

# 전자도서관에서의 이진 문서영상 서비스 방안

한영미\*, 허봉식\*\*, 김민환\*

\*부산대학교 컴퓨터공학과

\*\*동의공업대학 영상정보처리학과

## A Service Strategy of Binary Document Images in Digital Library

Young-Mi Han\*, Pong-Sik Ho\*\*, Min-Hwan Kim\*

\*Dept. of Computer Engineering, Pusan national university

\*\*Dept. of Image Processing, Dongeui Institute of Technology

### 요 약

최근의 전자도서관에서는 문서영상 데이터베이스를 구축하여 사용자에게 원하는 정보의 원문을 그대로 서비스하고 있는데, 주로 200 dpi 문서영상에 대해 TIFF 영상포맷에서의 ITU-T T.6 압축방법을 사용하고 있다. 본 연구에서는, 문서영상 데이터베이스의 확장성, 지속성, 효율성 등을 고려하여, 문서영상의 스캐닝 해상도는 600 dpi가 적당하며, 압축방법은 JBIG이 타당함을 제시하였다. 아울러, 모니터 및 프린터 기반 서비스의 특성을 분석하여 서비스 해상도를 차별화하는 방법인 단계별 서비스 방안을 제시함으로써 JBIG의 단점인 과도한 복구시간 문제를 해결하였다. 대표적인 문서영상들에 대한 실험을 통해, JBIG의 높은 압축률 및 제시된 단계별 서비스 방안의 타당성을 확인하였다.

### 1. 서론

정보화 사회에서는 정보를 효율적으로 수집, 관리, 활용하는 것이 매우 중요하다. 기존에는 이러한 정보를 주로 종이 형태의 문서로 저장 및 관리함에 따라 엄청난 비용이 소요되었을 뿐만 아니라 신속하게 원하는 정보를 획득하는데도 장애가 되었다. 이에, 컴퓨터를 이용하여 정보 데이터베이스를 구축한 후 신속하게 서비스하는 방안이 연구되어 왔으며[1], 이미 여러 가지 상품도 개발되어 판매되고 있다[2].

최근에는 전자도서관을 구축하여 텍스트, 도형, 표, 수식, 그림 등 다양한 형태의 정보를 서비스하고 있다. 그러나, 이러한 다양한 정보가 이미 인쇄된 문서형태로 주어진 경우, 각각을 일일이 분할하여 서비스하는 것이 현실적으로 불가능하므로 일부 요약

정보만을 텍스트 형태로 서비스하고, 원문은 스캐닝하여 문서영상 형태로 서비스하는 것이 일반적이다.

문서영상은 매우 많은 양의 데이터로 표현되므로 효율적으로 압축하여야 한다. 이를 위해 크게 두 가지 접근방법이 사용되고 있다[3]. 먼저 현재 일반적으로 많이 사용하고 있는 방법으로서, 이진화된 문서영상 전체를 그대로 압축하여 저장하는 방법이 있다. 이 방법에서는 저해상도로 스캐닝된 경우에 해프토닝(halftoning) 그림 영역에서의 질 저하 현상이 심각하며, 압축방법에 따라 해프토닝 그림 영역에서의 압축율이 매우 좋지 않게 나타나는 문제점이 있다[7]. 따라서, 해프토닝 그림이 포함된 문서영상에 대한 적절한 스캐닝 해상도 및 효율적인 압축방법의 선정에 관한 연구가 필요하다[3]. 다른 접근방법으로는, 다양한 형태의 정보가 복합된 문서가 증가하고 있는 바, 이러한 복합문서(mixed document)의 영

상을 정보의 형태별로 영역분할[4-6]하여 각 영역의 특성에 맞는 압축방법을 적용하는 것이 있다. 예를 들어, 해프토닝 그림 영역과 나머지 영역으로 분할하여 서로 다른 압축방법을 적용할 수 있다[7].

한편, 문서영상을 서비스받는 장비는 모니터와 프린터로 구분된다. 일반적으로 모니터의 해상도는 80~90 dpi이므로 100~150 dpi 문서영상의 텍스트 정보를 충분히 알아 볼 수 있다. 따라서, 모니터를 통한 문서영상의 브라우징(browsing) 단계에는 150 dpi 정도의 문서영상을 사용해도 무방하다. 반면에, 프린터를 통한 출력단계에서는 보다 고해상도의 문서영상을 사용해야 한다. 특히, 해프토닝 그림이 포함된 문서영상은 질 저하 현상을 최소화하기 위해 고해상도 문서영상을 사용해야 한다.

