

논문 2004-41SP-4-3

MPEG-4 비디오에서의 비트율 적응 인트라 리프레쉬

(Bitrate Adaptive Intra Refresh for MPEG-4 Video)

금 찬 현*, 최 동 환**, 황 찬 식**

(Chan-hun Kum, Dong-hwan Choi, and Chan-sik Hwang)

요 약

MPEG-4 비디오에서 움직임 적응 인트라 리프레쉬 (MAIR)는 움직임 영역을 인트라로 부호화하는 방식으로 에러의 전파를 방지한다. 움직임 영역은 이전 매크로블록과 현재 매크로블록의 영상 차이를 이용하여 결정하게 된다. AIR의 효과적인 설계는 최대 리프레쉬 시간을 줄이고 에러에 취약한 매크로블록을 예측하는 것이다. 그러나 MAIR은 인트라로 코딩할 필요성이 낮은 매크로블록도 인트라로 코딩한다. 제안한 비트율 기반의 AIR은 한 VOP에서 매크로블록 단위로 비트량을 비교하여 AIR을 수행한다. 이 방법을 사용하면 최대 리프레쉬 시간을 줄임과 동시에 에러에 취약한 매크로블록을 효율적으로 예측하여 기존의 MAIR보다 향상된 성능을 발휘한다.

Abstract

In MPEG-4 video, Motion Adaptive Intra Refresh (MAIR) encodes a motion area macroblock in intra mode, thereby preventing the error propagation. Motion area is selected by difference of between current macroblock and previous macroblock. An effective implementation of the AIR is to reduce the maximum refresh time and estimate the error prone macroblock. However in the case of the MAIR, unnecessary macroblock can be encoded in intra mode. In this paper, a bitrate AIR is proposed that reduces the maximum refresh time by estimating the error prone macroblock more efficiently.

Keywords : AIR, Adaptive intra refresh, Error resilience, MPEG, MPEG-4

I. 서 론

컴퓨터의 발달에 따라 많은 사람들이 이를 이용한 다양한 멀티미디어 서비스를 쉽게 접할 수 있게 되었다. 사용자들은 많은 멀티미디어 매체를 접하면서 고화질, 고음질의 서비스를 더욱 요구하게 되었고 이에 많은 압축 코덱이 개발되어 사용되고 있다. 또한 이동통신의 발달은 멀티미디어의 응용분야를 더욱 넓게 만들었다. 이동통신과 동영상의 조합은 컴퓨터에서 누릴 수 있는 다양한 멀티미디어 서비스를 시간과 장소의 제한 없이 받을 수 있게 하였다.

그러나 이동통신의 송수신 환경인 무선 환경은 유선

환경에서의 통신과는 달리 예측하기 힘든 채널 상황으로 인하여 에러에 취약한 단점이 있다. 채널코딩으로 에러를 정정할 수 있지만 버스트 에러에 대해서는 완벽하게 에러의 영향이 없어지지 않을 수 있다. 그러므로 동영상을 압축할 때에도 에러에 강한 방식을 사용해야 한다.

MPEG-4 비디오는 이런 무선통신 환경을 고려하여 많은 에러내성 도구들을 내장한 압축방식이다^{[1][8]}. MPEG-4 비디오는 64kbps의 낮은 비트율에서부터 38.4 Mbps의 높은 비트율까지 사용할 수 있도록 되어있는 등 기존의 MPEG-1과 MPEG-2의 사용 용도뿐만 아니라 무선 환경에도 적합하도록 많은 프로파일과 레벨을 가지고 있다^[2]. 그리고 영상을 객체단위로 부호화 할 수 있어서 자연영상과 합성영상 및 컴퓨터 그래픽 등을 효율적으로 처리하여 부호화할 수 있다^{[3][7]}.

MPEG-4 비디오의 에러내성 도구 중 하나인 인트라

* 학생회원, **정회원, 경북대학교 전자공학과 데이터 통신 시스템 연구실

(Data Communication System Laboratory, Electronic Engineering, Kyungpook National University)

접수일자: 2004년2월9일, 수정완료일: 2004년4월28일

리프레쉬 (intra refresh) 방식은 발생한 에러의 시간적 전파를 줄이기 위한 방식중 하나이다. MPEG (Moving Picture Expert Group)의 압축방식은 움직임 추정과 가변길이 부호화 방식을 사용한다. 그래서 특정 영역에 에러가 발생하면 시간적, 공간적으로 에러가 전파되는 현상이 생긴다. 인트라 리프레쉬는 VOP (Video Object Plane) 전체 또는 몇 개의 매크로블록을 인트라로 코딩함으로써 에러의 시간적 전파를 줄여서 공간적 전파도 최소화할 수 있는 방식이다. 즉, 인트라로 코딩이 되기 전의 에러는 인트라로 코딩된 이후에는 영향을 끼치지 않는 것이다.

