

# 효율적인 압축 알고리즘을 이용한 실용화 수준의 DVR 시스템

(An Industry-Strength DVR System using an Efficient  
Compression Algorithm)

박 영 철 <sup>†</sup>     안 재 기 <sup>\*\*</sup>  
(Youngchul Park)   (Jaeki Ahn)

**요 약** 본 논문은 실용화 레벨에서의 디지털 영상기록 (Digital Video Recording: DVR) 구현을 기술한다. 또한 입력 영상을 배경과 목표물 영역의 두 가지 영역으로 분리 처리하여 분리된 영역별로 중요도를 고려하여 서로 다른 압축 기법을 적용함으로써 효율적인 압축부호화를 수행할 수 있는 방안을 제안한다. 본 알고리즘은 영상 압축 부호화 기법으로서 영역분할을 통해 Macro block 단위로 물체 영역과 배경 영역을 재구성해서 부호화에 이용하는 방식이다. 제안된 알고리즘은 매우 효율적인 압축 성능을 보여주며, 저 전송률 상황에서도 높은 질의 영상을 복원할 수 있다.

키워드 : 영상압축, 디지털 영상기록, MPEG

**Abstract** We describe a practical implementation of DVR (Digital Video Recording) system. And we propose a new image compression algorithm, that input video signal is divided into two parts, a moving target and a non-moving background part to achieve efficient compression of image sequences. This algorithm reorganizes a target area and a back-ground area by use of Macro Block(MB) unit on encoding scheme. The proposed algorithm allows high quality image reconstruction at low bit rates.

**Key words** : Image compression, Digital Video Recoding (DVR), MPEG

## 1. 서 론

2000년대에 들어와 작은 규모(down sizing), 적정 규모(right sizing), 재공정(re-engineering)으로의 변화가 일고 있으며, 정보화 시대 및 경제성장으로 인한 가진자와 갖지 못한 자의 격차는 더욱 심화되고 있다. 최근 미국의 경우 직장 및 학교 내에서의 폭력 및 절도가 증가하고 있으며, 한국의 경우 은행 강도 사건이 늘어나고 있어 첨단 보안 산업의 필요성이 증대되고 있다[1].

기존의 무인 감시 시스템에서는 대부분의 경우 아날로그 비디오 신호를 그대로 전송하여 아날로그 비디오 테이프에 저장하는 방식을 이용해 왔다. 그러나 이러한 아날로그 영상 저장 방식은 비디오 테이프에 영상을 반복 저장함으로써 발생하는 화질 저하 및 테이프교체 등

으로 인한 비용 증가 등의 단점을 갖고 있다. 이에 최근 들어서는 아날로그 비디오 신호를 디지털 신호로 변환한 후 ITU-T H.261 및 H.263 계열이나 MPEG 계열 또는 JPEG 계열의 디지털 비디오 압축 기법들을 이용하여 압축한 후 이를 하드 디스크 같은 저장 매체에 저장하는 DVR(Digital Video Recording) 시스템이 개발되어 사용되고 있다. H.261에서는 화소단위로 움직임 벡터를 찾는데 비해 보다 고품질이 요구되는 MPEG에서는 반 화소 단위로 찾는다[2,3,7].

H.263은 H.261에 비해 몇 가지 개선 되었다. 우선 각 매크로 블록의 움직임 벡터를 부호화하는데 있어서 이웃하는 매크로 블록의 움직임벡터와 상관도가 높음을 감안해 세 벡터의 중간 값을 취하는 보다 효율적인 방법을 사용하고 있다. 또한 한 매크로 블록 내에서 움직임을 세분화하는 블록별 움직임 추정이 가능하다. DCT (Discrete Cosine Transform) 변환계수의 효율적 양자화를 위해 양자화기를 개선해 약 3%의 데이터 절약을 얻는다. 비트열의 구문(syntax)에 있어서도 기존의 H.261보다 크게 단순화해 순수한 정보 비트이외의 오버

<sup>†</sup> 종신회원 : 천안대학교 정보통신학부 교수  
ycpark@cheonan.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 비회원 : (주)SMIT 대표이사  
jkahn@mail.smit.co.kr  
논문접수 : 2003년 11월 19일  
심사완료 : 2004년 3월 16일

헤드를 줄이고 있다[2,4,8,11]. 한편 MPEG-1은 DSM (Digital Storage Media)를 위한 압축 방식이고, MPEG-2는 저장/ 방송/전송 등의 범용 압축 기법이다. 1993년 인터넷과 컴퓨터 상에서의 멀티 미디어 데이터를 자유자재로 취급기 위한 MPEG-4의 검토가 시작된 후, 1998년 5월에 최종 위원회 초안이 완성되었다[6]. 이러한 동영상 압축 부호화 기법들은 모두 현재 영상을 일정한 크기의 사각 영역인 매크로 블록(MB: Macro-Block)으로 나누고, 각 영역을 이전 영상과 비교하여 움직임 보상을 수행한 후 움직임 보상된 영상과 현재 영상과의 차이를 압축 부호화하고 있다. 즉, 현재 영상을 구성하는 모든 매크로 블록들에 대해 똑같은 중요도로 압축을 수행하고 있다[3,9,10]. 그러나 DVR과 같이 고정 카메라를 대상으로 하는 무인 감시 시스템 또는 화상전화 시스템과 같이 배경영역 보다 물체 영역의 화질이 크게 중요시되는 응용분야에서는 물체영역과 배경영역을 구분한 후 차별적인 부호화를 수행하여 물체영역의 화질을 배경영역의 화질보다 상대적으로 좋게 유지하고, 영상정보 저장 효율을 높일 필요가 있다.

