

특집논문-01-6-2-02

## 디지털 DTV전송을 위한 422P@ML 트랜스부호화기 개발

박 구 만\*

### MPEG-2 422P@ML Transcoder for Digital TV Transmission

G. M. Park\*

#### 요 약

본 논문에서는 MPEG-2 422P@ML로 부호화된 비트스트림을 MP@ML로 트랜스부호화하는데 있어서 바람직한 부호화기 구조를 제안하였다. 422P@ML 프로파일의 특징과 트랜스부호화기의 요구 사항 등을 분석하여 그 결과를 제안한 트랜스 부호화기의 모델에 적용하였다. 422P@ML은 다양한 GOP 구조를 허용하기 때문에, 트랜스 부호화기는 영상을 복원한 후 움직임 추정을 다시 해야 하는 구조를 포함하고, 비트율 제어도 기존의 비트스트림에 포함된 정보를 사용하지 않는 구조를 제안하였다. 모의 실험을 통해 트랜스부호화 결과가 MP@ML로 직접 부호화한 결과와 거의 동일한 것을 확인하였다.

#### Abstract

We have proposed a transcoder which converts the MPEG-2 422P@ML bitstream into MPEG-2 MP@ML bitstream. properties of the MPEG-2 422P@ML profile and requirements for the transcoder are analyzed for the proposed transcoder. The MPEG-2 422P@ML profile permits several GOP structures, each of which has little resemblance. Such different GOP structures lead to a complicated transcoder which includes motion estimation, and have limited use of the side information in the bitstream. By computer simulations, we showed that the result of the transcoding is as good as that of the direct coder by MPEG-2 MP@ML.

#### I. 서 론

디지털 TV는 기본적으로 고품질의 영상을 제공하는 대신, 신호입력 단계에서 많은 데이터가 발생한다. 하지만 비디오 및 오디오 압축 기법을 통해 전송로 대역폭과 저장매체의 용량을 적게 사용할 수 있다.

스튜디오에서 사용하는 소스 비디오는 13.5 MHz로 표본화하고 YUV의 비율을 4:2:2로 했을 때 총 데이터량이 216Mbps정도이다. 이것을 그대로 보관하기 위해서는 많은 저장공간을 필요로 하므로 화질을 거의 동

일하게 하면서 저장공간을 적게 차지하는 부호화 방안으로 MPEG-2 규격 내에서 422P@ML 프로파일이 개발되었다. 이 프로파일은 분배 네트워크를 통하여 스튜디오간의 고품질 프로그램을 전송하는데 사용할 수 있다. 여러 차례 압축 복원을 반복해도 화질의 저하가 크지 않기 때문에 스튜디오에서 저장 및 분배용으로 활용할 수 있다<sup>[1][2]</sup>.

MPEG-2 422P@ML은 MP@ML(Main Profile and main level)과 비교하여 편집의 정확성(Editing accuracy), 비트스트림의 반복생성 성능(Multigeneration Performance), 디지털비디오효과(digital video effects), 크로마 키잉성능(Chroma keying)등의 요구사항들을 충족시킬 수 있다.

MPEG-2 MP@ML은 방송사에서 각 가정으로 보내는 송신용이라고 할 수 있고 422P@ML은 방송국내에서 보

\* 서울산업대학교 매체공학과

Dept. of Media Technology, Seoul National University of Technology

※ 본 논문은 NRL과제 2000N-NL-01-C286에 의해서 지원되었으며, 특허출원되어 있습니다.

관하거나 또는 방송국간의 분배용 소스 비디오 신호라고 할 수 있다. 그림1은 422P@ML을 MP@ML로 바꾸는 과정을 보여주고 있다. MP@ML은 가능한 한 최소의 비트율에서 최대의 화질을 추구한다. 422P@ML은 허용 비트율에 따라 3가지 대표적인 GOP(group of picture)를 사용하고 있다<sup>[3]</sup>. IBBP의 구조는 B-화면의 높은 부호화 효율에 의해 다른 구조보다 낮은 비트율에서 비슷한 화질을 얻을 수 있다. IBIB로 구성된 GOP는 화면단위 편집과 부호화 효율의 두 가지를 고려한 절충형이다. 비트율은 IBBP구조에 비해 약 2배 정도를 필요로 하고 있다. 화면단위의 편집을 위해서는 IIII와 같은 GOP구조가 바람직하다. 하지만 부호화 효율은 다른 두 가지에 비해서 떨어진다. 422P@ML은 스튜디오 환경에서 사용할 수 있도록 제정되었으며 반복생성(multiple generation)후에도 화질을 보존할 수 있도록 4:2:2형식의 비디오 신호를 사용하고 또한 비트율도 높다. 비트율은 현재 50MBit/s까지로 정의되어 있다.

