

# 전자도서관에서의 JBIG 기반 이진 문서영상 서비스 방안

한영미<sup>†</sup> · 김민환<sup>††</sup>

## 요 약

최근 SGML을 이용한 문서정보의 구축에 관한 연구가 많이 이루어지고 있으나, 현재 운영되고 있는 전자도서관에서는 기존의 출판물 문서를 이진 문서영상으로 스캐닝하여 사용자에게 그대로 서비스하는 방식을 이용하고 있다. 이때, 주로 200 dpi로 스캐닝한 문서영상에 대해 TIFF 영상포맷에서의 ITU-T T.6 압축방법을 사용하여 제공하고 있는데, 이진 문서영상의 질 저하 현상과 낮은 압축율로 인해 어려움을 겪고 있다. 이에, 본 연구에서는 문서영상 데이터베이스의 확장성 및 효용성과 서비스 질의 향상성을 고려하여, 문서영상의 스캐닝 해상도는 600 dpi가 적당하며, 압축방법은 JBIG이 타당함을 제시하였다. 아울러, 사용자 장비인 모니터와 프린터를 통한 서비스의 특성을 분석하여 이진 문서영상의 해상도를 단계별로 높여 서비스하는 방안을 제시함으로써, JBIG의 단점인 과도한 복구시간 문제를 해결하였다. 대표적인 문서영상들에 대한 실험을 통해, JBIG의 높은 압축율 및 제시된 단계별 서비스 방안의 타당성을 확인하였다.

## A Service Strategy of Binary Document Images based on JBIG in Digital Library

Young-Mi Han<sup>†</sup>, Min-Hwan Kim<sup>††</sup>

## ABSTRACT

While the SGML(standard generalized markup language) tend to be used in multimedia document management systems, still binary document images are widely used in servicing the information of printed documents at digital libraries. But the printed documents are scanned in 200 dpi resolution and the scanned binary document images are compressed by the ITU-T T.6 method, so they have difficulties in representing them in good quality and compressing them very efficiently. In this paper, by considering quality of the binary document images and expandability and effectiveness of database of them, we show that the suitable scanning resolution of them is 600 dpi and the best compression method is the JBIG. A staged service strategy of them is also suggested to solve the difficulty caused from long decompression time of the JBIG by analyzing characteristics of retrieving the binary document images in monitor and printer. In experiments for several typical binary document images, high compression rate of the JBIG and effectiveness of the staged service strategy are verified.

## 1. 서 론

정보화 사회에서는 정보를 효율적으로 수집, 관리, 활용하는 것이 매우 중요하다. 기존에는 이러한 정보

를 주로 종이 형태의 문서로 관리함에 따라 엄청난 비용이 소요되었을 뿐만 아니라 신속하게 원하는 정보를 획득하는 데에도 장애가 되었다. 이에, 컴퓨터를 이용하여 정보 데이터베이스를 구축한 후 신속하게 서비스하는 방안에 대해 연구되어 왔으며[1], 이미 여러 가지 상품도 개발되어 판매되고 있다[2].

최근에는 텍스트, 영상, 음향, 비디오 등 다양한 형

<sup>†</sup> 부산대학교 컴퓨터공학과

<sup>††</sup> 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

태의 복합적인 정보를 제공하는 전자도서관을 구축하여 서비스하고 있다. 현재 이러한 정보들을 ISO (international standard organization)에 의해 표준으로 제정된 SGML을 이용하여 체계적으로 조직, 생성, 전송하기 위한 연구들이 진행되고 있다[3,4]. 그러나, 현재 출판물의 형태로만 남아 있는 기존의 문서 정보를 SGML 형태의 문서로 변환하기 위해서는 매우 많은 노력과 시간이 요구된다. 즉, 문서를 스캐닝한 문서영상을 텍스트 영역과 나머지 영역으로 분할하여, 텍스트 영역은 문자 인식을 통해 문자화하고, 나머지 영역은 영상 데이터로 처리해야 한다. 이에 따라, 현재의 전자도서관에서는 출판물 문서정보를 스캐닝한 문서영상을 그대로 서비스함으로써, 경제적인 부담을 줄이는 방법을 주로 사용하고 있다.

