

## 1칩 이진 영상 처리기 구현을 위한 알고리즘

正會員 趙 錫 八\* 正會員 陳 庸 玉\*\*

Algorithms for Implementing One  
Chip Binary Image ProcessorSok Pal CHO\*, Yong Ohk CHIN\*\* *Regular Members*

## 要 約

G3 FAX용 1칩 이진 영상 처리기 구현을 위하여 알고리즘들을 개발하였다. CCD 또는 CIS로 부터의 ANALOG 신호를 DIGITIZING한 후, SHADING 및 GAMMA 보정 등의 전처리된 DATA의 화질 개선을 위하여 본 논문에서는 개선된 고 화질 문서 이진화 알고리즘을 제안하고, 고화질 중간조를 위한 오차 확산 알고리즘 들을 분석하였으며, 혼재 모드 영상처리를 위해 퍼지 이론에 근거한 알고리즘을 새로이 제안하였다.

## ABSTRACT

Algorithms for implementing one chip binary image processor has been studied. In this paper, image quality improvement algorithms, for the data pre-processed with shading and gamma correction after digitizing the analog signal from CCD or CIS, such as : Improved high quality binarization algorithm is suggested. Error diffusion algorithms for high quality half-tone images is analyzed, Fuzzy Theory based mixed mode algorithm is suggested.

## I. INTRODUCTION

근래에 와서 소형화, 저 가격화 및 사용의 편의성으로 인하여 폭발적인 수요를 맞이하고 있는 FAX는 현대 OA 장비의 필수적인 기기로써 다양한 글씨와 각종 그림이나 사진 등의 문서들의 통신에 많이 이용되고 있다. 이러한 팩시밀리에 대해 전송시간의 단축<sup>[1]</sup>과 인간의 시각적인 측면에서 우수한 화질을 갖는 이진문서의 취득에 대한 관심이 나날이 증가하고 있다<sup>[2,7]</sup>.

우수한 화질의 이진영상을 얻기 위해서는 문서가 갖는 특성, 광원, 광학계의 특성을 이해하고, 그에 따른 대책을 수립하는 것이 필요하다. 광원중에 형광램프는 CCD를 이용한 센서부에 이용된다. 이 Lamp는 처음 켜 순간부터 수 분간 광량 변화가 크므로 Automatic Back-ground Control(ABC) 방식으로 보상해 주고 있다. 또한 광학계의 구조와 특성으로 인해 균일한 밝기의 문서가 입력되어도 위치에 따라 센서에 달하는 광량이 변화하고, 또한 센서의 응답감도도 일정하지 않기 때문에 Shading 보정, 즉 Reference white을 미리 스캔하여 그 정보를 문서 입력시 Data의 보정에 이용하는 방법을 쓰는데 종래의 아나로그 보정 방식에 비하여 1칩화에 용이한 디지털 보정 방식을 선택하는 것이 바람직하다. 이렇게 입력

\*三星電子 情報通信研究所

\*\*慶熙大學校 電子工學科

Dept. of Electronics Eng. Kyung Hee University.

論文番號 : 92-32(接受1992. 2. 20)

된 영상에는 렌즈와 센서의 Modulation Transfer Function(MTF)에 의한 저역 Filtering 효과가 더하여져 있다<sup>[8]</sup>. 그러나, 렌즈의 MTF에 의한 저역 Filter 효과는 현재 사용하고 있는 렌즈의 지름에 비추어 무시할 수 있으므로<sup>[9]</sup>, 센서의 저역 Filter 효과가 필요하다. 이를 위해서는 먼저 MTF의 역함수를 곱해주는 Image restoration<sup>[10]</sup> 과정 이후 후이진화하는 방법과, 문서의 특성에 맞는 이진화 처리를 직접해주는 방식이 있을 수 있는데 후자가 구현이 간단하고 성능 또한 전자에 못지 않다.

