

논문 2010-47SP-5-24

다양한 영상의 밝기 효과에 대해 효과적으로 적응하는 H.264/AVC의 가중치 예측 생략 방법

(An Efficient Skipping Method of H.264/AVC Weighted Prediction for Various Illuminating Effects)

최지호*, 선우명훈**

(Ji Ho Choi and Myung Hoon Sunwoo)

요약

이 논문은 영상내의 다양한 발광 효과를 선택적으로 다루기 위한 가중치 예측 생략 방법을 다루고 있다. 가중치 예측은 부호화 효율과 영상의 화질을 개선시키는 데에 지대한 역할을 하고 있으나, 방대한 연산량으로 인해 실제로 구현하기 어려운 문제점이 있다. 제안한 기술은 JM 표준의 가중치 예측에 비해 약 15%의 비트율을 감소시키면서 지역적인 가중치 예측에 비해 30%의 연산량을 감소시켰다.

Abstract

This paper describes a skipping method for handling various illuminating effects in video sequences. The weighted prediction in H.264/AVC improves coding efficiency and image quality. However, it requires massive computation overheads for entire system, and thus, reducing the computation complexity becomes more important. Compared to the weighted prediction method in the H.264/AVC, the proposed method can decrease the bitrate down to 15%. Moreover, the proposed algorithm can reduce computation complexity down to 30%, compared to the localized weighted prediction which does not skip unnecessary calculation.

Keywords: H.264/AVC, Motion Estimation, Weighted Prediction, Computation Complexity, Localized Weighted Prediction.

I. 서론

H.264/AVC^[1]는 JVT^[2]에 의해 개발된 동영상 부호화 압축 표준이다. H.264/AVC는 이전의 표준에 비해 매우 높은 부호화율을 제공하면서, 연산량 또한 매우 감소

하였다. H.264/AVC는 3가지의 서로 다른 프로파일을 제공하여 높은 부호화율과 유연성을 제공하고 있다. 이러한 프로파일은 베이스라인 프로파일, 메인 프로파일 그리고 확장 프로파일로 구분된다. 일반적으로, 가중치 예측^[4]은 메인 프로파일과 확장 프로파일에 채용되는 기술이다. 가중치 예측은 영상내의 밝기의 변화에 적응하기 위한 틀로서, 픽처 간에 밝기의 증폭 혹은 감소 현상이 있을 경우, 가중치 예측을 사용하면 비트율 대비 PSNR의 성능이 사용하지 않을 때 보다 1~2% 향상된다. 자세한 성능은 이어지는 실험 결과에서 확인할 수 있다. 하지만, 영상 내에서 밝기가 지역적으로 변화할 경우, 가중치 예측의 성능은 크게 감소한다. 만약 픽처 간에 휘도가 매우 급격하고 지역적으로 다르게 변

* 학생회원, ** 정회원, 아주대학교 정보통신대학 전자공학부

(School of Electrical and Computer Engineering, Ajou University)

※ 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)[KI002145, 차세대 광통신용 디지털 신호처리 기반 초고속 CMOS 회로 설계 기술]과 반도체설계교육센터(IDEC)의 지원을 받아 수행되었습니다.

접수일자: 2010년1월8일, 수정완료일: 2010년8월17일

화할 경우, 가중치 예측은 밝기의 변화가 없는 지역의 부호화에 악 영향을 끼칠 우려 또한 존재한다.

이와 같은 문제점을 극복하기 위해, 영상 간의 지역적인 밝기 효과에 적응하기 위한 지역적인 가중치 예측이 제안되었다. 지역적인 가중치 예측은 기존 가중치 예측이 전체적인 밝기 변화에 적응한 것과 마찬가지로 매우 효율적으로 서로 다른 휘도에 적응한다. 그러나 위 기술은 방대한 연산량이 필요하다. 비록 이것이 지역적인 밝기 변화에 효과적으로 대응한다 해도, 하나의 영상의 모든 픽처가 지역적으로, 매우 급격하게 밝기가 변화하는 경우는 극히 드물다. 그러므로 본 논문에서는 위 기술을 선택적으로 적용하기 위한 알고리즘을 제안한다.

