

격행주사 특성을 고려한 향상된 Side by Side 3D 영상 보간 기법

김지수, *정제창

한양대학교 전자컴퓨터통신 공학부

briankim717@gmail.com, *jjeong@hanyang.ac.kr

요 약

일반적으로 격행주사(interlace) 된 Side by Side (SbS) 영상의 경우 화면 재생 시, 전송 받은 영상을 먼저 디인터레이싱(de-interlacing) 한 후에 좌우 영상을 분리하여 수평 해상도를 보간 하는데, 이때 한번 가공된 디인터레이싱 값을 참조하여 보간 값을 결정하게 되는 관계로 수평 해상도의 정확성이 크게 떨어지게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 격행주사 방식의 SbS 3D 영상의 수평 해상도 보간 방법을 제안한다. 수평 해상도 보간 시에 격행주사 방식으로 전송 받은 라인과 디인터레이싱 기법을 이용해 보간한 라인의 특성에 따라 각 라인에서 활용할 수 있는 전송 받은 값을 가지고 각각 다른 보간 방법을 적용함으로써 정확도를 향상하는 방법을 제안한다. 제안된 방법의 실험 결과는 기존의 보간 기법들보다 주관적, 객관적 화질에서 더욱 우수한 성능을 보여준다.

1. 서론

영상 및 음성 신호를 전송하는 통신기술의 발달로 인하여, 오늘날 우리는 멀티미디어가 넘쳐나는 세상을 살고 있다. 특히, 선에 의한 연결을 통해 정보를 전달하는 유선통신과 달리 무선통신은 주파수를 활용하여 원격지에 정보를 전달함으로써 근거리뿐만 아니라 원거리 통신도 가능하게 되었다. 그러나 사용 가능한 주파수 대역은 한정되어 있기 때문에 이를 효율적으로 활용하는 것이 필요하며, 이를 위해 다양한 기법들이 연구되고 있다. 대표적인 예로 디인터레이싱 기법과 single stream 3D 방송을 들 수 있다.

디인터레이싱 기법은 하나의 프레임을 절반의 수직 해상도를 가지는 두 개의 필드로 각각 나누어서 번갈아가며 화면에 뿌려주는 격행주사 방식으로 이루어진 필드의 빈 라인(missing line)의 화소를 보간하기 위해 존재하는 라인(existing line)의 화소를 사용함으로써 순차 주사(progressive) 방식의 프레임으로 전환하는 기법들을 총칭한다. 이렇게 하나의 프레임(두 개의 필드)의 데이터로 두 개의 프레임을 생성함으로써 추가로 대역폭을 사용하지 않고도 단위 시간당 프레임을 두 배로 증가시키는 것이 가능하다. 이런 이유로 인해 디인터레이싱 기법이 여러 국가의 다양한 텔레비전 방송 시스템에 널리 쓰이고 있다.

앞서 언급한 single stream 3D의 경우, 좌우 영상으로부터 하나의 프레임을 구성하여 송신하면 수신하는 영상 매체에서 송신기로부터 전송된 하나의 프레임으로부터 좌우 영상을 복원하는 방식으로, 기존의 디지털 텔레비전 시스템을 이용하여 3D 영상을 송신할 수 있다는 장점이 있어 다양하게 활용이 되고 있다. SbS 3D 영상은 single stream 3D의 일종으로, 좌우 영상의 수평 해상도를 절반으로 줄여서 하나의 프레임을 구성하는 방식이다. 기존의 방송 장비와 대역폭을 유지하면서 3D 영상을 볼 수 있다는 장점을 지니고 있으며, 또한 ~할 수 있다.

앞서 언급된 두 종류의 기술들은 해상도 변환 과정을 통해 제한된 전송 폭을 효율적으로 사용할 수 있는 장점을 가진 반면, 해상도 변환 과정에서 화질 손실이 발생한다는 점에서 동일한 단점을 지니고 있다. 원래 해상도로 복원하기 위해

보간을 수행할 때 전송 받은 데이터로 비어있는 공간을 추정하여 적당한 값을 구하는 과정에서 원래 데이터와 오차가 발생하기 때문이다.