그러므로, 문서들을 1) 불연속 계조특성을 갖는 문자와 도면으로 구성된 문서(이하 문자 문서), 2) 연속 계조특성을 갖는 인물이나 그림등으로 이루어진 문서(이하 사진 문서), 그리고 3) 문자와 사진 등이 혼재하는 문서(이하 혼재 문서)로 분류하고 각각에 적합한 알고리즘을 쓰는 것이 적합하다. 이러한 문서들의 효과적인 이진화를 위해 지금까지 많은 방법들이 연구되고 제안되었지만<sup>[11]</sup>, 알고리즘의 단순성 및 화질측면에서 문자 문서의 경우에는 국부적응역치화법(Local Adaptive Thresh-holding Method)<sup>[3]</sup>, 사진 문서에 대해서는 오차 확산법(Error Diffusion Method)<sup>[4,7]</sup>, 그리고 혼재 문서에 대해서는 퍼지 기반(Basedron Fuzzy Theory)이진화법이 효율적임이 판명되었다<sup>[5]</sup>. 본 논문 2장에서는 각 알고리즘들을 1칩에 구현하기 위해 제안, 개선된 방식에 대하여 설명하고 있다. 3장에서는 제안 개선된 알고리즘과 기존의 방법을 비교한 실험 결과를 보였으며, 실현상의 문제점 경험과 실현 방식에 대하여 언급하였고 4장에서 결론을 언급하였다.

## II. 영상 처리 알고리즘

입력 신호의 크기가 광량의 변화에 크게 좌우되는데 여기에는 잘 알려진 ABC방법<sup>[11]</sup>이 많이 사용된다. ABC에 의한 광량의 보정이 된 신호가 입력되면, 전 처리 과정으로 Shading 왜곡을 1칩화하기 위해 Digital 방식으로 보정한다. 이렇게 보정된 영상에 대해 센서의 MTF에 의한 화질 열화와 광량변화에 따른 화질 열화를 개선하기 위해 에지강조 기법과 기존의 Floating slice방식<sup>[11]</sup>을 쓰는데 Analog 신호상에서 열화를 개선하는데 이용되지만 1칩화에 불리하고, 부 주사 방향의 개선은 할수가 없다. 그러므로, 문자 문서에 대해서는 국부 적응 역치화법을 적용하는 것

이 효과적이라고 판명되었다.

또한 사진문서에는 널리 알려진 Dither 방식을 쓸 경우에 해상도를 열화시키는 효과가 있고 중간조의 표현능력이 떨어지므로, 개산량이 증가하지만 고품질의 Halftone 표현이 가능한오차 확산법을 적용한다. 여기에는 국부창의 크기와 그 내부의 오차의 보정 Factor 할당방식에 따라 여러가지가 제안되었으나<sup>[7]</sup> 그중 비교적 구현이 간단하고, 화질도 비교적 우수한 Floyd 방식이 선택되었다.

그리고 혼재 문서에 대해서는 "Busyness"에 의한 화소 식별이 Rosenfeld에 의해 제안<sup>[12]</sup>되었으나 계산의 양이 많고 따라서 실현에 문제가 있다. 또한 실현하기에는 비교적 간단하나 Bolck artifact가 발생하는 Block Adaptive Binarization(BAT)도 있다<sup>[14]</sup>. 이에 비하여 본 논문에서는 국부적용 이진화 및 오차 확산 방식에서 채용한 알고리즘에서 쓰고 있는 Parameter들을 이용하는 퍼지 이론에 근거한 영역 구분 방식을 제안하였다. 또한 이 방식을 실현함에 있어서 계산량을 줄이기 위해 DSP 내부 RAM에 일부를 이용하는 Table Look-up 방식을 사용할 수 있게 제안되었다. 이로써 문서와 사진의 영역 각각에 알맞은 영상 처리를 해줌으로써 실시간 처리가 가능하고, 중간조를 표현하면서도, 글씨 영역의 해상도도 잃지 않게 되었다.

### 1) Shading 왜곡 보상

팩시밀리에서 문서를 읽는데 있어서 광학계의 물리적 특성(가장사리는 중간 부분보다 광량이 적음)으로 인하여 CCD로 부터 읽어 들인 데이터에는 Shading 왜곡이 발생하게 된다. 이 원인을 살펴보면 그림 1과 같이 문서 위치 x부터 나오는 신호  $I_{org}(x)$ 는 x로 부터 렌즈와의 Solid angle 즉, 다음 그림 1의  $\theta_1$ 와  $\theta_0$ 에 비례하는 광량이 Sensor에 전달되며, Slit이 있을 때

$$I'(x) \propto I_{org}(x) \cdot \cos^2 \phi(x) \quad (1)$$

의 관계를 갖는다<sup>[9]</sup>. 여기서  $I'(x)$ 는 x에 해당하는 위치의 원 문서에서 부터 CCD에 도달한 빛을 밝기이며,  $\phi(x)$ 는 렌즈 축으로 부터의 각도이다.

