

MPEG-4 FGS의 인터넷 적용방안

양요진*, 박성찬, 이귀상

*전남대학교 전산학과

e-mail : {u0020368, schpark, gslee}@chonnam.ac.kr

Adaptation of MPEG-4 FGS to Internet

Yo-Jin Yang*, Sung-Chan Park, Guee-Sang Lee

*Dept. of Computer Science, Chonnam National University

요 약

동영상 정보는 압축율을 높이기 위해 서로 연관성이 깊고, 정확한 의미 전달을 위해 지연 민감한 데이터로 구성된다. 이와 같은 동영상 데이터를 다양한 대역폭 변화율, 전송중의 높은 패킷 손실율의 특성을 갖는 인터넷을 통해서 전송하기 위해서는 대역폭 적응적이고 에러강인성(Error Resilience)이 높은 시스템이 필요하다. ISO/IEC의 MPEG-4에서는 FGS(Fine Granular Scalability)를 표준으로 채택하여 이러한 문제점의 해결방안으로 삼고 있다. FGS는 기존의 적응적 비디오 코딩의 개념을 적응적 비디오 콘텐츠로 바꾸면서 낮은 복잡도로 대역폭에 적응이 용이하여 다수의 다양한 망 사용자를 모두 만족시킬 수 있어 VoD나 화상회의 등의 응용에 적합한 기술이라 할 수 있다. 또 인터넷에서 예측하기 어렵게 자주 발생하는 패킷 손실에 대한 오류전파(Error Propagation)가 없는 장점을 가지고 있다. 고용량의 영상 데이터를 다수의 사용자가 동시에 요구하게 되는 상황에서 네트워크 자원을 절약하는 멀티캐스트(Multicast)는 필수적이다. 그리고 비디오와 같은 정보는 그 중요도가 다른 데이터로 구성되므로 특정 상황에서 중요도에 따라 지능적인 처리를 필요로 하는데 차세대 망 기술로 연구되는 Active Network를 고려할 수 있다. 영상 정보를 효율적이고 안정적으로 활용하기 위한 이러한 신기술의 효율적인 적용방안을 제안하였다.

1. 서론

최근 최근 멀티미디어 데이터 처리 기술의 급속한 성장과 고속 통신의 발전으로 멀티미디어 데이터(Video, Audio, Image) 서비스에 대한 관심이 고조되고 있다. 특히, MPEG(Moving Pictures Experts Group)과 같은 압축된 형태의 비디오 데이터를 이용한 VOD(Video On Demand)나 AOD(Audio On Demand) 서비스가 증가함으로써 멀티미디어 스트리밍(Streaming) 기술에 대한 관심이 커지게 되었다. 그러나 전송망이 되는 인터넷이 최선형(Best-Effort)서비스를 기본으로 하기 때문에 사용자의 수에 따른 대역폭의 변화와 혼잡제어(Congestion Control)[8]에 따른 필연적인 지연(Delay) 지연변이(Jitter) 패킷 손실을 피할 수 없다. 지금까지 대역폭 변화에(DSL: from <600 to >6000 Kbit/sec) 적용하기 위한 기술로는 화질 열화가 심한율제어(Rate Control)나 많은 저장공간을 필요로 하는 다양한 율로 코딩해서 저장해주는 방법 등을 사용해 왔다. 또 전송상의 문제나 혼잡제어를 위한 패킷

손실에 따른 에러전파(Error Propagation)를 피하기 위한 방법으로는 FEC(Forward Error Correction), ARQ(Automatic Repeat Request), VRC(Video Redundancy Coding), Data Partitioning 등의 방법을 사용해 왔으나 overhead나 복잡도가 너무 높아지는 문제가 있었다. 1999년 MPEG-4에 표준안으로 채택되어 계속 연구되고 있는 FGS(Fine Granular Scalability)[1]는 비트율에 따라 여러 종류로 코딩할 필요없이 한번 코딩하므로 적은 저장공간을 사용하면서도 조밀한 네트워크 적응성을 가지고 낮은 복잡도로 에러 저항성(Error Resilience)이 크다는 특징이 있다. 여기에 코딩과 전송과정을 분리시켜 전송시 비트율을 결정할 수도 있고 유니캐스트(Unicast)와 멀티캐스트(Multicast)를 동시에 효율적으로 적용할 수 있는 스트리밍(Streaming)[2] 기법이다. 이와 같은 확장성 있는 콘텐츠(Scalability Content)를 어떻게 실제 멀티캐스트에 적용하여 다수의 다양한 대역폭을 사용하는 사용자들이 모두 자신의 망을 최대한 활용하면서도 망에 부하를 줄일 수

