

적응형 디지털 영상 축소를 위한 국부 가해성 추정 기법

곽노윤*

A Method for Estimating Local Intelligibility for Adaptive Digital Image Decimation

No-Yoon Kwak*

요 약 본 논문은 중심 화소값과 인접 가해 성분값의 평균으로 축소 성분값을 산출함으로써 ZOD와 FOD의 장점을 적응적으로 반영한 디지털 영상 축소 알고리즘에 관한 것이다. 우선, 슬라이딩 윈도우의 중앙에 위치되는 중심 화소를 축소 성분값의 주성분으로 선택하고, 1차 미분 연산자를 이용하여 중심 화소의 우측 및 하측 인접 화소의 기울기의 크기를 각각 계산한다. 이후, 두 기울기의 크기를 합산한 결과로 각 기울기의 크기를 나누어 우측 및 하측 인접 화소 각각의 가해 가중치를 구한다. 다음으로, 각각의 가해 가중치를 우측 및 하측 인접 화소값에 곱한 후에 그 결과를 합산함으로써 인접 가해 성분값을 산출한다. 이렇게 구한 인접 가해 성분값과 중심 화소값을 평균하여 축소 성분값을 구하는 과정을 입력 영상의 모든 화소들에 반복적으로 수행함으로써 축소 영상을 얻을 수 있다.

Abstract This paper is about the digital image decimation algorithm which generates a value of decimated element by an average of a target pixel value and a value of neighbor intelligible element to adaptively reflect the merits of ZOD method and FOD method on the decimated image. First, a target pixel located at the center of sliding window is selected, then the gradient amplitudes of its right neighbor pixel and its lower neighbor pixel are calculated using first order derivative operator respectively. Secondly, each gradient amplitude is divided by the summation result of two gradient amplitudes to generate each intelligible weight. Next, a value of neighbor intelligible element is obtained by adding a value of the right neighbor pixel times its intelligible weight to a value of the lower neighbor pixel times its intelligible weight. The decimated image can be acquired by applying the process repetitively to all pixels in input image which generates the value of decimated element by calculating the average of the target pixel value and the value of neighbor intelligible element.

Key Words : digital image decimation, intelligible weight, adaptive image decimation, FOD, ZOD

1. 서 론

디지털 영상 축소는 원영상의 화소 분포특성과 가해성(intelligibility)을 최대한 유지하면서 디지털 영상을 원하는 크기로 줄이고자 함에 그 목적이 있다. 디지털 영상 축소 기술의 대표적인 응용분야들로는 멀티미디어 코덱, 영상 디스플레이 장치, 영상 회의 시스템, 위성 및 기상 사진 판독, 디지털 라이브러리, 자동 항법 시스템, GIS, CSCW, 컴퓨터 그래픽, CAD, 인터넷 콘텐츠 제작, TV 방송, 비선형 영상 편집(NLE), PIP(Picture In Picture) 등과 같은 다양한 분야를 그 예로 들 수 있다.

기본적으로 디지털 영상 축소는 축소율에 따라 결정된 $n \times m$ 영역을 대표하는 하나의 화소값을 결정하고 이

화소값으로 해당 영역을 대체하는 과정을 전영역에 걸쳐 반복·적용함으로써 원영상의 크기를 줄이는 작업이다. 따라서, 비록 지금까지 알려진 방식들 중 가장 진보된 결과를 제공하는 알고리즘을 채택하더라도, 하나의 축소 성분값을 결정할 후에는 $n \times m$ 영역을 모두 버리는 단계를 공히 포함하고 있기 때문에 정도의 차이는 있지만 이 과정에서 영상의 가해성에 영향을 미치는 유효 가해 정보가 함께 유실되거나 축소 성분값에 그 특성이 불충분하게 또는 다소 왜곡되게 반영되는 문제를 피할 수가 없다.

제안된 디지털 영상 축소 방법은 이러한 문제를 개선하기 위해 연구된 것으로, 디지털 영상 축소에 있어서, 중심 화소값과 인접 가해 성분값의 평균으로 축소 성분값을 산출함으로써 ZOD와 FOD의 장점을 적응적으로 반영하여 축소 성능을 개선함에 그 목적이 있다.

