

論 文

광대역 패킷 망에서의 영상통신

正會員 李 尚 勳*

Visual communications Over Broadband Packet Networks

Sang Hoon LEE* *Regular Member*

要 約 고속집적회로와 광 전송 기술에 기초한 비동기식 전송 및 교환(Asynchronous Transfer Mode) 방법은 곧 다가올 광대역 종합정보 통신망(Broadband ISDN)의 중심 기술이 될 것으로 보여진다. 광대역 패킷(ATM)망이 수용하여야 할 여러가지 기능 중 영상 정보의 처리 능력은 아직 많은 연구를 요구하고 있다.

본 논문에서는 광대역 패킷망에서의 영상 통신에 제기되는 문제점들을 파악하고 이에 관한 가능한 해결방법을 제시하고자 한다. 특히 효율적인 대역폭의 사용과, 최소의 화질 손상을 가능케 하는 계층적 비디오 코딩을 이용한 클럭 동기, 패킷 유실의 보상 및 전송 방법 등을 중점적으로 제시하였다.

ABSTRACT Broadband ATM (Asynchronous Transfer Mode) networking techniques based on lightwave technology and high speed integrated circuits appear to be the choice of transport technology for broadband ISDN. Among other problems, the issue of video transport over broadband packet (ATM) networks still requires further investigation. In this paper, the problems of transporting video signals over a broadband packet network are investigated together with possible solutions. In particular, clock recovery packet loss compensation and transport technique based on hierarchical video coding schemes are described in detail. This would allow efficient bandwidth sharing and minimum degradation in video quality.

I. 서 론

최근의 발달된 패킷망 기술은 광통신 시스템의 발전과 함께 음성, 데이터 및 영상 정보를 함께 처리할 수 있는 광대역 종합 정보 통신망(

Broadband ISDN)의 실현을 약속하고 있다.¹⁻³

그중에서도 비디오텍스(Videotex), 영상전화, 영상회의 및 CATV 같은 영상 정보의 패킷망 통신기능은 B-ISDN 실현의 핵심 서어비스인 동시에 많은 기술적인 도전을 요구하고 있다.

영상 정보의 통신에 있어서 패킷망은 전통적인 동기식 회선교환망 보다 중요한 몇가지의 이점을 가지고 있다.⁴⁾

* 벨통신연구소
Bell Communications Research.
論文番號 : 89-50 (接受 1989. 6. 19)

영상 정보를 압축하는 대부분의 비디오 코딩 방법에 있어서 압축된 영상 신호가 시간적으로 변하는 대역폭을 나타내는 것은 보편적인 현상이다. 따라서 압축된 영상신호를 회선교환망을 이용해서 전송할 때 일정한 대역폭에 맞추기 위하여 버퍼 메모리가 쓰이게 된다. 그림 1에서 보는 바와 같이 버퍼 메모리의 상태를 알리는 장치가 코더에 연결되어 있어 버퍼가 넘칠 상태에 이르면 압축되어야 할 영상 신호의 양을 줄임으로서 버퍼가 넘치는 것을 막고, 버퍼가 비워지게 되면(Under flow) 압축되어야 할 영상 신호의 양을 늘리거나 의미없는 비트를 채움으로서 버퍼에서 회선교환망으로 전송되는 대역폭을 주어진 전송 대역폭에 맞추고 있다. 따라서 버퍼의 상태에 따라서 화질이 변하는 단점과 아울러 주어진 대역폭의 효율적인 이용에 어려운 문제점을 가지고 있다.

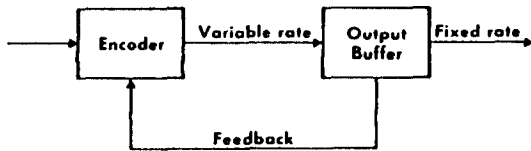


그림1. 회선교환 망에서의 비디오 코오딩

반면에 특정한 대역폭을 맞출 필요가 없는 패킷 교환망에서는 대역폭을 맞추어야 할 버퍼가 필요없으므로 코더 설계가 보다 간단해지고 거의 일정한 화질을 유지할 수 있다. 더구나 같은 화질의 요구조건하에서 패킷 망에서는 여러 다른 압축된 영상 신호의 패킷 다중화(Statistical Multiplexing) 를 통하여 회선교환망 보다 두배 가까운 대역폭 사용 효율을 가져올 수 있다.⁽⁴⁾

따라서 이러한 결과만을 놓고 볼때 패킷망은 “일정한 화질”과 “효율적인 대역폭 사용” 두가지를 모두 만족시키는 좋은 망 구조로 보여진다.

