

다각도의 에지 방향 탐색을 통한 향상된 디인터레이싱 기법

강문봉\*, 이동욱\*  
 동국대학교\*

Enhanced Deinterlacing Using Multi-Directional Edge Information

Moon-Bong Kang\*, Dong-Wook Lee\*  
 Dongguk University\*

**Abstract** - 디인터레이싱 방법은 크게 화면 간(Inter - Field) 디인터레이싱과 화면 내(Intra - Field) 디인터레이싱이 있고 화면 내 디인터레이싱 방법 중에는 대표적으로 라인카피와 라인별 평균값을 취하는 선형적인 방법, ELA 그리고 E-ELA 알고리즘 등이 있다. 기존 방식 중 선형적 보간법은 에지 블러링이나 계단현상이 발생하고 ELA, E-ELA 알고리즘을 이용한 방법은 특정방향에 정보 없이 이미지에서 다양한 형태의 에지 부분의 디인터레이싱에 있어 성능이 좋지 못한 단점이 있다. 본 논문은 한 개의 필드를 사용하는 화면 내(Intra - Field) 디인터레이싱 방법을 사용하고 7방향의 에지 방향 보간법과 수평방향의 에지 라인을 고려하여 기존 방식에서 나타나던 오브젝트의 계단현상을 최대한 줄여줌으로써 향상된 화질을 보이는 디인터레이싱 알고리즘을 제안한다.

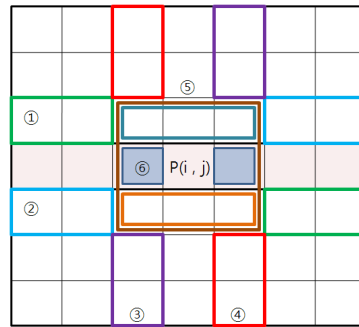
1. 서 론

프로그래시브 방식은 영상 이미지의 화면 좌측 상단에서 우측 하단까지 순서대로 영상을 표시해주는 방법이고 인터레이스 방식은 하나의 영상 이미지를 홀수와 짝수, 두 필드로 나눈 영상신호이다. 짝수 이미지 필드는 이미지 프레임의 짝수라인에 대한 신호를 홀수 필드는 이미지 프레임의 홀수 라인에 대한 신호를 갖는다. 영상신호를 송신할 때에는 두 개의 이미지는 시간차를 갖고 각각 송신되고 수신하는 측에서는 두 이미지 필드를 합쳐서 하나의 영상 이미지 프레임을 형성하는 방식을 사용한다. 이와 같은 송신 과정을 인터레이스 그리고 수신 후 영상 필드의 합성과정을 디인터레이스라고 한다. 일반적으로 디인터레이싱은 라인카피와 라인별 평균을 취하는 선형적이고 단순한 방법이 있고 ELA와 E-ELA와 같은 에지의 방향성을 이용한 로지컬한 방식이 있다. 라인카피와 라인별 평균을 취하는 선형적인 디인터레이싱 방법은 에지 부분에서의 열화 현상으로 인해 에지의 표현이 좋지 않은 단점이 있다. ELA 알고리즘[1,2]은 디인터레이싱에서 대표적으로 사용되고 있는 방식으로 ELA 알고리즘은 단순한 알고리즘으로 구현이 용이하며 가격대비 성능이 좋은 방식이지만 세 가지 방향을 기준으로 하여 에지 정보를 탐색하는 알고리즘으로 각각의 방향을 설정하기 위한 3방향 데이터가 같게 나오는 경우는 올바른 방향을 찾지 못하는 단점이 존재하여 복잡한 영상 이미지의 디인터레이싱에서 좋지 않은 성능을 나타낸다. E-ELA 알고리즘[3,4,5]은 ELA 알고리즘의 단점인 같은 데이터로 인한 방향성을 찾지 못하는 것을 방향 가중치를 이용하여 방향성을 결정하는데 ELA보다 낫은 방식으로 영상 이미지에 따라 ELA나 E-ELA의 성능이 좌우된다. 본 논문에서는 기존의 ELA 알고리즘을 보완한 방법으로 ELA 알고리즘을 이용하여 디인터레이싱한 영상 이미지의 계단 현상과 오브젝트의 부자연스러운 현상을 보정하여 주관적인 화질에서 ELA보다 부드럽고 향상된 디인터레이싱 방법을 제안한다.

