

특집논문-05-10-3-08

에러 강인성 향상을 위한 다상 다운 샘플링 적용 H.264 동영상 부호화 기술

정은구^{a)*}, 지아 지예^{b)}, 김해광^{a)}, 최해철^{c)}, 김재곤^{c)}Error-Resilience Enhancement based on Polyphase Down Sampling
for the H.264 Video Coding TechnologyEun Ku Jung^{a)*}, Jie Jia^{b)}, Hae Kwang Kim^{a)}, Hae Chul Choi^{c)}, and Jae Gon Kim^{c)}

요 약

이 논문에서는 다상 다운 샘플링 (polyphase down sampling)에 기반 한 다중 부호화 기법 (multiple description coding)을 H.264 동영상 기술에 적용한 기술을 제시한다. 먼저 입력된 원 매크로블록에 대해서, 움직임 보상된 잔여 매크로블록을 계산한다. 제안하는 기술은 이 잔여 매크로블록을 DCT, 양자화, 엔트로피 부호화 과정을 거쳐 부호화하는 H.264 동영상 부호화 기술에 있어서 DCT 처리 이전에 다상 다운 샘플링을 적용하여 하나의 매크로블록을 4 개의 기술(description)로 나누어 각각을 부호화한다. 복호화에 있어 4 개의 기술이 모두 수신되면, 원래의 영상을 완전히 복호하고, 일부 기술이 수신되지 않으면, 에러 없이 수신된 기술로부터 보간법에 의해 원래의 영상과 유사한 영상을 복호한다. 모의실험은 JVT SVC(Scalable Video Coding) 표준화를 위한 9 개 시험 동영상 전체에 대해 다양한 패킷 손실 형태의 환경에서 수행 되었다. 실험 결과는 제안된 방법이 H.264 기반의 슬라이스 그룹 맵에 기반 한 에러 숨김 방법보다 0.5-5 dB 향상된 성능을 보여주었다.

Abstract

This paper presents a polyphase down sampling based multiple description coding applied to H.264 video coding standard. For a given macroblock, a residual macroblock is calculated by motion estimation, and before applying DCT, quantization and entropy coding of the H.264 coding process, the polyphase down sampling is applied to the residual macroblock to code in four separate descriptions. Experiments were performed for all the 9 test sequences of JVT SVC standardization in various packet loss patterns. Experimental results show that the proposed one gives 0.5 to 5 dB enhancement over an error-concealment based on the slice group map technology.

Keywords : Multiple Description Coding, Error-Concealment, H.264, Polyphase Down Sampling

I. 서 론

H.264는 최근에 완성된 동영상 압축 표준으로서 매우 높은 압축 성능을 보여준다. 그러나 높은 압축 성능은 이론적으로는 통신상의 신호 손실에 매우 민감하다.

a) 세종대학교 소프트웨어공학과

Dept. of Software Engineering, Sejong University

b) 세종대학교 소프트웨어공학과

Dept. of Software Engineering, Sejong University Xidian University, China

c) 한국전자통신연구원 디지털방송연구단 방송미디어연구그룹

Broadcasting Media Research Group, Digital Broadcasting Research Division, ETRI

최근 동영상은 패킷 손실이 일어나는 인터넷과 모바일 환경에서 급격히 보급되어 가고 있어 동영상 부호화 기술은 이러한 에러에 강인한 특성이 요구된다.

H.264 기술은 여러 에러에 강인한 기술 도구로서, 슬라이스, 중복 슬라이스(redundant slice), 예비 픽처 (spare picture), FMO (Flexible Macroblock), ASO (Arbitrary Slice Order), SP/SI (Switching Picture), 데이터 분할(Data Partitioning) 등의 도구를 포함하고 있다^{[1][2]}.

에러에 강인한 기술은 기본적으로 데이터에 중복성을 증가하는 것에 의해 달성하며, 원래의 데이터를 손실 없이 복구하기 위한 방법과, 원래의 데이터에 최대한 가까운 데이터를 복구하기 위한 에러 숨김 (Error-concealment)의 방법이 있다^{[3][4]}.

