

HDTV 영상신호 대역압축

李相美, 南在烈, 李賢柱,

李暎善, 金在坤, 安致得

韓國電子通信研究所 映像通信研究室

I. 서 론

오늘날 우리는 여러가지 정보의 홍수 속에 살고 있다. 정보의 전달면에서 볼 때, “백문이 불여일견”이란 말이 의미하듯이 영상은 매우 중요한 역할을 한다. 서로 상대방의 얼굴을 보며 통화할 수 있는 영상전화, 지역적으로 멀리 떨어져 있지만 출장을 가지않더라도 서로 테이블을 사이에 두고 토론하는 듯한 영상회의, 그리고 다른 지역의 의사로부터 X-선 사진 판단을 받을 수 있는 원격의료진단 시스템을 비롯한 영상정보의 교환은 우리의 삶을 더욱 편리하게 해줄 수 있다.

고선명 TV(HDTV, high definition television)는 35mm 영화에 상응하는 선명한 영상과 원음에 가까운 CD(compact disc) 수준의 음질을 갖는 차세대 TV이다. 또한, 고선명 TV는 화면비가 16:9로서 기존 TV의 4:3에 비해 박력있고 현장감 있는 영상을 제공하며 대형 화면에 디스플레이할 경우 영화관에 온 기분을 느낄 수 있다. 이렇게, 대형화면에서 부드러운 시청감을 주기 위해선 밝기신호의 해상도만 고려해도 기존 TV 시스템의 5-6배에 해당하는 대역폭이 요구된다. 고해상도에 따르는 색 해상도까지 높이기 위해선 현존 칼라TV 서비스에 비해 7-8배의 대역폭이 필요하게 된다. 그러나, 이렇게 방대한 데이터량을 갖도록 제작된 프로그램을 저장하기 위해선 엄청난 양의 메모리를 필요로 하며 전송 가능한 프로그램의 수도 제한받게 되는 등의 문제점이 야기된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 필요한 정보는 그대로 유지하되 그 정보를 표현하는 데이터량은 줄여야 한다. 그러나, 일반적인 데이터 압축과정에서 반드시 고려되어야 할 점은 영상압축에 의한 화질저하 등의 차이점을 시청자가 느낄 수 없어야 한다는 것

이다.

고선명 TV는 광통신, 위성통신, 반도체, 디지털 신호처리 등 첨단 전자기술의 총체적 결합체로서 향후 막대한 세계시장 형성이 예상되며, 반도체, 컴퓨터, 통신 등 관련분야에 대한 기술적 파급효과와 넓은 응용분야로 인해 현재 선진 각국에서는 이의 개발 및 자체 표준규격 결정에 박차를 가하고 있다. 현재의 진행 방향은 미국, 유럽, 일본등이 각각 특수한 방송환경하에 있기 때문에 나타나는 지역적인 방식 분화현상과 기존 TV방식이 갖는 화면비와 화질의 개선 방향에 따른 기술적인 방식 분화현상으로 나타난다. 즉, 미국의 기존 NTSC TV 시스템과의 양립성을 최대 요건으로한 지상방송 형태의 전 디지털 고선명 TV 방식, 고선명 TV 개발의 선두주자로서 실용화 단계에 접어들고 있는 일본의 위성전송 방식인 MUSE 방식, 그리고 유럽의 기존 TV 방식인 PAL과 SECAM 방식의 통합을 위한 MAC 위성 방식 및 이에 연계한 HD-MAC 방식 등으로 분화된 상태이다. 미국 FCC에서 성능 평가실험이 진행중인 4가지 전 디지털 방식중에 하나인 ADTV 방식은 MPEG++라는 영상 압축 알고리즘을 이용하고 있는데, 이는 MPEG(moving picture expert group) 영상 알고리즘을 기본으로 하고 있다. MPEG 영상 알고리즘은 시공간 중복성(temporal-spatial redundancy)을 줄이기 위한 블럭단위의 움직임 추정/보상을 이용한 예측 부호화 방식과 공간중복성(spatial redundancy)을 줄이기 위해 DCT를 이용한 변환 부호화 방식의 혼합 방식이다^{1,2)}.

본 논문에서는 MPEG-II test model 0(TM0)를 기본으로한 고선명 TV S/W 시뮬레이션 모델(SSM, S/W simulation model) 시뮬레이터 구성 및 구현 방법을 기술하고, 각 부분의 성능을 비교 분석한 다음 고

선명 TV 시험영상을 이용한 실험 결과를 분석하였다. 또한 구현된 SSM 시뮬레이터의 부호화 성능을 개선시킬 수 있는 방법들을 제안하였다.

II. 고선명 TV 시뮬레이터

본 고선명 TV SSM에서는 입력영상의 크기를 CCIR 에서 권고하는 1920 화소/라인 × 1024라인으로 채택했다. 여기서, 프레임당 1024라인으로 한 것은 기존 NTSC TV의 525라인의 2배인 scanning parameter 1050을 넘지 않는 범위 내에서 시뮬레이션에 적합한 주사선수로 정하였다(64MBS, 그림 4 참조). 고선명TV SSM은 4:2:2 포맷의 입력 영상을 4:2:0 포맷으로 변환한 후, 움직임 추정 및 보상, 변환 부호화, 양자화 및 가변길이 부호화 등의 디지털 영상압축 알고리즘들을 이용하여 30-40Mbps급으로의 영상신호 대역압축을 목적으로 개발되었다. 그림 1은 구현된 고선명 TV 시뮬레이터의 블럭도이다.

