

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.6.275>

JIIBC 2013-6-36

동영상에서 모드 선택을 위한 코스트 평가 방법

Coast Evaluation Techniques for Mode Selection in Video Coding

송대건*

Dae-Geon Song

요 약 최근 액세스망의 브로드밴드화와 영상기기의 고성능화에 따라 인터넷을 통한 음성, 영상 등의 미디어 정보를 다루는 멀티미디어 서비스가 주목받고 있으며 점차 보급되어 가고 있다. 앞으로 더욱더 영상 기기나 네트워크 환경에 발맞추어 고품질의 영상을 다루고 이용하는 형태가 점점 다양화되고 활용화 되리라 예측 된다. 그 중에서도 동영상 부호화 기술 즉, 영상 정보의 압축 부호화 기술은 중심적인 역할을 하는 기술 중의 하나이다. 동영상 부호화 기술은 방대한 정보량을 필요로 하는 영상 신호 중에 포함되어 있는 용장성을 배제하고 적절한 정보량을 디지털 부호로서 효율인 영상 신호를 표현하는 기술로서 발전되어 가고 있다. 따라서 본 연구는 동영상 부호화에서의 모드 선택에 적용하는 코스트 평가 방법을 검토하고 부호화 효율을 최대화 하기 위해 방법을 제안 하고자하며 이를 기존 방법과 비교해 우수성을 확인하였다.

Abstract Recently, access networking BroadBand the high performance of the video equipment to the Internet via voice, video, multimedia services, such as dealing with the media information dissemination is becoming increasingly attracting attention. More video devices and network environments in the future to keep pace with the high-quality video using the form dealing with an increasingly diversified and shall utilization is expected. Among them, video encoding technology, image compression encoding technology of information technology is one of the central role. Video coding technology that requires a vast amount of information contained in the video signal and the appropriate amount of information to eliminate redundancy as the efficiency of the digital code representing video signal is developed as a technology is going. Therefore, this study applied to video coding mode selection in the cost evaluation methods to examine and to maximize the coding efficiency and the proposed method compared to the conventional method was confirmed excellence.

Key Words : Access Networking, Video Encoding Mode, Cost Evaluation Method, Coding Efficiency

1. 서 론

본 연구는 동영상 부호화에서의 모드 선택에 적용하는 코스트 평가 방법^[1-4]에 대하여 검토하고자 한다.

MPEG 등 복잡한 예측 모드를 이용하는 표준 동영상

부호화 방법^[5-8]에는 부호화 효율을 향상 시키기 위하여 몇 개의 후보를 선택하여 그 중에서 최적의 모드를 선택하는 것이 대단히 중요하다.

기존 방법으로는 부터 예측 모드의 각 후보에서 잔차 신호 에너지를 최소화하는 후보를 선택하는 방법이 있다.

*정회원, 가천대학교 IT 대학 전자공학과
접수일자 : 2013년 11월 23일, 수정완료 : 2013년 12월 10일
게재확정일자 : 2013년 12월 13일

Received: 23 November, 2013 / Revised: 10 December, 2013 /
Accepted: 13 December, 2013

*Corresponding Author: dgsong@gachon.ac.kr
Dept. of Electronic Engineering, Gachon University, Korea

그러나 본 방법은 레이트 왜곡(RD : Rate Distortion)에서는 반드시 최적한 모드가 선택된다는 보장은 없다. 그래서 실제의 부호화 왜곡 최적화(RDO : Rate Distortion Optimization)방법^[9-10]이 검토되었다.

그러나 이 방법은 부호화 방법을 최대한으로 하는 모드를 선택 할 수는 있으나 D와 R을 산출하는 데 필요한 부호화 처리량이 많아 계산 부하가 따른다.

따라서 본 연구에서는 부호화 효율을 최대화 하기 위한 방법을 제안 하고자하며 이를 기존 방법과 비교해 우수성을 확인하였다.

II. 본 론

1. 레이트 왜곡 최적화 방법의 문제점

인트라 예측, 가변 블록 크기 움직임 보상, 멀티 참조 프레임^[6] 등 다수의 예측 모드가 있는 H.264에서도 최적의 부호화 모드를 결정하기 위해서는 참조 소프트웨어에서는 왜곡최적화(RDO : Rate Distortion Optimization)방법^[11]이 적용되어 있다.

