

# IP Surveillance를 위한 MPEG 알고리즘

고승천\*

\*문엔지니어링(주) 정보통신사업본부  
e-mail:shine2@orgio.net

## A MPEG Algorithm for IP surveillance

Seoung-chon Koh\*

\*Dept of Information & Communication

### 요 약

영상압축 표준인 MPEG알고리즘은 다양한 분야에서 응용되고있다. 최근에는 기존의 아날로그 CCTV 영상 감시시스템 분야에서도 MPEG을 응용한 IP Surveillance 시스템으로 급속히 전환되고 있는 추세이다. 본 논문은 IP Surveillance를 위한 MPEG 알고리즘의 최적 Qp에 대해 분석하고 실제 전송구간에서의 지연과 품질에 대해 분석하였다. 네트워크를 통한 영상전송에서 QoS에 영향을 미치는 주요 요인으로는 압축된 영상데이터의 bit rate와 전송구간인 네트워크에서의 지연으로 인한 문제이다. 따라서 본 논문은 IP Surveillance를 위한 디지털 CCTV 네트워크를 구성하기 위한 방안을 MPEG 알고리즘과 전송부분에서 분석하고 효율적인 구성방안을 제시하였다

### 1. 서론

CCTV 카메라는 최근 변화의 시기를 맞이하고 있다. 동축케이블로 연결해 모니터로 보던 전통적인 방식의 아날로그 CCTV카메라가 IP네트워크를 통해 전송되는 디지털 CCTV카메라로 빠르게 시장이 전환되고 있다.

IP Surveillance를 위한 디지털 CCTV를 구성하기 위해서는 다음 세가지 핵심기술이 요구된다. 첫째, 영상압축기술이 필요하다. 일반적으로 동영상 압축 기술은 MPEG1, MPEG2, MPEG4, H.261, H.263, H.264 등이 활용되고 있으나 고정적인 대역폭의 확보, 낮은 해상도, 높은 비용, 복수사용자 지원의 어려움에 대한 완전한 해결이 이뤄지지 않은 상태이다. 둘째, 임베디드 OS기술이 필요하다. 임베디드 OS는 네트워크를 필수적으로 지원해야 하며 소형이면서 신뢰성 있는 OS라야 한다. 셋째, 네트워크 기술이 필요하다. TCP/IP환경에서 전송되는 영상에 적절한 QoS를 제공하기 위한 대역폭의 확보와 지연에 대한 대응 등 네트워크 레벨에서는 영상전송에 관한 제반 여건을 제공하여야 한다. 과거 ATM 위

주였던 영상전송 네트워크는 최근 Ethernet 기반의 전송 솔루션들로 대체되고 있다[1]-[4].

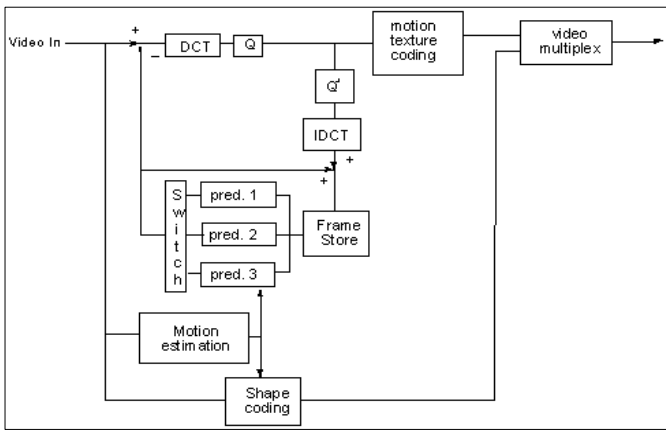
본 논문에서는 언급한 세가지 핵심기술 중 전송을 위한 bit rate와 네트워크에서의 전송지연에 대하여 IP Surveillance의 관점에서 분석하였다. 본 논문의 구성은 2장에서 IP Surveillance를 위한 MPEG의 효율적인 Qp(Quantization Parameter)에 대하여 분석하고, 3장에서는 기존 NTSC 영상전송시스템의 지연과 TCP/IP 환경의 영상전송시스템의 지연을 비교한 후 4장의 결론으로 구성되었다.