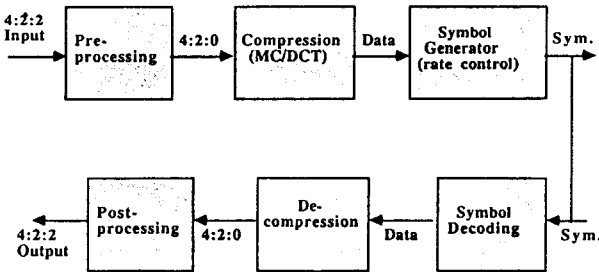


그림 1. SSM 시뮬레이터 블럭도

1. 전/ 후 처리

SSM 시뮬레이터는 4:2:0의 격행 주사된 영상 포맷을 입력으로 채택하였다. 따라서 4:2:2 영상 포맷으로부터 4:2:0의 입력 영상 포맷을 얻기 위해서는 전처리가 필요하며, 4:2:0 해상도의 부호화된 영상을 복호화하여 디스플레이하기 위해서는 4:2:2 포맷으로의 변환을 위한 후처리가 필요하다. 그림 2에서 알 수 있듯이 우선 전처리에서 밝기신호(Y)는 그대로 두고 색신호(Cr, Cb)에 대해서 수직 방향으로 2:1 부표본화(sub-sampling)를 수행한다. 이때, aliasing을 방지하기 위하여 저역통과 필터링(low pass filtering)을 하는데, odd, even 필터에 대해서 그림 2에서 처럼 각각 다른

decimation 필터를 사용한다. 후처리는 전처리에 대응하여 색신호의 수직방향 보간(interpolation)을 하게 되는데 전처리에서와 같이 부표본화된 각 필드로부터 각각 저역통과 필터링을 한 다음 1:2로 upsampling을 한다. Odd 필드에서는 부표본화된 화소는 그대로 사용하며 그들 화소들로부터 수직방향으로 선행 보간하고, even 필드에서는 부표본화된 화소들과 보간될 화소사이의 수직방향으로의 위치를 고려하여 보간한다.

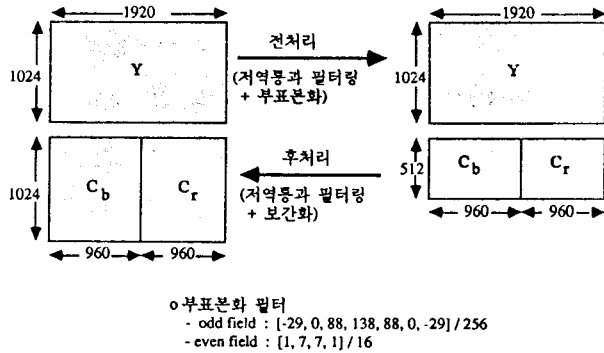


그림 2. Active 영상 포맷

2. 영상 데이터 계층 구조

영상 데이터의 random access를 가능케 하기 위하여, MPEG에서는 group of picture (GOP)구조를 채택하고 있다. 본 시뮬레이터에서는 GOP의 크기를 15 프레임으로 정하였고(N=15), 매 GOP의 첫 프레임은 intra모드(I-모드), 매 3프레임마다 predicted 모드(P-모드)(M=3), 그리고 나머지 프레임은 interpolated 모드(B-모드) 처리를 한다. 즉 GOP 구조는 "IBB-PBBP..." 형태를 갖는다(그림 3). 매 GOP마다 첫 프레임을 I-프레임으로 처리하는 것은 주기적인 원영상 갱신의 역할을 하며 화질이 저하되는 것을 방지해 준다. N=15인 경우, 30Hz 프레임 속도에서 500msec 간격으로 원영상이 갱신된다. GOP의 크기 즉, N을 9로 줄이면 원영상 갱신 주기가 짧아져서 330msec로 된다. 그러나, 잦은 I-프레임 처리로 인하여 발생하는 데이터량이 증가하고 처리 속도가 느려지는 단점이 있다.

본 시뮬레이터에서는 매 프레임당 64 macro block slices(MBS), 각 slice는 120 macro-block(MB), 그리고 각각의 MB들은 4개의 밝기신호(Y)블럭, 한 개씩의 색신호(Cb, Cr) 블럭들을 갖도록 하였다. 데이터 구조의 최하위 구조인 블럭들은 8×8 화소로 구성되어 있는데, 뒷단의 discrete cosine transform(DCT)을 이용한 변환 부호화의 기본단위로 이용된다(그림 4).

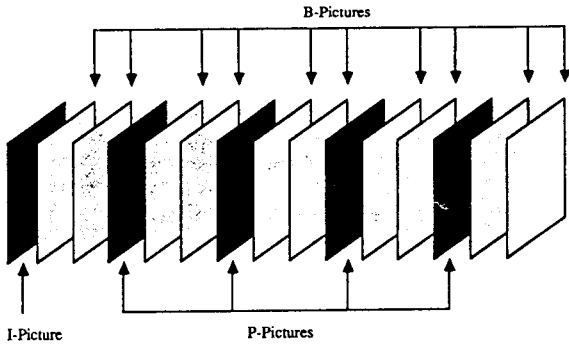
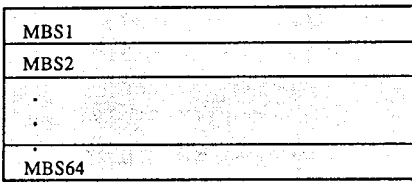


그림 3. Group of pictures 구조(N=15, M=3)

- 각 프레임은 30개의 MacroBlock Slice(MBS)로 구성



- 각 slice 는 44개의 MacroBlock(MB) 으로 구성



- 각 MB은 6개의 블럭으로 구성
(4개의 Y 블럭, 1 Cb 및 1 Cr)

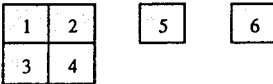


그림 4. 영상 데이터 계층구조

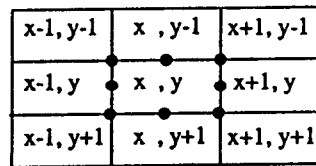
3. 움직임 예측 및 보상

1) SSM의 움직임 예측^[3]

각 영상은 프레임 단위로 구성되어 있다. 예측 모드는 순방향 예측(forward prediction), 역방향 예측(backward prediction), 그리고 두 예측 결과의 평균 형태인 양방향 예측(bidirectional prediction) 모드가 존재한다. 저지연(low delay) 처리하는 역방향 예측 모드를 사용하지 않고 순방향 예측만을 계속한다. 즉, B-프레임이 없는 M=1인 "IPP..." 형태의 GOP 구조가 된다. 영상이 프레임 구조(frame-structure)를 갖고 있기 때문에 움직임 추정 및 보상을 프레임 또는 필드, 또는 필드/프레임 적응적으로 수행할 수가 있다.