이 현상 이외에도 광원의 불균일성, 광학계 주변 기구적 구조물에 의한 반사, Sensor의 불균일 응답 특성 등의 원인으로 Shading 왜곡은 더욱 짙어진다

모양을 갖는다. 이렇게 Shading 왜곡이 생긴 영상으로는 화질이 떨어지므로, 이를 개선하기 위해 Shading 보상을 하게 되는데 기존에는 Analog 방식으로 해결하여 왔으나<sup>[11]</sup>, 이를 실현상의 Cost가 저렴하고 고 집적화에 용이한 Digital 처리 방식으로 해결하는 것이 유리하다고 생각된다. 이 Shading 보정 방법의 첫 단계로 White reference 판넬을 두고 이를 스캔하여 입력된 Data,  $S(x)$ 를 Memory에 저장한다. 이후 들어 오는 문서의 신호를  $I'(x,y)$ 라 할때,

$$I(x,y) = S^{-1}(x) * I'(x,y) \quad (2)$$

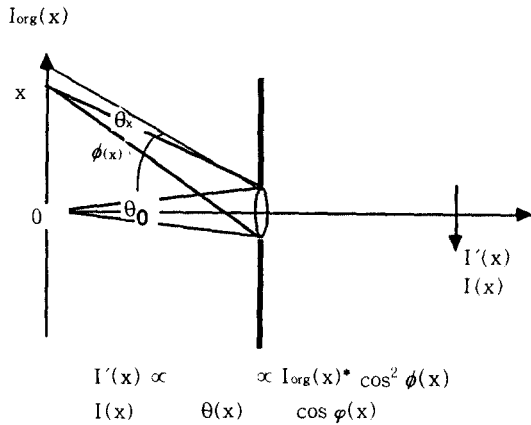


그림 1. 광학계에 의한 Shading 왜곡 현상

의 연산으로 보정을 행하게 된다. 이때  $I(x,y)$ 는 보정된 영상이며,  $y$ 는 무 주사 방향으로 이 방향의

Shading 왜곡은 없다. 이를 설명하면 그림 2와 같다.

## 2) 국부 적응 역치화법(Local Adaptive Thresholding Method)

이 방식은 그림 3과 같은 국부적인 창을 이용하여 주목 화소( $X$ )와 인접 화소들( $A,B,C,D$ ) 사이에 존재하는 국부적인 밝기 분포 특성을 고려해 줌으로써, 정해진 역치들을 이용하여 각 화소가 배경 부분에, 문자 내부에, 그리고 문자와 배경의 경계부분에 속하는지를 식별하여 이진화 한다. 따라서, 문자와 배경을 적절히 분리하여 인간의 시각에 민감한 에지를 강조함으로써 문자의 판독성을 향상시킨다. 여기서 국부 창의 크기를 크게 할 경우 생기는 실현상의 문제점을 고려하여 2 Line buffer 정보만으로 해결하려고 시도하였으며, 본 논문에서 제안된 방식들은 모두 같은 구조의 국부창을 이용하도록 설계되었다.

Shading 보정된 영상을 Digital domain에서  $I(m, n)$ 이라 하면, 모든  $m,n$ 에 대해 그림 3의 국부적인 창의 중심인  $X$ 에 대해  $A,B,C,D$  위치의 화소, 즉  $I(m-1,n-1), I(m,n-1), I(m+1,n-1), I(m-1,n)$ 와 주목화소  $I(m,n)$ 에 대하여 다음의 값을 구한다.