그러나 여기서 주의하여야 할 점은 회선교환망에서는 발생하지 않는 몇가지의 새로운 문제점들

이 패킷망에서의 영상 통신에 제기 된다는 사실이다. 좀더 자세하게 살펴보면 패킷망에 있어서 “일정한 화질”과 “효율적인 대역폭 사용”은 서로 상반되는 요구조건임을 알수가 있다. 패킷망에서 “일정한 화질”을 유지하기 위해서는 압축된 영상 신호의 패킷들이 수신 단말기로 일정한 시간안에 패킷의 손실 없이 도착 되어야 하는데 이를 달성하기 위해서는 결국 회선교환망과 같이 패킷 교환시 최대의 대역폭(Peak Bandwidth)에 가까운 비효율적인 대역폭을 각 영상 통신에 할당해야하는 문제가 생긴다. 반면에 “효율적인 대역폭 사용”이라는 목적을 달성하기 위해서는 결국 패킷 다중화에 따른 패킷의 손실과 지터, 이에 따른 지연이 불가피하게 된다.⁽⁵⁾

본 논문에서는 이러한 두 상반된 요구조건을 가능한 한 같이 만족시킬 수 있는 광대역 패킷망에서의 효율적인 영상 코딩 방법과 이의 전송에 관한 연구결과를 제시하고자 한다.

제2장에서는 광대역 패킷 망에서의 영상 전송의 문제점과 요구사항을 자세히 기술하였으며, 제3장, 제4장에서는 이에 따라 패킷 지터하에서의 클럭 동기과 패킷유실의 보상 방법을 제시하였다. 특기할 것은 여기서 제시한 계층적 비디오 코딩 방법은 영상 회의 및 CATV 같은 다중(Multicast) 통신에서도 매우 효율적인 코딩 방법임이 증명되었다.⁽⁶⁾

제5장에서는 영상 신호의 패킷망에서의 전송 및 교환의 문제에 대한 세가지 방법을 제시하였다. 끝으로 이 분야의 현재 진척 중이거나 앞으로 해결해야 할 연구 과제를 제6장에서 제시하였다.

II. 패킷 망에서의 영상 전송의 문제점 (Performance Issues in Video Transport)

패킷망을 통한 영상 통신의 문제점을 그림 2와 그림 3을 통해서 살펴보기로 한다. 여기서 패킷의 길이는 현재 광대역 종합 통신망에서 채택될 것으로 보이는 53바이트(5 Byte Header 와 48 Byte의정보 수용 부분)로 가정한다.

그림 2에서 보는 바와 같이 아날로그 영상신호는 디지털 신호로 바뀐다음 비디오 코딩을 통해서 압축된 영상신호로 출력된다. 코딩 방법에 따라서 조금씩 다르지만 대부분의 경우에 압축되

어서 출력된 영상신호는 시간에 따라 변하는 대역폭을 가진 비트의 흐름을 나타낸다.