인트라 리프레쉬 방식에는 주기적 인트라 리프레쉬 (Cyclic Intra Refresh, CIR)와 적응적 인트라 리프레쉬 (Adaptive Intra Refresh, AIR)가 있다. CIR은 모든 매크로블록을 주기적으로 인트라로 코딩하는 방식이고 AIR은 에러에 취약한 매크로블록을 예측, 선택하여 인트라로 코딩하는 방식이다. CIR 방식보다는 AIR 방식이 더 빨리 에러의 전파를 막을 수 있다. AIR의 성능은 에러에 취약한 매크로블록을 어떠한 기준으로 선택하는가에 달려있다. MPEG-4 비디오 VM18.0 Annex H에는 이 기준으로 sad0^{*}을 사용하고 있다^[4]. sad0이 큰 매크로블록은 움직임 영역 (motion area)으로 간주되어 움직임이 많아 에러에 취약하다고 판단하게 되어 인트라로 코딩하게 된다. 그러나 sad0은 움직임의 많고 적음을 나타내는 절대적 척도가 아니고, 또한 움직임이 많다고 하여도 그것이 에러와의 관계에서 완벽하게 비례 관계가 성립하지 않는다. 채널 상에 전송되는 영상은 실제로 비트 스트림으로 전송된다. 그렇다면 비트상의 에러는 비트율 (bitrate)^{**}과 관계가 있다. 비트율이 높은 매크로블록이 비트율이 낮은 매크로블록보다 에러의 발생 확률이 높다. 이에 sad0을 기준으로 하는 AIR가 아닌 비트율을 기반으로 하는 AIR 방식을 제안하고자 한다.

본 논문에서는 MPEG-4에서의 인트라 리프레쉬 방식과 인트라 리프레쉬방식의 성능 결정 요소에 대해 자세히 알아보고 이를 개선한 비트율 기반의 AIR 방식을 제안한다. 그리고 무선환경과 유사한 에러를 발생한 실험을 통해 제안한 방식의 성능이 우수함을 검증한다..

* Sum of Absolute Difference, 현재 매크로블록과 이전 VOP에서 같은 위치의 매크로블록과의 영상차이를 나타내는 수치

** 본 논문에서는 비트율을 단위 매크로블록에서의 비트량으로 한다. 단위는 bits/MB로 정의한다.

II. MPEG-4 비디오에서의 인트라 리프레쉬

서론에 언급된 바와 같이 VOP 내의 특정 매크로블록을 인트라로 코딩하는 방식은 CIR 방식과 AIR 방식이 있다.

1. CIR

CIR는 하나의 P-VOP(또는 B-VOP)내에서 인트라로 코딩할 매크로블록을 그림 1과 같이 좌측상단부터 우측하단까지 순차적으로 결정하는 방식이다.

그러므로 한 VOP 내의 모든 매크로블록은 일정한 주기로 인트라로 코딩된다. 한 VOP 내의 매크로블록의 수를 AIIMB라고 하고 한 VOP 내에서 인트라로 코딩할 매크로블록의 수를 refresh_rate라고 할 때 CIR에서 특정 위치의 매크로블록이 인트라로 코딩되는 주기 t_{cyclic} 은 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$t_{cyclic} = \frac{AIIMB}{refresh_rate} \quad (1)$$

즉, 한 매크로블록에 발생한 에러의 영향은 t_{cyclic} 시간 내에 복구가 가능하게 된다. 이 방식은 구현이 간단하지만 인트라로 코딩할 필요가 없는 매크로블록까지 인트라로 코딩함으로써 전체적인 코딩효율을 저하시킨다. 움직임이 전혀 없거나 약간 있는 매크로블록은 인트라로 코딩되지 않더라도 이전 매크로블록으로 대체하여 화질의 손상을 줄일 수 있다. 그래서 이를 개선한 방식이 AIR 방식이다.

2. MAIR

MAIR은 CIR과는 달리 매크로블록을 적응적으로 선택하기 위해 그림 2 (a)와 같은 리프레쉬 맵 (refresh

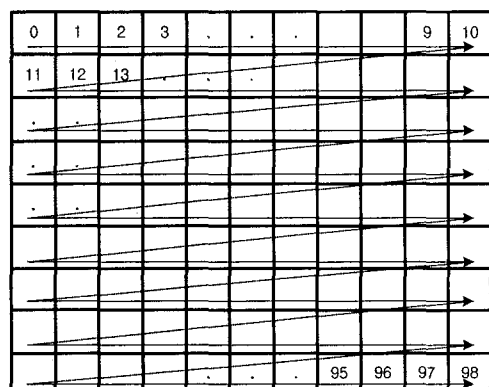
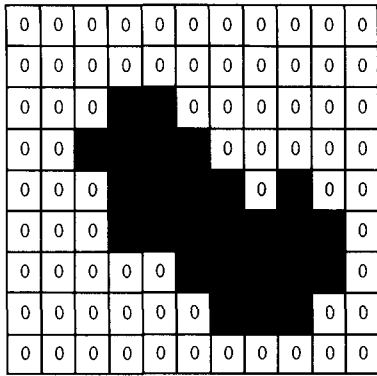
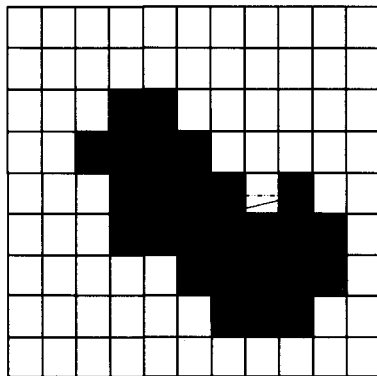