$$B_{max} = \text{MAX}\{I(m-1,n-1), I(m,n-1), I(m+1,n-1), I(m-1,n), I(m,n)\} \quad (3)$$

$$B_{min} = \text{MIN}\{I(m-1,n-1), I(m,n-1), I(m+1,n-1), I(m-1,n), I(m,n)\} \quad (4)$$

$$B_{diff} = B_{max} - B_{min} \quad (5)$$

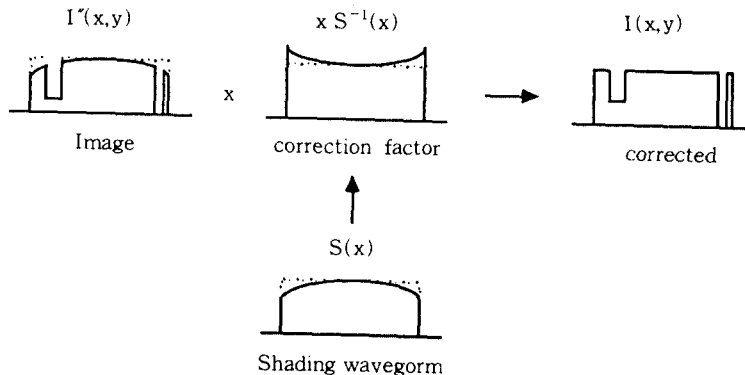


그림 2. Shading 왜곡의 보정 방법

$$L_{mean} = (B_{max} + B_{min}) / 2 \quad (6)$$

여기서 MAX( ), MIN( )은 주어진 Set의 최대, 최소의 원소를 나타낸다. 그리고  $B_{diff}$ 와  $L_{mean}$ 은 각각 최대 최소 원소의 값 차이(이것이 크면 현재의 주목 화소가 문자와 배경의 경계에 위치해 있다고 볼 수 있다)와 주위 화소의 중간 값이다. 이 값을 이용하여 흑백을 판단하는 알고리즘을 정리하면 다음과 같다.

- Step 1 :  $B_{min} < T_{max}$ 이면, 윈도우 전체가 하얀 배경 부분으로 주목 화소를 백으로 판정하고 다음 화소의 처리로 넘어간다.
- Step 2 :  $B_{max} < T_{min}$ 이면, 윈도우 전체가 검은 부분으로 주목 화소를 흑으로 판정하고 다음 화소의 처리로 넘어간다.
- Step 3 :  $B_{diff} \geq T_{diff}$ 면 윈도우 내의 값들이 변화가 크므로 문자와 배경의 경계로 생각된다. 이때는 에지 강도가 필요한 사리로,  $I(m,n) \geq L_{mean}$ 이면 백화소로 아니면 흑화소로 판정하고 다음 화소의 처리로 넘어간다.

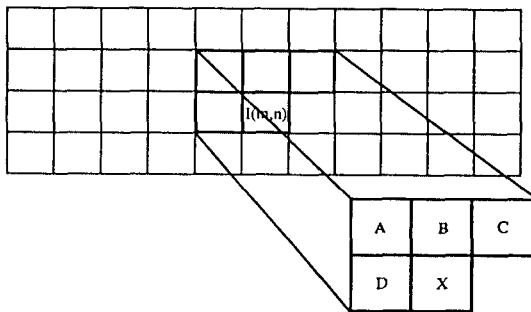


그림 3. 알고리즘을 적용하기 위한 국부적인 창

- Step 4 :  $B_{diff} < T_{diff}$ 이면, 윈도우 내의 변화량이 적고 회색의 배경으로 생각되므로 백으로 판정하고 다음 화소의 처리로 넘어간다. 특히 신문과 같은 원고의 배경 부분에 해당한다.

### 3) 오차 확산법

이진화 직전의 값이  $15 \geq I(x,y) \geq 0$ 이라 할때, 역치에 의해 이진화 되고난 이후의 값은 0과 15만을 갖게 된다. 이때 발생된 오차를 보관하여 인접한 다른 화

소의 이진화시에 반영하여 준다면 보다 개선된 중간 조 영상을 얻을 수 있다. 그림 4와 같은 국부적인 창을 이용하여 주목화소 X의 주위 A,B,C,D 위치화소에서 발생된 오차 값에 미리 정해진 가중치를 곱하여 주목화소 이진화시에 이용한다. 그림 3과 다른 점은 국부창에 화소의 밝기가 아닌 오차 값을 넣어 둔다는 점이다. 이진화로 인해 발생하는 오차를 국부적인 창의 인접화소에 확산시켜 국부적인 창의 평균 밝기 오차를 최소화 한다. Dither matrix의 형태에 따라 주기적인 Pattern이 발생하는 조직적 디터링과는 달리 공간적으로 흑백의 분포를 자연스럽게 표현함으로써 우수한 화질의 중간조 영상을 얻을 수 있다.

