

# DTV에서의 영상 포맷 변환 알고리즘

이원백, 이동호

\*한양대학교 전자컴퓨터공학부

## Image Interpolation Algorithm for Format Conversion in DTV Receiver

Won-Baek Lee\*, Dong-Ho Lee\*

\*School of Electrical and Computer Engineering of Hanyang Univ  
wblee@image.hanyang.ac.kr, dhlee@image.hanyang.ac.kr

### 요약

본 논문에서는 DTV 수상기에서 전송 받은 영상을 원하는 크기로 디스플레이 하기 위해 필요한 포맷 변환에 관한 알고리즘을 제시한다. 포맷 변환을 할 때에 영상을 보간하면 영상의 품질이 떨어지는 것을 볼 수 있는데 특히 에지 부분이 눈에 민감한 특성을 생각한다면 에지 부분에서의 무더짐은 상당한 문제점이 된다. 이를 해결하기 위해 고역 통과 필터링을 해주어 영상의 선명도를 올려줄 수 있는데 영상 전체에 고역 통과 필터링을 해주게 되면 영상의 에지뿐만 아니라 잡음 신호까지도 같이 증폭되는 문제점이 나타난다. 따라서 이를 해결하기 위해 에지 부분만을 적응적으로 고역 통과 필터에 통과시켜 잡음 성분은 줄이면서 에지 부분의 선명도는 올려주는 알고리즘을 제시하였다. 이를 검증하기 위해 다양한 영상에 대하여 컴퓨터 모의 실험을 하였고, 결과를 기존의 방법들과 비교하여 알고리즘의 우수성을 확인하였다.

### I. 서론

DTV 수상기에서 효율적인 포맷 변환은 다양한 포맷의 지원을 위하여 반드시 필요한 부분이다. 포맷을 변환할 때에 사용하는 방법으로는 가장 간단한 방법인 Nearest Neighbor 방법부터 선형 보간법, FIR 필터 보간법, 그리고 Cubic Spline 보간법까지 상당히 다양한 방법들이 있다. [2][3][4][5]

하지만 일반적으로 사용되는 방법들은 에지 부분에 대한 고려가 되지 않고 포맷 변환을 하게 된다. 에지 부분이 눈에 매우 민감한 부분임에도 불구하고 그에 대한 고려가 되어 있지 않다는 것은 상당한 문제점임에 틀림 없으며 실제로 이러한 방법들로 포맷 변환을 하게 되면 에지는 물론 영상자체가 무디어 지는 문제점이 있는 것을 확인할 수 있었다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 영상에 고역 통과 필터를 사용하여 영상의 선명도를 살려주려고 하였다. 하지만 전체 영상에 고역 통과 필터링을 해주

게 되면 영상의 에지 부분뿐만 아니라 다른 부분까지도 같이 증폭되기 때문에 미리 에지를 찾아내어 에지 부분에만 적응적으로 고역 통과 필터링을 하여 그러한 문제점을 해결하였고, 또 영상에 잡음 신호가 있을 경우에는 잡음 신호까지도 에지 부분으로 잘못 인식하여 증폭될 수도 있기 때문에 에지를 검출할 때에 Median 필터를 사용하여 잡음 신호는 제거하면서 보다 정확하게 에지를 찾아내어 선명도를 살려주는 포맷 변환 알고리즘을 제안하였다.

