

최적 메모리 할당을 이용한 HDTV용 고효율 엔트로피 부호화기 설계

정희원 임순자*, 이선근**, 김환용***

Design of the Highly Efficient Entropy Encoding using the compatible Memory Allocation for the HDTV

Soon-ja Lim*, Seon-keun Lee**, Hwan-yong Kim*** *Regular Members*

요 약

IT산업의 가속화로 인하여 멀티미디어는 새로운 국면으로 전환되고 있다. 이러한 상황에서 이동망과 고정망에 의한 무선통신 시스템과 xDSL과 광케이블에 의한 유선통신 시스템에서 멀티미디어 실시간처리는 필수조건이다. 시스템 효율에서 HDTV의 엔트로피 부호화기가 차지하는 비중은 다른 부분에 비하여 매우 크다. 그러므로 본 논문에서 영상정보에 대해서 최소의 평균 부호장을 가지며 순차적 디코딩 능력이 뛰어난 허프만 부호화와 압축 수행 속도가 우수한 렘펠-지브 알고리즘의 장점을 접목하여 채널 전송률 및 압축과정중의 처리속도를 증가시키기 위하여 최적 메모리 할당 기법을 HDTV의 엔트로피 부호화기에 적용하여 설계하고 검증하였다. 구현된 최적 메모리 할당 기법을 사용한 엔트로피 부호화기 시스템은 기존보다 크기면에서 28% 증가하는 단점이 있으나 외부 메모리를 사용할 경우 오히려 크기는 감소했다. 또한 동영상에 대하여 압축률이 허프만 부호나 LZW에 비하여 우수하다는 것을 확인하였다.

ABSTRACT

Currently, multimedia is taking a new turn due to the rapid process of IT industry. During these processes, it is essential to process multimedia in real time in the wireless communication system based on mobile network and fixed network and in the wire communication system due to fiber cable and xDSL. One of the them is efficiency of system and the portion of entropy encoder in system efficiency of HDTV is greater than other part. So, in this paper the optimal memory allocation algorithm combines the merit of Huffman encoding which is superior in simultaneous decoding ability and Lempel-ziv that is distinguished in execution of compress is proposed to improve the channel transmission rate and processing speed in the compressing procedure and is verified in the entropy encoder of HDTV. The entropy encoder system using proposed optimal memory allocation algorithm has a weak point increasing 28% in size than established one but induces a decreasing in case external RAM. Also, we confirms that the compressing ratio for moving pictures is superior than Huffman encoding and LZW.

1. 서론

멀티미디어 혁명은 디지털 신호처리, 광 전송, 반도체, 컴퓨터 등의 기술 발전에 힘입어 많은 발전을 이루었으며 초고속 정보 통신망을 비롯한 여러 중

류의 채널과 매체를 통한 다양한 형태의 정보 서비스가 제공되는 정보화 사회를 이룩하고 있다. 멀티미디어 환경이 구축되고 수요가 창출됨에 따라 멀티미디어를 구성하는 음성정보와 영상정보를 동시에 처리해야 하는 문제가 발생하게 된다. 이때 영상정

* 원광대학교 전자공학과 회로 및 시스템 연구실,

** 원광대학교 전자공학과 회로 및 시스템 연구실(caiserrisk@korea.com)

*** 원광대학교 전자공학과 회로 및 시스템 연구실

논문번호 : 010171-0709, 접수일자 : 2001년 7월 9일

보의 처리는 음성정보에 비하여 많은 양의 신호처리와 대용량의 저장매체가 필수 불가결하게 된다. 이러한 이유로 영상압축에 대한 관심이 고조되고 있는 것이 현실적이다.^{[1][2][6]}

영상압축의 일반적인 구조는 크게 세 단계로 나누어진다. 첫째는 영상 화소간 상관관계를 제거하는 예측 및 변환 단계, 둘째는 상관관계를 제거한 영상 화소를 한정된 몇 개의 코드 또는 심볼로 바꾸는 양자화 단계, 마지막으로 양자화된 영상화소를 최종적인 비트 형태로 표현하는 엔트로피 부호화 단계로 나누어진다. 이때 엔트로피 부호화기에서 시스템 부하가 가장 심각하기 때문에 엔트로피 부호화기의 성능은 전체 시스템의 성능과 직결된다.^{[4][7][8]}

그러므로 본 논문에서 하드웨어 효율성과 압축효율의 극대화를 실현하고자 허프만 부호화의 순간적 디코딩 능력과 램펠-지브 부호화의 데이터열 처리방식을 적용한 최적 메모리 할당기법을 사용하여 HDTV에 적용할 수 있는 엔트로피 부호화기를 설계하였다. 설계된 엔트로피 부호화기는 최적 메모리 기법을 적용함과 동시에 영상 보상과정을 축소함으로써 전체 엔트로피 부호화기의 처리효율이 증가했으며 부호화를 수행하면서 압축과정이 동시에 수행되기 때문에 엔트로피 부호화기 구현시의 비용절감이 크게 증대됨을 확인하였다.

본 논문의 구성은 II장에서 영상 부호화에 사용되는 일반적인 기법들에 대하여 서술하였으며 III장과 IV장에서는 최적 메모리 할당 기법과 구현된 최적 메모리 할당 기법의 엔트로피 부호화기에 대하여 설명하였으며 마지막 V장에서 결론을 맺었다.

II. 영상 부호화 기법

영상정보 압축은 컴퓨터의 저장 공간을 절약할 수 있으며, 일정한 대역폭의 공간을 통하여 데이터 전송시간을 단축하여 전송효율을 높일 수 있다. 데이터 저장공간 감소와 전송 효율 향상은 시스템의 경제적 비용을 절감할 수 있을 뿐 아니라 시스템의 성능 향상에도 기여한다. 비디오 카메라로 찍은 동영상정보는 그림 1과 같이 세 가지 기능을 이용하여 영상 정보를 압축하게된다. 공간적 압축은 DCT (discrete cosine transform)를 이용하여 화소값이 저주파 성분으로 집중하도록 변환하고 고주파 성분을 제거함으로써 수행된다. 화면내 압축을 위해서는 블록단위로 DCT를 수행하여 블록의 에너지를 저주파 성분에 집중시킨 후 양자화시킨다.