다양한 디인터레이싱 기법 중 가장 단순한 디인터레이싱 기법은, 빈 라인에 이웃하는 존재하는 라인의 화소를 복사하는 라인 복사(line doubling) 방식이다. 이 방식은 단순히 빈 라인에 존재하는 라인의 화소를 복사하기 때문에 사진에서 영상이 수직 방향으로 길게 늘어지며 계단식으로 끊어지는 문제가 발생하는데, 이를 개선한 간단한 방식이 라인 평균(line average, LA) 방식이다. 라인 평균 방식은 빈 라인에 존재하는 근접 라인들의 화소 값을 평균하여 채워 넣는 방식으로, 라인 복사 방식보다 객관적인 그리고 주관적인 관점에서 좋은 성능을 보인다. 그럼에도 불구하고 빈 라인에 존재하는 라인의 경계가 무더짐으로 인한 화질 열화가 발생하며 이는 더 좋은 성능을 보이는 최신 디인터레이싱 기법들에서도 여전히 발생하는 문제점이기도 하다. 마찬가지로 SbS 3D 영상도 해상도의 보간에 따른 화질의 열화가 발생한다. 이에 격행주사까지 같이 수행되면, 수평과 수직의 고주파 성분이 제거되어 보간 시 심각한 화질 열화가 발생하며, 디인터레이싱 과정에서 발생한 빈 라인의 화질 열화 고려하지 않고 좌우 영상의 3D 화 하면 그에 의해 추가적인 화질 열화가 발생하게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 SbS 3D 방식의 동영상의 해상도를 보간하는 개선된 알고리즘을 제안한다. 구체적으로 SbS 3D 영상의 좌우 화면 분리 시 격행 주사의 존재하는 라인과 빈 라인에 따른 보간 방법을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 기존의 디인터레이싱 기법에 대하여 간단하게 알아보고, 3 장에서는 제안하는 알고리즘을 소개한다. 4 장에서는 실험결과 및 분석을 한 후 5 장에서 결론은 맺는다.

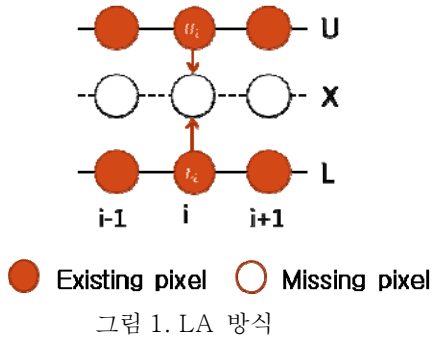
2. 기존의 알고리즘

이 장에서는 제안하는 알고리즘의 근간이 되는 기존 디인터레이싱 알고리즘을 소개한다. 라인 평균 방식에 더해 시간적으로 인접한 필드를 이용하여 정확성을 높인 Vertical

Temporal Filtering (VTF) 방식을 소개한다.

2.1 LA

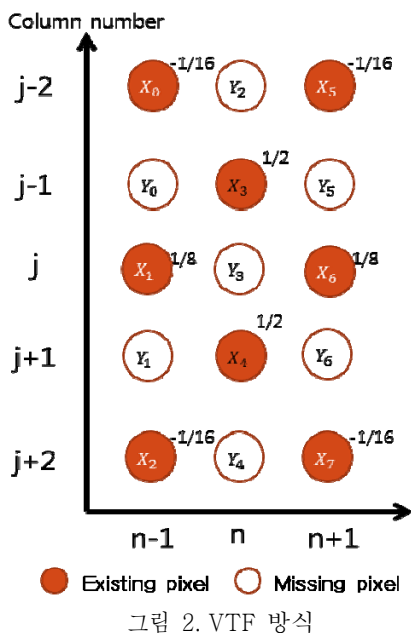
앞서 소개했듯이 라인 평균 기법은 그림 1 과 같이 빈 라인을 위아래의 값을 존재하는 평균하여 산출하는 방식으로 매우 간단하면서도 효과적인 디인터레이싱 기법이다.



$$Y_i = \frac{U_i + L_i}{2} \quad (1)$$

2.2 VTF

VTF 방식은 라인 평균 방법을 기반으로 해서 현재 프레임의 인접하는 프레임들의 정보를 활용하여 정확성을 높이는 시간적 디인터레이싱 기법이다. 그림 2 와 같이 현재 프레임(n)에서 라인 평균을 통해 저주파 성분을 구하고, 인접하는 프레임(n-1,n+1)들의 구하고자 하는 위치의 화소와 위아래에 존재하는 화소에 가중치를 두어 더함으로써 고주파 성분을 더하는 방법이다.