SSM에서는 적응적 필드/프레임 방법을 사용하고 있다. 움직임 벡터(motion vector)는 MB 당 1개의 프레임 움직임 벡터나 2개의 필드 움직임 벡터가 사용된다. 양방향 예측 모드일 경우에는 이의 두배가 사용된다. 움직임 추정은 2단계로 이루어지는데, 첫 단계에서는 이전의 원영상을 기준으로 전체탐색(full search)을 하여 정수 화소 정밀도(integer pixel accuracy)의 움직임 벡터를 구한다. 이어서, 두번째 단계에서는 이 움직임 벡터가 지시하는 곳에 이웃한 half-pel 위치의 화소 8개(그림 5)를 이전의 처리된 영상(decoded image)에서 조사하여 1/2 화소 정밀도(half pixel accuracy)의 움직임 벡터를 얻는다. 그림 6은 세로 방향 1/2 화소 위치 값의 보간을 보여 주고 있다. 프레임 움직임 보상의 경우는 1/2 화소 위치의 값이 홀수 필드와 짝수 필드로 부터 보간되고, 필드 움직임 보상의 경우는 전체탐색으로 부터 구해진 세로 방향 움직임 벡터의 정수 부분이 짝수 또는 홀수 나에 따라 같은 필드 내의 화소 값으로 부터 보간되거나 다른 필드 내의 화소 값을 이용하여 구해진다.

움직임 예측 및 보상에서부터 변환 후 부호화까지의 전과정에서 각 MB은 MB의 성질에 따라 I-프레임의 경우는 2가지, P-프레임의 경우는 7가지, B-프레임의 경우는 11가지의 모드로 나뉜다. 전체 과정중에서 예측에 관계되는 모드 선택(mode selection) 방법은 표 1과 같다. 그러나, SSM 시뮬레이터에서는 compatible prediction에 대한 구현은 이루어지지 않았다.



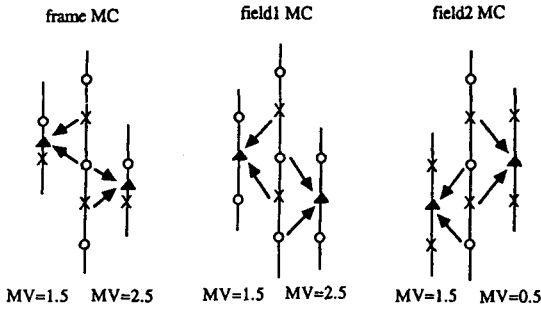
$$f(x+0.5, y) = \{f(x, y) + f(x+1, y)\} // 2$$

$$f(x+0.5, y+0.5) = \{f(x, y) + f(x+1, y) + f(x, y+1) + f(x+1, y+1)\} // 4$$

where,

- : the position of half-pixel
- x, y : integer-pel horizontal and vertical
- f : pixel value
- // : integer division with rounding to the nearest integer. half-integer values are rounded away from zero.

그림 5. 1/2화소(half-pixel)의 정의



○ : field1에 속한 화소 ▲ : 보간되는 화소 위치
 X : field2에 속한 화소 MV: 세로방향 움직임 벡터

그림 6. 세로방향 1/2 화소 위치값의 보간

표 1. 움직임 예측시 모드 선택 방법

mode \ frame	I	P	B
compatible	○	○	○
intra /inter		○	○
field /frame		○	○
MC /no MC		○	
interpolative / forward / backward			○

2) SSM 저지연 부호화^[4]

전체 영상 처리 및 전송 시스템에 걸쳐 발생하는 시간 지연은 크게 부호화/복호화 지연(encoder/decoder delay), 전송 지연(transmission delay)으로 나뉜다. 그림 7에 보인 바와 같이, 부호화 지연은 전처리와 부호화 과정에서 발생하는 지연을 포함하고, 복호화 지연은 복호화와 후처리 과정에서 발생하는 시간 지연이다. 전송 지연은 전송 매체에 크게 의존하는데, 본 연구에서는 부호화 알고리즘의 성능 분석을 위해 부호화/복호화 지연만을 고려한다.

2Mbps 이상의 통신에서는 부호화/복호화 지연을 150 msec 이하로 요구하고 있으며^[5] 이는 30 Hz 프레임 처리시 4.5 프레임 지연에 해당한다. 부호화/복호화 지연의 주된 이유는 버퍼링과 B-모드 처리를 위한 프레임 재배열 시간이다. 프레임 지연을 그림 8에 나타