그림 1. QCIF 이미지의 경우 스캔순서
Fig. 1. Scan order for the QCIF image.



(a)



(b)

그림 2. MAIR의 리프레쉬 맵(QCIF의 경우)
 (a) 리프레쉬 맵 (b) 스캔순서
 Fig. 2. Refresh Map for MAIR(case of QCIF size).
 (a) Refresh map (b) Scan order

map)을 사용한다^[4].

그림 2 (a)에서 "0"은 인터로 코딩될 영역이고 "1"은 인트라로 코딩될 영역을 나타낸다. 그리고 한 VOP 내에서 인트라로 코딩할 매크로블록의 수 (refresh_rate)는 미리 정하여 사용하게 된다. 인트라로 코딩할 매크로블록의 수가 크면 에러의 전파를 잘 막을 수 있지만 비트량이 증가하게 되고 율제어로 인한 화질의 저하를 가져오게 된다. 그러므로 전송 대역이나 영상의 크기 등에 따라 적절한 값을 사용해야 한다. 그림 2 (b)는 MAIR에서 인트라 코딩 순서를 나타내고 있다.

MAIR은 sad0의 값을 문턱 값인 SAD_th와 비교하여 현재의 매크로블록을 인트라로 코딩할지 인터로 코딩할지를 결정한다. 여기서 sad0은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다. p_{current}(i, j)와 p_{previous}(i, j)는 각각 현재와 이전 VOP의 같은 위치의 매크로블록에서 좌표상 (i, j)의 픽셀의 값을 의미한다. sad0은 움직임 추정 부분에서 미리 계산된 값이므로 추가적인 계산이 필요하지 않다. 그리고 문턱 값 SAD_th는 한 VOP에서

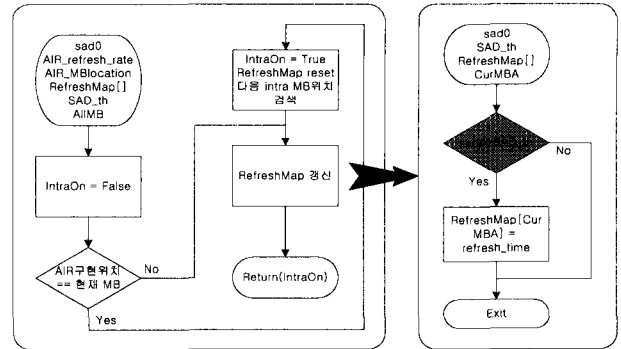


그림 3. MAIR의 구현 알고리즘
 Fig. 3. Realization Algorithm for MAIR.

sad0의 평균값으로 식 (3)과 같이 구할 수 있다. sad0(k)는 k번째 매크로블록의 sad0의 값을 의미한다.

$$sad0 = \sum_{i=0}^{15} \sum_{j=0}^{15} |p_{current}(i, j) - p_{previous}(i, j)| \quad (2)$$

$$SAD_th = \sum_{k=0}^{AllMB-1} \frac{sad0(k)}{AllMB} \quad (3)$$

현재 매크로블록의 sad0값이 SAD_th보다 크면 이 매크로블록은 움직임 영역으로 결정되어 리프레쉬 맵에 양의 정수 (refresh_time)가 저장된다. 움직임 영역으로 결정된 매크로블록은 인트라로 코딩된 후에는 "1"이 감소된다. 이때 양의 정수 refresh_time은 임의로 정할 수 있다. 그림 2 (a)는 refresh_time을 "1"로 설정했을 때의 예이다.

그림 3은 MAIR의 구현 알고리즘을 순서도로 표현한 것이다.

MPEG-4 비디오에서는 위에서와 같이 이전 영상과의 차이를 나타내는 sad0을 기준으로 인트라 리프레쉬를 한다. 그러나 sad0은 영상간의 차이를 나타내지만 화면 복잡도가 높은 영상의 경우 sad0이 크다 하더라도 영상의 변형이나 움직임이 작을 수 있다. 영상의 변형이나 움직임이 작은 경우는 이전 영상을 이용하여 은닉하면 큰 영상손실이 발생하지 않는다. 또한 움직임이 많은 경우에도 단순한 평행이동이라면 sad0이 커도 모션 벡터만 에러에 대해 보호가 된다면 문제가 되지 않는다.

