

스테레오 비디오 영상의 실시간 복호를 위한

JMVM 복호기 최적화

허진, 최정아, 호요성

광주과학기술원 정보통신공학과

e-mail : jinheo@gist.ac.kr

JMVM Decoder Optimization for Real-time Decoding

of Stereo Video Sequences

Jin Heo, Jung-Ah Choi, Yo-Sung Ho

(Gwangju Institute of Science and Technology (GIST))

요 약

Joint Multiview Video Model (JMVM) 표준은 여러 대의 카메라를 이용하여 촬영된 다시점 영상을 효율적으로 부호화하기 위해 제공되었다. 하지만, 여러 다양한 방법을 사용하여 부호화 효율을 높이기 때문에, 그 동작이 복잡하여 복호하는데 많은 시간이 걸린다. 따라서 실시간 서비스에서 사용하는데 한계가 있다. 따라서 JMVM 표준의 복호 시간을 단축하기 위한 효율적인 복호기 최적화 방법이 필수적이다. 본 논문에서는 조기에 디블록킹 필터의 사용 여부를 결정하는 방법과 조명 보상 최적화 방법을 사용하여 복호기 최적화를 수행한다. 제안한 알고리즘은 JMVM 표준의 복호 방법에 비해 큰 PSNR의 감소와 많은 비트율의 증가 없이 평균 약 25% 복호 시간을 감소시켰다.

1. 서론

최근 다양한 멀티미디어 기술들이 급속히 발전하고 있으며, 이러한 흐름 속에 디지털 영상 분야에서는 실감영상에 대한 관심이 높아지고 있다. 실감영상이란 일반적으로 입체감이 느껴지는 영상을 일컫는데 최근에는 이러한 실감영상을 위한 기술로 다시점 비디오 영상과 같은 3차원 비디오 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러나 다시점 비디오는 사용자들에게 자유로운 시점 및 넓은 화면을 통한 입체감 제공이라는 장점

을 지니고 있지만, 처리해야 할 데이터의 양이 증가하는 문제점이 있다. 따라서 다시점 비디오 영상을 효율적으로 처리하기 위해서는 새로운 부호화 방법이 필요하다. 현재 다시점 비디오 영상은 Joint Multiview Video Model (JMVM) 참조 소프트웨어를 사용하여 부호화한다 [1]. JMVM은 다시점 부호화의 효율을 높이기 위해, 다양한 방법을 사용하여 부호화를 수행한다. 이로 인해, 기존의 방법에 비해 부호화 효율은 증가하지만, 복호기의 복잡도를 증가시켜 다양한 실시간 서비스 개발에 제한을 둔다. 따라서 본 논문에서는 다시점 비디오의 효율적인 복호를

스테레오 비디오 영상의 실시간 복호를 위한 JMVM 복호기 최적화

허진, 최정아, 호요성
광주과학기술원 정보통신공학과
e-mail : jinheo@gist.ac.kr

JMVM Decoder Optimization for Real-time Decoding of Stereo Video Sequences

Jin Heo, Jung-Ah Choi, Yo-Sung Ho
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

요 약

Joint Multiview Video Model (JMVM) 표준은 여러 대의 카메라를 이용하여 촬영된 다시점 영상을 효율적으로 부호화하기 위해 제공되었다. 하지만, 여러 다양한 방법을 사용하여 부호화 효율을 높이기 때문에, 그 동작이 복잡하여 복호하는데 많은 시간이 걸린다. 따라서 실시간 서비스에서 사용하는데 한계가 있다. 따라서 JMVM 표준의 복호 시간을 단축하기 위한 효율적인 복호기 최적화 방법이 필수적이다. 본 논문에서는 조기에 디블록킹 필터의 사용 여부를 결정하는 방법과 조명 보상 최적화 방법을 사용하여 복호기 최적화를 수행한다. 제안한 알고리즘은 JMVM 표준의 복호 방법에 비해 큰 PSNR의 감소와 많은 비트율의 증가 없이 평균 약 25% 복호 시간을 감소시켰다.

