

H.264 인트라 프레임에서의 방해함수를 이용한 적응적인 인터폴레이션 기법

*박미선, 전성훈, 이귀상
전남대학교 전산학과

e-mail : fish37ho@oracle.chonnam.ac.kr

Adaptive Interpolation for Intra Frame in H.264 using Disturbance Function

*Mi-Seon Park, Sung-Hun Jeon, Gue-Sang Lee
Dept. Computer Science
Chonnam National University

I. 서론

Abstract

H.264의 인트라 프레임 에러복원기법은 상하좌우 인접한 블록의 픽셀을 사용하여 거리의 가중치 평균값으로 손실된 블록을 복원한다. H.264의 인트라 프레임 에러복원기법으로 복원된 블록은 주변블록 픽셀들의 평균을 취하기 때문에 그로 인해 생기는 블러링 현상을 피할 수 없다. 이를 개선하기 위하여 주변블록의 에지정보를 이용하여 인터폴레이션하는 방법이 제안되었으나 에지성분이 다양하거나 에지성분이 없는 경우, 블록을 복원하는 데 있어서 기존 H.264의 복원기법보다 성능이 저하되는 문제점이 있다. 본 논문에서는 주변블록의 정보를 이용하여 손실된 블록의 인터폴레이션의 에지방향을 추정하고 방해함수를 통해서 임계치를 결정하여 적응적으로 에지방향의 인터폴레이션과 가중치평균 인터폴레이션을 선택하여 복원하는 방법을 제안한다. 에지방향의 인터폴레이션에서는 선택된 전체에지방향과 상하좌우 각각의 주변블록의 에지방향들간의 상호 관계를 고려함으로써 최종적으로 최적에지방향을 선택하여 성능을 향상시킨다. 제안된 방법은 영상에 따라 H.264 에러복원기법보다 객관적인 화질이 0.5dB ~ 2dB PSNR 향상을 보였고 주관적인 화질 개선의 결과를 보였다.

최근 정보통신기술과 컴퓨터 기술의 발전으로 정지 영상이나 동영상같은 멀티미디어 데이터가 기하급수적으로 증가하고 있다. 그로 인해 멀티미디어 데이터의 고품질, 고신뢰성이 요구되고 디지털 TV뿐만 아니라 인터넷이나 휴대폰 등에서도 그 중요성이 점차 늘어나고 있다. 새로운 동영상 표준인 H.264는 기존 동영상 표준보다 높은 압축효율을 가지고 있다.

H.264에는 유무선 통신환경에서 발생하는 에러에 대해 인트라, 인터프레임을 복원하는 방법이 있다. 기존 인트라프레임 복원방법은 주변블록의 픽셀을 가중치 평균하기 때문에 블러링 현상이 생긴다. 본 논문에서는 인트라 프레임 에러에 대해 손실된 블록의 에지방향을 추정하고 방해함수를 통해 적응적으로 인터폴레이션하는 방법을 제안한다.

II장에서는 H.264의 기존 에러은닉기법에 대해 기술하고 III장은 제안한 에러은닉기법을 설명한다. IV장에서는 H.264의 기존 방법과 제안한 방법을 구현, 테스트하고 그 결과를 비교하고 V장에서는 결론을 내린다.

II. H.264 공간적 에러은닉기법

1. 가중치 평균 픽셀 보간법

H.264는 인트라(I) 프레임의 손실된 MB(매크로블록,

macroblock)를 가중치 평균 픽셀 보간법에 의해 복원한다. 각각의 손실된 MB에 대하여 상하좌우 MB가 디코딩되었는지를 체크하고, [수식1]과 같이 해당 픽셀을 복원한다.

$$\tilde{Y}(x, y) = \frac{\sum_{n=1}^4 Y^n \times [15 - d_n]}{\sum_{n=1}^4 d_n} \quad \text{[수식1]}$$

\tilde{Y} 는 복원된 픽셀값, Y^1, Y^2, Y^3, Y^4 은 상하좌우 주변 블록의 경계에 있는 픽셀값, d_1, d_2, d_3, d_4 는 복원 픽셀 \tilde{Y} 와 주변블록의 픽셀 Y^1, Y^2, Y^3, Y^4 까지 이르는 거리값이다. [그림 1]

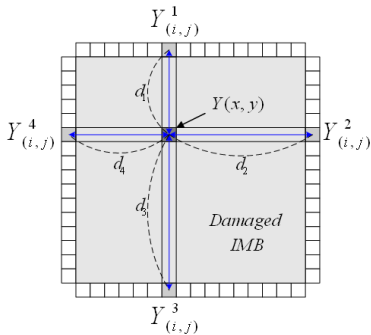


그림 1. H.264의 가중치 평균 픽셀 보간법

가중치 평균 픽셀 보간법은 주변블록이 최소 2개 이상 디코딩 되었을 때 수행하며, 2개 미만일 경우에는 에러를 복원하지 않는다.