본 연구에서는 영상압축 부호화 기법으로서 영역분할을 통해 매크로 블록 단위로 물체 영역과 배경영역을 구분해 내고 배경 영상을 재구성하여 부호화에 이용하는 압축 알고리즘을 제안하며, 이를 이용한 DVR 시스템(이하 Third Eye 라 명함)을 제안한다. 제안된 알고리즘은 첫째, 배경영상을 확보하고 있으므로 물체의 이동에 의해 가려졌다가 다시 나타난 배경영역을 새로 부호화 할 필요가 없고, 둘째, 물체영역과 배경영역을 구분하므로 물체영역에 대해서만 부호화를 수행하므로 효율적인 움직임 예측이 가능하며 이로 인해 압축효율을 크게 증대시킬 수 있다. 셋째, 상대적으로 중요한 물체 영역은 압축률을 낮추어 화질을 높이고, 덜 중요한 배경 영역은 압축률을 높이거나 부호화를 생략함으로써 저장 공간을 절약할 수 있는 장점이 있다. 이러한 압축 알고리즘을 FPGA 칩에 구현하고 MPEG PCB 보드를 설계/제작하여 16 채널 DVR 시스템을 개발하였으며, 본 논문에서는 Third Eye 시스템 및 압축 알고리즘의 성능 분석을 기술한다.

2. Third Eye시스템 및 압축 알고리즘

2.1 시스템 구성

본 연구에서 제안하는 Third eye 시스템의 전체 구성도를 그림 1과 그림 2에 보인다. 그림 1 과 그림 2에서 '영역분할 및 부호화 제어기', '영상부호화기', 그리고 '영상 복호화기'를 Microsoft Visual C++ 6.0으로 구현하였다. 그림 2의 영상 압축 부호화기의 영역분할 및 부호화 제어기는 입력된 영상과 배경영상, 이전 영상과 함께

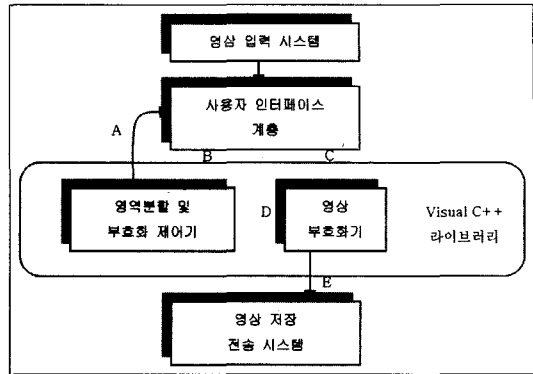


그림 1 무인 감시 시스템을 위한 영상 압축 부호화기

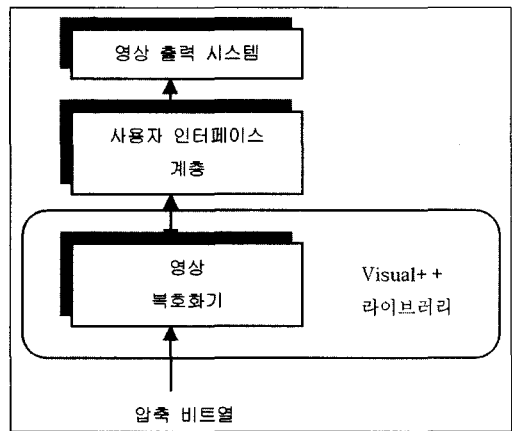


그림 2 무인 감시 시스템을 위한 영상 압축 복호화기

Threshold 값, timer 정보들을 토대로 현재 영상에 대한 프레임 단위와 Macro Block(MB) 단위로 부호화 기법을 결정해 주며, 또한 각각의 MB가 물체영역 또는 배경영역인지를 분할해 준다. 영상 부호화기는 배경영상, 이전영상을 참조하여 영역분할 및 부호화 제어기에서 내려준 결정과 여러 가지 사용자 옵션에 따라서 현재영상 정보에 대한 압축을 수행하여 한 프레임 단위로 파일이나 버퍼에 압축하여 저장한다.

영상압축 복호화기 그림 2의 배경영상 재구성은 입력되는 시작 시간에 대한 임의 접근 위치를 비트열에서 찾아내고, 현재 영상의 복호를 위한 배경 영상과 이전 영상을 복원한다. 복호화기는 배경영상과 이전영상, 그리고 해당되는 비트 열이 주어질 때, 그에 따른 현재영상을 복원시킨다. 영역분할 및 부호화 제어기의 기능은 모드 선택, 참조 영상 선택(reference selection), 영역분할 등이 있다.

1) 영역분할

입력 인자는 현재 영상과 배경영상, 이전 영상과 함께

Threshold 값, timer 정보들을 토대로 현재 영상에 대한 프레임 단위와 MB 단위로 부호화 기법을 결정해 준다(그림 1에서 'D'). 또한 각각의 MB가 물체영역 또는 배경영역인지를 분할해 주며(그림 1에서 'A'), Inter 부호화를 위한 참조 영상과의 차이 값도 결과로 알려준다.