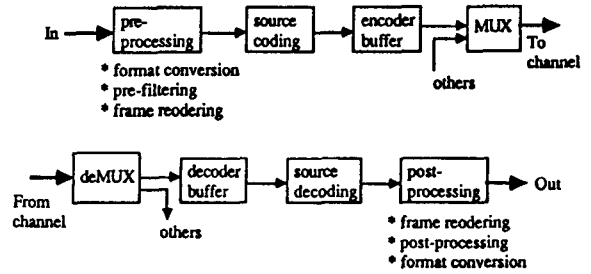


그림 7. 부호화/복호화 시간 지연

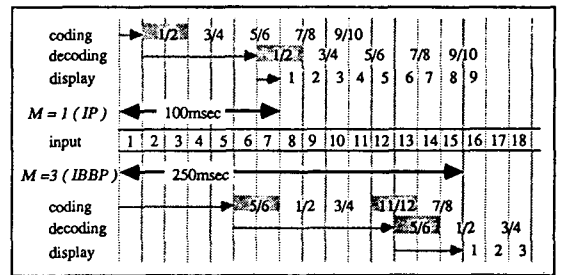


그림 8. 부호화/복호화 지연정의

내었다. M=3인 경우, B 프레임 처리를 위한 프레임 재배열로 3프레임의 지연이 발생한다. 영상이 입력된 후 디스플레이 될 때까지의 전체 지연시간이 M=3 (IBBPBBPBB ----)은 250 msec인데 반해, M=1 (IPPP ---)는 100 msec 로 영상 통신에서 요구되어지는 150 msec 보다 짧음을 알 수 있다.

4. 변환 및 양자화^[6]

모드선택 및 움직임 보상은 MB를 기본으로 수행되나, 변환과 양자화는 8x8 화소의 블록을 기본으로 수행된다. 또한, 격행주사된 영상신호의 통계적 특성을 이용하여 압축률을 더욱 높이기 위하여 적응 필드/프레임 DCT 부호화를 수행하는데, 필드/프레임 DCT 부호화 결정은 매 MB 단위로 결정한다. 블록 변환은 2-D DCT에 의해서 변환된다. DCT 변환된 계수들은 움직임 예측에서 선택된 모드에 의해 기본적으로 intra와 non-intra 로 구분되어 양자화된다.

1) Intra 프레임 및 intra MB 양자화

Intra MB DCT 계수들은 dead-zone을 갖지 않는 균일 양자화기(uniform quantizer)로 양자화된다. 밝기신호 및 색신호들의 DC 계수 양자화 간격(quantizer step size)은 항상 8이다. AC 계수들은 먼저 intra quantizer matrix로 scale된 후 양자화된다. Scale된 계수들의 양자화를 위한 간격은 양자화기 변수인 mquant 로부터 구해진다. Mquant는 각 MB마다 원영상의 복잡도(activity)와 버퍼의 충만도(fullness)에 따라 구해진다.

2) 예측 및 보간된 프레임 양자화

예측 및 보간된 프레임에서 non-intra MB은 0 근처에서 dead zone을 갖는 균일 양자화기에 의해서 양자화된다. 변환된 계수들은 non-intra quantizer matrix에 의해서 scale 되고, mquant에 의해서 구해진 양자화 간격을 이용해서 DC 및 AC 계수들은 양자화된다. 예측 및 보간된 프레임에서 intra 타입 MB은 intra 프레임에서처럼 양자화 된다.

5. 전송률 및 양자화 조절⁶⁾

양자화된 심볼을 가변길이 부호화(variable length coding, VLC) 하는 경우, 발생하는 비트수는 입력영상에 따라 불규칙하게 변하기 때문에, 일정한 전송률을 유지하기 위한 버퍼가 필요하다. 일반적으로 버퍼 조절은 데이터의 underflow 및 overflow를 방지하기 위하여, 버퍼의 충만도를 피드백하여 현재 부호화되고 있는 영상의 양자화 간격을 조절하는 것이다. 본 시뮬레이터에서는 피드백되는 버퍼의 충만도 정보 뿐만 아니라, 처리될 원영상의 각 MB의 복잡도를 함께 고려한 버퍼 조절 방법을 이용하고 있다. 이때, 양자화기 변수(mquant)는 부호화 전에 미리 산정된 그 프레임에서 사용될 수 있는 비트수와 virtual 버퍼의 충만도 및 영상의 복잡도에 따라 결정된다.

SSM에서의 전송률 조정 방법은, 크게 3가지 단계, 즉, 목표 비트 할당, 버퍼 충만도에 의한 기준 양자화 파라메타의 결정, 프레임의 공간 활성성을 이용한 적응 양자화 파라메타의 결정으로 나뉘어진다. 각 단계를 간단히 설명하면 아래와 같다.

1) 1단계 : 목표비트의 할당

목표 비트(target bit)의 할당은 프레임 단위로 이루어진다. 프레임 복잡도(global complexity measure)를 정의하여 이전 프레임의 양자화 파라메타의 평균값과 이전 프레임에 할당된 비트수를 사용하여 구한다. 목표 비트는 프레임 복잡도, GOP에 할당된 프레임수 등에

의해 결정된다.

2) 2단계 : 버퍼의 충만도에 의한 조정

SSM에서 버퍼의 충만도는 MB 단위로 계산된다. 각 프레임 형태에 따라 그 MB에 할당된 비트수와 목표 비트수 그리고 초기 버퍼값을 이용하여 현재의 버퍼 충만도가 계산된다. 계산된 버퍼 충만도를 이용하여 기준 양자화 파라메타(reference quantization parameter)가 계산된다.

3) 3단계 : 적응 양자화

양자화 파라메타를 구하기 위한 앞에서의 두단계는 그전 MB이나 프레임에서 구한 값으로 현재 부호화하려는 MB의 특성을 반영하지 못한다. 그리하여 SSM에서는 세번째 단계에서 부호화하려는 원영상의 공간 활성성을 계산하여 양자화 파라메타를 구하는데 이용한다. 이러한 공간 활성성은 밝기신호의 분산치를 이용하여 구한다. 계산된 공간 활성성이 양자화 파라메타에 미치는 영향을 적절히 해주기 위해 정규화시킨 후, 기준 양자화 파라메타에 곱하여 양자화 변수(mquant)를 결정한다.

