다해상도를 위한 영상의 축소 및 확대 algorithm

○염 선숙*, 김 준우*, 김 민기*
*고려대학교 자연과학대학 의용전자공학과

Image size reduction and expansion for multiresolution

Sun Sook Yeum*, Jun Woo Kim*, Min Gi Kim*
*Dept. of Medical Electronics, Korea University

Abstract

A technique for fast image reduction or expansion, in which the reduction(expansion) factor is either any integer or any rational number M/L is represented.
The multiresolution is modeled as an interpolation and filtering followed by a decimation.
The model enables frequency domain analysis of the multiresolution representations as well as convenient design of the Kernels(filters).
Using any FIR linear phase(Type I) filters a fine to coarse multiresolution structure can be generated.

제 1 장 서론

1.1 연구 개발의 필요성

디지탈 처리 방식에 의한 영상의 확대,축소는 기존에 있었던 광학적인 확대,축소에 비하여 배율의 변화가 용이하고, 원래의 영상에서 얻어진 새로운 영상을 또 다른 데이터로 저장할 수 있으며, 또 각종 주변기기들과의 호환이 용이하다는 등 많은 장점을 지니고 있다.

의료 시스템 분야에서도 이러한 여러 가지 장점을 이용하여 각종 의료용 영상 정보의 기록,보관,전송 등의 처리를 종합적으로 이루어 나간다면 확실한 진단정보를 신속히 파악할 수 있고, 병원내 혹은 타 병원과의 영상 정보의 상호 교환을 통하여 진단 정보 활용 체계를 마련할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 이와 같은 장점을 지닌 디지탈 영상 확대,축소 알고리즘을 개발하고 그에 따른 실제적인 시뮬레이션을 통해 그 결과를 확인해 봄으로써 차후 실시간 영상 확대,축소 알고리즘에 필요한 기초 자료를 얻고자 한다.

1.2 연구 개발의 목표

고속의 영상의 확대 축소(digital image zooming)는 주어진 원화상의 크기(scale)를 다양하게 변화시킴으로써 다해상도(multiresolution)의 영상을 용이하게 표현할 수 있도록 하기 위한 방법의 하나이다.

본 연구의 목적은 최근 발표되고 있는 다양한 영상 확대, 축소 알고리즘들을 고찰하고 실험을 통하여 문제점을 밝힘과 동시에, 그러한 기존 알고리즘을 수정하고 보완함으로써 새로운 영상 확대,축소의 알고리즘을 개발하는데 있다. 또한 실제로 실시간에 가까운 영상 확대,축소의 고속처리기(fast time process)를 소프트웨어적으로 구현해 봄으로써 개발한 알고리즘의 결과를 고찰한다. 여기서 고속처리라 함은 실시간 처리(real time process)와 구별하기 위하여 제안된 개념인데, 크기가 작은 영상에 대해서는 실시간 처리를, 큰 영상에 대해서는 소프트웨어적인 고속 처리를 의미한다.

본 연구에서는 multirate signal processing의 방법으로 interpolation, decimation, 저역통과필터 처리를 함으로써 영상의 확대 또는 축소 알고리즘을 구현하였다.

제 2 장 영상의 확대 및 축소

2.1 Sampling rate 변환법에 의한 영상축소 알고리즘

신호의 sampling rate를 M배 줄이기 위한 방법들을 영상의 축소의 목적으로 적용할 수 있다.

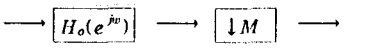

그림 1. sampling rate 변환에 의한 축소 알고리즘의 블록선도.

그림 1에서 ↓M는 M개의 데이타 중에서 한개만을 주기적으로 추출하는 추림법(decimation)을 나타낸다.

신호출력 $y(m)$ [1][2]을 푸리어변환 하면 다음과 같다.

$$Y(e^{jw}) = \frac{1}{M}\sum_{k=0}^{\infty} H_0(w_k)\times(w_k)$$

여기서 $w_k = \frac{w-2\pi k}{M}$ 이다.

Decimation 필터 $H_o(e^{jw})$의 특성이 이상적 저역 통과 필터로 근사화 하면 식(1)은 다음과 같다.

$$Y(e^{jw}) = \frac{1}{M}\times(e^{j\frac{w}{M}})$$

이러한 기법을 영상의 가로 그리고 세로 방향으로 분리이론(separable thearem)을 적용하여 영상의 축소를 행할 수 있다.

2.2 sampling rate 변환법에 의한 영상확대 알고리즘.

Sampling rate를 L배로 증가시키기 위한 방법을 영상확대의 방법으로 적용시킬 수 있다.

신호 $x[n]$을 sample rate를 L배로 증가시킨 신호 y[m]을 출력하는 방법은 그림 2와 같이 표현된다.

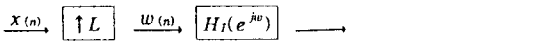

그림 2. sampling rate변환에 의한 확대 알고리즘의 블럭선도

여기서 ↑L은 L-1개의 zero data에 의한 zero padding을 나타낸다. 2차원의 경우에는 L=2인 경우를 예로써 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 5 & 7 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

그림 3. zero 추가(zero padding)에 의한 sampling rate 변환

그리고 zero 데이터들이 주위의 값들과 interpolation을 위해 필터방법을 행한다.

zero padding 후의 신호 $w(n)$의 푸리어 변환은 다음과 같다.

$$W(e^{jw}) = X(e^{jwL}) \qquad (3)$$

그리고 출력신호는 다음과 같다.

$$Y(e^{jw}) = Y(e^{jw})X(e^{jwL})$$

저대역 통과 필터를 다음과 같이 설정하면

$$H_L(e^{jw}) = \begin{cases} L, & |w| \le \frac{\pi}{L} \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