*천안대학교 정보통신학부

제안된 방법은 중심 화소의 국부 가해 가중치(local intelligible weight)가 높을 경우에 좋은 성능을 제공하는 ZOD 방식의 장점을 취하면서 ZOD가 읽기 쉬운 인접 화소의 유효 가해 정보를 각 인접 화소의 국부 가해 가중치에 따라 축소 성분값에 적응적으로 반영할 수 있다. 이를 통해 FOD의 단점인 뭉뚱화 현상을 효과적으로 억제시킴과 동시에 개선된 정보 보존성을 제공할 수 있다.

2. 관련 연구

축소를 수행하는 필터의 설계 영역 측면에서 디지털 영상 축소 기술을 살펴보면, 크게 공간 영역 처리와 주파수 영역 처리로 나누어 살펴볼 수 있다. 공간 영역 처리 방식에는 저주파 필터링을 수행하는 컨벌루션 연산자를 통해 영상을 원하는 크기로 줄이는 방법이 있으며, 컨벌루션 연산자를 이용한 방법의 한계를 극복하기 위해 비선형 필터 또는 적응형 필터의 특성을 이용하는 방법 등이 있다.

전자의 예로는 ZOD(Zero Order Decimation) 방법[1, 2], FOD(First Order Decimation) 방법[1, 2], Cubic B-Spline[3]을 이용한 축소 방법 등이 있고, 후자의 예로는 미디안 필터(Median Filter)를 이용한 방법[1, 2], Pseudomedian 필터를 이용한 방법[4], ELA(Edge based Line Average)을 이용한 축소 방법[5] 등이 대표적이다. 후자는 전자에 비해 상대적으로 많은 연산량을 요구함에도 불구하고 뚜렷한 성능 향상 폭을 제공하지 못하는 것으로 평가되고 있다.

한편, 주파수 영역 처리 방식은 축소 함수에 대한 수학적 분석을 통해 푸리에 연산자(Fourier operator)에 기반한 축소 연산자를 정의하고 이를 통해 주파수 영역에서 영상을 축소하는 것을 일컫는다. 최근 들어, 이 방식의 일종으로, MPEG-1, MPEG-2, H.261, H.263 등과 같은 멀티미디어 코덱의 DCT(Discrete Cosine Transform) 영역에서 화면의 크기를 축소하는 기법이 다수 제안되고 있기도 하다[6-9].

3. 제안된 디지털 영상 축소 방법

디지털 영상의 축소는 다양한 축소율에서 이루어질 수 있으며 수직 및 수평 방향에 대해 동일한 축소율을 적용할 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 그러나, 본질에서는 설명의 편의상, 수직 및 수평 방향에 대해 1/2배의 축소율을 동일하게 적용하는 경우에 대해 설명할 것이다. 이 경우, 축소 영역은 2x2 화소 크기로 정해지는데, 원하는 축소율로 달성하기 위해서는 이 축소 영역

의 일부분을 겹쳐지도록 설정하거나 또는 축소된 결과 영상을 대상으로 1/2배의 축소율을 반복적으로 적용함으로써 해당 축소율을 얻을 수 있음은 잘 알려진 사실이다. 다시 말해서, 1/2배의 정방 축소율에서 언급된 축소 과정과 그 성능은 여타 축소율에도 확장시켜 용이하게 일반화시킬 수 있다.

자연 영상을 대상으로 기존의 방법들을 적용할 경우, 각 방식의 축소 영상들 간에는 현저한 성능차가 발견되지 않는다. 그 이유는 일반적인 자연 영상은 공간적인 상관성이 매우 높기 때문이다. 이에 반해 문서 영상이나 설계 도면 영상과 같이 유효 가해 정보가 라인 에지 형태로 많이 존재하는 영상에서는 각 방식들 간의 성능차가 큰 폭으로 나타나게 된다. 유효 가해 정보를 유실하는 문제를 최소화시키기 위해서는 축소 연산 과정에서 채택하는 슬라이딩 윈도우(sliding window)의 크기와 이를 반복 적용할 시의 동작 특성을 정확하게 이해함과 동시에 중심 화소에 이웃한 인접 화소들과의 상관성과 공간적인 특성을 정확하게 파악하는 것이 매우 중요하다. 제안된 디지털 영상 축소 방법은 이점에 착안하여 안출된 것으로, 3x3 슬라이딩 윈도우의 중심 화소값과 그 인접 화소값들로부터 구한 인접 가해 성분값을 평균함으로써 축소 성분값을 구하는 방법이다.