### 2. IP Surveillance를 위한 MPEG-4 Qp 설정

영상을 네트워크를 이용해 패킷 형태로 전송하기 위해서는 적절한 형태의 압축과정을 거쳐야 하며 MPEG은 이러한 동영상 압축의 대표적인 기법이다. 또한 네트워크를 통해 전송되는 IP Surveillance용 MPEG은 품질뿐만 아니라 압축된 영상의 데이터량을 최소화 하는 것도 중요한 과제이다. 전송 데이터량은 네트워크의 적절한 부하율 유지를 위한 요소로서 과도한 영상 트래픽의 발생은 네트워크의 장애를

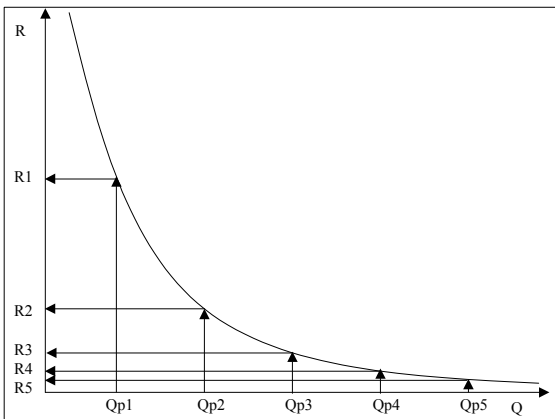
볼러올 수 있다. 현재 IP Surveillance용으로 쓰이는 대표적인 멀티미디어 부호화 국제표준은 MPEG-2, 4를 사용하는 경우가 많다[5].

IP Surveillance를 위한 MPEG에서 가장 중요한 것은 효과적인 Rate Control System을 구성하는 것이다. MPEG-4는 인코더 부분은 복잡한 반면 디코더 부분은 단순하다. 즉, 인코더 부분에서 다양한 응용이 가능하도록 구성되어 있다. 그림 1은 MPEG-4의 비디오 인코더로써 인코더 부분은 크게 두부분으로 나누어지는데 영상정보의 물체의 정보를 가지는 Shape Coding 부분과 움직임 보상정보를 이용하여 DCT를 기반한 Texture Coding 부분으로 나누어 볼 수가 있다.

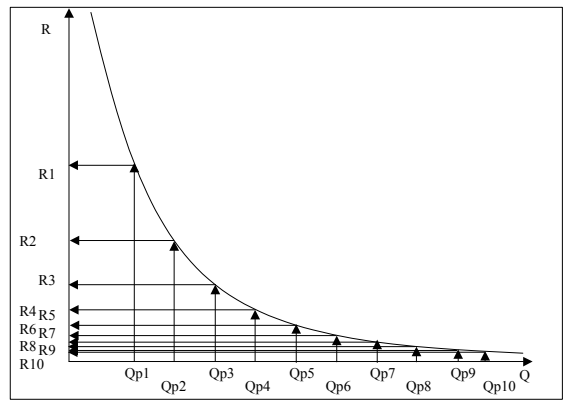


(그림 1) MPEG-4 Video Encoder

MPEG-4의 영상 내용기반 코딩에서 가장 중요한 장점은 움직임 예상 틀 등을 이용하여 영상의 압축 효율이 향상된 점을 들 수 있으며 IP Surveillance를 위한 MPEG-4를 적용하기 위해서 사용자가 원하는 품질의 영상신호로 압축하면서 동시에 네트워크상에서 효율적인 전송이 가능한 bit rate가 되도록 Qp를 설정하는 것이다. Qp의 값은 1에서 31까지로 32단계의 레벨을 가지고 양자화를 실행하는데 Qp값과 bit rate 사이에는 다음과 같은 상관관계가 있다.