현재 대부분의 문서영상 서비스 시스템에서는 200 dpi로 스캐닝한 이진 문서영상을 국제 표준안으로 제시된 ITU-T T.6 방법으로 압축하여 서비스하고 있다. 스캐닝 해상도를 200 dpi로 사용하는 것은 모니터 기반의 서비스 측면만 고려한 것으로서, 사용자에게 보다 양질의 서비스를 하기 위해서는 프린터 기반의 서비스 측면도 고려하여 고해상도 문서영상을 제공할 필요가 있다. 또한, ITU-T T.6 압축방법은 팩시밀리 기반의 방법으로서 문서영상의 압축 및 복원 시간면에서는 매우 좋은 특성을 나타내지만, 해프토닝 그림이 포함된 문서영상에 대해서는 오히려 압축된 결과가 본래의 데이터 양보다 증가하는 문제점이 있다[8].

이에, 본 논문의 2장에서는 이진 문서영상에 적합한 스캐닝 해상도 및 압축방법에 대해 검토하고, 3장에서는 모니터 및 프린터 기반 서비스에 있어서의 특성을 고려하여 이진 문서영상의 단계적 서비스 방안에 대해 논한다. 4장에서는 대표적인 이진 문서영상들에 대한 실험을 통해 단계적 서비스 방안의 타당성을 확인한다.

## 2. 문서영상의 스캐닝 해상도 및 압축 방법 선정

문서영상 데이터베이스는 지속적으로 활용할 수 있어야 하며, 차후에 기능 확장 및 효율적인 자료 변환이 가능하도록 설계되어야 한다. 이를 위해, 이진 문서영상에 대한 스캐닝 해상도 및 압축방법을 적절하게 선정하여야 한다.

### 2.1 문서영상의 스캐닝 해상도 선정

문서영상의 스캐닝 해상도를 결정하기 위해서는

다음과 같은 항목을 고려하여야 한다.

- 사용자의 양질 문서영상 선호도
- 첨자 및 작은 기호의 정확한 표현
- 양질의 해프토닝 그림 표현
- 영역분할 기술 적용 가능성
- 문자인식 기술의 적용 가능성
- 영상처리 기술의 적용 가능성
- 문서영상 데이터베이스 구축 비용 절감
- 문서영상의 데이터 양
- 사용자 장비의 해상도 및 이에 따른 해상도 변환 가능성

컴퓨터 환경의 급속한 발전으로, 사용자는 문서영상의 질에 보다 많은 관심을 갖게 될 것이다. 따라서, 사용자가 양질로 인식할 수 있는 스캐닝 해상도를 선정할 필요가 있다. 현재, 사용자는 적어도 300 dpi 이상으로 프린트된 문서를 선호하므로, 문서영상도 300 dpi 이상의 스캐닝 해상도를 사용할 필요가 있다. 또한, 양질의 해프토닝 그림을 나타내기 위해서는 보다 높은 스캐닝 해상도가 요구된다.

문서영상 데이터베이스의 확장성과 지속성을 고려해 보면, 차후 보다 효율적인 압축을 위해 영역분할 기술을 적용할 수 있어야 하며, 텍스트기반의 정보 서비스를 위해 문자인식 기술도 적용할 수 있어야 한다. 또한, 보다 질 좋은 문서영상을 서비스하기 위해서 역 해프토닝[9-11]에 의한 그레이 영상화 기술 및 다른 여러 가지 영상처리 기술의 적용도 가능해야 한다. 이러한 기술들은 300~600 dpi의 스캐닝 해상도를 요구한다.

한편, 문서영상의 데이터 양 및 데이터베이스 구축 비용도 고려하여야 하는데, 이런 측면에서 보면 낮은 스캐닝 해상도를 사용할수록 유리함을 알 수 있다. 그러나, 한번 구축된 문서영상 데이터베이스는 차후에 재구축하기가 어렵고, 재구축 경비도 매우 많이 소요되므로, 처음부터 보다 고해상도의 문서영상 데이터베이스를 구축할 필요가 있다.