III. 시뮬레이션 결과 및 검토

본 고선명 TV SSM 시뮬레이터는 C-언어를 이용하여 UNIX 시스템에서 구현되었다. 본 시뮬레이터에서 사용된 시험영상은 고선명 TV video test sequence들이다. 구현된 시뮬레이터의 흐름도는 그림 9와 같다¹⁷⁾. 시뮬레이션에서의 목표 비트율은 우리나라에서 인공위성을 이용하여 고선명 TV 프로그램을 전송할 것을 고려하여 정하여 졌다. 인공위성의 한 방송 채널은 27MHz로서 채널 부호화시 QPSK를 사용한다고 가정하고, 채널 부호화 전 단계인 영상신호원의 부호화에만 30-40 Mbps(30-23배 압축)의 비트를 할당하도록 한다¹⁸⁾. 따라서, 본 시뮬레이션에서는 35Mbps(26배 압축)와 25Mbps(36배 압축)를 목표 비트율로 채택하여 SSM의 성능을 실험하였다. 움직임 추정 및 보상은 적응적 필드/프레임 방법을 사용하였으며, 움직임 벡터는 half-pel accuracy를 갖고 움직임 추정 변위는 최고 ± 15.5 화소/프레임으로 하였다. 시뮬레이터 성능의 객관적인 비교를 위하여 PSNR을 측도로 이용하였다.

그림 10은 SSM 전/후처리 필터링 시뮬레이션 결과로 전/후처리한 영상과 원영상과의 오차를 보인 것이

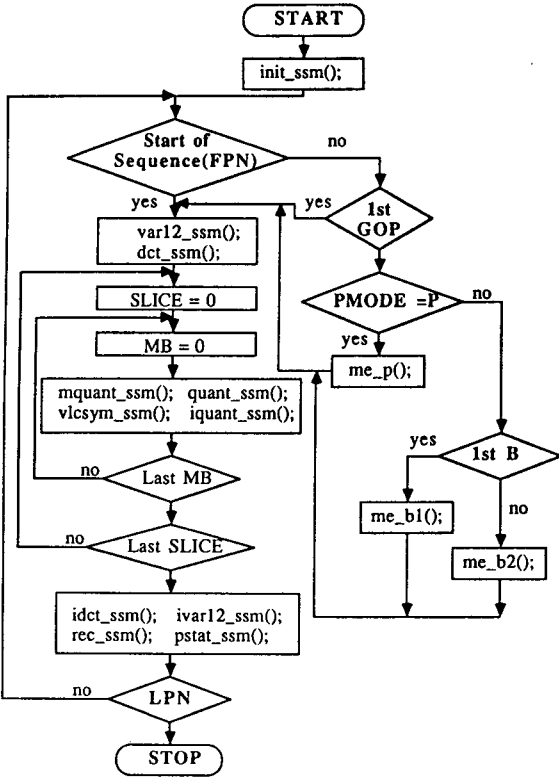
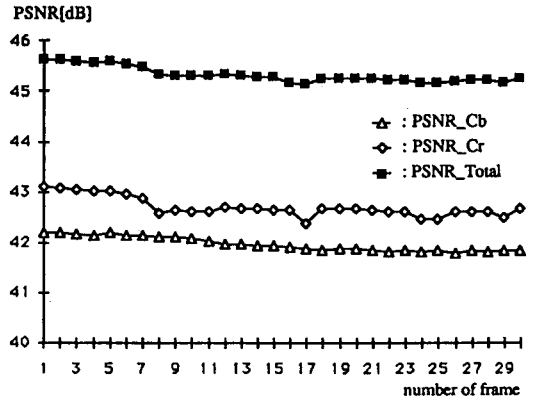
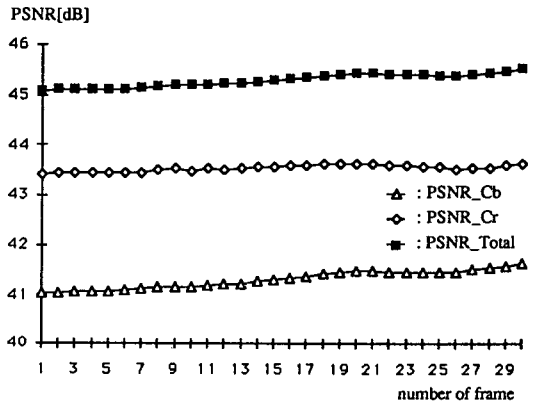


그림 9. SSM 시뮬레이터 흐름도



(a) Fashionshow



(b) Locomotive

그림 10. 전/후처리 성능

다. 여기서, PSNR-T는 밝기신호와 색신호 전체의 PSNR이며 PSNR-Cb 및 PSNR-Cr은 색신호 각각의 PSNR이다. 색(color) 복잡도가 높은 그림 “locomotive”(그림 10(b))가 상대적으로 색 복잡도가 낮은 “fashionshow”(그림 10(a))의 PSNR 값보다 훨씬 낮음을 알 수 있다. 따라서, 앞으로 영상의 색선명도(color sharpness)를 향상시키기 위한 전처리 필터에 대한 연구가 더 필요하다. 또한, SSM에서 색신호에 대해서 전처리 하지 않은 4:2:2 포맷 영상을 입력으로 하는 연구도 함께 병행되어야 할 것이다.