제안하는 알고리즘은 두 단계로 구성되어 있다. 첫 번째는 전역적인 가중치 예측을 생략하기 위한 알고리즘이다. 위 알고리즘으로 인해 전 화소에 대한 곱셈 연산이 생략 가능하다. 두 번째 알고리즘은 지역적인 가중치 예측을 생략하기 위한 것이다. 이로 인해 움직임 벡터를 생성하기 위한 연산량을 줄일 수 있다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 표준에서의 가중치 예측과 지역적인 가중치 예측의 배경 지식에 대해 설명하고 III장에서는 제안하는 2단계 생략 알고리즘에 대해 기술한다. 마지막으로 IV장에서는 결론을 제시한다.

II. 가중치 예측 생략 알고리즘의 연구

1. 블록 매칭 움직임 추정

블록 매칭 움직임 추정연산^[4]은 가장 널리 알려진, 영상을 부호화하는 기술이다. 비교적 간단하고 유동적인 연산 시스템이 가장 두드러진 특징이다. 특별히 정사각형의 픽처에 아주 적합할 뿐 아니라, 하위 블록 단위로 이미지를 전송할 수 있다. 게다가, 다양한 종류의 영상에 대해 다채로운 시간적인 모델링이 가능하다.

일반적으로 매크로 블록이라 불리는, 16x16 화소의 부분적인 이미지를 기본적으로 부호화 하게 된다. 이 과정에서 참조 프레임은 매우 규칙적으로 부호화 되고 바로 직전의 프레임이나 프레임의 특정 순서에 따라 부호화 하게 된다. 움직임 추정 기술이 도입된 H.264/AVC는 가변 블록 사이즈, 다중 참조 프레임, 1/4 화소 단위 부호화, 움직임 벡터, 쌍방향 예측^[5], 가중치 예측 등의 기술을 지원한다. 이들은 H.264/AVC의 핵심 기술

이라고 할 수 있다.

2. 가중치 예측

부호화 대상 영상에 페이드 인/아웃 효과가 포함되어 있을 경우, 성능은 크게 감소하게 된다. 페이드 효과는 이전 프레임과 현재 프레임에 일정한 오프셋을 갖는 영상이기 때문에 예측 결과에 큰 오차가 생기게 되고 이는 비디오 압축에 화질 저하의 원인이 되기 때문이다.

이와 같은 문제점을 극복하기 위해, H.264/AVC에서는 가중치 예측 이라고 하는 기술이 제안되어 있다. H.264/AVC는, 참조 프레임과 현재 프레임에 보다 밀접한 연관성을 갖게 되는데, 가중치 계수와 오프셋 값을 구하기 위해 각 픽처의 픽셀 정보가 필요하기 때문이다. 가중치 예측 기술은 두 가지로 구성되어 있다. 하나는 명시적 모드이고 다른 하나는 묵시적 모드이다.^[6]

명시적 모드에서 가중치 계수는 P, SP 혹은 B 슬라이스의 픽처 내에서 명시된다. 이와 같이 명시적 모드에서의 가중치 계수는 각 슬라이스의 헤더에 포함되어 전송된다. 명시적 모드는 픽처와 픽처 사이에 페이드 인, 아웃 효과가 포함되어 있을때 매우 유용하다. 반면에 묵시적 모드는 오직 B슬라이스에서만 사용된다. 묵시적 모드가 선택되면, 시간적인 거리에 따라서 가중치 예측 계수가 계산된다. JVT에서 제공하는 JM^[7]이라는 참조 소프트웨어는 가중치 예측 기술을 제공하는데, 가중치 계수와 오프셋을 계산하는 알고리즘으로 구성되어 있다.

$$(w, o) = \left(\frac{M(P_{cur})}{M(P_{ref})}, 0 \right) \tag{1}$$

위 식에서 P_{cur}는 현재 픽처를 나타내고, P_{ref}는 참조 픽처를 나타낸다. M(P)는 각 값들의 평균값을 계산하는 함수이다. 또한 w는 가중치 예측 계수를 나타내고 o는 가중치 오프셋을 나타낸다. JM 소프트웨어에서 제공하는 가중치 예측은 오프셋을 0으로 고정하고 있다.