에러 숨김을 위해서 최근 다중 기술 부호 (Multiple description coding) 기술을 동영상 부호화에 적용한 기술들이 많이 연구되고 있다. 본 논문에서는 다중 기술 부호 기술 중 하나인 다상 다운 샘플링 (Polyphase down sampling) 기술을 H.264에 적용한 기술을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 H.264 에러 강인성 기술들을 좀 더 자세하게 소개하고 III장에서는 다중 기술 부호 기술들과 함께 제안하는 H.264 동영상 기술에 기반 한 다상 다운 샘플링을 적용한 다중 기술 부호 기술을 소개한다. 그리고 IV장에서는 9개의 JVT SVC 표준 시험 동영상에 대해 실시한 실험 방법 및 실험 결과를 제시하고 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. H.264 에러 강인성 기술

H.264 동영상 표준은 여러 가지의 패킷 손실에 대비한 기술들을 제공한다. 먼저 하나의 프레임은 매크로블록의 그룹인 슬라이스로 분할된다. 하나의 슬라이스는 동일 프레임의 다른 슬라이스에 독립적으로 부호화되어, 다른 슬라이스의 손실에 의한 에러의 전파를 방지한다. 중복 슬라이스는 하나의 슬라이스를 여러 번 중복하여 보내는 기술로서, 하나의 슬라이스가 손실되더라도, 중복된 슬라이스에 의해 복구하는 기술이다. H.264는 중복 슬라이스의 부

호화에 있어 더 높은 QP를 사용하여 필요에 따라 화질이 저하된 같은 내용의 영상 정보를 보낼 수 있도록 하고 있다. 예비 픽처는 H.264의 SEI (Supplementary Enhancement Information)의 정보로서, 하나의 픽처가 손상되었을 때 이를 대체하는 이미 복호화 된 픽처를 지시하여 에러를 숨기는 기능을 제공한다. FMO는 종전의 하나의 프레임에서 라스터 스캔 (raster scan)의 순서에 따른 매크로블록들의 그룹으로서의 슬라이스에 대한 제한을 없앤다. 슬라이스 그룹은 전경/배경, 체크보드, 워터링 등의 모드(mode)들이 있다. 전경/배경 모드는 하나의 프레임을 중심 슬라이스 그룹과 주변 슬라이스 그룹으로 나누어, 관심 영역 부호화하기 위한 기술이다. 체크 보드 모드는 하나의 프레임의 매크로블록들을 QuinCunx 서브 샘플링 하여 두 개의 슬라이스 그룹으로 부호화한다. 하나의 슬라이스 그룹이 손실되면 다른 손실되지 않은 슬라이스 그룹에 의해 예측되어 에러 숨김을 할 수 있다. 워터링 모드는 매크로블록의 부호화 순서가 중심부에서 외부로 나선형으로 회전하는 순서로 진행되어, 인터넷 등에서 패킷 전송이 중지하더라도 사용자가 중심부의 영상 정보를 먼저 볼 수 있도록 한다. ASO는 슬라이스의 전송 순서가 종래의 첫 번째 매크로블록의 라스터 스캔 순서로 하는 제한을 해제하여 임의의 순서로 전송할 수 있도록 한다. FMO의 워터링과 마찬가지로 중심의 슬라이스를 사용자가 먼저 볼 수 있는 기능을 제공할 수 있다. SP/SI는 부호화된 동영상의 하나의 슬라이스를, 다른 참조 프레임을 사용해서 중복해서 부호화하는 기술이다. 이 기술은 비트스트림의 스위칭 응용으로서도 사용되지만 에러 강인성 기술로도 사용할 수 있다. 데이터 분할은 UEP (Unequal Error Protection) 기술을 제공하는 것으로 하나의 슬라이스를 움직임 벡터 등을 포함한 헤더 정보와 같은 매우 중요한 정보와 DCT 계수 등 덜 중요한 정보 등으로 분할하여 부호화함으로써 중요한 정보에 더 많은 에러 보호를 할 수 있도록 하는 기술이다. H.264는 NAL(Network Adaptation Layer) 기술에 의해 시퀀스 헤더 정보, 픽처 헤더 정보 및 슬라이스, 데이터 분할된 슬라이스를 지시하여 통신 층에서 중요도에 따라 에러에 강하도록 전송할 수 있도록 하고 있다.