앞으로는 대부분의 문서정보를 문서 편집기를 이용해 작성할 것이므로, 보다 수월하게 데이터베이스화 할 수 있을 것이다. 그러나, 이러한 디지털 문서 자료를 수집하거나 호환성이 없는 다양한 문서 편집기로 작성된 문서를 통합된 하나의 방법으로 서비스하는데 어려움이 있을 것이다. 이에 따라, 문서에 대한 일부 요약 정보만을 텍스트 형태로 서비스하고, 스캐닝한 문서영상을 원문에 대한 자료로 서비스하는 현재의 방법은 앞으로도 계속 이용될 것이다. 한편, 문서영상 형태로 저장 및 관리하는 방법은 문서의 형태적 및 질적 정보를 그대로 보존할 수 있을 뿐만 아니라 페이지 번호, 머리말, 꼬리말 등의 서지정보도 최대한 보존할 수 있는 장점이 있다.

문서영상은 매우 많은 양의 데이터로 표현되므로 효율적으로 압축하여야 한다. 이를 위해 크게 두 가지 접근방법이 사용되고 있다[5]. 먼저 현재 일반적으로 많이 사용하고 있는 방법으로서, 한 페이지의 문서정보를 하나의 이진 문서영상으로 변환시켜 압축, 저장하는 방법이 있다. 이 방법은 영역의 특성을 고려하지 않고 일괄적으로 하나의 압축방법을 적용시키기 때문에 압축효율이 떨어지게 된다. 한편, 데이터 양을 줄이기 위해 상대적으로 저해상도의 스캐닝 방법을 선호하게 되지만, 저해상도로 스캐닝한 경우에 해프토닝(halftoning) 그림 영역에서의 질 저하 현상이 심각하며, 압축방법에 따라서는 해프토닝 그림 영역에서의 압축율이 매우 좋지 않게 나타나는 문제점이 있다[6]. 그러므로, 해프토닝 그림이 포함된 문서영상에 대한 적절한 스캐닝 해상도 선정과 문서영

상의 영역별 특성에 무관하게 일괄적으로 적용시킬 수 있는 효율적인 압축방법의 선정에 관한 연구가 필요하다[5]. 다른 접근방법으로는 텍스트, 표, 도형, 수식, 해프토닝 그림 등 다양한 형태의 정보가 복합된 문서가 증가하고 있는 바, 이러한 복합문서(compound document)의 영상을 형태별로 영역분할[7-9]하여, 각 영역의 특성에 맞는 압축방법을 적용하는 것이 있다. 예를 들어, 해프토닝 그림 영역과 나머지 영역으로 분할하여 서로 다른 압축방법을 적용할 수 있다[5].

한편, 문서영상을 서비스 받기 위한 사용자 장비로는 모니터와 프린터가 있다. 일반적으로 모니터의 해상도는 80~90 dpi이므로, 100~150 dpi 문서영상의 텍스트 정보를 충분히 알아 볼 수 있다. 따라서, 모니터를 통한 문서영상의 브라우징(browsing) 단계에서는 150 dpi 정도의 문서영상을 사용해도 무방하다. 그러나, 프린터를 통한 출력단계에서는 보다 고해상도의 문서영상을 사용해야 사용자에게 질 좋은 문서정보를 제공할 수 있다. 특히, 해프토닝 그림이 포함된 문서영상에서의 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 압축방법을 적용하여 서비스하고 있다. 스캐닝 해상도로서 200 dpi를 사용하는 것은 모니터 기반의 서비스 측면만 고려한 것으로서, 사용자에게 보다 양질의 서비스를 하기 위해서는 프린터 기반의 서비스 측면도 고려하여 보다 높은 해상도의 문서영상을 제공해야 한다. 또한, ITU-T T.6 압축방법은 팩시밀리 기반의 방법으로서 문서영상의 압축 및 복원 시간 면에서는 매우 좋은 특성을 나타내지만, 해프토닝 그림이 포함된 문서영상에 대해서는 오히려 압축된 결과가 본래의 데이터 양보다 증가하는 문제점이 있다[10].