III. 제안 알고리즘

1. 손실 MB의 에지 추정

손실 MB의 에지방향을 추정하기 위해먼저 상하좌우 주변MB를 체크한다. 주변 MB가 있는 경우에 대하여 upMB와 downMB는 손실 MB와 인접한 16x8 크기의 블록을 선택하고, leftMB와 rightMB는 8x16 크기의 블록을 선택한다[그림2].

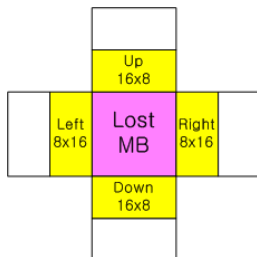


그림 2. 손실 MB의 에지 추정을 위한 주변 MB 선택

주변 MB의 16x8, 8x16 블록의 에지 성분을 이용하여 손실 MB의 에지를 추정하는데, 에지를 검출하는 방법으로 Gradient Filter를 사용한다. 주변 MB 블록에 [수식2]의 Prewitt 마스크 G_x, G_y 를 씌운다.[1]

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, G_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{[수식2]}$$

마스크를 씌운 결과값으로 에지의 크기와 방향을 구한다.[수식3]

$$\text{에지 크기}(M) = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

$$\text{에지 방향}(D) = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \quad \text{[수식3]}$$

upMB 16x8, leftMB 8x16, downMB 16x8, rightMB 8x16에 대해 계산된 에지 방향(D)를 [그림 3]과 같이 8가지 방향으로 분류하고 8가지 방향에 대해 빈도수와 각각의 에지 크기(M)을 전체 카운팅한다.

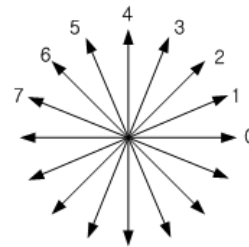


그림 3. 8가지 방향으로 에지 분류

0번 방향부터 7번 방향까지 에지를 카운팅한 결과값 중에서 가장 빈도수와 크기가 큰 에지를 BestDir로 선택한다.

2. 방해함수

BestDir은 가장 빈도수가 높은 주 에지방향이지만, BestDir이 다른 에지방향을 빈도수보다 강하지 않은 경우 즉, 여러 가지 에지방향이 비슷하게 존재할 때에는 에지방향으로 인터플레이션하면 화질 저하의 결과를 가져온다. 이를 개선하기 위해 방해함수를 통해 BestDir의 신뢰도를 측정하여 적응적으로 인터플레이션하도록 한다.

방해함수 $Dist(d_{best})$ 는 [그림4], [수식4]와 같이 구한다.

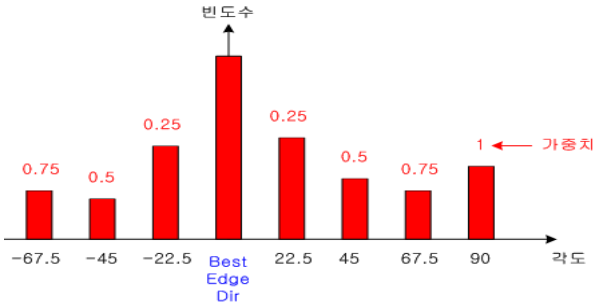


그림 4. BestDir의 방해함수를 위한 그래프

$$Dist(d_{best}) = \frac{\sum_{i=0}^7 f_i \times w_i}{\sum_{i=0}^7 f_i} \quad \text{[수식4]}$$

f_i 는 에지0번방향부터 7번방향의 각각 카운팅값을 의미하며, w_i 는 $\{0.75, 0.5, 0.25, 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1\}$ 의 weighted coefficient 집합의 i 번째 원소이다.

3. 적응적인 인터플레이션 방법

$Dist(d_{best})$ 과 $Threshold$ 값을 비교하여 에지방향으로 인터플레이션과 기존 H.264 방법인 가중치평균 인터플레이션 중에서 선택하여 손실 MB를 복원한다. 그림5의 (a)와 같은 경우에는 $bestDir$ 의 성분이 다른방향의 에지들보다 뚜렷함을 나타내기 때문에 에지방향으로 인터플레이션을 하고 (b)와 같은 경우에는 뚜렷한 에지성분이 없으므로 가중치평균을 이용한 인터플레이션이 훨씬 효율적이다.