III. 다상 다운 샘플링 적용 H.264 동영상 다중 부호화 기술

H.264의 여러 강인성 도구들 중에서 FMO의 체크보드 모드는 하나의 슬라이스 그룹이 손실되었을 경우, 손실된 매크로블록들을 다른 슬라이스 그룹의 인접한 매크로블록들로 대체하는 여러 숨김 기능을 제공한다. 이 방법은 대체에 사용되는 매크로블록의 픽셀의 위치가 공간적으로 멀기 때문에 원래의 매크로블록에 유사한 정보를 얻기 힘들다는 문제가 있고 또한 동영상 부호화 효율도 떨어진다.

이 논문에서는 이러한 단점을 해결하기 위해서 다상 다운 샘플링을 사용한 다중 기술 부호를 H.264에 적용하는 방법을 제시한다.

1. 다상 다운 샘플링 기반 다중 부호화 기술

최근 많이 연구되고 있는 다중 부호화 기술은 데이터를 여러에 강하게 하도록 하는 기술의 하나이다. 하나의 원 데이터를 분할하여 여러 기술(description)들로 부호화하는데, 이 때 기술들은 다중 양자화 등의 방법으로 중복성을 갖도록 한다^[5]. 예를 들어 데이터 D는 Description1과 Description2의 두 개로 부호화하여 각각 독립적으로 송신한다. 복호기는 Description1과 Description2를 모두 손실 없이 수신하면, 원대로 데이터 D를 복호하고, Description 1이나 Description 2 중 하나만을 수신하더라도, 원래의 데이터 D에 가까운 동영상을 복호하게 된다. 다상 다운 샘플링 다중 부호화 기술은 동영상 부호화에 적용되었다^[6].

다상 다운샘플링 기술은 다중 부호화에 있어 이웃한 픽셀 사이의 자연스러운 상관관계를 활용하는 것이다. 그림 1은 이 논문에서 H.264 동영상 기술에 적용한 다상 다운 샘플링을 보여 준다. 다상 다운샘플링은 매크로블록을 구성하는 8x8 서브 블록 단위로 수행된다. 그림 1 (a)는 다상 다운 샘플링 이전의 원 8x8 블록이고, 그림 1 (b)는 다상 다운 샘플링 처리 후의 재배열된 8x8 블록이다. 재배열 후의 8x8 블록을 구성하는 각 4x4 블록은 부호화되어 서로 다른 기술(description)을 구성하게 된다. 모든 기술들이 손실되는 경우가 아니면, 손실된 4x4

블록의 픽셀들은 손실되지 않은 4x4 블록에 의해 보간법을 사용하여 유사한 값으로 복구될 수 있다. 이러한 다상 다운 샘플링은 4x4 크기의 DCT를 사용하는 H.264 동영상에 적합하다.

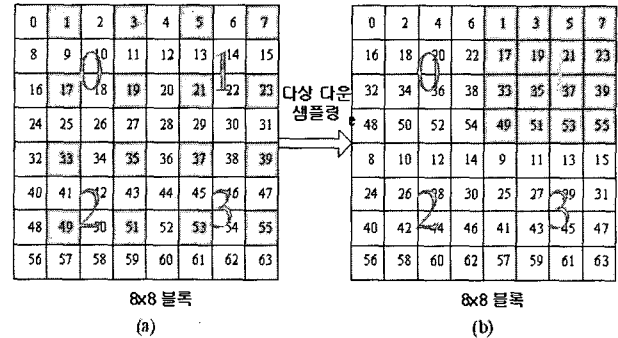


그림 1. 다상 다운 샘플링
Fig 1. Polyphase Down Sampling

제안하는 다상 다운 샘플링 과정은 8x8 블록의 픽셀 위치의 재배열 과정으로서 수식 (1)에 의해 표현된다. 8x8 블록에서의 픽셀의 위치 (r_o, c_o) 는 다상 다운 샘플링에 의해 (r_a, c_a) 의 위치로 변경된다.