이에, 본 연구에서는 이진 문서영상을 그대로 서비스하는 방법에 있어서의 적합한 스캐닝 해상도 및 효율적인 압축방법의 선정 방법을 제시하고, 고해상도 문서영상의 서비스 처리시간을 줄이기 위한 방법으로서 사용자 장비의 특성을 분석하여 해상도를 단계적으로 처리하는 방법을 제시한다.

논문의 2장에서는 이진 문서영상에 적합한 스캐닝 해상도 및 압축방법의 선정방법에 대해 논하고, 3장

에서는 모니터 및 프린터의 특성에 적합하도록 이진 문서영상의 해상도를 단계적으로 서비스하는 방법에 대해 다룬다. 4장에서는 대표적인 이진 문서영상들에 대한 실험을 통해 단계적 서비스 방안의 타당성을 확인한다.

## 2. 이진문서영상의 스캐닝 해상도 및 압축 방법 선정

이미 구축된 문서영상 데이터베이스에 문제가 발생하면, 자료를 다시 수집하기도 어려울 뿐만 아니라 경비도 매우 많이 소요되어 재구축하기가 곤란하다. 따라서, 문서영상 데이터베이스를 구축할 때는 앞으로의 지속적인 활용성, 차후의 기능 확장성, 사용자 요구에 의한 서비스 질 개선 가능성 등을 충분히 고려하여 설계하여야 한다.

### 2.1 문서영상의 스캐닝 해상도 선정

문서영상의 스캐닝 해상도를 결정하기 위해서는 다음과 같은 항목을 고려하여야 한다.

- 사용자의 양질 문서영상 선호도
- 침자 및 작은 기호의 정확한 표현
- 양질의 헤프토닝 그림 표현
- 영역분할 기술 적용 가능성
- 문자인식 기술의 적용 가능성
- 영상처리 기술의 적용 가능성
- 문서영상 데이터베이스 구축비용 절감
- 문서영상의 데이터 양
- 사용자 장비의 특성을 고려한 해상도 변환 가능성

컴퓨터 환경의 급속한 발전으로, 사용자는 문서영상의 질에 보다 많은 관심을 갖게 될 것이다. 따라서, 사용자가 양질의 문서영상으로 판단할 수 있는 스캐닝 해상도를 선정할 필요가 있다. 현재, 사용자는 적어도 300 dpi 이상으로 프린트된 문서를 선호하므로, 문서영상의 스캐닝 해상도도 300 dpi 이상으로 할 필요가 있다. 또한, 양질의 헤프토닝 그림을 나타내기 위해서 보다 높은 스캐닝 해상도가 요구된다. 그림 1의 (a) 및 (b)는 200 dpi 및 600 dpi로 각각 스캐닝한 헤프토닝 그림영역을 나타낸 것으로서 600 dpi의 고해상도로 스캐닝한 것이 훨씬 양질의 정보를 제공한다는 것을 알 수 있다.



(a) 200 dpi로 스캐닝한 헤프토닝 그림      (b) 600 dpi로 스캐닝한 헤프토닝 그림

그림 1. 해상도별 헤프토닝 그림 영역의 비교

문서영상 데이터베이스의 확장성과 지속성을 고려해 보면, 차후 보다 효율적인 압축을 위해 영역분할 기술을 적용할 수 있어야 하며, SGML형식의 텍스트기반 정보 서비스를 위해 문자인식 기술도 적용할 수 있어야 한다. 또한, 보다 질 좋은 문서영상을 서비스하기 위해서 역 헤프토닝[10-12]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 구축비용도 고려하여야 하는데, 이런 측면에서 보면 낮은 스캐닝 해상도를 사용할수록 저장 용량 측면에서 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 지원된다. 따라서, 양질의 문서영상을 얻기 위해 스캐닝 해상도는 프린터에서 지원되는 고해상도인 300 dpi나 600 dpi로 한 후, 모니터에서는 디스플레이 문서의 크기 및 문자의 크기를 고려하여 모니터 해상도에 적합한 100~150 dpi의 저해상도로 변환하여 디스플레이 할 수 있어야 한다.