우선, 슬라이딩 윈도우의 중앙에 위치되는 중심 화소를 축소 성분값의 주성분으로 선택하고, 1차 미분 연산자를 이용하여 중심 화소의 우측 및 하측 인접 화소의 기울기의 크기를 계산한다. 이후, 두 기울기의 크기를 합산한 결과로 각 기울기의 크기를 나누어 우측 및 하측 인접 화소 각각의 국부 가해 가중치를 구한다. 다음으로, 각각의 국부 가해 가중치를 우측 및 하측 인접 화소값에 곱한 후에 그 결과를 합산함으로써 인접 가해 성분값을 산출한다. 이렇게 구한 중심 화소값과 인접 가해 성분값을 평균하여 축소 성분값을 구하는 과정을 전체 영역에 반복적으로 수행함으로써 축소 영상을 얻는다.

3.1 가장자리 화소들의 처리

전술한 바와 같이 제안된 방법은 3x3 슬라이딩 윈도우를 사용한다. 그림 1을 참고할 때, 수직 및 수평 방향에 대해 1/2배의 축소율을 적용하고자 할 경우, 화면 가장자리의 2화소 간격 내에 존재하는 화소들에는 3x3 슬라이딩 윈도우를 적용하는 것이 적절하지 않다. 따라서, 이 영역은 FOD 방식으로 축소 성분값을 구한다. 그림 1에서는 이 부분이 흑색으로 표시되어 있다.

3.2 슬라이딩 윈도우의 중첩

제안된 방법은 수직 및 수평 방향에 대해 1/2배의 축

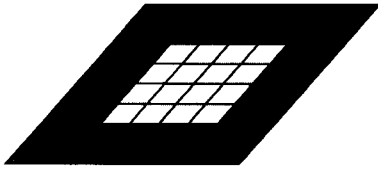


그림 1. 화면 가장자리의 2화소 간격 내 화소들

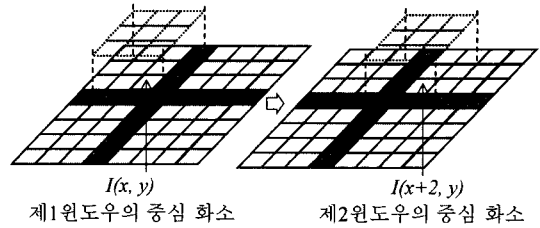


그림 3. 각 윈도우의 중심화소와 유효 가해 정보

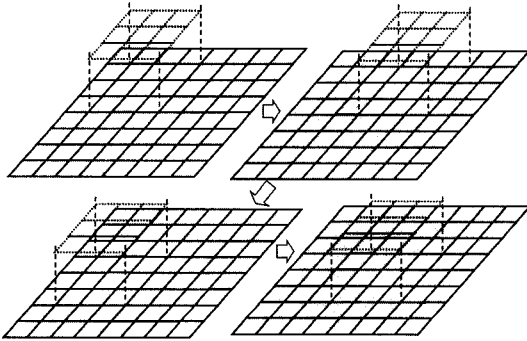


그림 2. 슬라이딩 윈도우의 중첩

소울을 적용하는 경우를 기준으로 할 때, 그림 2에서 볼 수 있듯이, 3x3 슬라이딩 윈도우를 래스터 스캐닝 방향을 따라 두 화소 간격 단위로 이동시키면서 슬라이딩 윈도우 영역에 포함된 화소값들을 이용하여 축소 성분값을 결정한다.

예컨대, 그림 2는 원영상의 크기가 8x8인 것을 가정한 것이다. 이 경우, 화살표로 표시한 순서로 슬라이딩 윈도우를 위치시킨다. 여기서, 제1윈도우의 최우측 수직 라인과 제2윈도우의 최좌측 수직 라인은 슬라이딩 윈도우를 이동시켜 적용할 시에 중첩이 되는 부분이다. 이와 유사하게 제1윈도우의 최하단 수평 라인과 제3윈도우의 최상단 수평라인은 중첩된다. 특히, 제4윈도우는 최좌측 수직 라인이 제3윈도우의 최우측 수직 라인과 중첩되며 최상단 수평 라인이 제2윈도우의 최하단 수평 라인과 겹쳐진다. 이 과정에서 제1윈도우의 우하단 코너, 제2윈도우의 좌하단 코너, 제3윈도우의 우상단 코너 및 제4윈도우의 좌상단 코너가 공통적으로 중첩된다.