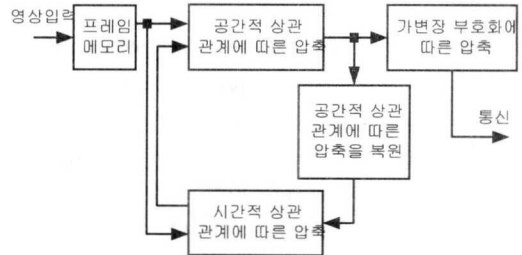


그림 1. 영상정보의 압축 방법

시간적 압축은 인접 픽처간의 유사성을 이용한 방법으로 과거 또는 미래의 영상으로부터 현재 블록과 가장 유사한 블록을 추출하고 상대적인 차이 값을 부호화하여 전송함으로써 시간적 중복성을 제거하여 압축하는 방법이다. 가변장 부호화 압축은 공간적, 시간적으로 압축된 데이터의 발생 확률에 따라 서로 다른 길이의 부호를 부여함으로써 발생 부호의 평균 길이를 줄이는 방법이다.^{[5][6][7]}

램펠-지브 부호화에 있어서 테이블 내에 생성되는 데이터열의 갯수는 사용시스템의 허용능력에 따라 확장할 수 있다. 상용 압축과일인 PKARC는 테이블 내 최대 문자열 엔트리를 4,096개로 제한하고 있으며 PKZIP은 8,192개로 제한하고 있다. 일반적으로 허용 가능한 문자열 엔트리를 늘릴수록 압축률은 향상된다.

데이터 압축 알고리즘의 중요한 원리는 데이터에 대한 용장성을 제거하는 것이므로 램펠-지브 부호화의 기능은 입력 데이터 패턴들을 인식하여 부호화함으로써 용장성 제거를 실시간으로 수행하는 것을 목적으로 한다. 또한 ASCII 데이터에 한정되어 압축을 수행하지 않고 이진파일, 데이터 베이스, 이미지 데이터 등에도 효과적으로 적용될 수 있다는 장점을 가지고 있다.

멀티미디어와 인터넷 콘텐츠의 발달은 실시간 영상처리라는 과제를 제시한다. 이러한 실시간 영상정보의 구현은 고효율 압축률을 가지며 동영상에 대한 코덱 기술이 존재해야 가능한 분야이다. 현재 동영상 표준인 MPEG-2에 대한 압축과 부호화에 대하여 일반적으로 사용되는 알고리즘은 발생확률에 따라 부호화를 수행하는 허프만 부호화 기법이다. 허프만 부호화의 특징은 여타의 부호화 기법들과 비교하여 알고리즘 구현에서 우수하다는 장점이 있으나 손실부호화 기법이라는 것이 단점이다. 그러므로 영상 및 음성정보가 아닌 데이터의 실시간 정보 전송은 커다란 오류를 발생하게되며 이때 발생하는 오류에 대하여 정정능력이 작다는 것이 단점이

다.^{[2][3][6]}

이러한 손실 부호화 기법과는 다르게 비손실 부호화 기법은 부호 북(code book)을 이용하여 부호화를 수행하는 기법으로써 부호화 과정 중에 부호 북에 저장된 내용과 일치하는 정보가 유입될 경우 별도의 부호화를 수행하지 않고 저장된 부호를 이용하여 부호화를 수행하는 기법이다. 이러한 비손실 부호화 기법은 오류 정정에 매우 효과적이기 때문에 정보에 대한 신뢰성이 높게 요구되는 분야에 주로 사용되어진다.

MPEG-2 비디오 인코더는 비디오, 오디오 데이터와 부수적인 데이터를 입력으로 받아 코딩과 압축을 수행한 후 각 데이터를 하나의 데이터 스트림 패킷으로 다중화시켜 채널 코딩과 변조 과정을 수행한다.

MPEG-2 비디오 인코더의 블록도는 그림 2와 같다. 프레임 메모리에서는 영상 데이터를 프레임별로 저장하고 변환부에서는 데이터를 움직임 보상부에서 제공되는 기준 영상 데이터와 비교하여 차이 값을 계산한 후 DCT를 수행하게 되며 그 결과는 양자화부에서 양자화된다. 양자화된 데이터는 역양자화부와 역변환부를 거쳐 움직임 보상부로 전달된다. 움직임 추정부는 매크로 블록단위로 프레임간 움직임 벡터를 추정하여 움직임 보상부로 전달하고, 움직임 보상부는 프레임간 차분 부호화를 위해 필요한 기준 프레임 데이터를 제공한다. 엔트로피 부호화기는 가변길이 부호화를 수행하고 이 결과를 버퍼에 저장하여 프로그램 다중화부로 출력한다. 울 제어부는 출력버퍼의 넘침이나 모자람이 발생하지 않고 영상 부호화 출력 비트율을 일정하게 유지할 수 있도록 양자화 파라미터를 제어한다.^{[6][9]}

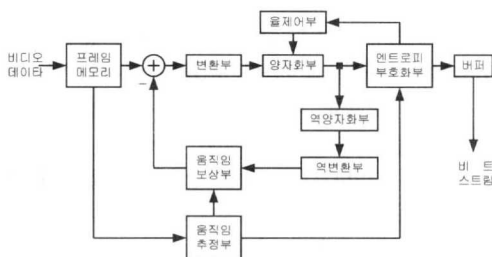


그림 2. 비디오 인코더의 블록도

III. 최적 메모리 할당을 이용한 엔트로피 부호화기

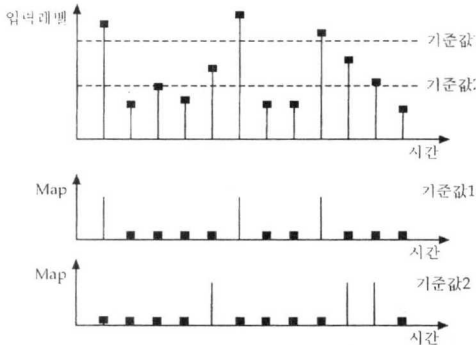
대용량의 영상 데이터 처리 및 전송효율을 하드웨어적인 측면에서 극대화하기 위하여 본 논문에서

