

인터넷 영상회의의 흐름제어를 위한 H.261의 압축율 분석

고동환[†], 고민수, 안종석
동국대학교 컴퓨터 공학과

Analysis of the H.261 compression rate change
for flow-controlling the Internet video conferencing

Dong-hwan Ko, Min-su Ko, Jong-suk Ahn
Dept. of Computer Engineering Dongguk University

요 약

최근 인터넷 상에서의 효율적인 영상/음성 시스템을 개발하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 연구 중의 중요한 분야로는 인터넷의 대역폭을 효율적으로 사용하려는, 즉 가변적인 인터넷의 사용가능한 대역폭을 예측하고, 예측된 대역폭에 알맞게 영상과 음성 정보를 압축하는 연구일 것이다. 본 논문에서는 사용 가능한 대역폭 예측에 알맞게 영상정보의 압축율을 조절하는 기법을 소개한다. 본 논문에서는 영상 압축 알고리즘의 하나인 H.261에서 압축률에 관련된 변수 값과 다양한 영상에서의 압축율 변화의 상관관계를 측정하였다. 또한 본 논문에서는 측정된 상관관계를 수식화하고, 이 수식을 어떻게 전송량 조절(flow control) 알고리즘에 사용할 것인가를 제안한다.

1. 서론

오늘날 인터넷을 이용한 다양한 서비스가 개발되고 있고 그 중에서도 영상회의시스템의 중요성이 급속히 부각되고 있다. 다양한 네트워크와 응용프로그램으로 구성된 인터넷에서 영상회의 시스템은 시시각각으로 변화하는 네트워크의 상황에 적합하게 전송율을 조절하여야 참여자에게 고품질의 영상을 지속적으로 제공할 수 있다. 현재 개발된 화상회의 시스템들은 대부분 고정된 전송율을 유지하는 방식을 취하고 있으나 인터넷 접속의 폭발적인 증가로 인한 네트워크 체증으로 만족할만한 수준의 영상서비스가 이루어지지 못하고 있다. 따라서 네트워크의 체증 정도를 측정, 이용 가능한 네트워크의 대역폭을 예측하여 전송량을 조절하는 기술의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 예측된 네트워크의 대역폭에 맞게 전송량을 조절하기 위하여 압축기의 특성을 조절하여 데이터의 양을 변화시키는 방식을 소개한다. 압축기로는 ISDN과 같은 저속 네트워크에 적합한 H.261을 사용하였고 압축율을 조절할 수 있는 네 가지 요소 - 양자화 인수, 움직임 보상범위, 움직임 보상작용 인수, 움직임 예측 인수 -를 조절하여 전송율 변화를 측정한다. 현재 H.261을 구현한 영상회의 시스템은 미국 U. C Berkeley 대학에서 개발된 Vic이 있다. Vic은 다대일 화상회의 기능과 실시간 전송 프로토콜(RTP, Real Time Protocol)이 구현된 영상회의 시스템이다.

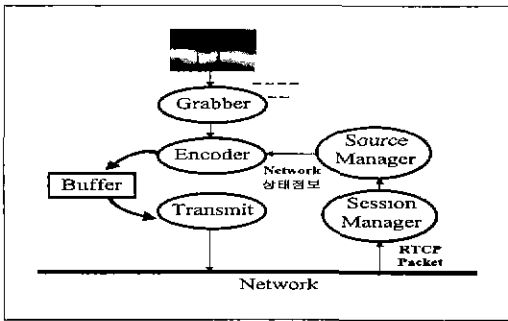
Vic의 압축방식은 인트라프레임 방식에 선택적 재전송(Conditional Replenishment) 방법을 결합하여 구현한 것이다. 선택적 재전송 방법이란 압축한 프레임과 다음 프레임을 비교하여 화면의 변화도가 낮을 때, 즉 압축해야 할 영상 데이터가 작을 때 변화도가 작은 매크로 블록을 제외한 매크로 블록들을 압축, 전송하는 방식이다. 그러나, Vic에서는 높은 화질의 영상으로 재전송시에 기존의 영상데이터에 포함된 계수가 그대로 포함되어 네트워크 자원을 낭비하고, 같은 영상에 대한 연산이 반복되는 문제가 있었다. 본 연구에서 구현된 압축방식은 인트라 프레임과 인터프레임의 두가지 방식을 입력된 영상에 따라 동적으로 선택하게 된다. 이렇게 함으로써 입력 영상의 특성에 따라 전송품질을 일정하게 유지하면서 압축율을 적절히 조절할 수 있고, 불필요한 연산의 반복이 일어나지 않는 장점이 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 구현된 영상회의 시스템에서 플로우 컨트롤(Flow Control)이 일어나는 구조를 설명하고, 3장에서는 구현된 H.261의 압축율과 성능평가에 대하여 설명하며, 4장에서는 결론과 앞으로의 연구방향에 대하여 기술한다.