이 방법은 매크로 블록(MB)마다 각 부호화 모드에 대한 가부호 처리를 하여 얻어진 D와 R로부터 라그랑주 미정 곱셈방법(Lagrange's method of undetermined multipliers)을 이용하여 식 (1)의 코스트 함수 J를 최소화 하는 모드를 최적한 모드로서 선택한다.

$$J(i) = D + \lambda R \quad (1)$$

$$\lambda = 0.85 \times 2^{(qp-12)/3} \quad (2)$$

여기서, λ 는 라그랑주 계수이며 JM에서는 양자화값 qp 에 의존하고 식(2)를 이용하고 있다. 그러나 J의 산출에서는 가부호화를 하여 R과 D를 구할 필요가 있다.

H.264에서는 다수의 부호화 모드가 있기 때문에 RDO 방법에 의한 평가를 하면 가부호화 회수가 증가하고 계산 부하가 방대해진다.

그래서 본 연구에서는 제로 블록(Zero Block) 판정을 이용한 근사 모델에 의한 R과 D를 추정하여 RDO 방법을 고속화하는 방법을 제안 한다. 제안 방법을 H.264 참조 소프트웨어 JM^[8]에 실장하여 유효성을 검증하고자 한다.

2. 제안 방법

본 장에서는 RDO 방법에 의한 R과 D의 산출을 고속화하는 방법을 제안한다. 제안 방법은 부호화 대상 블록에서 예측 오차 신호의 양자화 대표값이 모두 0(zero)가 되는(Zero Block)조건에 착안하고 있다.

제안 방법에서는 동일 조건에 의거한 제로 블록 판정에 의한 R과 D의 산출 생략과 근사 모델에 의거한 R과 D를 추정하며 제안한 방법에서는 가부호화를 하지 않는다.

아래에 제안 방법의 알고리즘을 나타내었다.

1. 부호화 대상 블록의 제로 블록 판정을 한다.
2. 만약 제로 블록이면 $R = 0$, $D = SSD$ 로 하고 그 외는 근사 모델로부터 R과 D를 산출한다.
3. 식 (1)의 평가 함수로부터 코스트를 계산한다.

여기서, SSD(Sum of the Squared Differences)는 예측 오차신호의 제곱 합을 나타낸다.

다음은 제로블록 판정 방법과 근사 모델에 대하여 설명하고자 한다.

[1] 제로 블록 판정

제로블록 조건에 착안하여 조건을 만족하는 경우에는 R과 D 산출을 생략 함으로서 RDO 방법의 계산량을 감소시킨다.

$N \times N$ -DCT에서 제로 블록 조건은 L.A Sousa^[12] 방식에 의해 식 (3)으로 주어진다.

$$\sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{N-1} |f(i,j)| < \frac{N}{2\cos^2(\pi/2N)} Q(qp) \quad (3)$$

여기서, $f(i,j)$ 는 예측 오차신호, $Q(qp)$ 는 양자화 파라미터 qp 에 대한 양자화 단계 크기를 나타낸다. H.264에서 $N=4$ 이며 $\cos^2(\pi/8) = 5/2$ 에 가까우면 제로 블록 조건은 식 (4)로 표현된다.

$$\sum_{j=0}^3 \sum_{i=0}^3 |f(i,j)| < \frac{5}{2} Q(qp) \quad (4)$$

예측오차 신호의 절대값 합에 대해 식 (4)를 평가 하므로서 DCT, Q, IQ, IDCT를 이용하지 않고 제로 블록인지 아닌지를 판정할 수가 있다. 제로블록은 해당 블록의 양자화 시에 부호화해야할 유의계수가 아님을 나타낸다.

식 (4)를 만족하는 경우는 $R = 0$, $D = SSD$ 가 되며 만족

하지 않는 경우에는 근사 모델에 의해 R과 D를 산출한다.

$$R(Q) = \begin{cases} b \cdot \log_2 \left(\frac{SSD}{D} \right) & (0 \leq D \leq SSD) \\ 0 & (D \leq SSD) \end{cases} \quad (7)$$

[2] 근사 모델에 의한 R과 D의 추정 방법

근사 모델에 의해 R과 D의 추정은 상기의 제로블록 판정으로 제로 블록에 해당하지 않은 경우에 적용되며 이에 적용되는 왜곡모델과 레이트 모델에 대하여 설명한다.