$$\begin{aligned} r_a &= (r_o \bmod 2) \times 4 + (r_o / 2) \\ c_a &= (c_o \bmod 2) \times 4 + (c_o / 2) \end{aligned} \quad (1)$$

부호화 과정에서 다상 다운 샘플링에 의해 변경된 픽셀의 위치 (r_a, c_a) 는 복호화 과정에서 식 (2)에 의해 원래의 위치 (r_o, c_o) 로 변경된다.

$$\begin{aligned} r_o &= 2 \times [r_a - (r_a / 4) \times 4] + (r_a / 4) \\ c_o &= 2 \times [c_a - (c_a / 4) \times 4] + (c_a / 4) \end{aligned} \quad (2)$$

2. 다상 다운 샘플링 H.264 동영상 복부호화기

그림 2는 다상 다운 샘플링이 적용된 H.264 표준 부호화기의 블록도를 보여준다. 다상 다운 샘플링 과정은 움직임 예측에 의해 생성된 잔여 매크로블록에 대해 4x4 DCT 변환 과정 전에 수행된다.

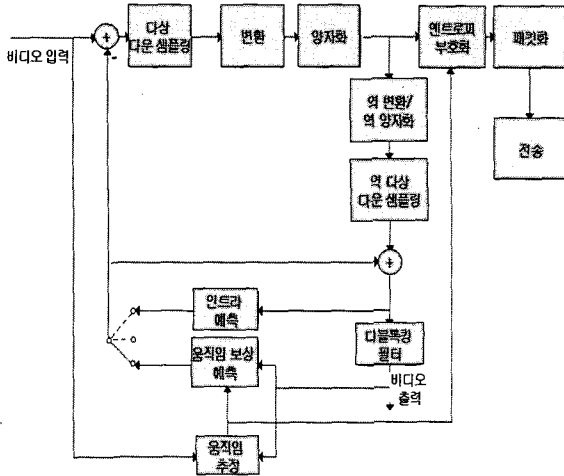


그림 2. 다상 다운 샘플링 적용 H.263/AVC 부호화기 블록도
 Fig 2. Polyphase down sampling applied H.264/AVC encoder block diagram.

그림 3은 그림 2의 부호화기에 대한 의사 코드를 보여준다. 인트라 매크로블록은 부호화 효율이 감소되기 때문에, 움직임벡터에 의한 잔여 매크로블록에 대해서만 다상 다운 샘플링을 적용하였다.

```

    • Read one frame from the original YUV file
    • For each slice do:
        {
            For each MB do:
                {
                    Motion estimation and mode decision;
                    If (MB mode is Intra mode)
                    {
                        Code MB as with conventional coder;
                    }
                    Else
                    {
                        For each 8*8 block do:
                            {
                                Motion-compensated prediction;
                                Polyphase Down Sampling
                                Transformation, Quantization and Entropy Coding;
                            }
                        }
                    }
                }
            Write one MB data;
        }
    • Deblock frame;
    • Save reconstructed frame;
    
```

그림 3 다상 다운 샘플링 적용 H.264 부호화 알고리즘 의사 코드
 Fig 3. Polyphase down sampling applied H.264 encoder algorithm pseudocode

그림 4는 다상 다운 샘플링 적용 H.264 복호 알고리즘의 의사 코드를 보여준다. 다상 다운 샘플링 부호화기는 역 다상 다운 샘플링 과정을 역 DCT 변환 다음에 수행한다. 손실된 4x4 블록의 픽셀 값들은 수신된 주변 4x4 블록을 사용해서 보간법에 의해 에러 은닉을 수행한다.

```

    • Network layer packet loss detection.
    • If (packet loss detected) do:
        {
            Get the position of the 4*4 block in its' corresponding MBs;
            Set the corresponding 4*4 block residual error to "0";
            Decode the erroneous frame;
            Error concealment;
        }
        else
        {
            decode as with conventional decoder;
        }
    • Display one frame.
    
```

그림 4. 다상 다운 샘플링 적용 H.264 복호화 알고리즘 의사 코드
 Fig 4. polyphase down sampling applied H.264 decoder algorithm pseudocode

