

# H.26X 의 화질 보상 방법 연구

강의선, 윤성규, 이조원, 엄성민, 임영환  
승실대학교 컴퓨터학과  
e-mail :mailto:kanges@media.ssu.ac.kr

## A Study on Video Quality Compensation for H.26X Scheme

Eui-Sun Kang, Sung-Kyu Yoon , Jowon Yi, Sung-Min Um, Young-Hwan Lim  
Dept.of Computer Science Soongsil University

### 요 약

저 대역 망에서 동영상을 실시간으로 전송하기 위해서는 높은 압축률을 요구한다. 따라서 복원된 이미지는 화질 저하라는 현상을 낳게 되는데 본 논문에서는 복원 이미지의 화질 보상에 대한 방법으로 디코더에서 블록 아티팩을 제거하고 복원 이미지를 선명하게 하는 알고리즘을 제안한다. 여기서 화질 보상은 원본 이미지와 동일하게 만드는 것이 아니라 인간이 더 좋은 영상으로 인식하도록 하는 걸 목적으로 한다.

### 1. 서론

DCT 는 디지털 신호를 주파수 영역으로 바꿔주는 알고리즘으로 H.263 압축 방식에서는 저 대역에서의 실시간 전송을 지원하기 위해 압축률을 과도하게 높인다. 이 과정에서 YcbCr 형태로 이루어진 블록과 블록의 경계 픽셀은 유사하더라도 블록마다 분리되어 DCT 가 수행되므로 서로 다른 계수 값으로 전환된다. 즉 근접한 블록 경계상의 데이터의 불연속으로 인해 전체 이미지가 블록으로 나누어져 보이는 블록 아티팩 현상을 발생한다. 블록 아티팩은 DCT 를 사용하는 압축 방식에서 나타나며 블록 경계상의 픽셀 데이터의 상관 관계를 고려하지 않고 DCT 가 수행되기 때문에 발생한다.[2]. 블록 아티팩을 개선하는 방법에는 블록의 경계값이 서로 같은 값으로 수렴하기 위해 반복적인 알고리즘을 사용하는 방법, 정규화된 이미지 복원 방법 ( Constrained Least Squares ), 주파수 도메인에서 형성되는 DCT 를 분석하여 변형하는 방법이 연구되어 지고 있다[1][3][4][5]. 하지만 이런 방법들은 압축시에 너무 많은 복잡도를 요구하여 시간이 많이 소비되는 단점을 가지고 있다.

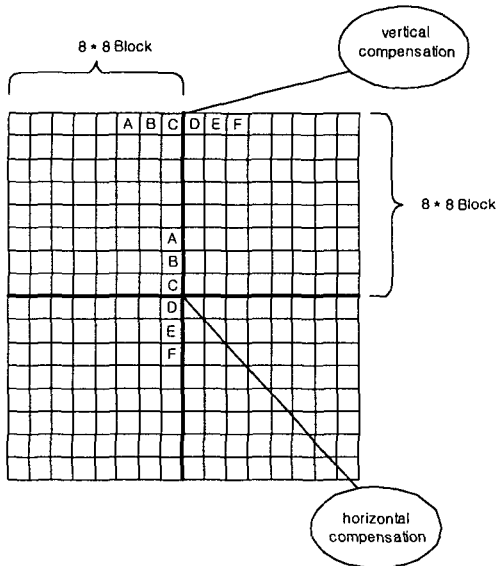
그리고 블록 아티팩 화질 저하와 더불어 복원된 이미지는 원본 이미지보다 휘도의 변화가 적다. 이런 결과는 같은 휘도의 데이터가 분포됨을 의미하고 명암이 하나의 값으로 집중되는 경향을 보인다. 명암이 넓

게 분포되지 않으면 같은 이미지라도 선명도가 떨어진다[2]. 이 논문에서는 복원 이미지의 화질 저하를 보상하기 위해 디코딩된 이미지에 필터를 사용하여 블록 아티팩을 제거하는 알고리즘을 제안하고 명암 대비 스트레칭을 적용한다. 여기서 화질 보상은 원본 이미지와 동일하게 만드는 것이 아니라 인간의 눈에 더 보기 좋게 인식하도록 하는 것 의미한다.

### 2. 복원 비디오의 화질 보상

#### 2.1. 블록 아티팩 제거 알고리즘

블록 아티팩은 블록 경계상의 픽셀들의 큰 차이로 인한 화질 저하를 말한다. 직관적으로 블록 아티팩을 제거하기 위해서는 블록 경계선상의 픽셀들의 차이가 커지지 않도록 하면 된다. 블록 아티팩을 줄이기 위해서 블록 경계간 수평보상과 수직 보상을 한다. 보상 방법은 경계 값을 중심으로 최대, 최소 값을 결정하고 픽셀 위치에 따른 가중치를 적용하여 보상 값을 구한다. 먼저 두 개의 경계 값을 비슷한 값으로 보상하고 주위의 값들을 원래의 값과 허용범위를 넘지 않은 수준에서 점진적으로 보상해 나간다. 수직, 수평 보상에 적용되는 픽셀들의 위치를 나타낸다.



