

문서의 효율적 영역 분할과 JBIG2 CODEC의 구현

준회원 백 옥 규*, 김 현 민**, 정회원 고 형 화***

Implementation of JBIG2 CODEC with Effective Document Segmentation

Okyu Baek*, Hyun Min Kim** *Associated members*, Hyung Hwa Ko*** *Regular Member*

요 약

JBIG2는 2진 영상과 문서 압축을 위한 국제 표준이다. JBIG2 표준은 2진 영상과 문서를 고압축으로 부호화하기 위해 영역 특징에 따라 세 가지 부호화 모드를 제공한다. MMR이나 산술 부호화를 이용하여 비트맵(bitmap)의 부호화를 위한 제너릭 영역(Generic region) 부호화를 한다. 그리고, 텍스트 영역의 부호화를 위해 패턴 매칭(Pattern Matching) 부호화를 하고, 하프톤 영역(Halftone region) 부호화를 위해 하프톤 패턴 부호화(Halftone Pattern Coding)를 한다.

본 논문에서는 JBIG2 부호화를 위해 문서를 라인아트, 하프톤, 텍스트 영역으로 분할한 후 각 영역에 제너릭 영역 부호화, 심벌 매칭 부호화, 하프톤 패턴 부호화를 하는 JBIG2 CODEC을 구현하였다. 문서의 효율적 영역 분할을 위해 윤곽선 추출법을 이용한 영역분할 방법과 웨이블릿 계수분포를 이용한 영역 분할 방법을 함께 적용하여 facsimile 테스트 영상(IEEE-167a)의 경우 2% 정도의 압축률 개선과 주관적 화질의 향상을 얻었다. 또한 임의 모양 하프톤 영역의 부호화를 제안하여 기존 영역 분할 방법에서 인지할 수 없는 임의 모양 하프톤 영역 주변 텍스트의 주관적 화질을 개선하였다.

ABSTRACT

JBIG2 is an International Standard for compression of Bi-level images and documents. JBIG2 supports three encoding modes for high compression according to region features of documents. One of which is generic region coding for bitmap coding. The basic bitmap coder is either MMR or arithmetic coding. Pattern matching coding method is used for text region, and halftone pattern coding is used for halftone region. In this paper, a document is segmented into line-art, halftone and text region for JBIG2 encoding and JBIG2 CODEC is implemented. For efficient region segmentation of documents, region segmentation method using wavelet coefficient is applied with existing boundary extraction technique. In case of facsimile test image(IEEE-167a), there is improvement in compression ratio of about 2% and enhancement of subjective quality. Also, we propose arbitrary shape halftone region coding, which improves subjective quality in the neighboring text of halftone region.

1. 서론

통신 수단과 컴퓨터가 발전하면서 문서의 저장과 전송 요구가 늘어가고 있다. 이러한 요구를 충족키 위해서는 적절한 압축 방법을 필요로 한다. ISO(International Standard Organization)는 2진 압축

알고리즘으로 JBIG2 표준[1,2]을 1999년 말에 완성하였다. JBIG (Joint Bi-Level Image Expert Group)은 ISO/IEC와 ITU-T의 전문가 그룹이다. 이전의 2진 압축 표준 알고리즘은 팩스 및 문서의 저장에 주로 응용되었던 MH(Modified Huffman), MR(Modified READ)[3], MMR(Modified Modified

* (주)인텔링스(okyu100@daum.net), ** (주)커벡스(mini@mail.curvex.co.kr), ***광운대학교 영상처리연구소(hhkoh@daisy.gwu.ac.kr)
 논문번호 : 010195-1019, 접수일자 : 2001년 10월 19일

READ)[4] 그리고 JBIG[5]순으로 발전되었다. MR과 MMR은 문서의 이전 라인과 현재라인의 상대적 위치를 이용하여 부호화를 행하며 G3, G4 팩스에 의해서 사용되었다. JBIG은 MR과 MMR이 허프만 부호화를 사용하는 것에 비하여 산술 부호화를 사용하였다. 또한 스캔라인 순서가 아닌 부호화 화소의 주변화소들로부터 템플릿(Template)을 이용하여 콘텍스트(Context)를 구해 산술부호화의 확률 평가를 이용하여 압축을 행하였다. 이러한 기존의 표준 압축 알고리즘은 모두 무손실 압축 기법이다.

JBIG2는 압축과 화질을 높이기 위해 세가지 모드의 부호화를 갖는데, 그 중 제너릭 부호화(Generic coding)는 MMR이나 JBIG과 흡사한 템플릿 산술부호화(Arithmetic template coding)를 사용한다. 그리고, 텍스트 영역에는 패턴 매칭 방법을 이용하고, 하프톤 영역은 그레이 영상과 하프톤 패턴 사진을 이용하여 손실 하프톤 코딩을 한다. JBIG2에서는 텍스트 영역과 하프톤 영역의 코딩을 행하여 고압축을 실현한다.