3.3 국부 가해 가중치와 인접 가해 성분

그림 3은 8x8 영상을 예시한 것으로서, 제1윈도우 및 제2윈도우의 중심 화소를 각각 $I(x, y)$ 및 $I(x+2, y)$ 로 표기한 것이다. 제1윈도우의 중심 화소 $I(x, y)$ 를 기준으로 할 때, 화소 $I(x+1, y+1)$ 에서 단일 화소 폭으로 교차되는 수평 라인과 수직 라인을 보여주고 있다.

이 8x8 영상에서 가장 중요한 가해 정보는 흑색으로 표시된 수직 라인과 수평 라인 상에 존재한다. 그러나, ZOD 방식을 적용할 경우, 제1윈도우에서도 백색이 선택되고 제2윈도우에서도 백색이 선택되는 바, 축소 영상에는 수직 라인의 정보가 나타나지 않게 된다. 물론, 중심 화소가 라인 위에 위치되도록 윈도우가 설정되면 좋은 결과를 얻을 수 있지만, 확률적으로 볼 때, 이러한 경우가 항상 보장될 수는 없다. 한편, FOD를 적용할 경우, 전경과 배경의 평균을 취하기 때문에 뭉뚱화를 피할 수가 없다. 제안된 방법에서는 이러한 난제를 해결하고자 중심 화소의 우측과 하측 인접 화소에 존재하는 유효 가해 정보의 양을 기울기의 크기로 정량화하고자 하는 것이다. 이를 위해 1차 미분 연산자를 이용하여 중심 화소의 우측 인접 화소의 기울기의 크기 G_R 과 하측 인접 화소의 기울기의 크기 G_B 을 계산한다.

영상을 2개의 변수를 갖는 함수 $I(x, y)$ 로 가정할 때, 기울기는 크기와 방향을 갖는 바, 식 (1)과 같이 2차원 벡터로 나타낼 수 있다. 물론, 디지털 영상은 함수가 아니라 이산 데이터이기 때문에 연속신호처럼 미분을 취할 수가 없다. 따라서, 인접 화소값과의 차분값으로 근사화시키는데, 가장 단순한 형태가 식 (2)와 같은 1차 미분 연산자이다[10]. 다양한 1차 미분 연산자가 있지만, 제안된 방법의 경우, 기울기를 통해 인접 화소의 국부 가해 가중치를 추정하는 것이기 때문에 이를 선정할 시에 최우선적으로 고려해야 하는 것은 국부성(localization)이다. 식 (2)는 (x, y) 위치의 기울기를 구한 것이 아니라 $(x-1/2, y-1/2)$ 위치의 기울기를 구한 것이지만 여타의 미분 연산자 비해 노이즈에 민감함에도 불구하고 국부성이 뛰어나 상대적으로 좋은 결과를 제공한다. 식 (3)을 통해 기울기의 크기 G_{mag} 을 구할 수 있다.

$$\nabla I(x, y) = \left(\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y} \right) \quad (1)$$

$$\nabla_x I = \frac{\partial I}{\partial x} = I(x, y) - I(x-1, y)$$

$$\nabla_y I = \frac{\partial I}{\partial y} = I(x, y) - I(x, y - 1) \quad (2)$$

$$G_{mag} = \sqrt{\left(\frac{\partial I}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial y}\right)^2} \quad (3)$$

이때, 식 (4)와 같이 절대값 연산에 의해 기울기의 크기 G_{mag} 을 산출하더라도 무방하다. 이는 성능에 유의미한 변화를 주지 않으면서 연산량의 감축을 도모할 수 있다.

$$G'_{mag} = \left| \frac{\partial I}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial I}{\partial y} \right| \quad (4)$$

이렇게 구한 두 기울기의 크기가 각각 기설정된 임계치보다 작을 경우, 0으로 설정하고 그렇지 않으면 그대로 그 값을 이용한다. 본 논문에서는 식 (3)을 통해 기울기의 크기를 계산하는 경우에 준할 때, 기설정된 임계치로서 127을 사용하고 있다.

