

논문 2009-46SP-4-9

다계층 비디오 코딩에 적용 가능한 POCS 기반 에러 은닉 기법

(Error Concealment Method Based on
POCS for Multi-layered Video Coding)

윤 병 주*

(Byoung-Ju Yun)

요 약

현재 무선망 등 다양한 네트워크에 적응적 서비스를 제공하기 위해 비디오 데이터에 확장성을 제공하는 다계층 비디오 부호화 기법을 사용하고 있다. 하지만 네트워크에서는 전송 에러로 인한 패킷 손실은 복호된 비디오에 오류를 발생시킨다. 특히 연결 에러에 의한 화질 저하는 현재 프레임뿐만 아니라 다음의 인트라 프레임이 나타날 때까지 과급되어 비디오 화질의 치명적 열화를 발생시킨다. 이러한 문제를 인코더에 의존하지 않고 디코더에서 독립적으로 해결하기 위해 본 논문에서는 다계층 비디오 부호화에 적합한 에러 은닉 기법을 제안한다. 제안된 기법은 다계층 비디오 부호화 기법의 계층 간 유사도와 에러 은닉 기법에 널리 사용되는 POCS 기법을 이용한다. POCS 기법의 적절한 초기치는 반복횟수를 줄일 수 있고, 성능에 영향을 미친다. 초기치 설정을 위해 본 논문에서는 계층 간 상관도와 이웃한 블록들 간의 상관도를 이용한다. 모의실험에서 제안된 에러 은닉의 우수성을 볼 수 있다.

Abstract

Multi-layered video coding that provides scalability across the visual content has emerged for easily adaptive service over current heterogeneous network. However, the network is still error prone environment so that video service may suffer packet loss or erroneous decoding of the video. Especially distortion caused by the burst error may propagate to several pictures until intra refreshing, which will raise a terrific degradation of picture quality. To overcome the problem at terminal independently, we propose a new error concealment algorithm for the multi-layered video coding. The proposed method uses the similarity of between layers in the multi-layered video coding and POCS (Projections Onto Convex Sets) which is a powerful error concealment tool, but heavily dependent on initial values. To find adequate initial value which can reduce iteration times as well as achieve high performance, we took consideration into both features of layered approach coding and the correlation in neighbor blocks. The simulation results show that the proposed concealment method works well.

Keywords : POCS (Projections Onto Convex Sets), SVC (Scalable Video Coding), Error concealment, Multi-layer coding, Interlayer correlation

I. 서 론

최근 무선 통신의 폭발적인 증가와 비디오 신호의 서

비스의 증가로 무선망을 이용한 비디오 서비스에 대한 수요와 관심이 늘어나고 있다. 비디오 신호는 전송 시 다른 미디어 데이터에 비해 넓은 대역폭이 요구되므로 무선 멀티미디어 전송 시 많은 관심이 필요하다. 무선망을 이용하여 데이터를 전송하기 위해서 비디오 데이터는 전송 전에 압축을 해야만 한다. 현재 대역이 제한된 네트워크를 이용하여 비디오 신호를 전송하기 위해서 대부분의 비디오 장치들은 비디오 시퀀스의 중복성을 줄이기 위해 압축 기법을 사용하고 있다. 하지만 압

평생회원, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부
(School of Electrical Engineering and Computer
Science, Kyungpook National University)

* 이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로
한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임
(KRF-2006-311-D00730)

접수일자: 2009년3월23일, 수정완료일: 2009년6월8일

축된 비디오 스트림은 전송에러에 취약한 약점을 가지고 있다. 비트 에러와 패킷 손실 등의 채널 에러는 현재 프레임의 화질 저하뿐만 아니라 이후의 프레임의 화질 저하에도 영향을 미치게 된다.^[1] 특히 그중에서도 연결 에러는 전송 데이터에 치명적인 영향을 미쳐 디코더가 손상된 정보를 복구하기 어렵게 한다. 그래서 에러가 빈번히 발생하는 전송환경에서 비디오 신호 전송 시 에러 조절 기법은 비디오 화질 개선을 위해 반드시 필요하다.

에러 은닉 (error concealment) 기법은 전송 에러로 인해 손실된 정보를 디코더에서 복원하기에 효과적인 방법이라고 할 수 있다. 순방향 에러 제어 (FEC: forward error control)^[2] 기법이나 자동 재전송 요구 (ARQ: automatic retransmission request (ARQ))^[3] 기법 등의 다른 전송 에러 제어 기법 등과 비교했을 때, 에러 은닉 기법은 FEC와 같이 재전송 대역폭도 필요하지 않고, ARQ와 같이 재전송을 위한 전송 지연도 필요하지 않는 장점을 가진다. 또한 에러 은닉 기법은 FEC와 ARQ를 이용하여서 전송 에러를 복구하지 못했을 때 이들 방법과 함께 사용할 수도 있다.^[4] 현재 여러 가지 에러 은닉 기법들이 제안되었고 이러한 방법들은 공간적 (spatial), 시간적 (temporal), 시-공간적 (spatio-temporal) 기법 등으로 나눌 수 있다.^[5-7]

최근 비디오 시퀀스는 여러 종류의 대역 제한 채널을 통해 전송되고 있다. 이렇게 전송된 비디오 시퀀스는 작은 모바일 단말에서부터 고품질 TV 까지 다양하고 넓은 범위를 가지는 디스플레이 장치로 출력되게 된다.