JBIG2의 복호화는 표준화되었으나, 부호화 방법은 다양하게 할 수 있다. 이런 부호화의 성능은 계산 속도, 압축 성능, 화질에 좌우된다. JBIG2에서는 라인아트, 텍스트, 하프톤 영역별로 부호화를 달리 한다. 따라서, JBIG2에서 고압축의 실현을 위해서는 문서에서 라인아트, 텍스트, 하프톤 영역의 정확한 분할이 필수적이고, 영역 분할의 정확도가 압축과 부호화 속도, 화질에 큰 영향을 미치게 된다.

본 논문에서는 제안한 영역 분할 방법을 사용하여 영역분할 후 각 영역의 코딩 모드에 따라 제너릭, 심벌, 하프톤 영역 부호화 한 후 JBIG2 파일 형식으로 부호화 및 복호화 하는 CODEC을 구현하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 JBIG2의 부호화 방법에 대한 설명을 하고 3장에서는 기존 문서의 영역 분할 방법과 제안 방법을 설명한다. 4장에서는 실험 결과 및 고찰, 5장에서는 결론을 기술한다.

II. JBIG2 부호화

JBIG2[1][2]는 비트스트림과 복호기만을 표준으로 정의한다. 따라서 어떻게 부호화기를 구성하는가는 표준화 되어있지 않다. JBIG2 신택스(Syntax)는 (1)텍스트 영역의 패턴 매칭 부호화, (2)비트맵을 부호화하기 위한 제너릭 부호화, (3)그레이 영상에 대

한 하프톤 부호화의 세가지 부호화 방법을 사용하여 만들어진다. 그림 1은 JBIG2 복호기의 블록도이다. 네 번째 주요 성분인 제너릭 정련 복호기(Generic refinement region)는 손실 비트맵을 더 적은 손실 또는 무손실로 정련하는 방법이다.

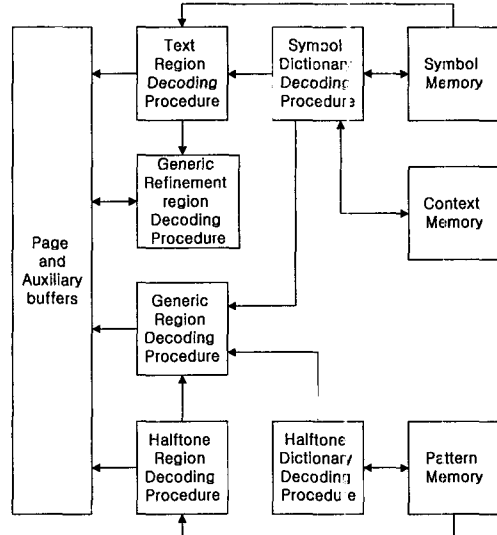


그림 1. JBIG2 복호기의 블록도

1. 심벌 사전 부호화(Symbol Dictionary Coding)

JBIG2에서 심벌은 각 페이지의 텍스트 영역의 문자들을 의미하며 윤곽선 추출법에 의해서 얻어진다. 윤곽선 추출법에 의해 얻어진 심벌은 심벌사전에 있는 기존의 심벌들과 매칭이 되는지를 비교하게 되고 매칭이 되지 않으면 새로운 심벌로써 심벌사전에 등록되고 매칭이 되면 기존의 심벌의 정도를 이용하여 정련 부호화를 행하게 된다. 이와 같이 심벌사전은 추출된 심벌 비트맵들의 저장장소이며, 또한 수신측에 전송되어 복호화시 이용될 수 있도록 한다.

2. 텍스트 영역 부호화(Text Region Coding)

텍스트 영역 부호화는 텍스트에서 추출된 심벌이 저장된 심벌 사전내의 인덱스와 텍스트상의 수평위치(S) 및 수직위치(T)를 부호화 과정이다.

복호기는 심벌사전, 비트맵 인덱스와 위치 정보의 순서대로 복호화한다. 즉, 복호기는 심벌 영역의 비트맵과 각 심벌 비트맵을 결합하는 것이다. 이 코딩 방법은 스캐닝 노이즈로 인해 같은 문자가 조금씩 다른 심벌 비트맵으로 생성되는데 이를 하나의 심벌로 만들어 부호화시 비트 낭비를 막는다¹⁾.

JBIG2는 한 페이지뿐만 아니라 전체 문서에 대해서도 압축이 가능하다. 동일한 심벌사전을 이용하여 여러 페이지를 코딩하면 더 효과적인 압축을 할 수 있다.