사용자의 문서영상 서비스 장비를 고려해 보면, 모니터에서는 80~90 dpi 정도의 해상도만이 지원되지만 프린터에서는 300 dpi나 600 dpi가 기본 모드로 지원되므로 300~600 dpi의 스캐닝 해상도의 문서영상을 해상도 변환에 의해 모니터에 적합하도록 변환해 줄 수도 있어야 한다.

이와 같은 여러 가지 항목을 고려해 볼 때, 문서

영상에 대한 스캐닝 해상도는 600 dpi가 적절함을 알 수 있다.

## 2.2 문서영상의 압축 방법 선정

문서영상은 매우 많은 데이터 양으로 표현되므로, 효율적인 방법으로 압축하여 저장할 필요가 있다. 기존의 대표적인 이진영상 압축방법으로는 국제표준안으로 제시된 ITU-T T.4, ITU-T T.6, ITU-T T.82 (JBIG)[8]와 LZW[12], textual image compression(TIC)[13] 등이 있다. 이 중에서 영역분할을 해야 하는 TIC 방법을 제외한 나머지 압축방법들에 대한 연구결과[8]와 본 논문에서의 실험결과에 의하면, JBIG의 압축율이 가장 좋음을 알 수 있다. 또한, 다음의 이유에 의해서도 JBIG이 이진 문서영상의 압축 방법으로서 적당하다.

- 국제표준안으로서 자료의 공유성
- 해프토닝 그림이 포함된 문서영상에 대한 높은 압축율[8]
- 다양한 복원 해상도 선정 가능[1]
- 그레이 영상에 적용 가능
- 해상도 증가에 따른 압축 데이터 양의 선형적 증가[8]

그러나, JBIG에서는 처리과정이 복잡하여 과도한 연산시간이 요구되는 문제점이 있어, 현재 산업적으로 제대로 활용되지 못하고 있다. 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위한 연구가 필요하다.

## 3. JBIG 기반 문서영상의 단계적 서비스 방안

정보검색시스템의 사용자들은 모니터를 통해 원하는 정보를 검색한다. 이때, 검색된 정보로는 일반적으로 텍스트 형태인 간단한 요약만이 제공된다. 만약 보다 자세한 정보가 필요하다면, 사용자는 문서영상 형태로 되어 있는 원문 전체를 요구하여 모니터에 디스플레이 된 내용을 보면서 확인한다. 이렇게 확인된 문서영상은 필요하다면 프린터로 출력하여 사용한다.

모니터를 통해 문서영상을 확인하는 과정에는 사용자가 시각적으로 모니터에 디스플레이된 내용을 인지할 수 있으면 되므로, 저해상도 문서영상을 사용해도 무방하다. 그러나, 확인된 문서영상을 프린터로 출력할 때에는 고해상도 문서영상을 제공해야 보다 질 좋은 서비스를 할 수 있다. 따라서, 문서영상

데이터베이스를 고해상도로 구축한 다음, 필요에 따라 저해상도 및 고해상도로 자유롭게 변환하여 서비스할 수 있어야 한다. 즉, 문서영상의 해상도를 단계적으로 서비스할 수 있어야 한다.

JBIG에서는 resolution reduction 방법에 의한 계층적 압축 방법을 사용하고 있어, 고해상도 문서영상의 압축 데이터로부터 원하는 해상도의 문서영상을 쉽게 복원할 수 있다. 따라서, 해상도의 단계적 서비스에 적합하다. 또한, 이러한 단계적 서비스 방안은 JBIG에서의 과도한 연산시간도 단계적으로 처리할 수 있으므로 유용하다.

JBIG에 의해 압축된 문서영상에 대한 모니터 및 프린터 기반의 단계적 서비스 방안은 다음과 같다.

### 3.1 모니터 기반 서비스

모니터의 한 점(dot)과 문서영상의 한 화소를 대응시켜 디스플레이할 경우, 모니터에 디스플레이된 문서영상을 인식하는데는 150 dpi 정도의 해상도가 적당하다. 그래서, 150 dpi를 모니터 기반 서비스의 기본 해상도로 선정한다.

그러나, 이 기본 해상도로 A4 크기의 문서영상을 디스플레이할 경우 한 화면에 문서영상 전체를 디스플레이 할 수 없다. 따라서, 문서영상의 전체적인 윤곽을 파악하기 위해서는 75 dpi로 디스플레이할 필요가 있다. JBIG에서 제공되는 resolution reduction 기능을 이용하면, 해상도 축소 변환에 의한 질 저하 현상을 방지할 수 있다[1]. 따라서, 이 방법을 이용하여 75 dpi의 문서영상을 디스플레이하면 사용자에게 문서영상의 전체적인 윤곽을 보다 질 좋게 서비스할 수 있다.