3. 지역적인 가중치 예측

한편, 페이드 인/아웃 효과에 대해 같이 휘도가 전체적으로 변화하는 영상에 대해 가중치 계수를 구하는 것은 효과 적일 수 있지만, 영상간의 밝기의 변화가 지역적으로 변화할 경우, 특정 지점에서 성능의 저하가 일어날 수 있다. 이와 같은 문제를 보완하기 위해 지역적

인 가중치 예측 연산 (LWP)^[8]이 제안되었다. 지역적인 가중치 예측 연산은 영상간의 지역적인 휘도의 변화를 효과적으로 다루는 방법을 제시한다. 이 방법은 이웃하는 현재 블록과 연관된 복원 샘플을 기반으로 가중치 오프셋을 추산하는 방법을 제시한다. 상기 논문에서는 가중치 계수를 고정시키고, 특정 지역 내에서의 휘도 변화를 반영할 수 있는 방법을 제시하고 있다.

$$b = \text{mean}(S(B)) - \text{mean}(R(B)(\overline{mv})) \quad (2)$$

상기 방법을 사용하여 인코더와 디코더에서 모두 오프셋 값을 이끌어낼 수 있다.

4. 제안하는 가중치 생략 알고리즘

가. 생략 알고리즘 I

영상 내에 지역적으로 서로 다른 밝기 변화가 산재해 있을 경우 (카메라 플래시, 영화의 폭발 신 등) 성능 향상이 두드러지게 나타나지만, 모든 영상 간에 급격한 밝기 변화가 나타날 확률은 극히 드물다. 다시말해, 만약 영상 내에 밝기 변화가 적을 경우, 불필요한 연산이 발생할 수 있다. 아래 식이 참이라면 가중치 예측 연산이 발생한다. α 는 JM 소프트웨어에서 제공하는 계수인 `luma_log_weight_denom` 을 사용한다.

$$|M(Psrc) - M(Pref)| \geq \alpha \quad (3)$$

이 조건으로 인해 몇 차례의 나눗셈/곱셈 연산을 생략할 수 있다. 사실상, 이러한 조건을 가지고 실험을 하였을 때, 전체 연산 시간은, 조건이 없을 때에 비해 40%를 줄일 수 있었다. 이어지는 표 1은 기존의 가중치 예측과 첫 번째 단계만을 적용한 알고리즘간의 연산 시간 비교를 나타내고 있다.

표 1. 연산 시간 비교 1
Table 1. Computational Time Comparison 1.

	Conventional WP	Proposed method
Scene 1	44,771,681	17,246,322
Scene 2	47,822,941	17,532,646
Scene 3	46,798,715	17,987,151

나. 생략 알고리즘 II

가중치 예측은 H.264/AVC 중에서도 매우 고 성능의 기술이다. 나아가, 지역적인 가중치 예측은 하드웨어로

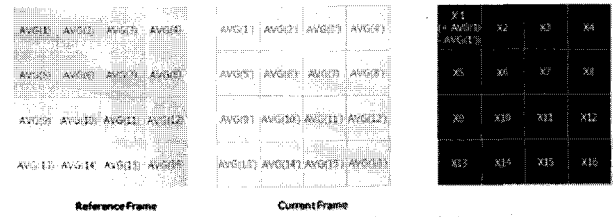


그림 1. 각 픽처의 지역화와 각 지역의 평균값의 차이
Fig. 1. Regional Luminance Change.

