가능하다. 기본계층은 향상계층에 지대한 영향을 끼치기 때문에 기본계층을 보호할 특별한 방법이 고려돼왔다[3,4]. 하지만 기존의 연구는 주로 소스 코딩 쪽에 집중되었고 또한 시변 무선 채널 영향은 무시되었다. 참고문헌 [5]에서는 리드 솔로몬 FEC 부호화 기법을 채용한 패킷 손실 복원에 기술하였는데 본 논문에서는 무선 링크 환경에서 터보 코드를 채용하는 기본계층의 성능 개선에 중점을 두는 제안을 하고자 한다.

따라서 본 논문에서는 첫 번째 제안으로서 기본계층에 반복코딩을 적용하였는데 기본계층의 데이터를 반복코딩으로 증가시켜도 높은 향상계층보다 양을 적게 하여 전송지연이 커지는 것을 방지하였다. 그런데 비디오 데이터양을 최소화하는 기술들 중 H.264 압축표준은 기존의 압축표준에 비교하여 큰 성능 향상을 보인다. 하지만 이러한 압축률의 향상은 비디오 프레임 간의 시간 방향의 강한 연관성을 이용하기 때문에, 전송 패킷의 손실에 기존의 비디오 압축 기술보다 많은 취약성을 보이고 있다. 전송되는 패킷 손실을 처리하는 대표적인 기술로는 ARQ (automatic retransmission request)가 있다. 데이터의 전송 시에 오류가 났을 경우 재전송을 통해 성능을 향상 시키는 ARQ는 통신 시스템뿐만 아니라 SVC 스트리밍을 효과적으로 전송하기 위해서도 전송오류제어 기법 설계에 도입됐으며[6,7] 무선 링크 상에서의 TCP를 위한 디자인 설계에서도 언급되었다[8]. 따라서 본 논문의 두 번째 제안에서는 모든 계층이 아닌 가장 중요도가 높은 기본계층에만 재전송을 고려하는 HARQ 방식을 적용하여 전송 지연 문제점이 완화될 수 있었다.

본 논문의 성능 비교방법은 Ⅳ장에서 종래 방법과 제안된 방법으로 실험 결과 성능을 비교하고 Ⅴ장에서 결론을 제시한다.

Ⅱ. SVC와 무선전송요소기술

2.1. SVC [9]

SVC는 단일 비트스트림에 다중영상 계층을 가지는 구조로서 단일 비트 스트림에서 다양한 크기, 화질, 시간을 가지는 영상을 쉽게 복원해 낼 수 있다. 그러므로 SVC 인코딩된 영상 비트스트림을 이용하여 서비스를 요청하는 기기의 크기에 맞게 영상의 크기를 선택하여 전송할 수 있으며, 네트워크 상황에 따라 화질을 조절하는 레이어를 효과적으로 선택하여 전송할 수 있다. SVC에서 각 계층을 살펴보면 최하위 계층을 기본 계층이라 하는데 단일 복원이 가능하다. 추가적인 계층들을 향상 계층이라 하며 기본 계층에 부가적으로 붙어 화질이나 크기 시간 해상도를 증가하게 된다.

2.1.1. 공간적 스케일러빌리티

H.264/SVC에서 지원하는 세 종류의 스케일러빌리티 중 가장 먼저 이루어지는 방법으로, 영상의 크기를 지원한다. 각 공간 계층에 대해 계층 간 중복된 정보를 제거하기 위해 현재 부호화되는 계층의 공간 해상도보다 한 단계 낮은 공간 해상도의 영상신호를 현재 부호화되는 계층의 공간 해상도로 업샘플링하여 예측신호로 사용한다. 예측된 신호는 현재 부호화되는 영상신호와 매크로블록 단위로 차감되며, 이때 발생한 잔여 신호를 부호화한다. 그림 1처럼 기본계층에 QCIF의 크기를 가지는 영상이 저장되고, 더 큰 해상도의 영상들은 향상계층에 저장되게 된다. 그러나 각각 세 개의 계층 코딩으로 인해 시스템이 복잡해지므로 기본계층의 정보를 활용하여 향상계층의 코딩이 이루어진다. 각 계층별로 이루어진 코딩은 기본계층부터 순서대로 하나의 비트열을 생성한다.

