

디블로킹 필터를 이용한 프레임율 변환

김남욱, 이영렬
 세종대학교 DMS 연구실
 nukim@sju.ac.kr, ylllee@sejong.ac.kr

Frame rate up conversion using deblocking filter

Nam-Uk Kim Yung-Lyul Lee
 Sejong University DMS lab

요 약

움직임 보상 기반 프레임율 변환(Frame rate up-conversion based on motion compensation)에서 발생하는 블로킹 현상(Blocking artifact)을 줄여 영상의 화질을 높이기 위한 디블로킹 필터(De-blocking filter) 방법을 제안한다. 이 방법은 블록 단위로 동작하는 움직임 보상 과정에서 주변 블록과의 움직임이 급격히 달라지는 폐색영역에서 발생하는 블로킹 현상을 크게 줄일 수 있다. 제안하는 방법은 기존의 필터링을 하지 않는 방법보다 화질이 약 0.01db 향상하였다.

1. 서론

디스플레이, 영상 및 통신 기술의 발달로 인해 서비스되는 영상의 해상도가 UHD 로 변화함에 따라 UHD 해상도를 지원하는 LCD 디스플레이의 수요가 증가하게 되었다. LCD 디스플레이에서 UHD 영상을 기존의 HD 영상과 같은 24/30 Hz의 재생률로 상영할 경우 영상이 끊기는 듯이 보이거나 모션 블러(Motion blur)가 발생할 수 있기 때문에 UHD 영상을 재생하기 위해서는 60~120Hz 이상의 재생률을 갖는 영상이 필요하다. 하지만 이러한 재생률의 증가는 영상의 데이터를 큰 폭으로 증가시키므로 기존의 모바일 대역폭 혹은 지상파 방송 대역폭으로 영상을 전송하는데 문제가 될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 프레임율 변환 기술이 도입되었다[그림 1].

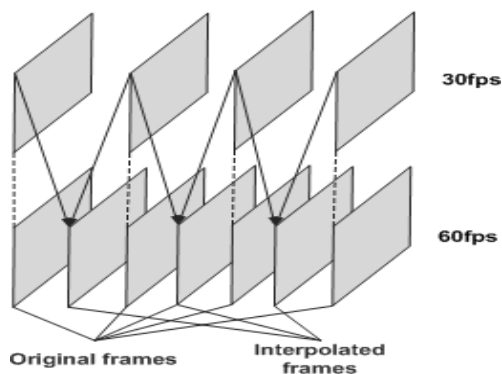


그림 1. 프레임율 변환

프레임율 변환은 기존의 24hz 같은 저재생률 영상을 이용하여 보간을 통해 인위적인 프레임율 만들어 60~240Hz로 재생률을 증가시키는 기술이다[1] [2]. 이러한 프레임율

변환에는 여러 가지 알고리즘이 제안되었는데 그 중 움직임 보상 프레임율 변환(Motion compensated frame rate up conversion) [3] - [6]은 시간적으로 인접한 두 개의 프레임 사이에서 움직임 추정(Motion Estimation)을 하여 움직임 정보를 구하고, 계산된 움직임 정보를 통해 움직임 보상 보간(Motion Compensated Interpolation)을 하여 인위적인 중간 프레임을 생성하는 방법이다. 이 방법은 블록단위로 보간하기 때문에 구멍(hole)이나 겹치는 부분(overlaps)은 발생하지 않는 장점이 있으나 움직임이 급격하게 발생하거나 영상 내의 물체의 형태나 광원이 변하는 경우 그리고 경계선 영역이 알맞지 않은 경우에는 움직임 추정의 정확성이 떨어질 수 있다. 그렇기 때문에 움직임 보상 시 움직임 추정의 부정확성 때문에 블로킹 현상(Blocking artifact) 발생 할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 디블로킹 필터(De-blocking filter)를 사용하여 블로킹 현상을 줄이는 방법을 제안한다. 디블로킹 필터는 블록의 경계선 부분의 화소값들을 비교하여 부자연스러운 경계선이 있다고 판단되면 주변의 화소값들을 이용하여 저 대역 필터링을 하는 방법이다. 2 장에서는 제안하는 디블로킹 필터의 적용 방법에 대하여 설명하고 3 장 실험 결과에서는 여러 가지 클래스의 영상을 실험한 결과를 분석하였다.

2. 제안하는 방법

움직임 보상 프레임율 변환은 블록단위로 수행되며 움직임 추정과 움직임 보상 두 가지의 과정으로 나뉘어져 수행된다. 움직임 추정 과정에서는 현재 블록과 예측 블록 사이에서의 SAD(Sum of absolute difference)값을 최소로 하는 움직임 벡터들을 얻는다. 그리고 움직임 보상 과정에서 보간 프레임의 각각의 블록에 대응하는 두 개의 주변 프레임에서의 콜

블록(Collocated block) 에서 이전에 구한 움직임 벡터만큼 이동된 블록을 보간에 사용한다. 아래의 그림 2 에 움직임 보상에 사용되는 블록들을 도시하였다.