있도록 적용 할 수 있는가는 매우 중요한 문제이다. 그리고 최근 관심을 모으고 있는 Active Network 는 사용자의 주문에 따라 지능적으로 망 상황에 대처할 수 있는 기술로 이러한 차세대 망 기술에 FGS를 어떻게 적용 할 것인가 역시 중요한 문제이다.

따라서, 본 논문에서는 비교적 간단하게 구현이 가능하면서도 대역폭 변화에 잘 적응하고 예러 저항성이 큰 FGS 기술을 다수의 사용자에게 네트워크에 부하를 줄이면서 보다 안정적인 데이터 전송 및 화질 유지를 가능하도록 하기 위한 망 적용방안에 대해 살펴 보고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 효율적인 멀티미디어 통신 기술의 관련연구로 FGS(Fine Granular Scalability)[2], Active Network[3], 그리고 멀티캐스트(Multicast)를 살펴보고 3 장에서는 이런 기술의 구체적으로 효율적인 적용방안을 제안하고, 마지막으로 결론을 보인다.

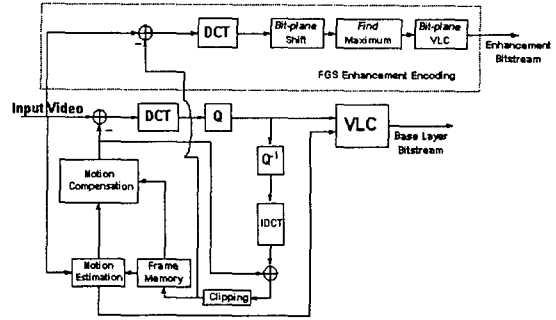
2. 관련연구

현재 인터넷과 같이 QoS(Quality of Service)를 제공하지 못하는 망을 통해 지연 민감(Time-Sensitive)하고 상호 참조하는 데이터로 구성 되어 멀티미디어 정보를 전송하는 데는 많은 문제점들이 있다. 그러나 이러한 문제점을 해결하기 위한 연구가 이루어져 왔고 이러한 노력의 결과로 FGS(Fine Granular Scalability), Active Network 멀티캐스트(Multicast)와 같은 기술이 연구되고있다. 이와 같은 기술을 각각 부호와 측면과 전송측면으로 나누어 살펴본다.