구현하기 힘들 정도로 연산량이 매우 크다. 지역적인 가중치 예측 기술을 사용한다면, 표준에 제공된 가중치 예측에 비해 약15%의 비트 율을 줄일 수 있지만, 지역적인 가중치 예측의 오프셋을 계산하는 것은 쉬운 일이 아니다. 또한 움직임 벡터를 계산해내기 위해 움직임 추정 연산을 해야 하므로, 실제 움직임 추정 전에 이미 상당한 데이터 연산량이 필요하게 된다. 그러므로 지역적인 가중치 예측 연산이 차용된다면, 정확한 생략 연산이 무엇보다도 중요하다.

제안하는 지역적인 가중치 예측 생략 알고리즘의 연산 과정은 다음과 같다. 최초로, 영상을 16등분한다. 만약 16개의 지역에 포함되지 않는 포인트가 있다면, 가장 가까운 포인트와의 중간 값을 취하여 둔다.

그림 1과 같이 분할된 픽처의 각각의 지역에 대한 평균값을 연산한 뒤, 현재 픽처와 참조 픽처의 각 지역의 평균값 간의 차에 대한 절대 값을 취한다. 마지막으로, 각 절대 값의 표준 편차를 구한다.

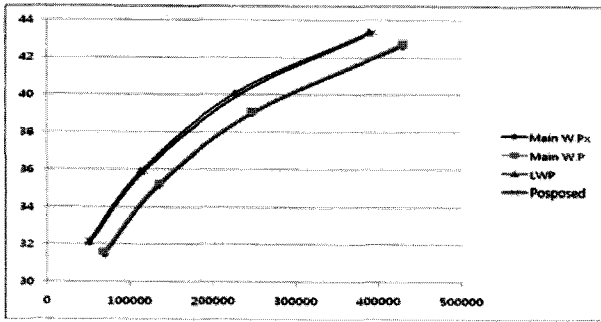
$$\sigma = \sqrt{E(x^2) - (E(X))^2} \geq \beta \quad (4)$$

표준 편차 값이 늘어날수록 각 지역의 평균값이 크게 차이가 난다. 즉, σ 값이 늘어날수록 각 지역의 절대값은 큰 차이가 날 수 있다. 이는 곧 각 포인트에서 밝기의 변화는 지역적으로 차이가 난다는 사실을 반영한다.

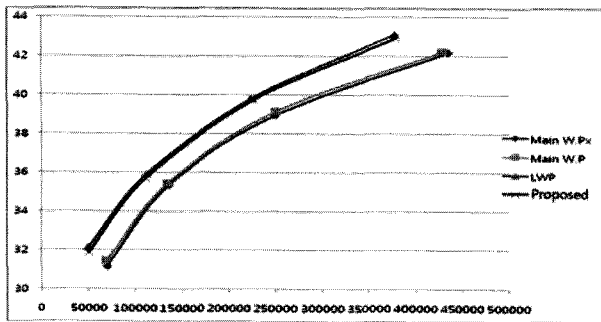
β 는 20으로 정하는데, 이 값은 실험 영상에 가장 적합한 값을 찾아낸 것이다. 이 숫자를 늘리면, 성능을 희생하더라도 연산 시간을 크게 줄일 수 있고 반대의 경우는 성능의 향상을 꾀할 수 있다. 이어지는 섹션에서 JM 소프트웨어를 이용한 실험결과를 볼 수 있다.

III. 실험

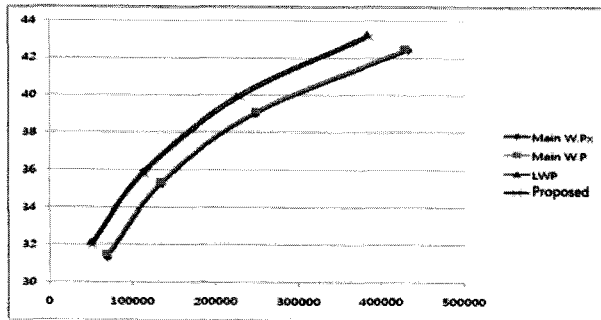
본 논문에서는 JM소프트웨어를 사용하여 제안된 알고리즘을 실험하였다. 실험은 가중치 예측을 사용하지 않은 것과 표준에 정의된 가중치 예측을 사용한 것, 지



(a)



(b)



(c)

그림 2. RD 곡선 비교 (a)Scene1, (b)Scene2, (c)Scene3
Fig. 2. RD Curve Comparison (a)Scene1, (b)Scene2, (c)Scene3.

