

국부특성을 반영한 하드웨어 기반의 마스킹 방식

정영훈

Mobile Solution Lab. 삼성전자 디지털미디어연구소

Local-property aware masking method on hardware implementation

Younghoon Jeong

Mobile Solution Lab., Digital Media research center, Samsung Electronics

요약

이진 출력 기기에서 연속 계조의 영상을 받아들여 이진값으로 출력하는 이진화 알고리즘 중 한 예로 마스킹(masking) 방법이 있으며, 마스크 방식의 단점을 보완하였다. 동일한 마스크의 반복적인 사용으로 인하여 영상의 부분적인 특성을 잘 표현해 주지 못하는 마스크들의 단점을 보완하기 위해서 국부 적응 임계값과 테이블 방식의 적응 파라메타를 제안하였으며, 결과적으로 시각적으로 중요한 경계성분을 강조와 국부 처리시 계조 표현력이 부족한 배경영역도 충분히 표현할 수 있었다.

1. 서론

다양한 멀티미디어 기기는 사용자의 요구를 충족하기 위한 다양한 제품의 융복합화가 전반적인 추세를 보이고 있으며, 디지털 영상 처리 기술의 발달은 팩시밀리, 디지털 프린터 그리고 디지털 복사기의 발달에도 밀접한 영향을 미치고 있다. 이러한 이진화 출력기기도 화질, 기능, 유지보수 측면에서 많은 새로운 알고리즘을 도입하여 향상된 제품들을 발표하고 있다.

일반적으로 이진화 출력기기에서 사용하는 기준의 알고리즘에는 단순이진화(simple threshold), 임계 배열을 이용한 디더링(dithering) 또는 마스킹(Masking)^[1-2], 오차확산법(error diffusion)^[3] 등이 사용되고 있다. 각 알고리즘들은 사용용도에 따라 적절하게 사용되어야 한다. 예를 들면 단순이진화는 문자 위주의 문서에 적합하며, 디더링과 오차 확산법은 영상 위주의 문서에서 우수한 이진 결과를 출력한다.

그리고 입력 영상의 종류에 관계없이 알고리즘을 적용하기 위해 입력 영상의 부분적인 특성을 반영하여 문자, 배경, 이미지등의 각각의 영역을 구분하고 각각의 영역에 대하여 적절한 알고리즘을 선택해서 사용하는 방식도 사용되고 있다^[4-5].

본 논문에서는 입력 영상의 부분적인 영역을 파악하여 각 화소마다 임계치를 적절하게 변화시키면서, 문자 영역이나 배경영역등의 일정한 명암이 계속되는 영역에서는 뚜렷하게 표현하여, 문자나 배경에 대한 명암을 나타내며, 이미지 영역에서는 시각적으로 우수한 이진 영상을 출력하는 알고리즘을 제안하였다.

2. 기존 알고리즘

이진 출력 장비들은 두 단계의 명암도만 출력하므로 디더링 과정이 요구된다. 디더링 방식은 입력되는 이미지와 임계값의 2차원배열로 되어있는 마스크

를 비교하여 이진 출력을 생성하며, 마스크의 임계값 배치에 따라 AM(Amplitude Modulation)방식과 FM(Frequency Modulation)방식으로 나누어진다. 기존의 출력기기는 대부분 AM방식이었으며, 개인 출력기기인 잉크젯 프린터나 팩시밀리들은 FM방식을 사용한다.

$$O_B(x,y) = \Theta[I_{\text{current}}(x,y) - T_{\text{Mask}}(x,y)] \quad (1)$$

$I_{\text{Current}}(x,y)$: Current pixel value

$T_{\text{Mask}}(x,y)$: Threshold value in mask

$$\Theta[\beta] : \text{Threshold Function} = \begin{cases} \text{White} & \text{when } \beta \geq 0 \\ \text{Black} & \text{when } \beta < 0 \end{cases}$$

인간 시각 특성은 이미지의 평탄한 배경 영역보다 화소의 변화가 큰 경계 부분에서 민감하기 때문에 이진화 알고리즘 수행시 이러한 영상의 부분적인 특성을 최대한 반영하는 노력도 필요하다. 그러나 마스크방식은 항상 동일한 마스크를 사용하므로 영상의 부분적인 특성을 반영하지 못하는 단점이 있다. 그림 1은 각각 그림과 문자가 포함되어 있는 영상의 일부분을 마스크를 사용하여 이진화 한 결과이다. 그림 1에서 알 수 있듯이 원 영상의 경계 부분이 잘 표현되지 못함을 알 수 있다.



