

IVC 를 위한 저지연 P 프레임의 부호화 성능 개선 기법

김동현, 김재곤

한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부

{dh.kim, jgkim}@kau.ac.kr

Performance Improvement of Low Delay P-Frame for Internet Video Coding

Dong-Hyun Kim and Jae-Gon Kim
Korea Aerospace University

요 약

현재 MPEG 에서 표준화 중인 IVC(Internet Video Coding)에서는 저지연 모드 부호화 구조에서 비참조 P 프레임 부호화 기법을 선택적으로 사용하여 2% 비트율 이득을 얻고 있다. 기존의 비참조 P 프레임 기법은 움직임 벡터(MV)의 크기를 이용하여 적응적으로 고정된 부호화 구조의 비참조 P 프레임을 적용하고 있으나 시퀀스에 따라서 오히려 부호화 성능이 크게 떨어지는 단점이 있다. 본 논문에서는 IVC 시험모델(ITM4.0)에 채택되어 있는 적응적 비참조 P 프레임 부호화 성능을 개선하기 위하여 기존의 고정된 비참조 P 프레임의 구조를 변경하는 기법과 MV 와 함께 프레임별 발생 비트량을 함께 사용하는 기법을 제시한다. 실험결과 제안된 기법은 시퀀스에 따른 큰 성능 저하 없이 ITM4.0 대비 3.0% 정도의 비트율 감소를 얻음을 확인하였다.

1. 서론

최근 비디오 코덱 표준으로 4K, 8K 의 초고해상도(UHD) 비디오 부호화에 적합한 HEVC 가 표준화 완료되었으며, HEVC 의 충실도 확장(Range Extension)과 함께 스케일러블 확장을 위한 SHVC 및 3D 확장을 위한 3D-HEVC 표준 개발이 진행 중이다. 이러한 표준 비디오 코덱은 로열티가 요구되는 것으로, 인터넷 환경에서의 다양한 비디오 응용 확산을 위하여 일반 사용자들도 쉽게 활용할 수 있는 무료 비디오 표준 코덱도 요구되고 있다.

WebVC(Web Video Coding)와 IVC(Internet Video Coding)는 이러한 배경에 따라 MPEG 에서 개발 중인 무료 비디오 표준 코덱이다. IVC 는 특허가 만료된 MPEG 기술이나 다른 공지된 무료 기술을 기반으로 개발되는 표준이고 WebVC 는 기존의 H.264/AVC 의 Constrained Baseline Profile 을 별도의 무료 표준으로 사용하는 것으로 지난 104 차 인천 회의에서 표준초안(DIS)이 완료되었다. IVC 는 중국 대학을 중심으로 개발되고 있으며 현재 IVC 시험모델 5.0(ITM5.0)까지 진행되었고, 최근 Google 에서 VP8 을 MPEG 무료 표준으로 제안함으로써 기존에 개발되던 ITM 기술과 VP8 기술을 다시 비교하기 위한 기술제안요청서(CFP)가 발표되었다. 향후 IVC 의 표준화는 다음 회의에서 진행될 기술제안서 평가 결과에 따라서 달라질 것으로 전망된다.

본 논문에서는 저지연 부호화 모드 성능을 개선하기 위하여 ITM5.0 에 채택되어 있는 적응적 비참조 P 프레임 기법(adaptive non-reference P-frame coding)[1]의 문제점을 분석하고 이를 개선하기 위한 부호화 기법을 제시한다. 본 논문

의 제안 기법은 비참조 P 프레임의 부호화 구조 변경과 함께 개선된 비참조 P 프레임 결정 기법을 제시한다.

본 논문의 제 2 장에서는 현재 ITM 에서 사용되고 있는 적응적 비참조 P 프레임 기법에 대해 설명하고, 제 3 장에서는 제안한 비참조 P 프레임 부호화 구조와 비참조 P 프레임 결정 기법에 기술하고, 제 4 장에서는 제안한 알고리즘을 적용한 실험 결과를 제시하고 마지막으로 제 5 장에서 결론을 맺는다.