(가) 왜곡모델

제로 블록 조건에 착안하여 식(2)의 조건식을 Q에 대하여 해석한 식(3)에 의해 부호화 대상 블록을 양자화 했을 경우 부호화 왜곡 D가 최소화 동등하게 되는 양자화 단계 Q_t 를 구한다.

$$Q_t = \frac{2}{5} \sum_{j=0}^3 \sum_{i=0}^3 |f(i,j)| \quad (5)$$

이상으로부터 부호화 왜곡 D를 $Q \leq Q_t$ 에서는 $D = SSD$ 로 하고 $0 \leq Q \leq Q_t$ 까지를 Q의 2차 함수에 근접시킨다.

$$D(Q) = \begin{cases} a \cdot Q^2 & (0 \leq Q \leq Q_t) \\ SSD & (Q \leq Q_t) \end{cases} \quad (6)$$

여기서 $a = SSD/Q_t^2$ 이다.

그림 1에 왜곡 모델의 개념도를 나타내었다.

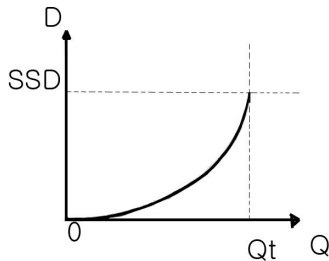


그림 1. 왜곡 모델
Fig. 1. Distortion Model

(나) 레이트 모델

높은 비트 레이트에서 부호량 R은 왜곡 D에 비례하는 함수로서 표현 할 수 있으며 R을 식(7)로 표현 할 수 있다. 여기서 b는 정보원의 확률분포에 의존하는 정수이다.

III. 실험 및 결과

1. 실험 방법

본 실험은 H.264/AVC에서 인트라 예측 모드^[13-14]의 최종 결정에 이용되는 코스트 함수로서 RDO 방법과 제안한 코스트 함수를 적용한 경우의 성능을 평가하였다. 제안한 코스트 함수를 참조 소프트웨어를 통하여 화질, 발생 부호량, 부호화 시간의 관점에서 제안한 코스트 함수의 유효성을 확인하였다.

부호화 조건을 표 1에 나타내었다.

표 1. 부호화 조건
Table 1. Coding conditions

Test Sequence	Forman(QCIF) News(QCIF) Mobile&Calender(QCIF) Tempete(QCIF)
Total Frames	150
Frame rate	15[fps](QCIF), 30[fps](CIF)
Quantization Parameter	16, 18, 20, ..., 42(const.)
GOP Structure	All Intra-frame
Entropy coding	CAVLC

2. 실험 결과와 고찰

$Q_p = 16 \sim 42$ 에서의 JM방식(RDO 방식)에 대한 제안 방식의 삭감 처리시간(소멸 처리 시간($\Delta Time$ [%])), 휘도 성분의 PSNR 증가량($\Delta PSNR$ [%]), 부호량 증가량($\Delta Bitrate$ [%])으로 정의하고 각각의 평균을 표 2, 3에 나타내었다.

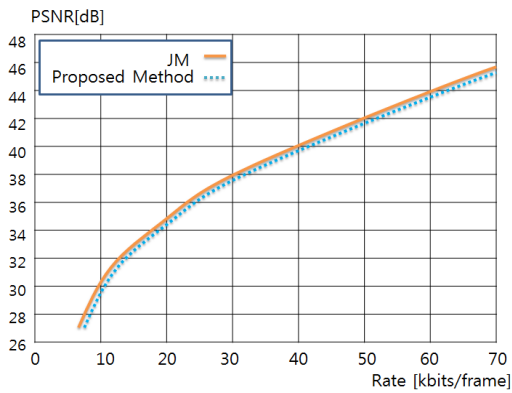
표 2. JM방식에 대한 제안 방식의 성능비교(QCIF)
Table 2. JM on how the performance of the proposed method compares (QCIF)

