

비대칭적 해상도 3DTV 화질개선을 위한 수직 변이를 고려한 양안시차 추정

*이동희 *방민석 *조정식 *이승주 **김성훈 **이주영 **추현곤 **최진수 **김진웅
*정경훈 *강동욱

*국민대학교 전자공학부, **한국전자통신연구원

donghee523@naver.com

Estimation of Disparity with Vertical Offset to Improve the Quality of 3DTV System with Asymmetrical Resolution

*Lee, Dong-Hee *Bang, Min-Suk *Cho, Jung-Sik *Lee, Seung-Joo **Kim, Sung-Hoon

**Lee, Joo-Young **Choo, Hyun-Gon **Choi, Jin-Soo **Kim, Jin-Woong

*Jung, Kyeong-Hoon *Kang, Dong-Wook

*Dept. of Electronics Engineering, Kookmin University, **ETRI

요약

3DTV 방송 서비스를 위한 다양한 방법 가운데 좌우영상의 해상도가 서로 다른 하이브리드 방식이 제안된 바 있다. 이 방식에서 양안시차 정보를 활용하면 낮은 해상도 영상의 화질을 개선할 수 있는데, 본 논문에서는 3D 영상에서 수평적 양안시차와 함께 수직 방향의 변이를 함께 고려하면 영상의 화질 향상 효과가 더 커짐을 보였으며 이를 추정하기에 적합한 양안시차 탐색범위의 형태를 제안한다.

1. 서론

최근 북미 지상파 방송 시스템에서 3D 입체영상 서비스를 제공하기 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. ATSC M/H 하이브리드 3DTV [1] 방식은 그 중의 하나로서 비대칭적 화질을 갖는 양안식 좌우 영상을 각각 ATSC 채널과 M/H 채널을 통해 전달한 후 이를 결합해서 양안식 3DTV 서비스를 제공하는 방식이다. 이때 좌우 영상의 화질 격차는, 그 차이가 너무 크지 않다면, BSE(Binocular Suppression Effect)에 의해 주관적 화질의 관점에서 크게 문제가 되지 않는 것으로 알려져 있다[2].

우영상의 화질이 좌영상의 화질에 비해 과도하게 낮은 경우에는 BSE가 3DTV의 주관적인 화질을 보장하지 못한다[3]. ATSC 채널을 통해서 HD 영상 서비스를 제공하면서 M/H 채널을 통해서 초기 ATSC M/H 표준에서 정의한 416x240 규격의 영상을 서비스하는 경우가 이에 해당된다. 이 경우에는 3DTV로 합성하기 전에 수신된 우영상의 화질을 개선해 주어야만 만족할 수준의 주관적 화질을 제공하는 3DTV 서비스가 가능하다.

열화된 우영상의 화질을 개선하기 위해 우영상의 일부분(대체 조건을 만족하는 블록)을 공간적 상관도가 높은 고해상도 좌영상 블록으로 대체하는 화질 개선 방식이 최근 제안된 바 있다[3]. 이때 조건부 대체에 필요한 부가정보는 제3의 채널을 통해 수신기로 전달한다고 가정한다. 조건부 대체의 개념은 다음과 같다. 양안식 3DTV 카메라는 두 대의 카메라가 같은 내용을 동시에 촬영하기 때문에 촬영된 두 영상 사이에는 높은 공간적 상관성이 존재하게 된다. 그러나 두 대의 카

메라가 수평 방향으로 약 65mm 정도 이격된 상태로 촬영하기 때문에 촬영된 오브젝트들이 좌우 영상 화면에 나타날 때는 공간적으로 약간의 차이를 보이게 되는데 이를 양안 시차(Binocular Disparity)라고 부른다. 따라서 부가정보로서 이 양안 시차 정보를 사용하면 우영상의 일부분을 시차 보상된 고해상도 좌영상으로 대체함으로써 우영상의 화질을 개선할 수 있게 된다.