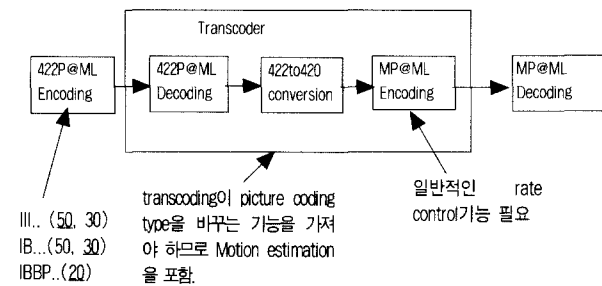


그림 1. 422P@ML로부터 MP@ML로 변환하는 시스템 구성도  
Fig. 1. System configuration for converting 422P@ML to MP@ML

그림1에서 보는 바와 같이 422P@ML은 GOP구조를 여러 가지로 사용하고 있다. 순수하게 I 화면으로만 GOP를 구성할 때는 높은 비트율로 부호화를 한다. 반드시 지킬 필요는 없지만 규격화 단계에서는 50 Mbps와 30 Mbps에서 부호화하였다. GOP가 IB 구조일 때에는 B 화면이 있어서 I 화면만으로 사용한 것보다는 동일 비트율에서 화질이 좋다. B화면은 여러 개가 연속하지 않고 반드시 I 화면과 교대로 나온다. IBBP와 같은 GOP구조는 부호화 효율이 좋기 때문에 20 Mbps에서 화질 실험을 하였다<sup>[3]</sup>. 따라서 20 Mbps가 적절한 비트율로 간주된다.

트랜스 부호화기는 MP@ML 비트스트림을 공간영역(spatial domain)까지 복호화해야 한다. 또한 422P@ML과 MP@ML은 서로 GOP 구조가 다르기 때문에 화면별 부

호화 방법(picture coding type)이 달라진다. 즉, MP@ML의 비트스트림에 들어있던 움직임 벡터를 사용할 수 없게 된다. 그래서 트랜스 부호화기는 움직임 추정 기능을 반드시 포함해야 한다.

트랜스 부호화기의 또 다른 중요 성질은 기존의 비트스트림 내에 들어있는 정보를 통해 비율제어(rate control)를 할 수 없다는 것이다. 따라서 일반적인 비율제어 기법을 적용해야 한다.

본 논문에서는 세 가지 GOP구조를 가지는 422P@ML 비트스트림을 입력하여 복호화한 후, 다시 MP@ML 프로파일로 트랜스 부호화를 하는데 있어서 요구조건을 분석하였고 바람직한 트랜스 부호화기의 조건을 제안하였다. 실험을 통하여 GOP별로 트랜스부호화기의 성능을 조사하였다. 비교 실험을 위해 IBBP 구조에서는 21 Mbps에서 실험하였다. IBIB구조와 IIII 구조에서는 42 Mbps로 실험하였다. 그 이유는 TV신호의 분배에 T3급 전송로를 사용한다고 가정했기 때문이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 422P@ML의 부호화기 특성을 분석하였다. 3장에서는 여러 트랜스 부호화기의 특징을 비교하였으며 4장에서는 422P@ML의 트랜스부호화기에 필요한 요구조건을 분석하고 적합한 부호화 방식을 제안하였으며 5장에서는 비교실험을 통해 부호화기의 성능을 확인하였으며 5장에서 결론을 맺었다.

## II. 422P@ML부호화기의 분석

422P@ML은 스튜디오와 비슷한 환경에서 비디오의 압축을 위해 정해졌다. MP@ML(main profile and main level) 프로파일은 편집 정확도와 비트스트림의 반복생성(multi-generation) 성능을 만족하지 못한다. MP@ML 프로파일은 가정으로 2~8 Mbps에서 비디오와 오디오 신호를 송신하는 국제 표준으로 잘 알려져 있다. MP@ML이 스튜디오에서 적합하지 않은 이유는 몇 가지가 있는데, 첫째는 최대 비트율이 15 Mbps까지라는 것이다. MPEG 표준화 그룹의 화질 평가는 처음 압축 부호화를 수행했을 때 9 Mbps가 ITU-R.BT601과 주관평가화질이 비교될 만하다는 것을 보였다. 하지만 화면 전환이 중간에 있으면 15 Mbps이상의 비트율이 필요하다. 둘째, 메인프로파일(main profile)은 4:2:0 색차 부호본화를 사용한다. 이는 ITU-R.BT.601의 정의(definition phase)에서 제시한 바와

같이 전문적인 응용에는 충분하지 않다. 세제는 MP@ML 프로파일은 반복생성(multigeneration) 능력이 만족스럽지 못하다는 것이다. 평가 테스트에서 3번째 생성된 비트스트림의 부호화와 복호화는 방송 제작용이 아닌 경우에서조차 화질 수준을 만족하지 못하였다.