구하고자 하는 값은 식(2)와 같이 현재 프레임과 인접하는 프레임의 존재하는 값에 해당하는 가중치의 곱들의 합으로 보간된다.

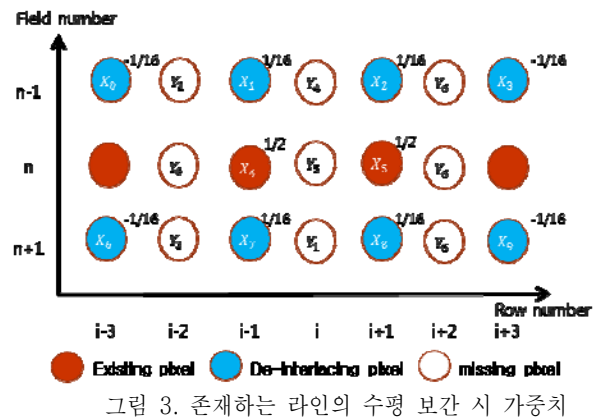
$$\bar{Y}_3 = \sum_{i=0}^7 h_i \times X_i, h_i = \begin{cases} -1/16 & (i=0,2,5,7) \\ 1/8 & (i=1,6) \\ 1/2 & (i=3,4) \end{cases} \quad (2)$$

3. 제안하는 알고리즘

디인터레이싱의 특성에 따른 손실을 방지하고자 본 논문에서는 존재하는 라인과 디인터레이싱으로 보간된 원래는 비어있던 라인에 대해 각기 다른 방식으로 수평 해상도를 보간한다.

3.1 존재하는 라인의 수평 해상도 보간

존재하는 라인의 수평 해상도 보간을 위해서는 VTF 방식을 수평으로 변형하여 응용하여 존재하는 데이터들을 이용한다. VTF와는 달리 전후 프레임의 해당 픽셀이 빈 픽셀이기 때문에 좌우의 값을 이용한다.



구하고자 하는 값은 아래의 식과 같이 VTF와 같은 형식으로, 현재 프레임과 인접하는 프레임의 존재하는 값에 가중치를 곱한 값들의 합으로 나타난다.

$$\bar{Y}_5 = \sum_{i=0}^{10} h_i \times X_i, h_i = \begin{cases} -1/16 & (i=0,3,6,9) \\ 1/16 & (i=1,2,7,8) \\ 1/2 & (i=4,5) \end{cases} \quad (3)$$

3.2 빈 라인의 수평 해상도 보간

다음으로는 격행주사 시 빈 라인에서의 제안하는 보간 방법이다. 빈 라인의 수평 해상도 보간은 본 논문의 핵심 알고리즘으로, 기존의 방식을 적용 시 저주파 성분을 구하는데

참조하는 화소는 디인터레이싱으로 보간을 한 값이므로, 디인터레이싱 알고리즘의 정확도에 따라 화질 손실이 결정된다.

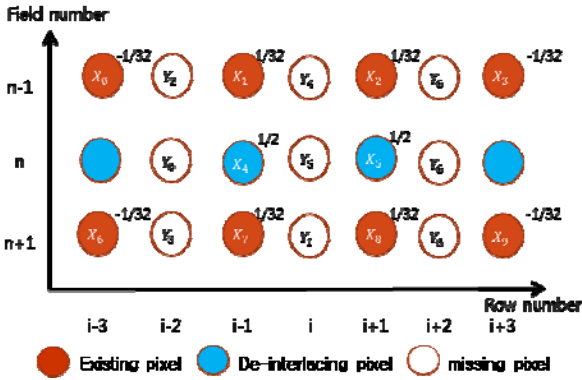


그림 4. 빈 라인의 수평 보간 시 가중치

빈 라인의 수평해상도 보간의 정확도를 높이기 위해 본 논문에서는 식(4)와 같이 인접하는 프레임을 통해 화소의 변화 값을 확인하고, 변화 값이 문턱 값(th)을 넘지 않을 때에는 인접하는 프레임의 평균값을 적용하고, 그렇지 않을 경우에는 VTF의 방식을 적용하여 화면의 변화가 있는 만큼 인접 픽셀의 가중치를 적게 반영하였다.