그림 11은 “fashionshow”를 35Mbps에서 부/복호화한 결과이다. 색신호가 밝기신호에 비해 높은 PSNR을 가지며, 전체 PSNR(PSNR-T)의 평균도 39.41dB 정도로서 주관적인 화질 평가에서 어색한 점을 전혀 찾을 수가 없었다. 그림 12는 PSNR-T를 25Mbps와 35Mbps에서 비교한 것이다. “Fashionshow”의 결과인 그림 12(a)에서 보듯이 35Mbps에 대해 25Mbps가 PSNR면에서 평균 1.13dB 정도 낮지만 주관적인 화질 평가에서는 거의 차이가 없다. “Locomotive”의 결과인

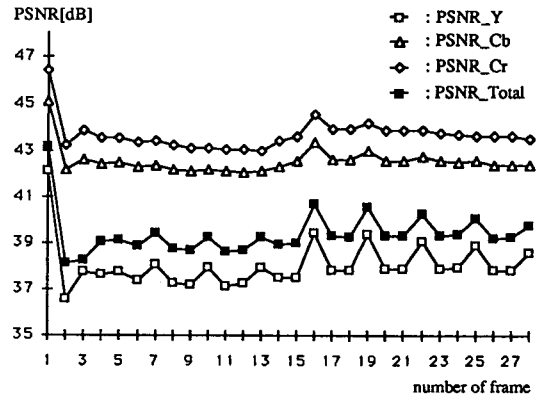
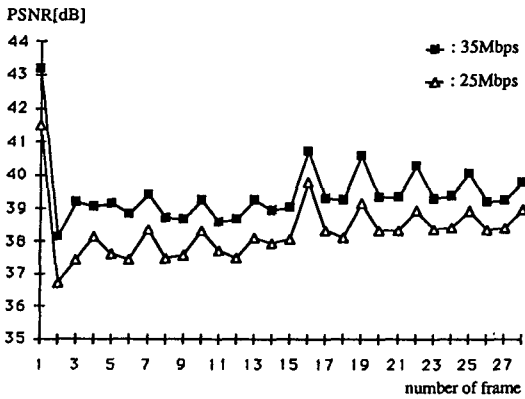
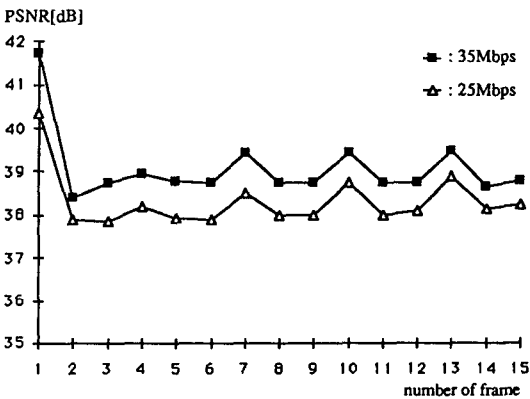


그림 11. Fashionshow의 시뮬레이션 결과 PSNR (35Mbps, M=3)

그림 12(b)에서는 25Mbps가 35Mbps의 평균 39.07dB 보다 평균 0.75dB 정도 낮게 나타난다. 25Mbps인 경우, 화면 가까이서 관찰할 경우 움직임이 없는 배경부분에서 아주 약한 블럭화 현상이 나타나지만, 고선명 TV의 시청거리인 화면 높이의 3배 떨어진 곳에서 보면 블럭화 현상을 시각적으로 느낄 수 없으며 화질면에서도 35Mbps인 경우와 거의 대등하였다. 그러나, 화면 전체적으로 움직임이 크고 색상 변화가 심한 영상을 비롯하여 다양한 시험영상에서 시뮬레이션을 할 경우, 25Mbps는 영상신호원 부호화의 목표 비트율로는 다소 미흡하다고 여겨진다.



(a) Fashionshow



(b) Locomotive

그림 12. 서로 다른 비트율에서 시뮬레이션한 전체 PSNR(PSNR_Total) (M=3)

실험을 통하여, 주관적 화질은 대단히 만족할 만하나, 입력 포맷으로 4:2:0을 이용한 관계로 색선명도는 좀더 개선할 여지가 남아 있다. 즉, 4:2:2 입력 포맷을 수용할 수 있는 방안이 함께 연구되어 져야 할 것이다.

그림 13은 “fashionshow”의 35Mbps 에서 비트 할당에 대한 실험 결과이다. 프레임당 할당되는 비트에 따라 실제 부호화 과정이 수행됨을 보여준다. 따라서, 정해진 규격의 전송로를 통하여 underflow나 overflow 없이 거의 일정한 전송률을 유지하면서 전송 가능함을 알 수 있다.

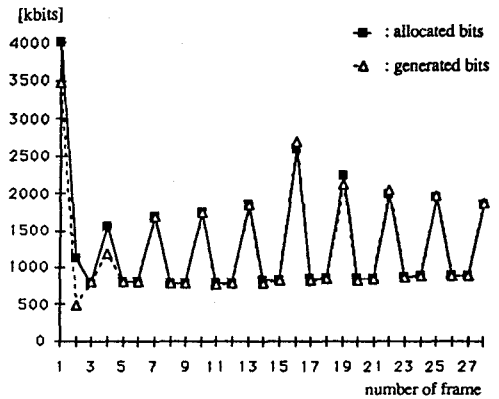
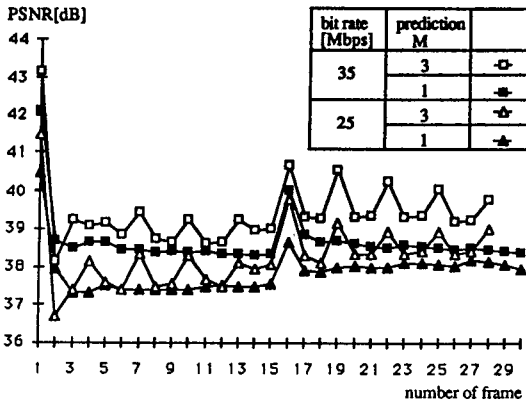
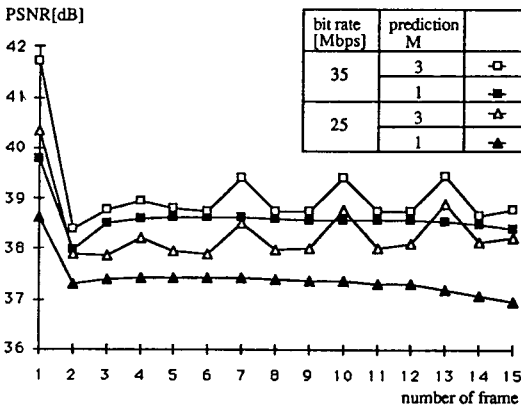