2.1 FGS(Fine Granular Scalability): 부호화 측면

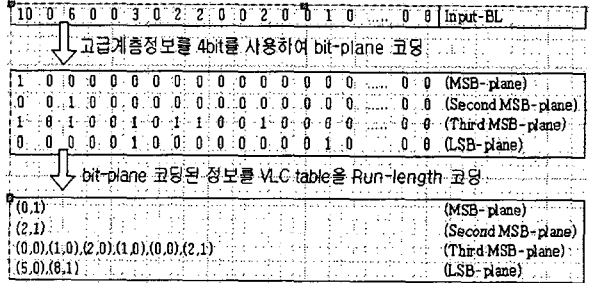
미래의 영상 정보 통신은 고화질 TV(HDTV), 유무선 인터넷(Wire/Wireless internet), PDA, 이동 통신 등 다양한 전송 환경 아래 놓여져 있다. 무선 인터넷 환경과 같은 전송 선로상에서 비디오가 네트워크를 통해 전송이 될 때, 대역폭은 갑작스럽게 변할 수 있고, 전송선로상에는 에러가 쉽게 일어날 수 있다. 즉 인코더 측면에서 비트스트림의 전송을 끝마쳤다고 해도, 디코더측에서는 완전한 비트스트림을 전송 받지 못할 수 있다. 이런 경우에도 디코더는 불완전한 비트스트림 만으로도 복호를 할 수 있는 능력이 있어야 한다. MPEG-4 의 FGS(Fine Granular Scalability) 스케일러블 코딩은 이런 문제를 해결하면서 낮은 복잡도로 대역폭에 적응적이고, 예러 저항성이 큰 확장성 콘텐츠(Scalability Content)를 만드는 기술로 인식되고 있다. 아래 [그림 1]이 이러한 기술을 잘 보여줄 수 있는 FGS 의 인코더 구조도 이다.[4]. 기본 계층(Base-Layer)을 구성하는 부분은 기존의 인코더와 같고 여기에 점선 안의 고급계층을 구성하는 부분만 추가하면 된다. 기본 계층에 양자화(Quantization)를 크게 하여 기본 계층으로 보내고, 다시 원 영상(Original Image)과 기본 계층의 차(Residue) 즉 기본 계층에서 손실된 정보를 고급계층으로 전송한다는 점은 SNR 스케일러블리티(Signal-to-Noise Ratio Scalability)와 유사하지만, 이러한 고급계층정보를 모션 예측(Motion Estimation) 없

이 Bit-plane 단위로 코딩한다는 점이 다르다.



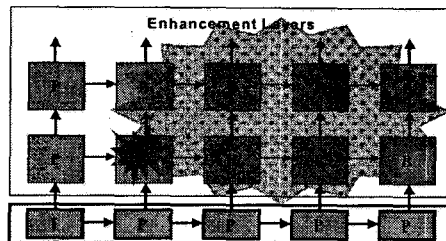
[그림 1] FGS 인코더 구조도

Bit-plane 코딩은 [그림 2]의 예와 같이 원 영상과 기본계층 영상의 차분치가 점선으로 만들어진 상자라면 이를 픽셀당 프레임을 구성하는 방식으로 배열하고 이를 다시 VLC[5] table 을 이용하여 코딩한다. 그리고 전송시에는 사용자의 대역폭에 따라 적응적으로 MSB(Most Significant Bit plane)부터 LSB(Least Significant Bit plane)순으로 화질이 대역폭에 따라 점차적으로 향상되는 Progressive Mode 로 전송한다

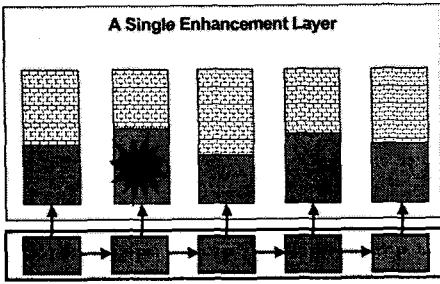


[그림 2] Bit-plane 코딩의 예

이러한 부호화의 영향은 [그림 3]과 [그림 4]가 잘 보여주고 있다. [그림 3]과는 다르게 [그림 4]에서 고급계층간에 화살표가 없는 것은 고급계층간에는 모션 예측/보상을 하지 않으므로 [그림 3]처럼 기존의 다계층 부호화에서 발생하는 패킷 손실에 따른 예러 전파(Error Propagation)가 발생하지 않는 것이다. 그리고 [그림 4]는 하나의 고급계층으로 코딩하지만 Bit-plane 단위로 코딩하므로 다양한 대역폭사용자에 따라 조절하게 적응적인 화질을 제공할 수 있다[7].



[그림 3]다계층 부호화의 예러 영향

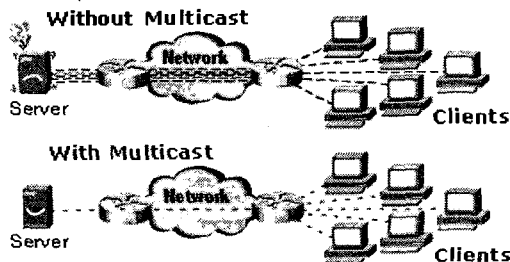


[그림 4] Single layer(FGS)의 예러의 영향

한편, FGS는 큰 폭의 대역폭변화를 지원하기 위해 기존의 스케일러빌리티 코딩방법을 모두 적용하는 방향 (spatial/temporal/SNR Scalability with fine granularity)으로 발전하고 있다.