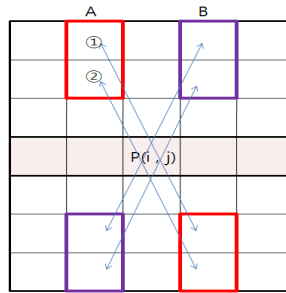
2. 제안한 방식의 디인터레이싱

기존 선형방식이나 ELA 알고리즘을 이용한 디인터레이싱 방법은 영상 이미지에 따라서 에지 부근에 계단현상이 발생하고 화질 열화가 심하게 발생한다. 그리고 ELA 알고리즘을 수정한 E-ELA 알고리즘에서 윈도우 크기를 상대적으로 길게 하여 에지성분을 찾기 위한 것은 단순하고 직선적인 오브젝트가 많은 이미지에서는 만족할만한 성능이지만 이미지가 복잡할 경우에는 오히려 이미지 오브젝트에 대한 연관성을 낮게 만들어서 주관적인 화질을 크게 손상시킬 수 있는 가능성이 높다. 따라서 본 논문에서는 다각도의 에지 탐지와 더불어 수평방향에 대한 에지를 추정하여 디인터레이싱을 함으로써 디인터레이싱 화면에서 볼 수 있는 에지 방향에서의 계단현상 또는 부드럽지 못한 영상 이미지를 주관적인 측면에서 부드럽고 또한 객관적인 PSNR 수치상으로 향상된 디인터레이싱 기법을 소개한다.

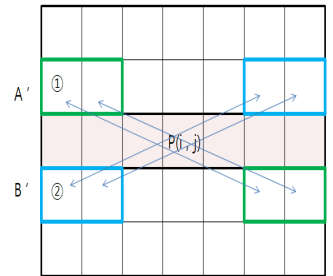
그림 1은 제안하는 에지탐색 기법을 모두 표현해 놓은 것으로 크게 8가지 방향을 이용하여 에지를 탐색한다. ①은 0도에서 45도 사이의 에지 각을 결정하고 ③은 45도에서 90도 방향 사이의 에지 각을 결정한다. 그리고 ⑤는 45도와 90도 각도 각각에 대하여 방향을 찾고 마지막으로 ⑥은 수평 방향의 에지탐색을 위한 것으로 이전방식의 ELA 알고리즘으로는 해결할 수 없는 수평 방향에 에지 탐색을 위해 기준 P(i, j) 픽셀 좌측과 우측의 픽셀 값을 예측하여 에지 방향을 결정하기 위한 옵션에 포함시켜 향상된 에지 탐색을 가능하게 한다. 그림 2는 45도에서 90도 사이의 방향을 갖는 에지를 탐색하는 연산으로 식 (1)로 표현할 수 있다.



< 그림 1 > 제안한 방법의 다각도 에지탐색



< 그림 2 > 제안한 방법의 45도와 90도사이의 에지 방향



< 그림 3 > 제안한 방법의 0도와 45도 사이의 에지 방향

$$A : |P(i - 3, j - 1) - P(i + 2, j + 1)| + |P(i - 2, j - 1) - P(i + 3, j + 1)| \quad (1)$$

$$B : |P(i - 3, j + 1) - P(i + 2, j - 1)| + |P(i - 2, j + 1) - P(i + 3, j - 1)|$$

A는 좌측 상단에서 우측하단에 대한 에지 연산을 위한 것으로 각각 위 아래 두 개의 픽셀별 차를 구한 절대 값을 합산하여 이격수치 값을 구한 것이고 B는 우측 상단에서 좌측하단으로의 에지연산을 위한 이격수치 값이다.