Scalable video coding (SVC) 기법은 다양한 전송 환경과 단말에 따라 비디오 시퀀스를 다양한 비트스트림으로 부호화 하는 기술이다. 이 기법은 다중 계층 구조를 가지고 있어 서로 다른 대역폭을 가지는 이종 네트워크 간에 유연한 화질 선택으로 영상을 전송할 수 있다. 게다가 SVC는 데이터를 나누어 전송하는 효과를 가지고 있어 연결 에러 (burst error)로 인해 손상된 계층을 에러가 없는 계층들의 정보를 이용하여 에러를 은닉할 수 있게 한다.

본 논문에서는 하나의 기본 계층 (base layer)과 다수의 향상 계층 (enhancement layer)을 가지는 다중 계층 부호화에 적합한 에러 은닉 기법을 제안한다. 제안하는 에러 은닉 기법은 POCS (Projections Onto Convex Sets) 기법을 이용하여 에러가 없는 계층의 정보를 POCS 기법의 초기치 결정에 기준으로 삼는다.

즉, 손상된 계층과의 상관성을 이용하여 손상된 블록의 주변 블록 중에서 한 블록의 POCS기법의 초기치로 두게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 POCS 기법의 구조를 설명하고, III장에서는 다중 계층 구조를 가지는 SVC에 대해 알아본다. IV장에서는 POCS 기법에 기반한 제안된 에러 은닉 기법에 대해 설명하고, V장에서는 실험 결과를 설명하고, VI장에서는 결론을 맺는다.

II. POCS (Projections Onto Convex Sets)

POCS는 공간상의 에러를 효과적으로 은닉하는 기법이다^[8-11]. Youla 와 Sezan에 의해 처음으로 제안된 이 기법의 기본 개념은 그림 1에서 보는 바와 같이 하나의 점을 블록 집합(Convex Set)으로 반복적으로 투영하여 결과적으로 하나의 근의 값으로 수렴하는 것이다. 그림 1에서 초기점이 반복적인 과정으로 인해 하나의 점으로 수렴됨을 보여주고 있다.

영상 복원의 응용에서는 이웃 블록의 밝기 정보와 손상된 블록과 경계블록 간의 단순한 변화와 같이 이미 알고 있는 정보를 가지고 블록 집합을 구성할 수 있다. 손상된 블록의 정보 벡터를 블록 집합에 투영하여 하나의 근으로 수렴하면 손상된 정보를 복원할 수 있다. POCS 기법에서 손상된 블록의 복원을 위한 초기치는 반복 횟수와 성능에 영향을 미칠 수 있기 때문에 초기치 설정이 매우 중요하다.

Huifang 과 Wilson 은 POCS 기법을 이용한 에러 은닉 기법을 제안하였다^[10]. 그들은 그림 2 (a)와 (b)에서와 같이 두 가지의 가정을 하였다. 전체 블록에서 하나의 손상된 블록이 있다면 그 블록의 주변에는 손상 받

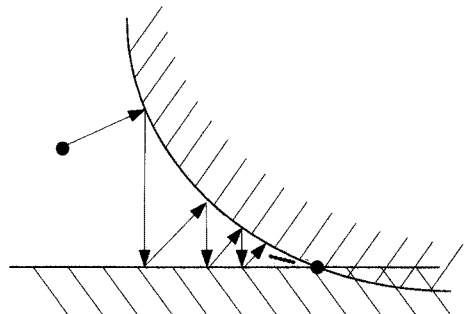
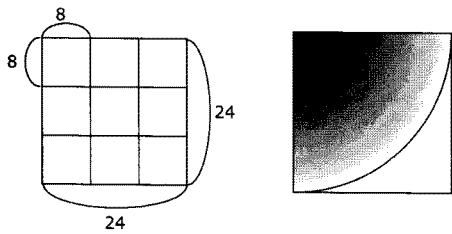


그림 1. POCS 기법의 수렴

Fig. 1 Convergence of the POCS algorithm.



(a) 첫 번째 조건 (b) 두 번째 조건
(a) First constraint (b) Second constraint

그림 2. POCS 기법의 경계조건
Fig. 2. Boundary conditions of POCS.

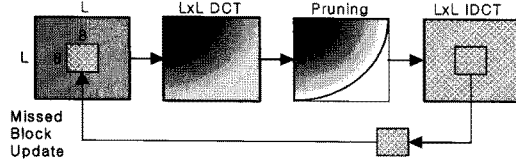


그림 3. POCS 기법의 전체 과정
Fig. 3. overall scheme of the POCS.

