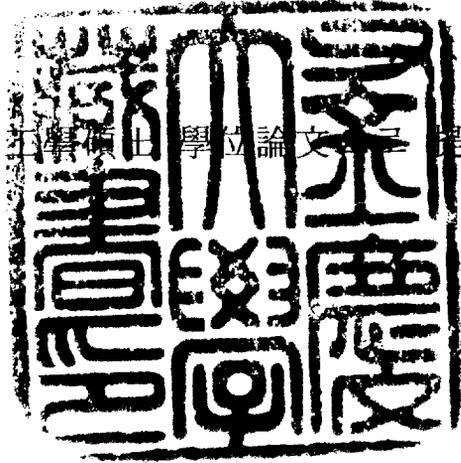


工學碩士學位論文

PNG 이미지 파일을 이용한 웹 인쇄물
적용에 관한 연구

指導教授 具哲會

이 論文을 工學碩士學位論文으로 提出함



2002년 2월

釜慶大學校産業大學院

印刷工學科

李海順

李海順의 工學碩士 學位論文을 認准함

2001年 12 月 15日

主 審 工學碩士 孫 世 模



委 員 工學博士 南 壽 龍



委 員 工學博士 具 哲 會



목 차

목 차	i
List of Figures	iii
List of Tables	iv
Abstract	v
1. 서 론	1
2. 이 론	3
2-1. GIF, JPEG, PNG 이미지	3
2-2. PNG 이미지 압축	4
2-3. 압축 알고리즘	6
2-3-1. 이미지의 관계	6
2-3-2. PNG 이미지 변환 알고리즘	6
2-3-3. PNG 이미지의 엔코딩	8
2-4. PNG의 감마(gamma)	11
3. 실 험	12
3-1. 샘플 이미지 제작	12
3-2. 실험 방법	12
3-2-1. 이미지의 압축	12

3-2-2. 객관적인 이미지 평가	12
3-2-2-1. 이미지의 색차에 의한 평가	12
3-2-2-2. 이미지의 용량에 따른 평가	13
3-2-2-2. 이미지의 정량적 충실도에 의한 평가	13
3-2-3. 주관적인 이미지 평가	14
4. 결과 및 고찰	15
4-1. 이미지의 색차에 의한 평가	15
4-2. 이미지의 용량에 따른 평가	19
4-3. 이미지의 정량적 충실도에 의한 평가	23
4-4. 주관적인 이미지 평가	26
5. 결 론	28
참고문헌	29

List of Figures

- Fig. 1. Comparison of the interlace PNG image and interlace GIF image . . . 5
- Fig. 2. Relationships between source, reference, PNG and display images . . . 7
- Fig. 3. Bloch diagram of reference image to PNG image transformation . . . 7
- Fig. 4. Bloch diagram of encoding the PNG image 10
- Fig. 5. Comparison of color difference between original image and compressed JPEG image file according to compression rate 18
- Fig. 6. Comparison of color difference between original image and compressed PNG image according to compression rate of 256 color image type . . . 18
- Fig. 7. Comparison of file size between original image and compressed JPEG image file according to compression rate 22
- Fig. 8. Comparison of file size between original image and compressed PNG image file according to compression rate of 256 color image type . . . 22
- Fig. 9. Comparison of file size between original image and compressed JPEG image file according to compression rate 25
- Fig. 10. Comparison of file size between original image and compressed PNG image file according to compression rate of 256 color image type . 25

List of Tables

Table 1. Comparison of color difference between original image and JPEG, PNG file image according to compression of full color image type	17
Table 2. Comparison of color difference between original image and GIF, PNG file image according to compression of 256 color image type	17
Table 3. Comparison of file size between original image and JPEG, PNG file image according to compression of full color image type	21
Table 4. Comparison of file size between original image and GIF, PNG file image according to compression of 256 color image type	21
Table 5. Comparison of PSNR between original image and JPEG, PNG file image according to compression of full color image type	24
Table 6. Comparison of PSNR between original image and GIF, PNG file image according to compression of 256 color image type	24
Table 7. Estimate of image subjective fidelity between original image and PNG, JPEG image file according to compression of full color image type	27
Table 8. Estimate of image subjective fidelity between original image and PNG, GIF image file according to compression of 256 color image type	27

A study on application of the web-printing using PNG image file

Hea-Seun Lee

*Dept. of Graphic Arts Engineering, Graduate School of industry
Pukyong National University*

Abstract

Today, as the world - wide web is growing, web is gradually regarded as commercial means, so representation of image in web is thought to be some problems. The problems are such as; the color in web is looked differently from the real color, the representation of color is occurred differently for the various display systems by individual users. The dealing of image in world-wide web was done using JPEG and GIF mainly.

JPEG is good for full color representation but is poor in quality of image because of the small size and the losing compression ways, GIF is a kind of format style made for image - transmission in CompuServe which is a method of PC communication in U. S. A and now is used in world wide web owing to the efficiency of file compression and transmission. But GIF only is used 256 colors, so the images in web has a poorer quality of colors effect to be compared with those of printed catalogues.

Also there can be licence problems when the images is used for commercial uses because the possession is CompuServe. The PNG is a way that the total advantages of JPEG and GIF. PNG image file is a more skillful (bitmap display unit), shows a high quality image like TIFF image about, gives superior compression , a 10% to 30% represents full color, 256 color, gray like JPEG. GIF file which uses LZW compression file is a thing which pays licence, In other hands, PNG is

1. 서 론

오늘날 월드 와이드 웹이 성장함에 따라 점차 웹을 상업용 수단으로 바라보게 되었지만 웹에서 재현되는 컬러가 기존의 인쇄물 수준에 미치지 못하는 경우가 많이 있다. 웹에서는 다양한 디지털 매체로 만들어진 자료가 올려지고, 사용자의 디스플레이 시스템도 다양하므로 장치간의 컬러 불일치 문제가 더욱 심각해지고 있다. 또한 웹에서 사용되는 이미지는 이미지의 품질만큼이나 이미지의 파일 크기도 중요하다. 이미지 파일이 커서 그래픽 이미지로 활용하여 변형시키거나, 새로운 이미지 자료를 다운로드받는다면 사용자는 오랜 시간이 소모되므로 이미지 압축에 대한 관심이 증가됨으로서 디지털 이미지 처리에 다양한 압축 파일방식이 활용되고 있다.

현재 디지털 분야의 급속한 발전으로 출판물 및 영상 제작이 다양하게 웹 상에서 응용되고 있으며, 사진이나 예술분야의 이미지 처리작업에는 편리한 ISO 10918로 지정된 공식표준 JPEG(joint photographic experts group)^{1)~3)} 이미지 파일이 이용된다. 특히 월드 와이드 웹에서 지원되는 GIF(graphics interchange format) 이미지 파일이 이미지 압축 효율과 전송 문제 때문에 주로 사용되고 있다. JPEG 이미지 파일은 컬러(full color)와 그레이(grayscale) 이미지의 압축을 위하여 고안되어 GIF와 함께 인터넷에서 가장 자주 사용된다. 256색을 표시할 수 있는 GIF에 비해 데이터의 압축 효율이 더 좋으며 1,600만 색상을 표시할 수 있는 JPEG는 고해상도 이미지 표시장치에 적합하다.⁴⁾ 또한 JPEG의 유용한 점은 이미지를 만드는 사람이 이미지의 품질과 파일의 크기를 조절할 수 있지만, 이미지를 압축하면 손실 압축(lossly compression)방식⁵⁾이므로 이미지의 품질이 그만큼 떨어지게 된다. GIF 이미지 파일은 2차원 래스터 데이터(rester data) 형식으

