
FRUC 기술을 위한 블록별 왜곡 크기 추정기법의 성능비교

김진수

한밭대학교

Performance Comparison of Block-based Distortion Estimations for FRUC Techniques

Jin-soo Kim

Hanbat National University

E-mail : jskim67@hanbat.ac.kr

요 약

본 논문에서는 FRUC(Frame Rate Up Conversion)에 사용되는 대표적인 움직임 보상 프레임 보간 기술들에 사용되는 블록 기반의 왜곡 예측기법에 대한 성능을 비교한다. 기존에 제안된 블록 기반의 움직임 보상 보간에 대한 왜곡 측정 기법들에 대한 각각 특징과 차이점에 대하여 조사하고, 각각의 독립적인 제어와 결합된 통합 제어에 의해 실제 왜곡을 효과적으로 예측하는 모델에 대해 논한다. 특히, 블록 기반의 시간축 정합특성, 공간적 정합특성, 이웃블록과의 움직임 벡터 유사성, 공간 주파수 특성 등으로 세분화하고, 컴퓨터 모의실험에 기초하여 성능을 비교한다. 본 논문에서 제시된 결과들은 FRUC 기법에 효과적으로 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 분산 비디오 부호화 기법에 효과적으로 사용되어 성능개선을 이룰 수 있음을 보인다.

ABSTRACT

Since DVC (Distributed Video Coding) and FRUC (Frame Rate Up Conversion) techniques need to have an efficient motion compensated frame interpolation algorithms. Conventional works of these applications have mainly focused on the performance improvement of overall system. But, in some applications, it is necessary to evaluate how well the MCI (Motion Compensated Interpolation) frame matches the original frame. For this aim, this paper deals with the modeling methods for evaluating the block-based matching cost. First, several matching criteria, which have already been dealt with the motion compensated frame interpolation, are introduced and then combined to make estimate models for the size of MSE (Mean Square Error) noise of the MCI frame to original one. Through computer simulations, it is shown that the block-based cost evaluation models are tested and can be effectively used for estimating the MSE noise.

키워드

DVC, FRUC, MCFI, 움직임 보상 보간

1. 서 론

최근에 다양한 종류의 영상정보의 출현과 고품질의 고해상도 디스플레이 포맷의 폭발적인 증가로 프레임 율 증가변환(FRUC: Frame Rate Up Conversion) 기법에서 움직임 정보를 이용한 프레임 율 증가변환 기법은 크게 두 가지로 요약된다. 첫 번째는 참조 프레임에서 예측된 움직임 벡터를 포함하는 블록과 시간적으로 동일한 위치의 블록을 보간하는 기법이고, 두 번째는 참조되는

프레임에서 예측된 움직임 벡터의 중간 값에 해당하는 위치에 블록을 보간하는 방법이다. 특히, 두 번째 방법은 비선형적인 움직임 영역을 보간할 수 있는 기법으로 널리 이용되고 있지만, 중복되는 구간이 발생하고, 폐색영역(occluded region)을 효과적으로 검출하는 기법을 필요로 한다. 이를 위해, 블록 기반의 시간축 정합특성, 공간적 정합특성, 이웃블록과의 움직임 벡터 유사성, 공간 주파수 특성 등으로 세분화하고, 컴퓨터 모의실험에 기초하여 성능을 비교한다. 본 논문에서

제시된 결과들은 FRUC 기법에 효과적으로 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 분산 비디오 부호화 기법에 효과적으로 사용되어 성능개선을 이룰 수 있음을 보인다.

II. 움직임 보상 보간의 개요

그림 1은 블록분할에 기초한 움직임 물체가 있는 프레임간 움직임 보상 보간을 나타내고 있다. 정적인 배경 영역과 선형적인 움직임이 있는 영역은 양방향 움직임 보상에 의해 복원될 수 있다. 그러나, 폐색 영역은 덮인 배경 (covered background)과 드러난 배경 (uncovered background)으로 구성되며, 덮인 배경은 순방향 탐색에 의해 효과적인 보상 보간이 가능해지고, 드러난 배경은 역방향 탐색에 의해 효과적인 보상 보간이 가능해진다. 이러한 폐색 영역은 비선형적인 특성을 갖게 되며, 우수한 품질을 갖는 프레임 보간 성능을 얻기 위해서는 효과적인 검색은 필수적인 요소기술이다.

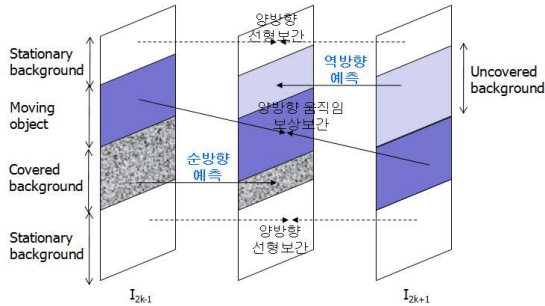


그림 1. 블록 분할에 기초한 MCFI

III. 움직임 보상 보간과 왜곡 측정기법

이웃하는 두 개의 프레임 I_{n+1} 과 I_{n-1} 을 이용한 움직임 보상 보간을 위한 움직임 탐색은 두 개의 프레임 사이에 차이 절대값 합(SAD: Sum of Absolute Difference)이 최소가 되는 위치가 되며, 다음과 같이 정의된다.

$$SAD(dx, dy) = \sum_{x \in S_x} \sum_{y \in S_y} |I_{n+1}(p) - I_{n-1}(p+v)|$$

$$v = \arg \min_{(dx, dy)} \{SAD(dx, dy)\} \quad (1)$$

여기서, v 는 움직임 벡터이며, 움직임 벡터를 이용하여 보간되는 정보는 다음과 같이 얻어진다.