3. 데이터 분할

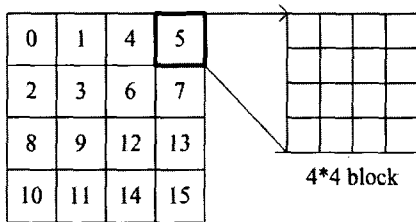
H.264 동영상 부호화 표준에서 UEP를 위한 데이터 분할 방법은 하나의 슬라이스를 움직임 벡터 등의 헤더정보를 포함하는 A분할 NAL, 인트라 DCT 계수를 포함하는 B 분할 NAL, 잔여 DCT 계수를 포함하는 C 분할 NAL로 나누어, 복호의 중요도에 따라 다른 통신 채널로 보낼 수 있도록 하고 있다. 이 방법은 예를 들어 하나의 슬라이스의 C 분할 NAL이 손실되었을 경우, 공간적으로 멀리 있는 주변의 슬라이스 정보를 사용하여 은닉을 하여야 하기 때문에 손실된 정보와 유사한 정보를 재구성하는 것이 매우 어렵다. 기존의 H.264에서 최선의 에러은닉은 FMO의 체크보드 슬라이스그룹 모드를 사용해서 주변의 매크로블록들을 이용하여 에러 은닉을 하는 것으로서 부호화 효율이 감소된다.

여기서는 제안된 다상 다운 샘플링 다중 부호 기술을 위한 데이터 분할 방법을 설명한다. 슬라이스의 움직임 벡터 등의 헤더 정보는 헤더 분할 NAL 을 형성한다. 식 (3)은 슬라이스의 부호화된 4x4 블록 DCT 계수에 대한 데이터

분할 방법 예를 나타낸다.

$$P(n) = \{blk_{m,i} \mid (i \% N) = n, i = 0, 1, 15; m = 0, 1, M\} \quad (3)$$

여기서 N은 슬라이스의 4x4 블록 DCT 계수를 분할하는 분할 NAL의 총 수이다. P(n)은 n 번째 분할 NAL을 의미한다. $blk_{m,i}$ 는 m 번째 매크로블록의 i 번째 4x4 블록이다. 그림 5는 하나의 매크로블록에서 4x4 블록의 순서 i를 보여준다. M은 슬라이스를 구성하는 매크로블록의 수이다.



Luma MB (1—15 represent 4*4 block number)

그림 5 데이터 분할을 위한 매크로블록에서의 4x4 블록 순서
Fig. 5. the order of 4x4 blocks in a macroblock for the proposed data partitioning

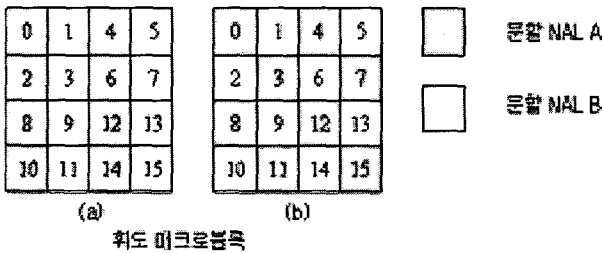


그림 6. 데이터 분할 예
Fig. 6. Examples of data partition.

예를 들어 N=2이면 슬라이스의 DCT 계수는 2 개의 분할 NAL로 분할된다. 첫 번째 분할 NAL은 $i = 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14$ 인 $blk_{m,i}$ 에 속하는 DCT 계수들을 포함하고, 두 번째 분할 NAL은 나머지 블록에 속하는 DCT 계수들을 운반한다. 그림 6의 왼쪽 매크로블록은 식 (1)에 따른 분할을 나타낸다.

그림 6에서 회색 부분으로 표시된 분할 NAL의 블록들이 손실되면, 이 손실된 정보는 손실되지 않은 흰색 부분으로 표시된 분할 NAL에 의해 에러 은닉 될 수 있다. 그림 6에서 오른쪽 매크로블록은 데이터 분할의 다른 예를 보여 준다.

