

움직임 추정을 활용한 영상의 시간 해상도 향상 기법

박지열, 김규목, 박진원, 정승원
 동국대학교 멀티미디어공학과
 e-mail:jypark1405@naver.com

A Motion Compensation based Frame Rate Up Conversion Algorithm

Ji Yeol Park, Kyumok Kim, Jinwon Park, Seung-Won Jung
 Department of Multimedia Engineering, Dongguk University

요 약

본 논문은 기존의 시간적으로 이웃한 프레임 사이의 움직임을 추정·보상하여 새로운 프레임을 생성하는 프레임률 향상 기법 (frame rate up conversion)을 제안한다. 움직임 추정 (Motion Estimation)을 통하여 계산된 움직임 벡터를 이용하여 프레임을 생성하며, 생성된 프레임에서 발생하는 구멍 (hole)과 중첩 (overlap) 영역을 처리하는 기법을 제안한다. 특히 k-NN 보간법(k-nearest neighbor interpolation)[3]과 중간값을 적응적으로 활용하여 향상된 화질의 영상을 생성한다. 실험 결과를 통하여 제안하는 기술의 우수성을 입증하였다.

1. 서론

프레임률 증가 기법(frame rate up conversion:FRUC)은 영상의 프레임 사이에 새로운 프레임을 만들어 내는 방식을 통하여 프레임률을 증가 시킨다. 영상 센서의 프레임률 한계를 영상 처리 알고리즘을 활용하여 극복하는 방식으로 고프레임률 영상 재생을 지원하는 장치에 저프레임률 영상을 재생할 때 효과적으로 이용될 수 있다 [1]-[3].

기존 프레임률 증가 기법은 두 가지 방법으로 나눌 수 있다. 첫 번째는 영상의 움직임을 활용하지 않은 프레임의 단순 반복이나 선형 보간법을 이용한 화소 기반 알고리즘이며 두 번째는 움직임 벡터를 활용한 블록 기반 알고리즘으로 나눌 수 있다. 화소 기반 알고리즘은 계산량이 적고 복잡도가 낮아서 처리 속도가 빠르다. 하지만 물체의 경계면에 뭉롱화 현상이 발생 할 수 있으며 부자연스러운 움직임을 보일 수 있다. 또 단순한 영상에서는 효과적인 방법이 될 수 있지만 복잡한 영상이나 고화질의 보간 영상을 만드는데 있어서 효과적이라고 할 수 없다. 블록 기반 알고리즘은 물체의 움직임을 추정하여 얻어진 움직임 벡터를 활용하여 새로운 프레임을 구성하는 방법이다. 물론 화소 기반 알고리즘에 비해 계산량이 많고 복잡하지만 고화질의 프레임 보간이나 움직임이 많은 복잡한 영상에서 훨씬 효과적인 방법이다. 위 방법은 영상 내에서 객체의 움직임을 고려하는 장점을 가지고 있지만 블록현상과 잘못된 움직임 벡터로 인해 오류를 만들어내는 단점이 있다.

본 논문에서는 물체의 움직임을 추정하는 방법(motion estimation)과 그 결과로 생성된 구멍(hole)은 k-NN보간법(k-nearest neighbor interpolation) [4]을 활용하였고 중첩된 구간(overlap)은 중첩된 픽셀들의 중간값을 활용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 논문에서 활용한 방법을 기술하며 3장은 실험의 결과를 보여주며 4장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 움직임 추정을 활용한 FRUC 기법

그림<1>은 본 논문에서 활용한 FRUC 방식의 흐름도를 나타낸다. 먼저 $N \times N$ 의 탐색영역을 설정하고 $n \times n$ 의 블록 크기를 설정하여 프레임을 보간하는 최소 단위로 활용된다($n < N$). 또한 삽입될 프레임을 t 로 정의한다.

알고리즘의 단계는 크게 2단계로 나뉜다. 움직임을 찾아서 삽입할 프레임에 픽셀을 대입하는 단계와 픽셀대입이 중첩되거나 되지 않은 구간을 채우는 단계이다. 보간을 좌표를 (x, y) 라고 하며 N 프레임의 좌표 (x, y) 를 $N(x, y)$ 라고 한다. $F_{t-1}(x, y)$ 를 기반으로 $n \times n$ 의 블록을 설정하고 설정된 블록을 $F_{t+1}(x, y)$ 을 중심으로 하는 $N \times N$ 의 탐색 영역 안에서 각 블록마다 sum of absolute difference (SAD)값을 모두 계산한다. SAD값이 낮을수록 양쪽의 블록이 유사하다고 판단할 수 있으므로 $F_{t+1}(x, y)$ 의 $N \times N$ 영역에서 가장 낮은 SAD 값을 갖는 좌표 $(x+dx, y+dy)$ 를 찾고 $F_{t-1}(x, y)$ 와의 거리를 저장한다. $F_{t-1}(x, y)$ 과

$F_{t+1}(x+dx, y+dy)$ 에서 얻어진 거리의 절반만큼 삽입될 새로운 프레임의 좌표 $F_t(x, y)$ 에 더해준다. 계산하면 $F_t(x+dx/2, y+dy/2)$ 로 표현 할 수 있다.