[그림 2-1] 블록 경계의 보상 위치

블록 경계에 위치한 픽셀들에 대한 보상 값은 두 픽셀 값의 차이에 기반을 둔다. 보상 간격은 다음과 같은 수식으로 결정된다.

$$\text{factor} = (\max - \min) / 7$$

여기서 max는 C와 D에 위치한 값 중에서 큰 값을 말하며 min은 작은 값을 말한다. 실제 C와 D에 위치한 값들을 보상하기 위해서 보상 간격 factor에 픽셀 위치에 해당하는 가중치를 곱함으로써 계산된다. 그런 다음 최대, 최소 값의 위치에 따라 보상 값의 가감을 결정하여 최종적으로 보상을 한다. 블록 경계에 위치한 픽셀일수록 그 차이가 커지기 때문에 가중치가 높아진다. 픽셀 위치에 따른 가중치 비율은 다음과 같다.

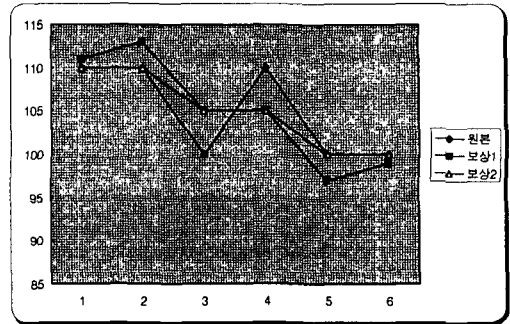
$$\begin{aligned} C : B : A &= 4 : 2 : 1 \\ D : E : F &= 4 : 2 : 1 \end{aligned}$$

보상 간격과 위치에 따른 가중치를 적용하여 C와 D에 위치한 값의 보상은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} &\text{Compensate}(C, \max\_pos, \min\_pos) \\ &= \text{Clip}(C + \text{Sign}(\max\_pos, \min\_pos) \text{ TIMES } 4 \\ &\quad \text{TIMES factor}) \\ &\text{Compensate}(D, \max\_pos, \min\_pos) \\ &= \text{Clip}(D + \text{Sign}(\max\_pos, \min\_pos) \text{ TIMES } 4 \\ &\quad \text{TIMES factor}) \end{aligned}$$

Sign 함수는 max, min의 위치에 따라 보상치가 더해질지, 뺄지를 결정한다. Clip 함수는 픽셀 값의 범위가 0~255까지로 제한되어 있는데 보상 시에 허용 범위를 벗어날 수 있으므로 범위를 벗어나는 값을 0~255으로 제한한다. 위의 수식을 이용하면 C와 D에 위치한 픽셀을 유사한 값으로 보상할 수 있다. 하지만

경계선 주위의 픽셀 값(A,B,E,F)을 위의 수식대로 적용한다면 픽셀 사이의 차이가 줄어들지 않는 경우도 발생한다.



[그림 2-2] 보상 값의 결정 (픽셀간이 차이가 적게 나니 compensation2를 결정)

[그림 2-2]은 A,B,E,F에 위치한 픽셀의 보상을 나타낸다. 위의 수식에 의한 보상은 compensation1에 나타난다. 예를 들어 픽셀 위치가 5인 경우를 보자. 보상 후의 4번째 5번째의 픽셀 차이는 보상하기 전보다 줄어든 것을 확인할 수 있다. 하지만 이 경우 5번째 픽셀 값을 보상하지 않고 보상 전의 픽셀을 그대로 유지한다면 4번째와 5번째의 차이가 더 줄어들 것을 확인할 수 있다. 즉 4번째 픽셀은 위의 수식대로 보상을 하고 5번째 픽셀은 보상하지 않고 원래의 값을 그대로 유지한다면 픽셀 간의 차이가 줄어든다. 따라서 A,B,E,F에 위치한 픽셀을 보상하기 위해서는 보상 전후의 값을 비교하여 차이가 적은 것을 결정해야 한다. 이 방법을 적용한 알고리즘은 다음과 같다.