3. 제너릭 영역 부호화(Generic Region Coding)

제너릭 영역 부호화는 '1' 과 '0'의 직사각형의 비트맵을 MMR이나 템플릿을 이용한 순차적 산술 부호화로 부호화한다. 후자는 현재 부호화 할 화소 주변의 부호화된 화소에 템플릿을 이용하여 콘텍스트(context)를 구해 산술부호화의 확률 평가를 이용하여 압축을 행한다. 산술부호화에서는 각 화소의 값이 마르코프 정보원이란 가정 하에서 각 화소의 값을 예측할 수 있는 템플릿을 만들고 이 값을 통해서 부호화를 행하게 된다.

4. 하프톤 영역 부호화(Halftone Region Coding)

하프톤 영역 부호화는 그레이 영상을 2진 영상으로 만들어 시각적으로는 그레이 스케일 이미지에 유사하게 하면서 압축을 높이는 코딩 방법이다. 즉, 2진 영역의 그레이 스케일 값의 평균을 하프톤 패턴으로 대체하여 그레이 영상을 2진화한다. 부호화에서 임의의 하프톤 패턴의 사용이 허용된다. 그림 2의 (a)와 (b)는 본 논문에서 Non-angled 하프톤과 Angled 하프톤 부호화에 사용된 하프톤 패턴을 나타낸다.

그림 3은 하프톤 부호화를 설명한 그림이다. 여기서, 페이지는 부호화 할 문서이고, 하프톤 영역은 하프톤 부호화를 할 그레이 영상 영역이다. 그리고, 하프톤 그리드는 하프톤 영역을 나누어 하프톤 패턴의 값으로 대체 하기 위한 영역이다. 점선으로 나타낸 부분은 복호화시 하프톤 패턴이 놓이는 것을 보인다. 그림 3에서처럼 하프톤 그리드와 하프톤 패턴이 각을 이루고 있으면 Angled 하프톤이 되고, 각이 없으면 Non-Angled 하프톤이 된다.

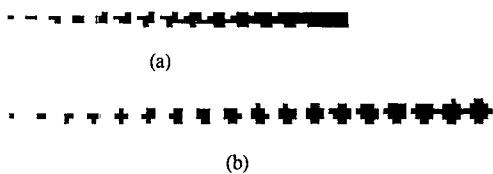


그림 2. 하프톤 패턴 (a) 4x4하프톤 패턴(Non-Angled 하프톤 15레벨), (b) 6x6 하프톤 패턴(45°Angled 하프톤, 19레벨)

하프톤 영역은 (x,y)좌표를 갖고, 그리드 벡터는 HRX, HRY를 갖는다. mg, ng는 하프톤 그리드의 인덱스이다. 하프톤 영역의 (0,0)을 기준으로 하프톤 그리드의 기준인 (HGX, HGY)를 구할 수 있다. 따라서, x와 y 값은 식(1),(2)로부터 구할 수 있다. 여기서, HRX, HRY, HGX, HGY는 자신의 값에 256배 한 값이다.

$$x = (HGX + mg \times HRY + ng \times HRY) \gg A8 \quad (1)$$

$$y = (HGY + mg \times HRY - ng \times HRY) \gg A8 \quad (2)$$

하프톤 그리드의 길이는 식 (3)으로 구할 수 있다. 여기서 HGW는 하프톤 그리드의 윗변 길이, RW와 RH는 하프톤 영역의 윗변길이와 높이, HDPW는 하프톤 패턴의 변의 길이이다.

$$HGW = \frac{\cos(\tan^{-1}(RW/RH) - \theta) \cdot \sqrt{RW^2 + RH^2} \cdot (\cos(\theta) + \sin(\theta))}{HDPW} \quad (3)$$

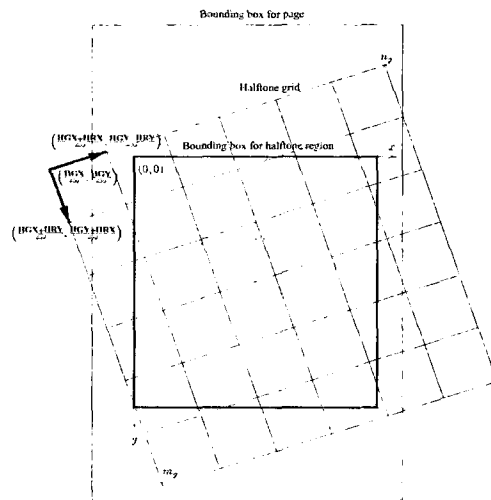


그림 3. JBIG2의 하프톤 구조

JBIG2에서는 Non-Angled 하프톤 부호화와 Angled 하프톤 부호화를 모두 지원한다. 그러나, Angled 하프톤 방법이 Non-Angled 하프톤 방법에 비해 복잡하고 더 많은 시간과 메모리를 요구하지만 대각선에 민감하지 않는 인간의 시각적 특성을 활용하여 그림 4에서와 같이 시각적으로 향상된 영상을 얻게되므로 Angled방법을 사용한다.

