

이동 통신망에서 H.263 동영상 전송을 위한 채널 부호화 및 오류 은닉 기법

正會員 홍 원 기*, 최 강 선*, 광 영 경*, 전 한 철**, 고 성 제*

Channel Coding Scheme and Error Concealment Technique for H.263 Video Transmission over Mobile Channels

Won-Gi Hong*, Kang-Sun Choi*, Young-Gyoung Kwak*, Han-Cheol Jun**,
Sung-Jea Ko* *Regular Members*

※본 논문은 정통부 산·학·연 공동기술개발사업에 의하여 연구되었습니다.

요 약

본 논문에서는 표준 영상 압축 방법인 ITU-T H.263 비디오 스트림이 이동 통신 채널에서 전송될 때, 오류에 의해서 발생하는 영상 왜곡을 감쇄시키는 채널 부호화 방법 및 오류 은닉 기법을 제안한다. 제안하는 채널 부호화 방법에서는 H.263 비트 스트림을 오류 보호의 중요도에 따라 분해하고 각각에 대하여 순방향 오류 정정(forward error correction: FEC) 방법을 통하여 부호화한다. 이때 분해된 비트 스트림은 채널 대의폭을 고려하여 채널 부호화의 정도를 다르게 하는 비균등 오류 보호(unequal error protection: UEP) 방법을 채택하였다. 제안하는 채널 부호화는 연립 오류(burst errors)로 인한 연속적인 매크로 블록의 손실을 최소화하기 위한 블록 인터리빙 방법과 특히 H.263 복호기에서 오류 발견시 재동기를 위해 중요하게 사용되는 H.263 비디오 스트림의 PSC(picture start code)와 GBSC(GOB start code) 정보의 손실을 방지하기 위한 기법이 포함되었다.

채널 부호화된 후 잔재하는 오류 처리를 위해 H.263 복호기 내에 오류 은닉 기법을 포함하였다. 제안된 오류 은닉 기법은 오류에 의한 영상 손실을 최소화하기 위하여 매크로 블록 단위의 재동기 기법 및 시간적·공간적 오류 은닉 방법을 혼합하여 사용하였다. 실험 결과, 제안된 방법은 다양한 채널 오류율에 대해서도 적절한 영상 화질을 유지함으로써 효과적인 오류 보호 방법임이 확인되었다.

ABSTRACT

This paper presents channel coding and error concealment techniques for H.263 video transmission over mobile channels. The proposed channel coding scheme has three major features. First, it prevents the loss of synchro-

* 고려대학교 전자공학과

** (주)나다가연

論文番號: 97447-1205

接受日字: 1997年 12月 5日

nization information such as PSC (picture start code) and GBSC (group of block start code) which are used for H.263 decoder to resynchronize to the next picture or group of block (GOB), if errors are found at the current picture or GOB in H.263 video stream. Secondly, it provides unequal error protection scheme according to protection significance among video bit stream data to reduce bit rate. Finally, the channel coder with the proposed block interleaving method prevents errors in consecutive macroblocks caused by burst errors, which can be useful for error concealment in the source decoder.

The residual errors which are not completely corrected by the channel decoder are concealed effectively by the proposed spatio-temporal error concealment method. Furthermore, the proposed error concealment method includes early resynchronization to the next error free macroblock for the minimization of error effects when the source decoder detects some errors in the current macroblock.

Experimental results show that the proposed scheme can be an effective error protection scheme since proper video quality can be maintained under various channel bit error rates.

I. 서 론

저전송 통신망을 이용하여 비디오, 오디오 등의 멀티미디어 통신을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 예를 들어, 공중 전화망(public switched telephone network: PSTN)같은 저전송율을 갖는 통신망을 통하여 화상회의 시스템이나 비디오 폰과 같은 응용 시스템이 구축되고 있으며, 더욱이 최근에는 무선 통신망을 이용하여 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 다각적인 연구가 진행되고 있다. 이러한 시스템을 위한 국제 표준화도 활발히 이루어지고 있다. 대표적으로 전화망을 이용한 멀티미디어 시스템 권고안으로 ITU-T H.324[1], [2]가 규정되었으며, 이를 보완하여 무선 통신망을 위한 H.324/M 권고안 작성이 진행중이다. H.324/M은 이동 환경의 무선 통신망에서 멀티미디어 통신을 위한 권고안으로 전체 내용이 확정되어 가는 단계이며, 현재 통신 인터페이스 및 무선 채널 오류에 대처하는 오류 보호 방법에 대한 각종 방안들이 제안되고 있다[3]. 특히 각 권고안에서는 효율적인 비디오 데이터 압축을 위하여 H.263 규격을 채택하고 있으며, H.263은 매우 낮은 비트율로 영상을 부호화할 수 있는 장점과 함께 선택 사양을 통하여 부호화의 유연성을 제공해 준다[4]-[6].