4:2:2 Profile(ITU-R 권고 601)은 "professional profile" 또는 "studio profile" 이라고도 부르는데 중요한 사용자 요구 사항들은 다음과 같다:

- 우수/뛰어난(Good/excellent) 화질 - MP@ML에 비해서 더 높은 화질
- 수차례 반복 부호화/복호화를 한 후에도 좋은 화질 유지(8회반복)
- 4:2:2와 4:2:0 색차신호 규격지원 - MP@ML에 비해서 더 높은 색차신호 해상도
- 압축과 복원 후의 후처리성능
- 압축과 복원의 반복성능
- 메인 프로파일과의 (후방)호환성
- 압축된 비트스트림의 편집성 - 압축을 위한 짧은 GOP의 길이
- 유연성
- 모든 유효비디오(active video)의 통과 능력
- 수직회선기간(vertical blanking interval) 정보를 통과시키는 능력

메인 프로파일과의 차이점 중 가장 특징적인 것은 다음과 같다.

- 비트율 상한선이 50 Mbps이다
- 4:2:2 비디오 형식을 허용한다
- 비트율이 높아지기 때문에 비디오 버퍼가 커져야 한다.

### Ⅲ. 트랜스부호화에 적합한 방식

기존의 트랜스 부호화기 연구[4-13]를 분류하면 다음과 같이 4가지로 분류할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 트랜스 부호화기는 기본적으로 방식4에 해당한다.

#### 1. 방식1 - AC 계수 제거방식

하드웨어가 가장 단순한 방식이다. 비트스트림내의 DCT계수들 가운데 고주파 성분을 제거하여 원하는 목표 비트율에 맞추는 방식이다. 이 방식에서는 가변길이 부호를 복호화해서 DCT계수로 환원하지 않고 비트열의 파싱(parsing)만 해도 비트길이와 부호의 경계들이 파악될 수

있다. 비트수 할당기에서 화면내의 모든 MB(macro block)에 대한 AC비트 사용 결과를 파악해 내고 새로운 비트율을 위해 낮출 비율을 결정하면 매크로 블록단위로 목표 비트량에 맞추어 가면서 초과되는 위치의 DCT계수를 제거한다. 이 방식은 P-화면의 추가 오차를 보상해 주지 않고 DCT 계수를 잘라내기 때문에 누적오차(drift error)가 발생한다.

방식1은 디지털 VCR(video cassette tape recorder)등에서 고속재생과 같은 특수재생(trick play) 또는 장시간기록용(extended play) 데이터를 생성하는데 사용한다. VCR이나 TV 수상기는 대개 가정용이므로 복잡한 하드웨어를 사용해서 비용이 올라가는 것은 바람직하지 않다. 따라서 가장 품질은 떨어지지만 하드웨어가 단순한 방식1을 사용하게 된다.

#### 2. 방식2 - 재양자화

그림 2에 나타낸 바와 같이, 가변길이 복호화한 후 역양자화를 하고 양자화 단계가 더 넓은(coarser) 양자화폭을 다시 적용하는 재양자화 방법이다. 비트율을 변환한 결과가 동일할 때 이 방법이 고주파 계수를 잘라버리는 방식1보다는 좋은 화질을 보인다.

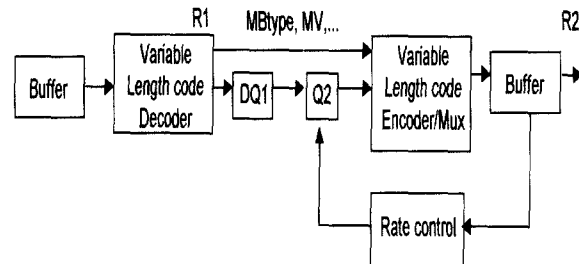


그림 2. 재양자화에 의한 비트율 변환부호화  
Fig. 2. Bit rate converting transcoder by requantization

이 방식에서도 P-화면의 누적오차를 보상해주지 않고 더 큰 양자화폭으로 재양자화하기 때문에 새로운 I-화면이 나올 때까지는 오차가 계속 누적된다.

재양자화되어 가변길기로 표현된 DCT 계수들은 다시 보조정보 부호들과 재결합되어 비트스트림이 완성되어 버퍼로 보내진다. 여기에서 보조정보에 해당하는 것들은 표1에 나타낸 것들이다. 보조 정보중에서 CBP(coded block pattern)등은 바뀔 수 있다. 재양자화 과정에서 매크로블럭내의 어느 블록은 모든 계수가 0이 될 수 있기 때문이

다. 이것은 모든 방식에서 공통적으로 일어난다.

표 1. 그대로 사용될 부호화 결정 정보들  
Table 1. Side informations used in coding mode decision

화면단위	화면부호화모드와 구조, 양자화 가중치 행렬, scan 및 BLC 테이블
매크로블럭단위	MB 부호화 모드(intra/nonintra, MCP mode), 움직임 벡터(Motion vectors), DCT종류및양자화계수(DCT types, quantizer scale), 비트량(Bit count)

방식2에서도 앞의 방식과 마찬가지로 사용한 비트량 사용 그래프를 비율제어(rate control)에 사용할 수 있으나 좀더 정밀한 비율제어 방식과 재양자화기가 필요하다. 방식2도 VCR등의 용도에 사용할 수 있다.