이와 같은 여러 가지 항목을 고려해 볼 때, 문서영상에 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)[10]와 LZW[14], TIC(textual image compression)[15] 등이 있다. 이 중에서 텍스트 영역에 대한 압축방법인 TIC 방법을 제외한 나머지 압축방법들에 대한 연구결과[10]와 본 논문에서의 실험결과에 의하면, JBIG의 압축율이 가장 좋음을 알 수 있다. 또한, 다음의 이유에 의해서도 JBIG이 이진 문서영상의 압축 방법으로서 적당하다.

- 자료 공유성이 좋은 국제표준안
- 해프토닝 그림이 포함된 문서영상에 대한 높은 압축율[10]
- 다양한 복원 해상도 선정 가능[1]
- 그레이 영상에 적용 가능
- 해상도 증가에 따른 압축 데이터 양의 선형적 증가[10]

그러나, JBIG은 압축 및 복원 과정이 복잡하여 과다한 연산시간이 요구되는 문제점이 있어, 현재 산업적으로 제대로 활용되지 못하고 있다. 이러한 문제점은 사용자 서비스 장비의 특성을 고려하여 해상도의 단계별 서비스를 통해 해결이 가능하다.

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 필요하면, 사용자는 문서영상 형태로 되어 있는 원문 전체를 요구하여 모니터에 디스플레이 된 내용을 보면서 확인한다. 이렇게 확인된 문서영상은 필요하면 프린터로 출력하여 사용한다.

모니터를 통해 문서영상을 확인하는 과정에는 사용자가 시각적으로 모니터에 디스플레이된 내용을 인지할 수 있으면 되므로 저해상도 문서영상을 사용하는 것이 타당하다. 만약 고해상도의 문서영상을 모니터에 디스플레이하면, 화면에 나타나는 문서영상

의 영역이 전체 문서영상의 영역에 비해 매우 작기 때문에 오히려 문서영상에 대한 전체적인 정보를 얻기가 어려워지는 문제점이 있다. 그러나, 그림 2에서와 같이 저해상도로 스캐닝한 문서영상은 고해상도 프린터를 이용하여 출력하더라도 판독하는데 어려움이 있으므로, 검색과정에서 확인된 문서영상을 프린터로 출력할 때에는 고해상도 문서영상이 제공되어야 한다. 이와 같은 서비스 해상도에 있어서의 상충문제는 고해상도로 스캐닝된 문서영상을 필요에 따라 저해상도로 자유롭게 변환하여 서비스할 수 있게 함으로써 해결이 가능하다. 즉, 문서영상의 해상도를 사용자 장비에 따라 단계적으로 복원하여 서비스함으로써 문제점을 해결할 수 있다.