이 방식의 알고리즘은 다음과 같다.

그림 4와 같은 국부적인 창의 중심인 X위치의 Pixel에 대해 A,B,C,D위치의 화소는 이미 이진화 한 후이기 때문에 이진화 오차 값, 즉  $E(m-1,n-1)$ ,  $E(m,n-1)$ ,  $E(m+1,n-1)$ ,  $E(m-1,n)$ 가 들어 있다. ( $E(\cdot)$ 의 계산 방법은 다음의 알고리즘의 Step 3에서 설명된다.)

- Step 1 : 현재 화소의 밝기값  $I(m,n)$ 에 인접 화소들의 이진화 시에 발생된 오차값을 가중치  $W_A, W_B, W_C, W_D$ 를 두고 합산하여 오차 확산 방식에서의 이진화를 위한  $I_{EDF}(m,n)$ 을 구한다. 이를 수식으로 표현하면,

$$I_{EDF}(m,n) = I(m,n) + E(m-1,n-1) * W_A + E(m,n-1) * W_B + E(m+1,n-1) * W_C + E(m-1,n) * W_D \quad (7)$$

이때

$$W_A + W_B + W_C + W_D = 1, \quad (8)$$

$$W_A, W_B, W_C, W_D \leq 1 \quad (9)$$

이다.

- Step 2 :  $I_{EDF}(m,n)$ 이 정해진 역치를 비교해서 역치보다 크면 그 화소를 백 화소로 처리하고 ( $O(m,n)=15$ ), 역치보다 작으면 흑 화소로 처리 ( $O(m,n)=0$ )함으로써 이진화한다.

- Step 3 : 현재 화소의 오차를 구하여  $I(m,n)$ 에 저장하여 다음 Pixel 계산에 이용한다. 오차를

$E(m,n)$ 라 하면,

$$E(m,n) = I_{EDF}(m,n) - O(m,n) \quad (10)$$

위와 같은 알고리즘을 모든  $m,n$ 의 Pixel에 대하여 적용한다. 실험에서는  $W_A, W_B, W_C$ , 및  $W_D$ 를 각각  $3/16, 5/16, 1/16, 7/16$ 으로 설정하는 것이 Half-tone에 의한 중간조 표현능력이 높고, 주기적인 Pattern이 나타나지 않아, 시각적으로 우수한 것으로 판명되었다<sup>[8]</sup>.

(4) 퍼지 기반 혼재 화상의 이진화

불연속 계조영상과 연속 계조영상이 혼재하는 경우 퍼지이론을 기반으로 화소의 밝기값과 화소의 에지 세기(edge strength)를 확률로 판단하여 주목화소가 문자의 경계영역, 문자내부, 사진영역, 그리고 배경영역 중 어느 영역에 속하는지를 화소단위로 판별하여 각 화소의 특성에 맞게 이진화를 적용함으로써 보다 우수한 화질을 얻을수가 있다. 이때 국부창은 그림 3을 그대로 이용할 수가 있다.

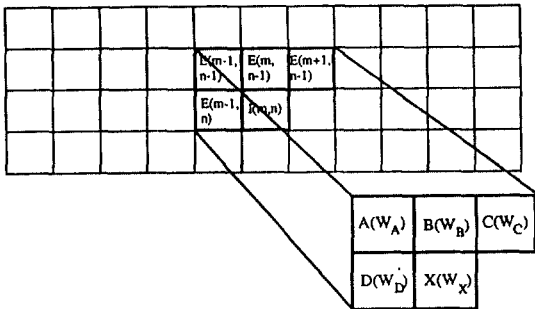


그림 4. 오차확산 알고리즘을 적용하기 위한 국부적인 창

Step 1 : 주목화소의 밝기에 대해 그림 5처럼 인간이 그 화소가 밝다(bright), 회색(grey)이다, 어둡다(dark)라고 판단하는 경계값  $K_1, K_2, K_3$ 를 정하고 그에 따라 그 판단의 확률값  $P_b(I_x), P_g(I_x), P_d(I_x)$ 를 각각 구한다. 이때