2) 압축

배경영상, 이전영상을 참조하여 영역분할 및 부호화 제어기에서 내려준 결정(그림 1에서 'D')과 여러 가지 사용자 옵션(그림 1에서 'C')에 따라서 현재영상 정보에 대한 압축을 수행하여 한 프레임 단위로 파일이나 버퍼에 저장(그림 1에서 'E')하게 된다. 발생된 비트열의 크기가 결과로 반환된다. 압축 내부에서는 또한 부호화한 비트열에 대한 복호화가 이루어져서 다음 영상을 위한 이전 영상 메모리에 기억된다.

3) Background Reconstruction

입력되는 시작 시간에 대한 임의의 접근 위치를 비트열에서 찾아내고, 현재영상의 복호를 위한 배경영상과 이전영상을 복원한다.

4) Decompression

배경영상과 이전영상, 그리고 해당하는 비트 열이 주어질 때, 그에 따른 현재영상을 복원하게 된다. 또한 압축과 같은 방식으로 배경영상에 대한 갱신이 이루어져 계속해서 순차적으로 복호가 이루어질 수 있도록 한다.

그림 3에 영상압축 부호화기의 부호화 과정 블록도에 한 장의 영상이 입력으로 들어오면 영상 특성에 따라서 그림과 같이 세 가지 기법으로 나누어져 다르게 부호화된다. 점선으로 나타낸 부분이 영역 분할기에서 결정을 내려야 하는 부분이다. 일반적인 경우에는 입력 영상 값들에 대해서 DCT(Discrete Cosine Transform)를 수행한 후, 물체영역과 배경영역에 따라서 적절한 양자화기(OQ: Quantizer for Object 또는 BQ: Quantizer for Background)가 사용되고, 그 결과 값에 따라서 Entropy Encoder 에서 비트열을 생성한다. 또한 내부적으로는 역양자화와 IDCT(Inverse DCT)를 수행하여 복호화된 영상이 이전영상 메모리에 저장되어 다음 부호화에 이용되며, 배경영상도 영역 분할기의 결정에 따라서 적절하게 갱신되는 과정이 이루어진다. 그림 4에 영상압축 부호화기의 복호화 과정블록도가 나와 있으며, 복호화기에서는 비트열을 Entropy Decoder에서 복호한 후에 역양자화와 IDCT를 거쳐서 배경영상(BFM : Background Frame Memory)과 이전영상(PFM : Previous Frame Memory)을 토대로 현재영상(FRAME OUT)을 복원한다. 점선으로 나타낸 결정 부분은 비트열 내부에 포함된 정보에 따라서 결정된다. 그림 5에 제작된 DVR 시스템 부호화기 및 복호화기가 나와 있다.

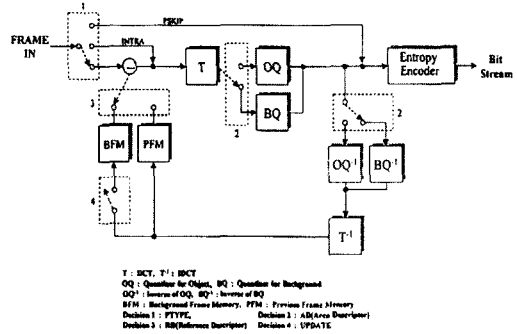


그림 3 영상압축 부호화기의 부호화 과정

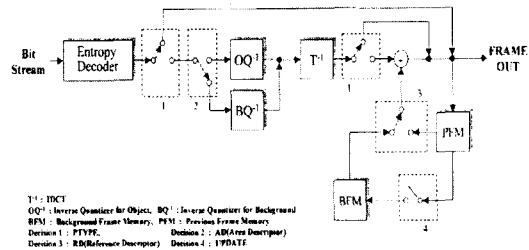


그림 4 영상압축 부호화기의 복호화 과정



그림 5 제작된 DVR시스템 부호화기 및 복호화기

2.2 압축 알고리즘

배경 영역보다 물체 영역의 화질이 크게 중요시되는 무인감시 시스템에서 중요영역과 배경영역을 구분한 후 차별적인 부호화를 수행하여 중요영역의 화질을 비중요 영역보다 상대적으로 좋게 유지한다. 압출물은 사용자가 VERY\_LOW, LOW, MID, HIGH, VERY\_HIGH의 5 단계 중 하나를 선택할 수 있으며 내부적으로는 그에 따른 양자화 값(Qp)을 조절함으로써 압축률과 화질이 결정 된다. 양자화 값은 Intra 부호화와 Inter 부호화에 대한 값이 각각 다르게 나타나며, 특징적인 것은 물체영역과 배경영역에 대해서 양자화 값을 다르게 할당하는 점이다. 즉, 상대적으로 중요하고 높은 화질을 가져야 하는 물체영역에는 높은 양자화 값을 할당하고, 중요도가 낮은 배경영역에는 낮은 양자화 값을 할당함으로써 같은 크기의 비트 열에 대해서 사용자의 입장에서 볼 때 더 나은 화질을 가질 수 있도록 한다. 물체영역과 배

경영역의 분할은 영역 분할기에서 이루어진다. 영역분할 및 부호화 제어기의 기능을 효율적으로 수행하기 위하여 다음과 같은 과정들을 수행한다.