### II. 제안하는 포맷 변환 알고리즘

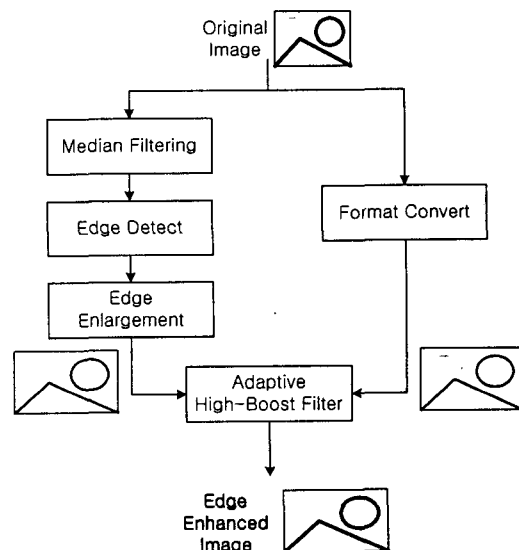


그림 1. 제안하는 포맷 변환기의 동작 알고리즘

기존의 보간 알고리즘들은 에지에 대해 고려하지 않았기 때문에 에지가 무더지는 문제들이 있다. 에지를 살려주기 위해서 본 논문에서 제안하는 포맷 변환기의 동작 알고리즘을 그림 1에 나타내었다. 우선 입력 영상의 잡음 성분을 제거하기 위해 영상에 Median 필터링을 해주게 되는데 Median 필터는 입력된 값들 중에 가운데의 값을 출력하는 필터로, 특히 임펄스성 잡음 성분의 제거에 탁월한 효과를 가진다. Median 필터는 십자가형의 5탭, 즉 중앙 픽셀 값과 상하좌우 4개의 픽셀 값을 입력으로 하는 것을 사용한다. 이렇게 잡음 성분을 제거하고 난후에 에지를 검출하게 되는데 연산자로는 3x3 sobel 연산자를 사용한다. 에지를 검출할 때 임계값의 조절에 따라 검출되는 에지의 양을 조절할수 있는데 임계값을 높이면 에지의 양이 적어져서 에지는 가늘어지고, 반대로 낮추면 에지의 양이 많아져서 에지는 굵어지게 된다. Median 필터링 후에 에지를 검출하게 되면 임계값을 더 낮게 설정하여도 충분히 많은 에지를 찾아내면서 에지가 굵어지지 않으며 필요한 부분의 정확한 에지를 찾아낼 수 있게 된다. 검출된 에지는 적응적으로 영상의 선명도를 높일 때 사용하기 위해 출력 영상의 크기에 맞추어 확대시키게 된다. 에지를 확대하는 방법으로는 일반적으로 사용하는 선형 보간법을 사용하였다.

본 논문의 포맷 변환부에서는 ISO 11172-2(MPEG-1 Video Specification)에서 권고하는 7탭 계수의 필터를 사용하였다. 이렇게 변환되어진 영상은 앞에서 찾아낸 에지 맵과 비교되어 에지 부분과 에지가 아닌 부분을 구분하게 된다. 에지로 구분되어진 부분에만 선명도를 올리는 High-Boost 필터링을 해주게 된다

## 2.1 고역 통과 필터링

영상의 선명도를 살려주기 위해서 고역 통과 필터링을 하게 되는데 이 필터는 그림 2의 (a)와 같이 중앙 부분에 양의 계수를 가지고 바깥쪽으로는 음의 계수를 가지는 형태를 취하게 된다. (b)에서는 3x3의 고역 통과 필터를 보여주고 있는데 필터의 계수들의 합은 0이 된다. 이 필터를 영상에 씌워주게 되면 출력 값은 0 또는 아주 작은 값이 나오게 되어 에지 부분에서는 아주 작은 값이 나오게 되고 그 외의 일반적인 부분은 0 값이 나오게 된다.

이러한 방법을 영상에 적용하여 선명도를 상승시키는 필터로 High-Boost 필터가 있는데 그 원리는 원 영상에 고역 통과 필터링된 값을 더해주어 영상의 에지 부분을 선명하게 만들어주는 것으로 그림 3에 원리와 사용법을 나타내었다. 영상에 이러한 High-Boost 필터를 씌우게 되면 영상의 선명도가 살아나게 된다. 그리고  $\alpha$  값의 조절에 따라서 필터의 특성이 변하게 되는데  $\alpha$  값이 1인 경우에 High-Boost 필터는 고역 통과 필터가 되고 선명도 상승 필터로 사용하려면  $\alpha$  값은 1보다 큰 수여야 한다

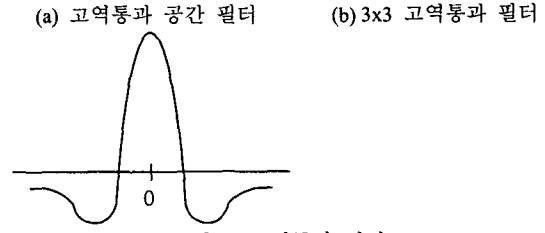


그림 2. 고역통과 필터

$$\begin{aligned} \text{High-Boost} &= \alpha \text{Original} - \text{Lowpass} \\ &= (\alpha - 1) \text{Original} + \text{Original} - \text{Lowpass} \\ &= (\alpha - 1) \text{Original} + \text{Highpass} \end{aligned}$$