즉, sad0을 이용한 인트라 리프레쉬는 인트라 코딩의 필요성이 낮은 매크로블록을 인트라로 코딩할 수 있는 가능성이 있는 것이다. 그렇다면 기존의 MAIR의 단점을 해결하기 위해서는 인트라 리프레쉬의 성능을 결정

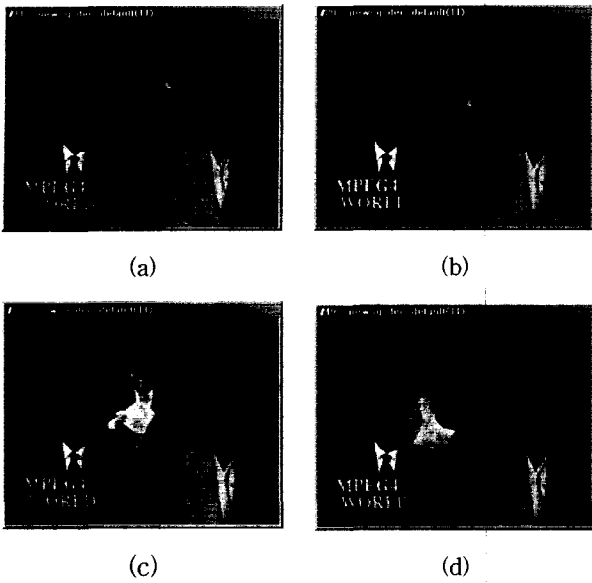


그림 4. “News” 영상에서 에러의 시간적 공간적 전파
Fig. 4. Temporal and spatial error propagation for sequence “News”.

하는 요소에 대하여 알아볼 필요가 있다.

3. AIR의 성능 결정 요소

MPEG의 비트 스트림상의 에러는 가변길이 부호화로 인해 시간이 지남에 따라 화질의 열화가 공간적으로 퍼지는 성질이 있다. 임의의 매크로블록에 에러가 발생할 경우 에러가 생긴 영상은 움직임에 의해 공간적으로 퍼져나가서 더 많은 화질의 저하를 가져온다.

그림 4는 “News” 영상에서 한 매크로블록의 에러가 시간적, 공간적으로 에러가 전파되는 것을 보여주고 있다. 그림 4 (a)와 같이 11번째 VOP의 한 매크로블록이 에러가 발생할 경우 디코더에서 에러에 대한 처리를 하지 않는다면 시간이 흐르면서 에러는 공간적으로 퍼져나가 그림 4 (b), (c), (d)와 같이 화질에 영향을 미친다. 결국 에러가 수정되지 않으면 한 매크로블록의 에러는 상당한 시간까지 화질에 영향을 미치게 되는 것이다. 즉, 매크로블록의 리프레쉬 주기가 짧을수록 에러에 대한 화질 저하를 낮출 수 있다.

CIR에서 에러가 난 매크로블록이 리프레쉬 되는 최대 시간 (t_{cyclic})은 식 (1)과 같다. 이에 비해 AIR에서 한 VOP의 매크로블록 총 개수 (AII MB)에 대한 움직임 영역 (refresh_area)의 비를 $r(\leq 1)$ 이라고 할 때 에러가 난 매크로블록의 최대 리프레쉬 시간은 식 (5)와 같다. 단, AIR에서는 한 매크로블록이 다음 리프레쉬 주기때 인트라로 코딩된다는 보장이 없으므로 리프레쉬

되는 최대 시간 ($t_{adaptive}$)은 한 VOP의 리프레쉬 맵에서 움직임 영역을 모두 인트라로 코딩하는데 걸리는 시간으로 한다.

$$r = \frac{\text{refresh_area}}{\text{AII MB}} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} t_{adaptive} &= \frac{\text{AII MB}}{\text{refresh_rate}} \times r \\ &= \frac{\text{AII MB}}{\text{refresh_rate}} \times \frac{\text{refresh_area}}{\text{AII MB}} \quad (5) \end{aligned}$$

$$= \frac{\text{refresh_area}}{\text{refresh_rate}}$$

$$\therefore t_{adaptive} \leq t_{cyclic} (\because r \leq 1) \quad (6)$$

결국, 식 (6)과 같이 CIR보다 AIR가 에러의 시간적 전파에 따른 공간적 에러 전파를 빨리 막을 수 있다. AIR은 에러에 취약한 부분 또는 에러 은닉이 잘 되지 않는 부분을 인코더에서 미리 예측하여 인트라로 코딩하는 것이다. 식 (5)의 결과식을 보면 $t_{adaptive}$ 를 줄이기 위해서는 VOP당 인트라로 코딩하는 매크로블록의 수 (refresh_rate)를 늘리거나 인트라로 코딩해야 할 움직임 영역 (refresh_area)을 줄여야 한다. refresh_rate를 늘리면 움직임에 의해 전체적으로 화질의 저하를 가져오므로 refresh_area를 줄임으로써 $t_{adaptive}$ 를 줄일 수 있다. refresh_area를 줄이기 위한 방법은 꼭 필요한 매크로블록만을 이것으로 지정해야 한다는 의미가 된다. 그러므로 AIR을 효율적으로 이용하기 위해서는 refresh_rate와 refresh_area를 적절히 조합해야 한다. refresh_rate는 에러가 없는 환경에서 전체적으로 화질의 저하가 적은 범위에서 선택해야하고 refresh_area는 효율적인 매크로블록의 선정 기준을 무엇으로 결정하느냐에 달려있다.