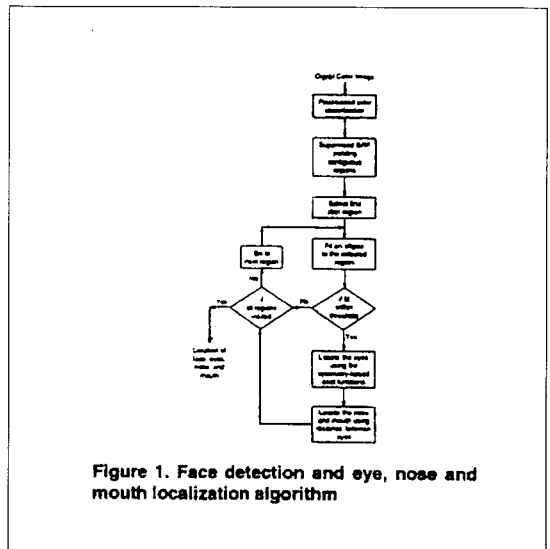


Figure 1. Face detection and eye, nose and mouth localization algorithm

그림 2. 200 dpi 스캐닝 문서영상의 600 dpi 프린터 출력 결과

JBIG에서는 resolution reduction 기법[1]에 의한 계층적 압축방법을 사용하고 있어, 고해상도 문서영상의 압축 데이터로부터 원하는 해상도의 문서영상을 쉽게 복원할 수 있다. 즉, JBIG의 계층적 압축방법은 해상도의 단계적 서비스에 매우 유용하다. 반면에, 단계적 서비스 방안은 JBIG의 단점인 과다한 복원시간문제를 해결하는데 도움이 된다. 즉, 문서영상을 복원할 때 원하는 해상도까지 만을 단계적으로 처리함으로써, 불필요하게 제일 높은 해상도까지 복원하는데 소요되는 시간을 절약할 수 있다.

JBIG에 의해 압축된 600 dpi 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 적당하므로 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 디스플레이 할 필요가 있다. 기본 해상도에서 75 dpi로 변환할 때는 JBIG에서 제공되는 resolution reduction 기법을 사용하는 것이 좋다. 왜냐하면 이 기법은 일반적인 sub-sampling 방식과는 달리, 해상도 축소 변환에 의한 질 저하 현상을 방지하도록 구현되어 있어, 문서영상의 전체적인 윤곽을 보다 질 좋게 서비스할 수 있기 때문이다.

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. 따라서, 처음부터 문서영상을 300 dpi로 복원하기 위해 사용자가 오래 기다려야 하는 불편함을 배제할 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 출력시간의 지연도 어느 정도 감수하는 경향이 있다. 한편, 프린터의 출력시간은 일반적으로 모니터에서의 디스플레이 시간보다 상대적으로 많이 걸리므로, 사용자는 프린터 출력시간의 지연문제를 별로 심각하게 생각하지 않는다. 이러한 점은 JBIG의 과다한 복원시간 문제점을 어느 정도 완화시켜 준다.

600 dpi의 문서영상을 프린터 출력을 위해 복원할 때에도, 모니터에서의 상위 해상도 문서영상 디스플레이에서와 마찬가지로, 모니터를 통해서 확인할 때 이미 복원된 해상도의 문서영상 정보에 600 dpi 해상도까지의 상위 해상도 추가정보만을 복원한 것을 더하여 600 dpi의 출력용 문서영상을 복원할 수 있다.

그러나, 모니터를 통해서 문서영상을 확인하지 않고, 즉 텍스트 형식의 요약 정보만을 검색한 후, 바로 프린터로 출력할 경우는 보다 많은 시간이 소요된다. 이러한 경우에는 검색된 문서의 일부 또는 전체를 선택하여 일괄적으로 출력할 수 있는 기능이 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 알아본다. 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.

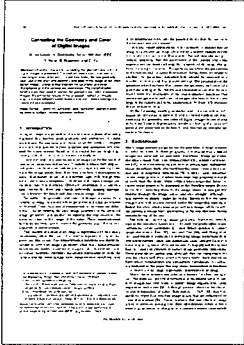
### 4.1 JBIG의 압축 성능 실험

그림 3에서와 같이 텍스트, 도형, 표, 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 4와 같다.

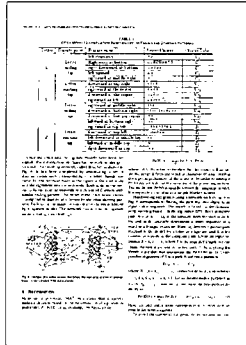
JBIG에 의한 메모리 절감 효과 Save는 다음과 같이 계산하여 표 1에 나타내었다.