이것은 기울기의 크기가 임계치보다 작을 경우에는 이를 국부 평탄 영역으로 간주함을 의미한다. 제안된 방법은 기울기의 크기를 통해 시각적으로 명확하게 드러나는 유효 가해 정보의 양만을 추정하여 반영하고자 하는 것이다. 만일, 모든 기울기의 크기에 대해 국부 가해 가중치를 계산할 경우, 노이즈에 의한 악영향을 배제시키기 어렵다. 또한, 불명확하고 모호한 유효 가해 정보로 인해 FOD의 단점인 몽롱화 효과를 동반하는 문제를 야기시킬 수 있다. 이후, 두 기울기의 크기를 합산하여 그 결과값 G_{sum} 이 0이면, 평탄 영역으로 간주하여 중심 화소값을 축소 성분값으로 결정하고 그렇지 않을 경우, 식 (5)와 같이 합산한 결과로 각 기울기의 크기를 나누어 우측 인접 화소의 국부 가해 가중치 W_R 와 하측 인접 화소의 국부 가해 가중치 W_B (즉, $W_B=1-W_R$)를 각각 정의한다.

$$W_R = \frac{G_R}{G_R + G_B}, \quad W_B = \frac{G_B}{G_R + G_B} \quad (5)$$

여기서, G_R 과 G_B 는 각각 우측 인접 화소와 하측 인접 화소의 기울기의 크기값을 의미한다.

이후, 식 (6)과 같이 각각의 국부 가해 가중치를 우측 및 하측 인접 화소값에 곱한 후에 그 결과를 합산함으로써 인접 가해 성분값 $I_m(x, y)$ 을 산출한다.

이렇게 산출한 인접 가해 성분값은 우측 및 하측 인접 화소들의 국부 가해성의 기여도를 반영하는 값이다.

$$I_{ni}(x, y) = W_R \times I(x + 1, y) + W_B \times I(x, y + 1) \quad (6)$$

식 (7)과 같이, 중심 화소값 $I(x, y)$ 과 인접 가해 성분값 $I_{ni}(x, y)$ 을 평균하여 축소 성분값 $I_D(x, y)$ 을 구하는 과정을 전체 영역에 반복적으로 수행함으로써 축소된 영상을 얻을 수 있다.

$$I_D(x, y) = \frac{I(x, y) + I_{ni}(x, y)}{2} \quad (7)$$

4. 시뮬레이션 결과 및 고찰

본 논문에서는 제안된 방법의 성능과 적용의 보편성을 평가하기 위해 각기 서로 다른 분포 특성을 갖는 디지털 영상을 대상으로 기존의 방법과 제안된 방법에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 시험 영상으로, 256×256의 LENA, 256×256의 CROSS 영상, 300×260의 KORCHAR(한글 문서 영상) 영상, 1687×2346의 CHART 영상을 이용하였다.

컴퓨터 시뮬레이션을 통해 LENA와 같은 자연 영상을 대상으로 각 방식을 적용할 경우, 그림 4에서 볼 수

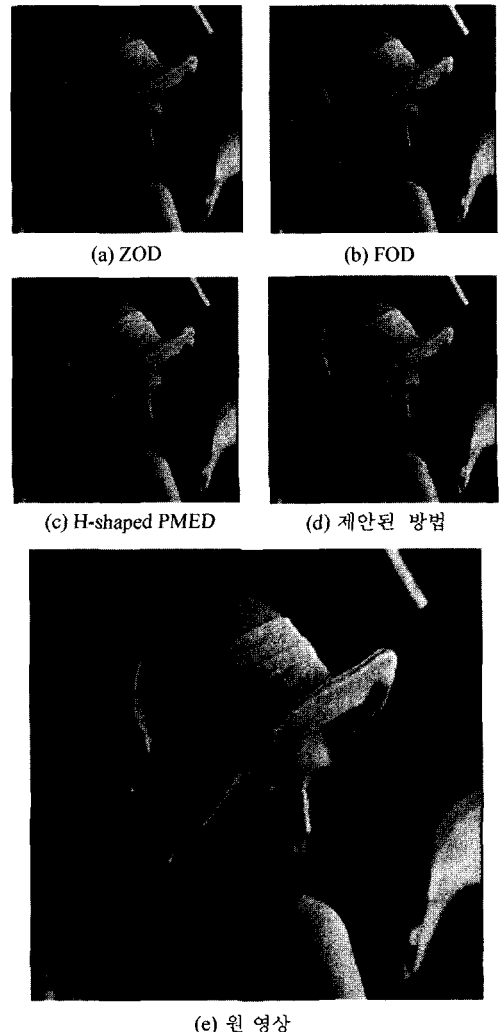


그림 4. LENA 영상을 대상으로 각 방법을 적용한 결과 영상

있듯이 공간적인 상관성에 기인하여 각 방식의 축소 영상들 간에는 주관적 성능차가 현저하지 않음을 확인할 수 있었다.