(1) 1단계: Mode Selection & Reference Selection

우선 참조영상을 선택한 후 선택된 참조영상과 현재 영상을 대상으로 H.261의 Inter/Intra 선택 알고리즘을 사용하여 Inter 모드로 부호화할 것인지 Intra 모드로 부호화할 것인지를 결정한다. Inter 부호화 과정에서 이전영상 뿐만 아니라 배경영상도 함께 사용한다. 참조영상의 선택은 두 후보 영상인 BFM과 PFM에 대하여 현재영상(cfm: current frame memory)과의 차이 영상인 efm(입력된 이전 영상과 복원된 배경 영상과의 차이 영상)과 efm(입력된 이전 영상과 복원된 이전 영상과의 차이 영상)을 구하고 이 차이 영상들의 분산을 비교하여 차이 영상의 분산이 작게 나오는 후보 영상을 참조영상으로 선택하는 방법을 사용하였다. 부호화 시에 배경영상과 이전 영상을 모두 참조 영상으로 사용하는 것과 마찬가지로 현재 영상을 복원하기 위해서는 배경영상과 이전영상이 필요하게 된다. 비트열의 처음부터 복호화 한다면 첫 영상이 배경영상이 되므로 문제가 되지 않지만, 임의 접근 시에는 현재까지의 배경영상을 복원하는 과정이 필요하게 된다. 이를 위해서 부호화기에서는 처음 영상뿐만 아니라 5분 간격으로 영역분할 과정을 거치지 않고서 입력 영상 전체를 Intra 기법으로 부호화하고, 배경영상으로 갱신한다. 따라서 임의 접근 시에는, 초기화 과정에서 5분 간격으로 나누어진 구간의 처음부터 현재 시간까지 복호화 하여 배경영상과 이전 영상을 복원한 후에 실제적인 복호화를 하게 된다. 상세한 부호화 방식은 지면 관계상 생략한다.

(2) 2단계: MB 단위의 영역분할(판정)

MB 단위 판정 기능을 구현하기 위하여 MMAE(Maximum Mean Absolute Error)이라는 개념을 도입하였다. MMAE란 오차(error)의 절대값의 평균값들 중에서 최대 값을 의미한다. 실제 구현에 있어서는 현재 영상 (cfm)과 배경 영상 (bfm)의 차이 영상 (efm)의 밝기 성분(Y 신호)에 대하여 16 x 16 크기의 MB을 16개의 4 x 4 크기를 갖는 sub-block으로 나누고, 각 sub-block에 대하여 절대 값을 취한 후 평균값을 구한다. 이렇게 하면 하나의 MB에 대하여 16개의 MAE(Mean - Absolute - Error) 값이 얻어지게 되며, 이 값들을 비교하여 최대 값을 구하면 그 값이 해당 매크로 블록의 MMAE 값이 된다. 이렇게 MB별로 구한 MMAE 값에 대하여 화면 전체 밝기 변화에 대한 보상을 한 후, U, V 성분에 대한 처리를 하고, 마지막으로 threshold 값을 이용하여 해당 매크로 블록이 물체 영역에 속하는지 배경영역에 속하는지를 판별하게 된다.

화면 전체 밝기 변화의 보상 기능, U와 V 성분에 대한 처리기능, Thresholding 과정에 의해 물체 마스크(oMask)를 구하는 기능이 있다. Heuristic 방식을 채택하여 물체인지 배경 인지를 판정하는데 MMAE 값을 사용한다.

(3) 3단계:

Inter Frame 부호화 방법에서 참조할 영상을 선택한다. 이전 영상뿐 아니라 배경영상까지 참조 대상으로 한다. 따라서 이전 영상만을 참조하는 기존의 방식에 비해 향상된 화질을 얻을 수 있다.

(4) 4단계: DCT 및 양자화

계산 속도 면에서 우수한 성능을 갖는 Lee DCT 방식[12]을 사용하여 영상을 DCT 변환하고, 중요도가 높은 목표물과 중요도가 낮은 배경을 구분하여 차별화한 방법으로 양자화한다.

(5) 5단계: 배경영상 갱신

일정한 시간 동안 변화가 없는 매크로블록을 찾아내어 배경영상으로 갱신한다.

(6) 6단계: Encoding

우선 양자화된 결과를 지그재그 스캐닝하여 FLC(Fixed Length Coding) 부호화를 수행한 후 허프만 부호화하여 비트스트림(Bit stream)으로 저장한다. 이 단계는 무손실 압축 부호화로 영상 데이터의 손실이 없다.

### 3. 성능평가

개발된 Third Eye는 원격 영상감시 시스템을 위하여 제작한 것으로, 개인용 컴퓨터 모니터를 통하여 동시에 여러 개의 감시화면을 볼 수 있으며, 과거 영상자료는 컴퓨터 하드디스크에 저장되어 필요 시 특정시간의 영상을 재생시켜 볼 수 있도록(초 단위 임의접근(random access)) 시스템이 설계되어 있다. H.263에 몇 가지 기능이 추가된 H.263+ 구현하여 Third eye와의 비교 실험을 수행하였다. H.263+는 Telenor의 TMN (Test Model Near -Term)버전 2.0을 기반으로 'University of British Columbia CANADA'에서 수정한 TMN 버전 3.0으로 구현하였다. 영상 부호화 관점에서 H.263+와 Third eye의 주된 차이를 살펴보면,

(1) Third eye는 움직임 보상을 하지 않기 때문에 그만큼 발생 비트량이 H.263+보다 증가할 것이다. 반면 H.263+는 움직임 보상을 처리하기 위해 많은 계산을 필요로 한다.