그러나 이동 통신망은 채널 비트 오류율(bit error rate: BER)이 높고, 연접 오류가 심각하여 이를 통한 비디오 영상 왜곡 및 화질 저하는 매우 심각하다. 특히 H.263은 부호 비트율을 낮추기 위하여 움직임 예

측 및 보상을 이용함으로써 특정 프레임에 오류가 발생하면 그 영향이 계속적으로 그 다음 프레임들에 전파(propagation)되어 오류를 파급시키는 특징을 보여 준다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 채널의 오류에 대처할 수 있는 오류 보호 방법(error protection scheme)이 요구된다. 가장 많이 사용되는 방법으로는 정해진 한도의 오류를 검출하고 정정할 수 있는 데이터를 원래의 전송 데이터에 추가하여 부호화하는 순방향 오류 정정(forward error correction) 방법과 수신단에서 오류가 발생한 부분을 검출하여 송신단에게 해당 데이터의 재전송을 요구하는 ARQ(automatic repeat on request) 방법들이 제안되었다[7]-[11]. 순방향 오류 정정 방법은 정해진 비트율로 정해진 한도내의 오류를 검출하고 정정할 수 있는 특징과 함께 간단한 구조로 구현할 수 있는 장점이 있으나, 연접 오류에 완벽히 대처할 수 없다는 단점이 있다. 반면 ARQ 방법은 수신단의 오류 발생에 대한 정보를 통하여 송신단에서 필요한 데이터를 재전송 함으로서 효과적인 오류 처리가 가능하지만, 재전송에 따른 지연을 피할 수 없게 된다.

본 논문에서는 오류가 심각한 이동 통신 채널에서 H.263 비디오 스트림을 최소한의 전송지연과 부호량으로 효과적으로 오류에 대처하는 채널 부호화 방법과, 채널 복호기에서 완전히 제거되지 못하여 H.263 복호기에서 발견되는 오류에 의한 화질 저하를 최소화할 수 있는 시공간 오류 은닉(spatio-temporal error concealment) 기법을 제안한다. 제안하는 채널 부호

화 방법은 오류가 발견될 때, 동기를 위한 정보인 PSC와 GBSC의 손실을 방지하는 방법과 연접 오류에 의한 연속된 매크로 블록의 손실을 최소화하는 블록 인터리빙 방법이 포함되었다. 더욱이 채널 복호 처리 이후에도 잔재하는 오류에 대처하기 위하여 매크로 블록 단위의 재동기 기법과 시간적, 공간적 오류 은닉 기법을 영상 복호기에 추가하여 영상 화질을 개선하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 H.263 비디오 스트림의 구조를 간략히 살펴보고, 3장에서는 제안하는 채널 부호기를 설명한다. 매크로 블록의 재동기 기법(early resynchronization: ER)과 시간적, 공간적 오류 은닉 기법이 4장에서, 제안된 방법을 적용하여 실험한 결과는 5장에서 제시된다. 마지막으로 6장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

II. H.263 비디오 스트림의 구조

이 장에서는 제안하는 채널 부호기 구조를 설명하기 위하여 먼저 H.263 비디오 스트림 구조를 간략히 제시하고자 한다.

H.263은 저 전송율의 통신망에서 비디오 데이터를 전송하기 위한 권고안이다. 기본적으로 H.263은 예측을 통한 영상 간의 시간적 중복성(temporal redundancy)과 DCT(discrete cosine transform)를 통한 영상 내의 공간적 중복성(spatial redundancy)을 최대한 이용하는 복합 부호화 방법을 사용한다. 이 권고안으로 부호화된 비트 스트림은 그림 1과 같이 픽처(picture)층, GOB(group of block)층, 매크로 블록(MB:macroblock)층, 블록(block)층의 4개 계층으로 구분된다.

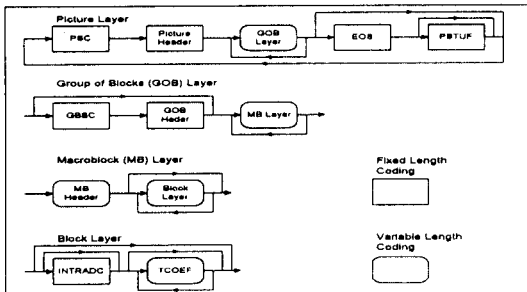


그림 1. 간략화된 H.263 비트 스트림의 계층 구조
Fig. 1 Simplified layers of H.263

예를 들어 QCIF(quarter common intermediate format, 176×144)형식의 영상에서 한 픽처층은 9개의 GOB(176×16)로 나누어지며, 각 GOB는 11개의 매크로 블록(16×16)으로, 한 개의 매크로 블록은 4개의 휘도 성분과 2개의 색차 성분으로 구성된다. 그림 2는 H.263 각 계층별 주요 데이터 구성을 보여주고 있다.

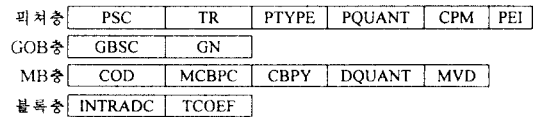


그림 2. H.263 각 계층의 주요 데이터 구조
Fig. 2 Structure of H.263 video bit stream

픽처층은 픽처의 시작을 나타내는 정보(PSC), 픽처 번호(TR), 비디오 형식(PTYPE) 등의 픽처 헤더 정보와 GOB층 데이터 등으로 구성된다. GOB층은 GOB의 시작을 나타내는 정보(GBSC), GOB 번호(GN)를 포함한 GOB 헤더와 매크로 블록 데이터 등으로 구성되며, 매크로 블록층은 매크로 블록의 형식 정보(MCBPC)와 양자화 계수에 대한 정보(DQUANT), 움직임 벡터(MVD)에 대한 정보 및 블록 데이터가 포함된다. 블록층에는 DCT 변환된 블록의 DC성분(INTRADC), AC성분의 변환계수(TCOEF)로 구성된다. 이 중에서 특히 PSC와 GBSC는 오류 발생시 복호를 위한 동기화 정보로 매우 중요한 역할을 하게 된다.