3. 방식3 - 움직임 보상

비트스트림이 역양자화되고 IDCT되어 화소영역까지 복호화된다. 움직임 보상을 하기 때문에 누적오차 문제를 없앨 수 있다. 그러나 움직임 벡터와 매크로블럭 타입과 같이 부호화 결정(decision modes) 정보는 그대로 사용한다.

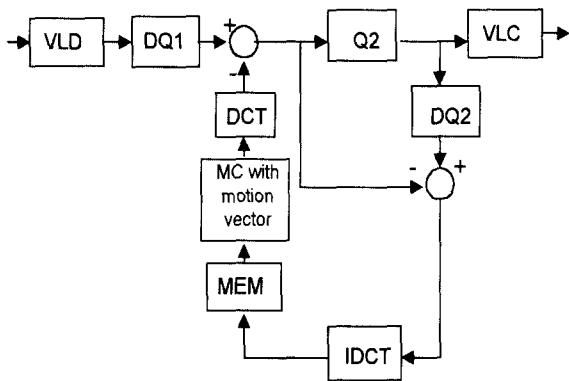


그림 3. 단순화시킨 변환부호화기  
Fig. 3. Simplified transcoder

앞의 방식에 비해 움직임 보상회로가 추가되므로 복잡해 보이지만 가장 계산량이 많은 움직임 추정 부분은 생략하므로 하드웨어의 복잡도가 그다지 높지는 않다. MPEG-2 복호기와 부호화기를 연결한 후 중복 부분들을 제거해 보면 그림 3과 같은 단순화된 회로를 얻을 수 있다. 그림 3에서 보는 바와 같이 움직임 벡터와 보조 정보는 그대로 활용한다.

4. 방식4 - 새로운 움직임 추정 및 부호화 결정

그림 4에서 보는 바와 같이 이 방식에서는 복원된(reconstructed) 화면에 기초하여 새로운 부호화 결정을 한다. 이 변환부호화기는 방식3에 움직임 추정을 추가한 것이므로 거의 단순히 MPEG-2 복호화기와 부호화기를 연결해놓은 것과 동일하다.

여기서는 새로운 매크로블럭 결정 모드를 사용한다. 비트율을 낮춘 비트스트림에는 높은 비트율에서 사용했던 부호화 정보들이 적합하지 않다고 보기 때문에 각종 부호화 결정을 새롭게 한다. 화면의 부호화 방법이 바뀔 수도 있다. 예를 들어 I-화면이 P-화면으로 바뀔 수 있다. 움직임 벡터를 완전히 다시 구하기보다는 미세조정(refinement)을 하는 경우도 있다. 이 경우는 주어진 움직임 벡터 주변의 일정한 범위 내에서 다시 조사한다. 탐색 범위는 [-1, 1] 또는 [-3, 3]등이 될 수 있다.

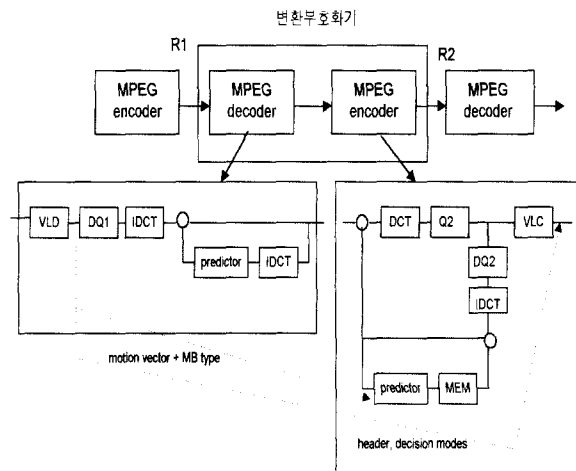


그림 4. 단순 연결형태의 변환부호화  
Fig. 4. Transcoder by cascading decoder and encoder

5. 422P@ML 트랜스 부호화기의 개발 방향

422P@ML을 MP@ML로 변환하기 위해서는 화면과 매크로블럭들의 부호화 방식이 달라지므로 방식4가 되어야 한다. 방식4에서는 비트율 제어가 방식3처럼 부호화된 비트스트림의 정보를 이용할 수는 없다. 원래 동영상을 가지고 비트율 제어를 하는 일반적인 제어 방법을 이용해야 한다. 비트스트림 내에 있는 움직임 벡터의 정보도 대부분 이용하기 어렵다. 일부 제한적으로 이용하는 경우가 있어도 근본적으로 움직임 추정과정을 생략할 수 없다. 일단

움직임 추정 블록이 포함되면 비트스트림 내에 들어있는 움직임 벡터는 사용할 필요가 없다. 새롭게 구하는 것보다는 정확하지 않기 때문이다. 따라서 방식4를 중심으로 하여 가능한 한 하드웨어의 구조를 단순화 할 수 있는 방식이 바람직하다.