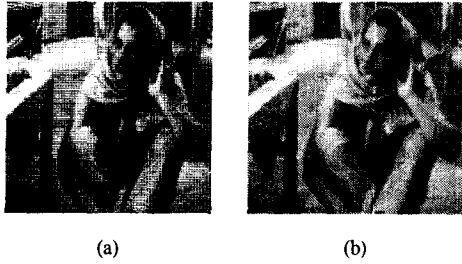


그림 4. Barbara 512x512의 하프톤 구현 결과
(a) Non-Angled 하프톤(4x4 패턴, 16레벨),
(b) 45°Angled 하프톤(6x6패턴, 19레벨)

III. 문서의 영역 분할 방법

JBIG2는 높은 압축률을 갖기 위해 영상을 라인아트, 하프톤, 텍스트 영역으로 나누어 각각 다른 방법으로 코딩을 한다. 따라서, 문서에서 각 영역의 결정의 정확도가 JBIG2 알고리즘의 압축률과 계산 속도에 큰 영향을 미치게된다^[7]. JBIG2의 영역분할 방식은 영역 타입의 오인에 대한 영향을 고려해야 한다. 만일, 텍스트 영역이나 라인아트 영역을 하프톤 영역으로 부호화한다면 영상의 화질이 떨어질 것이며, 텍스트가 아닌 영역을 텍스트 영역으로 부호화하면 대체로 압축률은 약간 떨어지고 부호화 시간도 증가할 것이다.

본 논문에서 제안한 문서의 영역분할 방법은 다음과 같다. 첫째, 텍스트 영역과 비텍스트(Non-Text) 영역을 구분하기 위해 윤곽선 추출법을 이용한 영역분할 방법^[7]을 사용한다. 이 방법은 다른 문서 영역 분할의 전형적 방법인 OCR(Optical Character Recognition)에 비해 부호화 시간을 줄이고, 압축 성능을 향상시킨다^[7]. 둘째, 비텍스트 영역에서 라인아트와 하프톤 영역을 구분하기 위하여 웨이블릿 계수를 이용한 문서의 영역 분할 방법^[8]을 사용하여 하프톤 영역과 라인아트 영역을 결정한다. 세 째, 임의 모양 하프톤 영역 주변 텍스트의 화질을 개선하기 위해 임의 모양의 하프톤 영역을 부호화 방법을 제안하였다.

1. JBIG2 부호화를 위한 문서의 영역 특징

그림 5의 JBIG2 부호화를 위한 문서의 텍스트, 라인아트, 하프톤 영역은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 1) 일반적인 텍스트의 크기는 라인아트와 하프톤 영역의 크기보다 작다.
- 2) 텍스트 심벌 비트맵의 가중치(비트맵 영역과 흑

- 화소의 비율)는 하프톤 영역의 가중치 보다 작다.
- 3) 'ㄱ' 모양이나 사각 모양 등의 라인아트를 심벌로 추출 할 경우, 라인아트 심벌 비트맵의 가중치가 작다.
- 4) 그레이 문서에서 라인 아트보다 그레이 영상은 색조(tone)의 변화가 심하다.

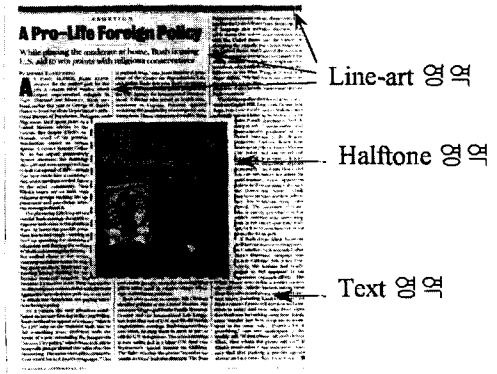


그림 5. JBIG2 부호화를 위한 문서의 영역

2. 윤곽선 추출법을 이용한 영역분할 방법

문서의 영역 특징 중 영역의 크기와 가중치를 이용한 윤곽선 추출법을 이용한 영역분할 방법^[7]은 다음과 같다.

- 1) 빠른 세그먼트를 위해 그레이 문서를 threshold 한 2진 문서에 대해 그림 6과 같이 MxN 다운 샘플링을 한다. 이 때 MxN 영역에 한 픽셀이라도 흑 픽셀이 있으면 흑으로 down 샘플링을 한다.

- 2) Down 샘플 영상에 4연결 윤곽선 추출법(4-connected technique)으로 심벌을 추출한다. 그리고, 심벌의 크기와 가중치를 고려하여 비 텍스트(Non-Text) 영역을 구분한다. (가중치는 심벌 영역에 대한 흑 픽셀의 비율)

- 3) 비 텍스트영역을 threshold 영상의 영역으로 환원하여 흑백을 전환하고 그 영역에 대해 다시 1)의 방법을 반복한다. 심벌의 수가 30이상이면 흑과 백이 전환된 텍스트 영역으로 판정하고, 아니면 하프톤 영역으로 판정한다.