그림 13. 할당되는 비트와 생성되는 비트와의 비교 (35Mbps에서 M=3으로 처리한 fashionshow)

고선명 TV의 저지연 부호화에 대한 시뮬레이션 결과를 그림 14에 보였다. B-프레임을 사용하지 않은 M=1인 “IPP...” 형태의 저지연 모드는 M=3인 “IBBP” 모드에 비하여 “fashionshow”나 “locomotive”에서 PSNR의 저하를 볼 수 있다. 한 GOP내에서 B-프레임이 없어지면서 모두 P-프레임으로 바뀌어 전체적으로 P-프레임의 숫자가 늘어남에 따라 I-프레임과 P-프레임에 각각 할당되는 비트가 “IBBP” 모드의 I 및 P-프레임의 그것들보다 줄어들게 된다. 서로 다른 예측 모드에 따라 부호화 과정에서 매 프레임마다 발생하는 비트수를 그림 15에서 보여주고 있다. 상대적으로 적은 비트로 처리된 I-프레임의 화질이 저하되는 것은 자명한 사실이다. 이렇게 재생된 I-프레임으로부터 예측된 P-프레임 또한 예측 성능을 보완해 줄만한 충분한 비트를 할당받지 못함으로써 계속적인 화질 저하가 생긴다. 그러나, 그림 14(a)의 “fashionshow”에서 보듯이, 화질이 3프



(a) Fashionshow



(b) Locomotive

그림 14. 저지연 부호화와 SSM 예측 부호화의 전체 PSNR 비교

레이프 간격으로 주기적으로 변하는 M=3에 비해 M=1인 경우 전체적인 PSNR은 낮지만 일정하게 화질이 유지됨을 알 수 있다. 그리고 무엇보다 처리시간 면에서 M=1은 지연되는 시간이 현저히 줄어들어 실시간 영상 통신에 적용하기에 적합하다. 25Mbps로 저지연 부호화된 "fashionshow"의 주관적인 화질 평가에서도 화질이 만족할 만하며, 35Mbps로 처리된 결과는 M=3의 결과와 비교해서 거의 차이가 없었다. 그림 14(b)의 "locomotive"에서도 저지연 모드로 처리된 영상의 화질이 M=3의 결과와 차이점을 찾기 어려울 정도였다. 그러나, 원영상과 비교할 경우, 저지연 모드 처리된 것은 25Mbps인 경우에 다소 부드럽지 못함을 느낄 정도였다.

SSM의 IP 저지연 모드 사용시 성능 향상 방안을 살펴본다. 앞에서 살펴본 바와 같이 부호화/복호화 시간 지연의 큰 비중을 차지하는 것 중의 하나가 버퍼 지연인데, 이것은 전적으로 I-프레임 처리로 인한 것이다. 여기서는 세가지 방법 즉, intra slice^[9], 필드간의 움직임 보상을 포함한 I-프레임 처리, 버퍼 컨트롤 방법을 살펴본다.

Intra slice는 intra 프레임이 따로 있어 프레임 전체가 한꺼번에 갱신되는 것이 아니라, 한 GOP내의 모든 프레임들이 일정한 단위의 intra slice를 가져서 점차적으로 갱신된다. 즉, intra slice 개념을 SSM의 영상 압축 알고리즘에 적용하면 15 프레임이 모두 처리된 후에야 한 프레임 전체가 intra 처리된다. Intra slice는 버퍼 지연을 줄일 수 있다는 장점이 있는 반면, 랜덤 액세스가 불가능하고 한 프레임 내에서 inter 부분과 intra 부분 사이의 화질차가 현격할 뿐만 아니라 scene change 발생시는 저지연의 잇점이 사실상 없어진다는 단점을 갖고 있다.

한편, intra 프레임 처리를 하면서 발생하는 비트수를 줄이는 방법으로 I-프레임의 두 필드간의 움직임을 보상하는 방법이 있다. 즉, I-프레임 중에서 odd 필드는 intra 처리를 하고 even 필드는 움직임 정보를 이용하여 odd 필드로부터 구성하는 방법이다. 다음은 버퍼 컨트롤 방법이다. SSM에서는 각 프레임마다 목표 비트를 정해 놓고 MB 단위로 버퍼 컨트롤을 하고 있다. IP 모드에서의 목표 비트 설정은 화질 균일화의 중요한 요인이 된다. IP 모드의 I-와 P-프레임에 각각 2.67Mbits와 1 Mbits가 목표 비트의 초기치로 주어져 있는데, I-프레임의 2.67Mbits는 IBBP 모드일 경우의 I-프레임에 할당되는 3.81Mbits에 비하여 훨씬 적으므로 첫번째 프레임의 화질 저하는 다음에 오는 P-프레임의 화질에 계

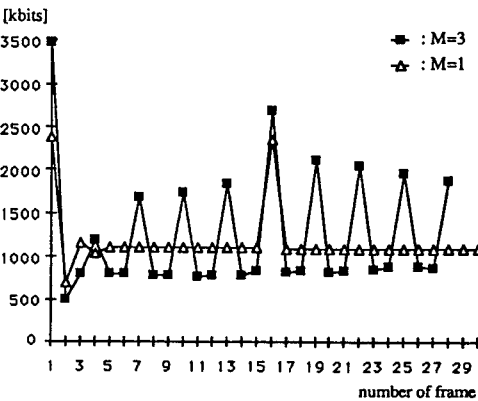


그림 15. 서로 다른 예측모드에 따라 부호화 과정에서 발생하는 비트 (fashionshow, M=1,3)

속 영향을 미친다. 이러한 초기치의 조정과 버퍼 충만도에 따른 양자화 파라메타 값을 적응적으로 할당하면 보다 우수한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

IV. 결 론


본 논문에서는 고선명 TV SSM 시뮬레이터의 구현 및 이를 이용한 영상 데이터 압축에 관해서 기술하였다. 기본적인 알고리즘은 적응 필드/프레임 움직임 추정/보상을 이용한 변환 부호화 알고리즘이다. 본 시뮬레이터는 B-모드를 갖는 GOP 구조를 갖고 있으나, 이는 영상의 화질 향상 면에서는 이점이 있지만, 부호화 및 복호화 과정에서 시간지연 문제를 야기시킨다. 따라서, 본 논문에서는 저지연 부호화 알고리즘 개발을 위해 저지연 모드의 이용 방안도 살펴 보았다.

