

DTV-to-DMB 비디오 변환을 위한 Center Average 축소 방식

*유원혁 **정원식 ***김규현

한국전자통신연구원

*wonhy@etri.re.kr

Center Average Shrink Method for DTV-to-DMB video transcoding

*Yoo, Won-Hyuck **Jeong, Won-Sik ***Kim, Kyu-heon

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

DTV-to-DMB 비디오 변환을 위해서는 기본적으로 MPEG-2 MP@HL의 HDTV/SDTV급 영상을 MPEG-4 AVC BP@1.3의 QCIF/QVGA/WDF/CIF급 영상으로 변환하는 과정이 필요하다. 본 논문에서는 DTV-to-DMB 비디오 변환을 위해 DTV의 고해상도 영상을 DMB의 저해상도 영상으로 축소하는 방식을 제안하고 있다. DTV-to-DMB 비디오 변환은 실시간 변환이 고려되어야 하며, 실시간 변환을 위해서는 축소 방식의 시간 복잡도가 고려되어야 한다. 일반적으로 낮은 시간 복잡도를 갖는 영상 축소 방식으로는 대상 영상의 하나의 픽셀을 참조 영상 내 대응하는 픽셀들 중 한 픽셀을 선택하여 결정하는 방식(Just Get A Pixel)이 있으며, 참조 영상의 대응하는 픽셀들의 평균값을 선택하는 방식(Average Shrink)과 중간값을 선택하는 방식(Median Shrink)이 있다. 한편, DTV 영상은 인터레이스 방식을 사용하며 DMB의 프로그레시브 방식 영상으로 변환 처리 과정에서, 움직임이 큰 영상에 대해 사물의 윤곽선이 계단 모양으로 보이는 재그 에지(Jagged Edge) 현상이 나타난다. 본 논문에서는 대상 영상의 한 픽셀을 참조 영상의 대응하는 픽셀들 중 중간 위치의 몇 개 픽셀들과 주변 인접 픽셀들을 선출하여 그것들의 평균값(Average)을 구하여 결정하는 Center Average 축소 방식을 제안한다. 제안된 방식은 기본적인 축소 방식을 기반으로 하여 낮은 시간 복잡도를 갖으며, 재그 에지(Jagged Edge) 현상을 줄여 준다.

1. 서론

우리나라는 2001년 10월부터 미국방식인 ATSC 8-VSB(vestigial side band) 전송 방식을 이용하여 본 방송을 시작하였다[1]. 세계 DTV 시장은 폭발적 성장 단계에 진입하고 있는 것으로 평가되고 있다. 이러한 평가의 배경에는 디지털 방송 본격화와 이에 따른 디지털 방송 가입자 수의 증가를 들 수 있다.[2]

한편, 디지털방송 기술에 기반하여 새로이 출현한 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)서비스는 최대 7인치 화면에서 이동 중(최대 200km) 언제 어디서나 CD급 고품질의 라디오, TV 동영상 문자방송 수신에 가능한 서비스이다. 새로운 방송법에서는 이동멀티미디어방송으로 분류되며, 전송매체에 따라 지상파 DMB와 위성 DMB로 나뉜다. 2005년도에 위성 및 지상파 서비스가 제공될 예정이다.[3]

지상파 DMB의 출현으로 지상파 DTV 규격의 방송 콘텐츠를 지상파 DMB 콘텐츠로 변환하는 기술을 필요로 하게 되었다. 콘텐츠 변환기에서는 기본적으로 오디오와 비디오를 대상으로 변환을 수행하는데, 본 논문에서는 비디오 변환을 다루고 있다. 현재 지상파 DTV의 비디오 규격은 MPEG-2 비디오 규격을 지원하고 있으며, 지상파 DMB의 경우 MPEG-4 Part10: Advanced Video Coding (AVC) 비디오 규격을 채택하고 있다. 따라서, DTV-to-DMB 비디오 변환은 MPEG-2를 AVC 포맷으로 변환하는 것을 의미한다.