2.2 Multicast:전송 측면

인터넷 사용자가 증가하고 또 화상회의나 VoD와 같이 다수의 이용자가 동시에 사용하는 어플리케이션에 대한 수요가 늘어나면서 유니캐스트(Unicast) 방식의 한계가 드러났다. 일반적으로 TCP/IP 상의 인터넷 응용 프로그램은 데이터의 송신자가 이를 수신할 수신자의 인터넷 주소를 전송 패킷에 포함시킨다. 그러나 멀티캐스트 전송 방식의 전송 패킷에는 수신자의 주소 대신 수신자들이 참여하고 있는 그룹 주소를 표시하여 패킷을 전송한다. 이렇게 하여 송신자는 그룹 주소 안에 있는 한 수신자에게 전송 패킷을 한번 송신하게 되면 그 그룹 안의 다른 수신자에게는 다시 전송하지 않고 처음에 패킷을 받았던 수신자가 그 패킷을 전송하게 되는 것이다. 그룹 통신을 위하여 다중 수신자들에게 동일한 데이터를 전송하고자 할 경우 멀티캐스트 전송 방식을 이용한다면 전송하고자 하는 데이터 패킷의 중복 전송으로 인한 네트워크 효율 저하 문제를 해결할 수 있다는 것을 [그림 5]가 보여주고 있다. 이와 같은 멀티캐스트가 가능한 노드가 멀티캐스트를 이해하지 못하는 노드들 사이에 두고 있을 때 터널링(Tunneling) 기법을 사용하여 멀티캐스트가 가능한(Multicast-Capable) 노드간에 패킷을 전송하고 이와 같은 멀티캐스트가 가능한 가상망을 Mbone(Multicast Backbone)이라 한다.



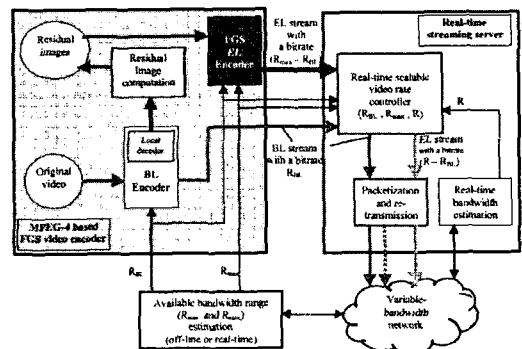
[그림 5] Unicast와 Multicast의 비교

2.3 Active network :전송 측면

Active Network는 응용 프로그램을 대신해서 네트워크가 실행되도록 응용 프로그램이 새로운 프로토콜을 네트워크에 주입할 수 있게 하는 기술을 제공한다. 네트워크의 노드들은 프로그램 가능한 엔티티들 (Programmable Entities)이고 새로운 서비스나 프로토콜을 구현하기 위해 이들 노드들에서 응용 프로그램 코드가 실행된다. 그래서 기존의 네트워크에서 라우터나 스위치와 같은 중간노드들이 단순히 수동적으로 패킷의 헤더만 처리하던 방식에서 한 걸음 더 나아가 사용자가 원하는 처리를 할 수 있는 프로그램을 전송하고, 이를 중간 노드들이 수행하도록 할 수 있는 망 기술이 Active network이다. 스마트 패킷(Smart packet)이라 불리는 프로그램은 실은 패킷이 전달되면 네트워크는 트래픽 제어 사용자가 원하는 처리를 하므로 유연하고 확장성 있는 네트워크가 된다. 응용 가능한 처리로는 방화벽, 웹 프락시, 모바일 단말기에 사용되는 캐싱으로도 사용될 수 있다. 특히 영상정보와 같이 지연 민감하고 중요도가 다른 패킷으로 구성된 데이터에 대해 혼잡(Congestion) 상황에서 중요도에 따라 우선적으로 처리하도록 동적인 제어가 가능하다는 장점이 있다. 기존의 IP구조의 영상정보에도 Partial Packet Discard, Frame Level Discard, Group of Picture Level Discard 등의 혼잡제어 방법으로 동일한 상황에서 더 낮은 PSNR값을 유지할 수 있었다[3].