III. 제안하는 채널 부호기 구조

본 논문에서 제안하는 채널 부호기는 앞서 설명한 H.263 비트 스트림에서 오류 발생시 동기화를 위해 매우 중요하게 사용되는 PSC와 GBSC 정보를 최대한 보호하기 위한 기법을 포함하고 있다.

채널 부호화는 최악의 채널 상태를 가정하여 부호화하면 가장 효과적인 오류 처리가 가능하지만 저전송 채널과 실시간 처리의 특성을 고려하면 과도한 부호량은 부적절하다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 앞 장에서 설명한 비디오 스트림에서 오류 보호의 중요도에 따라 부호의 정도를 달리하는 비균등 오류 보호 방법을 통하여 부호량을

조절하였다. QCIF형식의 비디오가 H.263 부호기를 통해 부호화된 후 생성된 데이터는 오류 보호 목적에 맞도록 변경되며, 그림 3과 같은 데이터 형식으로 재구성된다.

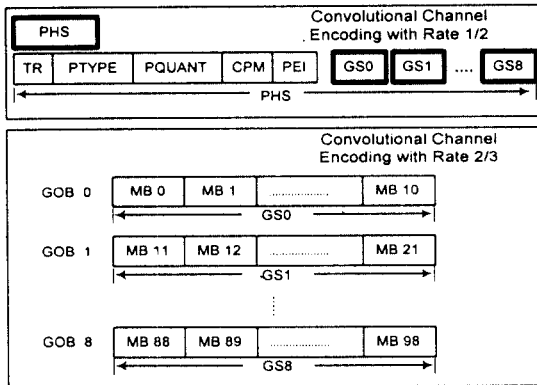


그림 3. 제안된 채널 부호화를 위한 변경된 H.263 데이터 구조

Fig. 3 Modified H.263 data for the proposed channel encoding

제안된 형식에서는 그림 2의 데이터에서 사용되었던 PSC, GBSC, GN 등의 동기화 정보가 제거되었고 대신에 이러한 동기화 정보의 손실 방지 및 뒤에 설명할 블록 인터리빙을 위하여 PHS(picture header size)와 GS(GOB size)정보를 추가하였다. 여기서 픽처 헤더 크기(PHS)는 PSC를 제외한 원래의 픽처 헤더 정보와 9개의 GOB 크기 정보(GS0~GS8)로 구성된 데이터의 길이를 의미한다. 또한 각 GOB층의 데이터 크기 정보인 GS는 GBSC와 GN을 제외한 GOB 헤더 정보와 11개의 매크로 블록을 포함한 데이터 크기를 의미한다. 수신단에서는 이러한 크기 정보를 통하여 해당 계층의 데이터 크기 만큼을 수신한 후, 각 계층에 PSC와 GBSC, GN을 생성하여 삽입할 수 있게 된다. 이러한 방법을 통하여 이들 데이터의 손상을 방지함과 아울러 PSC, GBSC, GN에 할당된 전송 데이터의 크기를 절약하는 장점이 있다. 그러나 픽처 헤더 정보와 GOB 크기 정보가 오류에 의해서 손상되면 전체 프레임의 복구가 불가능하므로 비트율이 2배가 되는 1/2 길쌈 부호(convolutional code)에 의해서 강력하게 부호화한다. 그 후 나머지 GOB층에

해당하는 데이터는 2/3 비트율로 각각 부호화한 후 전송된다.

사용된 길쌈 부호화는 1/2 기본 길쌈 부호(mother convolutional code)에 의해서 부호화한 후, RCPC(rate compatible punctured convolutional) 부호 방법을 사용하여 부호량을 조절한다[12]. 즉, 픽처 헤더 정보는 1/2 비트율의 기본 길쌈 부호화된 데이터가 그대로 전송되지만 GOB층의 데이터는 1/2 비트율로 부호화된 데이터에서 일정한 형식으로 일부 비트만을 뽑아 2/3 비트율로 조정하여 전송된다.

이동 통신 채널은 연접 오류 특성으로 매크로 블록을 순차적으로 전송하면 인접된 여러개의 매크로 블록이 오류에 손실될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 4장에서 설명할 오류 은닉 방법을 고려하여 연속된 매크로 블록이 손실되지 않도록 GOB층의 데이터를 일정한 개수의 블록으로 분할하여 인터리빙하는 블록 인터리빙 기법을 사용한다. 제안하는 블록 인터리빙 기법은 GOB 데이터를 일정하게 분할한 후, 짝·홀수 행 단위로 건너 뛰어 전송하는 방법을 사용하였다.

	block 0	block 1
GOB 0	0	5
GOB 1	10	14
GOB 2	1	6
GOB 3	11	15
GOB 4	2	7
GOB 5	12	16
GOB 6	3	8
GOB 7	13	17
GOB 8	4	9

그림 4. 전송순서 행렬의 한가지 예
Fig. 4 One example of matrix of transmission order

그림 4는 GOB 개수 만큼의 행(9개)과 한 GOB 데이터가 분할되는 블록의 개수(2개) 만큼의 열로 구성되는 전송순서 행렬의 한 예를 보여주고 있다. 행렬에서 (i, j)번째의 원소값은 i번째 GOB 데이터중 j번째 블록의 전송 순서를 의미한다. 이 방법은 연접 오류가 발생할 경우, 전체 GOB 데이터의 손실을 방지하고 손실된 매크로 블록의 위, 아래에 인접한 매크로 블록 데이터의 손실을 최소화하여, 뒤에서 제안하게 되는 오류 은닉 처리를 효과적으로 하기 위하여

도입되었다.

i 번째 GOB의 데이터에서 j 번째 블록의 크기, L_{ij} 는 다음과 같이 결정된다.

$$L_{ij} = \begin{cases} \text{Quotient}(G_i/N) & \text{for } 0 \leq j < N-1 \\ \text{Quotient}(G_i/N) + \text{Remainder}(G_i/N) & \text{for } j = N-1 \end{cases} \quad (1)$$

여기서 G_i 는 i 번째 GOB 데이터의 크기이며, N 은 가변적으로 조정될 수 있는 블록의 개수이다. 따라서 각 GOB 데이터의 크기를 알고 분할하고자 하는 블록의 개수만 결정되면 수신단에서는 현재 수신할 블록의 크기를 알 수 있게 된다.

