

니블 런 령스 코드를 이용한 허프만 코딩

백 승 수*

Huffman Coding using Nibble Run Length Code

Seung Soo Baek*

요 약

본 연구는 정지 영상을 무손실 압축하기 위해 영상 각 화소의 값 상위 4비트의 중복성을 이용하여 런 령스 코딩 전처리로 1차 압축을 수행한 후 허프만 코딩으로 무손실 압축률을 향상시키는 새로운 방법을 제시한다. 본 연구에서 제안된 방법은 영상의 종류에 따라 자동적으로 허프만 코딩과 전처리 허프만 코딩을 선택하도록 하고, 전처리는 상위 4비트와 하위 4비트를 분리하여 상위 4비트의 중복성을 이용하여 런 령스 코딩을 하여 기존의 일반적인 허프만 방법보다 더 나은 결과를 나타내었다.

Abstract

In this paper, We propose the new lossless compression method which use Huffman Coding using the preprocessing to compress the still image. The proposed method divide into two parts according to activity of the image. If activities are high, the original Huffman Coding method was used directly. If activities are low, the nibble run-length coding and the bit dividing method was used. The experimental results show that compression rate of the proposed method was better than the general Huffman Coding method.

* 창원전문대학 멀티미디어과 전임강사
논문접수: 99. 1. 11. 심사완료: 99. 2. 20.

I. 서론

정보기술과 통신기술의 발달로 수많은 정보가 양산되고 또한 많은 영상정보가 만들어지고 있다. 그리고 영상정보의 특성상 자료의 크기에 대한 처리가 중요한 문제로 대두되어왔다. 이러한 영상정보는 사용 목적에 따라 여러 종류의 압축방법을 사용하여 자료의 크기를 줄여서 효과적으로 다루어졌다. 영상 압축은 손실 압축과 무손실 압축으로 나누어지며 특히 의료 및 군사분야에 있어서 영상자료는 업무 처리의 특성상 무손실 압축을 필요로 하게된다. 또한 영상정보는 저장은 물론 네트워크를 통해 원격지 전송도 해야하는 등 영상정보의 크기는 중요한 문제로 다루어져왔다.

본 논문에서는 무손실 압축을 수행하는 허프만 코딩의 압축률을 향상시키는 전처리과정을 제안한다. 전처리 과정은 영상을 구성하는 각 픽셀을 4비트 단위로 나누어 상위 4비트의 중복성을 런 랭스 코딩을 이용하여 1차 압축하여 얻어진 값을 다시 허프만 코딩을 이용하여 압축 한다. 1차 압축된 값은 결국 원래의 영상이 갖는 확률 분포를 재구성하게 되어 허프만 코딩을 이용하여 2차 압축을 하면 압축률을 향상시킬 수 있게된다.

본 논문의 구성은 제II장에서는 허프만 코딩의 개념과 특성을 III장에서는 니블 런 랭스 코딩을 이용한 무손실 전처리 압축에 대한 방법을 기술하고 IV장에서는 제안된 방법을 표준 영상에 적용한 결과를 허프만 코딩의 압축률과 비교하여 나타내었다. 또한 V장에서는 결론을 기술하였다.

II. 허프만 코딩

1952년에 D.A. Huffman에 의해 고안된 이 부호는 1948년 C.E. Shannon에 의해 체계화된 부호화 정리를 구체적으로 제시하고 있다. 그 기본 원리는 자주 나타나는 기호일수록 짧은 부호어(code-

word)를 할당하고 드물게 나타나는 기호일수록 긴 부호어를 할당하여 평균적으로 부호어의 길이를 최소화하는 것이다(1). 이러한 허프만 코드를 만드는 방법은 다음과 같다.

- ① 확률이 큰 것부터 차례로 나란히 한다.
- ② 확률이 가장 적은 통보 2개를 하나로 묶어서 이것을 하나의 통보로 생각하여 2개의 확률의 합을 구한다.
- ③ 이것을 다시 확률이 큰 것부터 차례로 나란히 한다.
- ④ ②,③의 절차를 반복하여 최후로 확률 1인 통보가 1개 남을 때까지 계속한다.

그림 1. 은 코드 구조의 과정을 나타낸다. 압축되어질 입력 데이터는 알파벳 s1, s2, s3, s4, s5의 심벌로 구성되며 첫 단계에서 확률을 분류한다. 두 번째 단계에서 새로운 심벌(s4, s5) 형태를 위해 두 심벌 s4와 s5를 연결한다. 이 새로운 심벌의 확률은 두 심벌 s4, s5의 확률 합으로 나타낸다. 그리고 다시 확률을 재 정렬하고, 다시 최소로 발생하는 확률을 갖는 심벌의 쌍을 연결한다. 이러한 과정을 되풀이하여 이진 트리 구조를 만들어 트리의 시작점으로부터 노드에 도달할 때까지 1과 0을 배당하여 코드를 얻는다.