#### IV. 422P@ML 트랜스 부호화기

본 장에서는 422P@ML 비트스트림을 트랜스 부호화기를 위한 구조와 비트율 제어에 관해서 분석하였다. 422P@ML 트랜스 부호화기는 3가지 GOP 구조를 사용하기 때문에 어느 특정 GOP 구조에 적합한 트랜스 부호화기의 구조와 이에 맞는 비트율 제어방법을 사용해도 다른 구조에는 적합하지 않다. 또한 전체적으로는 시스템을 더 복잡하게 할 가능성이 높다. 트랜스 부호화에서 가장 비용이 많이 드는 움직임 추정과정을 생략할 수 있는지 검토하고 또한 비트스트림의 정보를 최대한 이용하여 비트율 제어에 활용할 수 있는 지를 분석하였다. 그 결과 두 가지 모두 사용하는데 어려움이 있음을 알 수 있었다. 따라서 제안하는 부호화기는 움직임 추정이 포함된 방식4에 해당한다. 비트율 제어 방법도 비트스트림의 성질을 이용할 수는 없다.

##### 1. 움직임 벡터의 재사용 가능성에 대한 분석

GOP구조가 바뀌는 경우에도 비트스트림 내에 들어있는 움직임 벡터를 내삽(interpolation) 또는 외삽(extrapolation)을 통해 근사적으로 활용하는 방식<sup>[3]</sup>의 가장 큰 문제는 새로운 움직임 벡터가 정확하지 않다는 것이다. 방송국에서 송출용으로 활용하는데는 부적합하다. 움직임 벡터의 재사용 가능성에 대해서 다음과 같이 GOP 구조별로 분석하였다.

첫째, I-화면으로만 구성된 GOP 경우이다. 이 구조의 비트스트림에는 오류가 발생했을 때 사용할 오류은닉(concealment)용 외에 움직임 벡터가 전혀 없다. 따라서 근본적으로 벡터 재사용은 불가능하다.

둘째, IBIB로 구성된 GOP 경우이다. 이 구조에서는 B-화면이 양방향 벡터를 가지고 있을 가능성이 높기 때문에 근사적으로 외삽을 할 수 있다. 아래와 같이 422P@ML의 GOP 구조와 새롭게 트랜스 부호화될 GOP 구조가 다른 경우를 예로 들기로 한다.

##### 422P@ML 부호화

화면번호	1	2	3	4	5	6
화면종류	I	B	I	B	I	B

##### MP@ML 부호화

화면번호	1	2	3	4	5	6
화면종류	I	B	B	P	B	B

화면1은 부호화 모드의 변경을 하지 않고 비트율만 바뀌면 된다. 화면2는 B-화면에서 B-화면으로 그대로 유지되지만 후방(backward) 움직임 벡터가 화면3이 아니고 화면4로부터 구해져야 한다. 역방향(backward) 움직임 벡터를 구하는 방법으로는 원래 가지고 있는 역방향 움직임 벡터의 값을 2배로 하는 외삽 방법을 사용할 수 있는데 정확성이 떨어질 수 있다.

화면3은 원래 움직임 벡터를 가지고 있지 않기 때문에 화면2의 움직임 벡터를 2배로 하는 외삽 방법을 사용해서 순방향(forward) 움직임 벡터를 구할 수 있다. 역방향 벡터는 화면2의 역방향 벡터를 외삽하여 구하거나 화면4의 순방향 벡터의 부호를 반대로 사용할 수 있다. 하지만 화면2와 화면4의 모든 매크로블럭들이 역방향과 순방향 움직임 벡터를 모두 다 가지고 있어야만 가능하다. B-화면이라도 모든 매크로 블록이 순방향 벡터와 역방향 벡터를 모두 가지고 있지는 않다. 어느 하나의 매크로 블록이 원하는 벡터를 가지고 있지 않다면 움직임 추정 과정은 피할 수 없다.

화면4는 B-화면이 P-화면으로 변하는데 이때는 B-화면 내의 많은 매크로블럭들이 순방향 움직임 벡터를 가지고 있지 않을 수 있다. 이때도 움직임 추정은 피할 수 없다. 순방향 벡터가 모두 다 존재해도 화면4가 가지고 있는 움직임 벡터는 화면1에 적용하기 위해 3배 정도 확대하는 외삽을 해야 한다. 이 과정에서 움직임 벡터는 부정확해질 수 있다.

세 번째, IBBP로 구성된 GOP 경우이다. 이때는 비트율만 변경하고 움직임 벡터를 그대로 활용할 수 있다. 위의 분석을 통해서 세 번째 경우만 움직임 벡터를 구하지 않을 수 있음을 알았다. 하지만 나머지 두 구조가 움직임 추정을 필요로 하기 때문에 IBBP 구조만 움직임 추정을 생략할 필요는 없다. 움직임 벡터를 새롭게 구해 정확한 움직임 벡터를 구하는 것이 유리하다.

