

분산 동영상 압축 기법에 사용되는 LDPC 부호의 새로운 복호화 기법

*이상우 **장환석 **박상주

홍익대학교

*klasesw@mail.hongik.ac.kr

**hsjang@mail.hongik.ac.kr

***sjpark@hongik.ac.kr

A New LDPC Decoding Method of Error Correction Decoder for Distributed Video Coding

*Lee, Sangwoo **Jang, Hwanseok ***Park, Sang Ju

Hongik University

요약

H.264/AVC와 같은 동영상 압축 기술은 동영상의 압축에 필요한 연산이 대부분 부호기에서 이루어진다. 반면에 분산 동영상 압축 기법은 정보 압축에 필요한 연산이 대부분 복호기에서 수행되는 구조를 가진다. 본 논문에서는 분산 동영상 압축 기법의 구성 요소 중 오류 정정 부호기와 복호기에 사용되는 오류 정정 부호 중 LDPC 부호의 성능을 향상시킬 수 있는 새로운 복호 기법을 제안한다. 제안하는 기법을 적용하여 추가적인 연산 없이 LDPC 부호의 오류 정정 성능을 향상시킬 수 있었다.

1. 서론

정보의 분산 부호화 기술은 1970년대 Slepian-Wolf의 정리로부터 시작되었다 [1]. 이 Slepian-Wolf의 정리는 정보의 무손실 압축을 대상으로 제시되었으나 이후 이 정리를 원 정보의 양자화를 통하여 손실 압축에도 적용할 수 있는 Wyner-Ziv 부호화 방식이 등장하면서 동영상을 위한 압축 기법으로 적용이 가능하게 되었다 [2]. 이와 같은 이론적 근거를 바탕으로 현재 분산 동영상 압축(Distributed Video Coding, DVC) 기법은 Stanford 대학 [3], Berkeley 대학 [4], 유럽의 공동연구단체 [5]이 주도적으로 연구를 진행하고 있으며 국내에서도 활발한 연구가 진행되고 있다 [6]. 일반적인 DVC의 구조는 다음 <그림 1>과 같다. <그림 1>과 같은 DVC 구조에서 압축될 동영상은 먼저 Wyner-Ziv 부호화 될 화면과 일반적인 동영상 압축 기법의 화면내 부호화될 화면으로 분할된다. 그 다음 Wyner-Ziv 부호화될 화면들을 양자화 하고 양자화 인덱스만 오류 정정 부호화하여 코드워드 중 패리티 부분만 DVC 복호기로 전송한다. 오류 정정 부호화에 사용되는 부호는 터보 부호나 1/2의 부호율을 가지는 LDPCA 부호가 많이 사용된다.

DVC 부호기는 패리티 정보만 전송하므로 이를 DVC 복호기에서 오류 정정 복호기를 통해 복호하려면 패리티와 함께 코드워드를 구성할 메시지가 필요하다. 메시지를 만들기 위해 DVC 복호기에서는 DVC 부호기에서 화면 내 부호화되어 전송된 화면을 복호화하고 이 화면을 이용하여 보조 정보를 생성한다. 이렇게 만들어진 보조 정보는 DVC 부호기에서 Wyner-Ziv 부호화 되어 전송된 화면과 유사한 정보

를 가지고 있다. 따라서 보조 정보를 패리티와 합쳐서 코드워드를 생성하고 오류 정정 복호기를 통해 양자화 인덱스를 복원한다. 또한 터보 부호나 LDPCA 부호는 사용되는 패리티의 양을 오류의 정도에 따라 조절할 수 있으므로 사용되는 패리티의 양을 최소화 할 수 있다.

이와 같이 DVC의 압축 성능을 결정하는 핵심 요소는 양자화기, 보조 정보 생성기, 오류 정정 부호기와 복호기이다.

2. 제안하는 LDPC 부호의 복호화 기법

현재 DVC에 주로 사용되는 오류 정정 부호는 터보 부호와 LDPCA 부호이다. DVC의 구성 요소 중 양자화기와 보조 정보 생성기에 대한 연구는 많이 이루어지고 있는 반면에 오류 정정 부호에 대한 연구는 많이 이루어지지 않고 있다. <그림 1>과 같은 구조의 DVC 기법에서는 DVC 부호기의 오류 정정 부호기에서 DVC 복호기의 오류 정정 복호기로 전송되는 패리티는 에러 없이 전송된다고 가정한다. 이러한 성질을 이용하여 LDPCA 부호의 기본 부호인 LDPC 부호의 복호 성능을 향상시킬 수 있다.