로서 바이너리로 표현되며, 컬러의 수를 줄임으로써 파일의 크기를 줄일 수 있으나 이 형식에 대한 권리는 컴퓨서브(CompuServe)에 의해 소유되어 있으므로 이미지를 만들어 상업용으로 팔고자 할 경우 라이선스를 지급해야 하는 문제가 있다. 또한 한정된 컬러 표현에 따라 웹 상에서 나타난 인쇄물이 직접 인쇄된 카탈로그보다 상품의 컬러 효과가 떨어지는 경우가 종종 발생하므로 컬러 관리가 요구되고 있다. 이러한 GIF 이미지 파일의 문제점을 해결하기 위해 고안된 것이 PNG(portable network graphics) 이미지 파일이다. PNG 이미지 파일은 더욱더 발전시킨 비트맵 화상형식으로 TIFF 이미지 파일과 같은 고품질 화상을 지지하며, GIF보다 10~30% 정도의 뛰어난 압축률을 제공할 뿐만 아니라 JPEG와 같이 full color, grayscale을 지원한다.⁶⁾ LZW(lempel ziv welch) 압축⁷⁾을 사용한 GIF 파일과 TIFF 파일은 라이선스 지급의 대상이 되지만, PNG 파일은 라이선스가 무료인 보다 발전적인 화상형식으로 이미지 에리어에 강하고, 다른 형태로의 컬러 매칭의 경우에 감마(gamma)나 색상정보를 보존하는 것이 가능하다.⁸⁾

따라서 본 논문에서는 웹 상에서 상업용 인쇄물로 활용 가능한 다양한 이미지를 PNG 이미지 파일로 제작하고, 기존에 사용되고 있는 GIF와 JPEG 이미지 파일과의 이미지 품질을 비교 검토함으로써 압축 효율과 이미지 재현뿐만 아니라 컬러 재현의 우수성에 관하여 연구하였으며, 또한 PNG 파일 이미지를 다양한 웹 인쇄물 제작에 적용할 수 있는 범위에 관하여 검토하였다.

2. 이 론

2-1. GIF, JPEG, PNG 이미지 ^{6),8)~13)}

현재 IE(Internet Explorer) & Netscape 등에서 웹 브라우저로 표현 가능한 화상 포맷은 GIF, JPEG, PNG 방식의 3종류이다.

GIF 이미지는 지원하는 컬러가 256 color 타입이며, 256 color 이내의 화상이면 원 화상으로 재현 가능한 무손실 압축(lossless compression)과 그 외의 손실 압축 모두 가능하나 컬러 수가 많은 화상에는 그다지 적당하지 않다. 그러나 일부 컬러를 투과색으로 해서 배경을 투과시킨다든지 또는 애니메이션 화상의 계조를 표현하기에는 적당하다. JPEG 이미지는 사진 이미지 표현에 적합한 full color 지원의 손실 압축이 대부분이고 압축률은 우수하나 압축률을 높이면 노이즈가 발생해 원 이미지보다 화질이 떨어지는 경향을 볼 수 있다.

PNG 이미지는 GIF와 JPEG 이미지 파일의 256 color, full color 지원이 모두 가능하며 압축률도 양호하면서 full color에서의 압축은 완전한 무손실 압축이므로 원 화상의 재현이 가능하다. JPEG 이미지와 비교해서 사진 이미지의 압축률은 낮지만 압축에 따른 화질은 떨어지지 않으며, GIF 이미지보다는 일반적으로 압축률이 5~25%정도 높은 편이다. 특히, 작은 이미지에서는 40~50%정도 더 높은 압축이 가능하고 또한 이미지 재현도 모두 우수하나 아직까지 이미지의 투과나 애니메이션 지원에서는 사용되지 않는다. 그러나 animated GIF와 같은 PNG를 기본으로 한 애니메이션 형식인 MNG(multiple-image network graphics)가 개발되어져 있으며, 또한 JPEG와 PNG를 조합한 JNG(JPEG network graphics)도 개발되어지고 있다.

2-2. PNG 이미지 압축¹⁰⁾

PNG 이미지 파일의 압축 방식은 무손실 압축으로 이 방법에는 무압축, 정적 허프만, 동적 허프만 등의 세 가지가 있다. 여기서 동적 허프만 방식과 정적 허프만 방식의 경우는 압축률을 자유로이 변화시키는 것이 가능하고, 또한 압축률을 증가시킬 것인가 아니면 전개 속도를 증가시킬 것인가 하는 이미지 처리 선택이 있어 사용자가 지정할 수 있다.

PNG 파일의 컬러 타입은 세 가지 형식에 따르고, 먼저 grayscale PNG 타입으로 이미지를 grayscale 2, 4, 16, 256, 65536 단계로 계조를 표현할 수 있으며, index color PNG 타입은 GIF와 동일한 수법으로 팔레트(pallet)를 사용하여 나타내는데 이때 full color PNG 타입보다 이미지 크기가 적다. 팔레트 컬러 수는 2, 4, 16, 256 color 등의 4 종류에서 선택할 수 있고, 각 팔레트는 full color 중에서 임의로 지정할 수 있다. 마지막으로 full color PNG 타입에서는 24bit의 1667만가지 컬러와 48bit의 280조 컬러로 구분하여 표현 가능하나 현재에서는 처리 기계나 이미지 툴의 제약을 받지 않는 24 bit color 타입을 사용하고 있다.

또한 PNG 이미지를 점진적인 표현방식으로 처리할 경우 인터레이스(interlace)와 관계가 있는데 이것은 이미지의 데이터를 위에서 아래로 순차적으로 표시하는 것이 아니고, 이미지 전체를 대충 나타내고 천천히 그 사이를 메워 이미지를 선명하게 표현하는 것이다. 전체 이미지 크기가 64K일 때 GIF 이미지는 8K정도의 이미지를 읽은 상태에서 전체의 이미지 윤곽이 나타나지만, PNG 이미지는 1K정도의 이미지를 읽으면 전체 이미지가 표현되기 시작하므로 GIF 이미지 보다 8배 까지 빠르게 전체 상을 포착할 수 있으므로 웹 상에서 이미지 처리에 보다 효율적으로 활용할 수 있다.

Fig. 1은 PNG 이미지와 GIF 이미지의 처리 과정을 비교하여 나타낸 것이다.

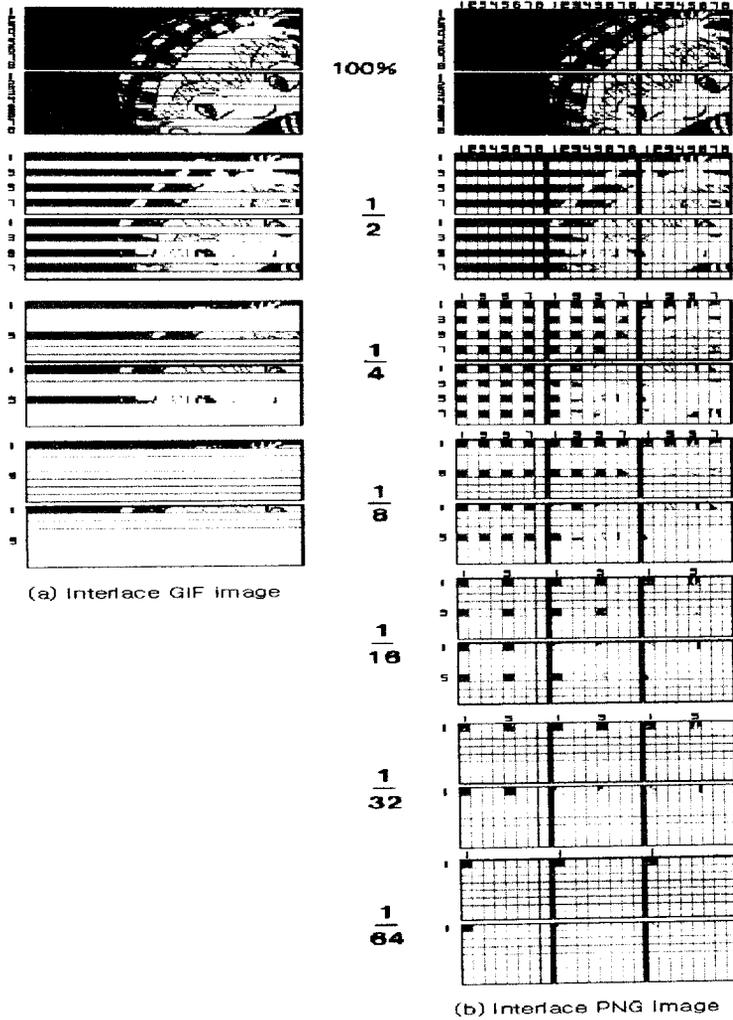


Fig. 1. Comparison of the interlace PNG image and interlace GIF image.