는 최적 메모리 할당을 이용한 엔트로피 부호화기를 제안한다. 부호화를 수행하기 위해 본 논문에서 제안한 최적 메모리 할당은 기존의 허프만 부호화 방식에 대하여 부호 테이블 및 사전(dictionary)을 이용하여 영상 데이터를 처리하도록 하였다. 따라서 부호화와 압축과정에 소요되는 처리 시간 및 영상 데이터를 처리하는 과정 중에 발생하는 병목현상에 의한 처리시간에 대하여 처리효율이 향상되도록 하였다. 또한 처리속도 향상 및 메모리 포화 방지를 위하여 데이터에 대한 생성과 재생을 반복 사용함으로써 압축을 수행하고 복원하는데 걸리는 시간을 줄일 수 있는 방법에 대해 고찰한다. 이러한 처리시간의 감소는 제한된 전송로 상에서 실시간 영상정보의 흐름을 원활하게 수행하여 대용량 데이터에 대한 처리한계를 극복할 수 있다.

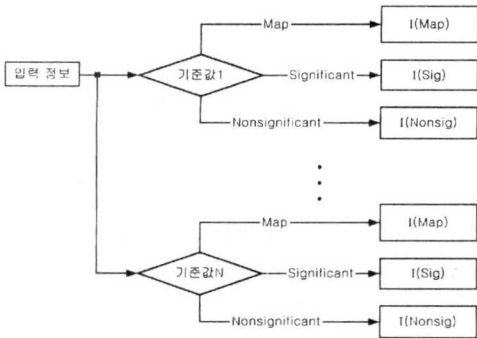
이진 분류기(binary classification)는 부가정보의 선택여부에 따라 이진 순방향 분류기와 이진 역방향 분류기의 두 종류가 있다. 이러한 이진 분류기의 특징은 부호화와 복호화의 복잡도가 낮으며 효율적인 엔트로피 부호화를 수행할 수 있다. 그러나 이러한 이진 분류기는 정보의 분류를 두 가지 종류로써 구별하여 부호화를 수행하기 때문에 정보의 상관성이 크고 부호 북을 생성하는 정보의 양이 방대해질 수 있다. 이러한 특징은 정보의 원활한 흐름을 방해하는 병목현상을 유발하게 되며 영상정보와 같은 데이터량이 많은 정보를 처리할 경우 더욱 두드러진다. 이런 단점을 제거하기 위하여 제안된 최적 메모리 할당 기법은 단순 이진 분류가 아닌 다치 분류를 선택하였다. 이러한 다치 분류는 메모리 사용을 극대화하게 되며 데이터의 지연을 제거할 수 있기 때문에 병목현상을 없앨 수 있다.

다치 단방향 분류 부호기(multi-value one-way classification coder : MOCC)는 현재의 심볼을 대상으로 적절하게 설정된 범위(searching window)로 분류하고 분류된 정보를 부가 정보로 사용하는 방법으로써 그림 3은 MOCC의 블록도를 나타내며 그림 3 (a)는 입력 정보원을 적당한 기준값과 비교해서 입력 심볼들을 여러가지 범위로 분류하고 매 심볼마다 1 비트씩의 분류 부가 정보를 갖게 된다. 그림 3 (b)에서 입력 심볼은 세 가지 종류의 정보와 각각에 대하여 기준값의 갯수만큼의 정보로 나누어진다. 즉 기준값과 비교하여 일정범위 보다 큰 값들인 Sig(significant symbol)와 기준값보다 작은 값들인 Nonsig(non-significant symbol), 그리고 분류 부가 정보인 binary classification map으로 분류되는

정보종류와 각각에 대하여 기준값이 달라질 경우에 해당하는 정보들로 나눌 수 있다. 입력 정보원 X 집합에 대한 정보량을 $I(X)$ 로 정의하고, 큰 값으로 분류된 정보원 Sig 집합의 정보량을 $I(Sig)$ 로, 작은 값으로 분류된 정보원 $Nonsig$ 집합의 정보량을 $I(Nonsig)$ 로, 그리고 이진 분류 부가 정보원 Map 집합의 정보량을 $I(Map)$ 으로 정의하면 MOCC는 그림 3과 같은 특징을 나타낸다.



(a) 시간 축 상에서의 MOCC



(b) MOCC 블록도

그림 3. 다치 단방향 분류 부호기

심볼 수를 M , 입력 시퀀스의 수를 N , 문턱값을 K , 심볼의 확률을 p_i 라 할 때 매 입력 심볼마다 분류 정보를 부가하므로 Map 집합의 크기는 N 이 되고 Map 집합의 심볼인 '0'과 '1'의 각각의 확률 값은 식 (1)과 식 (2)로 구해진다. 또한 전체크기에 대하여 Sig 집합의 크기는 $N \times PM_1$ 이 되고 $Nonsig$ 집합의 크기는 $N \times PM_0$ 가 된다.

$$P_{map}(0) = \sum_{i=0}^{K-1} p_i = PM_0 \quad (1)$$

$$P_{map}(1) = \sum_{i=K}^{M-1} p_i = PM_1 \quad (2)$$

Map 집합의 정보량은 식 (3)과 같이 Map 집합 크기와 Map 집합 엔트로피와의 곱으로 표현 할 수 있다.