일반적으로 프레임간의 코딩 방법(Inter-frame Coding)이 프레임 내의 코딩(Intra-frame) 방법

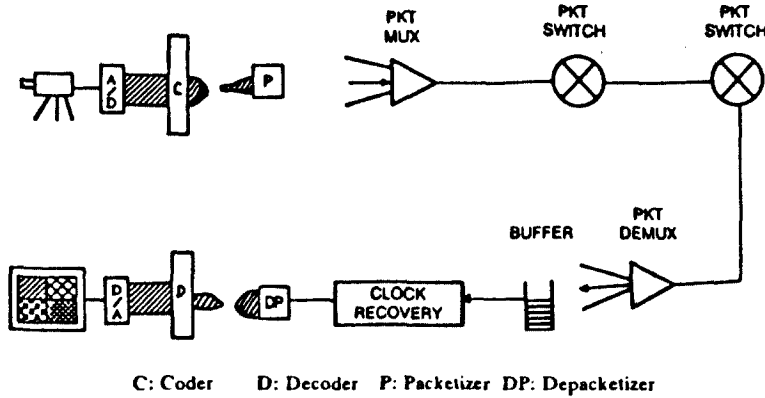


그림2. 광대역 패킷망에서 영상 통신

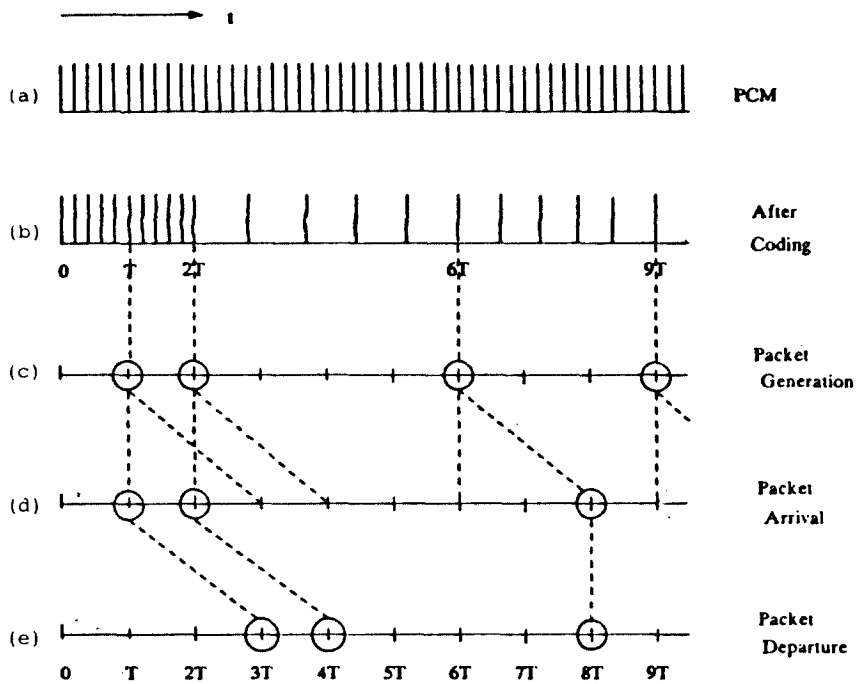


그림3. 광대역 패킷망에서 영상패킷의 지터 및 지연

보다 대역폭의 변하는 정도가 더 심하다.

압축된 영상 신호는 패킷 형성기(Packetizer)로부터 Header가 더해져서 패킷으로 형성이 되는데 이때 지연이 발생한다. 이 패킷 지연은 그림3(c)와 같이 압축된 영상 신호의 대역폭이 변하는 정도에 따라 다르지만 압축된 영상 신호의 평균대역폭이 1Mb/s~100Mb/s이면 시간 지연은 평균적으로 5Ms~400Ms 정도가 된다. 여기서 주의할 것은 회선교환망에서의 코딩은 변동 비트 대역폭을 상수 대역폭으로 바꾸기 위해서 10ms~100ms 정도의 시간 지연이 발생한다는 사실이다.

패킷 형성이 끝난다음 이 영상 패킷들은 여러 개의 패킷 교환 및 패킷 다중화 전송망을 통해서 수신 단말기에 도착하게 된다. 이때에 망내의 교통량 상태에 따라서 지연과 패킷의 유실이 생기는데 그림 3(d)에서 보는 바와같이 이때 생기는 지연은 패킷마다 다른 값을 갖게 된다. 여기서 i번째 패킷이 형성된 때 부터 수신 단말기에 도착하는데 까지 걸리는 시간을 $D(i)$, $i=1,2,\dots$, 라 정의하면, 패킷간의 변동하는 지연 즉 패킷 지터, $J(i)$, $i=1,2,\dots$, 는 아래와 같이 표시될 수 있다.

$$J(i) = 0, \quad i=1$$

$$D(i) - D(i-1), \quad i=2,3,\dots$$

이 패킷 지터는 수신 단말기에서 보상이 되어야 한다.

또한 망 내에서의 패킷 유실의 원인은 크게 두가지로 구분할 수 있는데, 하나는 교통량의 증가 상태에 따라 각 패킷 교환기 및 다중화기의 한정된 버퍼 메모리 때문에 패킷의 유실이 생기게 되고, 또다른 패킷 유실의 원인은 전송 시스템에서 생기는 비트 에러가 패킷의 Header의 주소 부분에 발생하면 예정된 수신 단말기에 도착하지 못하므로써 생기게 된다. 패킷들이 도착하면 수신 단말기에서는 우선 도착한 패킷중 잘못도착한 패킷을 가려내고 유실된 패킷을 보상한 다음 버퍼 메모리에 저장하게 된다. 이 수신 단말기의 버퍼는 패킷 지터를 없애는 역할을

하게 되는데, 즉 패킷마다 다른 변동지연에 추가 지연 (Reassembly Delay) 을 더하여 고정된 지연으로 바꾸는 역할을 한다. 그림 3(e)에서 보는 바와 같이 패킷 지터에 따른 패킷의 유실을 막기 위해서는 첫번째 도착하는 패킷을 패킷 지터의 최대치 만큼 지연 시켜야 한다. 그런다음 버퍼 메모리로 부터 비디오 디코더의 클럭에 따라서 패킷이 읽혀져 나가는데 이때에 송신쪽의 코딩 클럭과 수신쪽의 디코딩 클럭이 다르게 되면 패킷의 추가 유실이 발생하게 된다. 따라서 수신 단말기에는 패킷의 추가 유실을 막기위한 클럭 동기회로가 필요하다.

지금까지 그림 2와 3을 통해서 본 바와 같이 광대역 패킷망에서의 영상 전송은 지연, 패킷 지터 그리고 패킷 유실이라는 세가지의 문제점을 가지게 된다. 이중 순수한 지연은 대역폭 조정 버퍼가 필요치 않으므로 현재 회선교환망에서 쓰이는 영상 통신의 지연보다 적을 것으로 예상된다.

따라서 양 방향 영상 통신에 수반되는 음성 신호와의 비 동기 문제를 야기시키지 않는 한 순수한 지연은 큰 문제가 되지 않을 것으로 보인다.