[그림 1] 마스크 방식의 이진영상

3. 제안 알고리즘

3.1 국부 적응 임계값(Local Adaptive Threshold)

향상된 이진 출력을 위하여, 영상의 국부적인 특

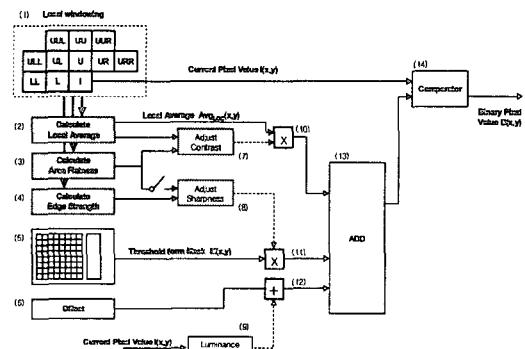
성을 반영하기 위한 여러 시도는 입력 영상의 평균이나 편차를 알고 있는 상태에서 적절한 임계값을 구하는 방식이며, 이진화 과정 중 국부적인 특성을 반영하면서 임계값을 변화시키는 방식도 있었지만 계산량이 많은 단점이 있었다.

제안하는 국부 적응 임계값은 식(2)으로 표현되어지며, 국부 평균 $\text{Avg}_{\text{Loc}}(x,y)$, 임계배열 $M(x,y)$ 그리고 Offset, F_{Offset} 이 관련된 4개의 항으로 구성이 된다.

$$Th_{\text{Loc}}(x,y) = \text{Avg}_{\text{Loc}}(x,y) * F_{\text{Loc}} + M(x,y) * F_{\text{Mask}} + \text{Offset} + F_{\text{Offset}} \quad (2)$$

첫번째 항은 국부 임계치에 대한 국부 평균값의 영향력을 나타내며, 결과적으로 입력영상을 고역 통과 필터링하는 역할을 한다. 두번째 항은 국부 임계치에 대한 마스크 성분의 반영 비율을 나타내며, 세 번째 항의 Offset과 F_{Offset} 은 국부 임계치의 전체적인 오프셋과 임출력기기와 인간의 시각차이에서 오는 명암의 차이를 보완하기 위한 감마보정(gamma correction)을 위한 항이다.

전체적인 블럭도를 그림 2에 나타내었다.

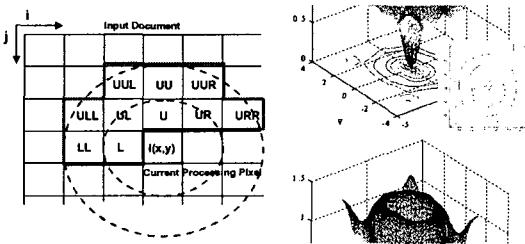


[그림 2] 제안 방식의 블럭도

구체적으로 언급하면, 이진화 수행시 입력 문서는 원쪽 상단부터 오른쪽 하단으로 이진화가 수행되며, 현재 화소 주변의 10개의 화소를 사용하여(그림 2의 (1)), 현 영역의 다양한 특성을 파악한다.(2),(3),(4)).

첫번째 항의 필터의 구조는 그림 3에 도식되어있다. UUL에서 L까지의 10개의 필터계수는 현재 화소와의

유클리디안 거리를 척도로 계수를 정하였으며, 오른 쪽 그림처럼 저역통과 특성을 가질 것이다. 기존 오차확산법에서 사용하던 필터템보다 많아진 템들은 대칭구조의 필터 특성을 보였다. 따라서 \square 를 조절 하여 필터의 반영비를 달리함으로써, 이진 출력 영상의 경계 성분을 강조할 수 있었다.