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

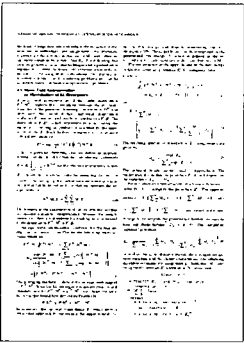
전체적인 평균 Save는 30.4%이며, 해프토닝 그림이 포함된 문서영상(그림 3(d))이 보다 높은 메모리 절감 효과를 나타내고 있다. 따라서, 600 dpi의 문서영상을 대량으로 저장 관리할 경우, 메모리 절감 효과가 높은 JBIG 압축방법을 이용하는 것이 타당하다는 것을 알 수 있다.



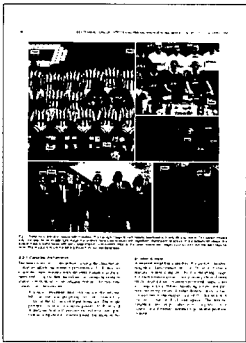
(a) 텍스트



(b) 도형 및 표



(c) 수식



(d) 해프토닝 그림

그림 3. 스캐닝된 대표적인 문서영상

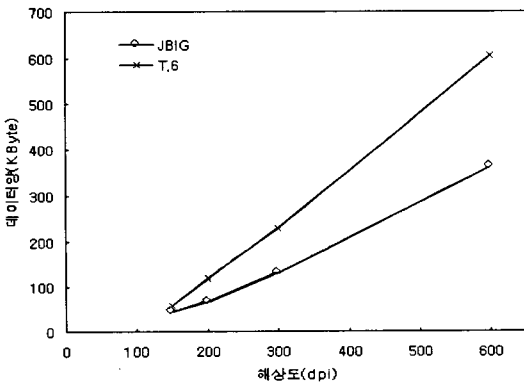


그림 4. JBIG 및 ITU-T T.6 압축율 비교

4.2 문서영상의 해상도별 복구시간 실험

먼저 그림 3에서의 대표적인 문서영상들에 대한 여러 가지 스캐닝 해상도별 평균적인 총복구시간(=

표 1. JBIG의 ITU-T T.6에 대한 메모리 절감 효과

(단위 : %)

문서형태	150 dpi	200 dpi	300 dpi	600 dpi	평균
그림 3(a)	25.9	20.7	20.9	32.8	25.1
그림 3(b)	22.1	19.9	21.2	35.3	24.6
그림 3(c)	21.4	18.0	19.7	36.9	24.0
그림 3(d)	30.6	62.0	55.7	42.7	47.8
평균	25.0	30.2	29.4	36.9	30.4

전송시간+복원시간+디스플레이 시간)은 그림 5와 같다. JBIG의 복구시간이 ITU-T T.6보다 많이 소요됨을 알 수 있다. 따라서, JBIG 압축방법을 그대로 사용하기에는 부적합하다.

600 dpi로 스캐닝된 문서영상들에 대한 JBIG 및 ITU-T T.6의 해상도별 평균 복구시간은 그림 6과 같다. ITU-T T.6 압축방법에서는 저해상도의 문서영상을 직접 복원하는 기능이 없으므로, 일단 600 dpi로 복원한 후 해상도 축소 기법을 활용하여야 한다. 그림 6에서는 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.