패킷 지터도 수신 단말기 버퍼에서 고정 지연으로 변하게 되므로 수신 단말기의 클럭 동기 재생 회로에 미치는 영향만이 주 문제점으로 남게된다. 그러므로 패킷 망에서의 영상 통신의 주 문제점은 패킷 지터하에서의 클럭 동기 재생과 패킷의 유실로 압축할 수가 있으며, 이에 대한 보상 방법을 다음 장에서 논하고자 한다.

II. 패킷 지터하에서의 클럭 동기 재생 (Clock Recovery in Packet Jitter)

도착한 비디오 패킷을 디코딩하기 위해서는 송신 단말기와 수신 단말기 간의 동기가 필요하다. 따라서 수신 단말기에서는 송신 단말기의 클럭을 재생하여야 하는데 따로 클럭을 보낼 수가 없으므로 도착하는 패킷을 통해서 수신 클럭을 재생해내야 한다. 그런데 도착하는 패킷

이 지터 때문에 일정하지 않고 또 때로 패킷 유실이 망 내에서 생길때 클럭 동기의 문제는 복잡하게 된다.

먼저 패킷의 유실유무를 검사하여 유실된 패킷을 다른 패킷으로 대체하여 수신 단말기버퍼 메모리에 넣게 되는데 이때 유실된 패킷을 찾아내기 위해서는 송신 단말기에서는 보낼 패킷에 일련 번호를 반복해서 넣게 된다. 따라서 수신 단말기에서는 이 일련 번호를 검사하여 다음 번호가 정해진 시간 내에 도착하지 않으면 유실된 패킷으로 간주하고 다른 패킷으로 대체한다. 이때 패킷의 유실을 막기위하여 충분한 버퍼 메모리가 있어야 하는데 이 버퍼 메모리의 필요한 용량은 앞에서 기술한 바와 같이 패킷 망내에서 발생하는 최대 지터치를 수용할 수 있어야 한다.

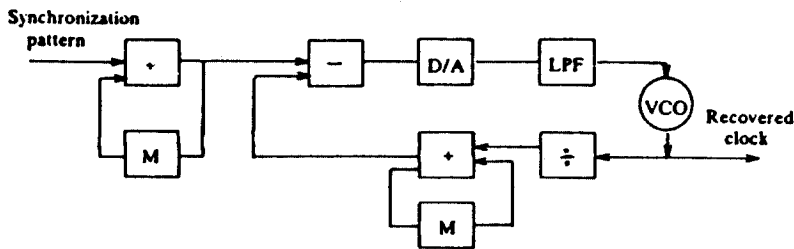
도착하는 패킷이 항상 상수의 대역폭을 갖는다면 패킷 지터가 있더라도 수신 단말기 즉 버퍼 메모리의 그때 그때의 상태를 관측함으로써 디지털 PLL (Phased Locked Loop)을 써서 송신 클럭을 추출해낼 수가 있다.⁷⁾

그러나 앞에서 기술한 바와 같이 영상 패킷들이 가변적인 대역폭을 갖게 되면 수신 단말기의 버퍼 메모리 상태가 실제의 송신 클럭을 나타내는 것이 아니므로 앞에서 기술한 방법을 바로 적용할 수가 없게된다. 따라서 클럭 정보가 반드시 송신 패킷에 포함이 되어야 한다. 여기서

클럭정보는 수신 단말기에서 쉽게 찾아낼 수 있는 특수한 패턴을 가져야 하는데 패킷 유실 유무를 검사하는 일련번호를 이용할 수 있다.

예를 들어 매 비디오 주사선 주파수(63.6 μ sec) 마다 그때에 해당하는 패킷의 일련번호(1~525)에 표시를 해서 보내게 된다. 여기서 주의할 것은 이 클럭 정보가 송신기 쪽에서 주기적으로 넣는다 하더라도 수신 단말기에 도착할 때는 패킷 지터 때문에 이 주기성이 흐트러지기 때문에 클럭 재생을 위한 방법이 요구된다.

그림 4는 시간 평균 방법을 사용하여 도착하는 클럭 정보 패턴으로 부터 클럭을 추출하는 회로를 보여준다. 그림에서 보는 바와 같이 먼저 일정한 정해진 시간 동안에 도착한 클럭 정보 패턴의 수가 세어지고 이 수가 클럭 재생회로 내의 VCO(Voltage Controlled Oscillator)에서 같은 시간 동안에 나오는 패턴의 수와 비교가 된다. 그런 다음 그 차이가 LPF(Low Pass Filter)를 거쳐서 VCO의 주파수를 조정하게 된다. 이때 VCO가 계속 진동하는 것을 막고 송신 클럭에 수렴하게 하기위하여 클럭 패턴의 숫자는 메모리에 계속 더해지게 된다. 이 계속 더해지는 숫자는 카운터 메모리가 차면 0으로 돌아가는데, 필요한 카운터 메모리의 크기는 주어진 상황에 따라 다르나 대부분의 경우에 3 바이트 카운터면 충분하다.