$$Y_5 = \begin{cases} \frac{X_1 + X_2 + X_7 + X_8}{4}, & (abs(X_1 - X_7) + abs(X_2 - X_8)) < th \\ \sum_{i=0}^{10} h_i \times X_i, & h_i = \begin{cases} -1/16 & (i=0,3,6,9) \\ 1/16 & (i=1,2,7,8), otherwise \\ 1/2 & (i=4,5) \end{cases} \end{cases} \quad (4)$$

4. 실험 결과 및 분석

제안된 알고리즘의 성능 비교를 위해 10 개의 CIF(352x288) 크기의 동영상을 이용하여 실험하였다. 디인터레이싱 기법의 정확도에 따른 편차를 보기 위해 표 1 에서는 LA 로 디인터레이싱한 후 제안하는 알고리즘을 적용하여 수평 해상도를 보간하였을 때의 결과를 다뤘고, 표 2 에서는 VTF 로 디인터레이싱한 후 제안하는 알고리즘을 적용한 결과를 다뤘다. 격행주사 방식에 따라 보간하는 방법을 달리하는 것의 효과를 확인하기 위해 수평 보간하는데 사용한 기법은 기본적인 LA 방식과 (1) 존재하는 라인에 적용한 방법을 빈 라인에도 적용했을 때 (2) 빈 라인에 적용한 방법을 존재하는 라인에도 적용했을 때 (3) 제안하는 알고리즘을 적용하여 실험을 해보았다.

실험에서는 영상의 휘도 성분만을 고려하였으며, 성능을 비교하기 위해 화질 비교 방법으로는 복원 영상의 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio) 수치를 사용하였다.

표 1 은 기존의 LA 알고리즘과 본 논문에서 제안한 방법을 적용한 복원 영상과 원본 영상과의 차이를 PSNR(dB) 수치로 나타내고 있다.

실험의 결과를 통해 본 논문에서 제안된 알고리즘이 적용된 결과는 기존의 알고리즘과 비교해 향상된 결과 값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 또한, 격행주사 특성에 맞춰 빈 라인과 존재하는 라인에 각기 다른 방식을 적용하는 것이 성능을 향상한다는 것을 볼 수 있다.

표 1. LA 로 디인터레이싱 후 수평 보간시 PSNR 성능비교(dB)

Sequences	LA	(1)	(2)	(3)
Akiyo	34.270	34.574	34.672	34.702
Bus	25.417	25.388	25.898	25.880
Children	29.018	29.406	29.161	29.194
Coastguard	27.581	27.693	27.915	27.916
Container	27.085	27.401	28.284	28.305
Dancer	33.619	33.709	33.627	33.626
Flower	21.785	21.959	22.112	22.106
Football	26.176	26.349	26.596	26.599
Football2	31.971	32.330	32.650	32.669
Foreman	30.455	30.651	30.718	30.723
Hall_monitor	28.649	28.836	29.615	29.627
Mobile	22.543	22.854	22.790	22.802
News	29.027	29.454	29.609	29.655
Stefan	25.952	25.897	25.951	25.935
Table	25.854	25.906	26.552	26.537
Tempete	26.464	26.590	26.749	26.739
Waterfall	31.038	31.445	31.699	31.725
Average	28.053	28.261	28.506	28.514

표 2. VTF 로 디인터레이싱 후 수평 보간시 PSNR 성능비교(dB)

Sequences	LA	(1)	(2)	(3)
Akiyo	34.998	35.163	35.228	35.254
Bus	26.655	26.527	26.759	26.734
Children	30.058	30.334	29.840	29.880
Coastguard	29.774	29.854	29.964	29.967
Container	29.354	29.678	30.106	30.141
Dancer	33.904	33.908	33.813	33.809
Flower	22.558	22.686	22.803	22.797
Football	26.951	26.986	27.089	27.091
Football2	33.424	33.644	33.489	33.516
Foreman	30.979	31.087	31.160	31.167
Hall_monitor	30.016	30.154	30.615	30.633
Mobile	23.680	23.945	23.887	23.902
News	29.975	30.343	30.249	30.306
Stefan	26.571	26.409	26.446	26.435
Table	27.063	26.973	27.360	27.338
Tempete	27.666	27.677	27.771	27.754
Waterfall	32.537	32.867	33.006	33.044
Average	29.186	29.308	29.387	29.398