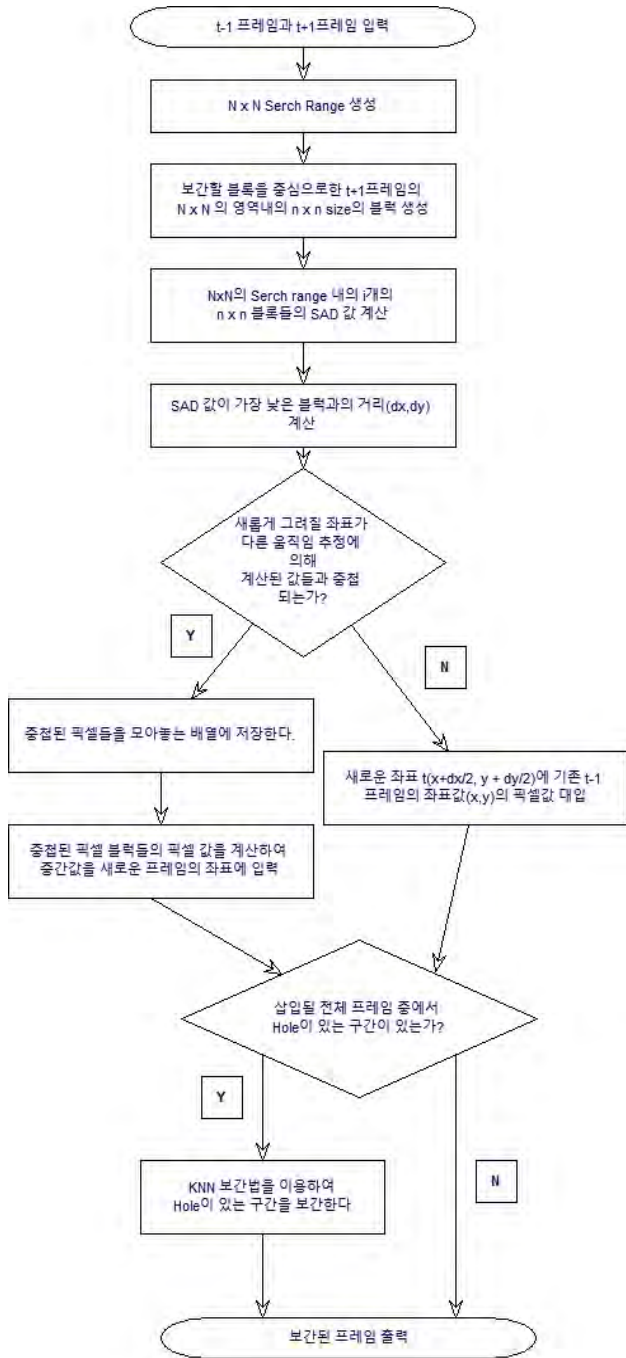


그림 1. 본 논문에서 제안하는 FRUC 알고리즘



그림 2. 구멍(Hole)을 보간 하지 않은 그림



그림3. 구멍(Hole)과 중첩(Overlap)된 영역을 보여주는 그림

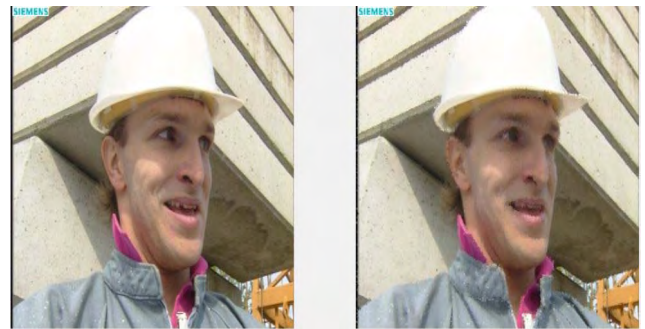


그림 4. 본 논문의 FRUC 알고리즘이 모두 적용된 프레임

이렇게 움직임 추정만 실행한 프레임의 그림은 그림<2>과 같다. 위 그림에서 보이는 검정색 블록들이 보일 것이다. 이러한 것을 구멍이라고 지칭하는데 이러한 구멍은 k-NN보간법을 이용하여 보간한다. k-NN보간법은 보간할 픽셀을 중심으로 $N \times N$ 의 탐색영역을 설정하고 탐색영역 안에서 n개의 가까운 픽셀을 찾아내고, n개의 픽셀들을 이용하여 구멍의 위치에 계산된 픽셀값을 대입한다. 그림에는 잘 나타나지 않았지만 중첩된 구간도 존재한다.