지 않은 8개의 블록이 존재하고, 손상된 블록을 포함하는 24×24 크기의 블록을 형성한다. 첫 번째 제약 조건은 8개의 이웃 블록은 정상적으로 수신되었고 POCS 기법의 반복 실행에 있어서 그 값이 변하지 않는다. 두 번째 조건은 블록 경계에서는 큰 고주파 성분을 가지지 않는 연속성 (smoothness)을 충족한다. 그리하여 24×24 크기의 블록을 주파수 영역으로 변환하였을 때 높은 주파수에서는 큰 값의 계수가 존재하지 않고, 그림 2 (b)의 원호 밖의 계수는 0이 된다. 그들은 이 두 가지의 제약 조건을 반복적으로 적용하면서 POCS 기법을 8×8 크기의 손상된 블록의 내용의 밝기값이 수렴할 때까지 반복적으로 수행하였다. POCS 기법의 전체 과정을 그림 3에 나타내었다. 먼저 손상된 블록을 포함하는 $L \times L$ 크기의 블록을 형성하고 이 블록을 DCT를 수행하고 고주파 성분을 제거하고 다시 역DCT를 수행하여 손상된 블록의 위치에서 얻은 8×8 크기의 블록을 손상된 블록을 대체하고 이 값이 수렴할 때까지 반복 수행하여 에러 은닉된 8×8 크기의 블록을 얻는 방법이다.

III. Scalable Video Coding (SVC)

비디오 데이터의 계층적 부호화는 복호기가 부호화

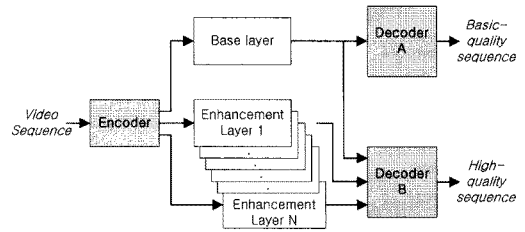


그림 4. SVC 기법
Fig. 4. Scalable Video Coding. (SVC)

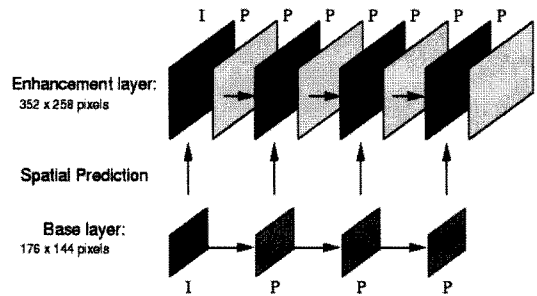


그림 5. 공간 다계층 부호화
Fig. 5. Spatial multi-layered coding.

된 비트열의 일부분만을 선택적으로 복호화 하는 것을 가능하게 해준다. 부호화된 스트림은 여러 개의 계층으로 배열되어 있는데 하나의 기본 계층과 하나 이상의 향상 계층을 포함한다. (그림 4)^[12] 그림 4에서 복호기 A는 기본 계층만을 전송받아 ‘기본’화질의 비디오 영상만 복호화 할 수 있다. 복호기 B는 모든 계층을 전송받아 고화질의 영상을 복호화 한다. 그림 5와 같이 기본 계층은 입력된 기준 영상에 대한 기본 해상도를 위한 계층이며, 향상 계층은 기본 계층과 더불어 고해상도의 영상을 제공하기 위해 추가적인 정보를 제공한다.

계층적 부호화 기법에서는 한 계층의 일부 블록이 손실되었을 때 손실된 블록을 은닉하기 위해 필요한 정보를 모두 잃어버리지는 않는다. 하지만 단일 계층 부호화 기법에서는 여러 발생 시 손실된 블록의 모든 정보를 잃어버리기 쉽다. 계층적 부호화 기법에서는 블록의 정보를 여러 계층으로 분산하여 각각 따로 전송하므로 하나의 블록의 전체 내용이 손실될 확률을 줄일 수 있다. 그래서 계층적 부호화 기법은 무선 네트워크에서 발생할 수 있는 연접 에러를 분산시키는 효과를 얻을 수 있고, CGI (coefficient grouping and interleaving)^[13] 기법을 사용하기 않고도 여러 복원에 장점을 가질 수 있다.

IV. 제안된 에러 은닉 기법

1. POCS기법의 초기값 문제

(Initial value problem)

앞에서 언급했듯이 POCS 기법은 반복적으로 수행되는 기법이다. 이 기법은 손실된 블록을 임의의 값으로 채운 후 이미 알고 있는 제한 조건들을 적용하면서 반복적으로 손실된 블록의 내용을 갱신하여, 그 내용이 변하지 않을 때까지 반복 수행하여 손실된 블록의 값을 은닉한다.