IV. 실험 방법 및 결과

이 논문에서 제안된 다상 다중 샘플링 적용 H.264 부호화기 (PD-H.264)와 H.264 부호기에 대해 에러 강인성에 대한 비교 실험을 총 9개의 JVT SVC 표준에서 사용되는 시험 동영상에 대해 수행하였다. 데이터 분할은 두 방법 모두 그림 6 (a)의 방법을 사용하였다. 에러 환경은 각 시험 동영상에 대해 임의의 프레임 위치에서 2 개의 연속적인 프레임에서 각각 분할 0가 손실되도록 하였다. 에러 은닉 방법은 두 방법 모두, 움직임 벡터를 사용하여 참조 프레임으로부터 픽셀을 대체하는 방법을 사용하였다^[8]. 실험 결과는 각 시험 동영상에 대해 프레임 마다 PSNR을 추출하여 만든 그래프와 평균 PSNR을 구해 비교하였다.

시험에 사용된 부호화 환경 변수는 표 1과 같이 설정하였다.

표 1 부호화기 실험 환경 변수 설정
Table 1. Test encoder parameter setting

환경 변수	값
영상 포맷	QCIF(176×144) YUV 4:2:0
프레임 율	15 frames/sec
시퀀스 형태	IPPPPPPP
참조프레임 수	5
엔트로피부호화	CABAC
양자화 계수	26
움직임벡터	검색 범위 제한 없음.
R-D최적화	On
프레임 당 슬라이스 수	1

표 2는 Soccer 시험 동영상에 대한 실험 결과 요약을 보여준다. 손실이 발생한 프레임은 125번째와 126번째이다. 평균 PSNR은 제안한 PD-H.264가 35.55 dB, H.264가 34.36 dB로서 1 dB가 넘는 화질 향상 효과를 보여주며 프레임 별로 1 dB에서 최대 3 dB까지의 화질 향상 효과의 결과를 얻었다. 그림 7은 표 2의 Soccer 시험 동영상 실험 결과를 프레임 별 PSNR의 비교하여 보여준다. PD-H.264가 에러 파급 억제 효과가 우수하다는 것을 보여준다.

표 2. Soccer 동영상에 대한 실험 조건 과 결과
Table 2. Test condition and experimental results of soccer test sequence

오류 프레임	125th, 126th
평균 PSNR (PD-H.264 vs. H.264)	35.55 vs. 34.36 dB
비트율(Kbit/s) @15.00 fps	192 kbit/s
프레임의 PSNR 개선	1 - 3 dB

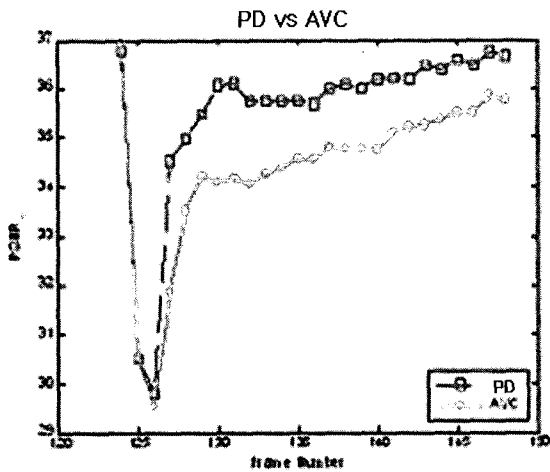


그림 7. Soccer 동영상의 프레임-PSNR 비교 그래프
Fig 7. PSNR vs frame number curve for Soccer test sequence(PD : Polyphase Downsampling)

표 3는 City 시험 동영상에 대한 실험 결과 요약을 보여준다. 손실이 발생한 프레임은 9번째와 10번째이다. 평균 PSNR은 제안한 PD-H.264가 34.25 dB, H.264가 32.80 dB로서 2 dB가 넘는 화질 향상 효과를 보여주며 프레임 별로

0.5 dB에서 최대 3.5 dB까지의 화질 향상 효과의 결과를 얻었다.