III. 비트율 기반 AIR

효율적인 AIR의 설계는 최대 리프레쉬 시간 ($t_{adaptive}$)을 줄이는 동시에 에러의 확률이 높은 매크로블록을 예측하는 것에 달려있다. 앞서와 같이 sad0을 이용한 MAIR 역시 에러에 취약한 매크로블록을 예측하는 데 한계를 가지고 있다. 그래서 AIR의 효율적 설계에 부합하는 방식으로 비트율 적응 인트라 리프레쉬 (bitrate adaptive intra refresh)를 제안한다.



그림 5. 비트율과 에러확률과의 관계
Fig. 5. Relation of bitrate and error probability.

MPEG 비디오의 압축은 확률에 근거한 엔트로피 코딩을 기본으로 하는 허프만 부호화나 산술부호화와 같은 가변길이 부호화 방식을 채택하고 있다. 엔트로피 코딩은 확률이 높은 심벌은 코드 길이를 짧게 하고 확률이 낮은 심벌의 코드 길이는 길게 설계하여 평균 코드 길이를 감소시킨다. 가변길이 부호화를 통해 압축된 각 매크로블록들 중에 상대적으로 비트율이 낮은 매크로블록은 상대적으로 비트율이 높은 다른 매크로블록보다는 적은 정보량을 가지고 있다. 즉, 비트율이 낮은 매크로블록은 이전 매크로블록을 이용하여 에러를 은닉해도 비트율이 높은 매크로블록의 경우보다는 화질의 손상이 작다는 의미가 된다.

그리고 압축된 영상의 전송은 결국 비트스트림의 형태로 채널을 통해 전달된다. 채널상의 에러도 역시 비트상에 발생하게 된다. 그렇다면 비트율이 높은 매크로블록은 상대적으로 낮은 비트율을 가진 매크로블록보다는 에러의 발생확률이 높다.

그림 5와 같이 각각의 매크로블록이 코딩되어 나온 비트율을 그림으로 표시한다면 MB(4)에 해당하는 매크로블록에 에러가 날 확률이 MB(2)에 해당하는 매크로블록에 에러가 날 확률보다는 훨씬 높다.

그리고 SAD_{th}는 현재의 VOP상에서의 값이 아닌 이전 VOP에서 구한 값이고 sad₀은 현재 VOP에서 구한 값이다. 동영상에서 이전 VOP와 현재 VOP의 영상 차이는 크게 차이가 나지 않더라도 이전 VOP에서 구한 sad₀의 평균값인 SAD_{th}와 현재 VOP의 sad₀을 비교하는 것은 정확한 방법이 될 수 없다.

이러한 근거로 각 매크로블록의 비트율을 기준으로 인트라 리프레쉬 하는 방식을 제안한다. 이때 한 VOP에서 비트율의 문턱 값 (bits_{th})은 다음 식 (7)과 같이 비트율의 평균으로 정의한다.

$$bits_th = \frac{\sum_{k=0}^{AllMB-1} bits(k)}{AllMB} \quad (7)$$

여기서 bits(k)는 k번째 매크로블록의 비트율이다. 그러나 비트율과 sad₀이 완전한 비례관계에 있다면 제한한 방식의 의미가 없으므로 이들의 관계를 고찰해 볼 필요가 있다. 그림 6은 QCIF 크기의 "Hall Monitor"

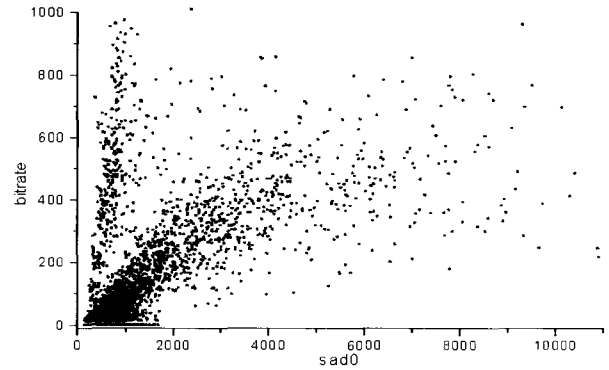


그림 6. "Hall Monitor" 영상의 sad0과 비트율과의 비교
Fig. 6. Comparison of sad0 and bitrate for sequence "Hall Monitor".