이러한 방법으로 얻어진 코드의 평균적인 코드 길이는 다음과 같이 정의된다.

$$l_{avg} = \sum l_i p_i \dots\dots\dots (1)$$

여기서 l_i 는 심벌 s_i 에 상응하는 코드 길이이다.

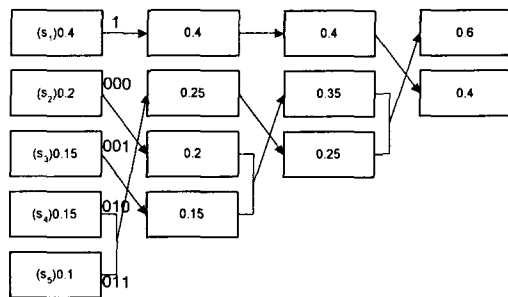


그림 1. 허프만 압축
Fig. 1 Huffman Source Reductions

Shannon에 의해 정의된 정보원의 엔트로피는 다음과 같다[4].

$$H(s) = \eta = \sum_i \log_2 \frac{1}{p_i} \dots\dots\dots (2)$$

여기서 pi는 s로부터 심벌 si가 일어날 확률이다. 그리고 엔코드에 요구되는 비트의 평균수는 그들의 엔트로피에 의해 제한된다. 이것은 허프만 코드가 $\eta \leq \text{avg} < \eta + 1$ 의 범위 내에서 안전한 것을 보여준다. 코드의 구성과정은 $O(N \log 2N)$ 의 복잡성을 갖는다[2][3].

III. 무손실 전처리 압축

본 논문에서 제안한 무손실 전처리 과정은 영상을 분석하여 영상의 종류에 따라 자동으로 전처리 과정을 선택하도록 설계되었다. 자동으로 선택된 압축 방법으로 압축된 데이터는 헤더에 압축 방법에 대한 식별자를 삽입하여 복구 시에 동일한 복구 절차를 사용하도록 했다. 이러한 처리방법에 대한 개념도는 그림 2에 나타내었다.

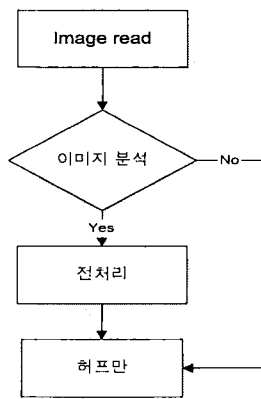


그림 2. 전처리 개념도
Fig. 2 Schematic Diagram of Preprocessing

영상 분석에서 전처리 과정이 선택되면 자연 영상이 가지고 있는 이웃 픽셀간의 유사성을 이용하여

1차 압축을 실행한다. 특히 이러한 유사성을 높이기 위한 방법으로 8비트 데이터를 상위 4비트와 하위 4비트로 나누어 상위 4비트에 대해서만 런 랭스 압축을 적용하여 유사성을 높여서 압축을 실행한다. 일반적으로 자연 영상에서는 이웃 픽셀간의 유사성이 높게 나타난다. 특히 상위 4비트만 유사성을 검사하게 되면 그 유사성이 훨씬 더 증가하게 되는 것이다. 그리고 하위 4비트는 상위 4비트에 비해 변화가 심하기 때문에 해당 상위 4비트의 데이터 열에 연결하여 저장한다. 그리고 최대 런 랭스 길이의 설정은 자연 영상을 조사하여 할당 길이와 저장 용량을 검토한 결과를 토대로 길이 값 기준을 8로 설정하였다. 상위 4비트의 값이 동일한 값으로 연속될 때 길이 값이 8 이하가 될 경우에는 길이 자료를 저장하기 위해 3비트를 할당한다. 이때의 3번 비트는 0으로 두어 길이 데이터가 8이하인 것을 나타내도록 했다. 그리고 길이가 9이상인 경우에는 길이 할당에 1byte를 할당했다. 이때 길이 값의 MSB를 1로 설정해서 복원 시에 길이가 9이상 인지를 구분하도록 했다. 이러한 자료구조는 그림 3에 나타내었다.