[알고리즘 21] 위치에 따른 픽셀 보상 알고리즘

- ✓ Step 1  
블록 경계 주위의 픽셀을 보상한다.
- ✓ Step 2  
근접한 픽셀과 보상한 값의 차이를 계산한다.
- ✓ Step 3  
근접한 픽셀과 원래의 값의 차이를 계산한다.
- ✓ Step 4  
만약 step 2에서 구한 차이가 step 3에서 계산된 값보다 작다면 픽셀 값을 보상한 값으로 바꾼다. 그렇지 않다면 픽셀의 값을 원래의 값으로 유지한다.

2.2. 스트레칭을 이용한 명암 대비

하나의 이미지를 비교할 경우 명암 대비가 높은 이미지가 될수록 어두운 부분과 밝은 부분의 차이가 선명하게 보인다. 압축된 동영상 이미지를 복원시킨 경우 명암 대비가 적게 나타나는 현상을 보인다. 따라서 복원 이미지에 대해 명암 대비를 높게 한다면 이미지가 선명하게 보인다. 명암 대비는 영상 히스토그램(histogram)을 사용해서 바꿀 수 있다.

영상 히스토그램은 영상의 모든 픽셀들에 대한 밝기 값을 출현빈도로 나타낸 것이다[6]. 일반적으로 어

두은 영상은 픽셀 값 분포가 왼쪽으로 편중된 히스토그램을 가지며 밝은 영상은 픽셀 값 분포가 오른쪽으로 편중된 히스토그램을 갖는다. 또한 명암의 대비가 낮으면 픽셀이 히스토그램의 왼쪽, 오른쪽 또는 중앙의 오른쪽으로 집중된다. 그리고 히스토그램의 막대가 촘촘하게 밀집되며 픽셀 값의 범위가 일부분에만 분포한다. 반대로 명암의 대비가 높으면 넓은 범위의 픽셀 값을 포함한다.

영상의 명암 대비를 높이는 방법은 히스토그램을 고르게 분포시키면 된다. 따라서 히스토그램이 0 부터 255 까지 고르게 분포하도록 스트레칭을 시키면 된다.

명암 스트레칭을 하기 위해서 일정 양의 픽셀을 흰색, 검은색을 갖도록 지정한다. 그리고 낮은 범위와 높은 범위의 임계값을 발견하기 위해서 히스토그램을 조사한다. 그 다음 임계 값 범위 내의 픽셀 빈도에 해당하는 룩업 테이블( Lookup Table )을 구성한다. 룩업 테이블의 데이터의 값은 다음의 수식으로 결정한다.

```

value(x) = 0
for ~x ~<= ~low

value(x) = 255 TIMES x - low over high - low
for ~low~ <= ~x ~<= ~high
    
```

```

value(x) = 255
for ~x ~<= ~high
    
```

위의 수식은 일정한 양만큼 낮은 값 ( 0 )과 높은 값( 255 )을 유지하면서 임계 값 안의 값들은 전체 명암 값을 포함하도록 확장된다. 따라서 명암이 넓게 분포되기 때문에 명암 대비가 뚜렷해지므로 선명한 화질을 보여준다.

3. 화질 평가

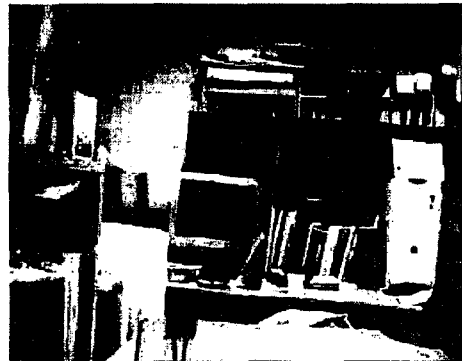
복원된 이미지의 화질을 평가하기 위해서 주관적 또는 분석적 방법을 사용한다. 본 연구는 본래의 화상과의 유사성에 중점을 두지 않고 화질의 보상에 중점을 두었으므로 주관적 평가를 사용한다.

실제 보상전의 이미지와 보상후의 이미지를 보면 보상 후의 이미지에서 블록 아티팩이 제거되었으며 이로 인해 화질이 더 좋게 보여진다. [그림 2-5]은 보상 후의 이미지이다. [그림 2-4]에서 보이는 블록 아티팩 현상이 보이지 않는 것을 확인할 수 있다.

[그림 2-6]은 보상 전후의 히스토그램을 나타내고 있다. 보상 후의 히스토그램이 오른쪽으로 치우치고 넓게 분포되어 있는 것을 확인할 수 있다. 따라서 명암 대비가 넓게 분포가 되고 이미지가 선명하다.