2. 플로우 컨트롤의 동작구조

영상회의 시스템에서의 플로우 컨트롤(Flow Control)은 RTCP(Real-Time Transfer Control Protocol)의 네트워크의 특성이나 영상회의의 참가자의 정보를 이용하여 구현된다. 이 정보를 이용하여 압축기에서는 사용 가능한 네트워크의 대역

폭을 알아내어 압축율을 조절하게 된다. 영상회의 시스템에서 플로우 컨트롤이 이루어지는 과정은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 영상회의 시스템에서의 전송을 조절

[그림 1]에서 보인 영상회의 시스템의 주요 요소는 입력영상을 YUV 모드로 변환하는 그래버와 각 참가자와의 연결을 관리하는 Session Manager, 입력영상이나 전송 받은 영상을 관리하는 Source Manager, 압축기, 압축기에서 압축된 데이터가 저장되는 버퍼, 실제 전송을 담당하는 Transmit 모듈로 이루어져 있다. 플로우 컨트롤을 위해서 도착한 RTCP 패킷은 각 참가자와의 연결을 관리하는 Session Manager에서 해석되어 Source Manager로 전달된다. Source Manager에서는 해석된 정보를 가지고 압축기에서 제공되어야 할 적합한 압축율을 알아내어 압축기로 넘겨준다. 압축기에서는 그래버에서 변환된 입력영상을 적절한 압축방법을 선택하여 Source Manager에서 넘겨받은 압축율로 압축한다.

H.261에서 압축율을 조절할 수 있는 네 가지 요소 중에서 움직임 보상범위는 ± 16 픽셀(Pixel)인데, 이 범위에서 보상범위를 변화시켜도 움직임벡터를 적용하는 매크로 블록의 수가 큰 변화가 없어서 압축율 조절 효과가 미미하였다. 그리고 움직임 보상적용 인수와 움직임 예측인수는 값의 조절에 따라 집차적인 압축을 변화가 일어나지 않고 특정 값을 기준으로 극단적인 압축을 변화가 발생되어 사용 가능한 네트워크 대역폭에 가깝게 전송량을 조절하는 플로우 컨트롤에 이용하기가 적합하지 않았다. 따라서 본 논문에서는 양자화 인수를 이용한 압축율 변화만을 실험하였다.

3. H.261의 압축율 평가

본 실험의 목적은 입력화면의 특성에 따라 각각 다른 압축방법을 선택하는 H.261의 특성을 실험하기 위하여 서로 다른 특성의 3가지 영상군을 입력으로 하고 압축율을 변화시킬 수 있는 양자화 인수를 조절하여 각각의 입력영상에서 효과적인 압축율 조절방법을 알아내는 것이다. 실험에서 사용되는 압축율은 (압축후 한 프레임의 크기/압축전 한 프레임의 크기)%100을 의미한다. 실험이 진행되는 절차는 먼저 MType의 비교를 통하여 입력영상의 특성을 평가하고, 양자화 인수의 변화에 따른 압축율과 압축단계별 소요시간을 조사하여 압축율 변화를 알아보는 순이다