2-3. 압축 알고리즘^{6),8)~13)}

2-3-1. 이미지의 관계

국제 표준인 PNG 데이터 스트림(PNG data stream)은 엔코딩(encoding)에서 PNG 데이터 스트림을 생성하고, 디코딩(decoding)에서 PNG 데이터 스트림을 해석하며, PNG 편집(PNG editor)에서 하나의 PNG 데이터 스트림을 형성시킨다.

원본 이미지는 PNG 엔코딩 후에 나타나는 PNG 데이터 스트림 시의 이미지와 동일하고, 원본 이미지 각각의 픽셀에 대한 컬러나 grayscale 값을 가진다. 단지 개념상으로 존재하는 참고 이미지는 PNG 데이터 스트림으로써 정확하게 나타낼 수 있으며, 또한 PNG 데이터 스트림은 참고 이미지로 변환시킬 수 있고 1~16 bit의 정렬로 샘플의 심도를 알 수 있다.

PNG 이미지는 참고 이미지로부터 alpha 분리, scaling, indexing, alpha 압축의 연속적인 변환으로 얻을 수 있으며, PNG 이미지는 엔코딩을 수행한 후 PNG 데이터 스트림을 형성하고, PNG 데이터 스트림을 역으로 다시 디코딩 시키면 PNG 이미지를 재현할 수 있으므로 참고 이미지는 PNG 이미지의 표준적인 형태이다. 디스플레이 이미지는 디코딩 되어 얻어진 PNG 이미지로부터 만들어지는 것으로 원본 이미지와 매우 유사하게 사용자에게 보여진다.

Fig. 2는 원본 이미지와 참고 이미지 및 PNG, 디스플레이 이미지 사이의 관계를 나타내었다.

2-3-2. PNG 이미지 변환 알고리즘

참고 이미지가 PNG 이미지로 변환하기 위해서는 Fig. 3과 같이 alpha 분리, scaling, indexing, alpha 압축의 네 과정을 거쳐서 형성되고, 이 PNG 이미지가 엔코딩 되면 PNG 데이터 스트림을 만든다.

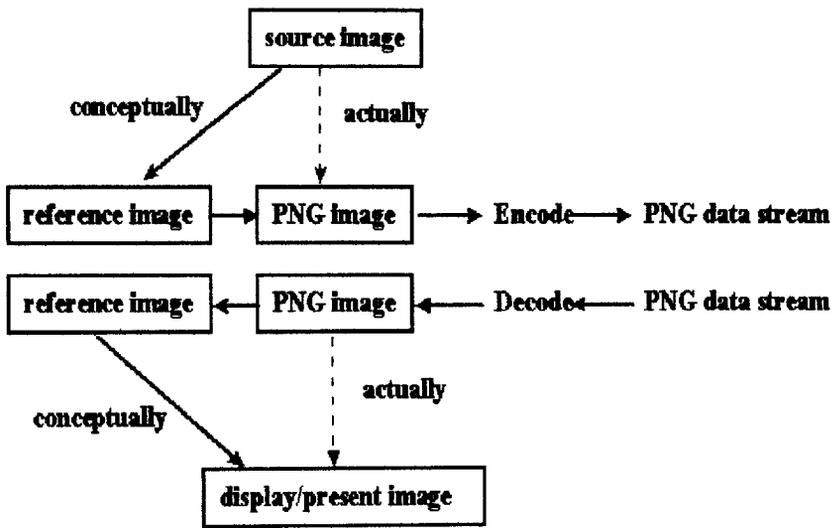


Fig. 2. Relationships between source, reference, PNG and display images.

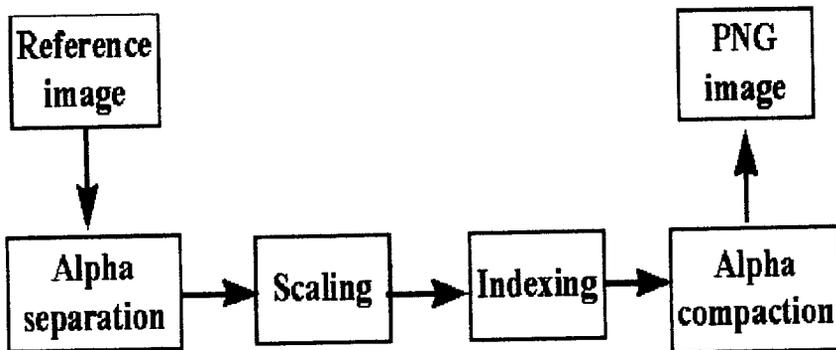


Fig. 3. Block diagram of reference image to PNG image transformation.

Alpha 분리 과정에서는 참고 이미지에 대해 지정된 샘플 심도가 최대의 값을 가지면 PNG 이미지의 alpha 채널은 절대적으로 표현될 수 있다. Alpha 채널이 원본 이미지에서 정확하게 표현되지 못할 경우 모든 이미지의 픽셀은 참고 이미지에서 완전 불투명이 된다. 절대적으로 표현된 alpha 채널은 PNG 이미지에서 on alpha 채널로 나타나고, 또한 PNG 디코딩에서 no alpha 정보가 PNG 이미지와 결합하면 alpha 샘플이 주어진 값에서 최고를 가진다.

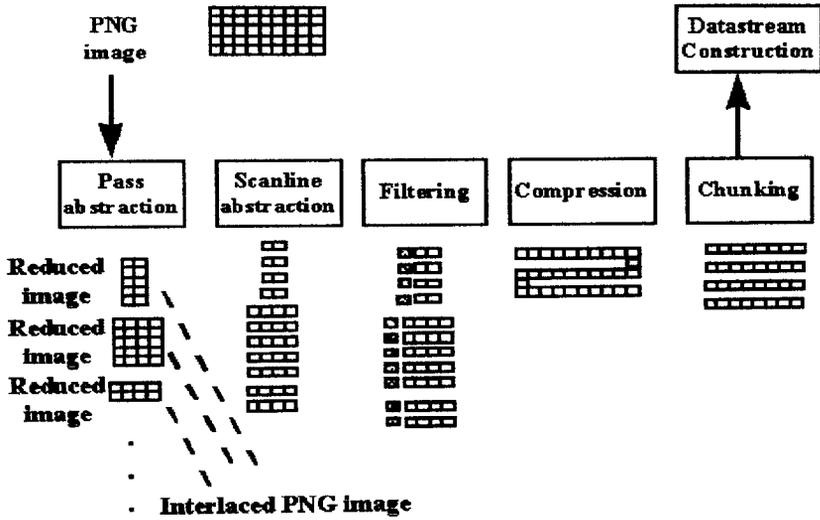
PNG 이미지에서는 모든 샘플의 심도를 지원하지는 않는다. 참고 이미지에서 샘플 심도가 엔코딩하는 PNG 이미지에서 인정된 샘플 심도와 일치하지 않으면 샘플 값은 PNG 이미지에서 허용되는 비율로 일정하게 처리된다. 만약 참고 이미지의 샘플 심도 값이 3이고, PNG 이미지에서 허용되는 심도 값이 4이면 결과적으로 가능한 심도 값이 4로 PNG 이미지가 처리된다. 또한 참고 이미지에서 뚜렷한 이미지의 픽셀 수에 따라서 참고 이미지의 선택적인 표현으로 엔코딩할 때 더욱더 효과적으로 처리되어 index color나 full color로 만들어지며, alpha 값에도 관련된다.