2. 비참조 P 프레임 부호화

현재 IVC 의 시험모델인 ITM 에서 저지연 모드에서 성능을 향상시키기 위해 적응적으로 비참조 P 프레임 부호화 기법을 사용한다. 먼저 현재 프레임에서 모든 8x8 매크로블록에 대해 움직임 벡터(MV)를 살펴보고 움직임이 작다고 판단이 되면 바로 다음에 부호화되는 4 개의 프레임에 대해 비참조 P 프레임 부호화 기법을 적응적으로 사용하게 된다. 비참조 P 프레임 부호화 기법을 사용하게 되면 참조 프레임으로 사용되지 않는 프레임들은 기존의 QP 보다 높은 QP 를 설정하여 부호화 이득을 얻을 수 있도록 한다.

3. 제안 기법

기존의 비참조 P 프레임 부호화 기법은 저지연 모드에서 성능향상을 가져오지만 특정 시퀀스에서는 오히려 성능이 감소되는 문제점이 있다. 이러한 문제점은 MV 크기만을 고려하여 MV 의 크기가 작은 블록의 비율이 임계값 이상인 경우 시간 상관성이 크다는 가정하에 비참조 P 프레임 부호화

구조를 사용하기 때문에 발생된다고 볼 수 있다. 즉, 비참조 P 프레임으로 결정된 경우에도 참조 프레임의 예측 거리가 먼 경우 시간예측 성능이 저하되어 부호화 효율이 감소할 수 있다.

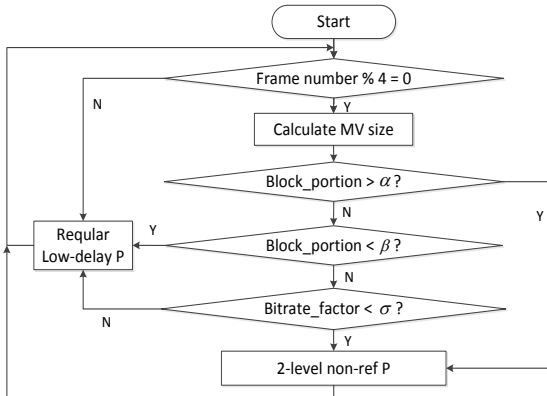


그림 1. 제안하는 비참조 P 프레임 부호화 기법

이러한 문제점들을 개선하기 위해, 본 논문에서는 그림 1 과 같은 기존의 기법을 개선한 기법을 제안한다. 그림 1 에서 비참조 P 프레임 부호화 기법은 4 프레임 단위로 적용적으로 적용한다. 먼저 현재 프레임의 모든 블록에 대해 MV의 크기를 살펴보고, MV의 크기가 임계값보다 작은 블록이 프레임의 전체 블록에서 차지하는 비율을 기준으로 적응적 기법을 적용한다. 즉, MV의 크기가 작은 블록의 비율이 아주 높으면 ($Block_portion > \alpha$) 해당 영상은 움직임이 적은 영상이라 판단하여 비참조 P 프레임 부호화 기법을 사용하고, 또한 그 비율이 아주 낮으면 ($Block_portion < \beta$) 움직임이 아주 많다고 판단하여 기존의 저지연 모드를 사용한다. 두 조건을 모두 만족하지 않으면 가장 최근에 적용된 비참조 P 프레임 구조의 비트 발생량을 살펴보고 그 시퀀스가 비참조 P 프레임 부호화 기법의 적용으로 부호화 효율이 개선되었는지를 판단한다. 즉, 비참조 P 프레임을 적용했을 때 비참조 프레임의 발생 비트량은 높은 QP를 사용함으로써 비참조 P 프레임을 적용하지 않은 경우 보다 발생 비트량이 많이 감소하고 참조 프레임은 예측 거리가 멀어지더라도 높은 시간 상관성이 유지되어 비슷한 비트 발생량을 가진다는 관측 결과를 바탕으로 비참조 P 프레임이 적용되는 4 프레임의 비트 발생량 대비 비참조 프레임의 비트 발생량의 비 ($Bitrate_factor < \sigma$)를 이용하여 비참조 P 프레임 적용 여부를 결정한다. 임계값은 ITM 실험조건에 주어진 시퀀스를 대상으로 한 실험을 통하여 $\alpha=0.8, \beta=0.3, \sigma=0.3$ 을 도출하였다.