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 육성지원 사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2014-H0301-14-1018)

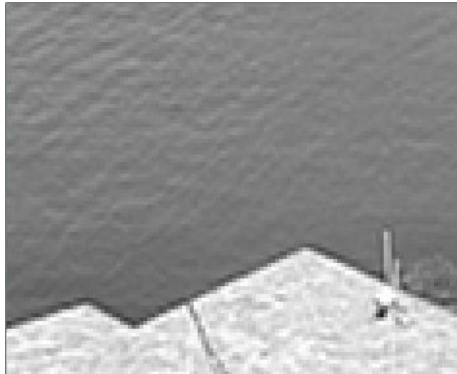
참고 문헌

[1] E. B. Bellers and G. de Haan, "Advanced de-interlacing techniques," in Proc. ProRisc/IEEE Workshop on Circuits, Systems and Signal Processing, Mierlo, The Netherlands, Nov. 1996, pp. 7-17

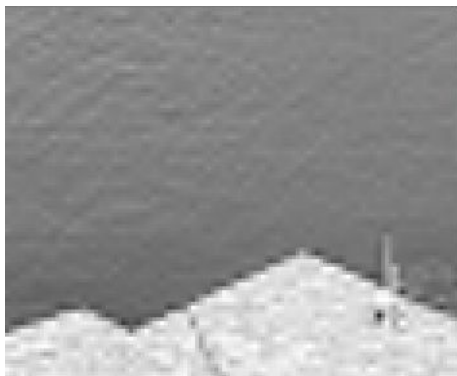
[2] K. Lee and C. Lee, "Frame correlation based vertical temporal filtering for deinterlacing," IASTED International Conference on Signal and Image Processing (SIP 2008), pp. 104-107, Aug. 2008.

[3] Okui, M. ; Okano, F. ; Yuyama, I, " A study on scanning methods for a field-sequential stereoscopic display" IEEE Trans. Circuits and Syst. Video Technol., vol 10, no.2 pp. 244-253, Mar. 2000.

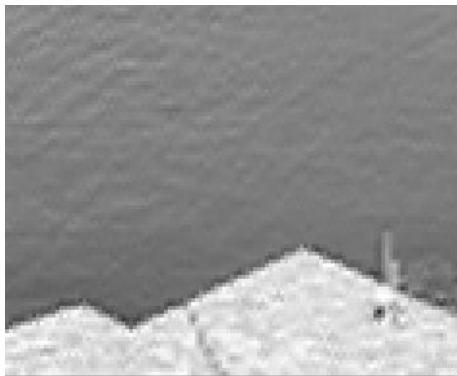
[4] 윤장혁, 전광길, 정제창, " 향상된 움직임 탐색 기법을 적용한 움직임 적응적 디인터레이싱 알고리즘" 방송공학회논문지 제 18 권 제 2 호, 2013.3, 167-177.



(a) 원본 영상



(b) LA 로 복원 시 영상



(c) 제안한 알고리즘으로 복원 시 영상

그림 5. 주관적 화질 비교

5. 결론

본 논문에서는 SbS 영상이 격행주사로 전송되었을 때, 수평 해상도 복원 시 발생하는 제한점에 대해 개선하는 방법을 제안하고 실험을 하였다. 실험의 결과를 살펴보면 본 논문에서 제안된 알고리즘이 적용된 결과는 기존의 알고리즘과 비교해 향상된 결과 값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 실험 결과 본 논문에서 제안된 알고리즘을 LA 로 디인터레이싱 된 영상에 적용 시 기존의 알고리즘보다 평균 약 0.46dB 향상된 것을 확인할 수 있었다. 또한 VTF 로 디인터레이싱 된 영상들에 적용한 결과 평균 약 0.21dB 의 향상된 PSNR 수치를 가져오는 것을 확인할 수 있었다.