-1/9	-1/9	-1/9
-1/9	w/9	-1/9
-1/9	-1/9	-1/9

where  $w = 9\alpha - 1$

그림 3. High-Boost 필터와 그 Mask

$$\frac{1}{9} \times$$

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

## 2.2 선명도 상승 필터링

그림 4와 5에 선명도를 올리는 필터에 대한 개념을 도시적으로 나타내었다. 영상 사이에 잡음 신호가 있는 경우를 나타내고 있는데 이 잡음 신호는 에지를 검출할 때 에지로 인식되지 못한 것으로 기존의 선명도 상승 필터링을 하게 되면 잡음 신호까지 함께 증폭되어 버리게 된다. 반면에 에지 기반의 적응적인 알고리즘을 사용할 경우에는 그런 문제점이 생기지 않음을 알 수 있다.

그림 5에서는 잡음 신호가 에지로 인식되는 경우의 High-Boost 필터링을 비교하여 보여주고 있다. 이럴 때에는 에지에 적응적인 High-Boost 필터링을 한다고 해도 잡음 신호가 에지로 인식되기 때문에 같이 증폭될 수밖에 없는 문제점이 나타난다. 하지만 본 논문에서 제안한 에지 정보를 이용하여 적응적으로 고역 통과 필터를 적용하는 DTV 수상기의 포맷 변환 알고리즘을 사용하게 되면 잡음 신호부분은 에지로 인식하지 않고, 정확한 에지 정보만을 검출할 수 있도록 하여 기존의 방법들에 비해 특히 에지 부분이 보다 자연스럽게 선명해지는 것을 확인할 수 있었다.

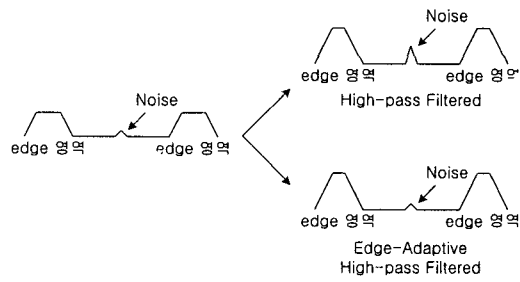


그림 4. 선명도를 올리는 필터링의 비교 1  
(잡음 신호가 에지로 인식되지 않는 경우)

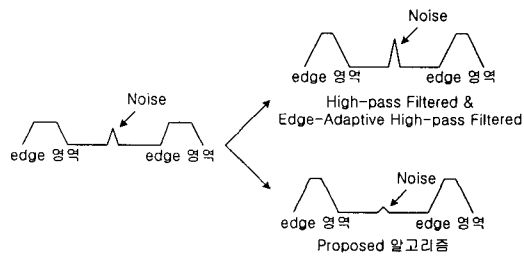


그림 5. 선명도를 올리는 필터링의 의 비교 2  
(잡음 신호가 에지로 인식되는 경우)

### III. 모의 실험 결과

본 논문에서는 컴퓨터 모의 실험을 위해 Flower 영상, Football 영상, Mobile 영상, Pingpong 영상, Popp 영상, Susie 영상등의 다양한 영상을 테스트 영상으로 사용하였다. 테스트 영상은 352x240 크기의 순차주사식 영상으로 영상마다 다양한 특징들을 가지고 있어 여러 가지 면에서 비교할 수 있었다. 예를 들면 Flower 영상은 수평의 움직임이 있고, Susie 는 움직임이 거의 없는 영상이다. 또 Pingpong 영상은 배경은 고정된 상태에서 공 부분에만 움직임이 있으며 Popp 영상은 부분적인 변화가 많으며 세밀한 부분이 많은 특징이 있다.

먼저 기존 알고리즘들의 객관적인 평가를 위해 가로, 세로 각각 2 배로 변환된 출력 영상의 PSNR 을 비교하여 이를 표 1 에 나타냈었는데 Cubic Spline 을 이용하는 경우가 다른 방법들에 비해 PSNR 이 높음을 알 수 있다. 하지만 PSNR 이 높다고 해서 그것이 반드시 좋은 화질을 의미하는 것은 아니기 때문에 출력영상을 눈으로 직접 확인하여 주관적인 평가를 병행하였다.