일반적으로 양안 시차라고 하면 좌우 영상에서 나타나는 수평방향으로의 이격으로 정의하여 사용해 왔다. 그러나 실사 영상에서는 양안식 카메라의 다양하고 복잡한 촬영 조건에 의해서 양안 시차가 수평 방향으로만 제한되지 않는다. 본 논문에서는 수평 방향과 더불어 수직 방향의 시차를 고려해야만 양안 시차를 더 정확하게 추정할 수 있고 이를 통해 보다 우수한 시차 보상된 영상을 얻고 궁극적으로 우영상의 화질을 더 크게 향상시킬 수 있음을 보인다.

2. 본론

일반적으로 좌우영상이 서로 대응 되는 위치에서 수평 방향으로 화소값의 차이를 비교하여 양안 시차(Binocular Disparity)를 추정한다. 이때 화소 값의 차이는 블록매칭 알고리즘을 사용한다.

그러나 이러한 방법은 좌우영상 화소 간에 대응점이 수평방향으로 정합(Rectification)이 잘 되어 있는 조건하에서 최적의 성능을 얻을 수 있다. 실제로 3D 카메라의 경우 카메라 정렬(Rig)이 하드웨어적으로 정밀한 제어가 힘들기 때문에 정확하게 맞지 않는 경우가 대부분이다.

그림 1은 블록매칭 알고리즘을 적용하여 좌우 영상 사이의 수평 및 수직 방향의 공간적 이격, 즉 양안 시차(Binocular Disparity)를 추정할 때 얻게 되는 양안 시차의 히스토그램이다. 양안 시차 히스토그램 추출에 사용한 시퀀스는 NHK, TTA, Avatar 등 3개의 시퀀스이며, 각 시퀀스마다 30 프레임을 사용한 결과이다. 그림 1의 결과 양안 시차는 수직 방향으로도 존재함을 확인 할 수 있다. 그러나 수직 방향이 아닌 수평 방향에 비해서 상대적으로 매우 좁은 범위에서만 시차가 존재함을 알 수 있다. 그리고 양안 시차 히스토그램에서 수평-수직 방향으로 프로젝션을 하면 각각 라플라스 분포를 보인다. 이는 흥미로운 사실이며, 양안 시차를 모델링 할 수 있음을 보인다.

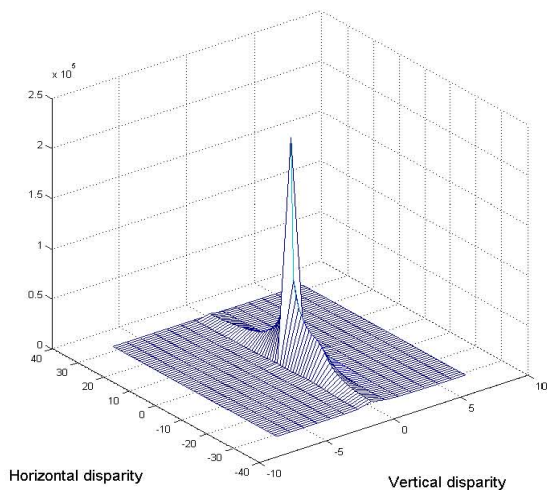


그림 1. 양안 시차 분포도

수평 방향의 시차만 존재한다고 가정하고 양안 시차를 추정/보상한 영상과 수직-수평 방향의 양안 시차 벡터를 추정/보상한 영상의 PSNR을 비교해봄으로써 수평 방향뿐만 아니라 수직 방향의 시차를 고려해야만 우수한 시차-보상된 영상을 얻을 수 있음은 확인할 수 있다. 표 1은 수평 양안 시차를 보상한 영상과 수직-수평 양안 시차를 보상한 영상의 PSNR 결과를 비교한 결과이다. 단 두 경우 모두 조건부 대체 기법을 사용하였다. 조건부 대체란 시차 보상된 영상이 초기 영상보다 원영상을 더 잘 표현하는 경우에만 시차 보상을 수행하고, 평탄 영역이나 좌우 영상 사이에 교합(Occlusion)이 발생하는 영역 등 시차 보상이 효과적이지 않은 경우에는 초기 영상을 유지하는 방식을 의미한다. 표 1의 결과를 보면 각각 영상의 PSNR 개선도는 영상마다 최대 35dB에서 최소 11dB까지 개선 되었다. PSNR 개선도가 높게 나오는 TTA 영상의 경우에는 수평 이격이 큰 영상임을 알 수가 있었다.