M: Memory VCO: Voltage controlled oscillator

그림4. 동기정보를 이용한 클럭 재생회로

IV. 패킷 유실의 보상 방법 (Packet Loss Compensation)

패킷 유실에 따른 영상 정보의 화질 손상의 정도는 코딩 방법에 따라 다르지만 일반적으로 압축 정도가 클 수록 화질 손상이 심해진다. 최악의 경우 단지 한 패킷의 유실이 디코딩 과정에서 동기 손실을 일으켜 다시 동기를 회복할때 까지 심한 화질의 손상을 가져올 수 있다. 이러한 경우를 감안할때 고화질 TV(High Definition TV)가 140Mb/s로 코딩된 경우(8,9) 약 10^{-10} 정도의 패킷 유실 빈도가 요구된다. 이러한 패킷 유실 빈도를 충족시키기 위해서는 몇가지의 유실 보상 방법이 강구되어야 하는데 이러한 보상 방법은 크게 Error Correction Coding에 의한 방법과 비디오 코딩 방법의 선택에 의한 방법으로 나눌 수 있다.

1. CHANNEL CODING에 의한 보상

Error Correcting Code를 사용하여 패킷 유실의 빈도를 떨어뜨리는 방법이 채널 코딩을 사용하는 대표적인 예라 할 수 있겠다.

여러가지 방법 가운데서 정해진 크기의 정보용량 단위에 Error Correcting Code를 더한 다음 이를 다른 정보용량 블록과 Interleaving을 시켜서 48byte 짜리의 블록을 만든 다음 여기에 패킷 Header를 더하여 패킷을 구성하는 방법이 가장 효율적인 방법이라 사료된다. 여기서 주의할 점은 패킷 Header에는 새로운 Error Correcting Code를 더하여 Header의 Random Bit Error에 대한 보호를 하여야 한다.

패킷 Header와 정보수용 블록을 구분하여 처리하는 이유는 각 망의 교환점 마다 패킷 header를 읽어야 하므로 이에 대한 처리 과정을 간단히 하기 위해서이다. Reed-Solomon Code와 함께 블록 Interleaving 방법을 쓸경우 약 10%의 가외의 대역폭을 할당할때 10^{-6} 정도의 패킷 유실 빈도를 10^{-10} 정도 이하로 끌어 내릴 수가 있다.⁽¹⁰⁾

위와 같이 Error Correcting Code를 사용하는 패킷 유실 보상 방법은 Random 패킷 유실의 경우에는 매우 효율적이지만 Bursty한 패킷 유실의 경우(빈도는 작지만 많은 패킷이 한꺼번에 유실되는 경우)는 그다지 효율적인 방법이라 할 수 없다.

왜냐하면 일반적으로 Bursty한 패킷 유실을 보상하기 위해서는 더 많은 Overhead 대역폭과 긴 지연의 (Interleaving할 블록 수가 증가해야 하기 때문) 처리시간을 요구하기 때문이다.

또한 HDTV와 같은 대역폭이 큰 경우에는 빠른 클럭 속도 때문에 회로 구현이 어려운 문제점을 가지고 있다.

2. 패킷 망에서의 비디오 코딩

패킷 망에서의 패킷 유실에 의한 화질의 손상을 최소화하는 다른 방법으로 영상 압축 코딩 방법의 효율적인 선택을 생각할 수 있다. 패킷 망에서의 코딩 방법으로 계층적 코딩(Hierarchical Coding)⁽⁴⁾⁽⁵⁾을 생각할 수 있는데, Subband 코딩⁽¹¹⁾, Pyramid 코딩 등이 이에 해당되는 코딩 방법이다.

계층적 코딩이라 하면, 비디오 신호를 여러개의 병렬(Parallel) 신호로 분리해서 각각 압축을 하게 되는데 이때 각 병렬 신호들은 화상 재현에 필요한 그 중요성이 서로 다른 계층적 성질을 가지게 된다. 가능한 여러가지의 계층적 코딩 방법중에서 Subband 코딩이 가장 가변적이고 응용이 많은 코딩 방법중의 하나라 할 수 있다.

특히 Subband 코딩의 장점은 Subband 분리에 의한 각 병렬 신호들의 창출 과정과 영상 압축 과정이 독립되어 코딩 방법의 선택이 자유스러운데 있으며, 또한 Subband 분리 자체가 영상 정보를 자연스럽게 서로 다른 Resolution으로 계층화 시켜서 다른 화질의 단말기들(예를들면 NTSC, EQTV, HDTV)이 서로 교신할때 코더 자체가 쉽게 적응하므로서 그때 그때 필요한 대역폭만을 사용할 수 있는 장점이 있다.⁽⁶⁾

Subband 코딩은 먼저 영상 신호를 필터 뱅크를 통해서 서로 다른 주파수 영역으로 분리시키

는데 주로 이차원(2-dimension) 상의 주파수 영역으로 분리된다. 이때 각 주파수 영역의 병렬 신호들은 주파수 대역이 높아짐에 따라서 화질 재생에서의 중요성이 점차로 감소하게 된다.