IV. 오류 은닉 기법

H.263은 프레임간 예측을 통한 시간적 중복성과 DCT를 이용한 공간적 중복성을 최대한 이용하여 영상 정보를 압축한다. 따라서 채널 잡음에 의하여 현재 프레임의 일부에 오류가 발생하면, 그 영향이 이후 프레임에 계속 전파되어 복원 영상의 화질을 크게 저하시킨다. 더욱이 이동 통신 채널의 인접 오류 특성으로 채널 복호기를 통해 오류를 수정한 비디오 스트림에는 여전히 오류가 존재할 수 있다. 따라서 남아 있는 오류에 대한 후처리를 위하여 오류 은닉 기법이 요구된다.

오류 은닉 방법은 다양한 방식으로 연구되었으며 [13]-[18], 이용되는 영상 정보의 종류에 따라 공간 예측 오류 은닉 방법과 시간 예측 오류 은닉 방법이 쓰인다. 공간 영역에서의 은닉 방법은 같은 화면을 구성하고 있는 블록들 중에서 오류가 일어난 블록의 이웃 블록들의 정보를 토대로 화소값을 추정하는 방법을 사용하지만 계산량이 많아 치리의 지연이 발생할 수 있다. 시간 영역에서의 은닉 방법은 손실된 블록의 움직임 벡터를 추정하는 방법이 있으나, 움직임 벡터의 추정이 매우 정확하지 않으면 주변의 블록과 큰 영상 차이가 나타난다.

본 논문에서는 오류 정정 기법을 보완하고 계산량을 최소화하여 실시간 처리에 적합한 오류 은닉 알고리즘을 제안한다. 제안하는 방법은 먼저 매크로 블록에서 오류가 발견될 때 오류가 없는 인접 매크로 블

록 위치로 빠르게 재동기되어 복호를 계속 진행시키는 방법과 오류가 일어난 매크로 블록을 복구하기 위한 시간적, 공간적 오류 은닉 기법을 제시하고자 한다.

4.1 제안된 매크로 블록 단위의 재동기

가장 심각한 오류의 상황은 픽처중이나 GOB층의 시작을 알려주는 헤더 정보가 손상되는 경우로서, 이때 복호기는 해당 프레임이나 GOB의 복호화에 실패하게 된다. 또 다른 오류 상황은 GOB 내의 매크로 블록 정보가 손상되는 것으로 이 데이터에 한 비트의 오류가 발생되어도 전체 GOB를 제대로 복원시키지 못하게 된다. 예를 들면 각 매크로 블록의 움직임 벡터나 DCT계수들은 가변장으로 부호화 되었으므로, 한 비트의 오류만 발생한 경우에도 이후의 비트 스트림을 해석하는 것이 어렵게 된다. 이러한 경우 일반적으로 H.263 복호기는 그림 5와 같이 오류가 발생한 이후의 모든 매크로 블록을 무시하고 GBSC 데이터를 찾아 다음 GOB 데이터의 복호를 시작한다. 따라서 오류가 발견된 이후의 모든 매크로 블록에 오류가 없을 경우에도 해당 매크로 블록의 손실은 피할 수 없게 된다.

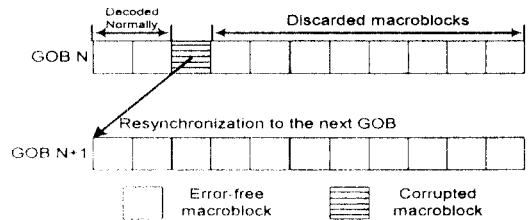


그림 5. 일반적인 GOB 단위의 재동기
Fig. 5 Simple resynchronization to the next GOB

따라서 본 논문에서는 오류로 손실된 매크로 블록 이후에 존재하는 오류없는 매크로 블록을 최대한 복호화하기 위한 매크로 블록 단위의 재동기 기법을 제안한다. 제안하는 방법은 그림 6과 같이 GOB 내의 특정 매크로 블록에서 오류가 발견될 때, 그 이후에 존재하는 오류없는 매크로 블록을 복호화하는 것을 목표로 한다.

그림 6의 (a)는 특정 매크로 블록에 오류가 발생되

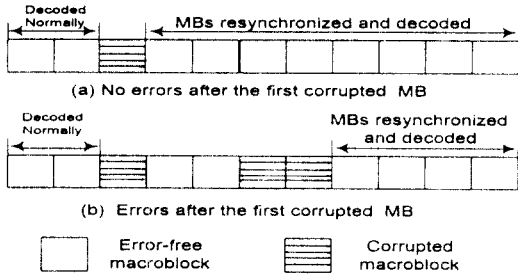


그림 6. 제안하는 매크로 블록 단위의 재동기
Fig. 6 Proposed early resynchronization method

고 이후에는 오류가 없는 매크로 블록만으로 구성된 경우이며, (b)는 오류가 발생된 후 몇 개의 오류없는 매크로 블록이 존재한 다음, 다시 오류로 손상된 매크로 블록이 순서적으로 배치된 경우이다. 그림 6과 같이 GOB의 끝까지 오류없는 연속된 매크로 블록들을 복호화하기 위해, 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 다음과 같다.