앞으로 본 시뮬레이터의 성능을 개선시키기 위해서는 인간 시각 시스템의 특성을 잘 이용한 적응적 양자화의 개발, 버퍼 충만도 뿐만 아니라 입력 영상의 특성을 잘 반영할 수 있는 측도(measure) 개발 및 이를 이용한 버퍼조절, 실시간 처리에 중요한 변수인 시간 지연을 줄이면서도 예측을 정확히 할 수 있는 저지연 예측 모드 개발, 그리고 실제 영상 신호에서 빠른 움직임을 정확히 찾으면서도 계산 복잡도(computational complexity)를 줄일 수 있는 움직임 추정/보상 및 움직임 추정 범위(search range)에 대한 연구가 더 진행되어야 하겠다. 또한, 처리 후 재생된 영상의 색선명도를 더욱 개선시키기 위해서는 4:2:2 포맷의 입력 영상을 사용하는 점에 관해서도 연구가 함께 진행되어야 할 것이다.

감사의 글

이 연구를 수행할 수 있도록 아낌없이 도와주신 강철희 단장님과 최문기 부장님께 감사드립니다.

參 考 文 獻

- [1] "Preliminary working draft of test model 0 (TM0)," ISO/IEC/JTC1 SC2/WG11 MPEG 92/086, March 1992.
- [2] "MPEG video simulation model three(SM3)," ISO/IEC/JTC1 SC2/WG11 MPEG 90/041, July 1990.
- [3] 이현주 외 7명, "움직임 추정 및 보상을 이용한 MPEG-II 비디오 압축: TM0 의 예측성능 분석," '92통신학회 하계논문발표대회, pp. 495-497, 1992년 7월.
- [4] 이상미 외 5명, "저지연 부호화 기법의 비교분석," '92 신호처리 합동학술대회, pp. 401-405, 1992년 9월.
- [5] MPEG-II Test Model 2(TM2), ISO-IEC/JTC1/SC29/WG11 MPEG '92/0245, July 1992.
- [6] 이영선 외 3명, "MPEG 영상 압축의 전송율 조정 방법에 대한 비교," '92통신학회 하계논문발표대회, pp. 513-516, 1992년 7월.
- [7] 남재열 외 7명, "MPEG-II 알고리즘을 이용한 HDTV 비디오 압축," '92신호처리 합동학술대회, pp. 681-684, 1992년 9월.
- [8] 이상미, "고선명TV S/W 시뮬레이션 방안," 한국전자통신연구소, 기술문서 TM92-323, 1992.
- [9] "Report from the small group on low delay mode," CCITT SGXV/WPXV/1 Document AVC/TD5, July 1992. 

*본 연구는 체신부와 한국통신 공동 출연금으로 수행되었음.

筆者紹介



李 相 美

1960年 9月 25日生

1983年 2月 경북대학교 공대 전자공학과(학사)

1985年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과(석사)

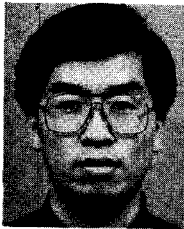
1990年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과(박사)

1983年 5月~1986年 8月 경북대학교 공대 조교

1986年 9月~1991年 3月 경북대학교 공대 시간강사

1991年 3月~현재 한국전자통신연구소 선임연구원

주관심분야: 영상신호처리, 디지털신호처리, 고선명 TV 연구



南 在 烈

1960年 8月 12日生

1983年 2月 경북대학교 공대 전자공학과

1985年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과

1991年 8月 텍사스주립대 전기공학과(공학박사)

1985年 5月~1987年 8月 한국전자통신연구소 선임연구원

1991年 9月~ 현재 한국전자통신연구소 광대역통신연구부 영상통신연구실, 선임연구원



李 賢 柱

1966年 11月 8日生

1990年 2月 중앙대학교 전자공학과

1992年 2月 중앙대학교 대학원 전자공학과(석사)

1992年 1月~ 현재 한국전자통신연구소 영상통신연구실, 연구원

주관심분야: 영상 신호 코딩 및 디지털 신호처리



李 暎 善

1966年 9月 1日生

- 경북대학교 전자공학과(학사)
- 경북대학교 대학원 전자공학과(석사)

1991年 3月~현재 한국전자통신연구소 연구원

주관심분야: 고선명 TV Codec 방식 연구

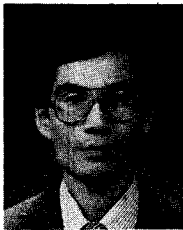


金 在 坤

1967年 7月 26日生

- 1990年 2月 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1992年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과

1992年 3月~현재 한국전자통신연구소 영상통신연구실



安 致 得

1956年 8月 15日生

- 1980年 2月 서울대학교 공대 전자공학과(학사)
- 1982年 2月 서울대학교 공대 전자공학과(석사)
- 1991年 8月 미국 University of Florida 전기공학과(박사)

1982年 12月~현재 한국전자통신연구소 영상통신연구실장, 선임연구원