전형적인 POCS 알고리즘은 영상의 공간 영역 (spatial domain) 특성과 변환 영역 (transform domain) 특성을 이용한다. 널리 사용되고 있는 변환 영역의 특성은 평활성 (smoothness) 제약 조건이다. 이는 인접한 블록들 사이에는 급격한 에지 즉, 고주파 성분이 존재하지 않는다는 가정이다. 이 평활성 조건은 변환영역에서 특정 차단 주파수보다 바깥 영역의 계수를 0으로 만든다는 조건과 같다.

고주파 영역의 계수를 0으로 만드는 것은 저주파 영역의 계수에는 영향을 미치지 못한다. 그래서 POCS 기법에서 초기값의 설정이 매우 중요하다. 예를 들어 주변의 블록의 밝기값이 100이라고 가정하였을 때, 손실 블록의 초기치를 0으로 설정하고 POCS 기법을 반복 수행하더라도 손실 블록의 값이 100으로 수렴하지 않는다. 이는 POCS 기법을 반복 수행할 때 적용한 경계조건이 고주파 성분만을 제거하는데 이 조건을 적용하면 급격한 밝기 차이 (예를 들어 100에서 0으로 혹은 0에서 100으로) 만을 제거하면서 반복 수행되기 때문이다. 그림 6은 초기치 문제에 대한 예를 보여준다. 만약 초기치 값을 100에 가까운 값으로 설정하면 반복 수행 후 밝기값은 100에 가까운 값을 얻을 수 있었을 것이다. 이 예는 POCS 반복 수행 시 초기치 설정이 매우 중요하다는 것을 보여준다.

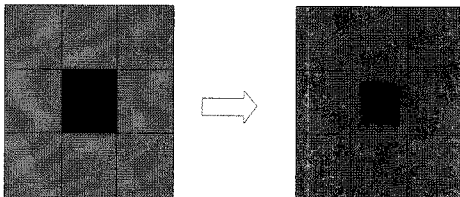


그림 6. POCS 기법의 초기치 문제

Fig. 6. Initial value problem of POCS.

2. POCS 기반 다계층 에러 은닉 기법

기존의 POCS 기법은 단일계층 비디오 부호화 기법의 에러 은닉에 사용되었다. 그리하여 손실 블록의 주변 8개의 블록들의 정보만을 이용하여 초기치를 얻고 에러 은닉을 수행하였다. 반면 다계층 비디오 부호화 기법에서는 손실된 블록과 보다 유사한 초기치를 얻기 위해서 동일 계층의 주변 블록뿐만 아니라 해당 위치의 다른 계층의 정보를 이용하여 초기치를 얻을 수 있다. 공간영역 스케일러블 코딩에서 기본계층과 향상계층의 정보를 모두 이용하여 복호된 영상 블록의 스펙트럼이 그림 7과 같다고 가정하자. 여기에서 기본계층의 영상은 저주파성분, 향상계층은 고주파성분의 정보를 가진다.

본 논문에서는 다음과 같은 가정을 하고 실험을 통해서 이 가정을 증명한다. 만약 손상된 블록의 고주파 성분이 주변 블록 중의 하나와 유사하다면, 저주파 성분 또한 그 블록과의 유사도가 높다고 볼 수 있다. 반대의 경우도 성립한다.

위의 가정이 사실이라면 기본 계층의 에러는 향상 계층의 정보를 이용하여 은닉 가능하고, 향상 계층의 에러는 기본 계층의 정보를 이용하여 은닉할 수 있다.

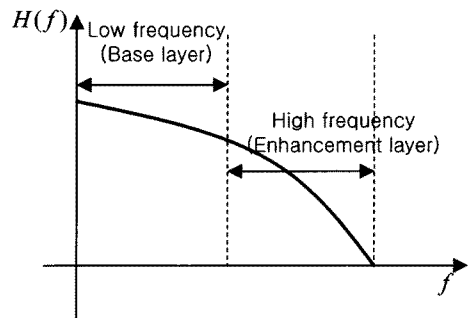


그림 7. 계층별 주파수 상관 관계

Fig. 7. Frequency relationship of layers.

3. 계층간 계수의 상관관계

(inter-layer coefficient correlation)

2절의 가정의 유효성을 살펴보기 위해 기본 계층(저주파 성분)에서 하나의 블록과 주변 8블록의 상관도를 측정하고, 대응되는 위치의 향상 계층(고주파 성분)의 블록에서도 상관도를 측정하였다. 먼저, 기본 계층과 향상 계층의 영상을 8×8 , 16×16 블록으로 나누고, 손상된 블록으로 가정된 블록을 기준 블록으로 하여 주변의 8 블록과 유사도를 DCT 영역에서 측정하였다. 기준 블록과 '가장 닮은' 블록을 찾기 위해 차신호의 제공함

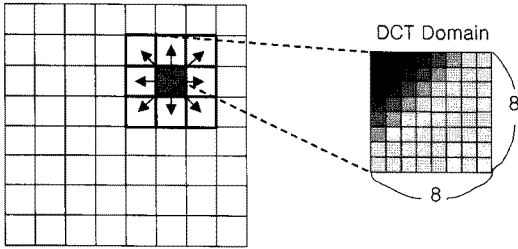


그림 8. 기본계층에서의 유사도 측정 (주파수영역)
Fig. 8. The similarity checked block in the base layer in frequency domain.