윤곽선 추출법을 이용한 영역분할 방법은 텍스트 영역과 비텍스트 영역 구분 방법은 텍스트 영역에 대해 심벌 매칭 부호화를 하는 JBIG2에 적합하며 다른 영역구분 방법에 비해 부호화시간이 적게 걸

린다. 그러나, 이 방법은 두 가지 문제점을 갖고 있다. 첫째, 라인 아트 영역의 구분 방법이 없으며, 라인 아트 영역을 하프톤 영역으로 오인하여 부호화 시간을 증가시킨다. 둘째, 그림 11과 같이 주변에 텍스트가 있는 임의 모양의 영상에 대한 하프톤 영역을 부호화 할 때 주변의 텍스트 영역을 하프톤 부호화하여 임의 영상 주변에 텍스트가 있는 경우 복호화한 2진 영상에서는 텍스트를 인식할 수 없을 정도로 화질 열화가 발생한다.

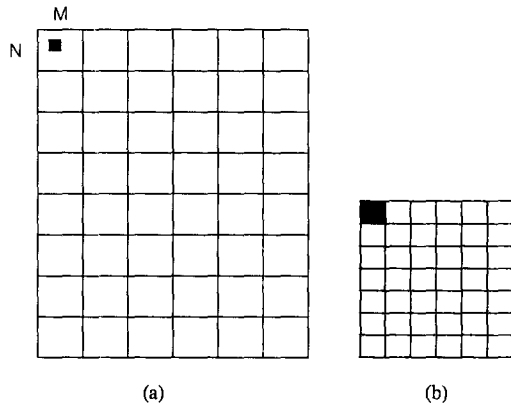


그림 6. MxN Down 샘플링 (a) threshold한 영상, (b) Down 샘플링한 영상

3. 웨이브릿 계수 분포를 이용한 영역 분할 방법

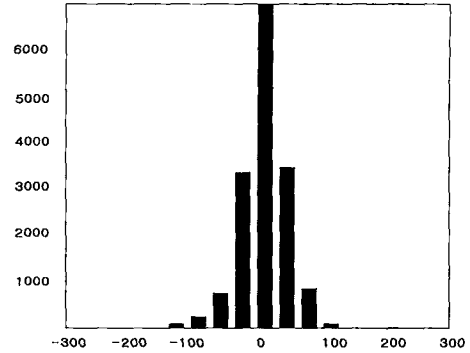
웨이브릿 LH, HL, HH 밴드의 계수 히스토그램은 그림 7에서와 같이 라플라시안 분포(Laplacian distributions)를 따르는 경향이 있다⁹⁾. 웨이브릿 LH 밴드의 계수와 라플라시안 분포의 상관도를 이용하면 연속 계조 영상(Continuous-tone images)을 구분하는데 효과적이다⁸⁾.

계수 분포와 라플라시안 분포의 매칭 정도는 χ^2 테스트[9]를 식 (4)와 같이 샘플 크기 N으로 정규화한 값을 이용한다¹⁰⁾.

$$\chi^2/N = \sum_{i=1}^k (f_i - F_i)^2 / F_i \tag{4}$$



(a)



(b)

그림 7. 웨이브릿 LH 밴드의 계수 분포 (a) 원영상, (b) 계수 분포

f_i 는 Haar 웨이브릿 LH 밴드 계수의 히스토그램 카테고리(category) C의 i 번째(C_i)에 관련된 주파수 값이고, F_i 는 C_i 에 관련된 라플라시안 분포의 pdf의 기대 주파수이다. 따라서, 식(4)는 f_i 와 F_i 값이 서로 근접 할 경우 계수 분포와 라플라시안 분포의 상관도가 높아진다.

4. 제안한 영역 분할 방법

제안한 영역분할 방법은 JBIG2에 적합한 윤곽선 추출법을 이용한 영역분할 방법을 이용한다. 그리고 윤곽선 추출법을 이용한 영역분할 방법의 영역 오인을 줄이기 위해 웨이브릿 계수 분포를 이용한 영역분할 방법을 적용하여 하프톤 영역과 라인 아트 영역을 분할방법을 추가했다. 그림 8의 흐름도의 영역 분할 방법은 다음과 같다.

1) 먼저 그레이 영상의 문서에서 128의 화소값을 기준으로 threshold한 영상을 구하고, 영상의 4x4 블럭 중 한 화소라도 흑 화소가 있으면 그 영역을 흑 화소로 down 샘플링한 영상을 구한다. 윤곽선 추출법의 계산량을 줄이기 위해서 threshold한 영상을 down 샘플링한 영상에서 심벌을 추출한다.