##### 2. 비트스트림 정보를 이용한 비트율 제어 방법

기존의 트랜스 부호화기<sup>[7]</sup>는 GOP구조가 바뀌지 않기 때문에 비트스트림 내의 정보를 통해 화면별 사용 비트수, 화면

의 복잡도 등을 계산해 내고 이것을 이용하여 새로운 목표 비트율을 위한 제어 방법을 마련할 수 있다. 본 트랜스 부호화기에서는 각 GOP마다 적합한 비트율 제어 방법이 다를 수 있다. 어느 특정 GOP 구조를 가지는 비트스트림으로부터 비트율제어에 적합한 정보를 얻어내도 다른 구조에는 적용하기 힘들다. 예를 들어 IBIB 구조의 비트스트림에서 각 화면 종류별로 비트 사용량과 화면의 복잡도를 파악해내도 트랜스 부호화하는 과정에서 화면 부호화 모드가 달라지면(예를 들어, B-화면이 I-화면이나 P-화면으로 바뀌는 경우) 이 정보를 비트수 할당에 사용할 수 없게 된다. 화면 종류별(picture coding type) 비트 할당이 GOP 레벨에서 결정되기 때문에 개별 화면의 정보는 활용하지 못한다.

GOP 형식 중에서 특정 GOP에 대해서만 유효한 비트율 제어 방법은 전반적인 트랜스 부호화기의 복잡도만 증가시킨다. I-화면으로만 구성된 GOP는 비트량이 대개 모든 화면에 균등하게 배분되어 있을 것이다. 이 경우 화면별 복잡도를 구할 수 있지만 도움이 되지 않는다. 화면의 복잡도는 그 화면의 비트량 할당을 위한 정보로 활용할 수 있지만 트랜스 부호화했을 때 화면 부호화 종류가 B-화면이나 P-화면으로 바뀌면 의미가 없어진다. 화면 부호화 종류가 바뀌면 비트 할당에 기존의 복잡도는 사용할 수 없다.

## V. 실험 및 결과 고찰

본 장에서는 3장과 4장의 분석에 기초하여 제시된 422P@ML 부호화기와 트랜스 부호화기에 대한 모의 실험결과를 나타내었다. 3장에서도 언급된 바와 같이 트랜스 부호화기는 움직임 추정 블록이 포함된 방식4이다. 비트율 제어 또한 기존의 비트스트림 내에 있는 정보를 활용하기 어렵다. 본 논문에서는 기존의 TM5<sup>[14]</sup>의 비트율 제어 방법을 사용하여 성능을 측정하였다.

422P@ML 부호화 모의 실험과정에서 비트율은 42Mbps와 그 값의 1/2인 21 Mbps로 하였다. 그 이유는 방송사에서 배분용으로 사용할 때 전송율을 T3급으로 정하는 것을 가정했기 때문이다.

### 1. 422P@ML의 부호화 성능 분석

트랜스 부호화기를 개발하는데 있어서 422P@ML의 부호화 결과를 분석하는 것은 기본적으로 대상을 이해하는데 필요하다. 그림 5, 그림 6은 두 가지 비디오 시퀀스의 휘도신호에 대한 422P@ML 부호화 결과를 보이고 있다.

GOP구조가 IBBP일 때는 부호화 효율이 좋기 때문에 21 Mbps로 실행하였다. IBIB 구조와 IIII 구조에서는 42 Mbps로 실행하였다. 실험 결과에 대한 평균 PSNR(peak to peak signal to noise ratio)은 표2에 나타내었다. 비교 화면의 형식은 4:2:2이다.

결과 비디오를 주관적으로 관찰했을 때 42 Mbps로 부호화한 경우는 소스 비디오와 거의 대부분 차이를 느낄 수 없었고, 일부의 비디오에서만 약간의 차이를 느낄 수 있었지만 모니터 높이의 3배 거리에서는 차이를 느낄 수 없었다. 21 Mbps에서 수행한 IBBP 구조의 결과와 42 Mbps에서 수행한 IIII 구조의 부호화 결과를 비교하면 시퀀스에 따라 상대 방식보다 더 좋거나 나쁠 수도 있다. 따라서 이 두 가지는 비슷한 성능을 보인다. 'Mobile and Calendar' 시퀀스에서는 평균 PSNR이 IBBP구조가 III 구조보다 더 높았다. 편집을 위한 면에서 IBBP구조는 불편하지만 부호화 효율은 예측화면들을 많이 사용하기 때문에 높았다. 대체로 42 Mbps로 부호화한 IBIB 구조의 부호화 결과가 가장 우수하다.

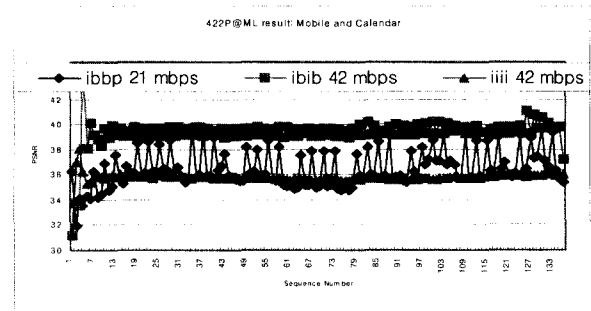


그림 5. 3가지 GOP별 422P@ML 프로파일 부호화 결과(Mobile and calendar)

Fig. 5. Performance of three different GOP structures in 422P@ML (Mobile and calendar)