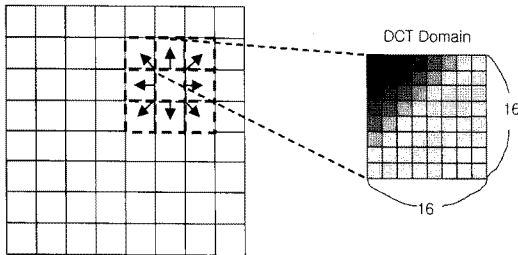


그림 9. 향상계층에서의 유사도 측정 (주파수영역)
Fig. 9. The similarity checked block in the enhancement layer in frequency domain.

(SSD: Sum of Square Difference)의 평균값을 구한다.

$$SSD = \frac{1}{M^2} \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{M-1} (F(u,v) - G(u,v))^2 \quad (1)$$

여기에서, $F(u,v)$ 는 현재 블록의 주파수성분이고, $G(u,v)$ 는 주변 블록의 주파수성분이다. M 은 블록의 크기이다. (기본계층: $M=8$, 향상계층: $M=16$)

이 때 각각의 계층에서 대응되는 위치의 기준 블록에 대한 유사성이 가장 높은 블록의 위치가 양 계층에서 일치하고, 이러한 일치함의 빈도수가 전 영상에서 어떻게 나타나는지 분석하였다.

각각의 계층에서 하나의 기준 블록당 $SSD_B^{[k]}$ 와 $SSD_{Enh}^{[k]}$, $k=1,2,\dots,8$ (8개의 주변 블록에 대한 인덱스)의 평균값을 얻고, 이 값을 ($SSD_B^{[k]}$, $SSD_{Enh}^{[k]}$)의 쌍으로 묶었다. $SSD_B^{[1]}$ 부터 $SSD_B^{[8]}$ 까지 오름순으로 정렬한 후 $SSD_B^{[k]}$ 를 기준으로 ($SSD_B^{[k]}$, $SSD_{Enh}^{[k]}$)쌍을 재정렬하였다. 그 결과는 표 1과 같다.

표에서 두 실험 영상에 대한 $SSD_B^{[1]}$ 는 $SSD_B^{[k]}$ 에서 가장 작은 값을 의미하고 같은 쌍에 있는 $SSD_{Enh}^{[1]}$ 는 $SSD_B^{[1]}$ 와 대응되는 위치의 SSD값이 된다. 대부분의

표 1. DCT 영역에서의 평균 $SSD_B^{[k]}$ 와 $SSD_{Enh}^{[k]}$ 간의 상관도

Table 1. Relation between the average $SSD_B^{[k]}$ and the average $SSD_{Enh}^{[k]}$.

Sorte d order [k]	Lena (256×256)		Baboon (512×512)	
	Average e $SSD_B^{[k]}$	Average $SSD_{Enh}^{[k]}$	Average $SSD_B^{[k]}$	Average $SSD_{Enh}^{[k]}$
[1]	292.14	187.21	280.47	579.34
[2]	466.91	193.75	395.54	588.85
[3]	792.35	194.08	526.74	596.57
[4]	978.33	193.42	643.96	616.13
[5]	1296.61	215.74	779.08	626.30
[6]	2416.00	247.77	1033.88	639.06
[7]	3241.63	261.78	1310.77	647.20
[8]	4587.1	272.23	1751.93	643.06

다른 SSD쌍에서도 위에서 설명한 것과 같은 경향을 보여준다. 즉, $SSD_B^{[k]}$ 와 $SSD_{Enh}^{[k]}$ 의 평균값이 동일하게 오름차순으로 정렬됨을 볼 수 있다. 따라서 이 실험 결과로 기본 계층과 향상계층 사이에 높은 상관도가 있음을 알 수 있다.

기본 계층과 향상 계층과의 상관성이 있음에 따라 향상 계층에서의 블록 손실 시 기본 계층의 정보를 이용할 수 있고 기본 계층에서의 블록 손실 시 향상 계층의 정보를 이용하여 에러를 은닉할 수 있음을 알게 되었다.

4. 계층간 상관도를 이용한 초기치 예측 알고리즘

계층간 상관도를 이용하여 POCS 기반 에러 은닉 기법에서 초기치 설정에 관한 방법을 제안한다. 그림 10은 제안된 에러 은닉 기법의 블록도를 보여 주고 있다. 자세한 과정을 다음과 같다.