그림 5(a-b)와 그림6(a-b)는 각각 4대역 정방형 Subband 분리와 3대역 마름모꼴 Subband 분리를 나타내는데 그림에 표기된 바와 같이 각 병렬 신호에 표기된 숫자가 증가할 수록 화질 재생에 차지하는 중요도가 감소하게 된다. 이때 주의할 것은 Subband 분리 후 코딩을 하여야 할 병렬신호 전체의 정보량은 원래의 정보량과 같다는 사실이다.

왜냐하면 각 병렬 신호가 표시하여야 할 대역

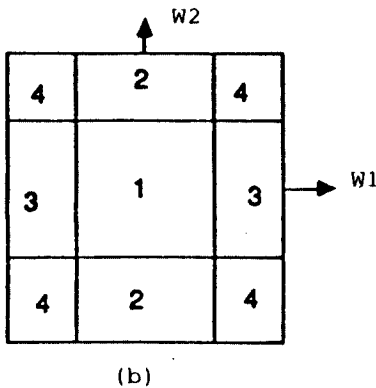
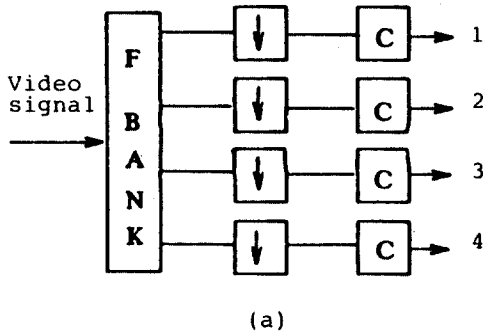


그림5. 4대역 정방형 subband 분리

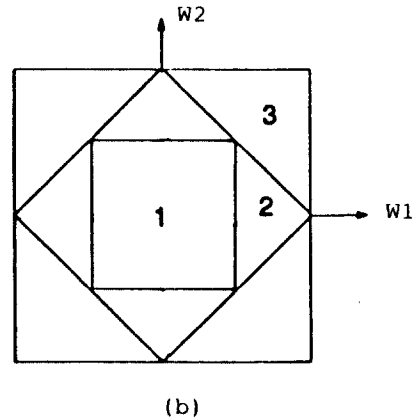
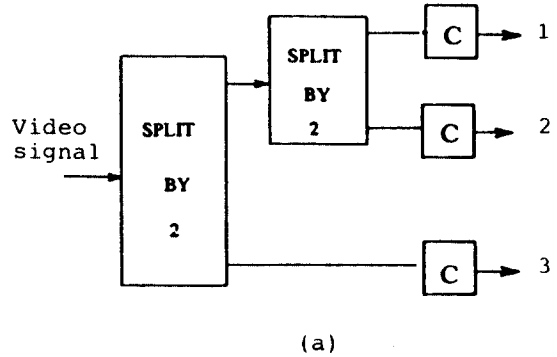


그림6. 3대역 마름모꼴 subband 분리

폭이 줄어들었기 때문에 표본화율을 대역폭이 줄어든 비율만큼 낮출 수 있기 때문이다. 이는 회로 구현에 있어서 매우 중요한데 각 병렬 신호의 표본화율이 감소 함으로서 원래의 비디오 신호에 높은 비트율 때문에 바로 적용할 수 없었던 보다 복잡한 압축 방법의 사용이 각 병렬 신호에 가능해 지기 때문이다. 이러한 이유 때문에 Subband 코딩은 망의 구조에 관계없이 매우 효율적인 코딩 방법으로 HDTV의 압축방법에 쓰인다.⁽⁸⁾⁽⁹⁾

그러면 여기서 Subband 코딩이 왜 패킷망에서 유효한 코딩 방법인지를 살펴보기위해서 Subband 분리를 그림 7(a)의 Babra Image에 적용해 보자.



