

論文98-35T-9-6

ATM 망에서 웨이브릿 변환을 이용한 계층부호화 영상 전송에 관한 연구

(A Study on transmission of layered images using Wavelet transform over ATM)

이 한 영 * , 송 재 연 **

(Han-Young Lee and Jae-Youn Song)

요 약

ATM 기술과 패킷망의 발전에 따라 음성, 데이터, 영상 전송의 필요성이 증가되고 있다. ATM에서는 데이터 손실을 최소화하기 위하여 셀로 분리되는 일정길이의 데이터로 나누어 진다. ATM에서는 송신시 부호를 고정하지 않고 버리기 때문에 영상신호 전송에서는 계층부호화 방법을 사용한다. 따라서 본 논문에서는 계층부호화 방법인 웨이브릿 변환을 이용한 부호화를 시뮬레이션 하였다.

Abstract

We need the packet transmission of voice, data and video according to the development of ATM technology and packet network. In ATM, packet is parted to the constant length data, we called cell, the method is needed to minimize data loss. Because over ATM, we discard error cell without correction in transmission. So, about video, there is layered coding method. We simulated the coding using wavelet transform, which is structurally layered coded, so need not the additional coder.

I. 서 론

미래 정보화 사회의 하부구조 역할을 수행하게 될 광대역 종합 통신망(B-ISDN)은 기존의 통신망에서 제공하였던 저속 데이터 전송, 음성 데이터 전송등의 통신 서비스뿐만 아니라, 주문형 비디오, 고품질 TV, 화상회의 등과 같은 다양한 멀티미디어 통신 서비스를 제공하여야 한다. 이러한 멀티미디어 통신 서비스는 대부분 영상 전송을 포함한다. 영상서비스는 많은 데이터 량과, 일정하게 유지되어야 하는 품질, 그리고 동영상의 경우 실시간성(real-time)이 요구되는 등 다양한 특성을 지니며 따라서 이러한 서비스의 근간이 된다고 할 수 있다.

ATM(Asynchronous Transfer Mode)을 이용하여 될 광대역 종합 통신망은 하나의 통신망 자원을 이용하여 위와 같은 서비스들을 지원하여야 한다. 이러한 서비스들은 각각의 응용분야에 따라 요구되는 서비스 품질(QoS : Quality of Service)이 다르다. 이들 파라미터에는 셀 에러율(Cell Error Ratio), 셀 손실율(Cell Loss Ratio), 셀 전송지연(Cell Transfer Delay), 셀 전송지연변이(Cell Delay Variation)등이 있으며 본 논문에서는 이 중 셀 손실에 초점을 맞추었다. 또한 망의 폭주(congestion)가 발생하였을 경우, UPC(Usage Parameter Control)을 통하여 위반 셀들은 태깅(tagging)과정을 거쳐 선택적 폐기(selective discard)하는 ATM의 메커니즘을 고려할 때, 이에 효과적인 영상부호화방법으로 대역 분할 부호화 방안인 웨이브릿 변환을 이용한 부호화방법을 고찰하였다. 또한 셀 손실이 복호화영상에 미치는 영향을 모의 실험을 통하여 수행하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 ATM망에서

* 正會員, 仁川專門大 通信科

(Dept. of Comm. In-Chon Junior College)

** 正會員, 弘益大學校 電子工學科

(Dept. of Electronic Eng., Hong-ik Univ.)

接受日字: 1998年4月18日, 수정완료일: 1998年6月5日

의 셀 손실 영향에 대해 알아보고, 계층부호화와 웨이브릿 변환을 이용한 계층부호화에 대해 기술한 후, 실험결과 및 분석을 하고 끝을 맺었다.

II. ATM망에서의 셀 손실의 영향

일반적으로 셀 손실의 원인은 급작스런 데이터의 유입으로 인한 망의 폭주 현상과 이로 인한 중간 노드(다중화기, 스위치)에서의 버퍼의 넘침 현상(overflow)이다. 트래픽 폭주가 일어나면 스위치에서 처리할 수 있는 데이터율보다 입력 데이터율이 훨씬 커짐으로 인해서 버퍼 길이가 순간적으로 증가하게 되는데, 버퍼 크기가 유한하기 때문에 어쩔 수 없이 셀손실이 발생하게 된다. 일단 셀 손실이 발생하면, 이는 시공간적으로 전파된다. 동영상의 경우, 움직임벡터들을 이용하거나 프레임간(interframe) 부호화를 사용한 경우 시간상으로 전파되며, 정지영상의 경우, 가변길이 부호화(variable length coding)의 동기화가 실패하여 정보가 손실된다. 이 때, 버퍼에서 셀을 폐기하는 경우 보다 중요도가 높은 셀들은 낮은 셀보다 나중에 폐기하는 선택적 폐기 알고리즘에 의해 어느 정도 셀들을 보호할 수 있다. 영상을 부호화하여 전송할 때, 계층부호화를 이용하면 위의 구조를 효과적으로 이용하는 것이 되며, 이에 대해서는 다음 장에서 기술하겠다.