[그림 3] 필터구조와 필터의 주파수 특성

국부 평균은

$$\text{Avg}_{\text{Loc}}(x,y) = \sum_{ij} a_{ij} I(x-i\Delta x, y-j\Delta y) / \sum_{ij} a_{ij} \quad (3)$$

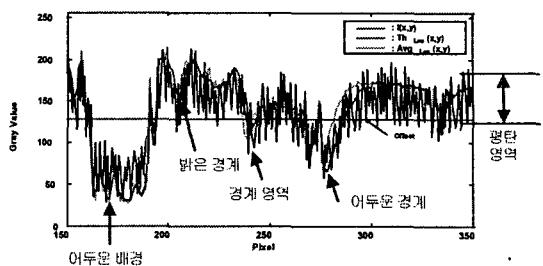
이며, a_{ij} 는 필터 계수이며, $I(x,y)$ 는 필터내의 각 위치에서의 화소값이다.

식(2)의 두번째 항은 임계치에 마스크 성분을 더하는 역할을 한다. 따라서 F_{Mask} 의 값은 Offset을 기준으로 임계값에 대한 블루 노이즈 성분의 반영 비율이다. 만약 F_{Mask} 의 값이 커지게 되면 국부 적응 임계치는 마스크 성분의 포함으로 인해 연속 계조에 대한 표현력이 증대되어진다.

3.2 국부 적응 파라메타(Local Adaptive Parameter)

실제적으로 국부 적응 임계치의 변화를 알아보기 위하여 Boats영상의 323번째 라인에 대한 화소 임력값들과 국부 적응 임계치의 변화에 대하여 실험하였다.

F_{Loc} 와 F_{BNM} 을 각각 0.9, 0.1로 고정시킨 후, 입력 화소, 국부 평균 그리고 최종 임계값의 변화를 그림 4에 나타내었다.



[그림 4] 고정 파라메타에 대한 임계값 프로파일

일반적으로 문서중의 문자는 흰 배경에 검은 문자 또는 검은 배경에 흰 문자로 0, 255의 주위의 밝기값을 가질 확률이 높으므로, 현재 입력 화소값과 임계값의 교차빈도가 줄어들어 저주파의 영역을 나타내었다.

그리고 영상인 경우 128계조 주위의 밝기값을 가질 확률이 높으므로, 결과적으로 마스크의 영향력이 향상되어 고주파 성분의 이진영상이 출력력이 되어 전체적으로 우수한 이진영상을 얻을 수 있었지만, 입력 레벨이 좁은 영역에 몰려있는 영상의 경우에는 부분적으로 경계가 강조되지 못하거나 배경영역에 고주파 성분들이 불규칙적으로 발생하는 경우도 있었다.

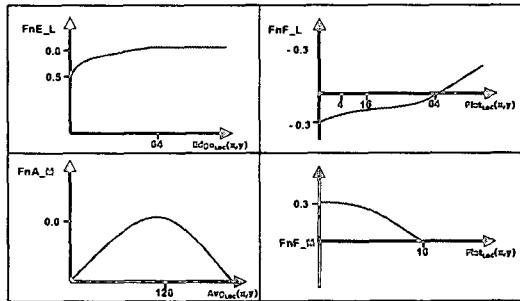
이러한 부분적인 단점을 보완하기 위해, F_{Loc} 와 F_{Mask} 를 주변 상황에 따라 변경하기 위해 다음 수식(4)를 제안하였다.

$$\begin{aligned} F_{\text{Loc}} &= F_{\text{n}}^E_{\text{Loc}}(\text{Edge}_{\text{Loc}}(x,y)) + F_{\text{n}}^F_{\text{Loc}}(\text{Flat}_{\text{Loc}}(x,y)) \\ F_{\text{Mask}} &= F_{\text{n}}^A_{\text{Mask}}(\text{Avg}_{\text{Loc}}(x,y)) + F_{\text{n}}^F_{\text{Mask}}(\text{Flat}_{\text{Loc}}(x,y)) \end{aligned} \quad (4)$$

적응적 파라메타를 위한 조건들은 주변 밝기 (Avg_{Loc}), 경계 강도(Edge_{Loc}), 평탄도(Flat_{Loc})를 사용하였다. 주변 밝기는 수식(3)을 사용하였으며, 경계세기는 동일한 영역 중 화소의 최대값, 최소값의 차이로 정하였다. 그리고 평탄도는 화소들의 편차를 사용하여, 현재 화소 주변의 상황을 파라메타 결정에 반영하였다.