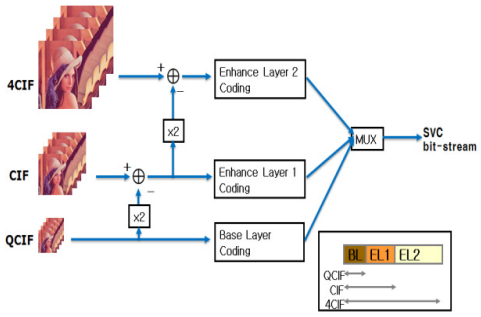

그림 1. 공간적 스케일러빌리티
Fig. 1. Spatial Scalability

2.1.2. 시간적 스케일러빌리티

그림2에서 확인할 수 있듯이, 시간적 레벨에 따라 지원하는 화면 율이 달라진다. 동영상에서 인접하는 영상의 경우 정보의 차이가 다른 위치의 영상보다 적기 때문에 인코딩의 순서가 정해져 있으며, T0인 Key-picture만 전송할 경우 1.875 fps(frame per second)까지 화면 율 지원이 가능하며, T1까지인

B-picture를 포함하여 전송할 경우 3.75 fps까지 지원이 가능하다. T2까지인 B-picture를 포함하여 전송하면 7.5 fps, T3까지 전송한다면 15 fps까지 지원이 가능하게 된다. Key-Picture인 T0가 기본계층에 코딩이 되고, T1이 첫 번째 향상계층, T2들이 두 번째 향상계층이 코딩이 되는 것처럼 시간적 레벨에 따라 각기 다른 계층에 코딩이 되며 기본계층부터 나열되어 하나의 비트 스트림을 이루게 된다.

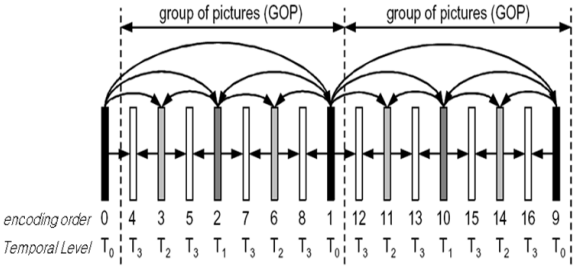

그림 2. 시간적 스케일러빌리티
Fig. 2. Temporal Scalability

2.1.3. SNR 스케일러빌리티

그림 3의 SNR 스케일러빌리티는 영상의 화질을 결정한다. 압축률에 따라 화질이 달라지는데, 양자화에 의한 오차신호를 이전 계층보다 적은 양자화 계수 값으로 보정하여 부호화 한다. 기본계층은 큰 양자화 간격으로써 듬성듬성하게 표현한 후, 계층이 올라갈수록 양자화 간격의 폭을 세밀하게 조정하여보다 미세하게 화질의 계층을 쌓는 방법이다. 기본계층의 순으로 나열하여 하나의 비트스트림을 생성한다.

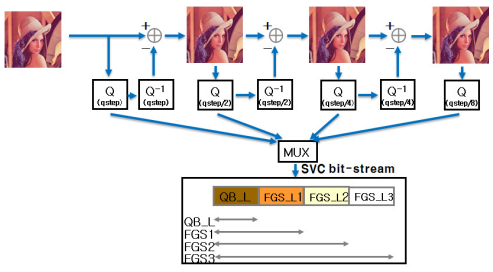

그림 3. SNR 스케일러빌리티
Fig. 3. SNR Scalability

2.2. 무선전송요소기술

2.2.1. 터보코드

통신채널에서 발생되는 전송 오류를 효율적으로 극복하고 보다 정확한 정보의 전송을 달성키 위 해 무선링크 환경에서 향상된 성능을 보이는 터보코딩이 신뢰성을 보장할 수 있는 강력한 코딩 기법으로 발전되었다. 그림 4의 1/3 터보 코드는 비교적 간단한 구조를 가지면서도 샤논의 한계에 근접하는 매우 우수한 오류정정 성능을 제공 한다. 즉, 터보코드의 부호기 및 복호기 구성 방법, 복호의 복잡도 및 복호 지연시간을 감소시키는 복호 알고리즘 개발, 부호기 구성 방법, 복호의 복잡도 및 복호 지연시간을 감소시키는 복호 알고리즘 개발, 부호기 및 복호기의 각종 설계 파라미터에 따른 특성 등에 관해 광범위한 연구가 수행되어 오고 있으며, 이와 동시에 고속의 효율적인 하드웨어 구현을 위한 개발이 진행되고 있다.