또한 영상 데이터의 경우, 인간 시각 인지시스템(human visual system)의 특성을 이용하여 수신단에서 오류 은닉(error concealment), 오류 정정(error correction)등의 후처리가 수행될 수 있다^[11]. 셀 손실을 최소화하는 다른 방안으로는 효율적인 영상 압축 방법을 생각할 수 있으며 이에 본 논문에서는 계층적 부호화를 선택하여 실험하였다.

III. 웨이브릿변환을 이용한

1. 계층부호화(layered coding)

계층적부호화의 일반적인 개념은 다음과 같다. 우선 영상신호를 여러 개의 병렬 신호로 분할하여 각각 압축을 하게 되는데, 이 때 각 신호들은 영상 복원시에 중요성이 계층적으로 서로 다른 특성을 가지게 된다. 즉, ATM망에서의 우선순위는 CLP (cell loss priority) 비트를 이용하여 '0'과 '1'의 값으로 표시하므로 2계층 부호화가 적합하다. 신호를 2계층으로 나

눌 때, 중요도가 높은 계층은 기본계층(base layer), 낮은 계층은 부가계층(enhancement layer)이라고 한다. 이 때, 기본계층은 대부분의 정보를 포함하고 에너지가 집중되어 있는 계층으로 어느 정도의 일정 화질로 복원 될 수 있으며, 망의 폭주가 발생되어도 폐기되지 않는다. 부가계층은 영상 복호화시 기본계층의 데이터에 추가되어 보다 높은 화질을 이룰 수 있는 정보들을 담고 있다. 이는 망의 폭주가 발생하면 우선적으로 폐기되어 기본계층의 정보들을 보호한다^[13].

이러한 계층부호화의 방법으로는 DCT (discrete cosine transform) 계열의 변환 부호화가 일반적으로 사용되고 있으나, 본 논문에서는 웨이브릿 변환을 이용한 계층부호화에 대해 분석하고자 한다. 웨이브릿 변환부호화의 장점은 대역 분할 부호화(subband coding)라는 점이다. 대역분할 부호화의 장점은 각 병렬신호들의 대역 분할과정과 영상 압축과정이 독립된다는데 있다. 또한 대역 분할 부호화자체가 정보를 자연스럽게 서로 다른 해상도로 계층화시켜서 해상도가 다른 노드들 사이에서 부가계층의 신호들을 가감함으로써 필요한 대역폭만을 사용할 수 있는 장점이 있다. 다음은 연속웨이브릿 변환의 식이다. 위의 웨이브릿은 기저(mother) 웨이브릿 Ψ 의 shift로 이루어진다. 이는 신호와 현재 scale의 웨이브릿간의 유사성을 측정하는 역할을 한다. 이산웨이브릿의 경우는 이 식을 사용하지 않고 대역 분할 부호화와 같은 개념으로 신호를 분해한다^[4].

$$CWT_x(\tau, s) = \langle x(t), \Psi_{r,s}(t) \rangle dt$$

$$\text{wavelet } \Psi_{r,s}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}} \Psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right)$$

부호화 과정을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 영상 신호를 대역 필터 뱅크(filter bank)를 통해서 서로 다른 주파수 영역으로 분리시키는데, 이는 2차원 공간상의 주파수 영역으로 분할되며 주파수 대역이 높아짐에 따라 재생시 중요성이 감소하게 된다. 실제 영상 데이터의 내용을 보면 주파수가 낮은 대역의 경우 경계 부분이 사라진 몽롱화된(smoothed) 영상을 나타내며, 고주파수 대역들은 주파수대역에 따라 수직 경계, 수평경계, 대각선경계성분만을 나타낸다. 특히, 인간의 시각이 대각선 성분의 인지에 약하다는 것을 감안하면 이 대역 데이터의 중요도를 더 세분화할 수도 있다는 것을 알 수 있다.