그림 3은 0도에서 45도사이의 에지 방향을 결정하기 위한 것으로 식 (2)에서 A'은 좌측 상단에서 우측 하단으로의 에지 방향을 찾기 위한 연산이고 B'은 우측 상단에서 좌측 하단으로의 에지 방향성을 검사하는 연산이다.

$$A' : |P(i-1, j-3) - P(i+1, j+2)| + |P(i-1, j-2) - P(i+1, j+3)| \quad (2)$$

$$B' : |P(i-1, j+2) - P(i+1, j-3)| + |P(i-1, j+3) - P(i+1, j-2)|$$

제한한 알고리즘의 수평방향에 대한 에지를 탐지하는 방식은 그림 1에서 기준 픽셀  $P(i, j)$ 의 좌측과 우측의 픽셀 값을 식 (3)을 이용하여 주변 픽셀 값의 평균값을 구하고 에지의 방향성을 선별하는 기준에 포함시키는 것이다. 기준 픽셀의 좌측 값은 식 (3)의  $R(k)$ 를 구하여 가장 유사도가 높은 픽셀 인덱스를 찾는다.

$$R(k) = \text{Min} \{ |P(i-1, j+k) - P(i+1, j-1)| \}, (-1 \leq k \leq 1) \quad (3)$$

$$S(k) = \text{Min} \{ |P(i-1, j+k) - P(i+1, j+1)| \}, (-1 \leq k \leq 1)$$

$P(i-1, j+k)$ ,  $(-1 \leq k \leq 1)$  값들과  $P(i+1, j-1)$ 의 값이 가장 유사한 픽셀 값을 찾아서 식 (4)에서 나타난 것 과 같이  $P(i-1, j+K)$ , ( $K$ 는 가장 유사한 픽셀의 인덱스)와  $P(i+1, j-1)$ 의 값을 합산한 것의 평균값을 구하여  $P(i, j-1)$ 의 값으로 취하고 기준픽셀의 우측에 있는 픽셀은  $P(i-1, j+k)$ ,  $(-1 \leq k \leq 1)$ 의 값과  $P(i+1, j+1)$ 의 값의 유사성을 판별하여 가장 유사한 픽셀 값  $P(i-1, j+K)$ , ( $K$ 는 가장 유사한 픽셀의 인덱스)과  $P(i+1, j+1)$ 의 합에 평균값을 취하여 구한다. 기준 값을 중심으로 좌측과 우측에 대한 픽셀 값을 구하면 구해진 두 픽셀의 차의 절대 값을 하여 이격 수치를 구한다.

$$P(i, j-1) = \text{Average} \{ P(i-1, j+K) + P(i+1, j-1) \} \quad (4)$$

$(K : \text{Index Of Min} \{ R(k) \})$

$$P(i, j+1) = \text{Average} \{ P(i-1, j+K) + P(i+1, j+1) \}$$

$(K : \text{Index Of Min} \{ S(k) \})$

수평방향 0도, 45도, 90도, 0도에서 45도 사이 그리고 45도에서 90도사이의 에지에 대한 총 8가지 방향에 대한 에지의 방향성 벡터를 구한 후 이격수치가 가장 작은 값을 가지는 방향을 최종 에지의 방향으로 결정한다. 본 논문에서 제시하고 있는 방법은 영상의 미세한 오브젝트 표현이나 기존방식인 ELA알고리즘의 단점인 수평방향에 대한 에지 검출에서 기존 방법보다 더 좋은 결과를 보여준다.

### 3. 실험 결과

본 논문에서 실험 한 영상은 기존 방식인 라인커피와 ELA알고리즘 그리고 3x3크기의 윈도우를 가지는 E-ELA알고리즘과 함께 제안된 방법을 사용하였다. 실험결과를 객관적인 수치를 도출하기 위해 PSNR을 사용하였고 각각의 알고리즘에 따른 연산 시간은 고려하지 않았다.