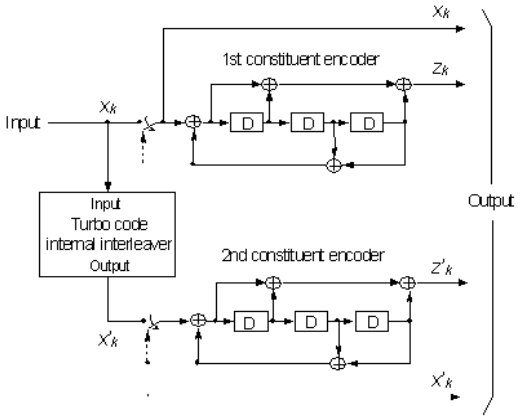

그림 4. 1/3. 터보코드 (3GPP TS 25.212)[10]
Fig. 4. 1/3. Turbo code (3GPP TS 25.212)[10]

2.2.2. HARQ(Hybrid ARQ)

기존의 ARQ는 크게 두 가지 단점이 있는데 첫 번째는 재전송이 RLC 계층에서 이루어지기 때문에 시간 지연이 클 수 있다는 점이며, 두 번째는 기존의 ARQ에서는 최초 수신시 오류가 발생한 패킷은 바로 버림으로써, 그 패킷에 어느 정도 담겨있는 송신 신호에 대한 정보를 이후 재전송 패킷을 수신할 때에는 전혀 사용하지 않는다는 점이 있다. 이 단점을 보완하기 위해 나온 기술이 HARQ이며, 기존의 MAC 계층의 ARQ 기술과 물리 계층의 채널코딩 기술이 결합된 하이브리드 기술이다. 기존 ARQ와 가장 큰 차이는, 비록 오류가 났더라도 최초 전송되었던 패킷 역시 어느 정도는 정보량을 지닌 신호이므로 이를 버리지 않고 재전송된 신호가 수신될 때까지 저장하고 있다가 재전송 신호와 함께 소프트 결합(체이스 결합)을 하거나 혹은 다른 방법으로 함께 사용하여 신호를 복조한다는 점이다.

Ⅲ. 제안 방식 및 시뮬레이션 환경

H.264/SVC 부호화된 시스템에서 기본계층과 향상계층별로 데이터를 추출할 수 있는데 그 중요성이 다르다. 전체 계층 중 기본계층을 기반으로 높은 품질의

영상을 복원할 수 있기 때문에 기본계층의 데이터는 다른 향상계층의 데이터보다 상당히 중요한 정보를 갖고 있다. 또한, 전체 시스템의 성능을 결정짓는 중요한 데이터라고 볼 수 있다. 그러므로 기본계층의 우선순위를 높게 고려하여 가장 높은 신뢰도를 할당함으로써 에러의 확률을 낮추고 성능을 개선하는 방법을 제안한다.

3.1. 제안방식

3.1.1. 기본 계층의 반복 전송

그림 5은 제안에 따른 무선링크 시스템의 구성도인데 이 시스템을 통해 기본계층만 반복적으로 전송하는 방식으로 낮은 복잡도와 기본계층의 신뢰를 증가시킨다. 따라서 그림 6의 종래 방식 전송과는 달리 그림 7의 중요도가 높은 기본계층을 세 번까지 반복적으로 전송하게 되면 신뢰도 향상을 통해 성능을 개선할 수 있다. 또한, 기본계층의 데이터를 반복코딩으로 증가시켜도 한 번만 전송하는 데이터양이 높은 향상계층보다는 양이 적게 하여 전송지연이 커지는 것을 방지했다. 데이터의 반복횟수가 증가할수록 변조 부분에 있어서 높은 전송전력으로 전송한 것과 같은 효과를 얻을 수 있고 또한 시간 축에 동일한 데이터를 여러 번 보내는 것으로 시간 다이버시티 효과를 얻는다.