한편, 사용자는 첨자나 매우 작은 기호 및 수식 등을 확인하기 위해 보다 높은 해상도의 문서영상이 필요할 경우도 있다. 이때, 이미 복원된 150 dpi 문서영상 정보와 상위 해상도로 복원할 때 필요한 추가정보만을 이용하여 300 dpi 문서영상으로 복원할 수 있다.

이렇게 함으로써, 사용자의 목적에 맞는 단계적 문서영상을 제공할 수 있을 뿐 아니라 과도한 복원시간에 대한 단점도 해결할 수 있다.

### 3.2 프린터 기반 서비스

모니터를 통해 확인된 문서영상은 레이저 프린터로 출력하여 보다 자세한 정보를 얻는 것이 일반적이다. 이때, 사용자는 가능하면 양질의 문서영상을 출력하기를 원하며, 이를 위해 출력 시간의 지연도 어

는 정도 감수하는 경향이 있다. 따라서, 문서영상을 600 dpi로 복원하여 출력하는 것이 적합하다. 사용자의 요청에 의해, 검색된 문서의 일부 또는 전체를 출력할 수 있는 기능은 기본적으로 제공되어야 한다.

#### 4. 실험 및 토의

여기에서는, 먼저 JBIG 압축 방법이 현재 많이 사용되고 있는 ITU-T T.6 압축방법보다 어느 정도의 좋은 압축율을 나타내는지 대표적인 문서영상을 통해 알아 본다. 다음에는, 모니터 및 프린터 기반 서비스의 특징을 활용한 단계적 해상도 서비스 방안의 타당성을 실험을 통해 보이고자 한다. 본 실험에서 사용한 컴퓨터의 사양은 80586 CPU, 100 MHz, 32MB RAM, 2 MB Video RAM이다.

##### 4.1 JBIG의 압축 성능 실험

그림 1에서와 같이 문자, 도형, 표, 그래픽, 수식, 해프토닝 그림 등이 포함되어 있는 대표적인 문서영상 4개에 대하여 스캐닝 해상도를 다르게 하여 압축율을 비교해 보았다. 이 문서영상들에 대한 JBIG 및 ITU-T T.6 압축방법에 의한 평균적인 압축 데이터 양은 그림 2와 같다. 여기에서, JBIG에 의한 압축 데이터 양은 [8]에서 언급한 바와 같이 해상도에 따라 선형적으로 증가하고 있음을 알 수 있다.

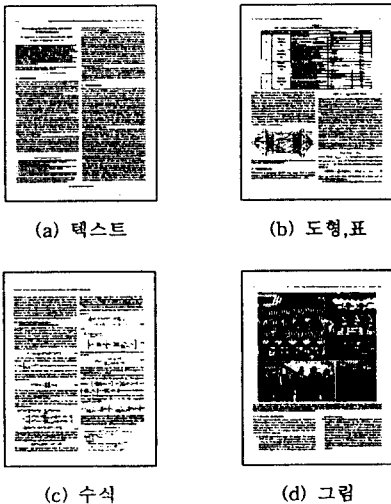


그림 1. 스캐닝된 문서영상

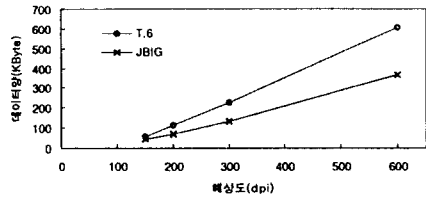


그림 2. JBIG 및 ITU-T.6 압축율 비교

JBIG에 의한 메모리 절감 효과 Save는 다음과 같이 계산하여 표 1에 나타내었다.

$$Save(\%) = \frac{T.6_{data} - JBIG_{data}}{T.6_{data}} \times 100$$

표 1. JBIG의 ITU-T T.6에 대한 메모리 절감 효과 (단위: %)