$$0 \leq K_1 \leq K_2 \leq K_3 \leq 15, \quad (11)$$

$$P_b(I_x) + P_g(I_x) + P_d(I_x) = 1 \quad (12)$$

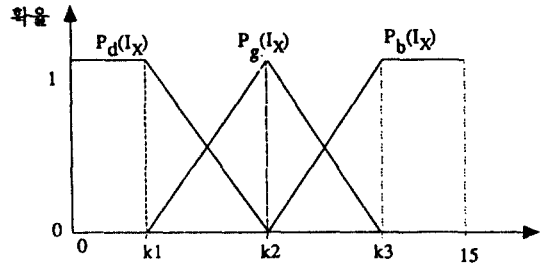


그림 5.  $I_x$ 의 밝기를 판단하는 퍼지 확률

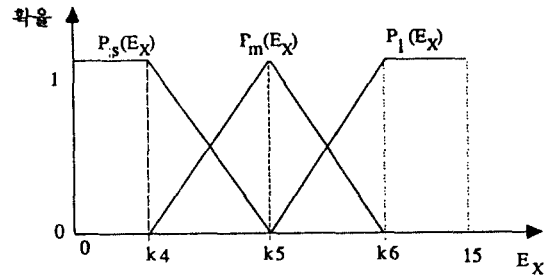


그림 6. 주위 화소의 에지세기를 판단하는 퍼지 확률

이다.

Step 2 : 식(3)-(5)에 근거하여 에지의 세기  $E_x$  ( $=B_{diff}$ )를 구한다.

Step 3 : 그림 6처럼 인간이 그 에지가 크다(large), 중간(media)이다, 작다(small)라고 판단하는 경계값  $K_4, K_5, K_6$ 을 정하고 그에 따라 그 판단의 확률값  $P_l(E_x), P_m(E_x), P_s(E_x)$ 를 각각 구한다. 이때

$$0 \leq K_4 \leq K_5 \leq K_6 \leq 15, \quad (13)$$

$$P_l(E_x) + P_m(E_x) + P_s(E_x) = 1 \quad (14)$$

이다.

Step 4 : 확률곱이 최대값을 가지는 원소  $P_{max} = \text{MAX}\{P_dP_s, P_dP_m, P_dP_l, P_gP_s, P_gP_m, P_gP_l, P_bP_s, P_bP_m, P_bP_l\}$ 를 찾는다.

Step 5 : 각 Class를 아래와 같이 할당하고, 그에 따른 이진화를 행한다.

Class 1 : 만약  $P_{max}$ 가  $P_bP_l$  또는  $P_bP_m$ 이면, 주목화소 X문자 또는 그림의 하얀배경 영역으로 간주하여 그 화소를 처리한다.





그림 8. 사진영역 처리 알고리즘 화질 비교

러운 것을 볼 수 있다. 상대적으로, 오차 확산법의 결과인 그림 8(b)는 각계조의 표현시 공간적으로 흑점과 백점들을 거의 무작위적으로 분포 시킴으로써 훨씬 부드러운 중간조영상을 표현하면서, 문자 부분에서도 그림 8(a)에 비하여 우수한 판독성을 가진다. 본 논문에서 사용된 2\*3 국부창을 사용했을때와 이미 발표된 논문에서 사용한 3\*5 국부창인 Jarvis, Stucky의 가중치를 사용했을때의 경우와 시각적으로 비슷하였다. 그러므로 실현상의 Cost 작 측면에서 볼 때 2\*3의 Window가 더 바람직하다.