$$I(Map) = Size(Map) \times H(Map) \quad (3)$$

$$= N \times (-PM_0 \log_2 PM_0 - PM_1 \log_2 PM_1)$$

유사한 방법으로 Sig 집합의 정보량과 $Nonsig$ 집합의 정보량을 계산하면 각각 식 (4)와 식 (5)와 같다.

$$I(Sig) = Size(Sig) \times H(Sig) \quad (4)$$

$$= N \times PM_1 \times \left(- \sum_{i=K}^{M-1} \frac{p_i}{PM_1} \log_2 \frac{p_i}{PM_1} \right)$$

$$I(Nonsig) = Size(Nonsig) \times H(Nonsig) \quad (5)$$

$$= N \times PM_0 \times \left(- \sum_{i=0}^{K-1} \frac{p_i}{PM_0} \log_2 \frac{p_i}{PM_0} \right)$$

입력 정보원은 세 가지 종류의 정보원으로 분류 되고 각각의 정보원들에 대한 정보량은 식 (3)과 식 (4), 식 (5)와 같이 된다. 그러므로 전체 입력정보원은 각각의 정보원들에 대한 대수적인 합으로 표현이 가능하다. 즉, 식 (6)과 같이 표현할 수 있으며 여기에서 식 (6)을 정리하면 식 (7)이 얻어진다.

$$N \times (-PM_0 \log_2 PM_0 - PM_1 \log_2 PM_1) + N \times PM_1 \times \left(- \sum_{i=K}^{M-1} \frac{p_i}{PM_1} \log_2 \frac{p_i}{PM_1} \right) \quad (6)$$

$$+ N \times PM_0 \times \left(- \sum_{i=0}^{K-1} \frac{p_i}{PM_0} \log_2 \frac{p_i}{PM_0} \right)$$

$$= - \left(N \times \sum_{i=K}^{M-1} p_i \log_2 p_i + N \times \sum_{i=0}^{K-1} p_i \log_2 p_i \right) \quad (7)$$

$$= - N \times \sum_{i=0}^{M-1} p_i \log_2 p_i$$

식 (7)은 입력 신호원에 대한 전체 정보량이 되므로 분류된 세 종류의 정보원에 대한 전체 정보량은 식 (8)과 같다.

$$I(X) = I(Sig) + I(Nonsig) + I(Map) \quad (8)$$

식 (8)에서와 같이 다치 단방향 분류는 입력 신호원의 정보량에 대한 변화없이 신호원을 단순히 분류하고 매 심볼마다 분류를 위한 부가 정보를 추가하게 되지만 분류 전 정보량과 분류 후의 전체 정보량에는 변화가 없다. 즉, 정보량의 변화가 없기 때문에 기준값을 임의의 값으로써 다치 분류를 설

정하여 정보량을 분산하여도 전체에 대한 정보량 손실은 없다는 것을 의미한다.

허프만 부호기법은 가변길이 부호어를 저장하고 있는 허프만 테이블을 사용하여 입력 심볼을 부호화한다. 신호원의 크기가 작은 경우에는 발생한 모든 심볼들에 대해 서로 다른 가변길이 부호어를 사용한다. 그러나 신호원의 크기가 매우 큰 경우에는 많은 양의 메모리를 요구하므로 발생빈도가 높은 일부 심볼에 대해서만 서로 다른 가변길이 부호어를 사용한다. 일반적으로 허프만 테이블의 크기가 커짐에 따라 평균 비트율은 감소하지만 요구되는 메모리의 양은 증가하게 된다.

제한된 메모리 사용으로 인해 사용할 수 있는 허프만 테이블의 갯수가 신호원의 갯수보다 적은 경우에는 몇몇 신호원들에 대해서는 허프만 테이블의 공유가 필요하다. 이때 허프만 공유 테이블을 사용하는 과정 중에서 지시함수의 오판으로 인한 메모리의 미사용 영역이 존재하게되어 한정된 메모리에 대한 비효율적인 현상이 더욱 심화될 수 있다.

이상과 같은 허프만 알고리즘의 단점을 보완하기 위하여 본 논문에서 발생확률에 따른 최적 메모리 할당 기법을 이용한 엔트로피 부호화방법을 제안한다.

허프만 알고리즘에서 모든 $m=1,2,\dots,M$ 에 대하여 $\mu(m) \neq n$ 를 만족하는 정수 $n \in \{1, \dots, N\}$ 를 발생시킬 수 있다. 이는 허프만 테이블 H_n 가 어떤 신호원에 대해서도 적절하게 설계되지 못했음을 의미한다. 이러한 경우에 인덱스 데이터가 영을 의미하므로 확률 분포 $F_n' = \{P_n'(k) | k=1, \dots, K\}$ 가 적절히 정의되지 않는다. 따라서 허프만 테이블 H_n 내의 부호어들의 길이는 계산될 수 없게 되고 테이블 H_n 는 다음 단계의 과정을 수행할 수 없게 된다. 이와 같이 기존의 제한된 반복강화 알고리즘에서는 미사용 허프만 테이블이 일단 발생하면 이 테이블은 계속해서 사용될 수 없게 되어 결과적으로 주어진 메모리를 충분히 활용하지 못하는 결과를 낳게 된다. 이러한 미사용 허프만 테이블을 재사용하기 위한 방법으로 M 개의 신호원들 중 하나의 신호원 S_r 를 적절히 선택하여 $\mu(r) = u$ 로 놓는다. 이와 같은 처리는 반복계산 단계에서 H_n 가 S_r 에 최적화되도록 하여 다음 단계에서 H_n 가 최소한 S_r 의 부호화에는 사용될 수 있도록 한다.