LDPC 부호는 어떤 위치의 비트를 패리티 비트로 사용하는지에 따라 성능이 달라지게 된다. 일반적으로 LDPC 부호는 짧은 길이의 사이클과 absorbing set으로 인해 성능 열화가 생긴다 [7]. 따라서 absorbing set들 중 짧은 길이의 사이클을 가진 absorbing set의 변수 노드를 제배치할 패리티 비트의 위치로 선택하면, 무작위로 패리티 비트의 위치를 선택하는 것 보다 더 좋은 성능을 보인다. 본 논문에서 제

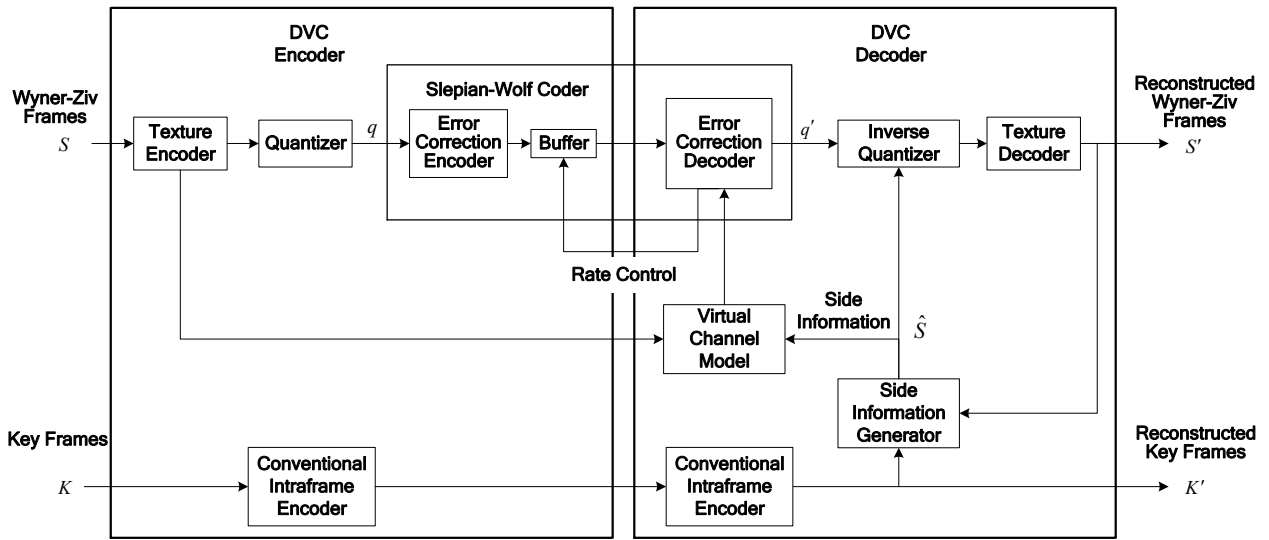


그림 1. 일반적인 분산 동영상 압축 기법의 구조

안하는 복호 기법은 이와 같은 특성을 이용하여 복호 성능을 향상 시킨다. 일반적으로 사용되는 LDPC 부호는 상대적으로 짧은 길이의 사이클 (6, 8, 10) 을 가지는 경우가 많다. 이런 경우 선택된 LDPC 부호의 사이클과 동일한 사이클을 가지는 absorbing set 이 주된 오류마루의 원인이 된다. 이를 해결하기 위하여 복호가 끝난 후 여분의 체크노드를 추가한 후 다시 복호를 하는 방법을 사용할 수 있다 [8]. 특히 여러 (a, b) absorbing set 중 선택된 변수노드의 개수 (a)와 홀수 차 체크노드의 개수 (b)가 동일한 경우인 (a, a) 또는 (b, b) absorbing set 에 효과적이다. 다음 <그림 2>에 간단한 예로 이러한 기법을 사용하여 고쳐지는 (3,3) absorbing set에 대하여 나타내었다.

<그림 2-(a)>는 경관정으로는 고쳐지지 않는 (3, 3) Absorbing set을 나타낸 것이고, <그림 2-(b)>는 체크노드를 추가하여 고쳐진 (3, 3) absorbing set 을 나타낸 것이다. <그림 2-(b)>의 변수노드들 중 하나의 변수노드를 선택하여 해당 변수노드에 홀수차 체크노드를 추가하여 주면, 해당 변수노드의 오류가 정정되며, 따라서 (3,3) absorbing set을 해결할 수 있다.