미디언 필터를 통과한 후의 에지 맵을 비교해본 결과 제안된 방법에서 잡음 신호로 생각될 수 있는 부분들이 거의 제거된 에지 맵을 확인할 수 있었다. 제안 알고리즘은 기존의 방법들에서 고려하지 않았던 에지의 선명도를 높이는 데 중점을 두고 있는데 이렇게 미디언 필터링을 거친 후에 에지를 검출하여 잡음 신호는 제거하면서 에지 부분을 정확하게 검출해낸 결과에 적응적으로 선명도를 높이는 필터를 사용한 제안 알고리즘의 결과를 아래 그림으로 나타내었다. 기존의 방법들에 비해서 확실히 에지 부분이 기존의 변환 방법들 보다 뚜렷해졌음

을 알 수 있다. 그림 7~그림 12 에 영상별로 모의 실험 결과를 비교하여 나타내었다.

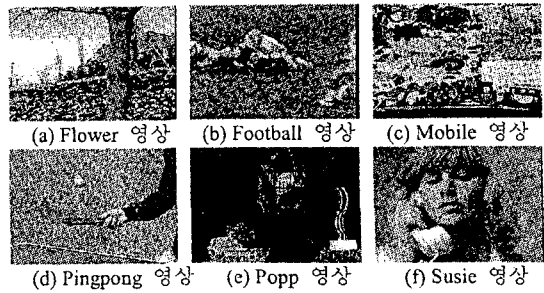


그림 6. 테스트 영상

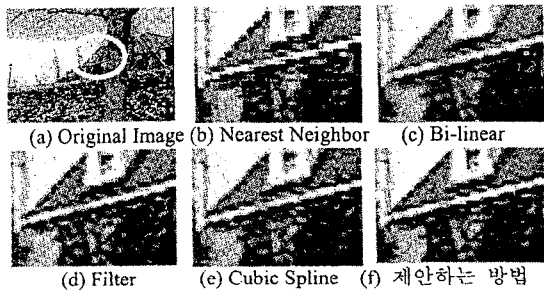


그림 7. Flower 영상에 대한 화질 비교

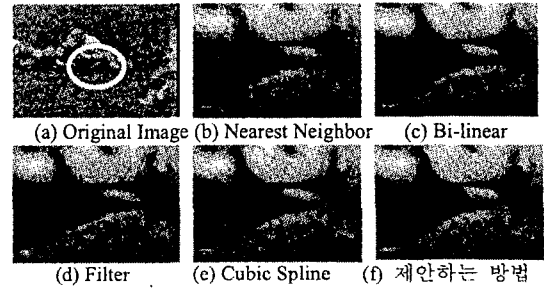


그림 8. Football 영상에 대한 화질 비교

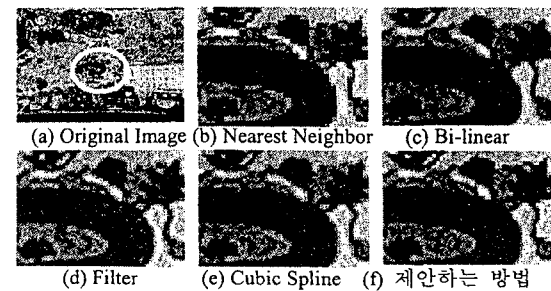


그림 9. Mobile 영상에 대한 화질 비교

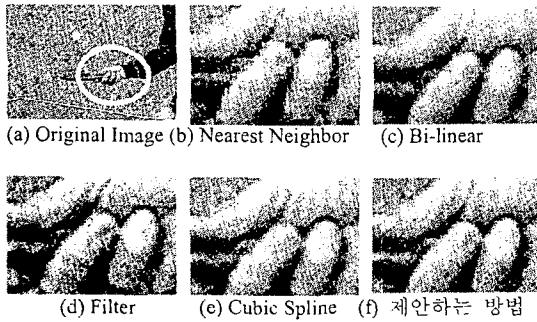


그림 10. Pingpong 영상에 대한 화질 비교

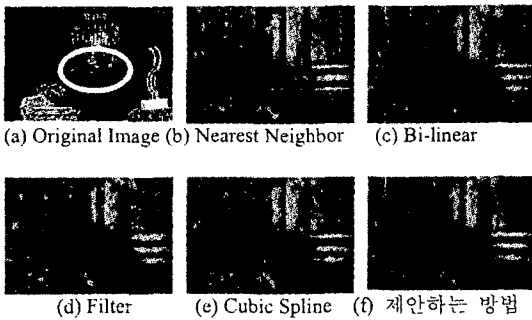


그림 11. Popp 영상에 대한 화질 비교

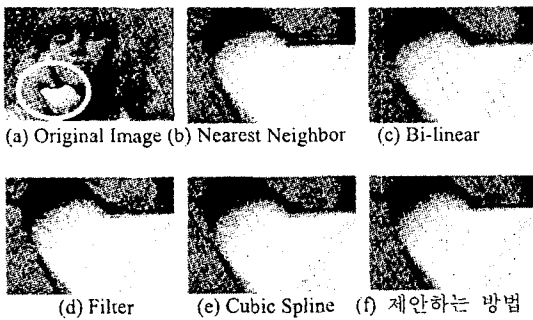


그림 12. Susie 영상에 대한 화질 비교

화질 비교에 쓰인 영상들은 각 변환 방법을 통해 나온 출력 영상의 일부분을 8배 확대한 것이다. Nearest Neighbor 포맷 변환 방법은 가장 간단한 보간 방법인 만큼 확대 영상들을 보면 상당히 거칠게 보간 되었음을 알 수 있다. Bi-linear 방법을 사용하여 포맷을 변환한 경우 Nearest Neighbor 방법보다 좋은 결과를 내고 있음을 눈으로 직접 확인할 수 있었다. FIR 필터를 사용하여 변환을 한 경우도 역시 앞의 Nearest Neighbor 방법 보다는 훨씬 뛰어난 출력 영상을 볼 수 있고 Bi-linear 방법에 비해서는 확대 영상의 경우에 조금 더 부드럽게 변환되었음을 확인할 수 있다. Cubic Spline 포맷 변환