Sequence	$\Delta PSNR$ [%]	$\Delta Bitrate$ [%]	$\Delta Time$ [%]
Mobil	-0.266	2.09	-91.7
News	-0.288	1.74	-92.1

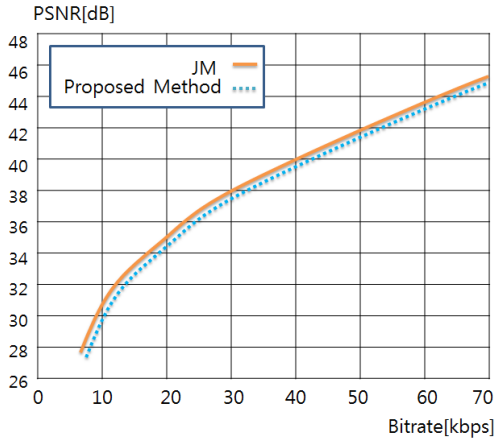
표 3. JM방식에 대한 제안 방식의 성능비교(CIF)
 Table 3. JM on how the performance of the proposed method compares (CIF)

Sequence	$\Delta PSNR$ [%]	$\Delta Bitrate$ [%]	$\Delta Time$ [%]
Mobil	-0.479	1.31	-92.7
Tempete	-0.471	1.43	-92.3

또, 각 방식의 레이트 왜곡 특성을 그림 2, 4에 나타내었으며 부호화 처리 시간을 그림 3, 5에 나타내었다.



(a) Foreman



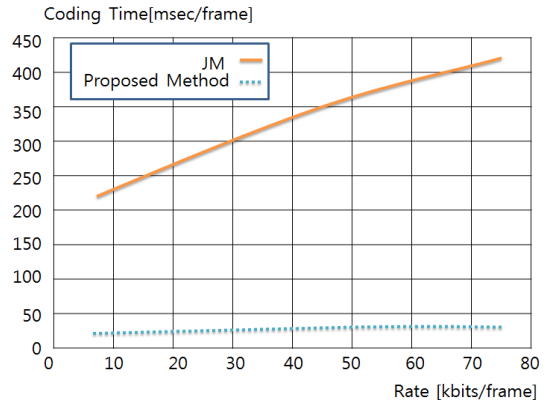
(b) News

그림 2. 레이트 왜곡 특성(QCIF)

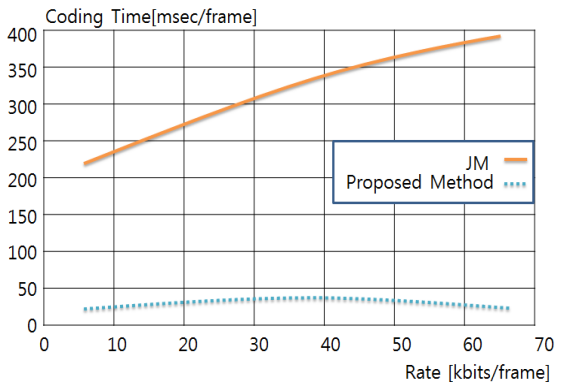
(a) Foreman (b) News

Fig. 2. Rate distortion characteristics(QCIF)

(a) Foreman (b) News



(a) Mobile&Calendar



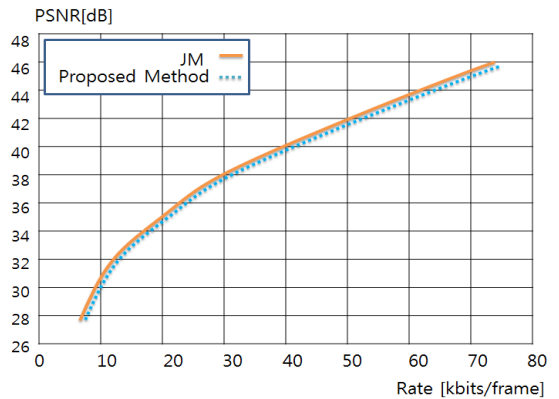
(b) Tempete

그림 3. 부호화 처리 시간(QCIF)

(a) Mobile&Calendar (b) Tempete

Fig. 3. Coding processing time (QCIF)