중첩된 구간은 그림<3>에서 보여준다. 중첩된 구간의 처리는 간단하다. 중첩된 위치에 대입된 픽셀의 값들을 모두 저장한 후 그 픽셀의 중간값을 대입한다. 이렇게 하면 중첩된 구간의 문제를 해결 할 수 있다. 결과는 그림<4>와 같다.

3. 실험 결과

각 프레임의 비교는 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio: 신호 대 잡음 비율)로 측정한다. 본 논문에서 제안한 FRUC알고리즘에 의해 생성된 프레임과 오리지널 프레임

과의 PSNR값은 그림5와 같다.

움직임이 많지 않은 프레임 구간에서는 25 ~ 30dB 사이의 값을 갖고 있으나 움직임이 많아지는 구간에서는 PSNR값이 20dB이하로 내려가는 것을 볼 수 있다. 또한 움직임이 많지 않은 akiyo 영상의 경우 그림 6과 같이 35dB~40dB의 높은 PSNR의 영상이 생성되는 것을 확인할 수 있다.

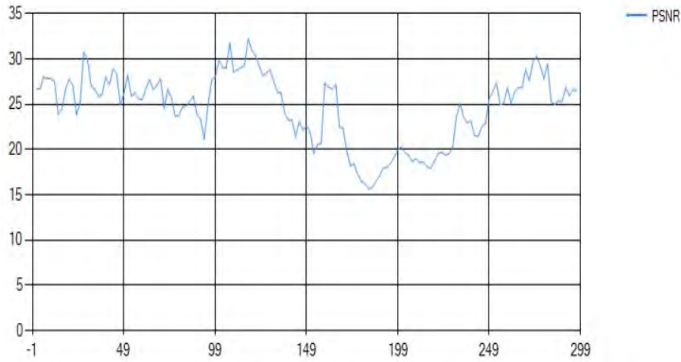


그림 5. 본 논문에서 예시로 든 foreman의 FRUC알고리즘을 통해 만들어진 프레임의 PSNR값

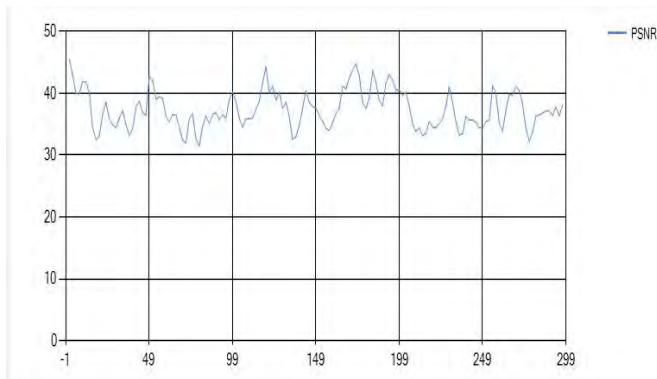


그림 6. FRUC알고리즘을 통해 만들어진 akiyo영상 프레임의 PSNR값

4. 결론

본 논문에서는 움직임 추정을 이용하여 새로운 프레임을 만드는 알고리즘을 제안하였다. 본 논문에서 제시한 방법은 블록 기반의 움직임 추정 및 보상을 수행하므로 보간 영상에서 간혹 블록화 현상이 나타나며 움직임이 큰 경우 보간 영상에서 발생된 구멍이 정밀하게 채워지지 않는 한계를 갖는다. 추후 움직임 추정 및 보상과 후처리에 관련하여 개선된 기법을 적용하여 보간 영상의 질을 높이는 알고리즘을 고안할 계획이다.

Acknowledgement

This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science, ICT&Future Planning(NRF-2014R1A1A2057970)

참고문헌

- [1] C. Cafforio, F. Rocca, and S. Tubaro, "Motion compensated image interpolation," IEEE Transactions Communication, vol. 35, no. 2, pp. 215-222, Feb. 1990.
- [2] Y.-K. Chen, A. Vetro, H. Sun, and S. Y. Kung, "Frame-rate up-conversion using transmitted true motion vectors," in Proc. 2nd IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing, CA, pp. 622-627, Dec. 1998
- [3] J. Zhai, K. Yu, J. Li, and S. Li, "A low complexity motion compensated frame interpolation method," IEEE Intactions Symposium on Circuits and Systems, Kobe, Japan, pp. 4927-4930, May 2005.
- [4] T. Seidl, H. P. Kriegel, "Optimal Multi-Step k-Nearest Neighbor Search," Proc. ACM SIGMOD, 1998