

패리티 비트 요구량 예측에 대한 울-왜곡 모델을 이용한 고속 분산 비디오 복호화

김만재 김진수 *김재곤 이시웅 최해철

한밭대학교 정보통신전문대학원, *한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부

*iamclout@gmail.com

A Fast Distributed Video Decoding by Parity Bit Request Estimation Using Rate-Distortion Model

Man-jae Kim Jin-soo Kim Jae-Gon Kim Si-Woong Lee Haechul Choi

Hanbat National University, Korea Aerospace University

요약

분산 비디오 복호화 기술은 저 용량 저 전력 시스템을 위한 조정량 복호화기를 제공할 수 있어 최근 많은 이슈가 되고 있다. 그러나 분산 비디오 복호화 기술은 피드백 채널을 이용하여 반복적인 패리티 비트 제어 방법을 주로 사용하기 때문에 전체 복호화 시간이 매우 길다는 단점을 가지고 있다. 따라서 분산 비디오 복호화 시스템의 고속화가 반드시 필요하며 이를 위해 많은 연구가 진행되어 왔다. 본 논문에서는 분산 비디오 복호화의 고속화를 위하여 보조정보와 LDPCA 프레임의 울-왜곡을 이용하여 패리티 비트 요구량을 예측하는 방법을 제안한다. 모의실험을 통해 제안하는 방법을 이용함으로써 분산 비디오 복호화에 소요되는 전체 복호 시간 대비 약 80% 시간 절감 효과를 보인다.

1. 서론

최근 저 용량, 저 전력 영상 시스템 구현을 위해 기존 영상 압축 기법이 가지는 높은 복잡도의 부호화기의 기능을 복호화기로 분산시켜 낮은 복잡도의 부호화기를 제공하는 압축 기법인 분산 비디오 압축(DVC: Distributed Video Coding)기법이 많은 주목을 받고 있다. 분산 비디오 압축 기법에 대한 연구는 대표적으로 Stanford Univ.[1]에서 제안한 Wyner-Ziv(WZ) 구조와 이를 발전시킨 유럽의 DISCOVER 프로젝트[2]가 있다. 또한 Wyner-Ziv 구조를 기반으로 하는 화소 영역 분산 비디오 부호화기(PDWZ)[3]는 피드백(feedback) 채널을 이용하여 패리티 비트를 점진적으로 전송하여 반복적인 복호화 연산을 수행한다.

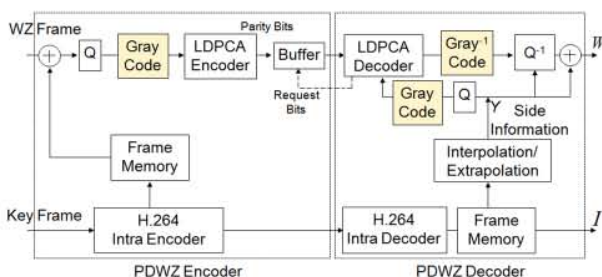


그림 1. 분산 비디오 부호화기[3]의 구조

피드백 채널에서의 반복적인 복호화 연산 수행은 분산 비디오 복호화 시간 증가로 이어지며 전체 복호화 시간의 절반 이상을 차지한다. 따라서 적절한 패리티 비트 요구량 예측은 분산 비디오 복호 과정의 고속화를 위해 반드시 필요하다. 본 논문에서는 울-왜곡의 모델을 통

한 고속 분산 비디오 복호화 방법을 제안한다.

2. 기존의 고속화 방법

가. 적응적 정판정 방법

고속 분산 비디오 복호화를 위해 많은 연구가 진행 되고 있으며, 패리티 요구량 예측을 이용한 적응적 정판정[4] 방법은 현재 대역의 패리티 비트 요구량을 이전 프레임 및 하위 비트 플레인의 동일한 위치 대역의 패리티 비트 요구량을 정판정 출력하여 예측하는 방법이다. [4]에서 제안된 적응적 정판정 방법은 주파수 영역 비디오 부호화기(PDWZ)에서 제안 되어 비트 플레인 간 노이즈 격차가 일정하지 않거나 공간적 상관성이 큰 화소 영역에서 그 효율이 떨어진다.

나. LDPCA 프레임의 상관성을 이용한 방법

화소 영역에서 영상의 특징인 시간적 공간적 상관성을 이용하여 패리티 요구량을 예측하는 방법이 [5]에서 제안되었다. 현재 위치 LDPCA 프레임의 패리티 비트 요구량을 공간적인 상관성, 시간적 상관성, 시공간적인 상관성을 통해 상관계수를 구하고 각각 예측하는 방법을 제안하였다. [5]의 방법은 화소 영역 영상의 특징을 반영했지만, 상관계수의 특성상 충분한 샘플 데이터가 확보되지 않은 위치에서는 고정적인 계수를 이용한 방법보다 성능이 떨어지는 경우가 발생한다.

다. 울-왜곡 기반 선택적 방법

[6]에서 제안된 울-왜곡 기반 선택적 방법은 울-왜곡 데이터에서

모델링된 비용함수를 이용하여 페리티 정보를 전송할 경우와 전송하지 않을 경우의 비용을 추정하는 방법이다. [6]에서 제안된 방법은 블록별로 페리티 비트에 대한 전송 여부를 결정하는 방법으로 PDWZ 전체 구조상의 발생 비트량의 감소에 주안점을 두고 제안 되었으나 분산 비디오 복호화의 고속화에 대한 고려가 되지 않았다.