2) Down 샘플링한 영상에서 윤곽선 추출법을 사용하여 위치정보와 크기정보를 갖는 심벌을 추출하는데 이 때 각 심벌은 텍스트 심벌과 라인아트 하프톤 영역을 나타낸다. 추출한 심벌을 심벌의 크기와 가중치에 따라 비텍스트와 텍스트로 구분하고 텍스트 심벌은 제거한다.

3) 비텍스트에서 라인아트와 하프톤 영역을 구분하

기 위해 웨이브릿 계수분포를 이용한다. 라인아트와 하프톤 영역을 나타내는 추출한 심벌의 위치정보와 크기 정보를 가지고 원영상(그레이 영상의 문서)에서 추출 심벌의 대응 영역을 취하고 그 영역에 대한 Harr 웨이브릿의 LH 밴드의 계수를 구한다. 그리고, 계수 분포와 라플라시안 분포의 상관도를 나타내는 $x2/N$ 의 값이 0.9보다 크면 하프톤 영역으로 작으면 라인아트 영역으로 판정한다.

4) thresholding한 영상에서 라인아트와 하프톤 영역을 제거하면 텍스트 영역을 구하게 된다.

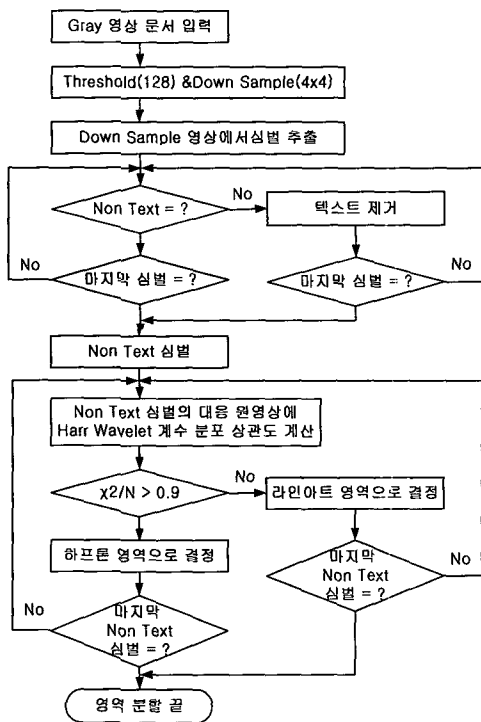


그림 8. 제안한 영역 분할 알고리즘 흐름도

5. 제안한 임의 모양 하프톤 영역의 부호화 방법 윤곽선 추출법을 이용한 영역분할 방법에서는 하프톤 영역은 항상 사각모양의 심벌로 추출되므로 임의 모양 하프톤 영역도 그림 11의 (ε)와 같이 사각 모양의 하프톤 영역을 갖는다. 따라서, 임의 영상 주변에 텍스트가 있는 경우의 하프톤 영역으로 부호화하면 텍스트도 하프톤 영역으로 부호화되면 복호화된 영상에서 임의 모양 영상 주변의 텍스트에 화질열화가 발생한다. 이를 방지하기 위한 임의 모양 하프톤 영역 부호화 방법을 제안한다.

그림 9는 임의모양 하프톤 부호화 방법의 흐름도

이다. 사각 하프톤 영역과 임의 모양의 하프톤을 구분하기 위해 down 샘플링한 영상에서 추출한 심벌 중 하프톤 영역으로 구분된 심벌 비트맵의 가중치와 심벌 비트맵을 윤곽선 추출법으로 심벌 추출 후 심벌의 수를 이용한다. 심벌 비트맵의 가중치가 85 이하이고 심벌수가 30이상이면 임의 모양 하프톤으로 결정한다. 사각 하프톤이면 기존 방법과 같이 하프톤 부호화를 하고, 임의 모양 하프톤이면 하프톤 영역은 임의 모양의 값에 대해 하프톤 부호화를 한다. 임의 모양 하프톤 값을 구하기 위해서 임의 모양 하프톤 영역을 나타내는 심벌 비트맵에 대응하는 영역을 원영상으로부터 구하여 threshold 값을 증가하여 2진화한 하프톤 영역을 추출한다. 그리고, 2진화한 영상에 대해 심벌 추출하여 텍스트 영역을 제외한 비텍스트의 심벌에 흑화소에 대응하는 영역의 원영상을 하프톤 부호화한다.