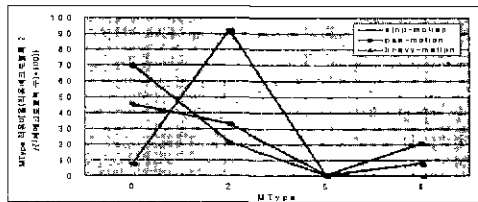
실험에서는 먼저 움직임 예측단계를 거쳐서 매크로 블록단위로 적용될 압축방법을 나타내는 MType으로 입력영상의 특성을 검증한다. 움직임이 심한 영상(전후 화면간의 연관관계가 없는 영상), 이동을 움직임 영상(같은 배경을 좌우로 이동한 영상), 정지영상(위의 두 화면과 동일 배경의 정지영상)의 세가지의 영상을 입력으로 하는데, 움직임이 심한 영상의 경우에는 시간적 상관관계가 있고 압축해야 할 데이터가 많을 때

공간적 압축단계만을 이용하는 압축의 효율을 알아보기 위한 것이고, 이동움직임 영상의 경우에는 입력영상의 공간적 상관관계가 많을 때 적용되는 움직임 벡터와 같은 압축단계의 효율을 알아보기 위한 것이다 정지영상의 경우에는 이전 프레임과의 차이가 없으므로 움직임 예측단계에서 특성을 적절히 파악하여 중복된 프레임을 다시 보내지 않는 기능을 실행하기 위한 것이다. [표 1]은 H.261에서 사용하는 MType의 종류를 나타낸 것이다.

MType	압축 방법	적용 영상
0	INTRA-TCOEFF	초기영상, 132 프레임마다
2	INTER+CBP+TCOEFF	정지 영상
5	2+MVD	이동영상
8	5+Loop Filter	5에서 일정기간마다

[표 1] P64에서 사용되는 MType의 유형

MType 0에서는 인트라프레임 압축방식을 적용한다. 입력영상을 공간적 상관관계를 이용하여 압축함으로써 압축율은 낮으나 높은 화질의 영상을 전송하게 된다. MType 2에서는 인터프레임 방식의 압축과 매크로블록에 속하는 6개의 블록의 화면변화 패턴을 이용하는 CBP(Coded Block Pattern)과 TCOEFF 압축을 이용한다. 연속되는 화면의 변화가 없거나 시간적인 상관관계가 없는 움직임이 많은 영상인 경우에 적용된다. MType 5의 매크로 블록은 MType 2에서 움직임 벡터(motion vector)가 추가로 적용된다 이 경우에는 연속한 두 화면의 시간적인 상관관계가 많은 이동장면의 영상 같은 경우에 적용된다. MType 8의 매크로 블록은 시간적인 상관관계가 많은 화면이 계속 이어지는 경우에 적용되는데, 그 이유는 움직임 벡터가 적용되어 압축된 프레임은 다음 프레임과의 비교를 위하여 다시 복호화되는데, 이 과정에서 움직임 벡터가 적용된 매크로 블록은 주위 매크로블록과의 경계선에서 화질의 열화현상이 축적되게 된다 따라서 MType 5가 적용되는 일정기간마다 MType 8의 방식으로 압축을 행하게 된다. [그림 2]는 각각 120 프레임씩 입력받은 영상의 MType을 그래프로 나타낸 것이다.