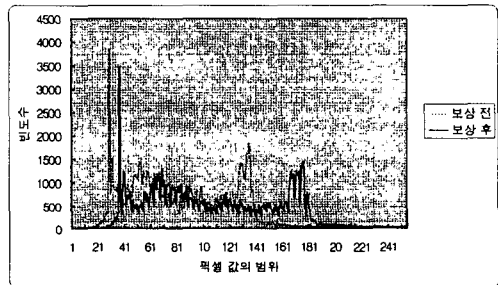
[그림 2-3] 원본 이미지



[그림 2-4] 보상 전 이미지



[그림 2-5] 보상 후 이미지



[그림 2-6] 보상 전후의 히스토그램

4. 복잡도

화질 보상의 성능 평가를 위해 실행 시간과 실행 시간을 계산하였다. [표 4-1]은 보상 전과 보상 후의 실행 시간을 보여준다.

	보상 전		보상 후	
	실행 시간	초당 프레임 수	실행 시간	초당 프레임 수
명암	2865	69	4270	46
표현	1979	101	3229	61
색상	972	205	2326	85

[표 4-1] 실행 시간

[표 4-1]에서 나타난 것처럼 화질 보상 후에도 초당 30 프레임 이상을 실행시킬 수 있으므로 실시간 환경에서 사용할 수 있다.

화질 보상은 명암 스트레칭, 수직 보상, 수평 보상으로 복원된 이미지를 보상한다. 명암 스트레칭의 경우 시간 복잡도를 계산하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{OMICRON}(c \text{ CDOT } r) = \\ & \text{OMICRON}(c \text{ CDOT } r) + \text{OMICRON}(\text{low}) \\ & + \text{OMICRON}(\text{high}) + \text{OMICRON}((c \text{ CDOT } r) \\ & - (\text{low} + \text{high})) + \text{OMICRON}(c \text{ CDOT } r) \end{aligned}$$

C는 이미지의 높이, r은 이미지의 너비, low는 흰색 비율 값을 나타내는 상수, high는 검은색 비율 값을 나타내는 상수이다.

수직 보상이인 경우의 시간 복잡도는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{OMICRON}(c/16 \text{ CDOT } r) + \text{OMICRON}(6) \\ & = \text{OMICRON}(c \text{ CDOT } r) \end{aligned}$$

수평 보상이인 경우는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{OMICRON}(r/16 \text{ CDOT } c) + \text{OMICRON}(6) \\ & = \text{OMICRON}(r \text{ CDOT } c) \end{aligned}$$

따라서 전체 시간 복잡도는

$$\begin{aligned} & \text{OMICRON}(c \text{ CDOT } r) + \text{OMICRON}(c \text{ CDOT } r) \\ & + \text{OMICRON}(r \text{ CDOT } c) \\ & = \text{OMICRON}(c \text{ CDOT } r) \end{aligned}$$

이다.

5. 결론

동영상은 데이터의 양이 많기 때문에 압축을 사용하여 전송 또는 저장을 한다. 따라서, 데이터의 손실이 발생하게 된다. DCT를 사용하는 압축 방식에서는

블록의 경계에 블록 아티팩 현상으로 인한 화질 저하가 일어나며, 명암 대비가 좁게 형성되어 영상의 선명도가 떨어진다.

본 논문은 실시간 전송 환경에서 소프트웨어 부호기를 사용할 경우 복호기에서 필터를 사용하여 블록 아티팩 현상을 제거하고 영상의 명암 대비를 높이는 방법을 사용하여 화질 보상을 수행하였다. 화질 보상 결과 영상에서 블록 아티팩이 제거되었으며, 히스토그램을 사용하여 명암의 대비를 넓게 분포시켜 영상의 선명도를 높였다. 또한, 복호 과정에서 실시간성의 유지하였다.

참고문헌

[1] ITU-T Standardization Sector of ITU, "Video Coding for Low Birate Communication," Draft ITU-T Recommendation H.263 Version 2, September 1997.  
 [2] ITU-T Standardization Sector of ITU, "Video Coding Test Model Near-Term, Version 8(TMN8), Release 0," H.263 Ad Hoc Group, June 1997.  
 [3] Borko Furht, Joshua Greenberg and Raymond Westwater, Kluwer Academic Publishers, "Motion Estimation Algorithms for Video Compression", 1997  
 [4] Borko Furht, Joshua Greenberg and Raymond Westwater, kluwer Academic Publishers, Motion Estimation Algorithms for video Compression, 1997  
 [5] K.R.Rao, J.J. Hwang, Techniques & Standards for Image. Video & Audio Coding, Prentice Hall, 1996  
 [6] Cote, G., Gallant, M. and Kossentini, F. "Efficient Motion Vector Estimation and Coding for H.263-Based Very Low Bit Rate Video Compression." Online document available at URL <http://www.ece.ubc.ca/spmg/>, 1997.  
 [7] CCITT H.263-Image Compression - Online document available at URL <http://www.stud.ee.ethz.ch/~rmprince/h263.html>