문서형태	150 dpi	200 dpi	300 dpi	600 dpi	평균
그림 1.(a)	25.9	20.7	20.9	32.8	25.1
그림 1.(b)	22.1	19.9	21.2	35.3	24.6
그림 1.(c)	21.4	18.0	19.7	36.9	24.0
그림 1.(d)	30.6	62.0	55.7	42.7	47.8
평균	25.0	30.2	29.4	36.9	30.4

전체적인 평균 Save는 30.4%이며, 해프토닝 그림이 포함된 문서영상(그림 1.(d))이 보다 높은 메모리 절감 효과를 나타내고 있다. 그림 2에 의하면, 600 dpi에서의 평균 Save 36.9%는 메모리 용량 239KByte에 해당한다. 그러므로, 600 dpi의 문서영상을 대량으로 저장 관리할 경우, 메모리 절감 효과가 높은 JBIG 압축방법을 이용하는 것이 타당하다는 것을 알 수 있다.

##### 4.2 문서영상의 해상도별 복구시간 실험

먼저 그림 1에서의 대표적인 문서영상들에 대한 여러 가지 스캐닝 해상도별 평균적인 총복구시간(= 전송시간+복원시간+디스플레이 시간)은 그림 3과 같다. JBIG의 복구시간이 ITU-T T.6보다 많이 소요됨을 알 수 있다. 따라서, JBIG 압축방법을 그대로 사용하기에는 부적합하다.

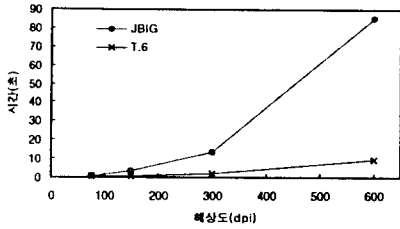


그림 3. JBIG 및 ITU-T T.6의 복구시간

600 dpi로 스캐닝된 문서영상들에 대해 JBIG에 의한 해상도별 평균 복구시간은 그림 4와 같다. ITU-T T.6 압축방법에서는 저해상도의 문서영상을 직접 복구하는 기능이 없으므로, 일단 600 dpi로 복원한 후 해상도 축소 기법을 활용하여야 한다. 그림 4에서는 축소 시간을 제외하고 600 dpi로의 복구시간만을 저해상도 문서영상의 복구시간으로 나타내었다. 여기에서, JBIG에 의한 150 dpi 문서영상의 복구시간은 3.4초로서 ITU-T T.6에 의한 9.3초보다 오히려 작아짐을 알 수 있다. 따라서, JBIG에 의한 단계별 서비스를 할 경우, 모니터에서의 문서영상 브라우징 단계에서는 오히려 JBIG이 ITU-T T.6 방식보다 적합함을 알 수 있다.

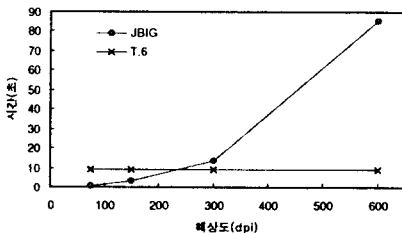
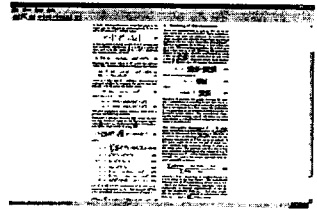


그림 4. 600 dpi 문서영상에 대한 JBIG 및 ITU-T T.6의 해상도별 복구시간

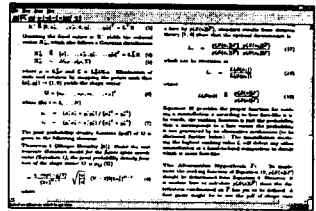
4.3 문서영상의 해상도별 시각적 인식 실험

JBIG의 해상도 감소 기능을 이용하여 600 dpi 문서영상을 75, 150, 300 dpi로 디스플레이 한 결과는 그림 5와 같다. 여기에서 알 수 있듯이, 75 dpi에서는 A4 크기 문서영상의 전체적인 윤곽을 알 수 있고, 150 dpi에서는 문서영상을 해독할 수 있으며, 300 dpi에서는 첨자나 작은 기호까지도 식별할 수

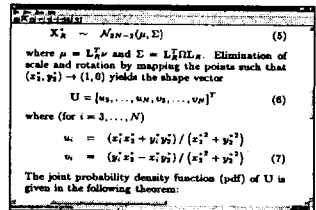
있다.