(a) 원본



(b) 마름모꼴 subband 분리하에서의 고주파대역 (band3) 을 제외한 화질 재생 (band 1,2)



(c) 정방형 subband 분리하에서의 고주파대역 (band3) 을 제외한 화질 재생 (band 1,2)

그림 7

그림 7(b)는 원래 Image인 그림 7(a)를 그림 5(a)와 같이 정방형 Subband 분리 후 주파수 대역 1과 2만을 가지고 재생한 Image이다. 그림 7(b)를 그림 7(a)와 비교할때 바지 부분의 대각선 방향의 줄무늬가 체크무늬 처럼 변한것(Aliasing)을 볼 수 있다. 그림 7(c)는 그림 5(b)와 같이 마름모꼴 Subband 분리후 주파수 대역 1과 2만을 가지고 재생한 Image이다. 그림 7(c)에서는 바지 부분의 대각선 방향의 줄무늬가 그대로 보존된 것을 볼 수 있다. 즉 마름모꼴 Subband 분리의 이점은 수직이나 수평 방향 어느쪽으로도 치우치지 않는 사람의 눈의 성질과 조화를 이루는데 있다. 일반적으로 마름모꼴 분리는 정방형 분리 보다 조금 더 복잡한 처리과정을 요구한다.¹³⁾

그림 7(a-c)를 통해서 본 바와 같이 높은 주파수 대역의 정보의 손실은 낮은 주파수 대역의 손실보다 화질 손상에 미치는 영향이 훨씬 적다. 따라서 우리가 가장 중요한 낮은 주파수 대역인 1과 나머지 주파수 대역의 신호를 압축한 후 서로 다른 패킷을 만든다면 패킷 망에서의 높은 주파수 대역에 해당하는 패킷의 유실이 화질 재생에 미치는 영향을 최소화 할 수 있다. 잃어버린 패킷은 수신 단말기에서 전 비트가 0인 패킷으로 대체되게 된다.

일반적으로 낮은 주파수 대역의 정보량과 높은 주파수 대역의 정보량은 응용분야에 따라서 더 세밀한 Subband 분리를 통해서 조정 될 수 있다.

여기서 주의할 점은 낮은 주파수 대역의 패킷은 아직도 낮은 패킷 유실 빈도를 요구한다는 점이다. 하지만 Subband 분리로 보호해야 할 정보의 양이 낮은 주파수 대역의 패킷으로 한정 되기 때문에 Error Correcting Code의 회로 구현이 용이하게 된다.

위에서 기술한 바와 같이 Subband 코딩을 포함한 계층적 코딩 방법은 패킷 유실이 불가피한 패킷 망의 영상 통신에서 매우 효율적인 코딩 방법이다.

계층적 코딩의 또 하나의 큰 이점은 영상회의

및 CATV 같은 다중(Multicast) 통신에서 망에서 처리해야할 정보 용량을 최소화 시키는데 사용될 수 있으며, 또한 한 화면에 여러 다른 화상 Image를 조합할때 생기는 망내에서의 처리 과정이 매우 간단해 짐을 볼수 있다.⁽⁶⁾

V. 패킷 망에서의 영상 전송 방법 (Video Transport in Broadband Packet Network(s))

패킷 망에서의 영상 전송 방법으로 다음의 세가지를 생각할 수 있다.

첫째는 패킷망의 전송 및 교환기의 설계를 간결하게 하는 대신 송신 및 수신 단말기에서 패킷의 유실 및 지터를 보상하게 하는 방법이다. 이 경우 망 내의 대역폭의 효율적인 사용은 장점이 될수있지만 Error Correction Coding 등 단말기의 구조가 매우 복잡해지는 단점이 있다.

둘째의 방법으로는 모든 영상 통신의 경우 패킷 망 내에 최대의 대역폭을 보장해 주는 방법이다. 즉, 패킷 망 내에 회선교환망 같은 Connection 을 마련함으로써 패킷망이 매우 낮은 패킷 유실 빈도($<10^{-10}$)와 최소의 패킷 지터를 보장함으로써 화질의 손상을 최소화 시키는 방법이다.

이 경우 단말기의 디자인은 매우 간단해지나 최대 대역폭 보장에 따른 망 내의 대역폭의 사용이 큰 단점이 된다.

세번째의 방법은 계층적 코딩을 이용 패킷에 우선 순위를 주어 위의 두 방법을 절충한 방법이다.⁽⁶⁾

즉, 화질 손상에 결정적인 영향을 주는 계층적 코딩의 낮은 주파수 대역의 패킷에 우선권을 주어 이 주파수 대역의 최대 대역폭만을 보장하고 그외의 주파수 대역의 패킷들은 보통의 방법으로 보내는데 이때 이 대역폭에서 생기는 패킷의 유실과 지터에 대한 보상은 계층적 코딩의 특성 때문에 별 문제가 되지 않는다. 여기서 클럭 정보 패턴은 우선권이 높은 패킷에 포함

시킨다. 낮은 주파수 대역에 해당하는 패킷의 최대 대역폭을 보장하여도 Circuit Emulation의 방법을 쓰면 비어있는 대역폭을 우선권이 낮은 패킷들이 자동적으로 사용하게 된다.⁽¹⁰⁾

따라서 이 방법은 망 내의 대역폭 사용의 효율성을 높이면서 동시에 패킷 유실 및 지터에 따른 화질의 손상을 복잡한 단말기의 사용없이 최소한으로 막는 방법이라 할 수 있다. 하지만 우선권이 다른 두 패킷 트래픽의 동기 문제가 수신 단말기의 버퍼 메모리 용량을 증가 시키게 된다.