Image	Linecopy	ELA	E-ELA	Proposed Method
Carphone	26.1343	26.2905	26.2997	26.3844
Foolball	21.4684	21.5256	21.5240	21.5422
Hall Monitor	20.4782	20.5351	20.5402	20.6418
Container	18.9645	19.1531	19.1504	19.2100
Foreman	18.3571	18.4555	18.4561	18.5190
News	24.2583	24.6128	24.6233	24.5610
Mother	20.6125	20.7806	20.7822	20.7960
Stefan	19.1652	19.2047	19.2031	19.2180
Akiyo	21.6401	21.7701	21.7791	21.6709
Coastguard	16.8717	16.9477	16.9465	16.9386
Flower	14.4567	14.5704	14.5743	14.5726
Mobile	16.0004	15.9482	15.9615	15.9489
Highway	22.3724	22.3984	22.3979	22.6057
Silent	22.2265	22.2729	22.2730	22.3303
Bus	29.1348	29.4785	29.4658	29.4814

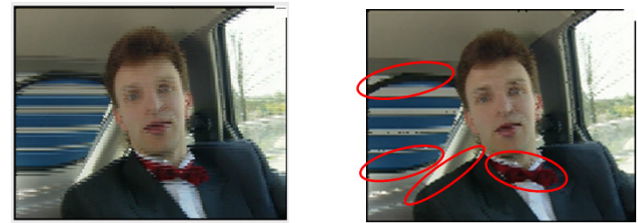
< 표 1 > 제안한 방법과 기존 방식으로의 디인터레이싱 결과 (PSNR) (단위 : dB)

표 1에서 나타난 것과 같이 제안한 방법을 이용한 디인터레이싱은 영상 이미지에 따라서 차이는 있지만 전반적으로 기존 방식인 선형방식보다도 좋은 결과를 나타내고 있고 ELA나 E-ELA와 비슷하지만 보다 좋은 성능을 나타내는 것을 볼 수 있다.

아래 그림 4 ~ 5는 제안한 방법을 사용하여 디인터레이싱을 수행한 결과이다. E-ELA를 사용한 방법보다 수평방향에서 명확히 표현되었고 에지부근에서의 계단현상과 화질 열화가 많이 줄어든 것을 볼 수 있다. 또한 E-ELA를 사용하여 디인터레이싱 한 이미지는 블러링이 심하게 있는 반면에 제안한 방법을 사용하여 디인터레이싱 한 이미지는 전체적으로 블러링이 많이 줄어든 것을 볼 수 있다.



< 그림 4 > (a) E-ELA (b) 제안한 방법



< 그림 5 > (a) E-ELA (b) 제안한 방법

### 4. 결 론

본 논문에서는 기존 방식의 디인터레이싱이 가지고 있는 수평방향에 대한 취약점을 복잡한 연산 없이 구하여 수평방향에 대한 디인터레이싱 효율을 높이고 에지방향에서의 열화현상을 줄여서 향상된 이미지 영상을 얻는 방법을 소개하였다. 현재의 고성능 고화질의 디지털 텔레비전에서 제한된 대역폭을 통하여 고화질 이미지 영상을 얻고자 하면 효율적인 디인터레이싱 방식이 요구되어지며 본 논문에서 제안하는 방법은 이에 적절한 해법이 될 수 있다.

### [참 고 문 헌]

[1] Gerard-A Bouyela Ngoyi, J.M.Pierre Langlois, and Yvon Savaria, "Iterative Design Method for Video Processors Based on an Architecture Design Language and its Application to ELA Deinterlacing", Joint 6th International IEEE Northeast Workshop, 37-40, June 2008.

[2] G.De Haan and E.B.Bellers, "Deinterlacing - An Overview", Proceedings of the IEEE, vol.86, issue.9, 1839-1857, Sept. 1998.

[3] Minki Kim, Jechang Jeong, "An Efficient Deinterlacing Algorithm Using New Edge-Directed Interpolation", 방송공학논문지, 제12권 제2호, 185-192, Mar 2007.

[4]Hoon Yoo, Jechang Jeong,"Direction-oriented interpolation and its application to de-interlacing", IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol 48, issue 4, 954-962, Nov 2002.

[5]Chung J.Kuo,Ching Liao,Ching C.Lin, "Adaptive edge-based interpolation for scanning rate conversion", ICASSP-96, vol 4, 2120-2123, May 1996.