

# UHD급 융합형 3DTV에 대한 조건부 대체 알고리즘의 성능

방민석 \*김성훈 \*김휘용 김기두 강동욱 정경훈  
 국민대학교 \*한국전자통신연구원

khjung@kookmin.ac.kr

## Performance of Conditional Replenishment Algorithm for UHD Hybrid 3DTV

Min-Suk Bang \*Sung-Hoon Kim \*Hui-Yong Kim Ki-Doo Kim Dong-Wook Kang  
 Kyeong-Hoon Jung

Kookmin University \*ETRI

### 요약

조건부 대체 알고리즘은 양안식 3DTV의 기준/부가 영상을 각각 고정/이동 수신기를 통해 전송하는 방식인 융합형 3DTV의 화질을 개선시키기 위한 방법이다. 기존 조건부 대체 알고리즘은 HD급 해상도를 갖는 융합형 3DTV의 화질개선에 대한 성능을 보여 왔으나, UHD급 서비스에 대한 관심이 높아짐에 따라 UHD급 융합형 3DTV에 대한 조건부 대체 알고리즘의 성능을 확인할 필요가 있다. 본 논문에서는 UHD급 해상도를 갖는 융합형 3DTV에 조건부 대체 알고리즘을 적용하여 적절한 화질 개선이 이루어지는 지에 대한 가능성을 확인하고자 한다.

### 1. 서론

최근 고정형 수신기와 이동형 수신기를 통해 양안식 3D 콘텐츠의 좌/우 영상을 전송하여 고품질 3DTV 서비스를 제공하는 방법인 융합형 3DTV[1]가 SC-MMH(Service Compatible 3DTV using Main and Mobile Hybrid Delivery)라는 명칭을 갖고 ATSC-M/H의 표준으로 채택되었다[2]. 이것은 기존에 제공되던 2D 서비스를 그대로 이용하면서 추가적인 대역폭 없이 3D 방송을 제공한다는 점과 기존 시스템과의 역호환성을 충분히 만족시킨다는 점에서 큰 이점을 갖는다.

비대칭적 해상도를 갖는 융합형 3DTV는 기준/부가 영상간의 화질차이가 있음에도 불구하고, Binocular Suppression Theory[3]에 의해 어느 한 쪽이 고품질을 가지면 인간이 느끼는 3D 합성영상의 주관적 화질은 좋은 쪽의 영상을 따라간다. 하지만 두 영상간의 해상도의 격차가 매우 크거나 부호화에 따른 화질의 차이가 커서 부가영상의 화질이 급격히 나빠지는 경우에는 3D 합성영상의 화질 열화가 불가피하다. 이 경우 부가영상의 화질을 적정 수준 이상으로 개선시킬 필요가 있으며, 이를 위해 기준영상을 적절히 활용하여 부가영상의 화질을 향상시키기 위한 방법인 조건부 대체 알고리즘[4]이 제안되었다.

한편, 기존의 조건부 대체 알고리즘은 HD(High Definition)급 화질을 갖는 융합형 3DTV에 대한 성능을 보여 왔으나, UHD(Ultra HD)급 서비스에 대한 관심이 높아짐에 따라 UHD급 화질을 갖는 융합형 3DTV에 대한 성능 검토가 필요하다. 본 논문에서는 UHD급 해상도를 갖는 기준영상과 모바일급 해상도를 갖는 부가영상으로 구성된 융합형 3DTV 환경에 적용되는 조건부 대체 알고리즘의 성능을 분석함으로써 초고화질을 갖는 융합형 3DTV의 화질개선 가능성을 확인하고자 한다.

### 2. 조건부 대체 알고리즘

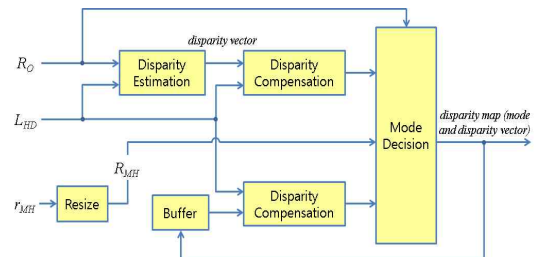


그림 1. 조건부 대체 알고리즘의 블록 다이어그램[4]