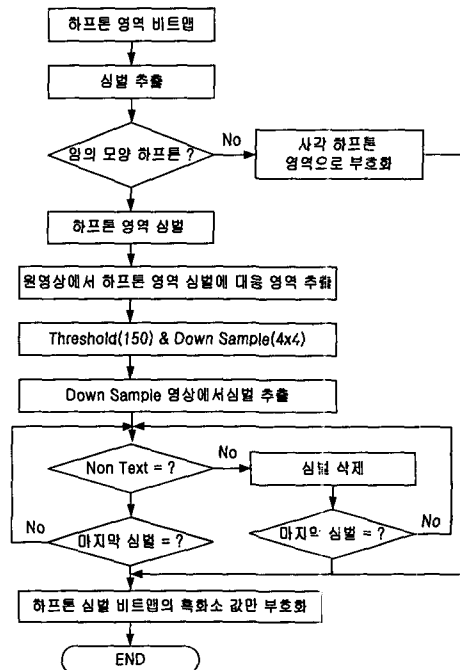


그림 9. 임의 모양 하프톤 영역 분할 흐름도

IV. 실험결과 및 고찰

실험은 문서의 영역분할 제안 방법을 기존의 2진 부호화 방법과 기존 영역분할 방법에 대해 압축률과 주관적 화질을 비교하였으며, 임의 모양 하프톤 영역 분할 방법을 사용한 경우와 하지 않은 경우에 대해 주관적 화질을 비교하였다. 실험을 위해 사용

된 문서는 팩스 테스트 영상인 IEEE-167a와 스캐너로 취득한 영문 문서와 한글 문서이다. 스캔한 테스트 문서는 모두 A4 크기의 200dpi, 300dpi, 600dpi로 실험하였다.

표1은 IEEE-167a을 기존의 윤곽선 추출 방법과 제안 방법으로 문서를 영역 분할한 후 JBIG2 부호화한 결과를 나타낸다. 제안방법이 기존방법에 비해 문서를 JBIG2 부호화에 적합한 텍스트, 라인아트, 하프톤 영역으로 정확히 분할하여 부호화한 결과, 총 바이트 수가 줄어 2%정도의 압축을 향상되었다. 그림 10은 IEEE-167a에 대한 제안 방법으로 부호화한 영상을 나타낸다. 그림에서 볼 때, 라인아트와 하프톤 영역에 대한 구분의 향상으로 하프톤 부호화하여 주관적인 화질이 향상되었음을 알 수 있었다.

표 1. IEEE-167a에 대한 부호화 결과(단위 : Byte)

방법	심별 사전	심별 영역	하프톤 영역	라인아트 영역	그외	총 계
기존 방법	31,019	5,359	4,764	-	221	41,363
제안 방법	11,190	5,846	15,029	8,161	253	40,476



(a) (b)



(c)

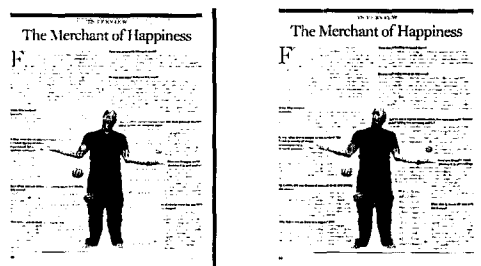
그림 10. JBIG2로 부호화한 IEEE-167a 영상 (a) 원영상, (b) 기존 방법으로 부호화한 2진 영상, (c) 제안한 방법으로 부호화한 2진 영상

표 2는 스캔한 문서를 기존의 MMR방식으로 부호화한 경우와 기존방법과 제안방법으로 문서를 영역분할한 후 JBIG2 부호화를 한 결과를 비교였다. MMR 방식으로 압축했을 경우 200dpi 문서의 경우 90KByte로 압축이 되었으나, 제안한 방법으로 압축한 경우에 비해 36KByte로 압축이 되어 MMR보다 2.5배의 압축률을 보였다.

그림 11은 기존방법과 제안방법으로 JBIG2 부호화한 후 복호화된 2진 영상이다. 기존 방법에서 하프톤 영역으로 부호화된 텍스트의 화질열화를 볼 수 있으나, 제안 방법에서는 제안한 임의 모양 하프톤 부호화의 결과 하프톤 영역의 텍스트의 화질 열화를 개선하였다.

표 2. 스캔한 문서의 압축 비교

문서(dpi)	방법	크기(Byte)
200	MMR	90,442
	기존방법	36,117
	제안방법	35,323
300	MMR	111,825
	기존방법	46,013
	제안방법	45,272
600	MMR	224,143
	기존방법	99,469
	제안방법	98,552



(a) (b)

그림 11. 스캔한 문서를 JBIG2로 부호화한 영상 (a) 기존의 방법 (b) 제안한 방법

본 방법의 단점은 기존 방법에 비해 부호화 시간이 더 소요되는 점이다. 라인아트와 하프톤 영역을 구분하기 위해 추가한 웨이브릿 계수 분포와 라플라시안 분포 비교 알고리즘의 추가로 인해 시간 소모가 증가하였다. 또한, 임의 모양 하프톤 영역 부호화 경우 추가로 시간이 소요된다. 제안 방법은 기존 방법에 비해 2~3(%) 정도 시간이 더 소모된다.