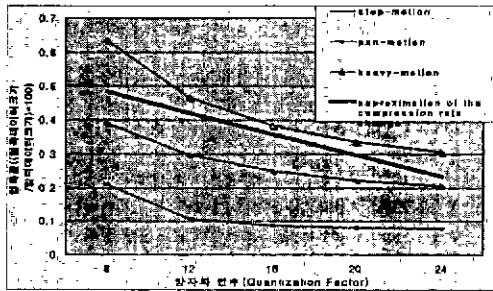
[그림 2] 입력영상의 MType 비율

[그림 2]에서 보인 정지영상의 경우에는 MType 5,8의 비율이 거의 0에 가까운 정지영상의 특성에 잘 부합되었다. 이동영상의 경우 정지영상이나 움직임이 많은 영상에 비해 MType 5, 8의 비율이 크므로 상대적으로 이동영상의 특성을 갖고 있다고 볼 수 있다 움직임이 많은 영상의 경우에는 시간적인 연관관계가 없는 영상의 요건을 갖추고 있다.

양자화 인수를 1에서 32까지 변화시킬 때 양자화 인수가 8 미만에서는 압축율이 급격히 낮아지고 초당 압축 프레임 수가 4프레임/초 이하로 급격한 변화를 보이고 양자화 인수가 24를 초과하는 경우에는 대부분의 고주파 성분이 0가 되어 버리므로 수신자 측의 수신영상의 화질이 매우 떨어진다. 따라서 본 실험에서 양자화 인수의 변화는 8~24까지로 한다.

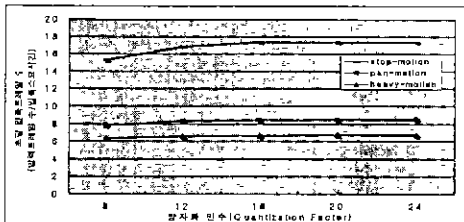
위 실험에서 검증된 입력영상을 입력으로 양자화 인수를 변화시키며 압축을 하였을 때 어느 정도의 압축율 변화를 보이는지를 실험하였다. [그림 3]에서 보면 압축율은 정지영상, 이동영상, 움직임 영상 순으로 높으며, 양자화 인수를 높일수록 압축율도 높아진다. 그러나, 양자화 인수를 높일수록 수신자 측의 영상화질은 낮아질 것으로 예상된다. 정지영상의 경우에는 양자화 인수를 12이상 높일 경우에는 압축율이 별로 변화를 보이지 않는다, 이는 화면간의 차이값만을 압축하는 MType 2의 압축방식이 많으므로 전체적으로 값들이 작기 때문에 12 정도의 양자화 인수에서 대부분이 0가 되어 버리기 때문이다. 이동영상은 움직임 벡터를 적용하는 매크로 블록이 있으므로 짐차 완만한 곡선을 그리고, 움직임이 많은 영상은 MType 0의 압축방식이 많으므로 전체적인 값들이 가장 커서 양자화 인수가 커짐에 따라 압축율이 가장 가파른 곡선을 보여준다. 양자화 인수를 조절함으로써 6.4% ~ 0.08% 정도의 압축율을 조절할 수 있다.

[그림3]에서 굵은 실선은 실험결과로 나타난 압축율 조절을 플로우 컨트롤에 적용시키기 위한 압축율변화에 대한 어림곡선이다. 영상의에서 입력되는 영상은 여러 영상이 동시에 존재하는데, 실제 정지영상의 비율보다는 움직임영상의 비율이 높다. 따라서 정지영상:이동영상:움직임영상의 비율을 1:2:3으로 두어서 전체 영상의 압축율변화로 두었다.



[그림 3] 양자화 인수 조절에 따른 압축율 변화

다음은 양자화 인수의 변화에 따른 압축시간변화를 실험하였다. [그림 4]는 세 종류의 입력영상에서 양자화 인수를 조절함에 따른 초당 압축 프레임 수를 보여준다. 그림에서 보면 초당 압축프레임 수는 압축율과 마찬가지로 정지영상, 이동영상, 움직임 영상 순으로 낮아지고, 이동영상과 움직임 영상의 경우는 전체 압축시간에서 가장 큰 비율을 차지하는 움직임 보상을 위한 연산시간이 많이 걸려서 양자화 인수를 크게 해도 압축시간에는 영향을 별로 받지 않는다. 양자화 인수를 조절함으로써 초당 압축 프레임 수를 175 프레임/초에서 6.2프레임/초 까지 조절할 수 있다.