2-3-3. PNG 이미지의 엔코딩

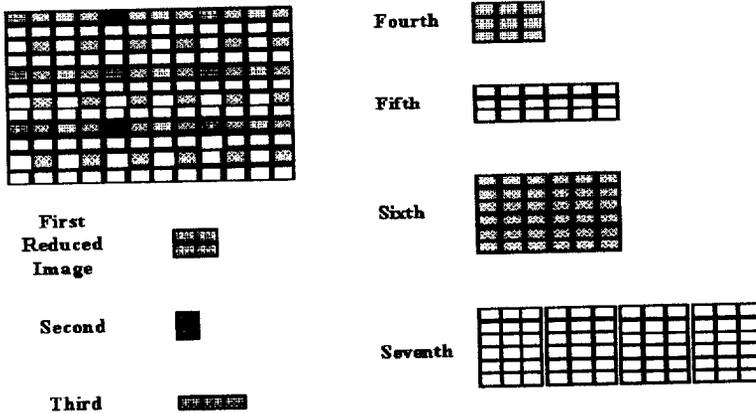
PNG 이미지가 엔코딩할 때 (a)와 같이 PNG 데이터 스트림으로 만들어지기 위해 pass 분리, scanline 분리, filtering, 압축, chunking 등의 과정을 거쳐서 변환된다.

먼저 (b)의 Pass 분리 과정에서는 점진적인 디스플레이에 따라서 PNG 이미지는 하나 또는 더 많은 이미지로 변환 처리되고, 동시에 이 이미지는 scanline 과정에서 분리된다. 또한 (c)과정에서 filtering는 scanline 분리에서 만들어진 이미지를 압축하기 위해 전처리에서 행해지는 과정으로 filtering에 포함된 필터

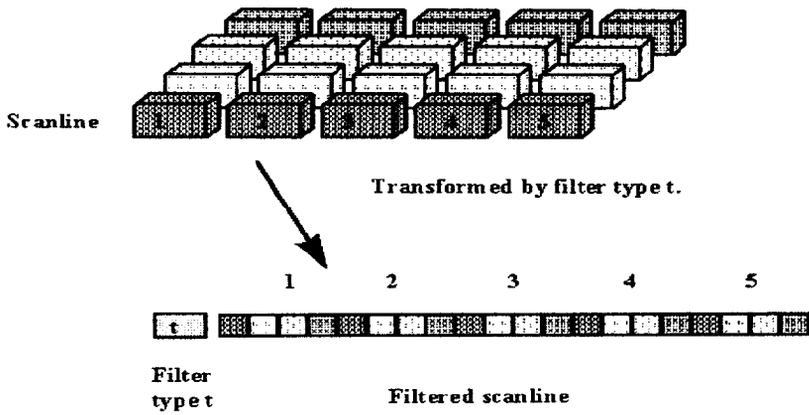
타입(none, sub, up, average, peath)의 다섯 가지 중에서 하나를 사용하여 이미지를 변환시킨다. Filtering으로 변환된 모든 이미지는 (d)의 압축과정에서 압축되고 연속적으로 PNG 데이터 스트림 생성에 알맞게 chunk 처리된다. 또한 PNG 이미지의 디코딩은 PNG 데이터 스트림에서 역순으로 이루어진다.



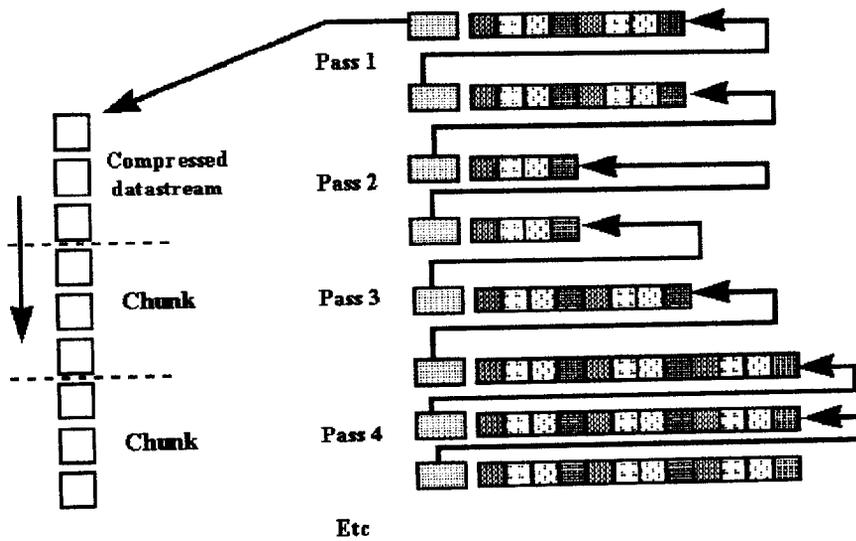
(a) encoding the PNG image



(b) Pass abstraction



(c) Filtering a scanline



(d) compression

Fig. 4. Block diagram of encoding the PNG image.

2-4. PNG의 감마(gamma)^{14)~16)}

감마는 이미지의 입력과 출력의 상관관계를 수치로 나타낸 것으로 감마의 종류에는 카메라 감마와 엔코딩 감마, 이미지 파일의 감마, 그리고 디코딩 감마, LUT(look up table) 감마, CRT(cathode ray tube) 감마가 있다.

어떤 이미지를 디지털 카메라와 같은 입력 시스템을 이용하여 입력하고, 이것을 CRT와 같은 출력 시스템에서 이미지 파일로 둔다. 이 때 피사체를 통해 입력부로 들어온 광의 강약 정보가 수치화 되어져 이미지 파일이 되고, 이것이 출력에서 표시되어 질 때 또한 광의 강약으로 변환되어 진다. 화면상에서 실제 이미지가 동일하게 보인다는 것은 입력으로 들어온 광의 강약과 출력에서 눈에 들어온 광의 강약이 같을 때 감마 값이 1이 되나 이것은 이론적인 수치이고 대부분은 같지 않으므로 밝기에 따른 컬러 재현의 차이가 생긴다. 또한 사용자의 다양한 디스플레이 시스템의 감마 설정에 따라 실제 컬러와 다르게 보일 수도 있다.

그러나 PNG 파일은 이미지 생성 시에 감마라고 하는 값의 정보를 포함할 수 있어 미리 이미지에 컬러 특성을 기록한 프로 파일을 심어 웹서버로 보내고 사용자 시스템에서는 웹브라우저가 그 정보를 읽어 출력 시스템에 맞게 컬러를 재현하므로 다른 파일 형식보다 이미지 재현이 유리하다. 하지만 아직까지 이 파일의 감마를 지원하는 소프트가 많이 존재하지 않고, 또한 보급정도도 낮아 활용하는데는 사용하는 소프트에 의존하게 된다.

3. 실험

3-1. 샘플 이미지 제작

이미지는 웹 상에서 기본적으로 활용되는 사진 이미지와 그래데이션 이미지, 텍스트 이미지, 벡터 이미지 등의 4가지를 샘플로 하여 제작하였다. 사진 이미지는 Akira Kasai & Russell Sparkman이 제작한 “color calibration chart”를 이용하였으며, 그래데이션 이미지는 illustrator 9.0에 포함되어 있는 이미지를 선택하였다. 텍스트 이미지와 벡터 이미지는 “GATF digital test form 4.0”의 4번 이미지를 각각 사용하여 PNG, GIF, JPEG 이미지 파일 방식으로 압축하였다.

3-2. 실험 방법

3-2-1. 이미지의 압축

원본 이미지 4가지를 PNG 이미지 파일로 이미지 타입을 full color, 256 color로 구분하고, 또한 이미지 품질에 관계하는 매개 변수인 압축률을 256 color에서 10%에서 99%까지 10단계로 변화시켜 압축하였다. 또한 GIF 이미지 파일은 원본 이미지를 256 color의 이미지 타입으로 압축하였고, JPEG는 압축률을 10%에서 99%까지 10단계로 각각 압축하여 샘플 이미지를 제작하였다.