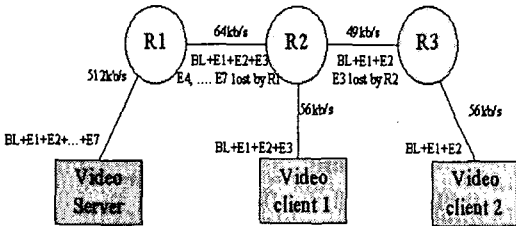
3. 제안방법

관련연구에서 살펴본 FGS의 기본적인 스트리밍(Streaming) 시스템은 [그림 6]에 잘 나타나 있다. 부호화시 네트워크 통신망 환경에서 이용 가능한 대역폭의 범위로 최소 및 최대(R_{min} , R_{max}) 대역폭을 미리 파악하고 최소 비트율 사용자의 대역폭(R_{min})을 기본계층(Base-Layer)에 할당($R_{min} = R_{BL}$)한다. 그리고 나머지 부분($R_{max} - R_{BL}$)을 고급 계층에 할당하여 Bit-plane으로 코딩하여 둔다. 그리고 접근한 사용자의 대역폭이 R인 경우 스트리밍 서버는 기본계층으로 R_{BL} 을, 고급계층으로 $R - R_{BL}$ 을 전송 타임에 결정해서 보낸다[9]. 따라서 수신측 디코더에서 가능한 비트율에 따라 최상의 화질을 수신할 수 있다.

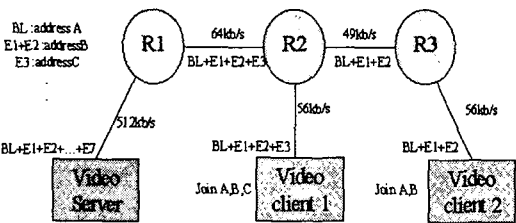


[그림 6] 멀티미디어 스트리밍을 위한 FGS 시스템 혹은 스트리밍 서버가 실시간으로 네트워크에 적응하지 어렵다 하더라도 Bit-plane으로 코딩되어 있어 수신측

에서는 완전하지 않은 비트스트림도 최대한 이용할 수 있다. 일대일(Point-to-Point) 통신의 경우 위와 같은 시스템으로 FGS의 장점을 최대한 이용할 수 있는 반면, VoD나 화상회의(Video Conference) 같은 응용에서처럼 다수의 사용자가 다양한 네트워크를 통해 접속해 올 경우에는 모든 사용자가 최상의 화질을 전송 받으면서도 네트워크 부하를 최소화 하기 위한 방안을 고려해야 한다. 이런 일대다 통신환경에서는 기본적인 스트리밍 구조에 네트워크의 기능을 추가적으로 고려해야 한다. [그림 7]과 [그림 8]에 두 가지 멀티캐스트를 사용한 방안을 제안한다. 첫 번째 방법은 지능망을 이용한 멀티캐스트로 기존의 네트워크에서는 추가적인 기능을 올릴 필요가 있는 방법이다. 기본 계층을 BL로, 고급계층을 네트워크 대역폭(Bandwidth) 특성에 따라 따라 E1+E2...E7로 나눈다면 [그림 7]과 같이 중간 노드들이 다음 노드로 트래픽(Traffic)을 전송할 때 대역폭이 충분하지 않다면 중요도가 낮은 데이터를 우선적으로 폐기(Discard)하는 방법이다. 고급 계층의 Bit-plane 코딩의 우선 순위(Priority)를 인식하고 중요도에 따라 처리하기 위해서는 Active Network와 같은 지능망 기술이 필요하다. 적용 필터링 방법으로는 기존의 Partial Packet Discard나 Plane Level Discard가 적절하다.