3. 모의 실험 결과

아래 <그림 3>에 (1008,504) Mackay 부호에 제안하는 복호화 기법을 적용하여 제안하는 기법을 적용하지 않을 때의 성능을 비교하여 나타내었다. 제안하는 기법이 더 좋은 성능을 보이고, 오류마루도 줄어들음을 확인할 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구 과제

DVC의 구성요소 중 오류 정정 부호로 사용되는 LDPCA 부호의 기본 부호인 LDPC 부호의 새로운 디코딩 기법을 제안하였다. 제안하는 기법을 이용하여 추가적인 계산량 부담 없이 DVC의 성능을 향상시킬 수 있다. 추후 이러한 복호 기법을 LDPCA 부호에 적용하여 DVC 코덱의 성능 향상 기법에 대한 연구 결과를 발표할 것이다.

변수노드
체크노드

(a) (3, 3) Absorbing set

변수노드 V1

체크노드

(b) (3, 3) Absorbing set with redundant check node

그림 2. Absorbing Set

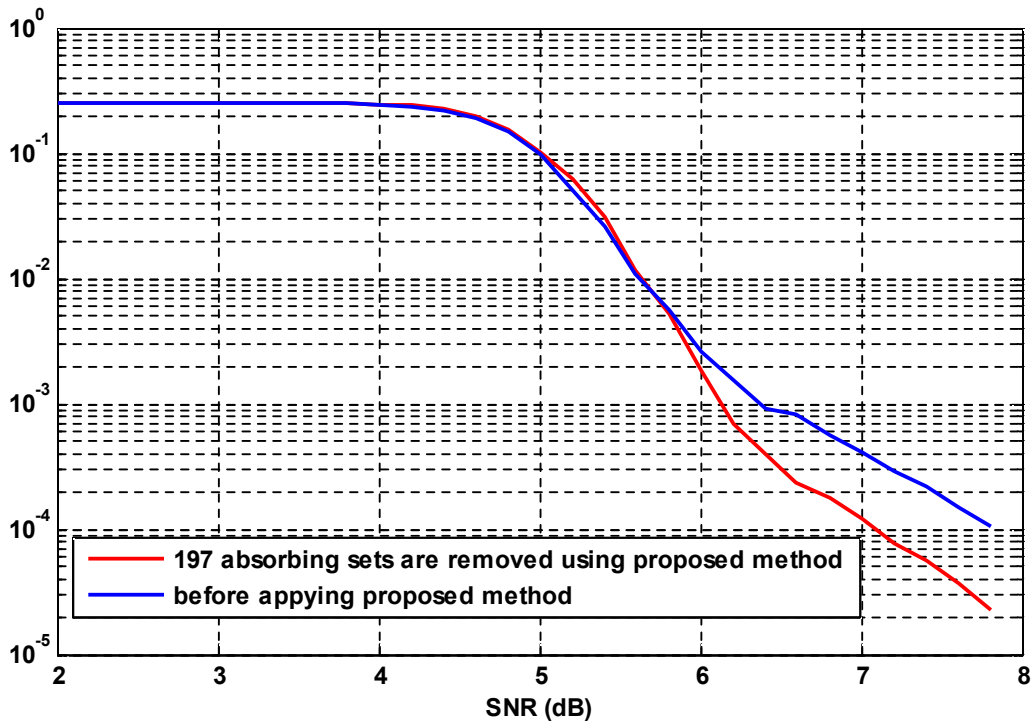


그림 3. 제안하는 복호화 기법을 적용한 결과

참고문헌

- [1] J. D. Slepian and J. K. Wolf, "Noiseless coding of correlated information sources," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 19, pp. 471-480, Jul. 1973.
- [2] A. D. Wyner, "Recent results in the Shannon theory," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 20, no. 1, pp. 2-10, Jan. 1974.
- [3] Bernd Girod, Anne Margot Aaron, Shantanu Rane, David Rebollo-Monedero, "Distributed Video Coding," Proceedings of the IEEE, vol. 93, no. 1, pp. 71-83, Jan. 2005.
- [4] R. Puri, K. Ramchandram, "PRISM : An uplink-friendly multimedia coding paradigm," in Proc. International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Hong Kong, Apr. 2003.
- [5] <http://www.discoverdvc.org>
- [6] 김철근, 김민건, 서덕영, 박종빈, 전병우, "단계적 움직임 예측을 이용한 분산비디오코딩(DVC)의 복잡도 분배 방법," 한국방송공학회 논문지, vol. 15, no. 1, pp. 112-121, 2010.
- [7] L. Dolecek, Z. Zhang, M. J. Wainwright, V. Anantharam, and B. Nikolic, "Analysis of absorbing sets and fully absorbing sets of array-based LDPC codes," IEEE Trans. on Inf. Theory, vol. 56, no. 1, pp. 181-201, Jan. 2010.
- [8] Hwanseok Jang, Habong Chung, Wonchan Cho. "Decoding of LDPC Codes Using Redundant Parity-Check Equations," in Proc. 2010 JCCI, Korea, Apr. 2010.