표 1. "Hall Monitor" 영상의 6번째 VOP에서 sad0과 비트율과의 비교
Table 1. Comparison of sad0 and bitrate for 6th VOP of sequence "Hall Monitor".

MB (k)	sad0 (k)	bits (k)	MB (k)	sad0 (k)	bits (k)
4	623	23			
5	910	288	16	949	1
6	752	231	17	697	1
7	620	26	18	747	1
8	652	21			
9	955	14			
10	669	1	21	894	1
11	512	1	22	528	1
12	478	1	23	329	1
13	626	1	24	952	16
			∴	∴	∴

영상에서 330 프레임을 10fps로 코딩할 때, sad₀와 비트율과의 관계를 나타내고 있다.

그림 6에서와 같이 sad₀과 비트율은 하나의 직선 주위에 몰려있는 형태가 아닌 산만하게 흩어져있는 모습을 가지고 있어 비례관계를 가진다고 볼 수 없다. 그리고 비트율 축에 모여있는 점들과 sad₀축에 모여있는 점들에 대해 자세히 분석하기 위해 그림 6의 경우에서 6번째 VOP의 sad₀과 비트율과의 관계 일부를 표 1에서 나타내었다.

위의 표에서 SAD_{th}는 이전 VOP의 sad₀의 평균으로 "1044"이고 bits_{th}는 "20"으로 나왔다. 매크로블록 4번과 8번 사이의 각 비트율은 bits_{th} 이상이지만 sad₀은 SAD_{th}에 미치지 못한다. 반면 매크로블록 14, 15, 19, 20번에서 sad₀은 SAD_{th} 이상이지만 비트율은 bits_{th} 이하의 값을 가지고 있다. 6번째 VOP 전체에서 표 1과 같이 sad₀과 비트율과의 관계가 서로 일치하지

않는 매크로블록이 총 99개 중에서 38개이고 일치되는 경우는 4개에 불과하였다.

특히, 비트율이 "1"인 경우는 움직임이 없어 DCT계수가 존재하지 않은 경우인데 COD라는 1bit의 flag 비트를 두어서 "1"로 설정한 것이다. 즉, COD가 "1"이면 DCT계수가 존재하지 않고 해당 매크로블록은 더 이상의 정보를 가지고 있지 않는다. 복호할 때는 이전 매크로블록을 그대로 가져오면 된다. COD가 "1"이면 움직임이 없어서 에러가 발생하더라도 이전 매크로블록을 그대로 이용할 수 있으므로 인트라 코딩을 할 필요가 없는데도 sad0 기반의 기존 방식은 인트라 코딩을 함을 표 1에서 볼 수 있다. 이러한 경우는 6번째 VOP 전체에서 24개의 매크로블록에서 나타났다. bitrate AIR은 이러한 경우가 배제되므로 에러에 취약한 다른 매크로블록에 더 자주 인트라로 코딩할 수 있다. 결국 에러의 전과 시간을 줄여서 향상된 화질을 가져올 수 있다.

또, 6번째 VOP에서 sad0 기반의 기존 방식은 31개의 매크로블록을 리프레쉬 맵에 인트라로 설정하지만 비트 기반 방식에서는 11개만의 매크로블록을 인트라로 설정한다. 즉, 최대 인트라 리프레쉬 시간 ($t_{adaptive}$)을 줄일 수 있다.

위와 같이 비트율을 이용하여 AIR을 수행하면 MAIR보다 에러에 취약한 매크로블록을 효율적으로 예측할 수 있고 최대 인트라 리프레쉬 시간을 줄일 수 있어 향상된 성능을 가져올 수 있다.

IV. 실험 및 결과

실험에서 인코더와 디코더는 MPEG-4 MoMuSys simple profile을 사용하고 무선채널 환경을 고려하여 시행하였다.

실험영상은 MPEG-4 Video VM 18.0에 나와 있는 "Hall Monitor", "News" 영상과 "Salesman" 영상으로 QCIF 크기를 사용하였다. "Hall Monitor" 영상은 Class A로 분류되어 공간복잡도와 움직임이 작은 영상이다. "News" 영상은 Class B로 분류되어 공간복잡도 또는 움직임이 중간정도의 영상이다^[4]. 이외에 "Salesman" 영상은 "News" 영상과 비슷한 움직임과 비교적 높은 공간복잡도를 가지고 있다. "Hall Monitor" 영상은 330 프레임, "News" 영상은 300 프레임 그리고 "Salesman" 영상은 449 프레임으로 되어있다.

인코딩시 초당 10 프레임으로 64kbps에 재동기 마커 간격(resync marker)은 300 bit로 하였다. 윌제어 타입

표 2. 각 실험영상에서 평균 PSNR의 비교

Table 2. Comparison of average PSNR for each test sequence.