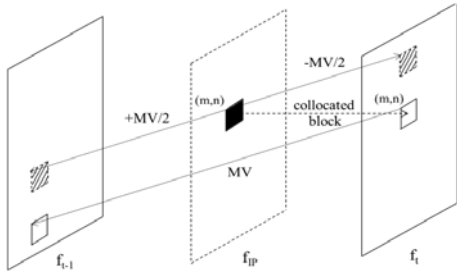


그림 2. 양방향 보상 과정

	시퀀스명	DFOff	DFOn	차이
1	Cactus	26.88	26.87	0.01
2	BasketballDrive	22.95	22.94	0.01
3	BQTerrace	25.54	25.54	0.01
4	BasketballDrill	24.69	24.67	0.01
5	BQMall	24.20	24.19	0.01
6	RaceHorses	18.45	18.44	0.01
7	BasketballDrillText	24.88	24.87	0.01

표 1. 실험 테스트 시퀀스

현재 프레임 전체에 대하여 움직임 보상이 끝난 후에도 블록간의 움직임이 폐색되는 영역에서는 부정확한 보상으로 인해 블로킹 현상이 발생하게 된다. 이를 줄이기 위하여 움직임 폐색이 발생한 블록에 디블로킹 필터를 적용한다.

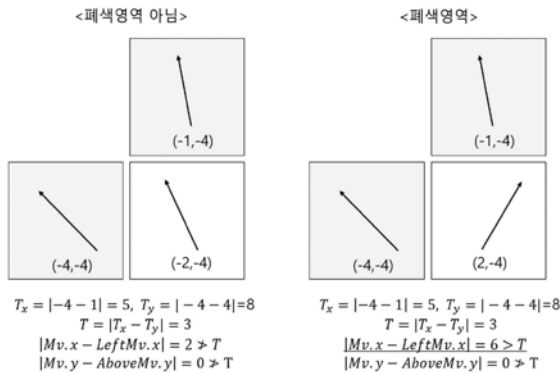


그림 3. 폐색영역 탐지 과정

[그림 3]과 같이 폐색영역을 탐지 하여 아래의 수식과 같은 디블로킹 필터를 적용하였다.

$$\begin{aligned}
 p[-1] &= clip(0, 255, (p[-3] + 2p[-2] + 2p[-1] + 2p[0] + p[1] + 4) \gg 3) \\
 p[-2] &= clip(0, 255, (p[-3] + p[-2] + p[-1] + p[0] + 2) \gg 2) \\
 p[-3] &= clip(0, 255, (2p[-4] + 3p[-3] + p[-2] + p[-1] + p[0] + 4) \gg 3) \\
 p[0] &= clip(0, 255, (p[-2] + 2p[-1] + 2p[0] + 2p[1] + p[2] + 4) \gg 3) \\
 p[1] &= clip(0, 255, (p[-1] + p[0] + p[1] + p[2] + 2) \gg 2) \\
 p[2] &= clip(0, 255, (p[-1] + p[0] + p[1] + 3p[2] + 2p[3] + 4) \gg 3)
 \end{aligned}$$

폐색영역에서의 블로킹 현상은 심하게 일어나는 편이므로 강한 필터링을 적용시켰다. p[0]는 필터링 하려는 블록의 경계선을 가리킨다. clip 은 최소값과 최대값 사이로 특정 값을 제한하는 함수이다.

3. 실험 결과 및 분석

실험에는 총 7 가지 시퀀스들을 사용하였고 1 초간의 영상중 홀수 번째 프레임들을 이용하여 보간영상을 생성하였고 짝수 번째 프레임과 PSNR(Peak signal to noise ratio)을 계산하여 비교 하였다. 실험에 사용된 시퀀스들은 [표 1]와 에 정리하였다.



그림 4. BasketballDrive 20 번째 프레임 (위쪽 DF 적용, 아래쪽 미적용)

실험 결과 움직임 보상의 정확성이 너무 떨어져 디블로킹 필터를 적용해도 PSNR 의 증가는 크지 않았다. [그림 4]와 같이 폐색영역에서의 움직임 보상이 좋지 않기 때문에 강하게 필터링을 적용하여도 블록의 경계가 계속 보였지만 경계선이 다소 부드럽게 처리되었다.

4. 결론

디블로킹 필터를 적용하였을 때 폐색영역에서의 경계선이 다소 부드럽게 처리되었고 PSNR 도 약간 증가하였다. 하지만 부정확한 움직임 보상으로 블록의 경계가 완전히 제거되지 않았다. 이러한 문제를 개선하기 위해 폐색영역에서 더 많은 개선이 선행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 논문은 2015년도 미래창조과학부의 지원을 받아 수행된 연구임(2015R1A2A2A01006085).

참고문헌

- [1] C. Cafforio, F. Rocca, and S. Tubaro, "Motion Compensated Image Interpolation," *IEEE Trans. Communications*, vol. 38, no. 2, pp. 215–222, Feb. 1990.
- [2] O. A. Ojo and G. de Haan, "Robust motion-compensated video up conversion," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 43, no. 3, pp. 1045–1056, Nov. 1997.
- [3] T. Ha, S. Lee, and J. Kim, "Motion compensated frame interpolation by new block-based motion estimation algorithm," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 50, no. 2, pp. 752–759, May. 2004.
- [4] B.-T. Choi, S.-H. Lee, and S.-J. Ko, "New frame rate up-conversion using bidirectional motion estimation," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 46, no. 3, pp. 603–609, Aug. 2000.
- [5] H. Lui, R. Xiong, D. Zhao, S. Ma, and W. Gao, "Multiple hypotheses Bayesian frame rate up-conversion by adaptive fusion of motion-compensated interpolations," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 22, no. 8, pp. 1188–1198, Aug. 2012.
- [6] S. - G. Jeong, C. Lee, and C.-S. Kim, "Motion-compensated frame interpolation based on multihypothesis motion estimation and texture optimization," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 22, no. 11, pp. 4497–4509, Nov. 2013.