

HEVC 인트라 프레임에서 PU 크기와 모드의 상관관계를 이용한 무결성 워터마킹 삽입 알고리즘

*장수진 **서영호 ***김동욱

광운대학교

*sjjang@kw.ac.kr

The integrity insert watermarking algorithm using the correlation between the PU and the mode size in HEVC intra frame

*Jang, Su-Jin **Seo, Young-Ho ***Kim, Dong-Wook

Kwangwoon University

요약

최근 UHD TV 시장이 커지면서 이에 따라 4K 이상의 해상도에 대응하는 코덱의 필요성이 증가하였다. 2013년 1월 차세대 동영상 압축 기술인 HEVC (High Efficiency Video Coding)가 제정되면서 초고해상도 동영상에 대응이 가능해졌다. 새로운 동영상 압축 기술이 제정되면서 초고해상도 동영상에서도 워터마킹의 필요성이 증대되었다.

본 논문에서는 PU 크기와 모드의 상관관계를 이용하여 압축 시 인트라 프레임에서 워터마킹 삽입영역을 제시한다. 또한 이를 바탕으로 간단한 워터마킹 삽입 방법 알고리즘을 소개한다.

1. 서론

최근 여러 기업이 앞 다퉈서 UHD TV 제작 및 판매하고 있다. 따라서 4K 이상의 해상도에 대응하는 코덱이 필요하다. 현재 가장 대중적인 압축은 H.264/AVC 코덱이다. 이 코덱은 Full HD 해상도에 대응하지만 4K 이상의 해상도에서는 그 효율이 좋지 않다. 따라서 초고해상도 동영상에 대응할 수 있는 코덱이 필요하다. 2013년 1월 HEVC (High Efficiency Video Coding) 이라는 차세대 동영상 압축 표준 기술이 제정되면서 4K 이상의 초고해상도 동영상에 대응이 가능해졌다. 따라서 초고해상도 동영상의 워터마킹 또한 필요하다.[1]

HEVC는 압축 방법에 따라 인트라 (Intra) 인터 (Inter) 프레임으로 나뉜다. 인터 프레임의 경우, 움직임 예측 및 보상기술을 사용 시 화질의 열화정도가 심하기 때문에 대부분 인트라 프레임에서 워터마킹을 삽입한다. 따라서, 본 논문에서도 인트라 프레임을 타겟으로 한다.[2]

H.264/AVC 코덱을 기반으로 워터마킹 시 문제점을 다룬 논문이 있었는데,[3] 워터마킹 시 문제점이 재 인코딩 시 예측모드의 변화가 있기 때문에 워터마킹 삽입 영역을 선택에 어려움이 있다.

본 논문에서는 워터마킹 삽입 영역을 판단하기 위해 각 PU 크기에 따른 모드의 상관관계를 파악하기 위한 알고리즘을 소개하고 적합한 워터마킹 삽입 영역의 방향을 제시한다. 또한 그에 따른 워터마킹 삽입 방법에 대해 간략하게 말하고자 한다.

2. PU 크기와 모드의 상관관계

본 논문에서는 각 PU 크기에 따른 모드의 변화를 파악하기 위해

비 오차율을 계산하였다. 비 오차율 계산을 위해 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 그림 1과 같다.

우선, CTU 내의 모든 PU에 대한 Best mode를 구한다. 이 때 최종 선택되는 PU의 크기와 Best mode를 따로 저장한다. 이렇게 첫 번째 인코딩과 두 번째 인코딩의 최종 PU와 Best mode를 구한다.

다음과 같이 구한 각각의 인코딩의 최종 PU 크기와 Best mode의 비 오차율을 구하기 위해 두 인코딩의 최종 PU 크기가 같은 경우 0부터 34까지 모든 모드에 대해서 첫 번째 인코딩 한 결과의 모드가 예를 들어 0인 경우 그 개수를 세고 그 중에서 두 번째 인코딩 한 결과의 모드가 0인 경우의 그 개수를 세서 각각 모드에 대한 PU 크기 별 비 오차율을 구한다.

```
int 1st_mode[35] // 1st encoding best mode
int 2nd_mode[35]
int 1st_depth[5] // 1st encoding best depth
int 2nd_depth[5]

int n = 0; // depth loop

while(n <= 4) {
    if (1st_depth[n] == 2nd_depth[n]) {
        if(1st_mode[0] == 0) {
            // 첫 번째 인코딩에서의 총DC mode의 개수
```

```

DC_tot_mode++;
if(2nd_mode[0] == 0)
// DC mode에서 mode와 depth 가 일치하는 경우
DC_mode++;
}
}
.
.
.
n++;
}
    
```

그림 1 PU 크기에 따른 각 모드별 비 오차율 계산 알고리즘

3. 제안하는 워터마킹 삽입 알고리즘

다음의 실험 내용을 바탕으로 제시하는 워터마킹 삽입 알고리즘은 그림 2와 같다. 앞의 실험의 결과, 우리는 DC와 Planer를 제외한 영역에서 16X16 혹은 8X8에서 비 오차율이 높음을 확인 하였다. 따라서, 다음의 알고리즘은 최종적으로 선택된 PU 크기가 16X16 혹은 8X8 인 경우 그에 해당 되는 Best mode와 정 반대의 모드로 해당 PU의 모드를 첫 번째 인코딩 시 변경시키고 디코딩 후 두 번째 인코딩을 진행한다. 이후, 같은 PU 크기와 영상의 위치에서 첫 번째 인코딩 시 최종적으로 변경시킨 모드와 두 번째 인코딩 시 최종적으로 선택된 모드를 비교한다.