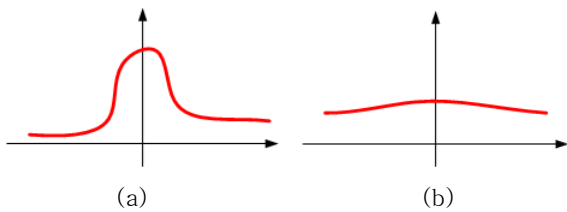


그림 5. 방해함수 구하기 위한 그래프 모형의 예

$Dist(d_{best}) < Threshold$ 는 (a)의 경우이며, 이러한 경우에는 [그림6]과 같이 선택된 BestDir 에지방향으로 인터플레이션을 한다. [그림6]은 BestDir이 2인 경우이다. (b)의 경우는 $Dist(d_{best}) > Threshold$ 일 때이며 이러한 경우는 [그림2]와 같이 가중치평균을 이용하여 복원한다. 에지방향에 따라 픽셀을 복원하는

수식은 다음[수식5]와 같다. \tilde{Y} 는 복원할 픽셀, $Y_{(i,j)}^{D1}$ 와 $Y_{(i,j)}^{D2}$ 는 에지방향에 따라 선택되는 주변블록의 픽셀, D_1 과 D_2 는 각각의 거리를 말한다.

$$\tilde{Y}(x, y) = \left(\frac{D_2}{D_1 + D_2}\right) \times Y_{(i,j)}^{D1} + \left(\frac{D_1}{D_1 + D_2}\right) \times Y_{(i,j)}^{D2} \quad \text{[수식5]}$$

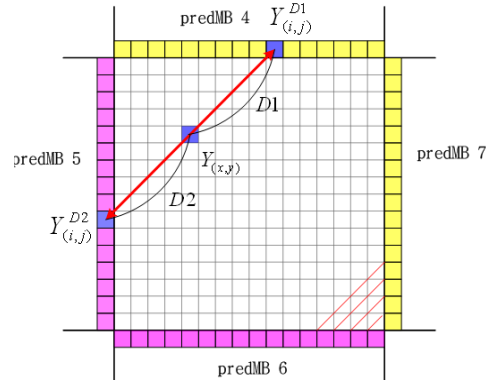
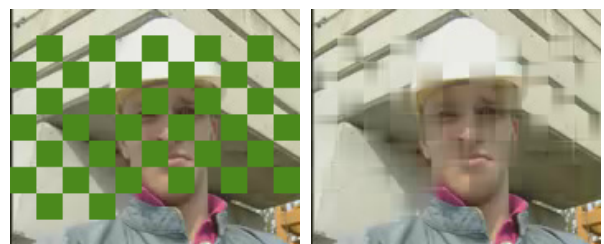


그림 6. 2번 에지방향 인터플레이션

IV. 실험 및 결과

JM8.6으로 구현하였고, 슬라이스모드는 1번이며, 인트라 프레임에 4번부터 11번 패킷loss 에러를 주었다. [그림7]은 Forman.qcif 영상의 실험결과이고 [그림8]은 Claire.qcif 영상의 결과로 (a)은 에러영상이고 (b)는 H.264의 인트라 에러복원기법으로 복원한 영상이다. (c)는 Xu가 제안한 복원기법이며 (d)는 본 논문에서 제안한 방법으로 에러를 복원한 영상이다.