신호원 S_r 의 선택에 있어서 평균 비트율의 감소량을 미사용 테이블 처리 이득 $g(m)$ 이라 하면 식

(9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$g(m) = 0, \quad I_{\mu(m)} = (m)\text{일때}$$

$$g(m) = P'_{\mu(m)} \tilde{b}_1(F'_{\mu(m)}) - (P'_{\mu(m)} - P_m) \times \tilde{b}_1(G'_{\mu(m),m}) - P_m \tilde{b}_1(F_m), \quad (9)$$

$$I_{\mu(m)} \neq (m)\text{일때}$$

여기에서 $P'_n = \sum_{i \in I} P_i$ 이고, $G_{\mu(m),m}$ 는 $S'_{\mu(m)}$ 에서 S_m 을 제외함으로써 얻어지는 합성 신호원의 확률 분포이다.

만일 $G_{\mu(m),m} = \{q(1), \dots, q(K)\}$ 로 표시한다면 식 (10)과 같이 주어진다.

$$q(k) = \frac{P'_{\mu(m)} \cdot p'_{\mu(m)}(k) - P_m \cdot p_m(k)}{P'_{\mu(m)} - P_m}, \quad (10)$$

$$k = 1, 2, \dots, K$$

식 (9)에서 $\tilde{b}_1(F)$ 는 확률분포가 F 인 신호원을 그 확률 분포에 적합하도록 설계된 크기 l 인 허프만 테이블을 사용하여 부호화한 경우의 평균 비트율을 의미한다. 식 (10)에서와 같이 확률분포가 어떠한 신호원에 대해서도 일정한 값을 가지도록 할 경우 허프만 테이블의 미사용 부분은 사라지게 될 것이다. 또한 정보원에 대한 부호화를 수행하기 위하여 사용되어지는 허프만 테이블의 확률분포가 일정하게 되면 압축을 위해 사용되는 dictionary 또한 공유하여 사용할 수 있게 되며, 이는 허프만 테이블과 dictionary 사이에서 상호간에 미사용 테이블이 존재하는지, 아니면 dictionary가 포화되는지를 자동적으로 확인하고 감시할 수 있게 된다. 이는 가변길이 부호화 방식을 사용하는 부호기의 메모리에 대한 효율을 극대화할 수 있다는 것을 의미하게 되며 이러한 알고리즘을 구현할 경우 소비되는 비용 역시 크게 감소하게 된다.

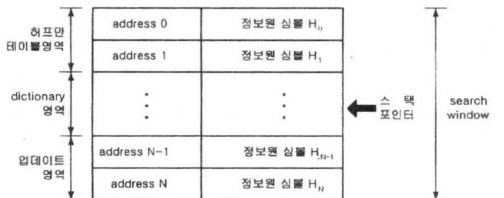


그림 4. 허프만 테이블과 dictionary 공유 메모리

그림 4는 허프만 테이블과 dictionary와의 메모리 할당 맵을 보여주고 있다. 외부로부터의 정보원이

인가되면 dictionary 영역의 정보원과 정합여부를 판별한 후 허프만 테이블 영역, dictionary 영역, 업데이트 영역 중의 어느 한곳으로 진로가 결정되며 정보원이 인가될 때마다 스택 포인터는 메모리의 전체 영역을 전역 탐색하면서 메모리에 대한 포화 및 미사용 영역을 제어하게 된다. 또한 스택 포인터는 식 (9)에서와 같이 메모리에 대한 효율을 증가시키기 위하여 항상 $g(m)$ 이 '0'이 되도록 address를 할당하게된다. 사용할 수 있는 허프만 테이블의 갯수가 신호원의 갯수보다 매우 작은 경우 ($N \ll M$) 즉, 영상 데이터와 같이 데이터량이 한정된 메모리에 비하여 매우 큰 경우의 신호들에 대해서는 허프만 테이블의 수를 증가시킨다 하더라도 비효율적이며 적절하지 않을 수 있다. 그래서 가변 길이보다는 고정길이 부호화되는 것이 유리하다. 성능향상 정도는 N 값이 작을수록 커진다. 그러므로 고정길이 부호화를 위한 최적 메모리 할당 기법의 기능은 다음과 같이 표현이 가능하다.

$$\mu(m) = \arg \min_{1 \leq n \leq N} b_m^n \cdot I_{IC} \quad (11)$$

여기서 $m=1, 2, \dots, M$

여기에서 I_{IC} 는 최적 메모리 할당 기법에서 인덱스 집합을 의미한다. 즉, 인덱스의 선택에 따라서 지시함수가 탐색해야할 메모리 공간의 영역이 변화하도록 한다. 그림 4에서 스택 포인터는 지시함수 $\mu(m)$ 을 식 (11)과 같이 변형하였을 경우 허프만 영역, dictionary 영역, 업데이트 영역의 진행 영역을 결정짓는 지시함수로 변한다. 즉, 최적 메모리 할당 기법에서 스택 포인터는 지시함수의 기능을 포함하게 된다. 만일 $b_m^{\mu(m)} \geq \log_2 K$ 이면 $\mu(m) = 0$ 으로 놓는다.

그림 5와 그림 6은 인덱스 집합으로 인한 지시함수의 변화를 도시하고 있다. 인덱스 판별부가 첨가

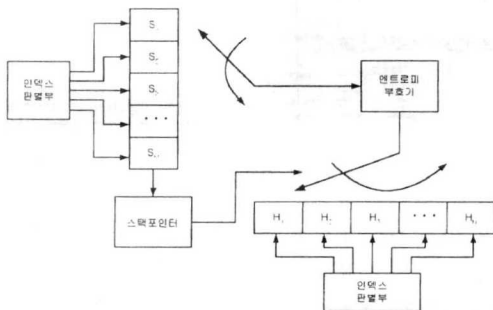


그림 5. 다차원 정보원에 대한 엔트로피 부호기

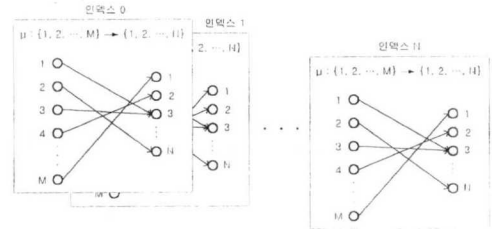


그림 6. 다차원 정보원들에 대한 지시함수의 예

되어 엔트로피 부호화기는 더욱 많은 정보에 대하여 선별할 수 있는 기능을 가지게 되며 이러한 지시함수의 집합인 스택 포인터는 매우 효율적인 메모리 관리를 수행할 수 있게 된다.