- 1) 향상 계층에서 최소 $SSD_{Enh}^{[k]}$ ($k=1,\dots,8$) 값을 가지는 하나의 주변 블록을 총 8개의 주변 블록에서 찾는다.
- 2) 기본 계층에서 에러가 발생한 블록의 내용을 1)에서 구한 블록의 위치와 대응되는 블록의 내용으로 교체한다.
- 3) 교체된 블록을 초기치로 설정하고, POCS 기법을 실행한다.

V. 실험 결과

제안된 POCS 기반 여러 은닉 기법의 성능을 평가하기 위하여 다음과 같은 실험을 수행하였다. 제안된 기법은 공간 확장성 부호화에서 사용에서 활용할 수 있다. 공간 확장성에서 사용되고 있는 여러 가지 예측 모드 중 계층간 화면내 내용(texture) 예측 기법을 사용한다. 이를 Intra-Base 예측이라고 하며 MB type이 Intra_BL로 설정된다. 기본 계층은 인트라 모드로 부호화되고 항상 계층은 기본 계층의 복호된 신호를 예측신호로 하여 항상 계층의 원영상과 예측신호의 차 신호를 부호화 하게 된다. 기본 계층의 영상은 QCIF (176×144) 영상을 사용하였고 항상 계층의 영상은 CIF (352×288)크기의 영상을 사용하였다. 기본 계층과 항상 계층의 영상의 크기가 2이므로 기본 계층을 업샘플링할 때 AVC의 반화소(half-pel) 보간 필터를 사용하였다. 실험 영상으로 Bus, Mobile, Football, City, Harbour, Soccer 영상을 사용하였다.

에러 은닉 성능을 평가하기 위해 손실이 발생한 영상을 인위적으로 만들었다. 에러가 발생한 계층은 기본 계층이라고 가정하였다. 기본 계층의 손실은 기본 계층뿐만 아니라 항상계층의 화질에도 영향을 주기 때문에

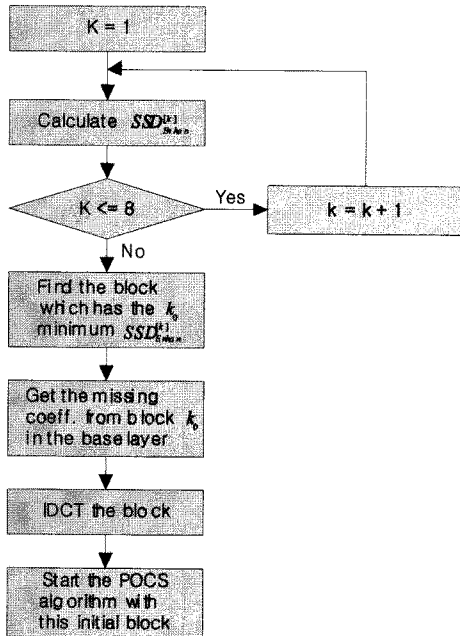


그림 10. 제안된 에러 은닉 알고리즘
Fig. 10. The proposed concealment algorithm.

이와 같은 설정을 하였다. 손실된 영상은 일정한 간격을 두고 8×8크기의 블록에 손실을 입혀서 얻었다. 물론 전송 중 에러가 발생하면 에러가 발생한 이후의 슬라이스가 모두 손실을 입지만 본 실험에서는 POCS 기반 여러 은닉 성능을 평가하기 위해 인위적으로 블록 에러를 발생시킨 영상을 사용하였다.

제안된 POCS 기반 여러 은닉 기법의 성능을 비교하기 위해 초기값을 얻는 다양한 기법과 성능을 비교하였다. POCS 기반 기법에서 성능 향상을 위해 중요한 요소는 반복 알고리즘의 초기치라고 할 수 있다. 본 실험에서는 초기치 설정을 여러 가지 값으로 한 후 POCS 알고리즘을 사용하여 에러 은닉된 영상의 화질 및 실제 영상과의 SAD (Sum of Absolute Difference)를 비교하였다.

손실된 블록의 초기치 설정 방법은 다음과 같다.

1. 제안된 기법에 의한 초기치
2. “모두 0” (초기치를 0으로 채우는 방법)
3. “모두 255” (초기치를 255로 채우는 방법)
4. “모두 128” (초기치를 128로 채우는 방법)
5. 평균 (상하좌우의 4블록의 평균값 사용하는 방법)
6. 4-블록 평균치 (이웃 4개의 블록에 같은 위치의 화소들의 평균치를 사용하는 방법 (그림 11)).

최대 반복 (iteration) 횟수는 20회로 제한하고, 차단 주파수는 반지름 15로 하였다. 이전 반복과 현재 반복의 차이가 기준값 이하가 되면 순환을 멈춘다.