근래 비디오 변환 연구 분야에서는 가용한 채널 용량에 적합한 비트율로의 변환 코딩, 단말이 지원하는 디스플레이 해상도에 따라 적합한 해상도로의 변환 코딩, 여러 강화를 위한 변환 코딩 등이 연구되어

왔다. 일반적으로 비디오 변환 코딩은 원 신호를 디코딩하여 적당한 중간 처리를 수행하고 이어 새로운 포맷의 신호로 재 인코딩하는 순서로 이뤄진다.[4]

MPEG-2를 H.264로의 실시간 트랜스코딩을 위한 다양한 트랜스코딩 구조가 고려되고 있는데, 움직임 벡터(motion vector), 인트라 예측(Intra Prediction), 적응적 필드/프레임 코딩(Adaptive field/frame coding), 그리고 변환 부호화(Transform coding)를 주제로하는 효율적인 트랜스코딩 방법론들이 연구 이슈가 되고 있다.[5]

본 논문에서는 DTV-to-DMB 변환을 위해 필수적으로 이뤄져야 하는 DTV 비디오 포맷의 디코딩 영상을 DMB의 비디오 포맷 영상으로의 다운 샘플링 알고리즘을 제안한다. 트랜스코딩이 최종적으로 실시간 구동되기 위해서는 트랜스코더에 들어가는 알고리즘들의 시간 복잡도가 고려되어야 하며, 시간 복잡도와 최종 얻게되는 영상의 화질과 트레이드오프(Tradeoff)가 발생하게 될 것이다. 상대적으로 시간 복잡도가 낮은 대상 프레임의 하나의 픽셀에 대응하는 참조 프레임의 격자 내에서 단지 한 픽셀을 선택하는 방식(Just Get A Pixel), 참조 프레임의 격자 내의 픽셀들의 평균값(Average Shrink) 혹은 중간값으로 한 픽셀을 결정하는 방식(Median Shrink)이 있다. 본 논문에서는 하나의 픽셀에 대응하는 격자 내의 중간 픽셀들과 주변 격자의 픽셀들을 활용한 Center Average 방식을 제안하고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안된 알고리즘을 설명하고, 3장에서는 제안된 알고리즘에 기반한 실험 결과를 제시한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

2. 제안하는 알고리즘

아래의 그림 1은 MPEG-2로 인코딩된 HD급 비트스트림을 입력으로 받고 이를 변환 부호화를 수행하여 DMB 비디오 포맷의 비트스트림을 출력하는 DTV-to-DMB 비디오 트랜스코더의 개념도이다. 그림 1에서 DMB의 비디오 규격인 AVC를 이용하여 부호화하기 전에 표1.에 나타난 DTV급 영상을 표2.의 DMB급 영상으로 축소하는 과정이 필요하며 본 논문에서는 이 과정을 효율적으로 수행하기 위한 Center Average 축소 방법을 제안하고 있다.[6][7][8][9]

Format	Width	Height	Frame rate	Sequence mode
HD	1920	1080	23.976Hz	Progressive scan
			24Hz	
	29.97Hz	Interlaced scan		
	30Hz			
1280	720	23.976Hz	Progressive scan	
		24Hz		
		29.97Hz		
		30Hz		
			59.94Hz	
			60Hz	

표 1. DTV의 HD 비디오 포맷

Format	Width	Height	Sequence mode
QCIF	176	144	Progressive, 30Hz
QVGA	320	240	
WDF	384	224	
CIF	352	288	

표 2. DMB의 비디오 포맷

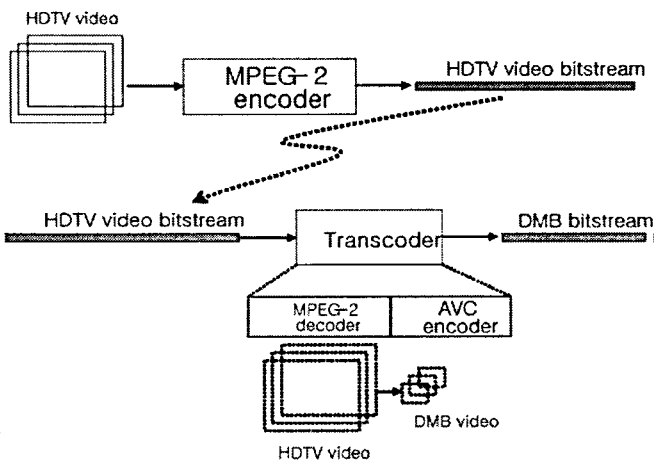


그림 1. 비디오 변환기 개념도

가. 저 복잡도의 다운 샘플링 알고리즘들

변환기에서 쉽게 사용할 수 있는 저복잡도의 비디오 포맷 변환 방법으로 Just Get Pixel 방식과 Average Shrink 방식 그리고 Median Shrink 방식이 있다.