방법의 경우 가장 훌륭하고 깨끗한 출력 영상을 볼 수 있었다. 하지만 연산량이 앞의 방법들에 비해 훨씬 많아서 실제 구현 시에는 상당한 문제점이 될 수 있다. 또 앞의 방법들과 마찬가지로 이 방법도 에지에 대한 고려가 없기 때문에 에지 부분에서의 선명도가 떨어지는 것도 확인할 수 있다. 하지만 제안 알고리즘의 영상을 보면 에지 부분이 더 선명하고 자연스러워진 것을 볼 수 있다.

#### IV. 결론

최근에 우리나라에서 DTV의 개발이 본격화되면서 여러 가지 포맷을 지원하기 위한 수장기의 포맷 변환이 상당히 중요한 부분으로 여겨지고 있다. 앞에서 살펴본 것처럼 영상의 포맷을 변환하는 알고리즘은 많이 있지만 대부분의 알고리즘이 에지 부분에 대한 고려가 없는 문제점을 가지고 있었다. 본 논문에서는 에지 정보를 이용하여 적응적으로 고역 통과 필터를 적용하는 알고리즘을 제안하였다. 그리고 에지를 검출할 때에 십자가 형의 5탭 Median 필터를 이용하여 잡음 신호부분은 에지로 인식하지 않고, 정확한 에지 정보만을 검출할 수 있도록 하였다. 여러 가지 테스트 영상으로 모의 실험을 수행한 결과 본 논문에서 제안한 방법이 기존의 방법들에 비해 특히 에지 부분이 보다 자연스럽게 선명해지는 것을 확인할 수 있었다.

#### V. 참고 문헌

- [1] ISO 13818-2:1994 *Information technology - Coding of Moving Pictures and Associated Audio - Part 2: Video*
- [2] Randy Crane, "A Simplified Approach to Image Processing", Prentice Hall PTR
- [3] Rafael C Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Addison Wesley
- [4] Steven C. Chapra and Raymond P. Canale, "Numerical Methods for Engineers", McGRAW-HILL International Editions
- [5] Barthold Lichtenbelt and Randy Crane and Shaz Naqvi, "Introduction to Volume Rendering", Prentice Hall PTR
- [6] Jan Allebach and Ping Wah Wong, "Edge-Detected Interpolation", 1996 IEEE
- [7] Sergio Carrato and Giovanni Ramponi and Stefano Marsi, "A Simple Edge-Sensitive Image Intepolation Filter", 1996 IEEE