(단위 : dB)

	MPEG-4 default	MAIR	bitrate AIR
Hall Monitor	31.94	33.80	34.68
News	31.03	31.72	32.13
Salesman	31.29	33.21	33.74

은 VM5+로 설정하였다. 그 외 데이터 분할과 RVLC 등은 사용하지 않았다. VOP당 인트라 코딩 매크로블록의 수는 4개로 하였다.

채널상의 에러에서 랜덤 에러는 데이터 링크 계층의 FEC(forward error correction)에 의해 제거된다고 가정하고 버스트 에러만을 고려하였다^[5]. 버스트 에러는 16ms에서 24ms의 랜덤한 길이로 랜덤한 위치에 발생하였다. 단 초기 1.5초 동안은 코덱의 동작을 안정화하기 위해 에러를 삽입하지 않았고, 전체 영상에 총 3번의 버스트 에러를 삽입하였다^[6].

디코더는 에러가 인식되면 이전 VOP의 매크로블록을 가져와서 사용하도록 되어 있다.

통계적 신뢰성을 높이기 위해 각 실험영상에서 100회의 에러를 발생하여 반복 수행하였다.

표 2는 각 실험영상에서의 평균 PSNR을 나타낸 것이다. sad0 기반의 기존 인트라 리프레쉬가 인트라 리프레쉬를 사용하지 않는 것보다 좋은 성능을 나타내지만, 제안한 비트율 기반의 인트라 리프레쉬는 sad0 기반의 인트라 리프레쉬보다 더 큰 화질의 향상을 보였다.

그림 7, 8, 9는 각 영상에서 시간에 따른 평균 PSNR로 기존의 방식과 제안한 방식을 비교하여 보여주고 있다. 인트라 리프레쉬를 쓰지 않으면 그림 7, 8, 9와 같이 초기 15 프레임 이전까지는 에러가 발생하지 않아 화질이 좋지만 에러가 생긴 이후에는 에러 복구가 잘 되지 않아 계속 화질이 저하됨을 알 수 있다.

그림 7에서 60프레임 근처에서 제안한 방식이 기존의 인트라 리프레쉬보다 빠른 에러 복구를 하여 이후에도 계속 좋은 화질을 유지하는 것을 볼 수 있다. 이런 결과는 그림 8, 9에서도 볼 수 있다.

결국, 기존 인트라 리프레쉬보다 제안한 인트라 리프레쉬는 에러 복원 속도가 빨라 더 좋은 화질을 나타냄을 실험을 통해 확인하였다.

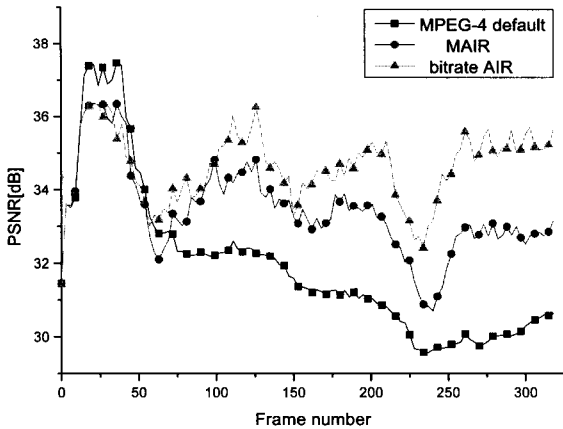


그림 7. "Hall Monitor" 영상의 PSNR비교
Fig. 7. Comparison of PSNR for sequence "Hall Monitor".

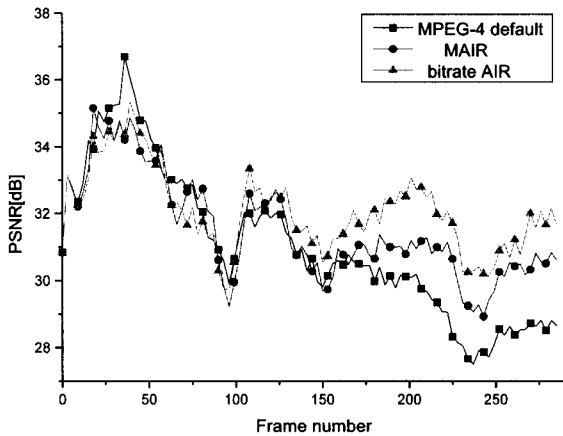


그림 8. "News" 영상의 PSNR 비교
Fig. 8. Comparison of PSNR for sequence "News".

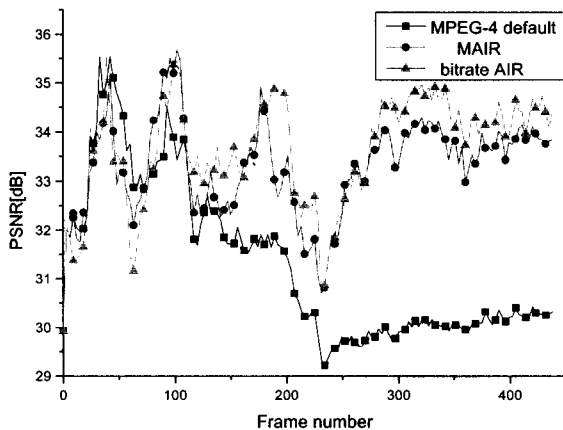


그림 9. "Salesman" 영상의 PSNR 비교
Fig. 9. Comparison of PSNR for sequence "Salesman".