(a) Mobile & Calendar (b) Tempete



(a) Mobile&Calendar

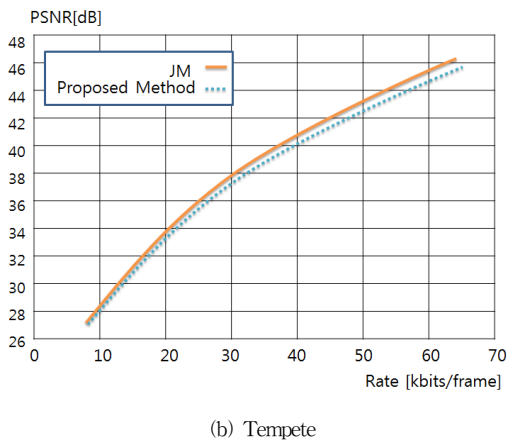


그림 4. 레이트 왜곡 특성(CIF)
 (a) Mobile&Calendar (b) Tempete
 Fig. 4. Rate and distortion characteristics(CIF)
 (a) Mobile & Calendar (b) Tempete

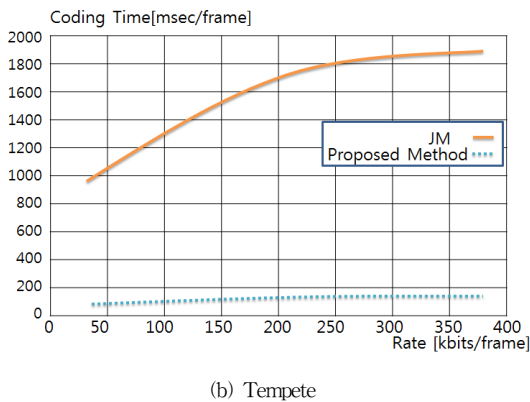
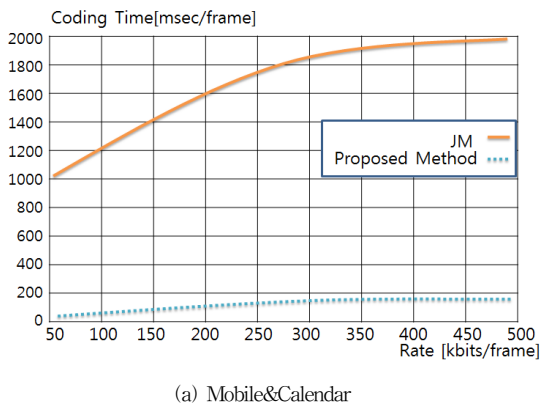


그림 5. 부호화 처리시간(CIF)
 (a) Mobile&Calendar (b) Tempete
 Fig. 5. Coding processing time (CIF)
 (a) Mobile&Calendar (b) Tempete

표 2, 3으로부터 부호화 처리 시간의 관점에서는 제안 방식은 기존의 RDO 방식에 비해 시퀀스에 의하지 않고 평균 92% 삭감 가능함을 알 수 있었다.

그러나, 부호화 효율의 관점에서는 부호량은 1.3~2.0% 증가하였고 화질은 0.25dB~0.48dB로 떨어졌다.

또, 그림 2, 4에서는 RD 특성을 제안한 방법은 높은 비트 레이트에서는 PSNR 차가 컸으며 낮은 비트 레이트에서는 차가 적음을 알 수 있었다.

이것은 제안 방법에서는 D와 R의 추정을 근사적으로 추정하고 있으며 RDO 방식의 λ 를 그대로 제안 방법에 사용한 것은 반드시 최적이지 않음을 나타내며 또, D와 R의 추정에 개선의 여지가 있음을 나타낸다.

또, 그림 2, 4에 의하면 RDO 방식에서는 비트 레이트가 높게 되면 처리 시간이 대폭 증가해버리나 제안 방식에서는 처리 시간이 그다지 증가하지 않았다.

이상으로부터 제안 방식은 부호화 효율에 있어서는 약간 떨어지나 RDO 방식 보다 고속임을 확인 할 수가 있었다.

IV. 결론

본 논문은 동영상 부호화 방식 H.264 인코더에서의 부호화 처리량을 줄이기 위해 RD 모델에 의한 코스트 평가 방법 대해 검토하였다.