1. 서론

최근 다양한 멀티미디어 기술들이 급속히 발전하고 있으며, 이러한 흐름 속에 디지털 영상 분야에서는 실감영상에 대한 관심이 높아지고 있다. 실감영상이란 일반적으로 입체감이 느껴지는 영상을 일컫는데 최근에는 이러한 실감영상을 위한 기술로 다시점 비디오 영상과 같은 3차원 비디오 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러나 다시점 비디오는 사용자들에게 자유로운 시점 및 넓은 화면을 통한 입체감 제공이라는 장점

을 지니고 있지만, 처리해야 할 데이터의 양이 증가하는 문제점이 있다. 따라서 다시점 비디오 영상을 효율적으로 처리하기 위해서는 새로운 부호화 방법이 필요하다. 현재 다시점 비디오 영상은 Joint Multiview Video Model (JMVM) 참조 소프트웨어를 사용하여 부호화한다 [1]. JMVM은 다시점 부호화의 효율을 높이기 위해, 다양한 방법을 사용하여 부호화를 수행한다. 이로 인해, 기존의 방법에 비해 부호화 효율은 증가하지만, 복호기의 복잡도를 증가시켜 다양한 실시간 서비스 개발에 제한을 둔다. 따라서 본 논문에서는 다시점 비디오의 효율적인 복호를

위한 JMVM 복호기 최적화 방법을 제안한다.

2. 더블록킹 필터 최적화

블록기반 움직임 보상과 직교 변환은 블록 왜곡을 발생시키는 주요한 원인이다. 이러한 블록 왜곡을 제거하면서 실제 경계를 보존하기 위해 더블록킹 필터를 사용한다 [2]. 더블록킹 필터는 필터를 적용하기 전에, 인접한 블록에 대한 경계 강도를 결정한다. 경계 강도는 블록 경계가 진짜 매크로블록 경계인지 아닌지, 혹은 어느 블록이 화면 내 부호화를 사용하는지의 여부에 따라 결정되며 결정 방법은 그림 1에 나타내었다. 계산된 경계 강도 값에 따라 적응적인 필터들을 사용하여 필터링을 수행한다.

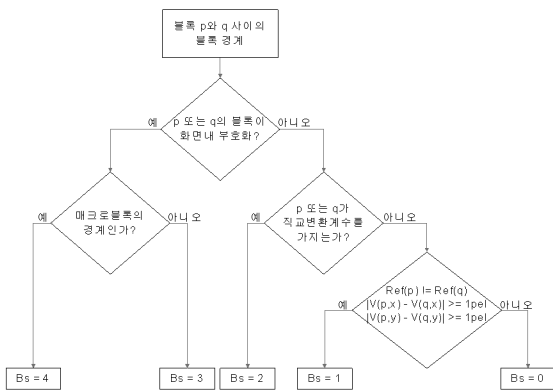


그림 1. 경계 강도 결정 과정

경계 강도 결정은 높은 부호화 효율을 제공하는 반면, 계산 과정이 복잡하여 복잡도를 증가시킨다. 특히, 복호기에서 더블록킹 필터가 전체 연산량에서 차지하는 비중은 약 30~35%이다. 따라서 실시간 복호를 수행하기 위해서는 효율적인 더블록킹 필터의 사용이 요구된다.

표1은 여러 테스트 시퀀스에서 각각의 모드에 대해 경계 강도가 0인 경우의 발생 빈도를 나타낸다. 표1에서 보듯이, SKIP 모드, 16×16모드, 16×8 모드의 매크로블록들은 경계 강도 결정 조건에 의해 대부분의 경계 강도가 0으로 결정된다. 실제 매크로블록의 최적 모드가 SKIP, 16×16, 16×8 모드로 결정되면 배경이나 영상의 움직임이 거의 없는 부분을 의미하므로, 이러한 경우에는 매크로블록의 경계에

블록 왜곡이 거의 생기지 않기 때문에, 더블록킹 필터를 적용할 필요가 없다. 하지만 기존의 더블록킹 필터에서는 많은 연산을 수행한 후, 두 모드의 경계 강도를 0으로 결정한다. 따라서 매크로블록의 최적 모드가 SKIP모드이거나 16×16모드, 혹은 16×8모드인 경우, 조기에 경계 강도를 0으로 예측하고 더블록킹 필터를 생략하는 방법을 사용한다.

표 1. 각 모드에 대한 경계 강도 0의 발생 빈도

모드	필터	
	사용(%)	사용하지 않음(%)
SKIP	0	100
16×16	11.65	88.35
16×8	6.15	93.85
8×16	21.28	78.72
P8×8	31.79	68.21

그림 2는 더블록킹 필터 최적화 방법을 나타낸다.

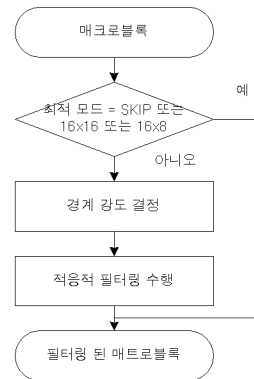


그림 2. 제안한 알고리즘의 흐름도

3. 조명 보상 최적화

다시점 비디오는 여러 카메라로 촬영한 영상이기 때문에 동일한 장면을 촬영하더라도 카메라의 위치 변이, 카메라의 제작상의 차이와 조리개 조절 변이 등의 문제로 조명 값의 변화가 있기 마련이다. 이에 따른 조명 보상 기술이 JMVM에 구현되었다 [3].