V. 결 론

AIR은 에러에 취약한 환경에서 에러의 시간적 전파

를 막는 방법으로 CIR보다 좋은 성능을 가지고 있다. 그리고 효율적인 AIR의 설계는 최대 리프레쉬 시간 ($t_{adaptive}$)을 줄이는 동시에 에러의 확률이 높은 매크로블록을 어떤 방법으로 예측하는 것인가에 달려있다. 하지만 기존의 sad0을 기반으로 하는 MAIR은 화면복잡도가 높은 영상의 경우 sad0의 값이 크더라도 영상의 변형이나 움직임이 작을 수 있다. 이러한 매크로블록의 경우 복호기에서 이전 영상을 이용하는 에러는 누출 수 행한다면 부호화기에서 인트라로 코딩할 필요가 없다. 그러므로 MAIR 방식은 인트라로 코딩할 필요가 없는 매크로블록까지도 인트라로 코딩하고 있어 비효율적이다.

본 논문에서는 에러의 확률이 높은 매크로블록을 예측하여 최대 리프레쉬 시간을 줄이고 움직임이 없는 매크로블록은 인트라로 코딩하지 않는 bitrate AIR을 제안하였다.

정보량을 많이 가질수록 비트율이 높아지고 비트율이 높은 매크로블록은 비트율이 낮은 매크로블록보다 에러에 취약하게 된다. 이러한 관점에서 엔트로피와 관계가 있는 비트율 기반의 인트라 리프레쉬에 대해서 제안해 보았다. 그리고 움직임이 없어 이전 영상과 같으면 해당 매크로블록을 인트라로 코딩할 필요가 없는데도 sad0 기반의 기존 방식은 인트라로 코딩하는 경우가 생기지만 제안한 방식은 그러한 경우에 인트라로 코딩하지 않는다. 이런 근거는 에러를 발생한 실험을 통해 제안한 방법이 에러의 시간적 전파를 빨리 막음으로써 화질의 향상이 있음을 검증하였다.

즉, 제안한 bitrate AIR은 인트라 코딩 매크로블록을 선택하는 기준을 기존 방식에서의 sad0이 아닌 비트율을 기준으로 하는 것 이외의 추가적인 연산이나 메모리의 사용 없이도 성능을 향상시킬 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "MPEG-4 Overview-(v.21 Jeju Version)", N4668, Mar. 2002.
- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Levels for MPEG-4 Visual Profiles", MPEG2001/N4507, Dec. 2001.
- [3] R. Talluri, "Error-Resilient Video Coding in the ISO MPEG-4 Standard", IEEE Communications Magazine, pp. 112~119, June 1998.
- [4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "MPEG-4 Video Verification Model version 18.0", N3908, Jan. 2001.

[5] 서덕영, 홍인기, 유인태, "IMT-2000 버스트 에러 환경에서 MPEG-4 비디오 전송에 관한 연구", 한국통신학회논문지, pp 828~839, June 2001.

[6] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "MPEG-4 Testing and Evaluation Procedures Document", MPEG95/N0999, July 1995.

[7] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Information technology-coding of audio-visual objects : Part 2 : Visual", ISO/IEC 14496-2, Dec. 1999.

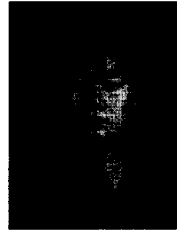
[8] K. Ramkishor and Sudhindra V. Bellary, "Error resilience algorithms for MPEG-4 over wireless channels", 3rd MPEG-4 Work shop, California, June 2002.

저 자 소 개



금 찬 현(학생회원)
 2002년 경북대학교
 전자전기공학부 학사졸업
 2004년 경북대학교 전자공학과
 석사졸업
 2004년 ~ 현재 LG전자
 영상제품연구소

<주관심분야: 영상처리, 영상통신, 컴퓨터, error resilience>



최 동 환(정회원)
 1997년 경북대학교
 전자공학과 학사졸업
 1999년 경북대학교 전자공학과
 석사졸업
 1999년 ~ 현재 경북대학교 전자
 공학과 박사과정 재학 중

<주관심분야: 영상처리, 영상통신, 오류복원 및 은닉>



황 찬 식(정회원)
 1977년 서강대학교 전자공학과
 학사졸업
 1979년 한국과학기술원
 전자공학과 석사졸업
 1996년 한국과학기술원
 전자공학과 박사졸업

1980년 ~ 현재 경북대학교 전자공학과 교수
 <주관심분야: 데이터통신, 영상신호처리, 수중 음향탐지>