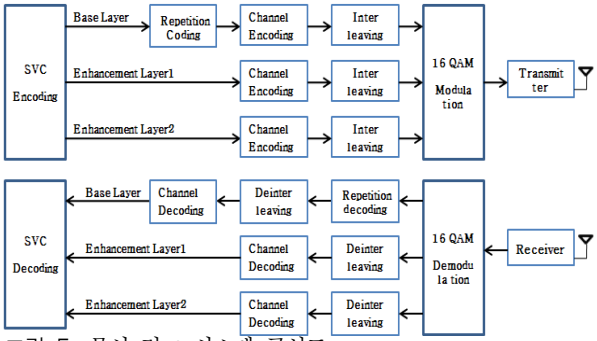

그림 5. 무선 링크 시스템 구성도
Fig. 5. Wireless Communication System diagram

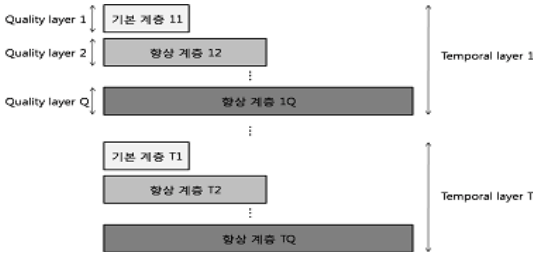

그림 6. 종래기술에 따른 각 계층의 구성
Fig. 6. conventional structure of each layer

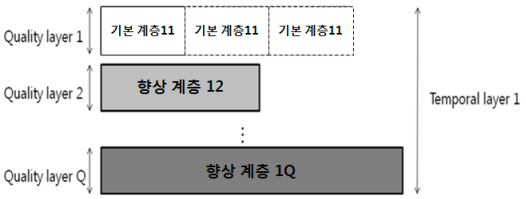

그림 7. 제안에 따른 각 계층의 구성
Fig. 7. proposed structure of each layer

3.1.2. 기본 계층의 HARQ

두 번째 제안은 기본계층에서 에러가 발생한 데이터를 HARQ를 적용하여 재전송 수행으로 기본계층의 신뢰도를 향상하는 방법이다. 일반적인 SVC 영상 데이터 계층별 전송 모습은 그림 9와 같다. 기본계층은 전체 비트열에서 많은 비중을 차지하지는 않지만, 그 중요도에 있어서는 가장 크다. 그러므로 그림 8의 응답신호 처리를 하는 HARQ를 적용하여 에러가 발생한 데이터를 재전송함으로써 신뢰도를 향상시킨다. 하지만 재전송 방식은 그 횟수가 증가할수록 상당한 무선 자원의 낭비를 가져오며 전송지연의 문제가 발생하게 된다. 그러나 이러한 문제는 모든 계층이 아닌 가장 중요도가 높은 기본계층에만 HARQ 방식을 적용하는 것으로 문제점이 완화된다. 위에서 언급한 것처럼 기본계층은 향상계층에 비해 많은 데이터의 양을 가지지 않으므로 재전송 횟수를 줄일 수 있다. 또한, 영상전송은 전송지연에 둔감한 서비스이며 SVC 데이터의 경우 높은 품질의 영상을 수신하기 위해서는 기본계층 이외에 향상계층도 모두 전송을 받아야 하므로 기본계층의 전송 순서를 좀 더 유연하게 조절할 수 있다. 기본계층에 HARQ를 적용하면서 재전송 요청 신호(NACK)를 수신하였을 때 바로 재전송을 하지 않고 일정 시간이 지난 후에 재전송을 하는 방식을 통해 기본계층의 유연한 전송 순서를 가지게 되며 위에 언급한 것처럼 전송지연 문제에 영향이 되지는 않는다. 제안한 방법의 SVC 영상 데이터 전송 형태는 그림 10에 나타나 있다. 기본계층1(BL1)부터 순서대로 전송한 후에 수신에 성공하였으면 수신 단은 ACK 신호를 송신 단에게 전송하게 되나 기본계층2(BL2)의 수신에 실패하여 NACK 신호를 송신 단이 받게 되면 일정 기간 뒤에 다시 기본계층2를 재전송하게 된다. 그러나 향상계층의 수신 실패로 인한 NACK 신호를 받게 되면 송신 단은 재전송을 수행하지 않게 된다.

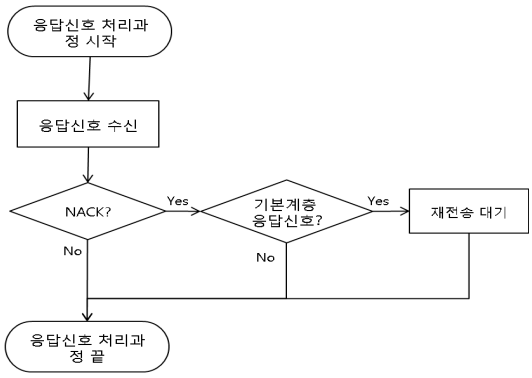

그림 8. 제안에 따른 응답 신호 처리과정의 흐름도
Fig. 8. proposed flow chart of answer signal process

그림 9. 종래 기술에 따른 각 계층 데이터 전송 형태
Fig. 9. conventional data transfer form of each layer

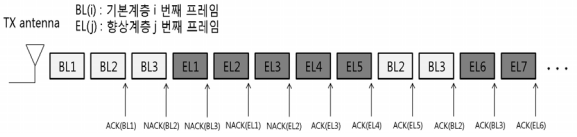

그림 10. 제안 따른 각 계층 데이터 전송 형태
Fig. 10. proposed data transfer form of each layer

3.2. 시뮬레이션 환경

그림 11은 H.264 SVC에 기반을 둔 비디오 스트림 추출 및 제안 방법의 우수성을 검증하기 위한 실험의 단계이다. 실험은 H.264 SVC 부호화, 복호화를 위해서 ITU-T JSVM ver 9.19.14 도구를 사용하였으며, H.264에 의해 부호화된 Layer를 추출하여 본 논문에서 제안하는 모델을 적용한 후 BER과 FER 관점에서 성능차이를 비교하였다. 그 후 복호화된 데이터의 영상을 복원 비교하였다. 실험은 초당 15프레임을 갖는 가로 176, 세로 144 픽셀의 Foreman 컨텐츠를 이용하여 부호화하였다. 실험을 위한 정보는 표 1과 같다.