그림 1은 조건부 대체 알고리즘의 전체적인 과정을 나타내는 블록 다이어그램을 나타낸다. 여기서 기준영상은 고품질을 갖는 좌영상이며, 부가영상은 모바일급 화질을 갖는 우영상이다. 그림의 오른쪽에 위치한 모드 결정(Mode Decision) 블록은 조건부 대체 알고리즘의 핵심인데, 기본적으로 기준영상의 정보로 대체하는 모드와 부가영상을 그대로 사용하는 모드가운데 최적의 모드를 선택하는 역할을 한다. 여기서 기준영상은 부가영상과의 시차(視差)가 존재하기 때문에 기준영상을 이용할 때 적절한 보상(Disparity Compensation)이 이루어져야 하며, 시차의 추정을 위해 기준영상과 부가영상의 원본을 이용하여 두 영상간의 상대적인 위치를 나타내는 양안시차 벡터 추정(Disparity Estimation)이 이루어진다. 부가영상 선택 모드는 입력된 부가영상을 단순 확장시킨 정보가 모드 결정에 사용된다. 또한, 부가정보(일명 VEI, Video Enhancement Information)를 동반하는 조건부 대체 알고리즘은 시간적 중복성을 줄이기 위해 이전 프레임에서 사용되었던 정보를 재활용하는 모드를 포함하며, 공간적인 중복성을 줄이기 위해 쿼트트리로 분할된 블록 단위로 처리된다.

### 3. 실험결과

그림 2는 실험에 사용된 시퀀스에 대한 스틸컷을 보여준다. 모두 네 개의 시퀀스를 사용하였고 각각 다양한 영상의 특성을 가지고 있다. 시퀀스 1은 멀리서 바라본 마천루를 촬영한 것이며 객체의 움직임과 시차가 크지 않다. 시퀀스 2는 가까운 거리에서 말미잘의 움직임을 촬영한 것이며 시차가 크다. 시퀀스 3는 물고기의 움직임을 천천히 관찰한 것이며 배경의 움직임이 크지 않다. 시퀀스 4는 배경과 객체의 움직임이 크며 시차와 복잡도 또한 큰 영상이다.

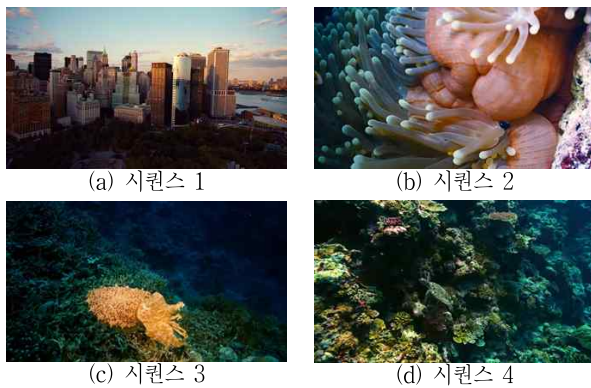


그림 2. 실험에 사용된 시퀀스

실험에 사용된 융합형 3DTV의 기준/부가 영상에 대한 영상정보는 표 1과 같으며, 모두 HEVC 코덱을 이용하여 부호화 하였다.

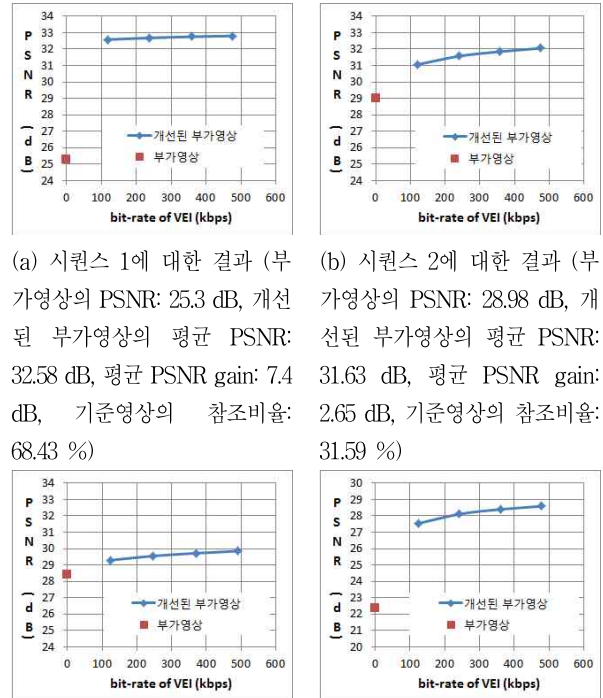
표 1. 기준/부가 영상에 대한 영상정보

	기준영상	부가영상
해상도	3840x2160p	416x240p
프레임율	30 fps	30 fps
칼라포맷	YUV 4:2:0	YUV 4:2:0
비트심도	8 bits	8 bits
목표 비트율	19 Mbps	500 kbps

그림 3은 네 가지 시퀀스에 대한 R-D(Rate-Distortion) 커브 및 실험 결과를 보여준다. 붉은색으로 표시된 점은 부가영상의 비트율과 PSNR를 나타내며, 개선된 부가영상은 푸른색으로 나타내었다. 다양한 비트율 환경에서 결과를 보기 위해, 조건부 대체 알고리즘에 의해 발생하는 VEI의 목표 비트율은 그리 높지 않은 네 개의 값(120, 240, 360, 480 kbps)으로 지정하였다.