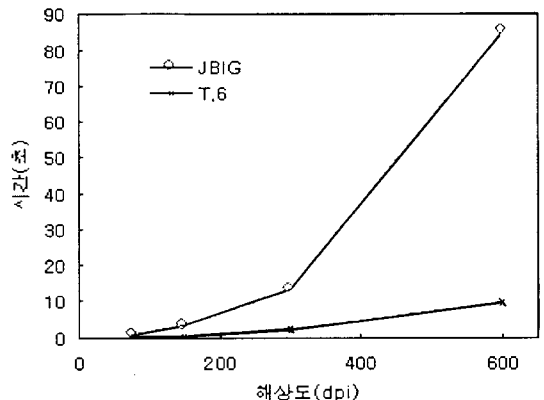


그림 5. JBIG 및 ITU-T T.6의 복구 시간

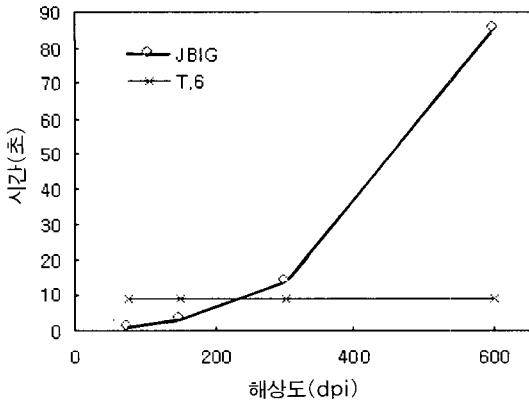


그림 6. 600 dpi 문서영상에 대한 해상도별 복구시간

4.3 문서영상의 해상도별 시각적 인식 실험

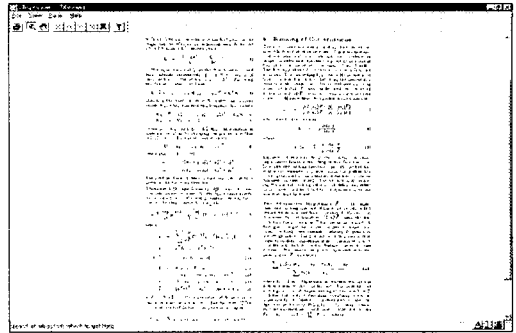
JBIG의 resolution reduction 기법을 이용하여 600 dpi 문서영상을 75, 150, 300 dpi로 디스플레이 한 결과는 그림 7과 같다. 여기에서 알 수 있듯이, 75 dpi에서는 A4 크기 문서영상의 전체적인 윤곽을 알 수 있고, 150 dpi에서는 문자를 해독할 수 있으며, 300 dpi에서는 첨자나 작은 기호까지도 식별할 수 있다.

4.4 토의

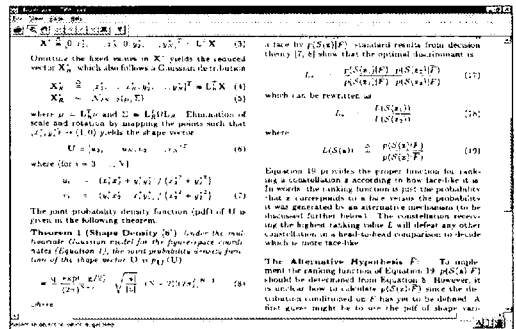
600 dpi 스캐닝 해상도의 문서영상을 JBIG으로 압축하여 문서영상 데이터베이스를 구축하면, 현재 주로 사용하고 있는 200 dpi 문서영상에 대한 ITU-T T.6 압축방법을 사용할 때보다 약 3.1배의 기억용량이 소요된다. 그러나, 2장에서 언급한 바와 같은 600 dpi 문서영상의 여러 가지 장점과 앞으로 보다 저가격의 대용량 저장장치의 보급이 증가될 것을 고려하면 이러한 저장용량의 증가 문제는 감수해야 할 것이다. 특히, 앞으로의 문서영상에서는 해프토닝 그림이 보다 빈번하게 사용될 것이므로 양질의 문서영상을 서비스하기 위해서는 600 dpi 스캐닝 해상도를 사용할 필요가 있다.