역적인 가중치 예측을 사용한 것, 마지막으로 생략 알고리즘을 적용한 것을 포함하고 있다.

가중치 예측의 효율 성을 극대화하기 위해 테스트에 3가지의 블록버스터 영상을 사용하였다. Scean1은 전쟁 장면으로 화면의 일부분에 폭발이 일어나 지역적인 밝기 변화 효과가 많이 발생한다. Scean2는 자동차 추격 장면으로 어두운 밤에 밝은 자동차 헤드라이트 불빛이 매우 반짝이는 영상이다. Scean3은 영상 전체에 걸쳐 밝기가 밝게 바뀌었다가 다시 어두워지는 페이드 인/아웃 효과가 들어난 영상이다.

그림 2는 JM의 성능을 보여주는 RD곡선^[9]을 나타내고 있다. 이 그래프는 3개의 서로 다른 CIF 영상에 대

표 2. 연산 시간 비교 2

Table 2. Computational Time Comparison 2.

	Conventional LWP	Proposed method
Scene 1	358,173,448	258,825,105
Scene 2	357,822,941	254,696,237
Scene 3	356,798,715	252,323,251

한 실험결과를 나타낸다.

다이아몬드 형태의 선은 가중치 예측을 적용하지 않은 메인 프로파일 실험 결과이고, 사각 형태의 선은 표준에 제시된 가중치 예측을 적용한 실험 결과, 삼각형 형태의 선은 지역적인 가중치 예측을 적용한 실험 결과 그리고 마지막으로 십자 형태의 선은 생략 연산을 적용한 결과 이다.

사각형과 다이아몬드 선은 거의 같은 것을 볼 수 있다. 그 이유는 표준에 구현된 가중치 예측이 이상적으로 구현되어 있지 않을 뿐 아니라, 영상 내에 부분적인 밝기 변화가 급격하게 일어나면 특정 지역에서 성능이 크게 감소될 수 있기 때문이다. 지역적인 가중치 예측은 제시된 실험 결과 중에 최고의 성능을 보여준다. 이는 비트율을 15~16% 까지 감소시킨다. 제안하는 생략 알고리즘이 포함된 지역적인 가중치 예측은 생략 연산이 포함되지 않은 것과 거의 유사한 성능을 보인다. JM 소프트웨어는 시뮬레이션 후에 연산 시간을 제공하는데 표 2는 기존의 지역적인 가중치 예측 알고리즘과 제안하는 생략 알고리즘과의 연산시간 차이를 보여주고 있다.

2단계 생략 알고리즘을 적용한 시뮬레이션은 적용하지 않은 것에 비해 70%에 해당하는 시간이 소모된다. 이러한 값이 각 실험자의 컴퓨팅 환경에 따라 달라질 수 있다고 는 해도, 제안하는 생략 알고리즘으로 인한 연산시간 감소는 보는 바와 같다.

표 3은 생략 알고리즘을 증명하기 위한 추가적인 시뮬레이션이다. 각 열의 좌측은 제안하는 알고리즘으로

표 3. 가중치 예측 생략 확률

Table 3. Skip Ratio.

Image Sequence	Scene 1		Scene 2		Scene 3	
Total Frame	350		350		350	
Skip Ratio 1	201	57%	194	55%	213	61%
Skip Ratio 2	72	48%	61	39%	52	38%
Total Skip Ratio	273	78%	255	73%	263	76%

인해 생략되는 픽처의 개수를 나타내고, 우측은 그 비율을 보여주고 있다.