- ① 현재 매크로 블록의 시작 위치를 기억한 후 복호화를 진행한다.
- ② 복호 과정에서 오류가 발생하면 다음 GBSC 정보를 찾아서 현 GOB의 마지막 위치를 저장한다.
- ③ 현 매크로 블록의 시작 위치를 하나 증가시킨 후 다시 복호를 시작하며 오류가 재발견되면 이 과정을 반복한다. 여기서 반복되는 조건은 복호되는 비트열의 문법적 오류가 발생하는 경우와 복호의 종료가 현 GOB의 마지막 위치에서 정확하게 이루어지지 않는 경우이다.
- ④ 복호기가 정확하게 GOB의 끝까지 복호를 완료하면 현재 복호된 매크로 블록의 개수와 현 GOB의 마지막 매크로 블록 번호를 기준으로 매크로 블록 순서를 결정한다.
- ⑤ 매크로 블록 번호에 따라 복호된 영상의 위치를 결정한다.

이 방법은 오류가 발견된 매크로 블록 이후에 존재하는 손상되지 않은 매크로 블록을 손실없이 복호화함으로써 영상 손실을 최소화 할 수 있다.

4.2 손실된 매크로 블록의 시공간 오류 은닉

위와 같은 재동기 처리로 복구되지 못한 매크로 블록은 오류 은닉 기법을 사용하여 최대한 영상 손실을 감소시켜야 한다. 가장 간단한 방법은 이전 영상의 같은 위치에 존재하는 매크로 블록 영상으로 대체시키는 기법(simple replacement technique)이다. 그러나 이러한 방법은 움직임이 없는 영상에는 효과적이거나, 움직임의 변화가 심한 영상에서는 효과적이지 못한 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 주위의 움직임 벡터를 이용한 시간적 영역에서의 오류 은닉 기법과 인접 블록의 화소값을 이용한 공간적 오류 은닉 기법을 병합하여 사용하였다. 먼저 시간적 영역에서의 방법은 먼저 그림 7과 같이 주위의 움직임 벡터를 바탕으로 손실된 매크로 블록의 움직임 벡터를 추정한다. 시간적 영역에서 정교하게 움직임을 추정하는 방법은 많이 연구되었으나, 본 논문에서는 오류 은닉의 실시간 처리를 고려하여 3개의 주위 움직임 벡터에 대하여 중간값을 취하는 방식을 도입하였다. 즉, 손상된 매크로 블록의 위, 아래, 왼쪽에 존재하는 매크로 블록의 움직임 벡터를 각각 (Ax, Ay) , (Bx, By) , (Lx, Ly) 라 하면 추정되는 움직임 벡터, Vx, Vy 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} V_x &= \text{Median}(Ax, Bx, Lx) \\ V_y &= \text{Median}(Ay, By, Ly) \end{aligned} \quad (2)$$

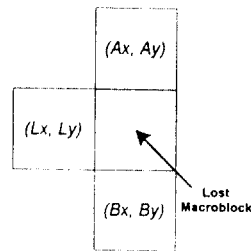


그림 7. 움직임 벡터 추정을 위해 사용된 인접 매크로 블록
Fig. 7 Adjacent macroblocks used for the estimation of the lost motion vector

위와 같이 추정된 움직임 벡터가 실제와 차이가 있으면 인접 매크로 블록과의 경계 불일치(block artifacts) 현상이 발생하므로 이를 최소화하기 위한 처리가 요구된다. 사용된 방법은 손상된 매크로 블록의 가장자

리에 있는 화소값과 인접한 매크로 블록 화소값의 유사성을 이용한다. 즉, 손실된 매크로 블록의 가장자리 화소값을 인접 매크로 블록의 화소값과 평균하여 재설정하는 것이다. 그림 8과 같이 움직임 추정으로 복원된 매크로 블록의 왼쪽 위(left-top) 모서리에 존재하는 화소값을 $p(r, c)$ 라 하면 16×16 크기의 매크로 블록 가장자리의 화소값, $p'(i, j)$ 는 식(3)과 같이 재설정된다.

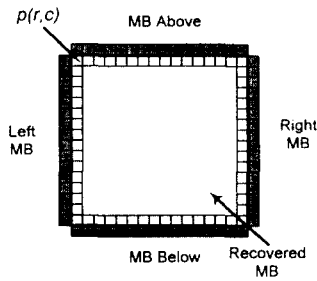


그림 8. 주위 화소값과의 평균을 통한 공간적 오류 은닉
Fig. 8 Spatial error concealment method using the average of neighbouring pixel values

$$p'(r+i, c) = \frac{p(r+i, c) + p(r+i, c-1)}{2}$$

for $i=0, 1, \dots, 13$

$$p'(r+i, c+15) = \frac{p(r+i, c+15) + p(r+i, c+16)}{2}$$

for $i=0, 1, \dots, 13$

$$p'(r, c+j) = \frac{p(r, c+j) + p(r-1, c+j)}{2}$$

for $j=0, 1, \dots, 15$

$$p'(r+15, c+j) = \frac{p(r+15, c+j) + p(r+16, c+j)}{2}$$

for $j=0, 1, \dots, 15$ (3)