[그림 7] 패킷 우선순위를 이용한 지능망 멀티캐스트



[그림 8] 다중 주소를 이용한 멀티캐스트

두 번째 방안도 기본적인 계층에 따른 할당은 첫 번째 방법과 동일하게 기본 계층으로 BL, 고급 계층을 E1+E2...E7로 나누고, 여기에 고급 계층에 각각 다른 주소를 할당하되 우선순위(Priority)에 따라 멀티캐스트 주소(Multicast Address)를 할당하여준다. 사용자는 자신의 네트워크 능력에 따라 다중 주소에 선택적으로 가입(Join)하여 적절한 영상 정보를 수신하게 된다. 이 방법은 기존의 멀티캐스트 네트워크를 그대로 이용할 수 있는 장점이 있으나 주소 관리의 어려움이나 멀티캐스트 사용자 수에 따른 실시간 대역폭 적용이 어려

울 것으로 생각된다. 그리고 조밀한 스케일러빌리티를 위해서는 많은 주소를 관리해야 하는 문제가 있다.

4. 결론

현재 인터넷은 그 인기로 피할 수 없는 멀티미디어 정보의 전송 매체이다. 그러나 인터넷은 다양한 대역폭 변화율과 높은 패킷 손실율[9], 멀티미디어 정보량에 비해 적은 자원, 사용자의 변화에 따른 지연과 지연 변화율, 예측의 어려움 등 Best-effort망의 한계를 가지고 있어 멀티미디어 데이터를 전송하기에는 많은 어려움이 있다. 그러나 FGS(Fine Granular Scalability)와 같은 스케일러빌리티(Scalability) 코딩 기법과 네트워크 자원을 절약할 수 있는 멀티캐스트나 지능적인 트래픽 처리로 우선순위 처리를 할 수 있는 Active Network 등의 기술이 현재 인터넷의 문제를 각각 다른 측면에서 보완하고자 하는 노력이 이루어지고 있다. 이러한 기술로 인터넷을 영상정보의 전달 매체로 사용하기 용이해진 것이 사실이다. 그리고 이러한 기술의 발전과 함께 기술의 연동방안을 연구하는 것은 기술의 발전방향을 제시 한다는 면에서 역시 중요하다. 지능망으로 Active Network의 어떤 기능을 이용할 것인가와 같은 문제나 다중 멀티캐스트 주소를 사용할 때 세션(Session)의 관리 및 데이터 통합 등의 구체적인 문제는 시험망을 구현해야 할 것으로 생각된다.

Acknowledgments

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000-1-30300-005-3)지원으로 수행되었음.

5. 참고 문헌

- [1] M.van der Schaar, H.Radha and C.Dufour, "Scalable MPEG-4 Video Coding with Graceful Packet-Loss Resilience over Bandwidth-Varying Network", *ICME, Vol. 3, pp.1487-1490, 2000 July*
- [2] T.D.C Little and D. Venkatesh, "Prospects for Interactive Video-on-Demand", *IEEE Multimedia, Vol. 1, No. 3, pp.14-24, 1994.*
- [3]Samrat Bhattacharjee, Kenneth L. Calvert, Ellen W. Zegure, "An Architecture for Active Networking", IFIP, Published by Chapman&Hall, 1996
- [4] M. Walker, R. Jacobs and M. Nilson, "Adaptive multimedia streaming over IP", *Proceedings of The 11th International Packet Video Workshop, pp. 15-21, May, 2001.*
- [5] M. Khansari and V. Bhaskaran, "A low complexity error resilient H.263 coder", *IEEE ICASSP '97, pp.2737-2740, 1997.*
- [6] 김재균, "영상통신시스템", 영지문화사, 2000
- [7] H.Radha and Y.Chen, "Fine-Granular-Scalable Video for Packet Networks", *Packet Video 99, Columbia University, New York, April 1999.*
- [8] D.Wu, Y.T.Hou, and Y.-Q. Zhang, "Transporting real-time video over the Internet:challenges and approaches", *Proceedings of the IEEE, vol.88, no.12, Dec. 2000*
- [9] MPEG-4 Fine granular Scalability Verification Model version 4.0, ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11/N3317, March, 2000