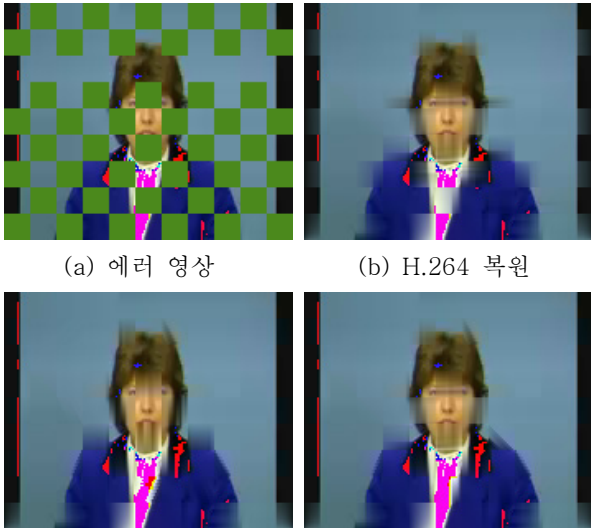


(a) 에러 영상

(b) H.264 복원



(c) Xu 방법[1] (d) 적응적 복원
그림 7. forman 영상의 테스트 결과 화면



(a) 에러 영상 (b) H.264 복원
(c) Xu 방법[1] (d) 적응적 복원
그림 8. claire 영상의 테스트 결과 화면

고, 총 150프레임을 테스트하여 평균PSNR값을 구하였다[표1]. forman영상과 claire영상의 150 프레임의 PSNR을 그래프로 나타내었다[그림9].

영상	H.264 PSNR (A)	Xu PSNR (B)	Proposed PSNR (C)	(B)-(A)	(C)-(A)	(C)-(B)
akiyo	27.2888	27.6284	27.8384	0.3396	0.5496	0.21
carphone	26.6556	27.2259	27.3583	0.5703	0.7027	0.1324
claire	24.7501	26.2457	26.5346	1.4956	1.7845	0.2889
container	25.9003	25.2095	25.9224	-0.6908	0.0221	0.7129
foreman	25.9923	27.7252	28.2523	1.7329	2.26	0.5271
mother	28.082	28.6304	28.8006	0.5484	0.7186	0.1702
news	27.3352	26.709	27.4955	-0.6262	0.1603	0.7865
salesman	28.1557	27.1545	28.1727	-1.0012	0.017	1.0182
silent	28.2509	27.7495	28.5285	-0.5014	0.2776	0.779
suzie	31.0687	30.6159	31.2612	-0.4528	0.1925	0.6453

표1. 각 영상에 따른 PSNR 비교

V. 결론 및 향후 연구 방향

인트라 프레임은 인터 프레임에 비해 많은 정보를 가지고 있으므로 손실되었을 경우 상당한 화질저하의 결과를 가져온다. 인트라 프레임의 에러를 복원하기 위해 본 논문에서 제안된 방법은 주된 에지를 검출하여 적응적으로 인터플레이션한다. 이 방법은 기존 H.264의 가중치평균방법과 Xu[1]가 제안한 방법보다 평균PSNR 0.5~2dB의 화질 개선을 보이며 2.26dB까지 높은 객관적 화질 개선을 보였다. 또한 영상을 비교해보았을 때 주관적으로도 화질이 개선되었음을 볼 수 있다.

앞으로 8x8의 서브블록단위로 좀더 원영상에 가깝도록 인트라 프레임을 복원하는 부분과 1차식에 의해 에지방향으로 인터플레이션하는 것이 아닌 2차, 3차 에지방향 인터플레이션 기법을 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] Yanling Xu, Yuanhua Zhou, "H.264 Video Communication Based Refined Error Concealment Schemes", Consumer Electronics, IEEE Transactions on Volume 50, Issue 4, pp.1135-1141, Nov 2004.

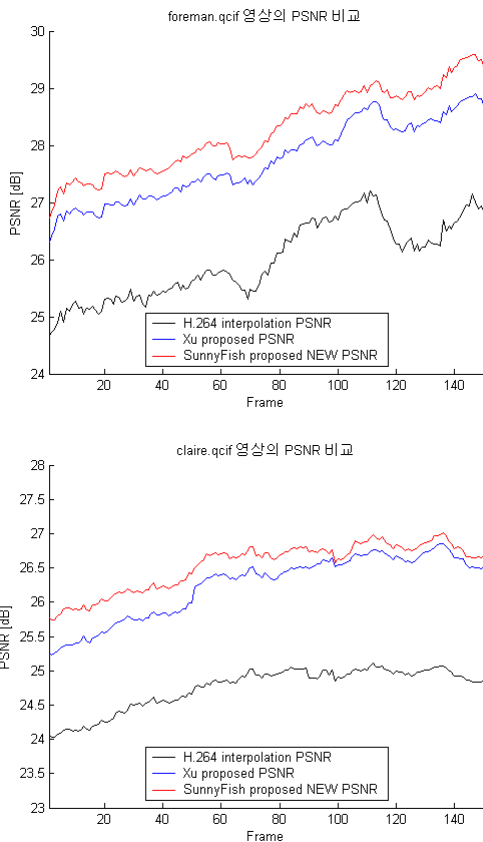


그림 9. 각 영상에 따른 PSNR 그래프

각각 10개의 영상에 대해서 4~11번 패킷에러를 주