윤곽선 추출방법을 이용한 영역 분할은 라인아트와 하프톤 영역이 붙어 있는 경우에 두 영역을 하나의 영역으로 구분한다는 단점을 갖는다. 제안한 방법에서도 이와 같은 문제점을 가지고 있다.

V. 결론

본 논문에서는 문서를 텍스트, 라인아트, 하프톤 영역으로 영역구분을 하고 각 영역에 따라 JBIG2 CODEC을 구현하였다. 기존의 윤곽선 추출법을 이용한 영역분할 방법의 영역 오인을 줄이기 위해 웨이브릿 계수를 분포를 이용한 영역분할 방법을 적용하여 하프톤 영역과 라인 아트 영역을 분할방법을 추가했으며, 임의 영상 주변 텍스트의 화질열화를 방지하기 위하여 임의 모양 하프톤 영역 부호화 방법을 제안하였다.

기존의 윤곽선 추출법을 이용한 영역분할 방법에 비해 텍스트, 라인아트, 하프톤 영역 구분을 정확히 하여 시험 영상인 IEEE-167a의 부호화시에 2%의 압축률 개선과 주관적 화질을 높였다. 임의 모양 하프톤 부호화 방법을 제안하여 기존 방법의 영역분할 방법에서 발생하는 임의 모양 하프톤 영역의 주변 텍스트의 화질 열화를 방지하였다.

JBIG2의 하프톤 영역 부호화로 인하여 문서에서 그림 부분의 주관적 화질이 MMR에 비해 우수하였다.

제안 방법은 기존의 윤곽선 추출 방법을 이용한 영역분할 방법의 부호화에 비해 2~3(%) 정도 부호화 시간이 더 소요되었다. 이는 라인아트와 하프톤 영역을 구분하는 웨이브릿 계수 분포 이용 방법이 추가되었기 때문이다.

본 방식은 전자 문서 저장이나 JBIG2를 이용한 팩스 등에 활용 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] ISO/IEC 14492, JBIG2 "Final Draft International Standard," December 1999.
 [2] P.Howard, F.Kossentini, B.Martins, S.Forchhammer, W.Rucklidge, and F.Ono, "The Emerging JBIG2 Standard," *IEEE Trans. on Circuit and System for Video Technology*, Vol.8, No.5, 1998.
 [3] CCITT Rec. T.4, "Standardization of Group 3 Facsimile Apparatus For Document Transmis-

ssion," 1979.

[4] CCITT Rec. T.6, "Facsimile Coding Schemes and Coding Control Function; for Group4 Facsimile Apparatus," 1988.
 [5] ISO/IEC International Standard 11544, JBIG, "Information Technology - Coded Representation of Picture and Audio Information- Progressive Bi-level Image Compression," Geneva, 1993.
 [6] 강병택, 고희화, "JBIG2 부호화에서의 한글의 효율적 처리에 관한 연구", *한국통신학회 논문집*, vol.25, n.68, pp.1050-1059, 2000
 [7] D.Tompkins and F.Kossentini, "A Fast Segmentation Algorithm for Bi-Level Image Compression using JBIG2," *IEEE Trans, Image Processing*, 1999 pp. 224-228.
 [8] J.Li and M.Gray, "Context-Based Multiscale Classification of Document Images Using Wavelet Coefficient Distribution," *IEEE Trans. on Image Proc*, vol.9, No.9, 2000.
 [9] M.Vetterli and J.Kovacevic, *Wavelets and Subband Coding*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1995.
 [10] G.Snedecor and W.G.Cochran, *Statistical Methods*. Ames, IA: Oct. 1996.

백 옥 규(Okyu Baek)

준회원

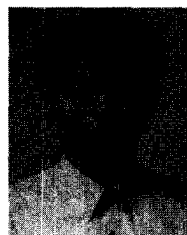


1999년 2월 : 경기대학교
전자공학과 졸업
2002년 2월 : 광운대학교
전자통신공학과 석사
2002년 3월~현재 :
(주)인텔링스 근무

<주관심 분야> 2진문서 압축, Wavelet 압축

김 현 민(Hyun Min Kim)

준회원



1993년 2월 : 독학사(이학사)
1996년 8월 : 광운대학교 전자
통신공학과 석사
1999년 9월 : 광운대학교 전자
통신공학과 박사과정 수료
2001년 5월~현재 :
(주)커텍스 근무

<주관심 분야> 영상압축, 의료영상 분석

고 형 화(Hyung Hwa Ko)

정회원



1979년 2월 : 서울대학교

전자공학과 졸업

1982년 2월 : 서울대학교

전자공학과 석사

1989년 2월 : 서울대학교

전자공학과 박사

1985년 3월~현재 : 광운대학교 전자통신공학과 교수

1998년 8월~1999년 8월 : UCSD 전기공학과 객원

교수

<주관심 분야> 영상통신, 2진문서 압축, Wavelet
부호화, MJPEG2000 부호화