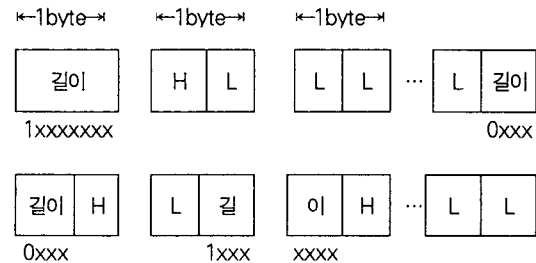


그림 3. 자료 구조
Fig. 3 Data Structure

이러한 방법의 4비트 런 랭스 전처리 압축방법은 결국 빈번하게 나타나는 상위 4비트를 중심으로 픽셀 값을 재배치하는 결과를 나타낸다. 표1은 런 랭스 코딩의 최적화를 하기 위한 각 영상들의 픽셀 값에 대한 정보를 추출한 것이다. 출현빈도 항목은 해당 영상의 픽셀 값이 나타나는 출현 종류 수를 나타낸 것이다. 그리고 최대길이 항목은 상위 4비트가 다음 픽셀의 상위 4비트와 동일한 경우 연속되는 값을 나타낸 것이다. 이것은 런 랭스 코딩을 할 경우 길이 값에 몇 비트를 할당 할 것인가를 결정하는 자료로

사용된다. 결국 런 랭스 코딩을 한 결과를 구성하는 자료구조를 규정하게된다. 표1의 연속길이 항목에서 1은 이웃 픽셀의 상위 4비트와 동일하지 않은 경우이다.

표 1. 영상 분석
Table 1. Images Analysis

영상	출현 빈도	연속길이		
		최대	1	2
Lenna	233	255	18618	5519
Couple	114	103	9218	3676
Sample	256	16	0	길이 16
Face	225	307	9335	2980
Mri	256	1390	9431	3367
Bird	146	61	13515	5204
Girl	121	87	12291	4780
Airfield	249	44	19885	6197
Baboon	222	25	28007	7993
Bridge	59	55	21101	6140
Blobs	32	37	16095	3758

이러한 경우는 출현 빈도를 높여주어 상위 4비트를 변화시키는 확률이 높아지는 결과가 되어 코드를 확장하는 결과를 가지게 된다. 전처리 과정을 결정짓는 중요한 요소 중의 하나이다. 다음 항목 2는 연속하는 상위 4비트의 경우가 2개인 경우를 나타낸 것이다. 이러한 영상 분석을 통해서 전처리를 적용할 것인지의 임계값 설정과 런 랭스 코딩시에 길이에 할당할 비트 수를 결정하게 된다.

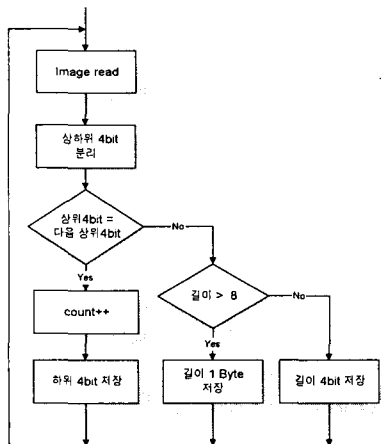


그림 4. 흐름도
Fig. 4 The flowchart of proposed compression algorithm

그리고 나머지 영상자료는 전처리 과정을 거쳐서 허프만 코딩을 하여 압축률을 높이게 된다. 대부분의 영상의 경우 이웃 화소와의 상관도가 높아 전처리 런 랭스 코딩을 하고 다시 허프만 코딩을 하여 압축률을 높이게 된다. 이러한 과정을 그림4에 나타내었다.

본 연구에서 제안한 방법을 이용하여 Gray level 영상처리에 이용되는 Lenna 영상(256×256)의 히스토그램을 그림5에 나타내었다.

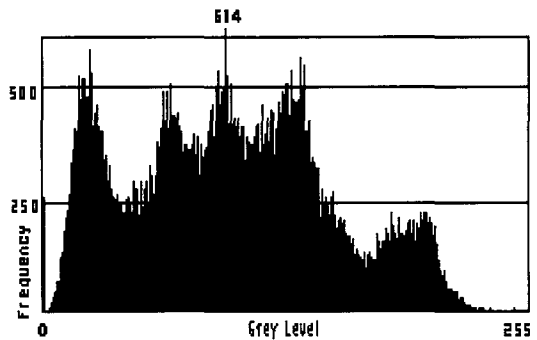


그림 5. 레나 히스토그램
Fig. 5 lenna image histogram

그리고 전처리 과정을 통하여 상위 4비트 런 랭스 압축을 한 히스토그램을 그림6에 나타내었다.