3. 제안하는 고속화 방법

가. 울-왜곡 모델링

분산 비디오 복호화는 복호화기에서 보조정보를 생성한 후 피드백 채널을 통해 전송받은 페리티 비트를 이용하여 보조정보에 대한 에러 정정을 하게 된다. 이때 생성된 보조정보에 대하여 비트 에러율(BER)을 예측하게 되며 예측된 BER에 따라 복호화 수행 및 종료를 결정하게 된다. 사전 실험을 통해 획득한 BER 대비 페리티 비트 요구량은 그림 2와 같다. 사전 실험의 결과를 이용하여 두 개의 구간을 나누어 모델링을 하고 결과는 다음(1)과 같다.

나. 페리티 비트 요구량 예측 방법

$$R_t^{lk} = 4.44 * BER_t^{lk} \quad 200 > BER$$

$$R_t^{lk} = 70.8 * \sqrt{BER_t^{lk}} \quad 200 \leq BER \quad (1)$$

영상은 일반적으로 시간적인 상관성이 높음으로 프레임 간 동일 위치 LDPCA프레임의 페리티 비트 요구량은 비슷하다. 따라서 이전 프레임(t-1)의 동일 위치 비트 플레인(k) 동일 위치 LDPCA 프레임(l)의 BER을 이용하여 페리티 비트 요구량을 예측한다.

4. 실험 결과 및 검토

모의실험을 위해 영상은 QCIF 사이즈 150프레임 Foreman 시퀀스를 사용하였다. 키 프레임에 대한 부호화는 표준안 H.264[7]의 인트라 모드를 이용하였다. WZ프레임은 [3]에서 제안된 PDWZ를 사용하였다. 기존의 방법과 고속화 성능을 비교하기 위하여 [5]에서 제안된 시공간 상관성, 공간 상관성에 의한 페리티 비트 요구량 예측 방법을 이용하였고 실험 결과는 그림 3과 같다. 페리티 요구량을 예측하지 않은 방법에 비하여 약 80% 고속화가 가능함을 알 수 있고, 기존의 방법에 비해서 약 60% 이상 고속화가 가능함을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 울-왜곡 모델을 이용한 페리티 요구량 예측 방법을 사용하여 고속 분산 비디오 복호화 방안을 제안하였다. 모의실험을 통하여 제안 방법은 기존의 상관성을 이용한 예측 방법보다 최대 60%까지 더 고속화가 가능함을 보였다.

감사의 글

본 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(No.2011-0026730)

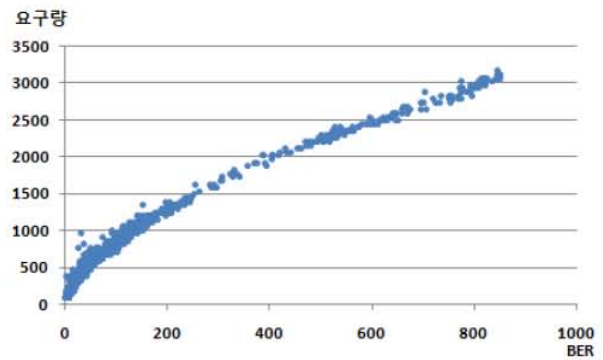


그림 2. BER v.s. 페리티 비트 요구량

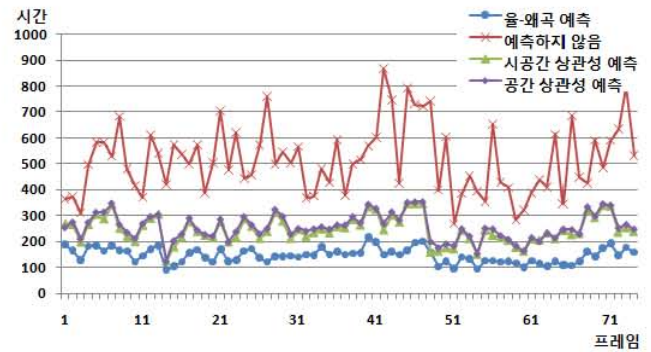


그림 3. 복호화 시간비교(QCIF, Foreman시퀀스)

참고문헌

- [1] A. Aaron, R. Zhang, and B. Girod, "Wyner-Ziv Coding of Motion Video," Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, pp.240-244, Pacific Grove, CA, USA, November 2002.
- [2] F. Pereira, C. Brites, J. Ascenso, and M. Tagliasacchi, "Wyner-Ziv video coding: A review of the early architectures and further developments," IEEE Intl. Conf. on Multimedia and Expo, pp.625-628, Hannover, Germany, June 2008.
- [3] Jin-soo Kim, Jae-gon Kim and Kwang-deok Seo, "A Selective Block Encoding Scheme Based on Motion Information Feedback in Distributed Video Coding," IEICE Transactions on Communications, Vol. E94-B, No.3, pp.860-862, March 2011.
- [4] 심혁제, 오광근, 전병우, "페리티 요구량 예측을 이용한 적응적 경관정 출력 기반 고속 분산 비디오 복호화 기술", 방송공학회논문지, 제 16권, 제4호, 635-646 쪽, 2011년7월.
- [5] 김만재, 김진수, "LDPCA 프레임간 상관성을 이용한 고속 분산 비디오 복호화 기법의 성능 비교", 한국콘텐츠학회논문지, 제 12권, 제 4호 31-39 쪽, 2012년4월.
- [6] 이병탁, 김재곤, 김진수, 서광덕, "울-왜곡 기반 선택적 분산 비디오 부호화 기법", 방송공학회논문지, 제 16권 제1호, 123-132 쪽, 2011년1월.
- [7] <http://iphone.hhi.de/suehring/tm1>