본 논문에서는 영문과 국문 텍스트에 대해서 발생빈도 및 압축률을 조사하고, 최적 메모리 할당 기법을 적용하였을때 압축률을 조사하였다. 바바라, 부두의 영상과 텍스트에 대한 허프만, LZW, 그리고 최적 메모리 할당 기법의 상호 성능평가를 위하여 Matlab을 이용한 모델링을 수행하였으며 이에 대한 결과는 그림 7, 그림 8로 표현하였다.

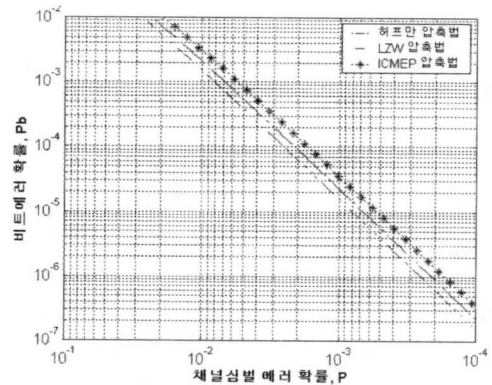


그림 7. 압축부호화방식의 에러 확률 비교

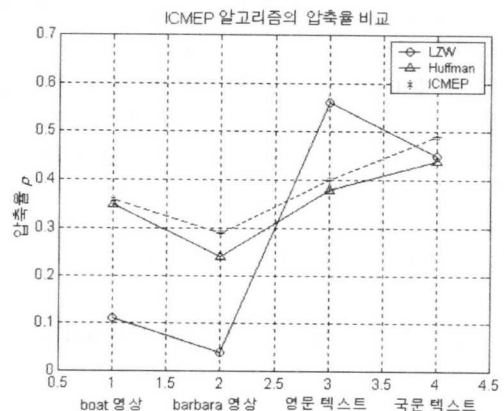


그림 8. 최적 메모리 할당기법을 사용했을때 압축 성능 비교

표 1은 최적 메모리 할당기법과 기존 압축 부호화에 대한 압축성능을 보이고 있다.

표 1. 최적 메모리 할당기법의 압축 부호화률[Kbytes]

구분	원본	LZW	Huffman	최적 메모리 할당기법
부두	409	266	368	260
바바라	409	311	392	291
영문텍스트	665	290	411	400
국문텍스트	728	406	410	375

텍스트인 경우 허프만, 최적 메모리 할당 기법(ICMEP), LZW 알고리즘의 순서로 압축이 이루어지며 최적 메모리 할당기법에 대해서 영문보다는 국문이 보다 더 압축률이 높음을 확인하였다.

영상인 경우, 손실 압축방식인 허프만 부호화 방식이 비손실 압축방식인 LZW에 비하여 압축률이 높으며 최적 메모리 할당기법 부호화 방식이 허프만 부호화 방식에 비하여 더욱 높은 압축률을 보임을 확인하였다.

즉, 최적 메모리 할당기법을 이용하여 부호화를 수행할 경우, 영상정보와 같이 데이터량이 많은 경우에는 손실압축방식인 허프만 부호화보다 유리하다는 것을 알 수 있었으며 대용량 데이터의 효율적인 부호화에 허프만 부호화, LZW 부호화보다는 최적 메모리 할당기법 부호화 방법이 더욱 적합하다는 것을 확인할 수 있었다.

이상과 같이 최적 메모리 할당기법의 부호화 및 압축 부분은 다음과 같이 구성된다. 첫째로 다차 단방향 분류 기능이다. 기준값을 여러개 설정하여 인덱스 집합을 크게 함으로써 정보량은 변하지 않으면서 정보원을 분류한다. 둘째로는 정보원의 발생확률에 따른 엔트로피 부호화를 수행한다. 즉, 허프만 테이블과 dictionary를 동시에 사용함으로써 메모리 내부에서 사용되지 않는 메모리를 없애고 가변길이 부호화를 수행하는 과정에서 발생하게되는 메모리의 포화상태를 방지하도록 하였다. 허프만 테이블과 dictionary의 제어는 지시합수를 인덱스 집합을 이용하여 스택 포인터로 변환하여 사용한다.

IV. 최적 메모리 할당기법 엔트로피 부호화기 설계

본 논문에서는 영상 데이터와 같이 용량이 매우 큰 정보에 대한 처리효율을 증대시키고자 최적 메

모리 할당기법을 이용하여 HDTV용 엔트로피 부호화기를 설계하였다.^[9]

최적 메모리 할당기법의 주요기능인 가변길이 부호화 기능과 압축 기능을 하나의 모듈로써 설계하였으며 허프만 테이블과 dictionary 공유 메모리를 첨가하여 구현하였다. 또한 설계된 최적 메모리 할당기법에 의한 엔트로피 부호화기는 허프만 테이블과 dictionary의 영역을 구별하여 사용하도록 하였으며 영역의 구별 및 제어는 스택 포인터를 사용하였다. 또한 입력 정보원과 내부에 존재하게되는 기준값들에 대하여 정합 기능을 주어 스택 포인터로써 부호화와 압축 기능을 동시에 수행하면서 메모리의 포화 및 미사용에 대한 비효율적인 요소를 배제하였다.

최적 메모리 할당기법에 의한 엔트로피 부호화기는 그림 9와 같이 입력정보지연부와 헤더정보부호화부, 부호화부로 구성되어 있으며 부호화부는 인덱스제어부와 하부기능부호화부, 버퍼제어부로 구성되어 있다.