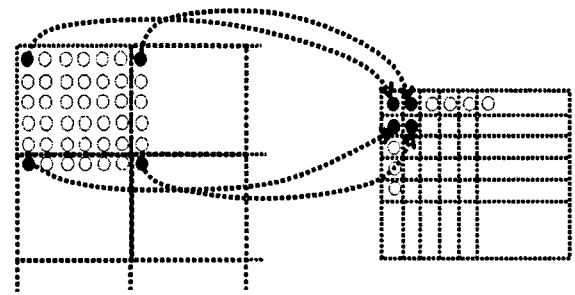


그림 2. Just Get A Pixel

그림 2는 Just Get Pixel의 개념도를 보여주고 있다. Just Get Pixel은 DTV급 영상을 DMB급 영상으로 축소하는 방법으로 두 영상의 비를 구하여 얻은 값에 따라 DTV급 영상에 DMB급 영상 한 픽셀에 대응하는 영역을 그림과 같이 격자모양으로 지정하고 각 영역에서 한 픽셀(그림에서는 좌상의 첫 픽셀)을 선택하여 그 픽셀의 값을 그대로 DMB급 영상의 픽셀값으로 지정하는 방식이다. 빠른 속도를 보여주나 축소되면서 보정이 없기 때문에 영상의 품질이 떨어진다.

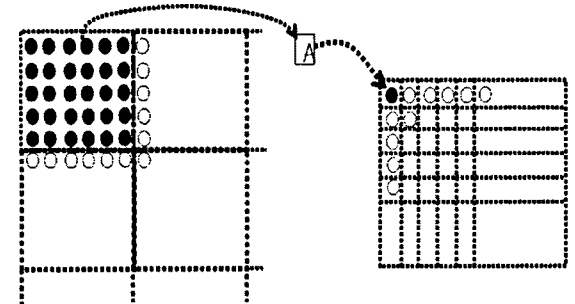


그림 3. Average Shrink Algorithm (A)

그림 3은 DMB영상에 대응하는 HD 영상의 격자내 픽셀들의 평균값을 구하여, DMB 영상의 한 픽셀을 결정하는 방식이다. 빠른 속도를 보여주며 영상의 품질도 깨끗하다.

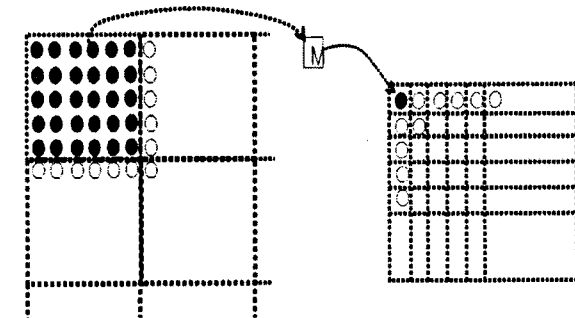


그림 4. Median Shrink (M)

그림 4는 HD 영상의 격자 내 픽셀들의 중간값을 취하여 DMB 영상의 한 픽셀을 결정하는 방식이다. 영상의 품질에 있어서 Average Shrink 방식보다 선명하나 HD 영상의 인터레이스 모드로 인해 생기는 계단현상이 그대로 유지되고 Average Shrink에 비해 속도 낮다.

나. 제안하는 Center Average 알고리즘

본 논문은 Average Shrink 방식을 개선한 Center Average Shrink 방식을 제안한다. Average Shrink 방식이 격자 내 모든 픽셀

의 평균값을 구하나, 그림 5와 같이 제안하는 방식은 격자 내의 중앙 픽셀과 그 픽셀을 둘러싼 픽셀들 그리고 현재 격자의 첫 픽셀 우/하/우 하 방향의 인접 격자의 첫 픽셀값을 취하여 평균값을 구한다.