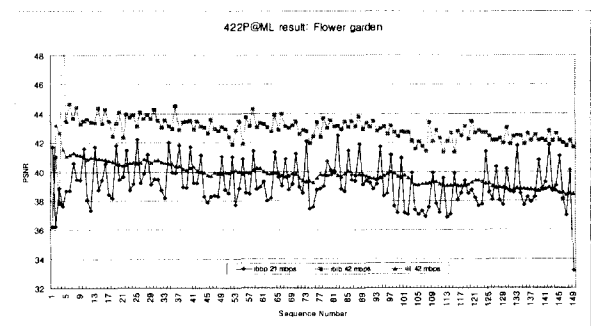


그림 6. 3가지 GOP별 422P@ML 프로파일 부호화 결과(Flower Garden)

Fig. 6. Performance of three different GOP structures in 422P@ML(Flower Garden)

표 2. GOP구조별 422P@ML 프로파일 부호화 결과(평균 PSNR)  
Table 2. Encoding result of 422@ML profile for each GOP(average PSNR)

	IBBP, 21 Mbps	IBIB, 42 Mbps	IIII, 42 Mbps
mobile and calendar	36.47dB(Y)	39.38	35.76
	38.79dB(U)	40.98	38.47
	39.33dB(V)	41.57	39.17
table tennis	39.76dB(Y)	44.06	41.43
	45.37dB(U)	48.33	47.58
	45.76dB(V)	48.78	47.98
flower garden	39.19dB(Y)	42.91	37.80
	41.84dB(U)	45.51	43.16
	41.91dB(V)	45.38	43.13

2. 트랜스 부호화기 실험

그림 7과 그림 8에 두 가지 시퀀스의 휘도 성분에 대한 트랜스 부호화 결과를 나타내었다. 또한 화면들의 평균 PSNR은 표 3에 나타내었다. 입력 화면 형식은 4:2:0에 대해서 비교를 하였다. 그 이유는 부호화 손실 부분만을 비교하기 위해서이다. 4가지 방법은 모두 3Mbps로 부호화한 결과이다. 비교 대상인 4가지는 소스 비디오를 MP@ML로 직접 부호화한 결과, 21 Mbps의 IBBP 구조 비트스트림을 트랜스 부호화한 결과, 42 Mbps의 IBIB 구조 비트스트림을 트랜스 부호화한 결과 및 42 Mbps의 IIII 구조 비트스트림을 트랜스 부호화한 결과이다. 나머지 3가지 결과는 직접 MP@ML로 부호화한 것에 비해 조금씩 화질이 떨어짐을 알 수 있다. 하지만 그 차이가 매우 적다는 것을 그림과 표를 통해서 알 수 있다. 이는 422P@ML 비트스트림이 소스 비디오의 품질을 거의 그대로 가지고 있기 때문이다. 특히 나머지 3가지 트랜스 부호화한 결과는 거의 차이를 느낄 수 없을 정도로 비슷하다.

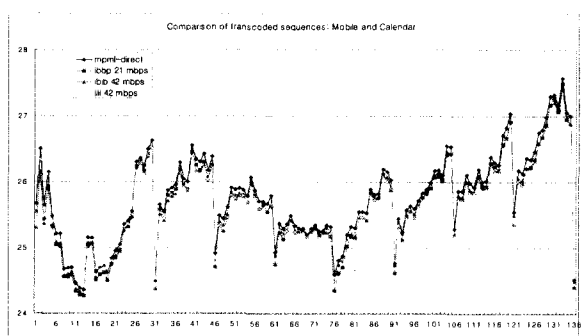


그림 7. 3가지 GOP별 트랜스 부호화 결과(Mobile and calendar)  
Fig. 7. Transcoding result for three different GOP(Mobile and calendar)

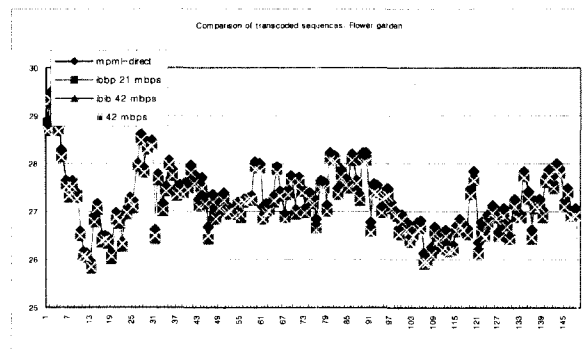


그림 8. 3가지 GOP별 트랜스 부호화 결과(Flower garden)  
Fig. 8. Transcoding result for three different GOP(Flower garden)

표 3. 422P@ML 프로파일 비트스트림을 트랜스 부호화한 결과(평균 PSNR)  
Table 3. Transcoding result from 422@ML profile bitstream (average PSNR)