표 1. PSNR 개선도

	PSNR (dB)		
	TTA	Avatar	NHK
열화된 초기 영상	24.4	28.7	29.3
수평 시차만을 보상한 영상	42.7	35.6	40.0
수평-수직 시차를 보상한 영상	59.6	39.9	45.5
PSNR 개선도	+16.9	+4.3	+5.5

한편 그림 1에서 양안 시차가 (0,0)을 중심으로 수평 축을 따라 집

중적으로 발생함을 알 수 있다. 따라서 실용적인 관점에서 볼 때 탐색 범위를 발생 빈도가 높은 양안 시차 벡터만으로 제한하여 양안 시차를 탐색할 수 있다. 이렇게 하여도 시차 보상 성능에는 큰 차이를 보이지 않을 것이다. 반면에 탐색에 요구되는 시간을 줄이는 효과를 기대할 수 있다. 표 2는 수평 및 수직 축을 따라 띠 형태의 탐색 범위를 적용할 때와 전체 2차원 탐색 점을 모두 탐색할 때의 시차 보상된 영상의 PSNR과 시차 추정에 소요되는 연산시간을 비교하고 있다. 탐색에 필요한 연산시간은 계산량과 탐색점의 수에 비례한다. 표 2에서 알 수 있는 바와 같이 탐색 범위 제한 기법을 적용함으로써 시차 보상 성능은 거의 변화 없이 유지하면서 연산시간은 감소하는 결과를 얻을 수 있었다.

표 2. 탐색범위 제한에 따른 시차 보상된 영상의 PSNR과 시차 추정에 소요되는 연산시간 변화

	PSNR (dB)			연산시간 (ms)		
	TTA	Avatar	NHK	TTA	Avatar	NHK
전체 탐색된 시차보상 영상	59.6	39.9	45.5	96.0	102.5	117.3
제한 탐색된 시차보상 영상	53.2	37.8	43.9	51.7	63.6	55.3
감소비율	-6.4	-2.1	-1.6	46%	38%	53%

3. 결론

ATSC M/H 하이브리드 3DTV 시스템에서 상대적으로 열화가 심한 우영상의 화질을 개선하기 위해 양안 시차 보상 기법을 적용하는 경우 수평 방향뿐만 아니라 수직 방향시차까지 함께 보상하면 보상 성능이 크게 향상됨을 보였다. 이는 3D 카메라의 경우 다양한 요인으로 인해 카메라 수평 정렬이 맞지 않는 경우가 발생하고 이로 인하여 좌우 영상에서 수직 시차가 발생한다는 것을 보여준다. 또한 본 논문에서는 수직 시차는 수평 시차에 비해서 폭이 좁고 더 원점에 밀집해 있는 현상을 이용해서 수평 및 수직 축을 따라 띠 형태의 탐색 범위를 설정하여 양안 시차를 추정함으로써 시차 추정에 요구되는 연산량을 줄이고 시차 추정 성능은 떨어뜨리지 않음을 보였다.

본 연구는 지식경제부, 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술 개발사업의 일환으로 수행하였음. [과제번호 10041901, 고화질 3D 방송/고화질 2D방송/ 모바일 방송 서비스를 제공할 수 있는 ATSC 8-VSB 기반 단일채널 방송 시스템 기술 개발]

4. 참고문헌

- [1] Byung-Yeon Kim et al., "A Study on Feasibility of Dual-Channel 3DTV Service via ATSC-M/H," ETRI Journal. vol. 34, no.1, pp. 17-23, February. 2012.
- [2] L. Stelmach et al., "Stereo Image Quality: Effects of Mixed Spatio-Temporal Resolution," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol, vol. 10, no. 2, pp. 188-193, March. 2000.
- [3] 김병연 외, "비대칭적 화질을 갖는 스테레오 3DTV 시스템에서 조건부 양안시차를 활용한 3D 비디오의 화질 개선," 한국방송공학회 추계학술대회, 2011년 11월.