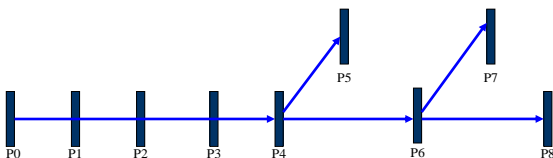


그림 2. 제안하는 비참조 P 프레임 부호화 구조

또한 기존의 3 개의 시간계층을 가지는 비참조 P 프레임 부호화 구조에서는 시간예측 거리가 최대 4 프레임이 되어 프레임간의 시간 상관성이 떨어지는 문제점을 개선하기 위하여 그림 2 와 같이 2 개의 시간계층만 허용함으로써 시간예측 거리가 최대 2 프레임으로 제한하는 비참조 P 프레임 부호화 구조를 제안한다. 따라서 그림 1 의 결정기법을 통하여 비참조 P 프레임으로 결정되면 그림 2 와 같은 비참조 P 프레임 부호화 구조로 부호화되고 비참조 프레임은 참조 프레임의

QP 보다 큰 QP 를 사용하여 예측 성능은 유지하면서 비트 발생량을 줄임으로써 부호화 효율을 개선한다.

4. 실험결과

제안하는 비참조 P 프레임 부호화 기법을 IVC의 시험모델인 ITM4.0[2]에 구현하였다. 테스트 시퀀스는 IVC 표준 시퀀스를 사용하였고, QP(P Slice)는 QP(I Slice)+2로 설정하였다. 또한 비참조 P 프레임 부호화 기법이 적용될 때 비참조 프레임은 QP(P Slice) + 4로 설정하였다.

표 1은 비참조 P 프레임 기법을 적용하지 않은 기존 ITM 대비 제안된 기법에 대한 성능을 나타낸 것으로, 기존 비참조 P 프레임을 적용할 경우 2.0%의 BD-rate 대비 3.0%의 비트 절감을 얻었다. 즉, 기존 비참조 P 프레임 대비 1.0%의 추가적인 성능 향상을 얻은 것이다.

표 1. 실험결과

| | BD-rate (%) | | |
|---------|-------------|--------|--------|
| | Y | U | V |
| Class 0 | -1.3% | -3.2% | -3.9% |
| Class A | -0.8% | -4.5% | -5.6% |
| Class B | -1.6% | -3.6% | -3.5% |
| Class C | -5.1% | -11.1% | -11.3% |
| Class D | -4.7% | -8.1% | -8.7% |
| All | -3.0% | -6.6% | -7.0% |

특히, 기존 비참조 P 프레임을 적용한 경우 다수의 시퀀스에서 오히려 성능이 저하되었지만 제안된 기법에서는 거의 모든 시퀀스에서 성능 향상을 보임을 확인하였다.

5. 결론

본 논문은 IVC 부호화기의 저지연 모드에서 움직임 정보와 함께 비트 발생량을 사용하여 2-레벨의 비참조 P 프레임의 부호화 구조를 적용적으로 적용함으로써 3.0%의 성능향상을 얻었다. 이는 기존의 비참조 P 프레임 대비 1.0%의 추가적인 비트 절감을 얻은 것으로 다양한 알고리즘 적용으로 보다 나은 성능향상을 이루어낼 수 있을 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통상자원부 기술표준원에서 시행한 지식경제기술혁신사업(국가표준기술력향상사업, 10043098)과 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업(NIPA-2013-H0301-13-1006)의 지원을 받아 수행된 것임.

참고 문헌

[1] X. Zhang, L. Zhao, R. Wang, H. LV, S. Ma, T. Huang, and W. Gao, "Adaptive Non-Reference P Optimization for Internet Video Coding," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M27964, Geneva, Jan. 2013.
 [2] R. Wang, X. Zhang, S. Ma, J. Chen and Cliff Reader, "Internet Video Coding Test Model (ITM4.0)," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N13353, Geneva, Jan. 2013.