3-2-2. 객관적인 이미지 평가

3-2-2-1. 이미지의 색차에 의한 평가

원본 이미지와 변환된 이미지와의 색차를 알아보기 위해 CIE에서 1976년에 명도 값 Y를 포함한 균등 표색계인 균등 색공간 CIE $L^*a^*b^*$ 를 이용하여 각각의 색차를 구하여 비교 평가하였다. 색차 계산식은 아래 식 (1)과 같다.

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

여기서 ΔL^* , Δa^* , Δb^* 는 아래의 식으로 구할 수 있다.

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

단 Y/Y_n 은 0.008856보다 크며, CIE 1976 명도지수(psychometric lightness)이다.

$$a^* = 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$$

여기서 X/X_n 는 0.008856보다 크고, Y/Y_n 는 0.008856보다 크며, Z/Z_n 은 0.008856보다 큰 값을 가진다. 또한 X와 Y, Z는 XYZ계에서 색차의 3자극치를 나타내며 X_n 과 Y_n , Z_n 은 확산 반사면인 XYZ에서의 삼자극치를 나타낸다.

3-2-2-2. 이미지의 용량에 따른 평가

사진 이미지, 그라데이션 이미지, 벡터 이미지, 텍스트 이미지를 이용하여 각각 PNG, GIF, JPEG 이미지 파일로 샘플 이미지를 제작한 후 용량 변화를 측정함으로써 파일에 따른 압축효율을 알아보았다. PNG은 full color와 256 color 이미지 타입으로 나누어 측정하였고, GIF는 256 color 이미지 타입에서 JPEG 이미지 파일은 full color에서 이미지 용량을 측정하여 비교 검토하였다.

3-2-2-3. 이미지의 정량적 충실도에 의한 평가

압축된 이미지의 재현정도를 평가하기 위해 일반적으로 널리 이용되는 PSNR(peak signal to noise ratio) 방식으로 계산하였다. PSNR 방식은 원 이미지를 기준치 50dB로 설정해 놓고 압축한 이미지와 화질을 비교하여 측정하는 것을 의미하며, PSNR 값이 30dB에서 1.0dB 증가할 때마다 직접적으로 개선된 화질의 충실도 상태를 눈으로 구분할 수 있다. PSNR 계산식은 식 (2)와 같다.

$$\text{PSNR} = 20 \log_{10} 255/\text{RMSE} \quad (2)$$

여기서 RMSE는 $\sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [f(i, j) - \tilde{f}(i, j)]^2}$ 로 구할 수 있으며, $f(i, j)$ 와 $\tilde{f}(i, j)$ 는 원본 이미지와 변환된 이미지의 픽셀을 나타내고 M과 N은 각각 가로와 세로의 이미지 크기를 나타낸다.

3-2-4. 주관적인 이미지 평가

압축된 PNG 이미지와 GIF, JPEG 이미지의 재현성을 알아보기 위해 주관적인 이미지 평가 방법으로 이미지 특성에 부여되는 정성적 충실도를 통계적으로 해석하여 시각적으로 평가하였다. 평가 척도는 full color와 256 color로 구분하여 각 이미지의 손상과 품질 그리고 이미지 사이의 비교로 등급을 줌으로서 PNG 이미지가 웹 상에서 GIF나 JPEG 이미지 대치로 인쇄물에 적용 가능한가를 검토해보았다.

4. 결과 및 고찰

4-1. 이미지의 색차에 의한 평가

압축된 샘플 이미지와 원본 이미지의 색차를 비교하기 위해 이미지를 PNG, GIF, JPEG 파일 이미지로 각각 제작하여 평가하였다.

Table 1은 full color 타입에서 PNG 이미지와 JPEG 이미지의 색차를 나타낸 것이다. 손실 압축방식으로 변환된 JPEG 이미지는 색차가 사진 이미지에서는 1.6021, 그라데이션 이미지는 1.8186, 벡터 이미지는 1.7440, 텍스트 이미지는 0.1254를 나타내었고 특히, 연속계조를 가진 이미지일수록 색차가 크게 일어났다. 그러나 PNG 이미지는 무손실 압축방식에 따라 압축된 모든 이미지에서 원본 이미지와 색차 값이 0을 나타내었다.

Table 2는 256 color 이미지 타입에서 PNG 이미지와 GIF 이미지의 색차를 각각 측정된 것이다. GIF 이미지는 PNG 이미지보다 샘플 이미지가 모두 높은 색차 값을 보였으며 특히, 사진 이미지나 그라데이션 이미지에서는 색차가 약 4~5정도 더 높았다. 따라서 PNG 이미지가 JPEG 이미지나 GIF 이미지보다 색재현이 우수함을 알 수 있다.

Fig. 5와 Fig. 6는 서로 다른 컬러 이미지 타입에서 압축률에 따른 PNG 파일 이미지와 JPEG 파일 이미지의 색차 변화를 나타낸 그림이다.

Fig. 5의 JPEG 파일 이미지는 압축률에 따라서 사진 이미지나 그라데이션 이미지, 텍스트 이미지는 색차가 원만한 증가를 보였지만, 벡터 이미지는 상이한 색들의 압축에 따라 이미지 경계부분에서 노이즈가 발생하여 특정 부분에서 큰 폭의 색차를 나타내었다.

Fig. 6의 PNG 이미지는 256 color 이미지 타입에서 압축률에 따라 이미지의 색

차를 측정된 결과 텍스트 이미지는 색차 값이 0에 가까웠고, 벡터 이미지도 full color 이미지 타입의 JPEG 이미지보다 압축 효율이 우수하게 나타났다. 또한 전체적으로 압축률에 따라 색차 값의 변화 폭이 적었지만, 사진 이미지나 그라데이션 이미지는 JPEG 이미지 보다 높은 색차 값을 보임으로서 256 color 재현에 따라 색 손실이 많음을 알 수 있었다.

따라서 PNG 이미지를 웹 상에서 상거래와 관계되는 인쇄물 제작이나 사진 이미지 제작에서 GIF보다는 이미지 재현이 우수하고, JPEG보다도 full color 이미지 타입에서는 우수함을 나타내었다.

Table 1. Comparison of color difference between original image and JPEG, PNG file image according to compression of full color image type

sample image	color difference	
	JPEG image file	PNG image file
photo. image	1.6021	0
gradation image	1.8186	0
vector image	1.7440	0
text image	0.1254	0

Table 2. Comparison of color difference between original image and GIF, PNG file image according to compression of 256 color image type

sample image	color difference	
	GIF image file	PNG image file
photo. image	20.1614	15.5545
gradation image	14.4477	9.2231
vector image	6.0710	4.5789
text image	0.1119	0.1008

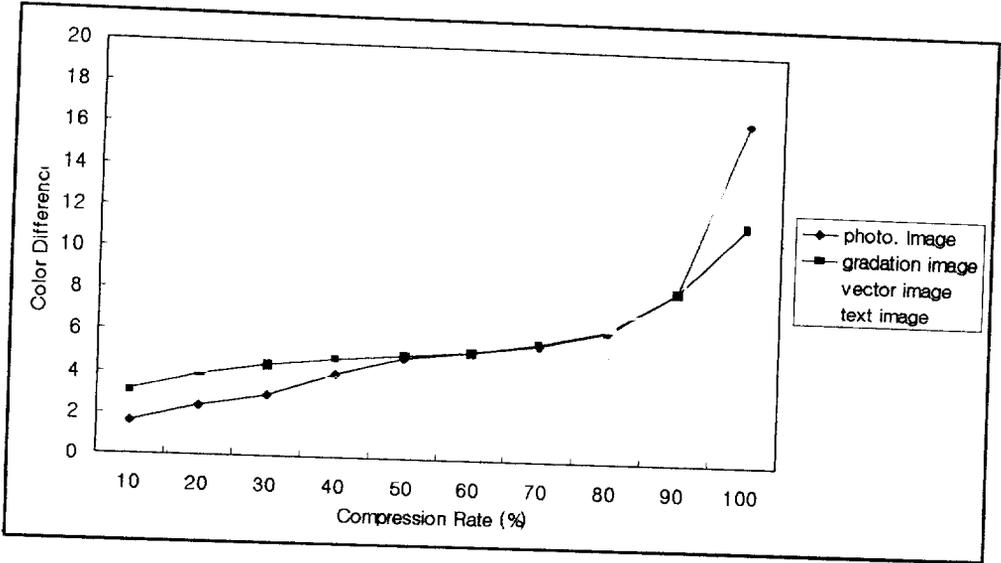


Fig. 5. Comparison of color difference between original image and compressed JPEG image file according to compression rate.