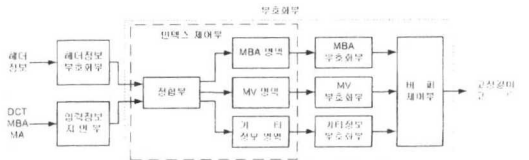


그림 9. 최적 메모리 할당기법에 의한 엔트로피 부호화기의 블록도

1. 인덱스제어부

그림 10은 인덱스제어부에서 헤더정보의 부호화 과정 중에 발생되어지는 메모리의 비효율적인 사용으로 인한 메모리부의 메모리 효율 증가 및 병목현상을 제거하는 기능을 수행하는 부분이다.

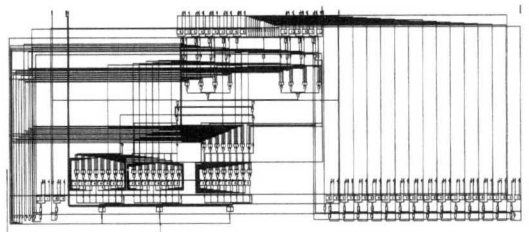


그림 10. 인덱스제어부의 회로도

8 비트 데이터의 입력을 받고 24 비트의 어드레스를 갖는 RAM을 이용하여 입력정보원이 dictionary에 포함된 내용인지 아닌지의 여부에 따라서 압축과 부호화를 동시에 수행할 것인지, 부호

화면 수행할지를 결정하게된다. 2²⁴개의 어드레스는 캡처된 데이터에 대한 전역탐색을 수행하게되는 스택 포인터로써 기능을 수행하게된다. 입력값이 저장된 값이 아닐 경우에는 메모리에 새롭게 업데이트되는 동시에 저장된 값과의 차이를 메모리에 별도로 저장하여 다음에 유입되어지는 데이터와의 정합 여부를 판별하기 위하여 다음 데이터를 기다리게 된다. 만약 저장된 데이터와 입력 데이터가 일치할 경우 저장되어진 데이터에 해당하는 정보원을 부호화하기 위하여 메모리로부터 출력된다. 이러한 기능을 수행하게되면 메모리의 전체 어드레스를 전역 탐색하게 되고 이것은 대용량의 정보값에 대하여 효율적인 메모리 관리가 가능해진다. 즉, 미사용 메모리 및 메모리 포화 상태를 억제시킴으로써 버퍼 제어부에서의 병목현상을 제거할 수 있기 때문에 처리속도가 향상된다.

그림 11은 인덱스 제어부에 대한 모의실험 결과과형이다. CONTROL_LOAD와 OE 신호에 따라서 내부 메모리 어드레스가 동작을 수행하게 되며 내부 메모리 내용과 유입되는 입력신호와의 정합여부를 판별하여 설정된 내부 메모리 영역에 저장되게 된다. 이때 메모리의 읽기와 쓰기 동작이 작동될 경우에는 다른 블록과의 데이터 충돌을 피하기 위하여 high 임피던스가 출력되도록 설정하였다.

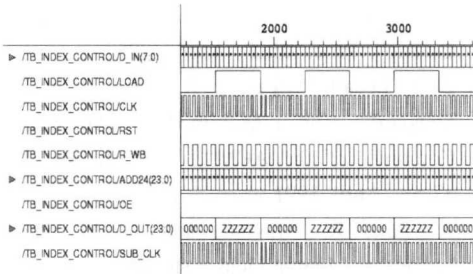


그림 11. 인덱스 제어부의 모의실험

2. 최적 메모리 할당기법에 의한 엔트로피 부호화부

최적 메모리 할당기법에 의한 엔트로피 부호화부의 전체 회로는 그림 12와 같다. VLC로 입력되는 외부 입력 신호들 중 pesh_val과 pesh는 pesh_clk의 상승 에지 동기를 맞추어 입력되며 caption과 caption_vld는 caption_clk의 상승 에지에 맞추어 입력된다. 나머지 입력들은 시스템 클럭인 clk의 하강 에지에 동기를 맞추게 설계하였다. 내부신호들은 head_encoder와 indelay에서 출력되는 신호들은 상승 에지일 때 출력되어 이를 입력으로 받은 부호화

부(submerge) 역시 packer와 pac_buf 만을 제외하고 모든 입출력이 상승 에지에서 동작하게된다.

최적 메모리 할당 엔트로피 부호화부는 top_down 방식으로 설계하였으며 VHDL을 이용하여 구성하였다. 최적 메모리 할당기법 엔트로피 부호화부에 대한 모의실험 결과는 그림 12에 나타났다.

회로합성에는 SYNOPSISYS Ver. 1999.10 Design Analyzer를 이용하였으며 모의실험은 SYNOPSISYS Ver. 1999.10 vhdldb를 이용하여 수행하였다. 모의 실험 결과 기존의 엔트로피 부호화기의 전체 게이트 수는 91,768개이며 최적 메모리 할당기법을 이용한 엔트로피 부호화기의 게이트 수는 117,463개로써 기존 시스템에 비하여 크기면에서 28% 증가함을 확인하였다.