표 3. City 동영상에 대한 실험 조건 과 결과
Table 3. Test condition and experimental results of city test sequence

오류 프레임	9th, 10th
평균 PSNR (PD-H.264 vs. H.264)	34.25 vs. 32.80 dB
비트율(Kbit/s) @15.00 fps	96 kbit/s
프레임의 PSNR 개선	0.5 - 3.5 dB

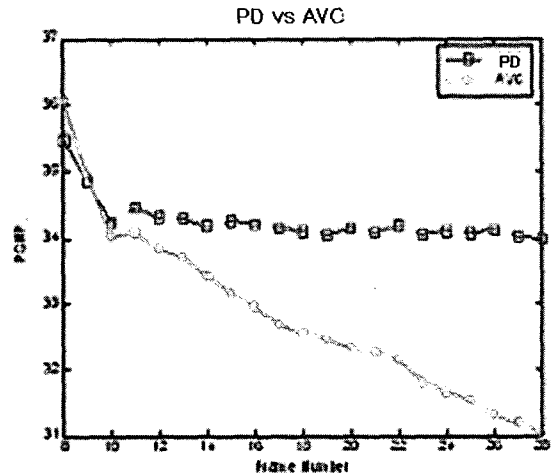


그림 8. City 동영상의 프레임-PSNR 비교 그래프
Fig 8. PSNR vs frame number curve for City test sequence

그림 8은 표 3의 City 시험 동영상 실험 결과를 프레임 별 PSNR의 비교를 보여준다.

표 4는 Foreman 시험 동영상에 대한 실험 결과 요약을

표 4. Foreman 동영상에 대한 실험 조건 과 결과
Table 4. Test condition and experimental results of foreman test sequence

오류 프레임	76th, 77th
평균 PSNR (PD-H.264 vs. H.264)	35.67 vs. 33.11 dB
비트율(Kbit/s) @15.00 fps	128 kbit/s
프레임의 PSNR 개선	1 - 4 dB

보여준다. 손실이 발생한 프레임은 76번째와 77번째이다. 평균 PSNR은 제안한 PD-H.264가 35.67 dB, H.264가 33.11 dB로서 2 dB가 넘는 화질 향상 효과를 보여주며 프레임 별로 1 dB에서 최대 4 dB까지의 화질 향상 효과의 결과를 얻었다.

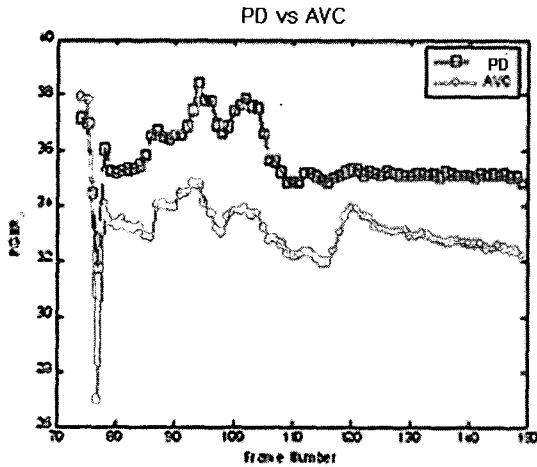


그림 9. Foreman 동영상의 프레임-PSNR 비교 그래프
Fig 9. PSNR vs frame number curve for Foreman test sequence

그림 9는 표 4의 Foreman 시험 동영상 실험 결과를 프레임 별 PSNR의 비교를 보여준다. 그림 9는 Foreman 동영상의 에러 은닉후의 주관적인 화질을 보여준다. PD-H.264가 가장 화질이 좋은 것을 볼 수 있다.

다른 시험 동영상에서도 PD-H.264는 유사하게 에러에 강인한 특성을 보여주었으며, 전체 동영상에 대해서 평균 PSNR이 0.5-5 dB의 결과를 얻었다.

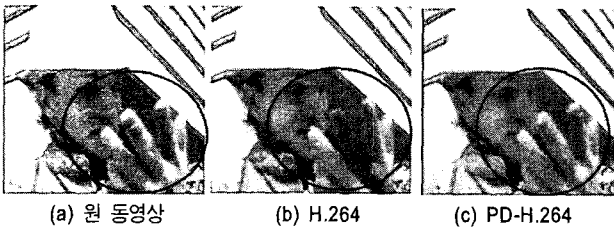


그림 10. 복호된 Foreman 영상 예
Fig 10. Decoded image quality of Foreman sequence

V. 결론 및 향후 계획

이 논문에서는 다상 다운 샘플링을 H.264 동영상압축 기술에 적용하는 방법과 모의 에러 환경에서의 실험 결과를 제시하였다. 이 방법에 따른 다중 부호화 방법은 모든 시험 환경에서 기존의 H.264에 대해 높은 에러 은닉 성능을 보여주었다. 향후 JVT SVC 표준에서 진행하고 있는 스케일러블 비디오 표준 기술의 향상층 부호화에 있어서, 다상 다운 샘플링을 적용하는 연구를 진행할 예정이다.