V. 실험 결과

이 장에서는 앞에서 제안한 채널 부호화 및 오류 은닉 방법을 정량적으로 평가하기 위하여 시뮬레이션 결과를 제시한다. 먼저 실험 영상은 QCIF 형식의 Miss America와 Mother and Daughter를 사용하였으

며, 특별한 부호 선택사항(option) 없이 H.263 부호기로 부호화하였다. 또한 프레임에 대한 오류 전파 특성을 살리기 위하여 첫 프레임만 영상내 부호화된 I-frame으로 구성되고 나머지는 모두 프레임간 움직임 예측(temporal prediction)을 통하여 부호화된 P-frame으로 구성하였으며, 모든 GOB에 대하여 GBSC 정보를 포함한 GOB 헤더 정보를 포함하였다. 실험에 사용된 영상 및 시뮬레이션 파라미터를 요약하면 표 1과 같다.

표 1. 사용 영상 및 시뮬레이션 파라미터
Table 1. Test sequences and simulation parameters

영상 종류	영상 크기	프레임 수	비트율	프레임율
Miss America	QCIF	50	16kbps	10fps
Mother and Daughter	QCIF	321	24kbps	10fps

과한 후 제안된 채널 부호기로 부호화되며, 부호화된 비트 스트림은 통신 채널(Rayleigh fading channel) 시뮬레이터를 통하여 오류가 부가된다. 수신단에서는 채널 복호기를 통하여 수신된 비트 스트림을 복호화한 후, 오류 은닉 기법이 포함된 H.263 복호기를 통하여 최종 영상을 추출하였다.

제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 2개의 다른 비트 오류율(BER)에 대하여 실험을 적용하였으며, 성능을 비교하기 위하여 다음과 같은 2가지 방법을 사용하였다.

① RCPC + SEC

제안한 채널 부호화 방법(RCPC)을 이용하여 채널 부호화한 후, 복호기에서는 오류가 발생한 매크로 블록을 전 프레임의 매크로 블록으로 대체시키는 간단한 오류 은닉 (simple error concealment: SEC) 기법을 사용한 방법.

② RCPC + ER + SPEC

RCPC를 이용하여 채널 부호화한 후, 복호기에서는 제안한 매크로 블록 단위의 재동기(early resynchronization: ER) 및 시간적, 공간적 오류 은닉(spatio-

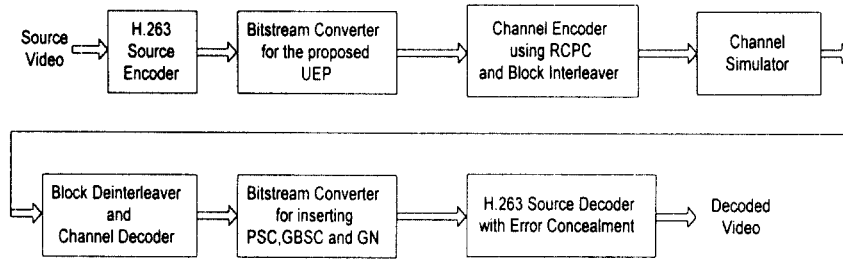


그림 9. 제안된 시스템의 전체 블록도
Fig. 9 The block diagram of the proposed system

temporal error concealment:SPEC)기법을 사용한 방법.

①의 방법은 제안된 채널 부호기를 사용한 특성을, ②의 방법은 제안된 채널 부호화와 매크로 블록 단위의 재동기 및 제안한 오류 은닉 방법을 모두 사용한 특성을 비교하기 위하여 포함되었다.

오류 보호의 정량적 평가를 위하여 본 논문에서는 오류가 전혀 없는 영상과 각각의 방법으로 처리되어 복호화된 영상과의 PSNR(peak signal to noise ratio) 차이를 사용하였고, 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

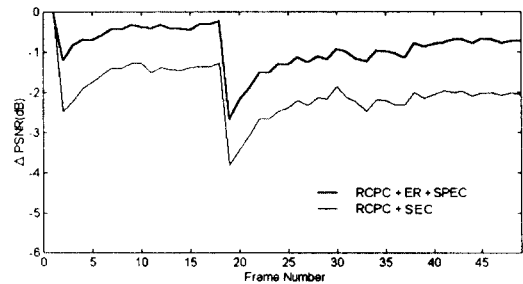
$$\Delta PSNR^k = PSNR_{corrupt}^k - PSNR_{correct}^k \quad (4)$$

여기서 $PSNR_{corrupt}^k$ 은 제안된 오류 보호 처리를 거쳐 복원된 k 번째 프레임의 PSNR값이며, $PSNR_{correct}^k$ 은 오류가 없는 k 번째 프레임의 PSNR값이다.

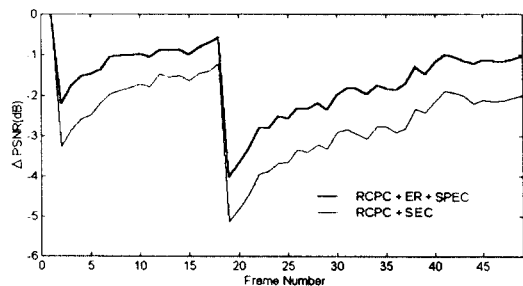
그림 10, 11은 Miss America와 Mother and Daughter 영상이 각각 다른 BER에서 2가지 방법으로 처리된 영상과 오류없는 영상과의 PSNR 차이 값을 보여주고 있다. 그림을 보면 Miss America와 Mother and Daughter 영상은 각각 20번째와 90번째를 전후한 프레임에서 편집 오류가 발생하여 최대의 영상 손실이 일어날을 알 수 있다. 그러나 각 실험 결과는 채널 부호화만 있는 경우보다 매크로 블록 단위의 재동기 및 오류 은닉 기법을 사용한 경우, 향상된 화질 및 빠른 화질 회복이 이루어짐을 보여준다.