개선된 부가영상은 모든 시퀀스에 대해 평균적으로 4.26 dB의 성능 이득을 보였으며, 주관적으로도 기존의 부가영상 대비 훨씬 더 향상된 화질을 보여주었다. 성능이 가장 좋은 시퀀스 1은 기준영상의 참조비율이 68.43 %로, 개선된 부가영상과 기준영상과의 주관적 화질차이가 거의 없을 정도로 화질개선이 적절하게 이루어졌다. (대체적으로 조건부 대체 알고리즘은 기준영상의 참조비율이 높을수록 성능이 좋게 나온다.) 반면, 성능이 가장 미약한 시퀀스 3는 PSNR gain은 1.19 dB로 매우 낮지만, 기본적으로 부가영상 자체의 화질이 크게 떨어지지

않았고 객체의 에지와 같이 화질에 결정적으로 영향을 미치는 부분에 대해서만 중점적으로 화질 개선이 이루어 졌기 때문에 전체적으로 만족할만한 주관적 화질을 보였다. (시퀀스 3에 대한 기준영상의 참조비율: 17.38 %)



- (a) 시퀀스 1에 대한 결과 (부가영상의 PSNR: 25.3 dB, 개선된 부가영상의 평균 PSNR: 32.58 dB, 평균 PSNR gain: 7.4 dB, 기준영상의 참조비율: 68.43 %)
- (b) 시퀀스 2에 대한 결과 (부가영상의 PSNR: 28.98 dB, 개선된 부가영상의 평균 PSNR: 31.63 dB, 평균 PSNR gain: 2.65 dB, 기준영상의 참조비율: 31.59 %)
- (c) 시퀀스 3에 대한 결과 (부가영상의 PSNR: 28.41 dB, 개선된 부가영상의 평균 PSNR: 29.61 dB, 평균 PSNR gain: 1.19 dB, 기준영상의 참조비율: 17.38 %)
- (d) 시퀀스 4에 대한 결과 (부가영상의 PSNR: 22.37 dB, 개선된 부가영상의 평균 PSNR: 28.16 dB, 평균 PSNR gain: 5.79 dB, 기준영상의 참조비율: 71.93 %)

그림 3. 각 시퀀스에 대한 R-D 커브

### 4. 결론

본 논문에서는 UHD급 해상도를 갖는 융합형 3DTV의 화질개선을 위해 조건부 대체 알고리즘을 적용하였다. 기존의 조건부 대체 알고리즘에 대한 실험 결과는 대부분 HD급 기준영상을 기반으로 한 것이기 때문에 UHD급 기준영상에 대한 성능을 분석할 필요가 있다.

실험 결과를 통해, 부가영상은 평균적으로 4.26 dB 정도 개선됨을 확인하였다. 실험에 사용된 시퀀스 가운데 시퀀스 3은 비교적 이득이 낮았지만 필요한 부분에 대해서만 집중적으로 처리해서 기준영상의 참조비율이 높지 않았기 때문이고, 이 또한 주관적 화질은 만족할만한 수준으로 개선되었음을 확인하였다.

본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술진흥원 국제협력기술 개발 사업의 일환으로 수행하였음. [N0000685, DVB-T2 기반 고정/이동TV 융합형 고품질 3DTV 다중화 및 수신시스템 기술개발]

---

## 참고문헌

- [1] B. Y. Kim, M. S. Bang, S. H. Kim, J. S. Choi, J. W. Kim, D. W. Kang, and K. H. Jung, "A study on feasibility of dual-channel 3DTV service via ATSC-M/H," ETRI J., vol. 34, no. 1, pp. 17-23, Feb. 2012.
- [2] ATSC A/104, "3D-TV terrestrial broadcasting, part5 - service compatible 3D-TV using main and mobile hybrid delivery," Advanced Television Systems Committee Standards, Washington, D.C., Aug. 2014.
- [3] L. Stelmach, W. J. Tam, D. Meegan, and A. Vincent, "Stereo image quality: effects of mixed spatio-temporal resolution," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 10, no. 2, pp. 188-193, Mar. 2000.
- [4] K. H. Jung, M. S. Bang, S. H. Kim, H. G. Choo, and D. W. Kang, "Quality enhancement for hybrid 3DTV with mixed resolution using conditional replenishment algorithm," ETRI J., vol. 36, no. 5, pp. 752-760, Oct. 2014.