표 2는 앞에서 언급한 6가지 초기치 설정 방법을 이용하여 Bus 영상에서 에러가 발생한 블록에서 에러 은닉된 영상과 원 영상과의 차이를 나타내는 SAD값을 보인 것이다. 그 결과 제안한 여러 은닉 기법이 가장 낮은 SAD값을 가지고 4-블록 평균, 평균, 모두 0, 모두

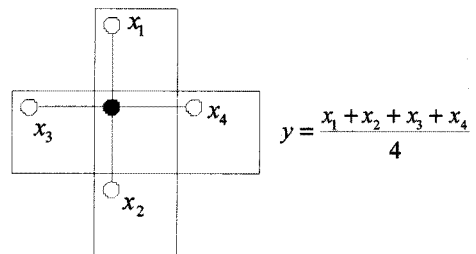


그림 11. 4-블록 평균
Fig. 11. 4-block average method.

표 2. 에러 블록의 SAD 값과 전체 영상의 SAD 값 (Bus 영상)

Table 2. SAD value of error block and whole image (Bus image).

Error Block	Proposed	4-Average	Average	All 128	All 0	All 255	Error Block	Proposed	4-Average	Average	All 128	All 0	All 255
0	237	294	316	5089	1081	8770	21	1649	1363	1363	2930	2740	7046
1	199	241	307	4992	1225	8613	22	1080	1050	1059	3988	1786	7789
2	39	39	39	4917	1225	8577	23	907	1479	1511	2289	3025	6632
3	316	294	304	4768	1153	8619	24	1000	996	1014	1717	3637	6189
4	54.4	631	745	4325	1581	8204	25	815	751	751	3157	2580	7125
5	37.5	534	612	4288	1888	7881	26	612	623	615	3506	2366	7450
6	246	308	270	4435	1553	8241	27	963	875	898	3272	2627	7242
7	279	271	270	4439	1500	8266	28	2049	1934	1952	2131	4268	5408
8	307	328	370	4652	1395	8424	29	1407	1394	1415	4744	2011	7318
9	95.4	2494	2863	4666	1208	8882	30	885	867	874	3752	1880	7878
10	1020	2654	2897	4528	1401	8567	31	993	1260	1323	3351	2491	7183
11	1434	1253	1265	4277	1933	7594	32	731	731	731	3256	2804	6833
12	73.1	3127	3085	3705	2078	7318	33	155	201	431	4887	1222	8511
13	64.0	3282	3222	3748	2679	6543	34	176	535	733	5040	1049	8719
14	20.8	350	905	4939	1010	8728	35	864	1140	1218	4740	1378	8644
15	44.2	551	805	4800	1238	8563	36	174	184	182	4862	1260	8515
16	1279	1847	1757	1844	4148	5168	37	276	231	231	4709	1313	7865
17	63.0	626	637	4260	1600	8526	38	940	938	940	3676	2255	7541
18	99.5	1009	1038	4125	1683	8231	39	94	84	80	4757	1348	8471
19	1029	1031	1029	3626	2514	7691	40	1168	1205	1197	3077	2715	7139
20	80.9	1287	1348	4575	1407	7963	41	1498	1379	1379	3101	2673	7249
Total SAD								31149	41671	43981	167940	82928	326116

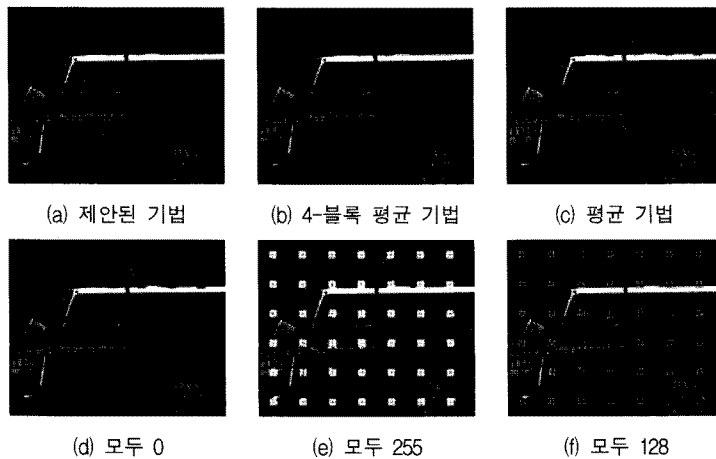


그림 12. 에러 은닉 결과 영상
Fig. 12. Error concealed images.

128, 모두 255 순으로 SAD값을 갖고, 초기 블록에 단순히 0, 128, 255값을 채우는 기법은 매우 높은 SAD값을 나타내었다. 그리고 다소 낮은 SAD값을 가지는 4-블록

평균, 평균 기법과 제안된 에러 은닉 기법을 비교해 보면 약 25% (Bus 영상) 정도 높은 에러 은닉 향상을 보여주고 있다. 따라서 제안된 에러 은닉 기법은 기존의

표 3. 제안된 기법과 4-블록 평균 기법의 SAD 값 비교

Table 3. SAD value comparison between the proposed method and 4-block average method.