조명 보상은 기존의 다양한 매크로블록 모드에 조명을 보상한 16×16 모드를 추가하여 움직임 예측을 수행하고, 비트율-왜곡 관점에서 조명을 보상한

16×16 모드가 선택될 경우 조명이 보상되는 방법이다. 16×16 모드에는 P_SKIP, P_16×16, B_SKIP, B_Direct, B_16×16 모드 총 다섯 모드가 포함된다. 조명 보상은 기존의 SAD (sum of absolute difference) 대신 MR_SAD (mean-removed SAD)를 사용한다. MR_SAD는 현재 블록과 참조 블록간의 평균치를 제외한 상태에서 상대적인 비교를 하므로 조명 차이를 제거할 수 있다.

$$SAD(x, y) = \sum_{i=m}^{m+S-1} \sum_{j=n}^{n+T-1} |f(i, j) - r(i+x, j+y)| \quad (1)$$

$$MR_SAD(x, y) = \sum_{i=m}^{m+S-1} \sum_{j=n}^{n+T-1} \left| \frac{\{f(i, j) - M_{cur}\} - \{r(i+x, j+y) - M_{ref}(m+x, n+y)\}}{M_{ref}(m+x, n+y)} \right| \quad (2)$$

여기서, M_{cur} 과 M_{ref} 는 현재 블록과 참조 블록의 평균값을 나타내고, $f(i, j)$ 와 $r(i, j)$ 는 현재 화면과 참조 화면의 화소값을 각각 나타낸다.

따라서 이 두 블록의 평균값이 차이인 DVIC (difference value of illumination change) 값을 보내줘야 한다. DVIC 식은 식(3)과 같이 정의된다.

$$DVIC = M_{cur} - M_{ref} \quad (3)$$

그러나 DVIC값의 경우 인접한 매크로블록의 DVIC 값과 현재 블록에 대한 DVIC 값이 유사한 특성을 지니기 때문에 현재 블록의 DVIC 값과 주변 매크로블록으로부터 예측한 $pred_{DVIC}$ 차이값인 $dpcm_of_dvc$ 를 정의하고, 이를 부호화한다. 따라서, 복호기에서도 부호기와 동일하게 $pred_{DVIC}$ 값을 예측해야 한다. 이러한 예측 과정을 복호기에서 수행해야 하므로 복잡도를 증가시키는 원인이 된다. 그림 3은 복호기에서 $pred_{DVIC}$ 을 예측하여 조명 값을 보상하는 방법을 나타낸다.

본 논문에서는 두 개의 영상을 갖는 스테레오 비디오를 부호화한다. 다시점 비디오 영상의 경우 많은 카메라로부터 획득된 영상들을 부호화하므로, 조명에 대한 영향이 다양할 뿐 아니라, 부호화 효율에 조명이 미치는 영향도 클 것이다. 하지만 스테레오

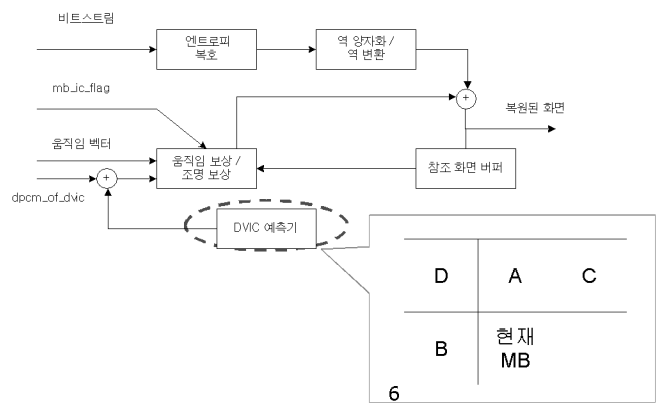


그림 3. 복호기에서 조명 보상 방법

비디오 영상의 경우, 다시점 비디오 영상에 비해 적은 수의 카메라를 사용하여 영상을 획득하므로, 조명에 대한 영향이 덜 민감할 뿐 아니라 카메라의 제작상의 차이와 조리개 조절 변이 등의 문제도 덜 민감할 것이다. 따라서 스테레오 비디오 영상을 IMVM 참조 소프트웨어를 사용하여 부호화할 경우, 높은 복잡도에 비해 부호화 효율이 상대적으로 적은 조명 보상에 관한 부분을 제거하고 동일하게 복호기에서도 역시 조명 보상에 관한 부분을 제거하여 복잡도를 줄일 수 있다.