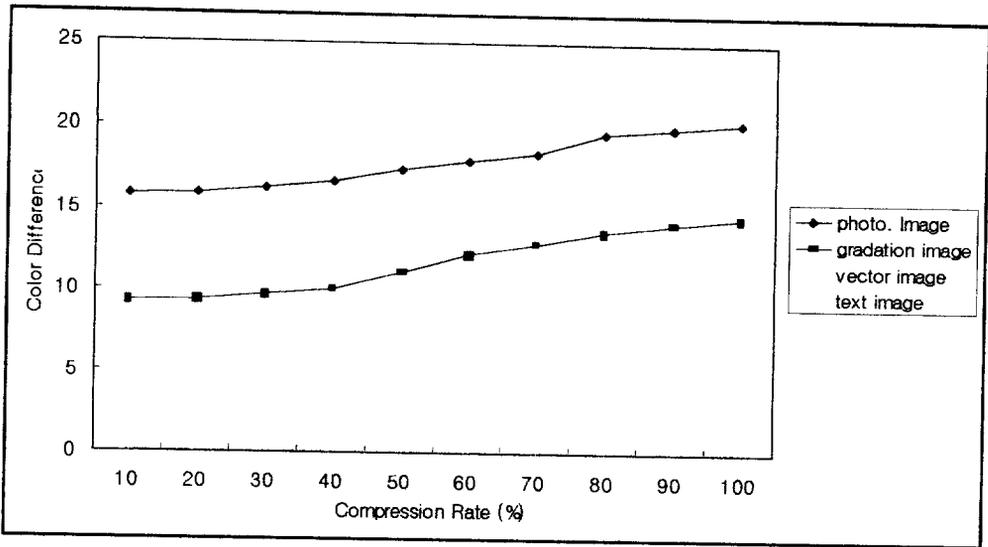


Fig. 6. Comparison of color difference between original image and compressed PNG image according to compression rate of 256 color image type.

4-2. 이미지의 용량에 따른 평가

PNG, GIF, JPEG 이미지 파일로 변환된 샘플 이미지의 파일 크기를 측정하여 Table 3, 4와 Fig. 7, 8에 각각 나타내었다.

Table 3의 JPEG 이미지는 원본 이미지에서 사진 이미지는 3940KB, 그라데이션 이미지는 3054KB, 벡터 이미지는 5190KB, 텍스트 이미지는 3285KB 정도가 압축되었다. PNG 이미지는 사진 이미지가 2750KB, 그라데이션 이미지가 3910KB, 벡터 이미지가 6477.5KB, 텍스트 이미지가 3507KB로 용량이 축소되었다. 전체적으로 보면 PNG 이미지는 JPEG 이미지보다 연속계조 이미지에서 압축 효율이 떨어지지만, 벡터나 텍스트 이미지에서는 약 5~7배정도 파일의 용량이 축소됨을 알 수 있었다.

Table 4에서 GIF 이미지와 PNG 이미지는 압축에 따라 256 color 표현에 의해 압축효율이 우수하게 나타났다. GIF 이미지는 사진 이미지가 4055KB, 그라데이션 이미지가 4178KB, 벡터 이미지가 6152KB, 텍스트 이미지가 3525.6KB로 용량이 압축되었다. 특히, 벡터 이미지의 압축이 가장 많이 일어났고, 그라데이션 이미지는 가장 적었다. PNG 이미지의 경우는 각각의 변환된 샘플 이미지에 대해서 4070KB, 3946KB, 6155KB, 3511.9KB로 원본 이미지의 파일 크기가 축소되었다. PNG 이미지는 GIF 이미지보다 사진 이미지의 압축효율이 좋았고, 그라데이션 이미지는 떨어지는 경향을 보였으며 그 외의 벡터 이미지나 텍스트 이미지에서는 유사하게 압축되었다.

압축률에 따른 JPEG 이미지는 Fig. 7과 같이 그라데이션 이미지가 압축률이 50~60%사이에서 큰 폭의 변화로 파일 크기가 줄었고, 다른 이미지는 변화 폭이 적게 나타났다. 전체적으로 이미지의 압축 효과는 좋으나 압축이 증가할수록 이미지 품질의 저하는 눈에 띄게 증가함을 알 수 있었다.

Fig. 8의 PNG 이미지로 변환된 사진 이미지는 20%까지는 이미지의 용량이 230KB 정도로 큰 폭으로 압축되는 변화를 보였고, 이후는 파일 크기의 변화가 서서히 줄어들었다. 그래데이션 이미지는 압축률에 따라 비례적으로 파일 크기가 축소되었고, 또한 벡터 이미지는 압축률이 30%까지 파일 크기의 변화가 크게 나타났지만, 30%이상의 압축률에서는 용량의 변화가 적게 일어났다. 텍스트 이미지는 10% 이후의 압축률에 따른 이미지 용량 변화는 거의 없었다.

따라서 PNG 이미지는 JPEG 이미지보다 압축률에 따라 사진 이미지는 이미지의 용량이 크지만, 그래데이션 이미지나 벡터 이미지, 텍스트 이미지는 보다 좋은 압축효율을 나타내었다.

Table 3. Comparison of file size between original image and JPEG, PNG file image according to compression of full color image type

sample image	file size (KB)		
	original image file	JPEG image file	PNG image file
photo. image	4980	1040	2230
gradation image	4940	886	1030
vector image	6530	340	52.5
text image	3570	295	63.0

Table 4. Comparison of file size between original image and GIF, PNG file image according to compression of 256 color image type

sample image	file size (KB)		
	original image file	GIF image file	PNG image file
photo. image	4980	925	910
gradation image	4940	762	994
vector image	6530	378	375
text image	3570	44.4	58.1

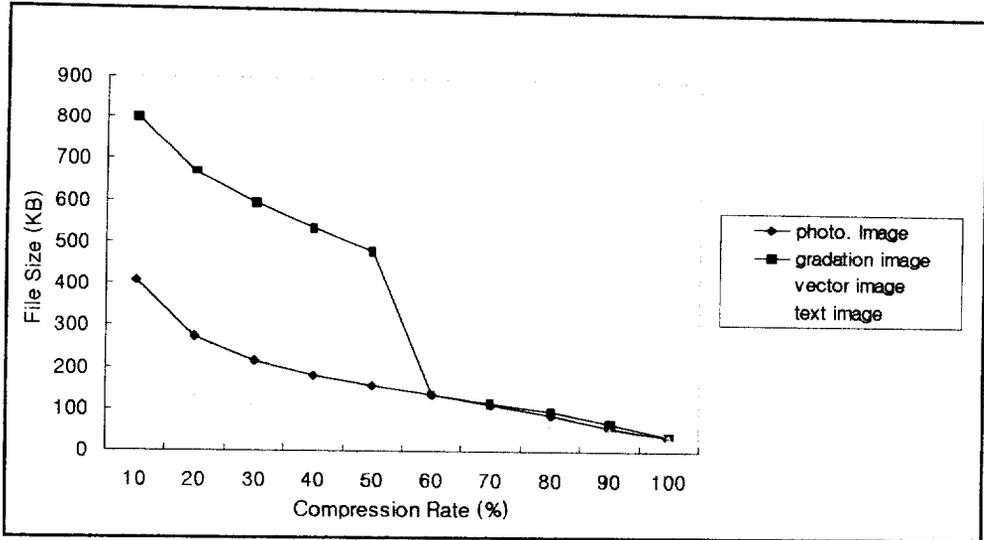


Fig. 7. Comparison of file size between original image and compressed JPEG image file according to compression rate.