(2) H. 263+는 이전영상만을 이용하여 부호화하는 반면, Third eye는 이전영상과 배경영상을 모두 이용하여 부호화를 수행하기 때문에, H.263+에 비하여 부호화 효율의 향상이 기대된다. 대신 Third eye는 배경과 물체를 구분해 내고 배경을 재구성하는 루틴이 포함된다.

(3) Third eye는 특정한 조건을 만족하는 경우에 입력 영상을 압축저장하지 않고 건너뛴 수가 있다. 건너뛴을 잘 활용하면 입력 영상에 물체가 없는 경우나 전체 밝기가 너무 어두워 물체가 식별되지 않는 경우에 비트 발생량을 효과적으로 줄일 수 있다.

부호화기의 성능 시험을 위하여 320x240 크기를 가진 3개의 시험 영상을 사용하였다. 3개의 시험 영상 모두 초당 약 4 프레임 정도로 1000개의 프레임을 녹화하였다. 프레임간의 변화가 적은 부분(예: 현금 인출을 하는 사람이 없이 현금 인출기만을 배경)과 변화가 많은 부분(예: 현금인출기에서 사람들이 돈을 인출하는 장면)이 섞여 있다. H. 263+은 CIF format (352x288크기)의 영상화면을 지원하기 때문에 Third eye가 지원하는 영상화면(320x240)의 크기와 다르다. 동일한 환경에서 성능을 비교하기 위하여 H. 263+ 부호화시 320x240 크기를 제외한 화면은 0값을 입력하여 화면크기를 352x288 크기로 바꾼 뒤 H.263+의 입력영상으로 사용하였다. 이때, 화면의 크기가 동일하지 않기 때문에 화질 및 프레임 당 발생 비트 수에 오차가 발생하는 것을 막기 위하여 H.263+은 320x240 크기의 영상에 대해서만 화질 계산을 하였으며, 320x240 크기 이외의 영상을 처리하는데 필요한 비트 수를 추정하여 프레임 당 발생 비트 수에서 빼줌으로써 320x240크기의 영상화면을 처리하는 Third eye와 동일한 시험환경을 조성하였다. H.263+ 이 320x240 크기 이외의 영상화면을 처리하는데 필요한 비트 수는 매크로 블록(16x16 pixels)이 모두 0일 때 1비트가 추가적으로 발생하므로 각 프레임 당 추가적으로 발생하는 비트 수는 96비트이다. 이 값을 프레임 당 발생 비트 수에서 빼주면 320x240 크기의 영상화면을 처리할 때 발생하는 프레임 당 발생 비트수의 값이 된다. Third eye는 다섯 단계의 화질을 사용자가 선택하여 녹화할 수 있도록 작성되었으며, 부호화에 사용된 양자화(QP)값은 표 1과 같다. H.263+은 intra/ inter 양자화(QP)값을 동일하게 1부터 31까지 변화시키면서 시험하였다. H. 263+은 초당 압축하는 프레임 수에 따라 화질이 달라진다.

표 1 다섯 단계 화질에 따른 Intra/Inter QP 값

화 질	최고	고	중간	저	최저
Intra QP값	3	5	7	13	24
Inter QP값	4	7	12	20	31

따라서, 초당 압축하는 프레임 수에 따라 Third eye와 H.263+의 화질이 어떻게 변하는가를 알아보기 위하여 1초에 4,2,1,0.5 프레임씩 영상 압축하는 경우에 대하여 각각의 화질을 비교하였다. 비교 항목은 프레임 당 평균 부호화 시간(한 개의 화면을 부호화 하는데 소요

되는 시간)과 Third eye 다섯 단계 화질과 H263+ 31개 QP값에 따른 rate-distortion 곡선(프레임 당 평균 발생 비트에 따라 원래 화면과 복원된 화면간의 에러 크기)이다. 320x240 크기의 1개 프레임에 대하여 왜곡 D를 구하는 식은 다음과 같다.

$$D = \frac{1}{320 \times 240} \sum_{i=1}^{240} \sum_{j=1}^{320} (f(i,j) - \hat{f}(i,j))^2$$

$f(i,j)$ : original pixel value  
 $\hat{f}(i,j)$ : decoded pixel value

PSNR은 화질을 평가할 때 많이 사용되는 척도로써 화면의 밝기에 따라 SNR 값이 달라지는 것을 막고 객관성을 확보하기 위하여 오차 값에 대한 peak값(225)의 비율을 dB로 나타낸 것으로, 320x 240 크기의 1개 프레임에 대하여 PSNR을 구하는 식은 다음과 같다.

$$PSNR = 10 \log 320 \times 240 \frac{\sum_{i=1}^{240} \sum_{j=1}^{320} f(i,j)^2}{(\sum_{i=1}^{240} \sum_{j=1}^{320} (f(i,j) - \hat{f}(i,j))^2)}$$

$f(i,j)$ : original pixel value  
 $\hat{f}(i,j)$ : decoded pixel value

목표물 PSNR은 영상 화면상에서 목표물이라고 생각되는 매크로 블록을 사람의 육안으로 판단하여 배경화면과 구별한 다음, 목표물에 해당되는 매크로 블록의 PSNR과 배경화면에 해당되는 매크로블록의 PSNR을 각 화면마다 따로 구성한 것이다.