참고 문헌

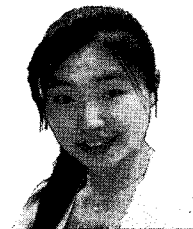
- [1] Thomas Stockhammer, Miska M. Hannuksela, and Thomas Wiegand, "H.264/AVC in Wireless Environments," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.13, No.7, July 2003.
- [2] Stephan Wenger, "H.264/AVC Over IP," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.13, No.7, July 2003.
- [3] Yao Wang, Qinfan Zhu, "Error Control and Concealment for Video Communication: A Review," Proceedings of The IEEE, Vol.86, No.5, May 1998.
- [4] Ekram Khan, Stefan Lehmann, Hiroshi Gunji, and Mohammed Ghanbari, "Iterative Error Detection and Correction of H.263 Coded Video for Wireless Networks," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.14, No.12, December 2004.
- [5] Vivek K. Goyal, "Multiple description coding: compression meets the network", IEEE signal processing magazine, pp74-93, September 2001.
- [6] Nicola Franchi, Marco Gumagalli, Rosa Lancini and Stefano Tubaro, "Multiple description video coding for scalable and robust transmission over IP ", IEEE trans on. CSVT, Vol. 15, No 3, March 2005. pp321-334, 2005.
- [7] Stephan Wenger, "Error Patterns for Internet Experiments," [Online]. Available <ftp://ftp.imtc-files.org/>.

저 자 소 개



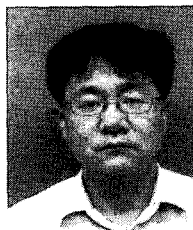
정 은 구

- 2003년 2월 : 세종대학교 물리학과 (이학사)
- 2003년 2월 ~ 현재 : 세종대학교 소프트웨어공학과 석사과정
- 주관심분야 : 영상통신, 영상처리, 멀티미디어 통신



지아 지예

- 2000년 7월 : 중국 시안전자과기대 전자통신공학과 (공학사)
- 2003년 4월 : 중국 시안전자과기대 전자통신공학과 석사 (공학석사)
- 2003년 4월 ~ 현재 : 중국 시안전자과기대 전자통신 공학과 박사과정
- 2004년 2월 ~ 현재 : 세종대학교 연구원
- 주관심분야 : 영상통신, 영상처리, 멀티미디어 통신



김 해 광

- 1986년 2월 : 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1992년 10월 : 프랑스 Paul-Sabaier 대학교 D.E.A
- 1994년 10월 : 프랑스 Paul-Sabaier 대학교 Ph.D
- 1986년 ~ 1992 : 삼성 기술연구소 연구원
- 1997년 ~ 2000 : 현대 기술연구소 연구원
- 2000년 ~ 현재 : 세종대학교 부교수
- 주관심분야 : 영상통신, 영상처리, 멀티미디어 통신



최 해 철

- 1997년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1999년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과(공학석사)
- 2004년 8월 : KAIST 전기 및 전자공학과(공학박사)
- 2004년 9월 ~ 현재 : ETRI 디지털방송연구단 방송미디어연구그룹 선임연구원
- 주관심분야 : 영상통신, 영상분할, 비디오신호처리, Scalable Video Coding, MPEG-7/MPEG-T



김 재 곤

- 1990년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1992년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과(공학박사)
- 2001년 9월 : 뉴욕 콜롬비아대학교 연구원
- 1992년 9월 ~ 현재 : ETRI 디지털방송연구단 방송미디어연구그룹 선임연구원/ 방통융합미디어 연구팀장
- 주관심분야 : 영상통신, 비디오신호처리, 디지털방송, 멀티미디어 프레임워크, TV-Anytime/ MPEG-7/MPEG-21