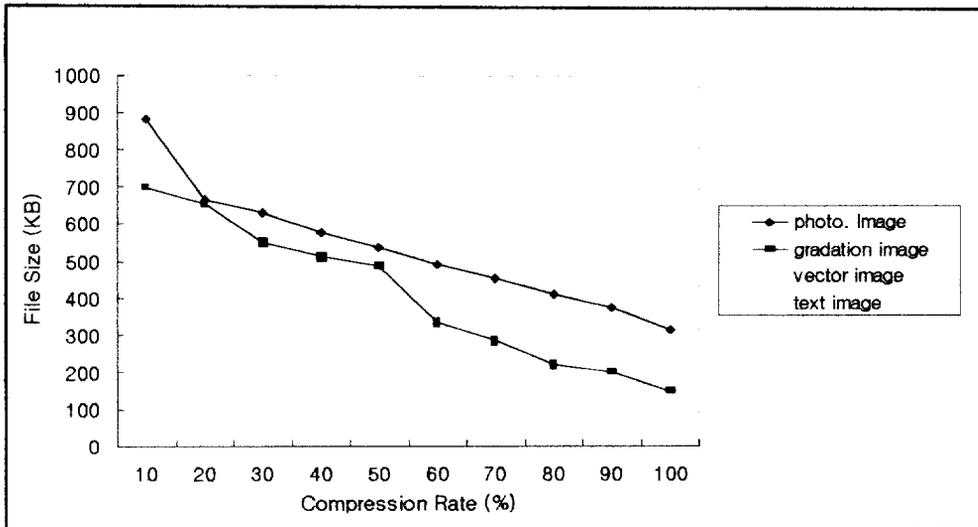


Fig. 8. Comparison of file size between original image and compressed PNG image file according to compression rate of 256 color image type.

4-3. 이미지의 정량적 충실도에 의한 평가

압축된 이미지의 정량적인 충실도를 평가하기 위해 PSNR를 구한 결과를 Table 5, 7과 Fig. 8, 9에 각각 나타내었다. 일반적으로 원본 이미지가 완전히 재현되었을 때의 PSNR 값을 50dB로 잡으면 50dB에서 값이 떨어질수록 그만큼 이미지가 손상되었음을 알 수 있다.

Table 5에 나타낸 JPEG 이미지는 사진 이미지와 텍스트 이미지에서 PSNR이 각각 50dB를 나타내었고, 그래데이션 이미지와 벡터 이미지도 PSNR이 47.3dB와 48.6dB를 나타내어 이미지 손실이 적은 경향을 보였다. 또한 PNG 이미지는 모든 이미지에서 PSNR이 무손실 이미지의 값인 50dB이었으므로 JPEG 이미지보다 재현이 우수함을 확인하였다.

Table 6의 256 color 이미지 타입에서의 GIF와 PNG 압축 이미지의 PSNR은 전체적으로 낮게 나타났다. 이것은 압축시에 이미지의 손상이 많음을 의미하는 것이고, 사진 이미지와 그래데이션 이미지에서 상대적으로 손실이 높았다. 그러나 전체적으로 PNG 이미지가 이미지 손실이 적으므로 GIF 이미지와 대치 가능성을 알 수 있다.

Fig. 9은 JPEG 이미지의 압축률에 따른 PSNR의 변화를 나타낸 결과로 압축률이 증가할수록 텍스트 이미지를 제외한 세 가지 이미지들 모두가 순차적으로 PSNR 값이 낮아지는 경향을 보였으며, Fig. 10의 PNG 이미지는 256 color 이미지 타입이지만 사진 이미지나 그래데이션 이미지, 텍스트 이미지 모두 변화 폭이 매우 적었다. 또한 연속계조 이미지가 압축에 따라 이미지 손실이 큼을 알 수 있었다.

Table 5. Comparison of PSNR between original image and JPEG, PNG file image according to compression of full color image type

sample image	PSNR(dB)	
	JPEG image file	PNG image file
photo. image	50	50
gradation image	47.3	50
vector image	48.6	50
text image	50	50

Table 6. Comparison of PSNR between original image and GIF, PNG file image according to compression of 256 color image type

sample image	PSNR(dB)	
	GIF image file	PNG image file
photo. image	24.82	27.99
gradation image	28.38	28.26
vector image	28.84	35.15
text image	38.46	39.38

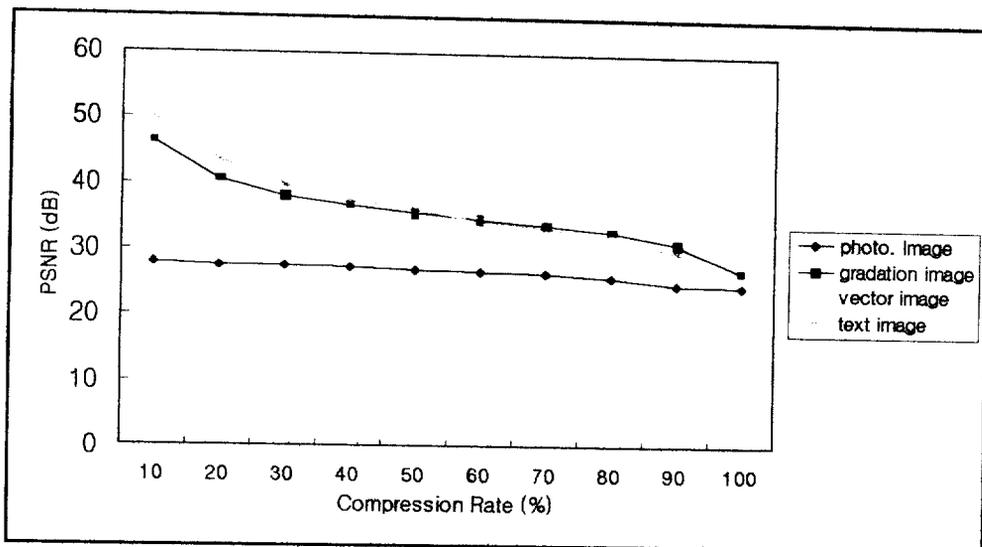


Fig. 9. Comparison of file size between original image and compressed JPEG image file according to compression rate.

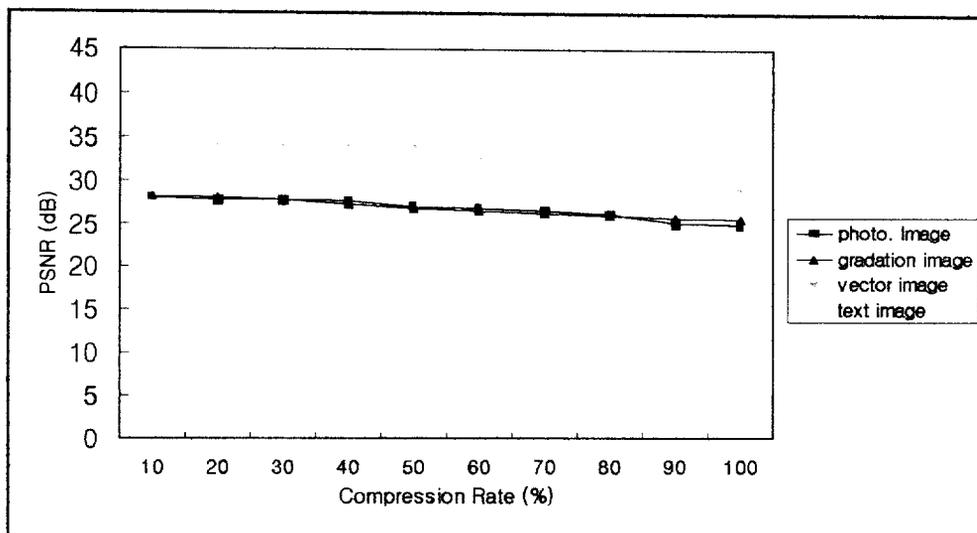


Fig. 10. Comparison of file size between original image and compressed PNG image file according to compression rate of 256 color image type.