4. 실험결과

본 논문에서는 JMVM 7.0에 제안한 복호기 최적화 방법을 구현하였다. 이 실험은 2GByte 메모리의 2.01GHz 인텔 센트리노 프로세서에서 수행되었다. 이 실험에서는 SD급 (720×480)의 크기를 가지는 2개의 시험 영상(newspaper와 table)을 사용했으며, 그 실험 조건은 표 2와 같다 [3].

표 2. 실험 조건

참조 소프트웨어	JMVM 7.0
프로파일	Baseline Profile
한 GOP의 화면 수	12 화면
총 화면 수	97 화면
양자화 계수	28, 36
참조 화면 수	2
탐색 범위	±32

제안한 알고리즘의 성능을 비교하기 위해 평균 PSNR과 비트율을 사용했으며[4], H.264 표준과 수행 시간을 비교하기 위해 ΔT 를 다음과 같이 정의한다.

$$\Delta T = \frac{T_{JM11.0} - T_{Proposed}}{T_{JM11.0}} \times 100 \quad (4)$$

표 3과 표 4는 성능 비교를 위해 실험한 결과를 나타낸다.

표 3. JMVM 복호기 수행 시간 비교

영상	QP	JMVM 7.0		제안한 방법	
		시간	초당 화면수	시간	초당 화면수
newspaper	28	17.52	5.54	12.96	7.48
	36	14.07	6.89	10.62	9.13
table	28	18.44	5.26	13.69	7.09
	36	14.81	6.55	11.91	8.14
sunflower	28	18.33	5.29	13.53	7.17
	36	15.04	6.45	11.30	8.58

표 4. 부호화 성능 비교

영상	QP	Δ 비트율 (%)	Δ PSNR (dB)	ΔT (%)	Δ 초당 화면수
newspaper	28	+1.27	-0.07	26.03	1.94
	36	+1.15	-0.12	24.52	2.24
table	28	+0.67	-0.05	25.76	1.83
	36	+1.25	-0.07	19.58	1.59
sunflower	28	+1.18	-0.09	26.18	1.88
	36	+1.03	-0.16	24.86	2.13

표 3의 값들은 양자화 계수에 따른 JMVM 복호기의 복호 시간을 나타내고, 표 4는 비트율과 PSNR을 비교하여 나타낸다.

표 3에서 보는 바와 같이, 제안한 알고리즘은 기존의 JMVM 복호기에 비해 평균 약 25%의 복호 시간을 단축시켰다. 또한 표 4에서 보는 바와 같이, PSNR과 발생 비트율의 큰 변화 없이 복호 시간을 단축하였다.

5. 결론

본 논문에서는 스테레오 비디오 영상의 실시간 복호를 위한 JMVM 복호기 최적화 방법을 제안하였다. 디블록킹 필터의 사용 여부를 조기에 결정하는 디블록킹 최적화 조명 값의 변화를 제거하는 조명 보상에 관한 최적화 방법을 사용하여 복호화 시간을 효율적으로 단축하였다. 본 논문에서 제안한 방법은 기존의 방법과 비교하여 PSNR과 발생 비트율의 큰 변화 없이 평균 약 25%의 JMVM 복호 시간을 단축하였다.

감사의 글

본 연구는 광주과학기술원 실감방송연구센터를 통한 대학IT연구센터(ITRC)의 지원과 ETRI 평가임자망 서비스 개발 실험사업 과제의 지원에 의한 것입니다.

[참고문헌]

- [1] P. Merkle, A. Smolic, K. Muller, and T. Wiegand, "Efficient Prediction Structures for Multi-view Video Coding", IEEE Transactions on Circuits and System for Video Technology, Vol. 17, pp. 1461-1473, Nov. 2007.
- [2] P. List, A. Joch, J. Lainema, G. Bjontegaard, and M. Karczewicz, "Adaptive Deblocking Filter," IEEE Transactions on Circuits and System for Video Technology, Vol. 13, no. 7, pp. 614-619, July 2003.
- [3] Y. -L. Lee, J. -H. Hur, Y. -K. Lee, K. -H. Han, S. -H. Cho, N. -H. Hur, J. -W. Kim, J. -H. Kim, P. -L. Lai, A. Ortega, P. Yin, and C. Gomila, "CE11: Illumination Compensation," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, Joint Video Team Document JVT-U052, Oct. 2006.
- [4] G. Bjontegaard, "Calculation of Average PSNR Difference between RD Curves," ITU-T Q.6/16, Doc. VCEG-M33, April 2001.