그림 12, 13은 각각 Miss America와 Mother and Daughter의 원 영상과 각 방법을 통하여 얻은 영상중

가장 손실이 심한 프레임을 비교하여 보여주고 있다. 그림 12의 Miss America는 프레임 수가 적고 영상의 움직임이 심하지 않아 이전 프레임으로 대체하는 오류 은닉 기법(SEC)도 효과적임을 보여주고 있다. 이와 대조적으로 프레임 수가 많고 상대적으로 움직임



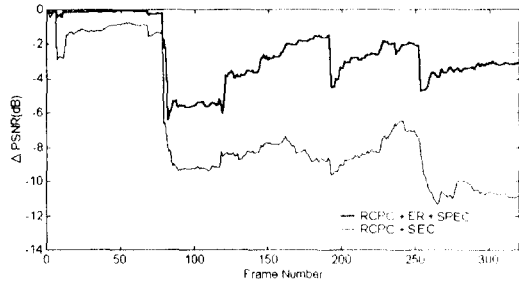
(a) BER=2.40 × 10⁻⁴에서 PSNR의 차이



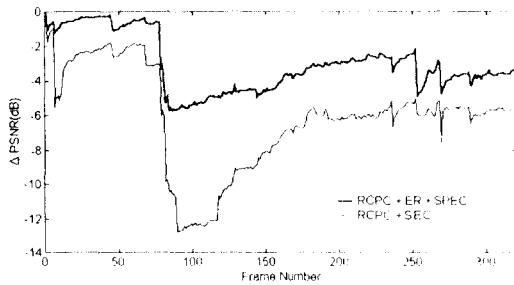
(b) BER=5.24 × 10⁻⁴에서 PSNR의 차이

그림 10. 2개의 비트 오류율에 대한 PSNR의 차이(Miss America)

Fig. 10 PSNR differences under two bit error rates(Miss America)



(a) BER= 2.40×10^{-4} 에서 PSNR의 차이



(b) BER= 5.24×10^{-4} 에서 PSNR의 차이

그림 11. 2개의 비트 오류율에 대한 PSNR의 차이(Mother and Daughter)

Fig. 11 PSNR differences under two bit error rates(Mother and Daughter)



(a) 오류없음 영상



(b) RCPC + SEC 처리 영상 (34.14dB)



(c) RCPC + ER + SPEC 처리 영상 (35.14dB)

그림 12. BER = 5.24×10^{-4} 에서 Miss America의 20번째 프레임

Fig. 12 Miss America frame 20, BER = 5.24×10^{-4}



(a) 오류없음 영상



(b) RCPC + SEC 처리 영상 (19.79dB)



(c) RCPC + ER + SPEC 처리 영상 (26.94dB)

그림 13. BER = 5.24×10^{-4} 에서 Mother and Daughter의 90번째 프레임

Fig. 13 Mother and Daughter frame 90, BER = 5.24×10^{-4}

도 심한 Mother and Daughter는 간단한 오류 은닉 방법을 사용한 경우 매우 큰 영상 손실을 보였으나, 본 논문에서 제안한 오류 은닉 기법(SPEC)을 통하여 크게 영상 화질이 개선됨을 보여주고 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 H.263 비디오 스트림이 이동 통신 채널에서 전송될 때, 오류에 의해서 발생하는 영상 왜곡을 감쇄시키는 채널 부호화 방법 및 오류 은닉 방법을 제안하였다. 채널 부호기는 먼저 H.263으로 부호화된 비트 스트림을 제안된 방법으로 변경하여 오류 보호의 중요도에 따라 각각 다른 비트율로 부호화한 후, 블록 인터리버를 통하여 채널로 전송한다. 수신된 데이터는 채널 복호기를 통하여 정해진 한도 내의 오류를 정정하며, 최종적으로 H.263 복호기에서는 잔재하는 오류에 의해 발생하는 영상 왜곡을 최소화 하기 위하여 매크로 블록 단위의 재동기 및 실시간 처리에 적합한 오류 은닉 기법을 사용하였다.

실험 결과, 프레임 수가 적으며 움직임이 적은 특성을 갖는 Miss America의 경우, 제안된 채널 부호화 방법으로 최대 5dB 이내의 화질 저하를 보였으며, 제안된 오류 은닉 기법을 통하여 4dB 이내로 화질 저하를 방지하는 효과를 보여주었다. 이와 대조적으로 프레임수가 많고 움직임이 상대적으로 많은 영상인 Mother and Daughter는 제안된 채널 부호화 방법으로 최대 13dB 이내의 화질 저하를 보였으나, 제안된 오류 은닉 기법을 통하여 최대 6dB 이내로 화질 손상이 방지되는 결과를 보여주었다.

더욱이 본 논문에서 제안한 방법은 다양한 비트 오류율에 대해서 시간적으로도 적절한 영상 화질을 유지함으로써 효과적인 오류 보호 방법임을 확인하였다.