그림 1은 4대역 분할을 도시한 그림이다. 여기서 특기할 만한 사항은 대역 분할시 부표본화(sub-sampling)를 하였으므로 대역을 나눈 후에도 전체 신호의 데이터량은 증가하지 않았다는 점이다. 그러나 각 신호들의 대역폭은 줄어들었으므로, 각 신호들의 표본화율(sampling rate)을 대역폭이 줄어든 만큼 낮출 수 있다. 이는 고속 회로의 구현에 있어 매우 유리한 조건이 된다.

기존의 방법들은 공간상에서 데이터 분할을 하고 또한 부가계층의 정보들을 생성하기 위해 2계층 부호화를 따로 제작 해야하는 번거로움이 있다.^[2] 이에 비해 대역 분할을 이용한 웨이브릿 변환 부호화는 신호를 보다 잘 분석할 수 있는 주파수대역에서 신호들을 나누며, 그 자체가 중요도가 선별될 수 있도록 나누어진다는 면에서 구현에서도 매우 용이함을 알 수 있다.

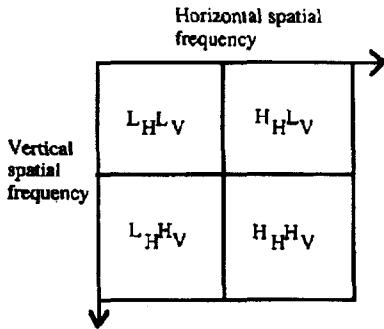


그림 1. 대역 분할
Fig. 1. Bandwidth division.

따라서 저대역 신호를 기본계층으로, 나머지 고대역 신호들은 부가계층으로 압축하여 보낸다면, 전체적인 셀의 개수를 감소시킴과 동시에 셀 손실에 강한 전송을 할 수 있게 된다. 그러므로 이는 셀 손실이 불가피한 ATM망의 영상 통신에서 매우 효율적인 부호화 방법이라고 할 수 있다.

IV. 실험 결과

본 실험은 IBM 펜티엄 PC(200MHz) 시스템에서 256 * 256 크기의 정지영상과 MATLAB tool^[5]을 이용하여 계층부호화하였다. 그리고 임의의 셀 손실이 0.25 라고 가정하여 균등 확률 분포의 랜덤과정으로 셀 손실을 발생시킨 후 이를 복원하여 셀 손실이 발생하지 않는 경우와 비교 분석하였다. 그리고 셀 손

실이 발생하였을 경우, 그 자리에는 더미셀(dummy cell)을 삽입하였다. 그리고 기본계층의 신호는 손실이 발생하지 않는다(lossless)고 가정한다. 기본계층의 신호가 손실이 발생한다고 할 경우, 계층 부호화를 하여 부가정보를 만들 필요가 없고, 그러한 상태에는 정상적인 복호화를 수행할 수 없기 때문이다.

그림 2는 셀 손실 발생시 원영상과 결과영상을 보여주고 있다.

표 1. 실험결과
Table 1. results.

	barbara		woman	
	no cell loss	cell loss	no cell loss	cell loss
PSNR(dB)	33.40	33.38	39.95	39.22
Energy 집중도(%)	99.97	99.98	99.95	99.97
계수'0'의 분포(%)	55.16	57.63	54.03	55.41

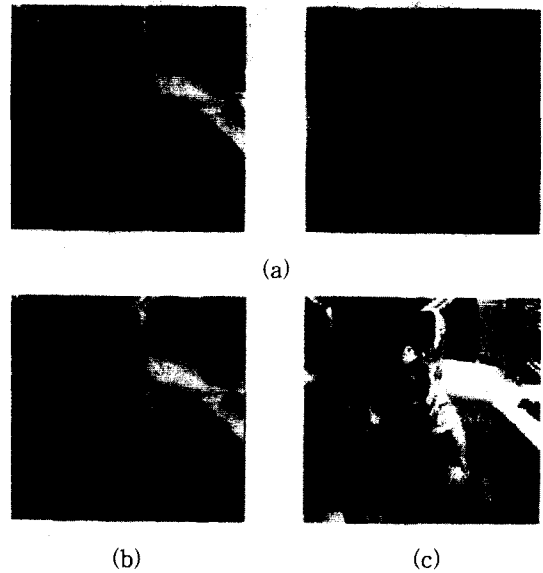
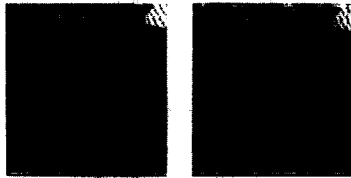