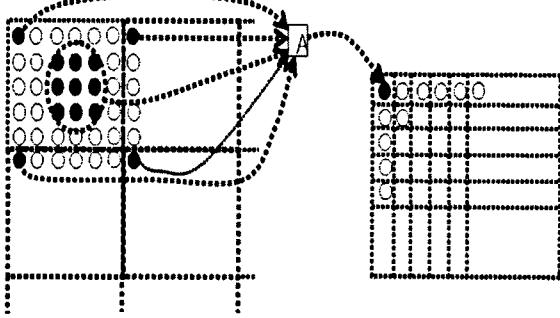


그림 5. Center Average Shrink

격자의 가운데 픽셀들은 위치상 그 격자의 대표 픽셀로 선택하였으며, 네 격자의 첫 픽셀들은 주변 픽셀과의 인터플레이션을 주기 위하여 추가하였다. 제안 방식은 Average Shrink 방식과 비교하여 영상의 품질에 있어서 유사하며, HD 영상의 인터레이스 모드로 인한 계단현상을 완충시켜준다. 또한 속도에 있어서 2배 이상 빠른 성능을 보여준다.

3. 실험 결과

본 논문은 Just Get Pixel, Average Shrink, Median Shrink, 그리고 제안하는 Center Average Shrink 방식을 구현하여 성능 비교 실험을 수행하였다.

가. 실험 환경

본 연구에서는 디지털 TV에서 수신한 비트스트림을 일부 캡처하여 비디오 비트스트림만을 분리하여 MPEG-2로 디코딩하고, 그 결과 4:2:0 YUV 영상을 얻었다.

획득한 영상은 1920x1088 해상도이며, 이를 입력 영상으로 하여 각각 Just Get A Pixel, Average Shrink, Median Shrink, 그리고 Center Average Shrink 방식으로 다운샘플링(Down Sampling)을 수행하였다. 각 알고리즘 소스의 시작과 끝에 시간을 체크하여 Running time을 기록하였다. 실험 시스템은 CPU Intel Pentium Pentium 4 CPU 3.40GHz 데스크탑이다.

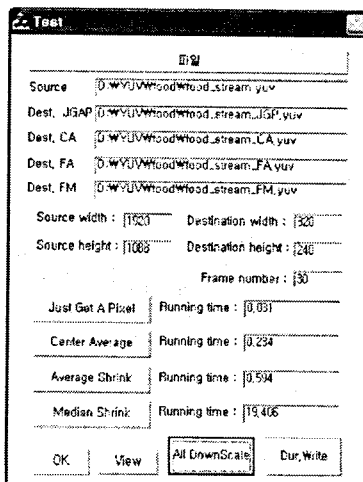


그림 6. 각 알고리즘 실험환경

표 1은 각각의 알고리즘을 순서대로 실행하여 다운 샘플링하는데 걸리는 시간을 기록한 표이다. 끝열의 AS/CA는 Center Average가 Average Shrink에 대한 속도 향상율을 보여주고 있다. 평균 2.312배의 속도 향상을 가져온다.

표 1. 다운샘플링 속도 결과 비교

회차	Just Get A Pixel	Center Average	Average Shrink	Median Shrink	AS/CA
1	0.031	0.25	0.639	20.671	2.556
2	0.031	0.267	0.642	19.442	2.404
3	0.016	0.282	0.61	19.403	2.163
4	0.062	0.578	1.252	38.858	2.166
5	0.078	0.234	0.598	19.437	2.556
6	0.063	0.565	1.216	39.029	2.152
7	0.031	0.234	0.594	19.406	2.538
8	0.062	0.388	0.781	24.419	2.013
9	0.046	0.264	0.61	19.001	2.311
10	0.047	0.249	0.562	19.469	2.257

그림 6~8 은 순서대로 Just Get A Pixel, Center Average, Average Shrink, 그리고 Median Shrink 로 다운 샘플링(Down Sampling)한 영상들이다.



그림 6. Just Get A Pixel로 다운샘플링한 영상



그림 7. Median Shrink로 다운샘플링한 영상



그림 8. Average Shrink로 다운샘플링한 영상



그림 9. Center Average로 다운샘플링한 영상



그림 10. CenterAverage(좌)와 Just Get Pixel(우) 영상

그림 7. Median Shrink은 Average Shrink에 비해 선명한 영상을 보여주나, 인터레이스 모드에 의해 발생하는 층이 생기는 현상이 그대로 나타나며 다운 샘플링 속도에 있어서 Average Shrink에 비해서 매우 느린 속도를 보인다.