밝기 성분(Y 값)과 색차 성분(U, V 값)의 비교를 위하여 Lab영상에 대하여 최고화질인 경우 실험한 결과가 아래의 그림 6에 나타나 있다. 그림에서 알 수 있듯이 색차 성분이 밝기 성분보다 화질(PSNR)이 항상 우수하며, 색차 성분의 화질이 밝기 성분의 화질을 따라가는 것을 볼 수 있다. 또한 이러한 결과는 다른 영상에 대해 실험해 보아도 거의 비슷하였다. 따라서 영상 전체의 화질은 밝기 성분(Y)에 의해 결정된다고 볼 수 있으므로, 앞으로의 비교는 밝기 성분(Y)에 대하여만 수행하기로 한다.

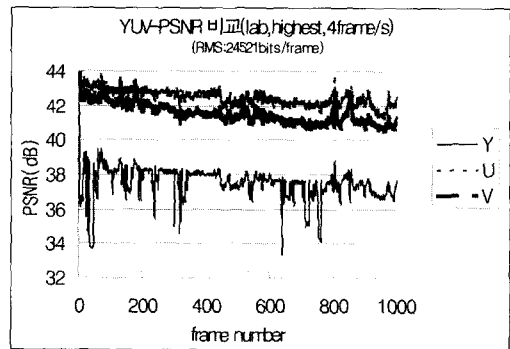


그림 6 밝기 성분(Y 값)과 색차성분(U, V 값)의 비교

(1) 프레임 당 평균 부호화 시간 비교

프레임 당 평균 부호화 시간을 측정하기 위하여 256 Mbyte 램을 가진 800MHz인텔 펜티엄 III CPU를 사용하는 PC를 사용하였다. Lab과 ATM 시험 영상을 대상으로 RMS는 중간 단계의 화질일 때, H.263+는 intra/inter QP=13일 때 각각의 프레임 당 평균 부호화 시간을 측정하여 표 2와 같은 결과를 얻었다. H.263+의 intra/inter QP 값을 13으로 선택한 이유는 Third eye의 mid 화질일 때의 프레임 당 평균 발생 비트량과 H.263+의 intra/inter QP 값이 13일때 프레임 당 평균 발생 비트량이 비슷하기 때문이다. 표 2에서 볼 수 있듯이 H.263+의 프레임 당 평균 부호화 시간이 Third eye에 비하여 4~4.6배 더 소요되는 것을 알 수 있다.

표 2 프레임 당 평균 부호화 시간(단위: 초)

시험영상 종류	Lab			ATM		
	2	1	0.5	2	1	0.5
부호화 속도 (프레임/초)	2	1	0.5	2	1	0.5
Third eye (mid화질)	0.141	0.144	0.147	0.147	0.155	0.158
H.263+(intra/interQP=13)	0.564	0.592	0.606	0.660	0.684	0.736
Third eye에 대한 H.263+의 부호화 시간 비율	4.0배	4.1배	4.1배	4.5배	4.4배	4.6배

(2) Rate-distortion 곡선

Lab 영상에 대하여 입력 프레임 rate를 4,2,1,0.5(프레임/초)

임/초)로 낮춰가며 rate-distortion 곡선을 구한 결과가 그림 7에 나타나 있다. Third eye의 경우에는 5단계 화질에 대해서 실험한 결과이고, H.263+는 intra/inter QP 값을 동일하게 하여 1에서 31까지 변화 시키면서 실험한 결과이다. Third eye로 실험한 결과 실선의 5개의 점 가운데 가장 왼쪽 점이 최저 화질일 때의 결과이고, 가장 오른쪽 점이 최고 화질일 때의 결과이다. 그림에서 가로축의 프레임 당 평균 비트 발생량이 10000, 20000, 30000인 것은 입력영상의 크기가 320x240이고 포맷이 YUV 4:2:0일 때 한 프레임이 115,200 바이트(921,600 비트)이므로 압축률로 환산했을 때 대략 1/90, 1/45, 1/30에 해당한다(그림에서 굵은 실선은 Third eye, 가는 점선은 H.263+로 실험한 결과를 나타냄). 초당 부호화하는 프레임 수가 낮아짐에 따라 Third eye는 왜곡이 작게 증가하는 반면, H.263+는 왜곡이 상당히 많이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이러한 경향은 ATM영상과 Lobby영상에 대한 실험결과에서도 마찬가지로 나타난다. 이러한 경향이 생기는 이유는 H.263+의 경우 초당 부호화 하는 프레임 수가 낮아짐에 따라 움직임 보상의 효과가 감소하는 반면, Third eye는 움직임 보상을 하지 않으므로 초당 부호화하는 프레임 수가 낮아져도 크게 영향을 받지 않기 때문으로 판단된다.

그림 8은 ATM 영상에 대하여 rate-distortion 곡선을 구한 결과이다. lab 영상에 대한 실험 결과와 ATM 영상에 대한 실험 결과를 비교해 보면, Lab 영상은 Third eye 가 H.263+ 보다 전체적으로 왜곡이 적은 반면, ATM 영상은 그 반대의 현상을 보이는 것을 알 수