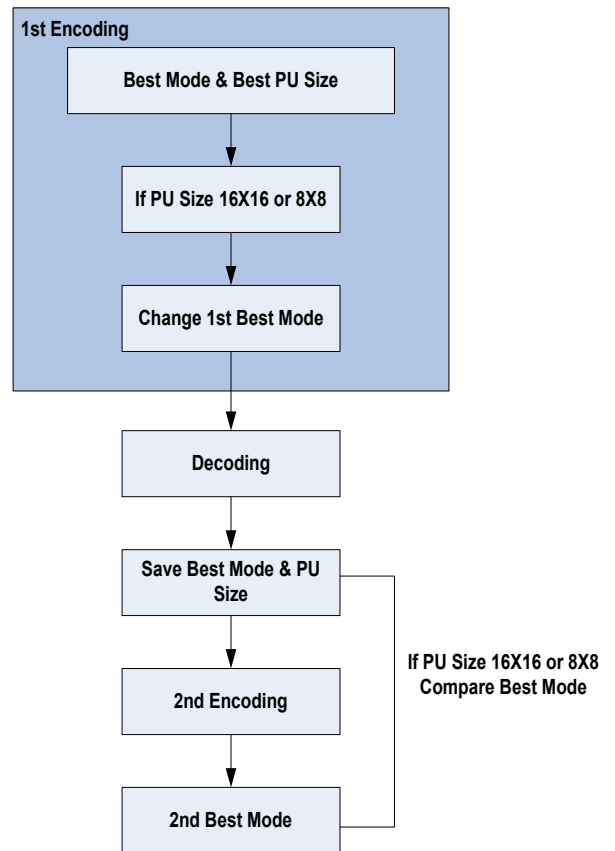


그림 2 제안하는 워터마킹 삽입 알고리즘

4. 실험 결과

그림 2에서는 1920X1080의 해상도를 지닌 시퀀스 Kimono, ParkScene, Cactus 10 프레임에 대해 PU 크기별 모드의 비 오차율이 얼마만큼 나는지를 보여준다. 실험한 결과를 보면 모드 0과 1에서 90% 이상의 비 오차율을 보였고 또한 비교적 큰 PU 크기 (64X64 혹은 32X32)에서 비 오차율이 커짐을 알 수 있다. 그 외의 모드에서는 오히려 PU 크기가 16X16 이나 8X8 인 경우 비 오차율이 다른 PU 크기보다 높음을 볼 수 있다. 따라서 DC 와 Planer 모드를 제외한 Angular 모드에서는 16X16이나 8X8에 워터마킹을 삽입하는 것이 적당하다.

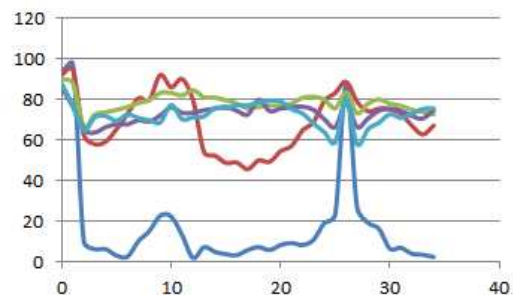


그림 3 PU 크기에 따른 각 모드별 비 오차율

5. 결론

본 논문에서는 첫 번째 인코딩을 하고 디코딩을 시킨 영상을 재 인코딩 했을 경우, PU 크기와 모드 변화의 비 오차율을 계산하여 워터마킹 삽입 영역의 범위를 줄였고 그에 따른 워터마킹 삽입 알고리즘을 제시하였다

압축에서 워터마킹이 어려운 점은 위와 같이 재 인코딩 했을 경우, 모드의 변화가 다양한 경우로 이루어져 파악이 어렵기 때문이다. 본 논문에서는 PU 크기와 모드 변화의 상관 관계에 대해서 실험해 보았지만 이외에도 모드가 변하는 다양한 경우에 대해 실험을 진행한다면 HEVC 워터마킹 연구에 발전을 도모할 수 있을 것으로 예상된다.

감사의 글

이 연구는 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2013R1A1A2057798)

참고문헌

- [1] 심동규, 조현호, “ 고효율 영상 부호화 기술 HEVC 표준 기술의 이해”, 홍릉과학출판사, 2014
- [2] 최현준, 서영호, 김동욱, “ H.264기반 인트라 프레임의 디지털 워터마킹 문제”, 한국해양정보통신학회지, vol13, pp233-242, 2010
- [3] 김보라, 서영호, 김동욱 “ HEVC 인트라 프레임에서 PU의 특이한 경향성을 발견하기 위한 알고리즘 ”, 2014년 한국방송공학회 추계학술대회