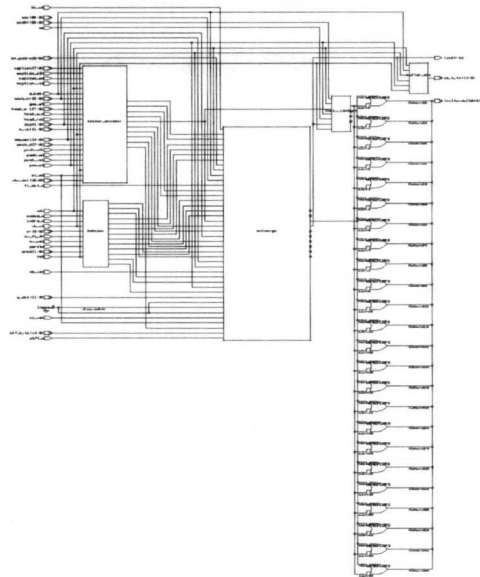
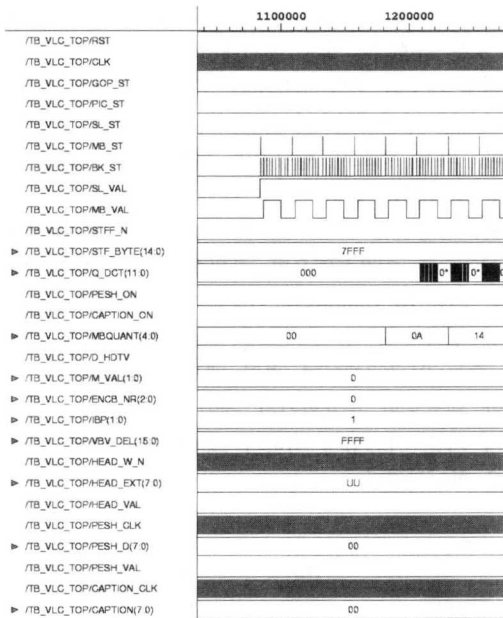


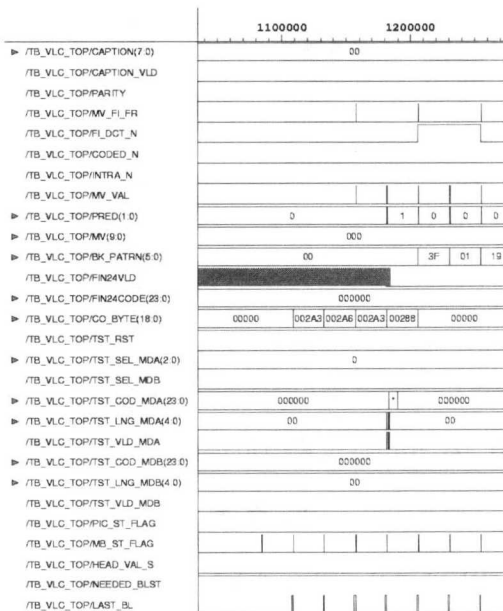
그림 12. 최적 메모리 할당기법 엔트로피 부호화기회로도

V. 결론

영상 및 음성 그리고 데이터 통신에 대한 디지털 전송기술을 위해서는 정보의 부호화 및 압축과정이 매우 효율적이어야 한다. 손실 부호화 방식인 허프만 부호화의 장점은 최소의 평균 부호장을 가지며 순간적 디코딩 능력이 뛰어나기 때문에 채널 전송률이 우수하고 하드웨어 구현시 압축 및 복원의 효율성이 소프트웨어 구현시보다 높다. 비손실 부호화 기법인 램펠-지브 부호화는 데이터 블록 단위가 아니라 스트링 단위로 부호를 할당하기 때문에 스트링 테이블을 이용하여 압축과정을 수행할 경우 수



(a) 최종 출력단의 입력값



(b) 최종 출력단의 출력값

그림 13. 최적 메모리 할당기법 엔트로피 부호화기의 최종 모의실험

행속도가 다른 부호화 기법에 비하여 매우 빠르다. 따라서 본 논문에서는 영상 시스템에서 소프트웨어로 구현했을 경우보다 하드웨어로 구현했을 경우 더욱 높은 데이터 처리율과 압축률을 가질 수 있도록 최적 메모리 할당 기법을 제안하였고, 이를 이용

하여 HDTV용 엔트로피 부호화기를 설계하였다. 이것은 가변 길이부호에 적용된 허프만 부호기법에 스트링 비손실 압축 알고리즘을 적용하여 부호화와 압축을 병행하여 수행하도록 하는 것으로써 부호화된 데이터는 중간 인터페이스 과정을 통하여 부호화를 최적화시킬 수 있다. 이렇게 구현된 최적 메모리 할당 기법 엔트로피 부호화기의 게이트 수는 기존의 엔트로피 부호화기보다 크기면에서 28% 증가하는 단점이 있으나, 허프만 부호나 LZW 압축방식에 비하여 데이터량이 방대한 영상정보의 부호화 및 압축에 더욱 효율적이라는 것을 확인하였다.

압축률 및 부호화 효율 비교에 있어서 텍스트인 경우, 최적 메모리 할당 기법은 허프만 부호화에 비하여 높고 LZW에 비하여 다소 낮음을 확인하였으며 영상인 경우에는 허프만 부호화와 LZW 부호화에 비하여 전체적으로 높은 효율을 나타냄을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] A. F. Inglis, "Video Engineering", McGraw-Hill, New York, 1993
- [2] K. Jack, "Video Demystified : A Handbook for the Digital Engineer", Brooktree, 1993
- [3] H. G. Musmann et al., "Advances in Picture Coding", Proc. IEEE, April 1985
- [4] D. J. Legall, "MPEG : A Video Compression Standard for Multimedia Applications", Commun. of the ACM, Vol. 34, No. 4, pp. 47-58, April 1991
- [5] A. Puri, R. Aravind, and B. G. Haskell, "Adaptive Frame/Field Motion Compensated Video Coding", Signal Processing : Image commun., Vol. 5, pp. 39-58, February 1993
- [6] D. Anastassiou, "Scalability for HDTV", International Workshop on HDTV'92, Signal Processing of HDTV, IV, pp. 9-15, 1993
- [7] A. Puri, "Video Coding Using the MPEG-2 Compression Standard", Proc. SPIE Visual Commun. and Image Processing, SPIE Vol. 1199, pp. 1701-1713, November 1993
- [8] E. Petajan, "The HDTV Grand Alliance System", Proceedings of the IEEE, Vol. 83, No. 7, pp. 1094-1105, July 1995
- [9] K. Herrmann et al., "Architecture and VLSI