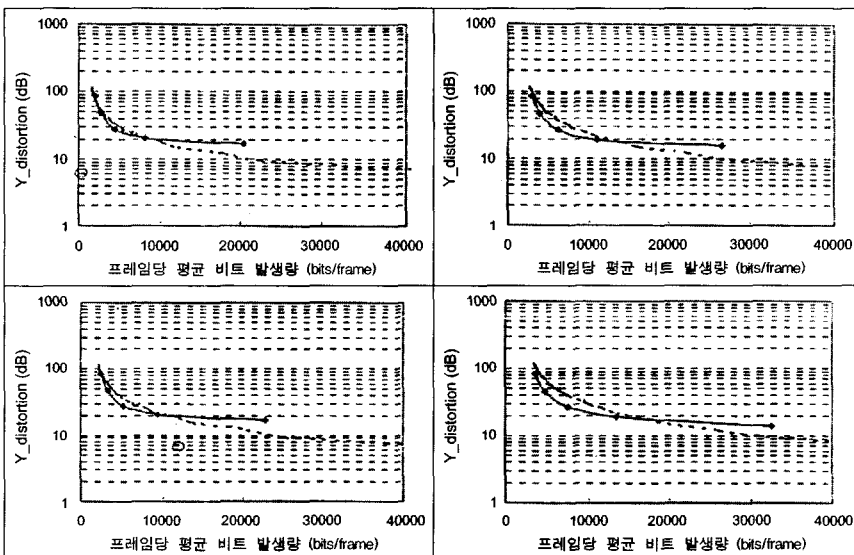


그림 7 Lab 영상 rate-distortion 곡선(실선: Third Eye, 점선: H.263+)

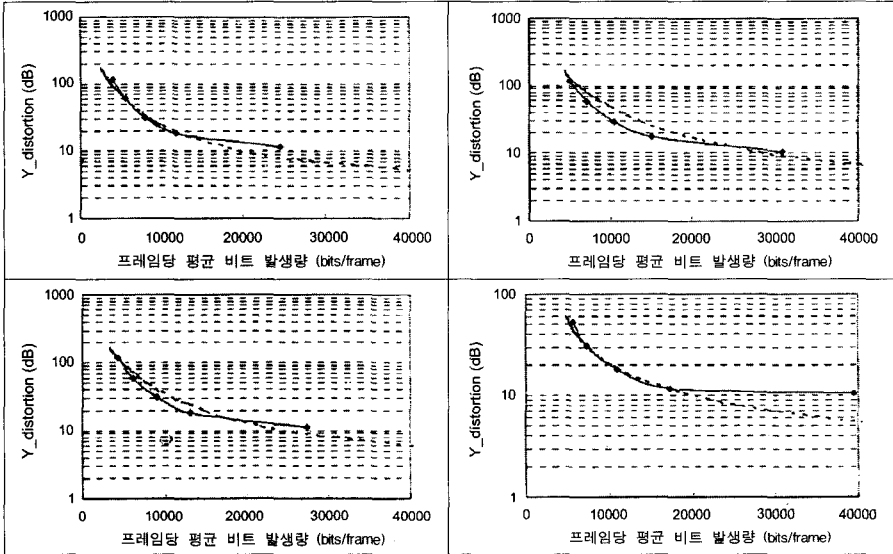


그림 8 ATM영상 rate-distortion 곡선(실선: Third Eye, 점선: H.263+)

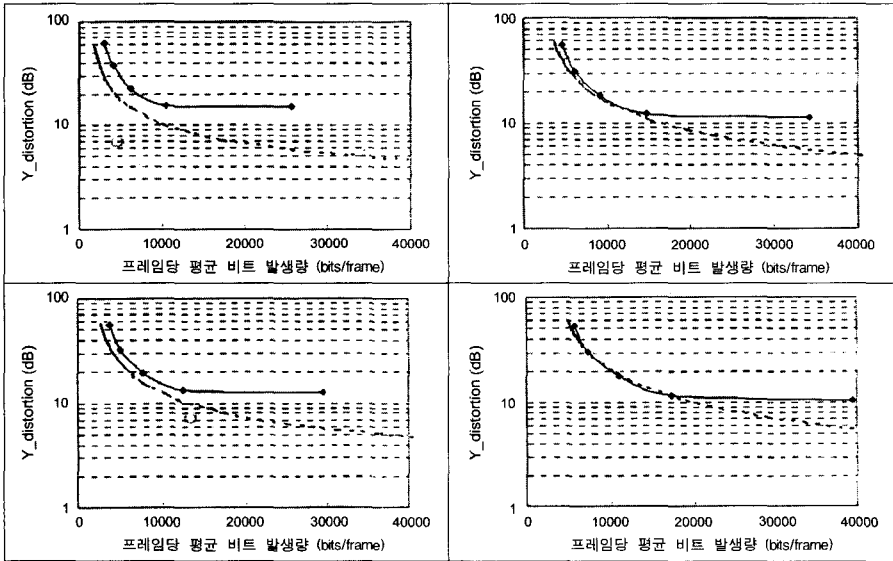


그림 9 Lobby 영상 rate-distortion 곡선(실선: Third Eye, 점선: H.263+)

있다. 이것은 lab 영상이 비교적 복잡한 배경을 갖고 물체의 움직임이 크고 많은 반면 ATM 영상은 비교적 단순한 배경을 갖고 물체의 움직임이 그리 많지 않았기 때문인 것으로 추측된다. 즉, Third eye는 이전 영상뿐만 아니라 배경영상도 부호화에 이용하므로, 배경이 복잡할수록 Third eye가 H.263+보다 성능이 좋게 관찰된 것이라 생각된다. 또한 움직임이 크고 많을수록 움직임 보상의 효과가 감소하여 같은 비트 발생량에 대해 왜곡이 커지게 되는 H.263+에 비하여 Third eye는 움직임

보상을 하지 않으므로 움직임이 많아져도 비교적 화질이 일정하게 유지되기 때문에 판단된다.