VI. 결 론

본 논문에서는 광대역 패킷 망에서의 영상 통신의 문제점 및 그 가능한 해결방안 등을 기술하였다. 그 중 패킷의 유실 및 지터의 원인을 살펴보고 그의 보상 방법을 찾아보았다.

패킷 지터 하에서의 클럭 동기 방법을 논의하였고 특히 패킷 유실의 보상 방법으로서 계층적 비디오 코딩과 우선권이 다른 패킷의 전송을 합하여 대역폭 사용이 효율적이고 화질의 손상을 최소화 하는 비디오 전송 방법을 논의 하였다.

다가올 광대역 종합 통신망에서 영상 정보가 차지할 비중을 생각할때 이 패킷 비디오에 관한 연구는 더욱더 중요해지리라 생각된다. 하지만 아직 여러분야에서 해결되어야 할 연구 과제들이 산적해 있다. 예를 들어 영상 통신의 호점속, 망의 폭주제어(Congestion Control), 통계적 분석, 프로토콜 문제 등이 아직 정복되어야 할 연구 과제들에 포함이 된다.

결국 광대역 ISDN이나 LAN에서 HDTV와 같은 고품질의 영상 통신을 다양한 서비스(영상 전화, 영상 회의, CATV 등)를 통하여 제공하는데 발생하는 문제들이 이 패킷 비디오 연구의 중심 분야라 할 수 있다.

REFERENCES

1. L. T. Wu, S.H. Lee and T.T. Lee, "Dynamic TDM A Packet Approach to Broadband Netwrking," Proc. of IEEE ICC'87, pp. 1585-1952, Seattle, WA, June 1987.
2. D.R. Spears, "Broadband ISDN Switching Capabilities from a Service Prospective," IEEE Jounal on Selected Areas in Communication, Vol. SAC-5, pp. 1222-1230, October 1987.
3. S.H. Lee "An Integrated Transport Technique for Circuit and Packet Switched Traffic," Proc. of IEEE INFOCOM'88, pp. 110-118, New Orleans, LA, Mar. 1988.
4. W. Verbiest et al., "The Impact of the ATM Concept on Video Coding," IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol. SAC-6, pp. 1623-1632, December 1988.
5. S.H. Lee and L.T. Wu, "Variable Bit Rate Video Transport in Broadband Packet Networks," Proc. of SPIE Conference on Visual Communications and Image Processing, pp. 954-964, Cambridge, MA, November 1988.
6. S.H. Lee, R.Ansari and D. J. Le Gall, "Transparent Bridge for Multicast Packet Network," 2nd International Workshop on Packet Video Torino, Italy, September 1988.
7. R.P. Singh, S. H. Lee and C.K. Kim, "Jitter and Clock Recovery for Periodic Traffic in Broadband Packet Network," Proc. of IEEE GLOBECOM '88, Hollywood, Florida, November 1988.
8. D.J. Le Gall, H.P. Gaggioni and C.T. Chen, "Transmission of HDTV Signais under 140 Mbit/s using Subband Decomposition and Discrete Transform Coding," Second International Workshop on Signal Processing of HDTV, Italy, March 1988.
9. R. Ansari, A. Fernandez and S.H. Lee, "HDTV Subband / DCT Coding Using IIR Filter Banks: Coding Strategies," will appear in SPIE Conference on Visual Communications and Image Processing Philadelphia, Pennsylvania, November 1989.
10. P.J. Lee, "Forward Error Correction Coding for Packet Loss Protection," First International Workshop Packet Video New York, NY, May 1987.
11. G. Karlsson and M. Vetterli, "Subband Coding of Video Signals for Packet-Switched Networks," Proc. of SPIE Conf. on Visual communications and Image Processing, pp. 446-456, Cambridge, MA, October 1987.
12. R. Ansari and S.H. Lee, "Two-Dimensional Non-Rectangular Interpolation, Decimation and Filter Banks," IEEE ICASSP'88, New York, NY April 1988.
13. R. Ansari, A.E. Cetin and S.H. Lee, "Image Subband Coding using Non-rectangular Filter Bank," Proc. of SPIE Conference, Sand Diego, CA, August 1988.
14. C.K. Kim, S.H. Lee and L.T. Wu, "Circuit Emulation," International Journal of Analog and Digital Cabled Systems, pp. 245-256, December 1988.

李尚勳(Sang Hoon LEE) 正會員
 1955年1月24日生
 1978年2月: 서울大學校 電氣工學科卒業
 1982年12月: Univ. of Pennsylvania (工學碩士)
 1984年9月: Univ. of Pennsylvania (工學博士)
 1984年9月~現在: Bell通信研究所研究員
 硯研究室長 代行
 • 第3回 國際Packet Video Workshop 學術會長