영상	제안된 기법	4-블록 평균
Bus	31149	41671
Mobile	51030	56731
Soccer	20916	22526
Football	43971	44844
Harbour	44163	45815
City	23227	24319

기법들에 비해 높은 성능을 보인다. 그리고 Bus 영상을 제외한 다른 영상들도 위와 유사한 결과를 보여주고 있다. 그림 12는 Bus 영상에서의 에러 은닉 결과 영상들을 보여준다.

표 3은 각 영상들에서 제안된 기법과 기존 기법 중 가장 성능이 우수한 4-블록 평균 기법의 전체 SAD값을 보여준다.

VI. 결 론

본 논문에서는 무선 수신 환경을 통한 영상 데이터들 전송 시 채널 에러로 인한 영상 화질의 저하를 막기 위해 POCS기반 에러 은닉 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 SVC 환경에서 기본 계층이나 향상 계층에 에러가 발생할 경우 다른 계층의 정보를 이용하여 POCS 초기치를 설정하는 기법이다. 만약 기본 계층의 한 블록이 에러로 인해 손실이 되면 향상 계층에서 손실된 블록에 대응되는 위치의 매크로블록과 주변 8개의 매크로블록 간의 유사도를 측정하여 가장 유사도가 높은 위치에 있는 기본 계층의 블록을 손실된 블록의 초기치로 대체하여 POCS 기법을 수행한다.

본 논문에서는 기본 계층과 향상 계층의 상관도가 있음을 가정하고, 실험을 통해 이를 증명하였다.

실험 결과에서 알 수 있듯이 제안된 기법이 기존의 여러 가지 초기치 설정 기법에 비해 객관적 척도에서도 우수한 성능을 보였으며, 특히 주관적 화질에서 아주 우수한 성능을 보였다. 제안된 기법이 SAD면에서 기존의 기법에 비해 최고 90%의 성능 향상을 얻었다.

향후 실제 전송 환경에서 발생하는 에러의 패턴에 대한 에러 은닉 기법에 관한 연구와 동일한 계층의 정보를 추가적으로 이용하여 에러 은닉 효율을 높이는 연구

를 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] Jae-Won Suh and Yo-Sung Ho, "Error concealment techniques for digital TV," *IEEE Trans. Broadcasting*, vol. 48, no. 4, pp. 299-306, Dec. 2002.
- [2] S. Wicker, *Error Control Systems for Digital Communication and Storage*, Prentice-Hall, 1995
- [3] S. Lin, D. J. Costello, and M. J. Miller, "Automatic Repeat Request Error Control Schemes," *IEEE Communication Magazine*, 22(12), pp. 5-17, 1984.
- [4] M. Bystrom, V. Parthasarathy, and J. W. Modestino, "Hybrid Error Concealment Schemes for Broadcast Video Transmission over ATM Networks", *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 9(6), pp. 868 - 881, Sep. 1999.
- [5] G. S. Yu, M. M. K. Liu, and M. W. Marcellin, "POCS-based error concealment for packet video using multiframe overlap information," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 8, no. 4, pp. 422 - 434, Aug. 1998.
- [6] Z. Alkachouch and M. G Bellanger, "DCT-based spatial domain interpolation of blocks in images," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 9, no. 4, pp. 729 - 732, Apr. 2000.
- [7] L. Ztzori, F. G. B. De Natale, and C. Perra, "A spatio-temporal concealment technique using boundary matching algorithm and mesh-based warping (BMA-MBW)," *IEEE Transactions on Multimedia*, vol. 3, no. 3, pp. 326 - 338, Sep. 2001.
- [8] D. C. Youla and H. Webb, "Image Restoration by the Method of Convex Projections: Part 1 - Theory," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. MI-1, no. 2, Oct. 1982.
- [9] M. I. Sezan and H. Stark, "Image Restoration by the Method of Convex Projections: Part 2 - Theory," *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. MI-1, no. 2, Oct. 1982.
- [10] Huifang Sun, and Wilson Kwok, "Concealment of Damaged Block Transform Coded Images Using Projections onto Convex Sets," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 4, no. 4, Apr. 1995.
- [11] Gong-San Yu, Max M.-K. Liu, and Michael W.

Marcellin, "POCS-Based Error Concealment for Packet Video Using Multiframe Overlap Information," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 8, no. 4, Aug. 1998.

- [12] Lain E. G. Richardson, *H.264 and MPEG-4 Video Compression*, Wiley, 2003.
- [13] Minsup Kim, "A novel error concealment method based on DCT-coefficient grouping and interleaving in wireless video coding," Ph.D. thesis, Korea Advanced Institute of Science and Technology, 2004.

저 자 소 개

윤 병 주(평생회원)
대한전자공학회 논문지
제 43권 SP편 제 1호 참조