그림 5와 그림 6은 각각 CROSS 영상과 KORCHAR 영상을 대상으로 각 방법을 적용한 결과 영상을 나타낸 것이다.

CROSS 영상은 수직 라인과 수평 라인 및 대각선 라인을 인위적으로 생성시켜 만든 시험 영상이다.

ZOD와 H-shaped PMED[11, 12]의 경우, 유효 가해 정보가 많이 손실당하고 있다. 이에 반해 FOD와 제안된 방법은 완벽하지는 않지만, 원영상에 포함된 라인에서 정보를 대부분 보존하고 있는 것을 알 수 있다. 한

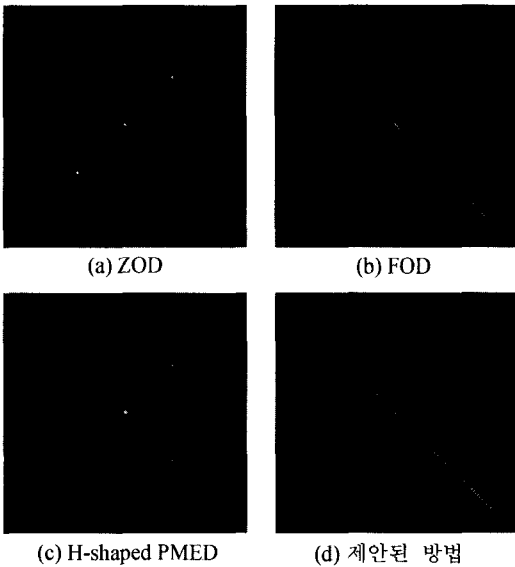
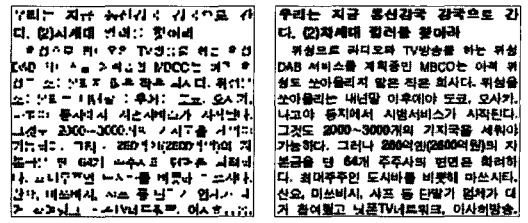
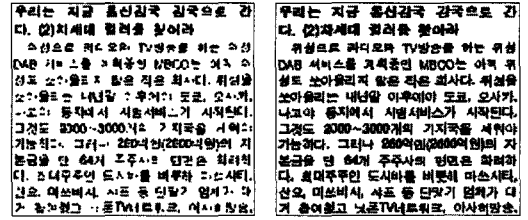


그림 5. CROSS 영상을 대상으로 각 방법을 적용한 결과 영상



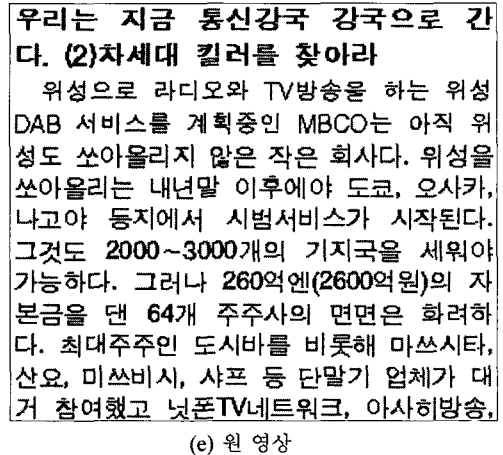
(a) ZOD

(b) FOD



(c) H-shaped PMED

(d) 제안된 방법



(e) 원 영상

그림 6. KORCHAR 영상을 대상으로 각 방법을 적용한 결과 영상

편, 해상도가 높은 모니터를 통해 확인할 경우, 제안된 방법은 FOD 방법보다 전경 화소와 배경 화소간의 대비도가 좋고 원영상에 좀 더 근접된 정보 보존성을 갖고 있음을 확인할 수 있다. 그러나, 제안된 방법은 그림 5(d)와 같이 많은 부분에서 원래의 밝기값을 잃고 있으며 라인의 두께를 과장시키는 결점이 있음을 발견할 수 있다.