그림 9는 lobby 영상에 대하여 rate-distortion 곡선을 구한 결과이다. 3가지 실험 결과를 종합하여 보면, 단순한 배경을 가지고 물체의 움직임이 적은 ATM 시험 영상에서는 Third eye가 H.263+보다 왜곡이 크게 나타나지만, 복잡한 배경을 가지고 물체의 움직임이 많은 Lab이나 Lobby 시험 영상에서는 Third eye로 부호화할 경우 왜곡이 작게 나타나는 것을 알 수 있다. 또

한, Third eye의 화질이 중간화질 근처에서 Third eye의 성능이 H.263+보다 좋아지고, 최고치나 최저치에서 Third eye의 성능이 H.263+보다 나쁘게 나타났다. 그리고, 초당 부호화 하는 프레임 수가 낮아질수록 Third eye가 H.263+보다 왜곡 증가 현상이 적었다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 제안된 영상압축 부호화 기법 알고리즘은 입력영상에 대해 사용자에게 중요한 정보(물체가 존재 여부, 물체 자체 내용 및 움직임 정보 등)와 중요치 않은 정보를 구분하여 제공함으로써 압축효율을 증대시키는 것이다. 기존의 H.263+ 영상압축 부호화 기법과 비교하여 제안된 알고리즘은 특히 복잡한 배경을 갖는 영상이나 물체의 움직임이 크고 자주 발생하는 영상의 경우 좋은 성능을 보여 주었다. 이것은 물체와 배경을 구분하여 배경영상을 재구성하고 이것을 부호화에 이용한 효과로 볼 수 있다. 한편 개발된 알고리즘을 FPGA로 구현하고 MPEG 보드를 개발하여 16채널 DVR 시스템(Third Eye)을 개발하였으며, 복잡한 배경을 갖고 움직임이 많은 상황에서 H.263+보다 왜곡이 적은 우수한 성능을 보여 주고 있다.

본 연구는 Third eye 개발이라는 상업화에 초점을 맞추었기 때문에 전체 시스템 성능의 최적화에 주안점을 두고 수행하였으며, 향후에는 PSNR 분포 및 목표물 PSNR에 대한 성능평가를 추진해야 할 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] Ira S. Somerson, "Security @ The Millennium, Security Magazine Oct. 2000.
- [2] 최윤식, "2000년대 화상처리 및 텔레비전 방송기술 발전 전망", 전자공학회지 2000. 2, pp.138-150.
- [3] 이강현, 박인정, "21세기 멀티미디어 기술과 산업", 전자공학회지 2000. 2, pp.152-159.
- [4] Leonardo Chiariglione, "MPEG-2: Generic coding of moving picture and associated audio information," ISO/IEC/ JTC1/WG11, October 2000.
- [5] Michael L. Hilton, Bjorn D. Jawerth, Ayan Sen-gupta, "Compressing Still and Moving Images with Wavelets," Multimedia Systems, Vol. 2, No. 3, 1994.
- [6] Vlado Damjanovski, "CCTV" Butterworth Heine-mann, chap.8, 1999.
- [7] ITU-T Standardization sector of ITU, "Video Coding for Low Bitrate Communication," Draft ITU-T Recommendation H.263 version 2, Sept. 1997.
- [8] I.J.Cox, J. Killian, F.T. Leighton and T. Shamoan, "Secure spread spectrum watermarking for multi-media," IEEE Transaction on Image Processing,

Vol.6, No.12, Dec. 1997.

- [9] Harma, Laine U, Karjalainen M, "An Experimental Audio Codec Based on Warped Linear Prediction of Complex Valued Signals," ICASSP 1997, pp.323-326.
- [10] Bosi Metal, "ISO/IEC MPEG-2 Advanced Audio Coding," Journal of the Audio Engineering Society, No.10, Oct 1997, pp.789-813.
- [11] Bottou, L., Howard, P. G., and Bengio, Y. "The Z-Coder Adaptive Binary Coder," Proc. IEEE DCC, Mar. 1998, pp.13-22.
- [12] B.G. Lee, "A New Algorithm to Compute the Discrete Cosine Transform," IEEE Trans., Acoust., Speech, signal Processing, Vol. ASSP-32, Dec. 84, pp.1243-1245.



#### 박 영 철

1975년 2월 서강대학교 전자공학과(공학사). 1981년 8월 서강대학원 전자공학과(공학석사). 1991년 8월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사). 1976년 6월~2000년 6월 국방과학연구소(책임연구원/실장). 1982년~1983년 미국 AMMRC 연구소(교환연구원). 1997년~1998년 Univ. of California, Santa Barbara(Post-Doc.). 2000년 7월~12월 (주)SMIT 부사장/연구소장. 2001년 3월~현재 천안대학교 정보기술대학원장. 관심분야는 데이터통신, 네트워크, 위성통신



#### 안 재 기

1986년 2월 국립한밭대학교 전산학과(공학사). 1992년 8월 한남대학교 중소기업대학원 정보관리학(공학석사). 2002년 대전대학교 정보통신대학원(박사과정 수료). 1988년 5월~1992년 3월 한국과학기술원 경영기획실. 1992년 5월~1994년 12월 새누리 전산개발담당 이사. 1995년 7월~현재 (주)SMIT 대표이사. 관심분야는 DVR, 초고속통신망