그림 2의 출력의 주파수 응답은 다음과 같이 표현된다.

$$Y(e^{jw}) = \begin{cases} LX(wL), & |w| \le \frac{\pi}{L} \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

한 예로써 다음 그림 4.a와 같은 2차원 신호를 가정하고 zero padding하면 그림 4.b와 같은 data가 되고 이를 차단주파수 $\frac{\pi}{2}$의 저대역 통과 필터를 취하면 그림 4.c와 같이 된다.

$$\begin{bmatrix} 100 & 50 \\ 35 & 160 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} 100 & 0 & 50 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 35 & 0 & 160 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} 100 & 79 & 50 & 79 \\ 74 & 52 & 118 & 180 \\ 35 & 115 & 160 & 115 \\ 74 & 130 & 118 & 52 \end{vmatrix}$$

그림 4(a) 가상의 2차원 data　　그림 4(b) zero-padding 의 결과　　그림 4(c) 저대역 통과 필터 의 결과

그림 9는 FIR filter를 이용하여 연속적으로 여섯차례 영상을 확대한 각 단계의 영상이다.

2.3 유리수배로의 확대 및 축소

2.1절과 2.2절은 각각 정수배로 영상의 확대 및 축소법을 제시하였다.

본절에서는 윗 두 방법을 결합하여 영상의 확대 및 축소를 유리수배로 행할 수 있는 방법을 제시한다.

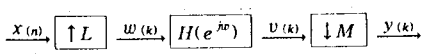

그림 5. 유리수배로의 확대 및 축소를 위한 블럭선도

$H(e^{jw})$가 ideal 저대역 통과필터의 특성의 필터를 사용하면 출력의 주파수 특성은 다음과 같이 표현된다.

$$Y(e^{jw}) = \begin{cases} \frac{L}{M}X(\frac{wL}{M}), & |w| \le \min[\pi, \pi\frac{M}{L}] \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

3. 다해상도(Multiresolution)표현법

다해상도 표현이란 영상의 해상도를 점차적으로 높은 해상도에서 낮은 해상도(course-to-fine)로 표현하는 기법이다.

다해상도에 의한 영상의 표현은 최근 image pyramid, sub-band coding, wavelet transform등에 의해 활발히 발전하고 있는 분야이다.

2.3절에서 표현한 그림 5의 선도를 다음과 같이 단순화 하여 표현한다.

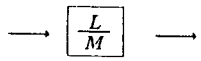

그림 6. 단순화한 블럭선도

그리고 다해상도 표현을 위해 직렬로 연결하면 그림 7과 같다.

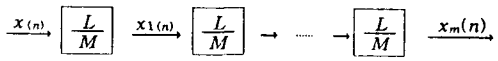

그림 7. multiresolution의 표현

m번째 단계의 출력 $x_m(n)$은 $x(n)$의 sampling rate를 $(\frac{L}{M})^m$으로 변환한 영상이다.

종래의 Bart[1]에 의한 image pyramid은 자연수의 비율로써 다해상도로 표현했고, sub-band coding과 wavelet기법에서는 자연수 2의 비율로써 표현하였으나 본 논문에서는 임의의 자연수 m,M,L에 대하여 $(\frac{L}{M})^m$ 비율로 표현가능하다.

만약에 $M>L$ 이면 영상축소 기법이 되고 $M<L$ 이면 영상 확대 기법으로 응용된다.

실험결과

그림 8은 영상의 축소를 Park Mcklean 알고리즘에 의한 저대역 통과 필터를 사용하여 영상의 축소에 적용하여 simulation한 결과이고 그림 9는 확대 알고리즘을 이용한 결과이다.

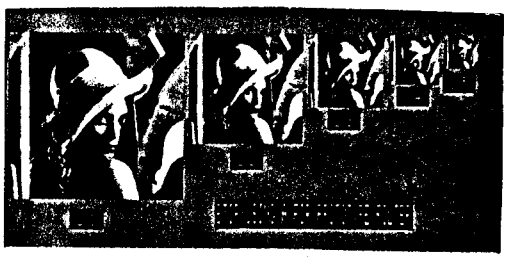

그림 8. 영상축소

그림 9. 영상확대

그림 10은 영상을 유리수의 배수로 확대하기 위한 그림 5의 방법의 순서, 즉 zero padding, 저대역 통과필터, 그리고 decimation을 행한 각 단계를 순서대로 simulation한 결과를 제시한 것이다.

그림 10

그림 11은 FIR linear phase 필터의 차단 주파수를 변화시켜 실험해 본 결과이다.

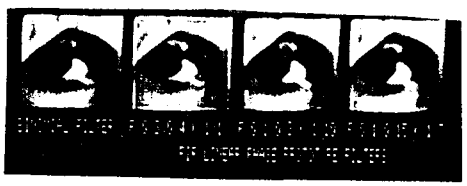

그림 11

참고문헌

[1] P.J.Burt, E.H.Addelson, "The laplacian pyramid as a compact image coding"
IEEE Tr.Com. vol 31, No.4. pp 532-540, 1983.

[2] S.G.Mallat, "A theory for multiresolution signal decomposition : The wavelet representation"
IEEE Tr.Pattern Analy.Machime Intell.,
vol 11 No.7. pp 674-693, 1989.

[3] A.K.Jain, "Fundamentals of digital image processing"
Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1989.

[4] J.S.Lim, A.V.Oppenheim, "Advanced topics in Signal Processing"
J.S.Lim, A.V.Oppenheim, Prentice Hall, 1988.