KORCHAR 영상은 인터넷 신문의 기사를 소프트웨어적으로 캡처하여 만든 시험 영상이다. 그림 6(a) 및 그림 6(c)를 참고할 때, ZOD와 H-shaped PMED는 해당 기사 내용의 대부분을 판독하기에 불가능할 정도로 저급한 성능을 제공하고 있다. 특히, ZOD는 그 열악함의 정도가 더 심각함을 직관적으로 확인할 수 있다. 제안된 방법과 FOD 방법은 ZOD나 H-shaped PMED에

비해 가해성이 높지만, 독자가 집중도를 높여야만 그 내용을 파악할 수 있는 정도이다.

그림 6(b)는 FOD의 장점과 단점을 동시에 보여주고 있다. 유효 가해 정보를 원천적으로 잃어버리지는 않지만, 전경 화소와 배경 화소의 대비를 다소 떨어뜨리고 있음을 알 수 있다. 그러나, FOD는 연산량에 비해 매우 우수한 성능을 제공하는 것으로 평가할 수 있다.

그림 6(d)의 제안된 방법의 결과 영상은 FOD에 비해 대비도가 높지만, 그림 문자 상에 불연속성과 블록킹 현상이 존재하여 다소의 시각적인 거부감을 야기시키고 있다. 그러나, 시각적인 거부감이 크지 않으며 비교적 자연스럽게 선명하기 때문에 기존의 방법들에 비해 상대적으로 높은 가해성을 제공하고 있다.

인쇄 화질 상에서는 현저한 성능차가 나타나지 않지만, 고해상도 모니터를 통해 확인할 때, FOD에 비해 배경과 전경의 대비도가 상대적으로 높음을 용이하게 확인할 수 있다. 그림 7은 CHART 영상을 대상으로 각 방식을 적용하여 축소한 후, 인쇄 화질 상에서도 성능차를 비교할 수 있는 부분을 국부적으로 확대하여 편집한 영상이다.

그림 7(a)는 전체적으로 몽롱화된 축소 결과를 제공하고 있는 FOD의 단점을 보여주고 있다. 특히, 전경과 배경의 대비도가 큰 수직 라인에서 몽롱화에 의해 고스트를 만드는 것을 발견할 수 있지만, 원영상을 참조할 때, 비교적 우수한 정보 보존성을 제공하고 있다. 한편, 그림 7(b)에서 살펴 볼 수 있듯이, 제안된 방법은 모든 영역에 걸쳐 바람직한 결과를 제공하지는 못하지만, 전반적으로 FOD보다는 좋은 대비도와 정보 보존력을 제공하고 있다. 특히, 그 동작 특성 상, 전경과 배경의 대

비도가 큰 수직 라인의 경우, 원영상의 몽롱화된 부분조차 명확한 대비도가 나타나도록 변형하는 형태학적 동작 특성을 제공하고 있다.

그러나, 슬라이딩 윈도우가 라인 에지 상에 위치하면서 중심 화소의 위치가 전경이 아닐 경우, 오히려 FOD보다 열악한 결과를 제공하는 부분이 다소 있음을 알 수 있다. 이러한 악조건 하에서 정보 보존성이 저하되는 현상을 효과적으로 회피할 수 있는 방안의 강구가 필요함을 알 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 중심 화소값과 인접 가해 성분값을 평균하여 축소 성분값을 구함으로써 ZOD와 FOD의 장점을 적용적으로 반영한 디지털 영상 축소 알고리즘을 제안하였다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 제안된 방법과 기존의 방법들의 주관적 성능을 비교·분석함으로써 제안된 방법의 우수성을 평가하였다. 제안된 방법에 따르면, 디지털 영상 축소에 있어서, 중심 화소의 국부 가해가 중치가 높을 경우에 좋은 성능을 제공하는 ZOD 방식의 장점을 취하면서 ZOD가 잃기 쉬운 인접 화소의 유효 가해 정보를 각각의 국부 가해 가중치에 따라 축소 성분값에 적용적으로 반영함으로써 FOD의 단점인 몽롱화 현상을 효과적으로 억제시킴과 동시에 개선된 정보 보존성을 제공할 수 있다.