(a) 75 dpi의 문서영상 화면



(b) 150 dpi의 문서영상 화면



(c) 300 dpi의 문서영상 화면

그림 5. JBIG의 Resolution Reduction에 의한 해상도별 문서영상

4.4 토의

600 dpi 스캐닝 해상도의 문서영상을 JBIG으로 압축하여 문서영상 데이터베이스를 구축하면, 현재 주로 사용하고 있는 200 dpi 문서영상에 대한 ITU-T T.6 압축방법을 사용할 때보다 약 3.1배의 기억용량이 소요되나 확장성, 지속성, 효율성을 고려한다면 부담스럽지 않음을 알 수 있다.

문서영상 데이터베이스를 구축하기 위해 현재 주로 사용하고 있는 고속 스캐너에서는 TIFF 영상포맷에서의 ITU-T T.6 압축방법만이 지원되지만 JBIG 압축방법도 지원하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있는 것으로 알려져 있다.

컴퓨터 통신속도의 향상으로, 600 dpi로 압축된 문서영상의 네트워크를 통한 전송 시간은 문서영상의 복원시간에 비해 상대적으로 작기 때문에 해상도

증가에 따른 전송시간의 증가는 무시할 수 있다.

## 5. 결론

문서영상 데이터베이스를 구축하는데 있어, 스캐닝 해상도를 600 dpi로 하는 것과 압축방법을 JBIG으로 하는 것이 타당함을 제시하였다. 또한, 모니터 및 프린터 기반 서비스의 특성에 따라 서비스 해상도를 차별화하는 단계별 서비스 방안을 제시함으로써 JBIG 압축방법의 단점인 복원시간 문제를 해결할 수 있었다.

대표적인 문서영상들에 대한 실험을 통해, JBIG 압축방법이 기존의 다른 방법보다 높은 압축율을 나타냄을 보였으며, 제시된 단계별 서비스 방안의 타당성을 확인하였다.

## 6. 참고문헌

- [1] Witten, I. H., A. Moffat, and T. C. Bell, *Managing Gigabytes*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1994
- [2] Muller, N. J., *Computerized Document Imaging Systems*, Boston, Artech House, Inc., 1993
- [3] 김민환, "정보검색시스템에서의 문서영상정보 구축 및 서비스 방안," 제1회 과학기술워크숍 KOSTI96 발표논문집, 대덕, Vol. 1, pp. 21-28, Nov. 1996
- [4] Wahl, F. M., K. Y. Wong, and R. G. Casey, "Block Segmentation and Text Extraction in Mixed Text/Image Documents," *CVGIP*, Vol. 20, pp. 375-390, 1982
- [5] Wang, D. and S. N. Srihari, "Classification of Newspaper Image Blocks Using Texture Analysis," *CVGIP*, Vol. 47, pp. 327-352, 1989
- [6] Pavlidis, T. and J. Zhou, "Page Segmentation and Classification," *CVGIP*, Vol. 54, pp. 484-496, 1992
- [7] Kam, R. A. V. and P. W. Wong, "Customized JPEG compression for grayscale printing," *Proc. IEEE Data Compression Conferenc* Snowbird, Utah. Los Alamitos, Calif.: IEEE Society Press. pp. 156-165, 1994
- [8] Arps, R. B. and T. K. Truong, "Comparison of International Standards for Lossless Still Image Compression," *Proceedings of IEEE* Vol. 82, No. 6, pp. 889-899, 1994
- [9] Miceli C. M. and R. J. Parker, "Inverse halftoning," *J. Electronic Imaging*, Vol. 1, pp. 143-151, April 1992
- [10] Wong P. W., "Inverse halftoning and kernel estimation for error diffusion," *IEEE Trans on Image Processing*, Vol. 4, No. 4, pp. 486-498, April 1995
- [11] Stevenson R. L., "Inverse Half-Toning via MAP Estimation," *IEEE trans. on Image Processing*, Vol. 6, No. 4, pp. 574-583, April 1997
- [12] Lindley, C. A., *Practical Image Processing I* C, New York, John Wiley & Sons, Inc., 1991
- [13] Witten, I. H., T. C. Bell, H. Emberson, S. Inglis, and A. Moffat, "Textual Image Compression: Two-Stage Lossy/Lossless Encoding of Textual Images," *Proceedings of IEEE*. Vol. 82, No. 6, pp. 878-888, 1994