$$Y_n(p) = \frac{I_{n-1}(p-v/2) + I_{n+1}(p+v/2)}{2} \quad (2)$$

이렇게 얻어진 움직임 보상 보간에 대한 왜곡 측정 기법은 다음과 같이 접근할 수 있다. 첫 번째 시간 방향 정합, 공간 방향 정합, 움직임 벡터 균일성, 고주파 반영 특성은 다음과 같이 각각 정의된다.

$$C_t = \frac{1}{N_M} \sum_{p \in M} (I_{n+1}(p-v/2) - I_{n-1}(p+v/2))^2$$

$$C_s = \frac{1}{N_s} \sum_{p \in M_s} |Y_n(p) - Y_n(n(p))| \quad (3)$$

$$C_v = \min \{ \|v - w\|^2 : w \in W \}$$

$$C_f = \frac{N_M^2 - 1}{N_M^2} \left(\sum_{i=0}^{N_M-1} \sum_{j=0}^{N_M-1} \sqrt{(i+1)(j+1)} (|f(i, j)| - f(0, 0)) \right)$$

시간 방향 정합특성은 보간되는 두 개의 블록간에 차이 정보를 이용해서 측정하는 것이고, 공간 방향 정합 특성은 보간된 블록의 주위 화소 정보를 이용하여 비교한다. 그리고 움직임벡터의 균일성은 주의 블록간에 움직임 벡터의 균일함에 대한 정합 특성을 반영하는 것이고 고주파 반영 특성은 DCT를 통해 얻어지는 고주파 성분의 구성 정도를 나타낸다.

IV. 분석 파라미터 간의 상관관계 및 왜곡 예측 모델링

본 논문에서 정의된 4가지 모델에 대한 상호 상관 특성을 분석하기 위해 정규화된 상호 상관(NCC: Normalized Cross Correlation)을 조사하였다. 그림2는 QCIF, 30Hz의 Foreman시퀀스에 대한 실제의 왜곡에 대한 모의실험 결과를 보여주고 있다. 이 결과에서 알 수 있듯이 시간관계 특성이 매우 상관도가 높으며, 공간 특성은 크지 않음을 알 수 있다. 또한, 움직임 벡터와 고주파에 의한 파라미터도 상관성이 높으나 프레임에

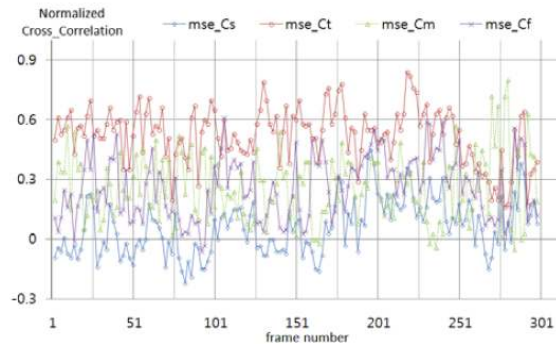


그림 2. Foreman시퀀스에 대한 분석 파라미터에 대한 모의실험

따라 상관도가 급격히 변화하는 특성을 보여주고 있다.

이상의 모의실험을 바탕으로 1변수 모델, 2변수 모델, 3변수 모델을 사용하여 실제 왜곡에 대한 예측 파라미터로 사용할 수 있다. 이때 각 파라미터에 대한 모의실험 결과는 그림3과 같이 얻어진다.

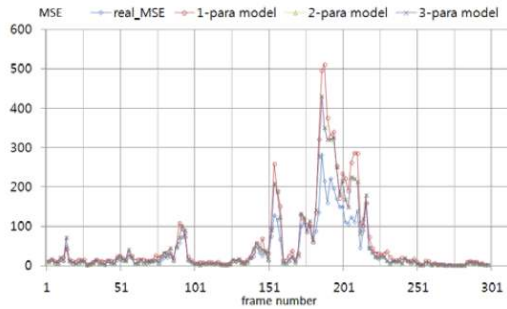


그림 3. Foreman시퀀스에 대한 모델링에 따른 모의실험 결과

이 결과에서 알 수 있듯이 1변수 모델보다는 2변수 모델이 우수하고 2변수 모델보다는 3변수 모델이 우수함을 알 수 있다. 그러나 3변수 모델과 2변수 모델 사이에 얻어지는 성능 개선 정도는 미미함을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 FRUC에 사용되는 대표적인 움직임 보상 프레임 보간 기술들에 사용되는 블록 기반의 왜곡 예측기법에 대한 성능을 비교하였고, 이를 이용하여 실제 왜곡을 효과적으로 예측하는 모델에 대해 논하였다. 즉, 블록 기반의 시간축 정합특성, 공간적 정합특성, 이웃블록과의 움직임 벡터 유사성, 공간 주파수 특성 등으로 세분화하고, 이를 기반으로 하는 모델이 컴퓨터 모의실험에 기초하여 성능을 비교하였다. 본 논문에서 제시된 결과들은 FRUC 기법에 효과적으로 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 분산 비디오 부호화 기법에 효과적으로 사용되어 성능개선을 이룰 수 있음을 보인다.

감사의 글

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

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] T.Thaipanich, P.-H.Wu, and C.-C. J. Kuo, "Low Complexity Algorithm for Robust Video Frame Rate Up-Conversion(FRUC) Technique," IEEE Trans. Consumer Electronics, Vol. 55, No. 1, pp. 220-228, Feb. 2009
- [5] Sang-Uk Park, Jin-Woo Choi, Chang-Su Kim, Sang-Uk Lee and Jung-Won Kang, "Efficient Distributed Video Coding Using Symmetric Motion Estimation and Channel Division," PACRIM09, Aug. 2009.