제안된 방법은 적응형 알고리즘에 기초한 것이기 때문에 FOD에 비해 연산량과 하드웨어 복잡도가 상대적으로 높은 편이다. 하지만 성능향상에 비해 복잡도가 소폭 증가하는 바, 하드웨어적 구현 측면에서도 실용성에 의미를 부여할 수 있다. 한편, 1차 미분 연산자를 이용하는 방법 외에도 인접 화소의 국부 가해 가중치를 정의하는, 좀 더 개선된 방법이 있을 수 있음에 따라 이에 대한 부가적인 연구도 필요할 것으로 판단된다. 제안된 방법에는 아직 미진한 부분이 남아 있는 바, 향후 시각적인 거부감의 초래를 최대한 억제할 수 있을 뿐만 아니라 원영상의 특성과 형상을 가능한 한 보존할 수 있는 좀 더 진보된 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Randy Crane, *A Simplified Approach to Image Processing*, Prentice Hall, pp. 112-135, 1997.
- [2] D. Phillips, *Image Processing in C, R&D Publications, Inc.*, pp. 288-294, 1994.
- [3] M. A. Sid-Ahmed, *Image Processing-Theory, Algorithms, and Architectures*, McGraw-Hill, pp. 167-177,

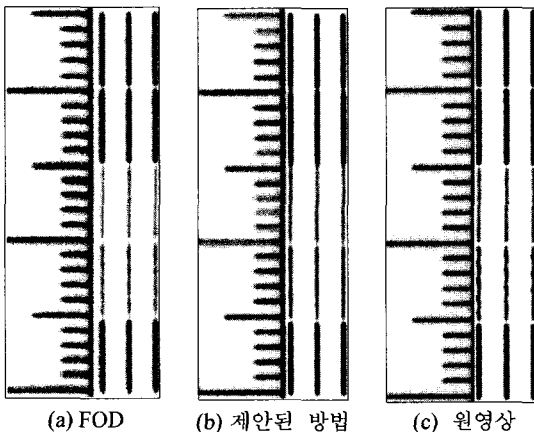


그림 7. CHART 영상을 대상으로 각 방식을 적용한 국부 확대 편집 영상

- 1995.
- [4] 채중석, 조화현, 최철호, 박진성, 권병현, 최명렬, “고해상도 FPD에서 Image Decimation을 위한 T-형 축소 알고리즘”, 제13회 산학연 멀티미디어 산학기술 학술대회 학술논문집, 제13권, pp. 36-39, Mar. 1999.
- [5] K. Oistamo, Y. Neuvo, “A Motion Intensive Method for Scan Rate Converter and Cross Error Cancellation”, *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 37, no. 3, pp. 296-301, Aug. 1991.
- [6] B. K. Natarajan and V. Bhaskaran, “A Fast Approximate Algorithm for Scaling Down Digital Images in the DCT Domain”, *Proceedings of ICIP'95*, pp. 241-243, Oct. 1995.
- [7] N. Merhav and V. Bhaskaran, “Fast Algorithms for DCT-Domain Image Downsampling for Inverse Motion Compensation”, *IEEE Trans. on CSVT*, vol. 7, no. 3, pp. 468-476, Jun. 1997.
- [8] 서광덕, 이상희, 김재균, 고종석, “MPEG 영상을 위한 DCT 영역에서의 화면 축소 기법”, *JCCI'99*, pp. 3-7, 1999. 4.
- [9] 서광덕, 김재균, “다중점 영상회의를 위한 DCT 영역에서의 효율적인 영상 해상도 축소 및 합성 기법”, *Telecommunications Review*, 제12권, 제4호, 2002. 8.
- [10] J. R. Parker, *Algorithms for Image Processing and Computer Vision*, Wiley Computer Publishing John Wilye & Sons, Inc., pp. 10-16, 1997.
- [11] 권병현, 장광수, 황병원, “De-Interlacing Scan Conversion을 위한 Pseudomedian Filter의 특성”, 한국통신학회 논문지, 제21권, 제1호, pp. 1151-1171, 1996.
- [12] 광노윤, 황병원, “디지털 영상 확대를 위한 적응형 Pseudomedian 필터의 설계 및 성능 분석”, 정보처리학회논문지, 제7권, 제4호, pp. 833-843, 2000. 4.