그림 2. (a) 원영상 barbara/woman
(b) no cell loss (c) cell loss
Fig. 2. (a) original image barbara/woman
(b) no cell loss (c) cell loss

표 1을 보면 신호 대 잡음비(PSNR) 수치에 차이가 거의 없으며 주관적인 평가에서도 대등한 수준을 나타낼 수 있다. 그림 3은 셀 손실을 발생시킨 경우와 그렇지 않은 경우의 부대역들을 나타낸다. 즉, 셀 손실이 발생하면 48바이트(byte)의 사용자 정보만큼 한번에 손실되는 효과를 나타낸다. 이는 그림 3의 (a)을 보면 확실히 알 수 있다. 그러나 주로 경계 성분만



(a) 수평성분



(b) 수직성분



(c) 대각선성분

그림 3. 셀손실이 없는/있는 경우 부대역영상
 (a) 수평 성분 (b) 수직 성분 (c) 대각선성분
 Fig. 3. subband image of cell loss/no cell loss.
 (a) horizontal component (b) vertical component (c) diagonal component

을 나타내는 고대역은 원래 대부분의 계수값들이 '0'에 가까운 값을 지니므로 이를 복호화하여도 영상의 화질에는 큰 영향이 없게 되는 것이다.

V. 결 론

본 논문에서는 ATM망에서의 셀 손실의 효과를 최소화하기 위한 방안으로 계층 부호화를 선택하고, 이의 구체적인 방법으로 웨이브릿 변환 부호화로 실험하

였다. 웨이브릿 변환 부호화는 기본적으로 주파수 영역에서의 대역 분할부호화를 이용하므로 추가적으로 새로운 부가계층을 위한 부호화기를 만들 필요가 없기 때문이다. 또한 주파수 영역에서의 분할은 신호의 에너지를 하나의 대역에만 집중시켜 자연스럽게 계층분할이 이루어진다. 모의실험은 부대역 영상으로 나누어 웨이브릿 변환을 실시한 후 임의의 셀손실을 가정하여 발생시킨 후, 복원하여 화질을 비교하였다. 그 결과, 셀 손실을 고려한 경우에도 화질에는 손색이 없었다.

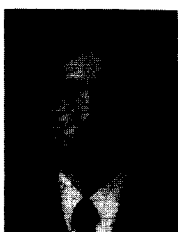
본 논문에서는 부호화 방법의 특징만을 분석하고자 변환후 수행되는 엔트로피 부호화는 실시하지 않았다. 따라서 이를 수행하여 셀화(cell packing)할 경우, 위의 결과와는 다소 차이가 나타날 수도 있으나 기본적인 특징에는 변화가 없으리라 생각된다.

향후 본 논문에서 정지영상만을 다룬 한계점을 인식하여 웨이브릿변환으로 동영상 계층 부호화를 할 계획이다.

참 고 논 문

- [1] jien FENG, Kwok-Tung LO, A.E., "Loss recovery tech. for transmission of MPEG video", 1996, IEEE.
- [2] D.Wilson, M.Ghanbari, "An Efficient loss priority scheme for MPEG2 variable bit rate for ATM networks", GLOBECOM, vol.3, 1996.
- [3] Geoffrey Morrison, David Beaumont, "Two-layer video coding for ATM networks", signal processing : image Comm. 3, pp.179-195, 1991.
- [4] Martin Verrerli, *Wavelets and Subband Coding, chapter7*, PrenticeHall, 1995
- [5] wavelet toolbox for use with MATLAB, the MATH WORKS inc.

저 자 소 개



이 한 영(正會員)
 1978년 2월 홍익대학교 공학사.
 1980년 8월 건국대학교 공학석사.
 1996년 3월 ~ 현재 홍익대학교 박사과정, 인천천문대학 통신과 부교수.
 관심분야는 디지털 제어 시스템, 퍼지 응용 시스템



송 재 연(正會員)
 1995년 2월 홍익대학교 공학사.
 1997년 2월 홍익대학교 공학석사.
 1997년 3월 ~ 현재 홍익대학교 박사과정. 관심분야는 ATM망에서 video coding, fractal, wavelet compression