표 1. 실험을 위한 부호화 옵션
Table 1. encoding option for experiment

Attribute	Value
Number of Test Frame	90
GOP Size	16(Layer 4,9,11)
Number of SNR Layer	3
QP (Layer 0)	34
QP (Layer 1)	28
QP (Layer 2)	24

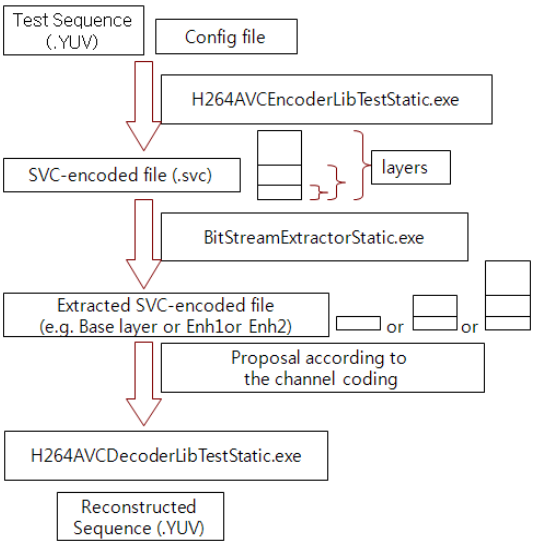

그림 11. 시뮬레이션 실험 단계
Fig. 11. simulation experiment step

위의 옵션으로 부호화된 테스트 컨텐츠의 계층별 속성 정보는 표 2와 같다. 본 실험에서는 추출 가능한 비트스트림 조합 중 계층 4와 계층 9, 계층 14의 세 계층을 사용하였다. 이때의 각 계층이라는 용어는 기본계층부터 해당하는 향상 계층1, 향상 계층2까지의 모든 정보를 포함하는 비트스트림 데이터를 지칭하는 번호이다. H.264 SVC로 부호화된 비트스트림은 그림 12와 같다. 패킷타입은 각각 스트림 헤더, 파라미터 셋, 슬라이스 데이터로 나뉘며 헤더 정보는 버릴 수 없는 데이터에 속한다. 그 이유는 헤더 정보가 손실될 경우 복호화 기에서 강인성에 따라 재생이 불가할 수 있고, 재생된다 하더라도 심한 오류를 발생시킬 수 있기 때문이다. 그림에서 Truncatable 정보는 해당 비트스트림이 중간에 잘릴 수 있는지의 여부를 나타내는데 이는 패킷손실과 비트오류를 버틸 수 있는지를 나타낸다. 이를 위해 본 논문에서는 SVC로 부호화된 데이터 중에서 어떤 계층의 정보를 추출할지를 결정하는 계층 선택을 채널상황에 적절한 비트율과 프레임율인 15의 Layer4, Layer9, Layer14를 추출하여 실험하였다.

무선통신환경에서 우수한 데이터 서비스를 제공하기 위해서는 데이터 전송 시 발생하는 오류를 보상해 줄 수 있는 기법이 필요하다. 표 3은 종래 전송 시뮬레이션의 파라미터를 요약하고 있고 표 4는 본 논문에서 제안된 전송 시뮬레이션 파라미터를 보여주고 있다. 표에서 알 수 있듯이 제안된 전송에서는 반복코딩과 Hybrid ARQ가 추가로 고려되고 있다.

Start-Pos.	Length	Lid	Tid	Qid	Packet-Type	Discardable	Truncatable
0x00000000	159	0	0	0	StreamHeader	No	No
0x0000009f	13	0	0	0	ParameterSet	No	No
0x000000ac	15	0	0	0	ParameterSet	No	No
0x000000bb	16	0	0	0	ParameterSet	No	No
0x000000cb	8	0	0	0	ParameterSet	No	No
0x000000d3	9	0	0	0	ParameterSet	No	No
0x000000dc	9	0	0	0	ParameterSet	No	No
0x000000e5	10	0	0	0	SliceData	No	No
0x000000ef	2688	0	0	0	SliceData	No	No
0x00000b6f	830	0	0	1	SliceData	Yes	No
0x00000ead	2151	0	0	2	SliceData	Yes	No
0x00001714	11	0	0	0	SliceData	No	No
0x0000171f	2808	0	0	0	SliceData	No	No
0x00002267	889	0	0	1	SliceData	Yes	No
0x000025e0	2235	0	0	2	SliceData	Yes	No
0x00002e9b	10	0	1	0	SliceData	Yes	No
0x00002ea5	855	0	1	0	SliceData	Yes	No
0x000031fc	229	0	1	1	SliceData	Yes	No
0x000032e1	840	0	1	2	SliceData	Yes	No
0x00003629	11	0	0	0	SliceData	No	No
0x00003634	2913	0	0	0	SliceData	No	No
0x00004195	857	0	0	1	SliceData	Yes	No
0x000044ee	2284	0	0	2	SliceData	Yes	No
0x00004dda	10	0	1	0	SliceData	Yes	No
0x00004de4	687	0	1	0	SliceData	Yes	No
0x00005093	134	0	1	1	SliceData	Yes	No
0x00005119	690	0	1	2	SliceData	Yes	No
0x000053cb	11	0	0	0	SliceData	No	No