이 세가지 조건들을 기반으로, 수식 (4)의 4가지 함수들을 구하기 위하여, 다양한 테스트 영상과 패치를 생성하였고, 이 데이터들을 기반으로 파라메타 변경에 따른 이진 영상의 밝기, 원 영상과의 오차, 경

계강도, 등의 요소들을 추출하여, 오프라인에서 각 함수들을 설정하였다. 그림 5의 파라메터는 테이블방식으로 구현하였다.



[그림 5] 수식(4)의 함수에 대한 파라메타의 변화

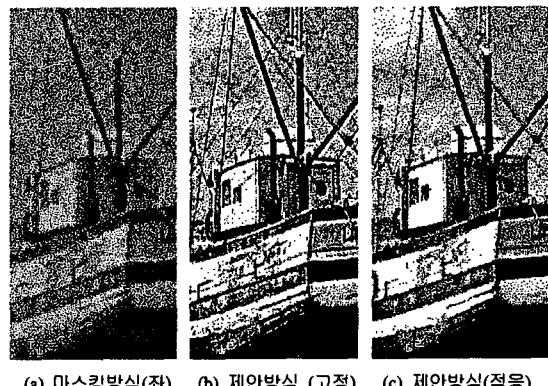
4. 결과

영상 또는 문자가 포함되어 있는 영상에 대하여 경계가 강조된 향상된 출력 결과를 나타내었으며, 명암이 뚜렷한 영역의 고주파 성분들이 제거되어 시각적으로 뚜렷한 결과를 볼 수 있었다.

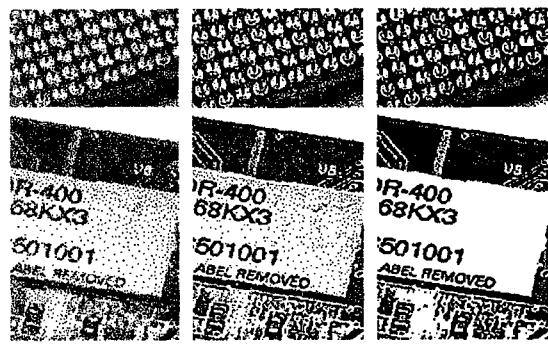
5. 결론

이진화 출력기기, 즉 팩시밀리, 저가형 프린터, 디지털 복사기, LCD 판넬등의 이진 출력 기기에서 연속 계조의 영상을 받아들여 이진값으로 출력하는 이진화 알고리즘 중 한 예로 마스킹(masking) 방식이 있으며, 마스크 방식의 단점을 보완하였다.

이진화 알고리즘 수행시, 동일한 마스크의 반복적인 사용으로 인하여 영상의 부분적인 특성을 잘 표현해 주지 못하는 마스크들의 단점을 보완하기 위해서 국부 적응 임계값을 도입하였다. 적응 파라미터를 현재 처리하려는 화소 주변의 화소분포를 국부 평균값, 애지 경계값, 화소 평탄도의 3가지 상황을 고려하여, 2개의 임계값을 위치에 따라 변경시킴으로써 시각적으로 중요한 경계성분을 강조할 수가 있었으며, 계조 표현력이 부족한 배경영역 또한 기존 방식과 동일한 결과를 얻을 수 있었다.



[그림 6] Boat 영상에 대한 결과



[그림 7] 문자/배경이 혼재된 영상

[참고문헌]

- [1] Bayer , "An Optimum Method for Two-Level Rendition of Continous-Tone Pictures", Proc. IEEE Int. Conf. Commun. Conference Record, pp 26.11-15,1973.
- [2] Ulichney, "Dithering with blue noise", Proc IEEE, vol. 76, no. 1, pp. 56-79, 1988.
- [3] W . Floyd and L. Steinberg, "An adaptive algorithm for spatial greyscale", Proc. Soc. Inf. Disp., 17, pp75-77, 1976.
- [4] Robert Ulichney, "Digital Halftoning", The MIT Press Cambridge, Massachusetts,1986.
- [5] Torfinn Taxt, Patric J. Flynn, and Anil K. Jain, "Segmentation of Document Images", IEEE Trans. Pat. Ana. and Machine, vol 11, no. 12, pp. 1322-1329, 1989.