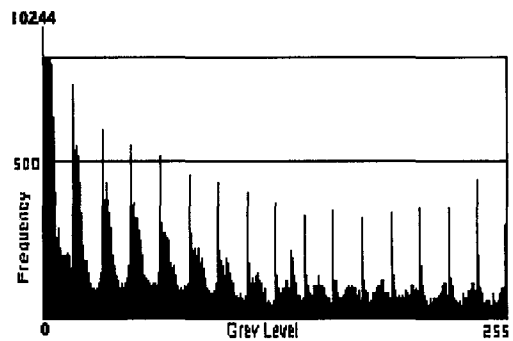


그림 6. 전처리된 히스토그램
Fig. 6 Preprocessed lenna image histogram

그림 6에서 픽셀 값이 16씩 증가하는 peak는 상위 4비트를 나타낸다. 그리고 Gray level 값 0 근처에서의 peak의 집중은 연속길이 8이하의 길이 데

이더 경우 길이값 바이트의 MSB에 0을 할당하기 때문에 나타난다. 이러한 peak들은 허프만 압축 시에 길이가 짧은 비트를 할당하기 때문에 압축률을 증가 시키게된다.

bpp의 압축률 향상을 얻었다.

IV. 실험 결과

본 논문에서 제안된 방법을 검증하기 위하여 허프만 코딩의 압축 결과를 비교하여 표2에 나타내었다. 영상의 크기는 256×256 이며 압축된 결과를 표2에 나타내었다. 표2에서 NH는 허프만 코딩만을 사용하여 압축한 결과를 나타낸 값이며, RLC 항목은 상위 4비트 런 랭스 코딩을 사용하여 1차 압축을 한 결과이다. 허프만 항목은 1차 압축을 한 결과를 다시 허프만 압축을 실행한 결과이다.

표 2. 압축 결과 비교표
Table 2. The result of compression of the Images

영상	NH	전 처리	
		RLC	Huffman
Lenna	7.709	7.801	7.478
Couple	6.337	6.388	5.975
Sample	8.080	4.750	2.830
Face	7.292	6.223	6.019
Mri	6.025	6.255	5.411
Bird	7.307	7.206	6.982
Girl	6.525	6.928	6.402
평균	7.039	6.507	5.871

본 논문에 사용된 실험 영상의 평균 허프만 압축률은 7.039 bpp이었다. 본 논문에서 제안한 방법으로 측정된 평균 압축률은 런 랭스 코딩만으로 6.507 bpp로 1차 압축에서 허프만 압축만 한 것에 비교해서 0.532 bpp의 향상이 있었고 다시 2차 허프만 코딩으로 압축된 영상은 평균 5.871 bpp로 1.168

V. 결론

본 논문에서는 무손실 압축 효율을 증가시키기 위해 대상 영상의 변화율에 대한 분석을 이용하여 임계값 이상인 경우에는 무손실 압축에 사용되는 허프만 코딩 기법만 사용하여 압축하고 임계값 이하에서는 상위 4비트 런 랭스 압축 전처리를 실행하여 픽셀들의 확률 분포를 재분배해서 특정 픽셀 값에 집중시켰다. 그리고 허프만 압축을 수행하여 2차 압축을 실행했다. 표1과 표2를 검토해보면 상위 4비트의 동일한 값이 연속적으로 나타나는 회수가 비교적 많은 영상, 특히 의료 영상에 있어서는 높은 압축률이 실현되었다.

다양한 영상에서도 높은 무손실 압축률을 구현하기 위해 영상 분석을 통해서 자동으로 다양한 종류의 영상에 대한 무손실 압축을 위한 전처리 단계를 거쳐 게 하여 압축률을 증가시키는 방법을 향후 과제로 고려할 수가 있다. 이러한 여러 단계의 과정을 자동으로 선택하게 함으로써 압축률을 증가시키는 복잡한 방법은 점차적으로 증가하는 컴퓨터 기술과 통신기술의 발달로 무손실 영상의 용도가 늘어나게 될 것에 비추어 필요성이 증가할 것으로 추측된다. 특히, 손실을 허용하지 않는 의학용 영상이나, 중요한 보관용의 고품질 영상저장, 고급 출판용 영상 등에 실용화 될 수 있도록 성능 개선에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] D. A. Huffman, "A method for the

construction of minimum-redundancy codes" Proc. IRE, vol. 40, pp. 1098-1101, 1952.

- [2] R. Crane, "A simplified approach to Image Processing", Prentice Hall, pp. 245-262. 1977.
- [3] A. K. Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice Hall, pp. 480-483. 1989.
- [4] C. E. Shannon, "A Mathematical Theory of Communication", Bell System Tech, J., 27, 379-423, 613-656, 1948

저 자 소개

백 승 수

한국 OA학회 논문지 제2권 제3호

참조