RD 모델에 의한 코스트 평가 방법으로는 동영상 부호화에서의 모드 선택 방법을 이용하였으며 모드 선택에서 코스트 평가 방법으로서 이용된 RDO의 실제 부호화 왜곡 D와 발생 부호량 R의 산출에 필요한 연산량이 많은 문제점에 착안하였다. 그래서 RDO의 처리량을 줄이기 위해서 제로 블록 검출에 의한 연산의 생략 방법과 근사 모델에 의한 RD 코스트의 추정 방법을 제안하였다. 제안 방법을 인트라 부호화의 예측 모드 결정에 적용한 결과 실험 결과로부터 화질의 저하를 평균 0.25 ~ 0.48dB 정도, 부호량의 증가를 평균 1.3 ~ 2.0% 정도로 억제, 인트라 부호화의 처리량을 평균 92% 줄일 수 있음을 확인 할 수 있었다.

References

[1] H.Y. Lee, "Simplification method of prediction mode

- by considering prediction characteristics and subjective focus for the intra picture coding”, Paper of Ph.D, DongEui Univ. 2009.
- [2] S.W. Hong and Y.L. Lee, “Fast intra mode decision using DCT coefficient distribution in H.264/AVC”, Korea Society of Broadcast Engineers, Vol. 15, No. 4, pp. 582-590, jul, 2010.
- [3] D.G Song, “A Study on Coding Method of Vector Representation in Video Compression, The Journal of Korea Institute of Information Technology”, Vol. 19, No. 11, pp. 209-216, Nov. 2012.
- [4] J. Youn, M. T. Sun and J. Xin, “Video transcoder architectures for bit rate scaling of H.263 bit streams”, in Proc. ACM Multimedia, pp. 243-250, Nov. 1999.
- [5] B.S. Min, S.J. Kim and D.K.Lim, “Enhancement of Wavelet-coded Image by Directional Filtering”, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 9, No. 2, pp. 257-266, Apr. 2007.
- [6] C.S. Kang, “ Method for Improvement of Coding Efficiency in Scalability Extension of H.264/AVC”, The Jurnal of the Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 47, IE, No.2, pp. 21-26, Jun.. 2010.
- [7] K.S.Park, M.J. Kim, J.H.Jun, S.R. Ryu and S.H. Kim, “Enhanced Mode Estimation Method for Intra/Inter Prediction in H.264/AVC,” Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 4, pp. 1830-1838, Apr. 2012.
- [8] M.T, Kim and I.H. Jee, “H.264 Encoding Technique of Multi-view Image expressed by Layered Depth Image,” The Journal of rhe Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol. 10, No. 1, pp. 81-90, Feb. 2010.
- [9] S. Il Sin, J. T. Kim and J. S. Oh, “Image Contents Based Intra predictive Coding for H.264/AVC”, The Journal of Korea Information and Communications Society, Vo. 34, No. 7, pp. 681-686, Jul. 2009.
- [10] G. Sullivan and T. Wiegand, “Rate-distortion optmization for video compression”, IEEE Signal Proc. Magazine, pp. 74-90, 1998.
- [11] Joint Video Team(JVM), “Reference Software JM 9.2”, [Http://iphome.hhi.de/suehring/tml/](http://iphome.hhi.de/suehring/tml/)
- [12] L.A, Sous, “General method for eliminating redundant computations in Video Coding”, IEEE, 2000.
- [13] D.G. Song, “The study on the Intra-Prediction Mode Decision for Transcoding between MPEG-2 and H.264”, The Journal of Korea Institute of Information Technology“, Vol. 9, No. 9, pp. 219-228, Sep. 2011.
- [14] Y. S. Ho and S.H. Kim, “Algorithm analysis and program understanding of H.264/AVC, DooYangSa, Sep. 2009.

저자 소개

송 대 건(정회원)



- 1982년 : 경희대 전자공학과 졸
- 1987년 : 와세다대학 대학원졸(공학 석사)
- 1998년 : 경희대 대학원 전자공학과 졸(공학박)
- 1989년~2013년 현재 : 가천대학교 전자공학과 교수

<주관심분야 : 신호 및 영상처리, 통신시스템, 임베디드 시스템 설계>

※ 본 연구는 가천대학교 교내 연구 장려금 지원 과제임