그림 8. Average Shrink는 Median Shrink과 비교하여 영상의 선명도에 있어서 약간 떨어지나 다운 샘플링 속도면에서 상대적으로 상당히 빠르다. 또한, 인터레이스 모드 부호화로 인해 발생하는 층 현상을 Average로 상당히 보정해주고 있다.

그림 9. Center Average Shrink는 Average Shrink와 비교하였을 때 육안으로 구분할 수 없을 정도로 비슷한 영상 품질을 갖는다. Center Average Shrink 방식은 Average Shrink의 특성인 인터레이스 모드에 의해 발생하는 층 현상 보정 효과를 나타내면서, 속도면에서 2배 이상의 성능향상을 보여주고 있다.

그림 10.은 인터레이스 모드에 의해 나타나는 계단현상은 집시 부분에서 뚜렷이 나타나며, 이 현상이 여과없이 뚜렷이 나타나는 Just Get A Pixel 방식과 보정한 결과를 보여주는 Center Average 영상을 보여주고 있다.

다운 샘플링 한 영상에 대해 같은 크기의 원영상은 일반적으로 존재하지 않는다. 그래서, 다운 샘플링 된 영상을 업 샘플링 후 다운 샘플링 된 원영상과 비교하여 그 성능을 보여주는 경우가 많다. 그러나, 본 논문에서 다루는 모든 축소 방식은, 업 샘플링에 사용할 수 없는 단 방향 알고리즘이기에 화질상의 성능비교는 약하였다.

4. 결론

본 논문에서는 DTV-to-DMB 콘텐츠 변환기를 위한 DTV-to-DMB 비디오 포맷 변환 방법을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 먼저 비디오 포맷 변환기에 입력된 비트스트림을 디코딩하여 얻은 DTV 포맷의 비디오를 DMB 포맷에 맞도록 효율적으로 다운 샘플링하는 방안이다. 다운 샘플링을 위해 DTV 비디오가 DMB 비디오 크기에 몇 배인지 구하고, DTV 비디오 포맷에서 그 배수 크기만큼의 격자 하나하나를 DMB 비디오 포맷의 한 픽셀에 대응시킨다. DMB 비디오 영상의 한 개 픽셀을 결정하기 위해 대응하는 DTV 포맷의 격자의 처음 픽셀, 중앙과 그 둘레 픽셀들, 그리고 우측/하단/우하단의 격자들의 첫 픽셀을 선택한다. 선택한 픽셀들의 평균값을 구하여 DMB 포맷의 한 픽셀을 결정한다. 이렇게 하여 얻은 다운샘플링 영상은 격자내의 모든 픽셀들의 평균값을 구하여 얻은 영상과 비교하여 큰 화질의 저하를 보이지 않으며, 처리 속도에 있어서 약 3배 정도 빠른 성능을 보인다. 또한 주변 격자의 픽셀을 이용함으로써 블록킹 현상을 줄여주며, 인터레이스 모드로 인해 나타나는 재그 에지(Jagged Edge) 현상을 줄여준다.

5. 참고 논문

- [1] 디지털 방송 최신 표준화 동향 : ATSC 8-VSB DTV의 실내 수신 동기 성능 개선 / 한동석 (방송공학회지, vol.7 no.1(2002년 3월), 2002, p.p.30-38,)
- [2] 국내외 DTV 시장 동향 및 전망 / 조성선 (주간기술동향, 통권 1067호(2002년 10월 9일), 2002, p.p.23-34,)
- [3] 지상파 DMB 시장현황 및 전망 / 김성민 (TTA저널 제94호 2004년 7월 27일 pp39~46)
- [4] Video transcoding architectures and techniques: an overview Vetro, A. Signal Processing Magazine, IEEE, Mar 2003, Volume: 20, Issue: 2, pp18- 29
- [5] H. Kalva, "Issues in H.264/MPEG-2 Video Transcoding," IEEE Consumer Communications and Networking Conference, Jan. 2004.
- [6] "TTA, 초단파 디지털라디오방송 비디오송수신 정합표준", TTAS.KO-07.0026, 2004년 8월
- [7] ISO/IEC 13818-2, International Standard (1994), MPEG-2 Video
- [8] ATSC Digital Television Standard, Doc. A/53, Sept. 1995.
- [9] T. Wiegand, G.Sullivan, Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification (ITU-T Rec. H.264/ISO/IEC 14496-10 AVC), JVT-G050, March, 2003