Skip Ratio1은 픽처 간에 눈에 띄는 밝기의 변화가 없을 때 생략되는 비율을 나타낸다. 첫번째 생략 연산에 의해 전체 픽처의 50~60%에 달하는 픽처가 생략된다.

Skip Ratio2는 픽처 간에 어떠한 지역적인 밝기 변화가 없을 때의 생략 비율을 보여주고 있다. 두 번째 단계로 인해 남은 픽처의 30~50%의 영상을 생략할 수 있다. 그러므로 전체 프레임의 70~80%에 해당하는 픽처가 제안하는 알고리즘으로 인해 생략된다.

비록 블록버스터 영화가 밝기 변화에 대한 효과를 담고 있다 해도, 전 영상에 걸쳐 밝기 변화가 존재할 확률은 실제로 없다 해도 과언이 아니다. 만약 그럴 확률이 있다 해도, 그러한 영상은 보는 사람의 시각을 매우 피곤하게 만들 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 다양한 밝기 변화에 적응하기 위한 선택적인 가중치 예측 연산을 제안하고 있다. 가중치 예측의 성능을 높이기 위해 지역적인 가중치 예측을 도입하였다. 또한 지역적인 가중치 예측의 방대한 연산량을 감소시키기 위해 두 단계의 생략 알고리즘을 제안하였다. 표준에 제안된 가중치 예측에 비해 비트율을 13~15%가량 줄이면서 지역적인 가중치 예측에 비해 70%에 해당하는 연산 시간을 보여준다. 게다가, 전체적인 연산의 생략 확률은 76%에 달한다.

참 고 문 헌

- [1] T. Wiegand, G.J. Sullivan, G. Bjontegaard and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 13, pp. 560~576, July 2003.
- [2] International Standard of Joint Video Specification, "ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC," Dec. 2002.
- [3] Boyce, J.M, "Weighted prediction in the H.264/MPEG AVC video coding standard," in Proc. International Symposium on Circuits and Systems, May 2004.
- [4] T. Koga, K. Iinuma, A. Hirano, Y. Iijima and T. Ishiguro, "Motion compensated interframe coding

- for video conferencing," in Proc. Nat. Telecommunications Conference., Dec. 1981.
- [5] Xiangyang Ji, Debin Zhao, Wen Gao, Qingmin Huang, Siwei Ma, Yan Lu "New Bi-Prediction Techniques for B Pictures Coding" IEEE Circuits and Systems Magazine, vol. 4, pp. 7-28, First Quarter 2004.
- [6] Aoki H, Miyamoto Y, "An H.264 weighted prediction parameter estimation method for fade effects in video scenes," in Proc. International Conference on Image Processing, Oct. 2008.
- [7] JVT Reference Software, available online at : <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/index.htm>
- [8] Peng Yin, Tourapis A.M, Boyce J, "Localized weighted prediction for video coding", in Proc. International Symposium on Circuits and Systems, May 2005.
- [9] G.Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-Curves," document VCEG-M33, Mar. 2001.

저 자 소 개



최 지 호(학생회원)
2007년 아주대학교 전자공학과
학사 졸업.
2010년 아주대학교 전자공학과
석사 졸업.

<주관심분야 : 멀티미디어 코덱, 멀티미디어 신호처리, 멀티미디어용 SOC 설계, 저전력 반도체 설계>



선우명훈(정회원)-교신저자
1980년 서강대학교 전자공학 학사
졸업.
1982년 한국과학기술원 전자공학
석사 졸업.
1982년~1985년 한국전자통신
연구소(ETRI) 연구원

1985년~1990년 Univ. of Texas at Austin
전자공학 박사.

1990년~1992년 Motorola, DSP Chip Division
(미국)

1992년~1996년 아주대학교 전기전자공학부
조교수.

1996년~2001년 아주대학교 전자공학부 부교수

2001년~현재 아주대학교 전자공학부 교수

<주관심분야 : VLSI 및 Parallel Architecture, 통신 멀티미디어용 DSP 칩 및 ASIC 설계, 저전력 SOC 설계>