4-4. 주관적인 이미지 평가

압축된 PNG 이미지와 GIF, JPEG 이미지의 재현성을 알아보기 위해 주관적인 이미지 평가 방법으로 이미지 특성에 부여되는 정성적 충실도를 통계적으로 해석하여 시각적인 평가를 하였다. 평가 대상자는 디지털 이미지와 디지털 컬러에 익숙한 사람 중의 10명을 선정하였으며, 압축된 샘플 이미지는 full color와 256 color image의 두 분야로 구분하여 평가하였다. 또한 평가 척도는 각 이미지의 손상과 품질 그리고 이미지 사이의 비교로 하였으며, 그 결과를 Table 7, 8에 각각 나타내었다.

PNG 이미지와 JPEG 이미지는 full color에서 Table 7과 같이 압축파일로 변환된 이미지를 원본 이미지와 비교할 때 이미지의 완전한 재현성에 따라 품질이 우수한 이미지를 형성하였다. Table 8의 256 color 이미지 타입에서는 PNG 이미지와 GIF 이미지 모두 유사한 경향으로 평가되었지만, 연속계조인 사진 이미지와 텍스트 이미지는 시각적인 품질 평가에서 더 좋은 결과를 보였다.

따라서 이미지의 정성적 충실도를 평가한 결과 PNG 이미지는 웹에서 손실이 적어 사진 이미지 처리에 쓰이는 JPEG 파일과 압축 효율이 뛰어나 많은 웹 인쇄물에 활용되는 GIF 이미지 파일을 모두 대체할 수 있는 충분한 그래픽 이미지 파일이라고 사료된다.

Table 7. Estimate of image subjective fidelity between original image and PNG, JPEG image file according to compression of full color image type

impairment	sample images	PNG (persons)	JPEG (persons)	quality	sample images	PNG (persons)	JPEG (persons)	comparison	sample images	PNG (persons)	JPEG (persons)
imperceptible	photo	9	8	good	photo	10	9	better	photo	8	8
	gradation	9	9		gradation	10	10		gradation	8	8
	vector	10	9		vector	10	10		vector	10	9
	text	10	10		text	10	10		text	10	10
perceptible	photo	1	2	normal	photo	0	1	same	photo	2	2
	gradation	1	1		gradation	0	0		gradation	2	2
	vector	0	1		vector	0	0		vector	0	1
	text	0	0		text	0	0		text	0	0
severely annoying	photo	0	0	bad	photo	0	0	worse	photo	0	0
	gradation	0	0		gradation	0	0		gradation	0	0
	vector	0	0		vector	0	0		vector	0	0
	text	0	0		text	0	0		text	0	0

Table 8. Estimate of image subjective fidelity between original image and PNG, GIF image file according to compression of 256 color image type

impairment	sample images	PNG (persons)	GIF (persons)	quality	sample images	PNG (persons)	GIF (persons)	comparison	sample images	PNG (persons)	GIF (persons)
imperceptible	photo	2	1	good	photo	1	0	better	photo	3	3
	gradation	2	1		gradation	3	4		gradation	6	5
	vector	4	1		vector	4	5		vector	5	5
	text	7	6		text	8	7		text	8	7
perceptible	photo	6	5	normal	photo	7	8	same	photo	5	3
	gradation	4	4		gradation	5	4		gradation	3	2
	vector	5	4		vector	5	4		vector	4	3
	text	3	4		text	2	2		text	1	2
severely annoying	photo	2	4	bad	photo	2	2	worse	photo	2	4
	gradation	4	5		gradation	2	2		gradation	1	3
	vector	1	5		vector	1	1		vector	1	1
	text	0	0		text	0	1		text	1	1

5. 결 론

PNG 이미지 파일이 웹 상에서 상업용 인쇄물로 활용 가능한 이미지인가를 평가하기 위해 기존에 사용되고 있는 GIF와 JPEG 이미지 파일과 함께 이미지 품질을 비교 검토함으로써 압축 효율과 이미지 재현뿐만 아니라 색재현의 우수성을 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 색차를 이용한 이미지 평가시, Full color 이미지에서 JPEG는 색차가 발생하는데 비해 PNG 이미지는 전혀 발생하지 않았으며, 256컬러에서도 GIF에 비해 적은 색차가 발생하였다.

2) 압축률에 따른 파일크기의 평가시, full color 이미지에서 PNG 이미지는 JPEG 이미지보다 연속계조 이미지에서는 압축효율이 떨어지지만, 벡터나 텍스트 이미지에서는 효율이 우수했으며, GIF와 비교시 사진이미지의 압축률은 좋으나 그라데이션 이미지의 압축률이 낮게 나타났다.

3) PSNR에 의한 이미지 평가시, full color 이미지에서 JPEG 이미지는 그라데이션과 벡터이미지에서 손상을 보이는 반면, PNG 이미지는 무손상을 가져왔다. 또한 256 color에서도 GIF와 비교시 PNG의 PSNR값이 높은 것을 알 수 있었다.

4) 주관적 방법에 의한 이미지 평가시, full color에서 PNG 이미지가 JPEG 이미지보다 우수하였고, 256 color에서도 GIF 이미지보다 전체적으로 우수한 경향을 보였다.

따라서, PNG 이미지는 객관적인 면과 주관적인 면 모두에서 뛰어난 효율을 나타내므로 웹 상에서 이용되고 있는 연속계조의 사진 이미지나 상업용 인쇄물 이미지에 GIF나 JPEG 이미지 파일 대용으로 활용 가능성을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- (1) Kong Ji, "Experiment with a Lossless JPEG code", cornel University (1994).
- (2) Kovac M, Ranganathan, "JAGUAR : A Fully Pipe-lined VLSI Architecture for JPEG Image Compression Standard", IEEE Proc, Vol. 1, pp. 247~260 (1995).
- (3) Pennebaker W. B., Mitchell J. L., "JPEG Still Image Data Compression Standard", New York : Vanl Nostrand (1992).
- (4) D.M. Monro, B.G. Shelrock, "Optimal Quantisation strategy for DCT Image Compression" IEEE Proc.-vis Image Signal Process., Vol. 143, No. 1, February (1996).
- (5) Gregory K. Wallace. "The JPEG Still Picture Compression Standard." Submitted in December 1991 for publication in IEEE Transactions on Consumer Electronics (1991).
- (6) John Miano, "Compressed Image File Formats: JPEG, PNG, GIF, XBM, BMP", ACM Press (1999).
- (7) Randy Crane, "Simplified Approach to Image Processing" Prentice-Hall, pp. 313~317 (1997).
- (8) Greg Roelofs, "History of the Portable Network Graphics (PNG) Format" O'Reilly, Chapter 7 (1997).
- (9) 천인국, 유영택, "영상처리의 기초 지식", 기한재, pp. 265~292 (1999).
- (10) Greg Roelofs, "PNG: The Definitive Guide", 1st Edition, O'Reilly (1996).

- (11) James D. Murray & William vanRyper, "Encyclopedia of Graphics File Formats", 2nd Edition, O'Reilly (1996).
- (12) H. Frystyk, Network Performance Effects of HTTP/1.1, CSS1, and PNG No.24, June (1997).
- (13) G. R. Pehrson, "A Multiple-Image Format in the PNG Family" Linux Journal, pp. 135~140 (1997).
- (14) Robert Chung, "Yoshinori Komori, "ICC-based CMS & Its Color Matching Performance", TAGA Proceedings, pp. 195~205 (1998).
- (15) Robert Chung, "Construction Features of Color Output Device Profiles", IS & T's 5th Color Imaging Conference Proceedings (1997).
- (16) Henry R. Kang, "Color Technology for Electronic Image Devices", SPIE Optical Engineering Press, pp. 164~167 (1997).