참 고 문 헌

1. ITU-T Rec. H.324, "Terminal for low bitrate multimedia communication," Dec. 1995.
2. D. Lindbergh, "The H.324 multimedia communication standard," *IEEE Comm. Mag.*, pp. 46-51, Dec. 1996.
3. ITU-T Rec. H.324/ANNEX C, "Multimedia tele-phone terminals over error prone channels (draft)," Dec. 1995.
4. ITU-T Rec. H.263, "Video coding for low bitrate communication," Mar. 1996.
5. K. Rijkse, "H.263: Video coding for low-bit-rate communication," *IEEE Comm. Mag.*, pp. 42-45, May 1996.
6. B. Girod, E. Steinbach, and N. Farber, "Comparison of the H.263 and H.261 video compression standard," *Proc. of SPIE conference on standards and common interfaces for video information systems*, vol. CR60, Oct. 1995.
7. E. Steinbach, N. Farber, and B. Girod, "Standard compatible extension of H.263 for robust video transmission in mobile environments," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 7, no. 6, pp. 872-881 Oct. 1997.
8. C. W. Yap, K. N. Ngan, and R. Liyanapathirana, "Error resilient combined source-channel coder for mobile video," *Proceedings PCS 1997*, Berlin, pp. 413-418, 1997.
9. R. Fisher, P. Mangold, R.M. Pelz, and G. Nitsche, "Combined source and channel coding for very low bitrate mobile visual communication system," *Proceedings PCS 1996*, Melbourne, pp. 231-236, Mar. 1996.
10. M. Khansari, A. Jalali, E. Dubois, and P. Mermelstein, "Low bit-rate video transmission over fading channels for wireless microcellular systems," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 1-11, Feb. 1996.
11. 홍 원기, 최 강선, 광 영경, 김 태현, 고 성제, "이동통신 채널상에서 H.263 비디오 스트림 전송의 오류 보호 방법," 제 10회 신호처리합동학술대회 논문집, vol. 10, no. 1, pp. 109-112, Sep. 1997.
12. J. Hagenauer, "Rate-compatible punctured convolutional codes (RCPC codes) and their applications," *IEEE Trans. Comm.*, vol. 36, pp. 389-400, Apr. 1988.
13. C. -T. Chen, "Error detection and concealment with an unsupervised MPEG2 video decoder," *J.*

Visual Comm. Image Represent., vol. 6, no. 3, pp. 265-278, Sep. 1995.

14. W. M. Lam, A. R. Reibman, and B. Lin, "Recovery of lost or erroneously received motion vectors," *Proc. ICASSP*, vol. 1199, pp. 1620-1628, 1989.
15. C. L. Fernandez, A. Basso and J. P. Hubaux, "Error concealment and early resynchronization techniques for MPEG-2 video streams damaged by transmission over ATM networks," *SPIE conference on digital video compression: Algorithms and Technologies*, San Jose, vol. 2668, pp. 372-383, Feb. 1996.
16. C. L. Buhan, "Software-embedded data retrieval and error concealment scheme for MPEG-2 video sequences," *SPIE conference on digital video compression: Algorithms and Technologies*, vol. 2668, pp. 384-391, San Jose, Feb. 1996.
17. Q. F. Zhu, Y. Wang, and L. Shaw, "Coding and cell-loss recovery in DCT-based packet video," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 3, no. 3, pp. 248-258, June 1993.
18. M.-J. Chen, L. -G. Chen, and R.-M. Weng, "Error concealment of lost motion vectors with overlapped motion compensation," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 7, no. 3, pp. 560-563, June 1997.



홍 원 기(Won-Gi Hong) 정회원
 1962년 8월 11일생
 1985년 2월: 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1987년 2월: 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1987년 1월~1993년 1월: 삼성전자 컴퓨터 본부 S/W개발실

1993년 2월~1996년 8월: 경인여자전문대학 전임강사
 1997년 8월: 고려대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료



최 강 선(Kang-Sun Choi) 정회원
 1974년 12월 31일생
 1997년 2월: 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1997년 3월~현재: 고려대학교 대학원 전자공학과 재학



곽 영 경(Young-Gyoung Kwak) 정회원
 1974년 12월 27일생
 1997년 2월: 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1997년 3월~현재: 고려대학교 대학원 전자공학과 재학



전 한 철(Han-Cheol Jun) 정회원
 1964년 7월 27일생
 1988년 2월: 서강대학교 전자계산학과 졸업(공학사)
 1988년 1월~1994년 2월: 삼성 종합 기술원 근무
 1994년 2월~1997년 1월: (주)나다기연 선임연구원

1997년 1월~현재: (주)나다기연 책임연구원



고 성 제(Sung-Jea Ko) 정회원
 1980년 2월: 고려대학교 전자공학과(공학사)
 1986년 5월: State Univ. of New York at Buffalo, 전기 및 컴퓨터공학과(공학석사)
 1988년 8월: State Univ. of New York at Buffalo, 전기 및 컴퓨터공학과(공학박사)

1981년 8월~1983년 12월: 대한전선 중앙연구소 연구원
 1988년 8월~1992년 5월: The University of Michigan-Dearbon, 전기 및 컴퓨터공학과 조교수
 1992년 3월~현재: 고려대학교 전자공학과 부교수
 1997년~현재: IEEE Senior member
 1996년 11월: IEEE APCCAS best paper award
 1997년 12월: 대한전자공학회 해동 논문상 수상
 ※주관분야: 신호 및 영상처리, 영상 압축 및 통신 멀티미디어 통신등