그림 12. H.264 SVC 부호화된 BitStream 속성
Fig. 12. H.264 SVC encoded BitStream attribute

표 2. 실험 컨텐츠의 Layer 별 속성 정보
Table 2. Layer attribute data of experiment contents

Layer	Frame rate	Bit rate
0	0.9375	21.70
1	1.875	29.10
2	3.75	40.50
3	7.5	54.40
4	15	70.60
5	0.9375	28.20
6	1.875	37.60
7	3.75	52.40
8	7.5	70.70
9	15	91.80
10	0.9375	44.80
11	1.875	61.10
12	3.75	86.20
13	7.5	118.40
14	15	156.50

표 3. 종래 전송 시뮬레이션 파라미터
Table 3. conventional transmission simulation parameter

Data rate	163200 bit/s	816 bit/5ms
modulation	16 QAM	
Channel coding	1/3 Turbo coding	
Length of frame	816 bit/frame	

SVC parameter	Base Layer (BL)	Enhancement Layer 1 (EL1)	Enhancement Layer 2 (EL2)
# of layer	1	1	1
Length of layer	160000 bit	768000 bit	2304000 bit
# of frame each layer	23	121	362

표 4. 제안된 전송 시뮬레이션 파라미터
Table 4. proposed transmission simulation parameter

Data rate	163200 bit/s	816 bit/5ms
modulation	16 QAM	
Channel coding	1/3 Turbo coding , Repetition coding	
ARQ	Hybrid ARQ	
ARQ retransmit delay	5ms	
# of retransmission	1	
Length of frame	816 bit/frame	

SVC parameter	Base Layer (BL)	Enhancement Layer 1 (EL1)	Enhancement Layer 2 (EL2)
# of layer	1	1	1
Length of layer	160000 bit	768000 bit	2304000 bit
# of frame each layer	23	121	362

Ⅳ. 성능 분석

4.1. BER, FER, 수율 성능

본 논문에서 제안한 기본계층 반복전송과 HARQ 적용해 재전송을 고려한 성능 결과는 그림 13, 그림 14에서 보여준다. 종래방법으로 전송한 것과 제안된 방법으로 전송한 것의 BER, FER 성능 차이를 비교하였다. 여기서 x축 transmitted SNR은 한번에 전송되는 비트당 에너지와 잡음의 전력 스펙트럼의 비로 정의된다. 첫 번째 제안 방법에서 기본계층을 세 번 반복 전송한 결과 SNR=3.4dB 기준으로 BER=4x10-4 정도를 보이고 FER=1.5x10-2 성능을 보였다. 또한, 첫 번째 제안인 기본계층만 반복 전송한 결과와 두 번째 제안 방법인 기본계층에 한 번의 재전송을 포함하는 HARQ을 적용하여 BER, FER 성능 차이를 비교하였다. HARQ를 추가로 적용한 결과는 SNR=3.4dB 기준으로 BER=1.5x10-5 성능을 보였고 FER=1.2x10-3 성능을 보여주었다. HARQ 적용한 결과는 SNR=4.3dB에서 약 열배 정도의 오율 개선을 가져왔다. 따라서 기본계층 반복전송 제안과 HARQ를 적용한 제안은 기본계층 반복전송제안이나 일반적인 기본계층 성능보다 우수함을 보여준다. 그림 15는 실험을 통한 모든 제안의 수율 성능을 보여준다. 기본계층을 반복전송 한 제안 결과와 기본계층만 HARQ를 적용한 결과를 종래전송 수율과 비교하였더니 종래전송은 SNR=8dB 에서 85% 수율 성능을 보였고 반복전송의 첫 번째 제안 수율과 HARQ를 적용한 두 번째 제안 수율은 SNR=3.5dB 이상에서 100% 수율을 보인다. 여기서 3.5dB의 SNR 기준은 오율이 높은 환경에서 성능을 비교한 것이므로 SVC 기반의 비디오 전송에 아주 유용한 성능을 보여준다.