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

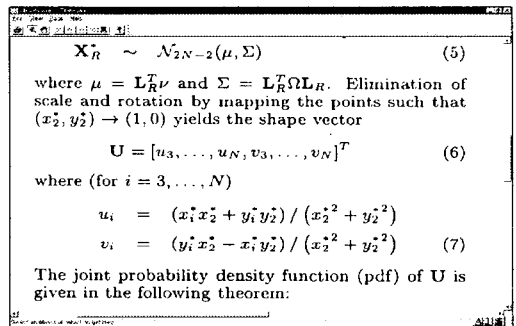
컴퓨터 통신속도의 향상으로, 600 dpi로 압축된 문서영상의 네트워크를 통한 전송 시간은 문서영상의



(a) 75 dpi 문서영상 화면



(b) 150 dpi 문서영상 화면



(c) 300 dpi 문서영상 화면

그림 7. JBIG의 resolution reduction에 의한 해상도별 문서영상

복원시간에 비해 상대적으로 작기 때문에 해상도 증가에 따른 전송시간의 증가는 무시할 수 있다.

5. 결론

문서영상 데이터베이스를 구축할 때, 여러 가지 고려사항을 검토하여 문서영상의 스캐닝 해상도는 600 dpi로 하고 압축방법은 JBIG을 이용하는 것이

타당함을 제시하였다. 또한, 모니터 및 프린터 기반 서비스의 특성에 따라 서비스 해상도를 차별화하는 단계별 서비스 방안을 제시함으로써 JBIG 압축방법의 가장 큰 단점인 과도한 복원시간 문제를 해결할 수 있었다.

대표적인 문서영상들에 대한 실험을 통해, JBIG 압축방법의 효용성, 600 dpi 문서영상의 시각적 우수성, 제시된 단계별 서비스 방안의 타당성을 확인하였다.

### 참 고 문 헌

[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] 최광남, 원동규, 강무영, "국가전자도서관 체계 구축에 관한 연구," 제2회 과학기술워크샵 KOSTI97 발표논문집, 대덕, Vol. 2, pp. 331-345, Nov. 1997.

[4] 류은숙, 이규철, "SGML을 기반으로 하는 멀티미디어 문서 관리 시스템의 설계," 제2회 과학기술워크샵 KOSTI97 발표논문집, 대덕, Vol. 2, pp. 346-358, Nov. 1997.

[5] 김민환, "정보검색시스템에서의 문서영상정보 구축 및 서비스 방안," 제1회 과학기술워크샵 KOSTI96 발표논문집, 대덕, Vol. 1, pp. 21-28, Nov. 1996.

[6] Kam, R. A. V. and P. W. Wong, "Customized JPEG compression for grayscale printing," *Proc. IEEE Data Compression Conference*, Snowbird, Utah. Los Alamitos, Calif.: IEEE Society Press. pp. 156-165, 1994.

[7] 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.

[8] Wang, D. and S. N. Srihari, "Classification of Newspaper Image Blocks Using Texture Analysis," *CVGIP*, Vol. 47, pp. 327-352, 1989.

[9] Pavlidis, T. and J. Zhou, "Page Segmentation and Classification," *CVGIP*, Vol. 54, pp. 484-

496, 1992.

[10] 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.

[11] Miceli C. M. and R. J. Parker, "Inverse halftoning," *J. Electronic Imaging*, Vol. 1, pp. 143- 151, April 1992.

[12] 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.

[13] Stevenson R. L., "Inverse Half-Toning via MAP Estimation," *IEEE trans. on Image Processing*, Vol. 6, No. 4, pp. 574-583, April 1997.

[14] Lindley, C. A., *Practical Image Processing In C*, New York, John Wiley & Sons, Inc., 1991.

[15] 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.



김민환

1980년 서울대학교 전기공학과 학사  
1983년 서울대학교 컴퓨터공학과 석사  
1988년 서울대학교 컴퓨터 공학과 박사

1991년~1992년 Univ. of Was-

hington 객원연구원  
1986년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 교수  
관심분야 : 화상처리 및 이해, 칼라공학, 컴퓨터그래픽



한영미

1983년 경북대학교 전자공학과 학사  
1983년~1990년 현대중공업  
1994년 포항공과대학교 정보통신대학원 석사  
1996년~현재 부산대학교 컴퓨터 공학과 박사과정

관심분야 : 화상처리, 칼라공학, 얼굴인식