	MP@ML 직접부호화 (TM5, 3Mbps)	GOP=IBBP 비트율=21Mbps	GOP=IBIB 비트율=42Mbps	GOP=IIII 비트율=42Mbps
mobile and calendar	25.75dB(Y)	25.64	25.65	25.64
	32.10dB(U)	32.03	32.02	31.96
	31.96dB(V)	31.88	31.88	32.74
table tennis	29.67dB(Y)	29.51	29.53	29.49
	40.51dB(U)	40.47	40.46	40.48
	39.51dB(V)	39.43	39.45	39.44
flower garden	27.24dB(Y)	27.12	27.16	27.10
	32.53dB(U)	32.46	32.48	32.48
	34.64dB(V)	34.59	34.60	34.60

VI. 결론

본 논문에서는 422P@ML 비트스트림을 MP@ML 프로파일로 부호화하는 트랜스 부호화기의 요구조건을 분석하고 이에 따른 바람직한 부호화기 모델을 제안하였다. 모의 실험을 통해 제안된 트랜스부호화기에 대한 성능 분석을 하였다. 3가지 GOP에 대한 트랜스부호화 결과는 직접 MP@ML로 부호화한 것에 비해 조금씩 화질이 떨어짐을 알 수 있지만 그 차이가 매우 적었다. 이는 422P@ML 비트스트림이 소스 비디오의 품질을 거의 그대로 가지고 있기 때문이다. 특히 나머지 3가지 트랜스 부호화한 결과는 거의 차이를 느낄 수 없을 정도로 비슷하다.

트랜스 부호화에서 가장 비용이 많이 드는 움직임 추정

과정을 생략할 수 있는지 검토하고 또한 비트스트림의 정보를 최대한로 이용하여 비트율 제어에 활용할 수 있는지를 분석하였다. 그 결과 두 가지 모두 사용하는데 어려움이 있음을 알 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] A.M. Bock, G.M. Drury, and W.J. Hobson, "Broadcast Applications of 4:2:2 MPEG", *SMPTE Journal*, vol.107, No.7, pp.406-410, July 1998.
- [2] Christof Ricken, "The 4:2:2 Profile of MPEG-2 for Use in a Studio Environment", *SMPTE Journal*, vol.105, No.7, pp.401-405, July 1996.
- [3] ISO/IEC JTC/SC29/WGG11/N1178, "MPEG-2 4:2:2 Profile at Main Level Informative Annex", Jan 1996.
- [4] H. Sun, W. Kwok, and J. W. Zdepski, "Architectures for MPEG Compressed Bitstream Scaling", *IEEE trans. on circuits and systems for video technology*, vol. 6, No.2, pp.191-199, April 1996.
- [5] G. Keesman, R. Hellinghuizen, F. Hoeksema and G. Heideman, "Transcoding of MPEG bitstreams", *Signal Processing: Image Communication*, vol.8 pp.481-500, 1996.
- [6] Niklas Björk and Charilaos Christopoulos, "Transcoding Architectures For Video Coding", *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol.44, No.1, pp.88-98, Feb. 1998.
- [7] P.N. Tudor and O H Werner, "Real-time Transcoding of MPEG-2 Video Bit streams", *International Broadcasting Convention 97*, Amsterdam, pp.286-301, 1997.
- [8] P. Assuncao and M. Ghanbari, "Post-processing of MPEG2 coded video form transmission at lower bit rates", *Proc. IEEE International Conference in Acoustics, Speech, and Signal Processing*, ICASSP'96, Vol.4, pp.1998-2001, 1996.
- [9] J. Youn and M. Sun, "Motion Estimation For High Performance Transcoding", *IEEE International Conference on Consumer Electronics 98*, pp.136-137, 1998.
- [10] P. Assuncao and M. Ghanbari, "Optimal Transcoding of Compressed Video", *ICIP97*, pp.739-742, 1997.
- [11] Limin Wang, Ajay Luthra and Bob Eifrig, "Adaptive Rate Control For MPEG Transcoder", *Proc. 1999 IEEE International Conference on Image Processing*, Vol3 of 4, pp.266-270, Oct. 1999.
- [12] Stuart J. Golin, "Fast Transcoding of Compressed Bitstreams by Reusing Incoming Motion Vectors", *SMPTE Journal*, vol.108, No.8, pp.568-574, Aug. 1999.
- [13] P.A.A. Assuncao and Ghanbari, "A Frequency-Domain Video Transcoder for Dynamic Bit-Rate Reduction of MPEG-2 Bit Streams", *IEEE Trans. CSVT*, vol.8, No.8, pp.953-967, 1998.
- [14] International Organization for Standardization, Test Model Editing Committee, 1993. Test Model 5, April, ISO-IEC/JTC1/SC29/WG11/N0400.

---

### 저 자 소 개



#### 박 구 만

1984년 2월 : 한국항공대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1986년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)  
 1991년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)  
 1991년 3월~1996년 8월 : 삼성전자 신호처리연구소 선임연구원  
 1996년 9월~1999년 7월 : 호남대학교 전자공학과 조교수  
 1999년 8월~현재 : 서울산업대학교 매체공학과 조교수  
 주관심분야 : 영상신호처리, 디지털방송방식, 초고속영상통신