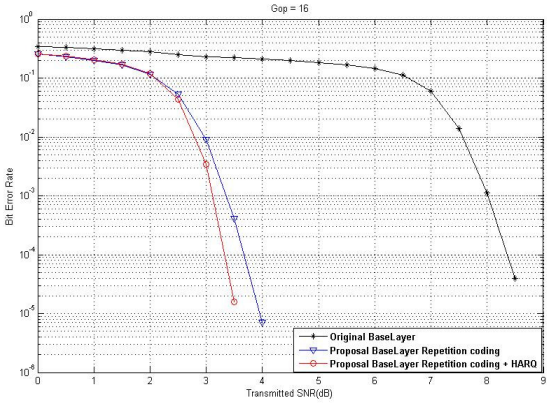

그림 13. 종래 전송 vs. 반복 전송 vs. HARQ 적용 전송 방법의 BER 성능그림
Fig. 13. BER performance of Original transmission vs. Repetition transmission vs. HARQ application transmission

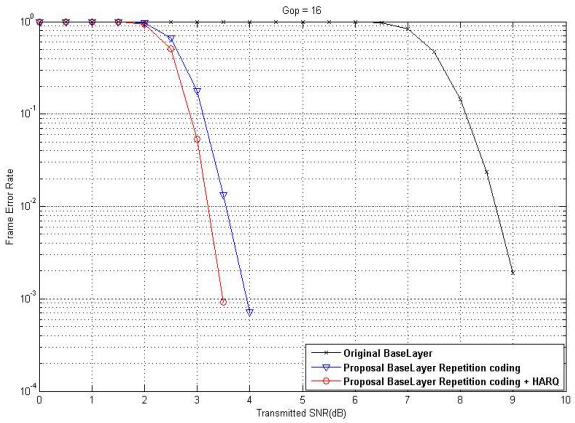

그림 14. 종래 전송 vs. 반복 전송 vs. HARQ 적용 전송 방법의 FER 성능
Fig. 14. FER performance of Original transmission vs. Repetition transmission vs. HARQ application transmission

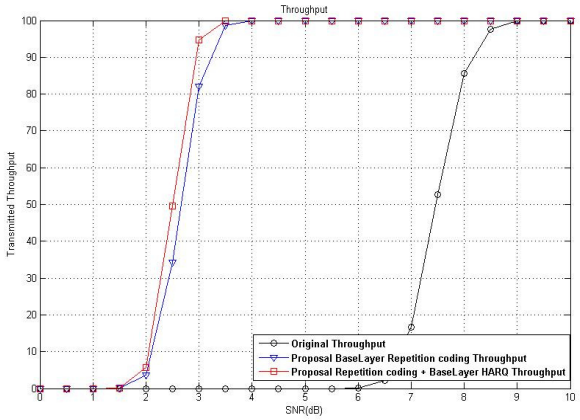

그림 15. 종래 전송 vs. 반복 전송 vs. HARQ 적용 방법의 수율 성능
Fig. 15. Throughput performance of Original transmission vs. Repetition transmission vs. HARQ application transmission

4.2. 영상 성능

그림 16은 제안이 없는 종래 방법으로 전송하였을 때 8dB에서 영상 성능 결과이고 기본계층만 반복 코딩 한 첫 번째 제안을 영상으로 성능 분석 한 경우 SNR=3.4dB에서 그림 17과 같은 결과를 확인 할 수 있다. 그림 18은 기본계층만 반복 전송 한 제안과 기본계층만 HARQ를 적용 한 제안을 모두 포함하여 전송했을 때 3.4dB에서 영상 결과이다. 따라서 종래 방법으로 전송하였을 때는 오율이 낮은 환경인 8dB에서 그림 16의 약간 깨진 화질을 보였고 제안된 방법으로 전송하였을 경우 결과는 에러 율이 더 높은 환경인 3.4dB에서 그림 18의 화질처럼 더 좋아지고 깨짐 없는 결과를 가져왔다.

그림 16. 종래 방법 영상 (SNR=8dB)
Fig. 16. conventional decoding picture (SNR=8dB)

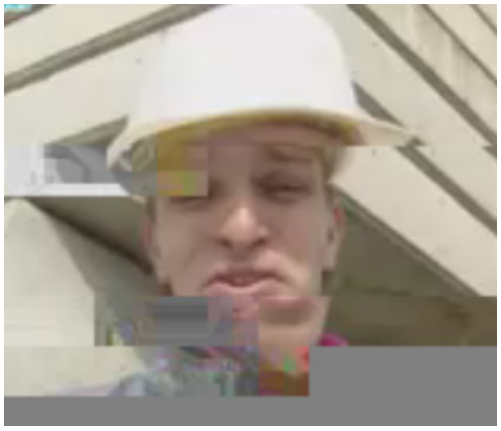

그림 17. 기본계층의 반복전송 적용 제안 영상 (SNR=3.4dB)
Fig. 17. proposed Repetition transmission picture of base layer (SNR=3.4dB)