마지막으로, 퍼지 기반 혼재 모드 처리법의 효율성을 검토하고자 잡지의 기사 일부를 선택하여 실험한 결과를 그림 9에 제시하였는데, 그림 9(a) 일반 이진화 방식의 결과를, 그림 9(b)일반 Bayer dither 방식에 의한 중간조 결과를, 그림 9(c)에는 제안된 퍼지 이론에 근거한 혼재 모드 처리로 영의 부분을 한 후 문서영역에는 국부 적응 이진화, 사진 영역에는 Bayer dither 방식을 사용하였다. 그림 9(c)에는 그림 9(b)에 비하여 사진 영역의 화질은 그대로이면서, 글씨 영역의 해상도는 그림 9(a)와 같이 개선되었음을 볼 수 있다. 또한 일반적으로 알려진 블럭 단위로 영역 구분 처리하는 BAT(Binary Adaptive Thresholding)방법에서 나타나는 블럭화 현상<sup>[13][14]</sup>도 없음을 볼 수 있다.

이 알고리즘을 실현하는데 있어서 계산의 양이 많다면 실시간 처리가 힘들며, Step 4의 경우에 9가지 확률값을 구해야되며, 식(3)-(6)의 값도 필요하다. 따라서, 식(3)-(6)은 국부적용 이진화에서 쓰는 값을 그대로 이용하는 것이 바람직하며, 퍼지 혼재 모드의 Step 5의 Class 구분은 주목 화소의 밝기 값이 0-15의 범위를 가지며, 예지의 세기 또한 0-15의 범위값을 가지므로 이값은 256개의 경우의 수를 가진다. 따라서 256개의 2-Bit Lock-up Table을 이용하면 간단히 실현할 수가 있다. 1칩 구현에서는 DSP(SP-1600)<sup>[15]</sup> 내부의 Page 1 RAM을 이용할 수 있었으므로 추가의 워가 부담이 없이 설계 구현할 수 있었다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 문자 문서, 사진 문서, 그리고 문자와 사진이 혼재하는 문서에 대하여 각각 효과적으로 이진화하는 방법들을 제시하였다. 실험 결과에서 보듯이 :



주  
문  
나  
위  
면  
계  
1  
혼  
아  
와  
우  
됐

새  
데! 아직은 어색하지만 하  
다. 5년의 직장생활을 마감  
하고 한 남자의 영원한 반려

(a) 일반 이진화 기법으로 얻은 영상



주  
문  
나  
위  
면  
계  
1  
혼  
아  
와  
우  
됐

새  
데! 아직은 어색하지만 하  
다. 5년의 직장생활을 마감  
하고 한 남자의 영원한 반려

(b) Bayer dither에 의한 중간조 영상



주  
문  
나  
위  
면  
계  
1  
혼  
아  
와  
우  
됐

새  
데! 아직은 어색하지만 하  
다. 5년의 직장생활을 마감  
하고 한 남자의 영원한 반려

(c) Fuzzy theory에 의한 혼재 MODE로 얻은 영상  
그림 9. 혼재 MODE에 의한 영상과 일반 이진화 및 일반  
중간조 방식의 비교



- 1) 국부 적응 이진화 기법으로 기존의 Floating slice 방식 및 에지 강조방식에 비하여 문자의 판독성을 크게 개선할 수 있었고,
- 2) 오차 확산 방식에서 2\*3의 국부창을 이용하여도, 3\*5의 국부창을 이용한 것과 비슷한 화질을 얻을 수 있었다. 또한  $W_A, W_B, W_C$  및  $W_D$ 를 각각 3/16, 5/16, 1/16, 7/16으로 설정하는 것이 Halftone에 의한 중간조 표현능력도 높고, 주기적인 Pattern이 나타나지 않아, 시각적으로 우수한 것으로 판명되었다.
- 3) 혼재 문서인 경우에는, 사진과 문자영역에 속하는 화소들을 퍼지 이론으로 각각 식별하여 Artefact없고 중간조 이면서도 글씨 부분의 판독성이 떨어지지 않는 화질을 얻을 수 있을 수 있었다. 이의 실시간 처리를 위해 Table Lookup 방식으로 간단히 실현할 수 있게 제안하였다.