[그림 4] 양자화 인수조절에 따른 압축시간 비교

실험의 결과에서 보면 약 0.48%에서 약 0.23%까지의 압축율의 변화를 보이는데, 네트워크의 대역폭에 적용시키면, 초당

10프레임의 전송 속도가 요구될 때, 약 440kbyte/sec에서 약 880kbyte/sec까지의 대역폭 변화에 적응할 수 있다. 예를 들면, 880kbyte/sec의 네트워크 대역폭이 접속자의 증가로 15% 정도 감소되었다면 양자화 인수를 12로 두어서 압축율을 0.29%로 유지하면 전송량은 약 760kbyte/sec로 감소되어 네트워크의 과부하를 방지할 수 있다. 반대로 네트워크 대역폭에 여유가 생긴다면 양자화 인수를 줄여서 네트워크의 사용 대역폭을 충분히 이용할 수 있다.

4. 결론

양자화 인수를 이용하여 압축특성을 변화시킴으로써 네트워크의 상황에 맞게 압축율을 조절할 수 있음을 보였다. 본 실험에서 압축율은 초당 약 6프레임에서 17프레임까지 조절할 수 있었다. 양자화 인수를 이용한 압축을 변화는 네트워크의 대역폭에 따라 화질을 향상시키거나 저하시킴으로써 일정한 전송 프레임수를 유지할 수 있다. 그러나, 네트워크의 사용 가능한 대역폭이 아주 낮을 때에는 전송데이터의 크기를 너무 작게 하기 위해서 화질을 고려하지 않는 문제가 있다. 본 실험에서는 전송데이터의 크기만을 이용하였으나 전송되는 영상데이터의 화질도 고려하는 연구가 진행되어야 하겠다. 그리고, 입력영상의 특성에 따라 양자화인수 조절에 따른 압축율변화 정도가 달랐다. 이를 함께 고려하여 각 특성에 맞게 적절한 양자화 인수의 조절이 필요하다.

참고문헌

- [1] T Turletti, "H.261 Software Codec for Videoconferencing over the Internet." Inria Research Report, 1993
- [2] K.R. Rao, J.J.Hwang, "Techniques & Standards For Image Video & Audio Coding", p3~351, Prentice Hall, 1997
- [3] Randy Crane, "Simplified approach to Image Processing", Prentice Hall, 1997
- [4] Joan L.Mitchell, William B. Pennebaker, Chad E.Fogg, Didier J.LeGall, "MPEG video compression standard", ChapMan & Hall, 1997
- [5] R. M Gray [1884] "Vector Quantization" IEEE ASSP Magazine Vol. 1, pp 4~99
- [6] R. M Gray [1990] "Source Coding Theorem" Dordrecht, Holland Kluwer Academic Publishers
- [7] M. Gilge, R. Gussella, "Motion video coding for packet-switching networks An integrated approach", Proc SPIE Conf. on Visual Communications and Image Processing, 1991
- [8] S McCanne, V. Jacobson, "Vic. A Framework for Packet Video" ACM Multimedia, Nov 1995
- [9] I Busse, B. Deffnet, H. Schulzrinne, "Dynamic QoS Control of Multimedia Applications based on RTP" 1995
- [10] Raymond Westwater, Borko Furht "Real - Time Video Compression" Kluwer Academic pp 3~189 1997
- [11] Luis Torres, Murat Kunt "Video Coding" Kluwer Academic pp.4~425 1996
- [12] Richard Schaphorst "Videoconferencing and Videotelephony" Artech House pp.5~172 1996
- [13] 나다기연(주), 동국대, 서강대 정보통신부 정보통신 연구개발사업 97년도 연구결과보고서 "인터넷 video/audio stream 처리 및 전송기술 개발" 정보통신부 pp.25~126 1997
- [14] 후지와라 히로시 "최신 MPEG" 교보문고 pp95~113 1995