그림 18. 기본계층의 반복전송 및 HARQ 적용 제안 영상 (SNR=3.4dB)
Fig. 18. proposed Repetition transmission + HARQ application picture of base layer (SNR=3.4dB)

V. 결 론

본 논문에서 제안하는 방법은 효과적인 비디오 부

호화 기술인 H.264 SVC에 기반으로 부호화된 기본계층, 향상계층1, 향상계층2를 GOP size 16일 때를 추출하여 무선링크 환경에서 전송하였을 때 BER과 FER의 성능을 확인하였다. 기본계층의 신뢰도를 향상시키기 위하여 기본계층을 연달아 세 번 전송하는 방법과 오류 발생 시 기본계층만 HARQ를 적용하여 재전송을 수행하는 방법을 제안하였다. 따라서 본 논문에서 제안한 성능은 낮은 SNR 영역인 3.4dB 환경에서 기존 방법보다 향상된 결과를 얻을 수 있어 앞으로 무선 동영상 전송 기술에 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 생각한다. 그런데, 반복 전송 시 증가하는 데이터 전송량 및 수신기에서의 복잡도 증가를 줄여주기 위하여 향후 연구로는 고차원 변복조 기법을 고려한 SVC 성능 개선 방안을 진행하고 있다.

참 고 문 헌

[1] Jechang Jeong, ″H.264/AVC video compression standard″, *Hongrung Publishing Company*, 2005.

[2] ISO/IEC JTC 1/SC29/WG11:"Text of ISO/IEC 14496-10:2006/PDA M3 Scalable Video Coding", *MPEG76 /N8015*, Montreux, April 2006.

[3] Jun Xu, Xiaokang Yang, Shibao Zheng, and Li Song, ″Group-of-pictures-based unequal error protection for scalable video coding extension of H.264/AVC″, *Optimal Engineering*, 48(6) OE Letters, 060502, June. 2009.

[4] Hojin Ha, Changhoon Yim, ″Layer-Weighted Unequal Error Protection for Scalable Video Coding Extension of H.264/AVC″, *IEEE Transactions in Consumer Electronics*, 54(2) pp.736-744, May. 2008.

[5] Hojin Ha, Changhoon Yim, Young Yong Kim "Packet Loss Recovery for H.264 Video Transmission Over the Internet" *The journal of KICS*, 32(10) 2007.

[6] Kwangdeok Seo, Kwangdeok Seo, JeongJu Yoo, ″A Hybrid Scheme of the Transport Error Control based FEC/ARQ for SVC Video transmission″, *Telecommunications Review.*, 19(1), pp.165-178, 2 .2009.

[7] Kwangdeok Seo, Chulwook Moon, Kwangdeok Seo, JinSoo Kim, ″A Hybrid Scheme of the Transport Error Control for SVC Video Streaming″, *Journal of KIISE*, 36(1), pp.34-42, 2. 2009.

[8] F.Vacirca, A. Vendictis, and A. Baiocchi, ″Optimal design of hybrid FEC/ARQ schemes for TCP over wireless links with Rayleigh fading,″ *IEEE Trans. Mobile Computing*, 5(4), pp.289-301, Apr.2006.

[9] H.Schwarz, D.Marpe, and T.Wiegand, ″Overview of the scalable video coding extention of the H.264/AVC standard,″ *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technol.*, 17(9), pp.1103-1120, Sep.2007.

[10] 3GPP TS 25.212, ″RAN: Multiplexing and channel coding (FDD),″ V7.6.0, *http://www.3gpp.org*, Seprember 2007.

[11] DongHa Han, SeungHoon Hwang, "Research on the performance enhancement for SVC base layer with repetition Transmission in the wireless link" *Summer Conference of KICS*, 2011.

안 성 균 (Sung-Kyun Ahn)

2011년 한림대학교 전자공학과 학사

2011년~현재 동국대학교 전자공학과 석사과정

<관심분야> 무선통신, 멀티미디어통신

한 동 하 (Dong-Ha Han)

2011년 동국대학교 전자공학과 학사

2011년~현재 동국대학교 전자공학과 석사과정

<관심분야> 무선통신, 이동통신

황 승 훈 (Seung-Hoon Hwang)

1999년 연세대학교 박사

1999년~2005년 LG전자 이동통신기술연구소 책임연구원

2003년~2005년 영국 사우스햄턴대학교 Visiting Research Fellow

2010년 미국 스탠퍼드대학교 Visiting Professor

2005년~현재 동국대학교 교수

<관심분야> 무선 및 이동통신 시스템 및 요소기술, cognitive radio