이상 모든 알고리즘을 모두 같은 구조의 Line Buffer와 국부창을 이용할 수 있도록 제안되었으며, 따라서 전체 Hardware의 디자인에 공통 부분이 많아 1칩 설계에 유리하다. 언급된 알고리즘들에 대하여 Simulation을 통한 검증은 해 보았으며, 또한 10 MIPS의 DSP(SSP-1600)에 주변 회로를 Programmable Logic Device(PLD)로 꾸며 삼성 SF-2300 FAX 시스템에 Interface 해 보았을 때 실제 Noise가 있는 환경에서도 알고리즘들은 별문제가 없이 예상된 Performance를 보였다. 현재는 반도체 Layout이 끝나 1칩으로 제작중에 있으며 향후 국산 FAX의 화질을 크게 개선할 수 있으리라 기대된다.

#### REFERENCES

1. 조석관, 진용옥, "산술 부호화 방식의 FAX 응용을 위한 연구," 한국 통신학회, DEC, 1991.
2. 多夕内允晴, "文書畫像의 2値化 處理에 관한 檢討," 畫像 電子 工學會, 第18卷 第4號, pp.209-216, 1989.
3. 신성규, 강구수, "문자의 판독성 개선을 위한 국부 적응 이진화 방법," 삼성전자 정보통신 연구소 사내 기술논문, 1990.
4. R.A.Ulichney, "Dithering With Blue Noise," IEEE RPOC., Vol.76, No.1, JAN. 1988.
5. 김재호, 강구수, "Fuzzy 이론을 적용한 문자, 화상 정보의 구분과 FAX 송신시간절약에의 응용," 삼성전자 정보통신연구소사내기술논문, 1991.
6. 강구수, 이수열, 김서규, 김재호, 조석관, "문자와 화상이 혼재된 문서에서 개선된 이진화 방법," 한국통신학회 추계학술대회논문집, Vol.9, No.3 1990.
7. Thoshiba, CCD Data Book 3rd Edition, 1988.
8. J.F.Javis, C.N.Juidce, and W.H.Ninke, "A Survey of Techniques for the Display of Continuous tone Picture on BI-level Display," COMP. Graph. and Image Proc., Vol.5, pp.13-40, 1976.
9. 김재호, 이수열, 양승범, 강구수, 김서규, "FAX 화질개선을 위한 Simulation system의 개발," Project 결과 보고서, 삼성전자 정보통신연구소, APR.1991.
10. W.K.Pratt, Digital Image Processing, John Wiley & Sons Inc., 1978.
11. W.K.Pratt, Digital Image Processing, John Wiley & Sons Inc., 1978.
12. DIPP(HD63084) User's Manual, Hitachi Co., Sept. 1986.
13. P.A.Dondes and A.Rosenfeld, "Pixel Classification Based on Grey Level and Local 'Busyness'," IEEE Trans. Pami, Vol.Pami-4, No.1 JAN. 1982.
14. N.Tetsutani & H. Ochi, "A Quasi Tone Reproduction Method Without Reproducing Charcter Image Qalty," IECE, Japan, Image Eng. Group, IE81-57, Sept. 1981.
15. H.Ochi & N.Tetsutani, "A New Half-Tone Reproduction and Transmission Method Using Standard Black and White Facsimile Code," IEEE Trans.Nocom., Vol.COM-35, No.4, Apr.1987.
16. SSP-1600 Manual, 삼성전자, 1991.



趙錫八(Sok Pal CHO) 정회원  
1948년10월 6 일생  
1969년 3 월~1976년 2 월: 광운대  
학 전자통신과(공학사)  
1985년 3 월~1987년 7 월: 한양대 학  
교 산업대학원 전자통신  
과(공학석사)  
1988년 3 월: 경희대학교 대학원 전  
자공학과 박사 과정

1975년 9 월: CDC(Control Data Corp.) 근무 S. E.  
1978년 3 월: 대한전선 중앙연구소 연구원  
1984년 6 월~현재: 삼성전자 정보통신연구소 화상연구실 실  
장



陳庸玉(Yong Ohk CHIN) 正會員  
1943年 3 月21日生  
1968年 2 月: 延世大學校工科學  
電氣工學科 卒業  
1975年 2 月: 延世大學校 大學院  
電子工學科 (工學碩  
士)  
1981年 8 月: 延世大學校 電子工  
學科(工學博士)

1980年: 通信技術士  
1976年~現在: 慶熙大學校 工科學 電子工學科 教授