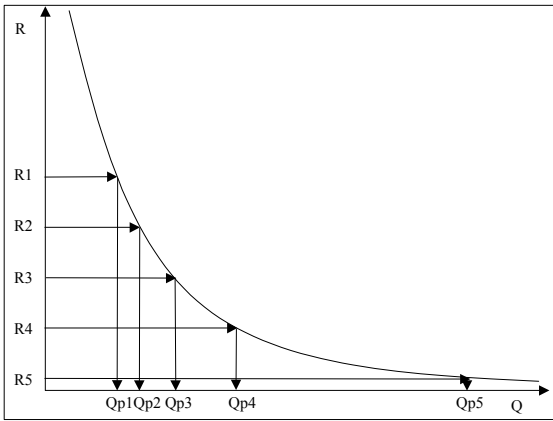


(그림2) Qp 값에 따른 Actual Bit Rate



(그림 3) 세분화한 Qp 값에 따른 Actual Bit Rate

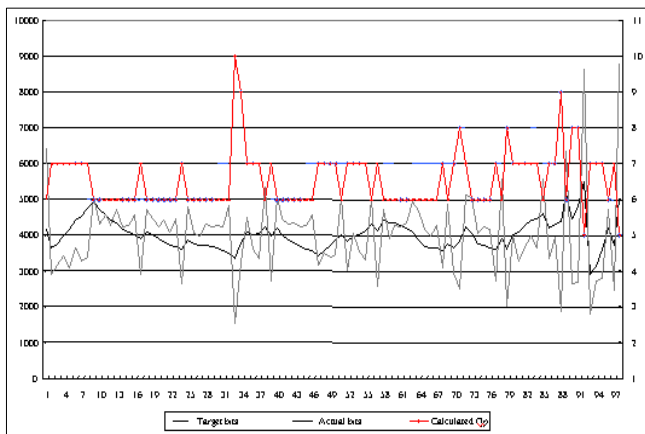
그림2 ~ 3은 Qp값을 단계적으로 확장했을 경우에 나타나는 현상을 보여준다. 그림 2에서 Qp값은 일정한 간격을 갖고 변화하지만 이에 대응하는 Bit Rate는 각각의 Qp에 따라 변화의 폭이 크다. 그림 3에서는 Qp값의 간격을 두배로 세분화하여 이에 대응하는 Bit Rate를 보여준다. Qp값의 간격을 세분화함으로써 대응하는 Bit Rate의 차이는 줄일 수 있지만 일정한 Qp 값으로 인해 대응하는 Bit Rate가 일정하지 않는 문제는 계속 존재한다. 이러한 고정형 Qp 값 적용의 문제를 개선하기 위해 bit 차이가 일정하도록 비선형 Qp값 설정을 사용한 경우가 그림 4이다. 그림 2에서 균등한 비율의 Qp 값을 사용하는 경우에 대응되는 Bits의 값들이 일정한 비율이 아니고 비균등한 값으로 감소하는 현상을 볼 수가 있는데 이러한 비균등하게 대응되는 bits의 값은 Modeling RD(Rate Distortion) curve에서 계산되는 Qp 값이 한 단계의 에러를 발생시키는데 비하여 대응되는 bits값의 차이가 크기 때문에 bits 에러가 상당하다는 사실을 알 수가 있다. 따라서 영상을 코딩하는데 Qp값이 움직이는 범위가 낮은 Qp구간에서 변화를 발생한다면 한 단계의 Qp 에러가 주어지는 Target bits에 대하여 큰 에러를 발생시키게 된다. 반면에 Qp값이 움직이는 범위가 높은 Qp 구간에서 변화가 발생한다면 한 단계의 Qp값 에러는 주어진 Target bits에 대하여 에러 bits가 거의 발생하지 않게 되는 현상이 발생한다. 즉, 높은 Qp구간의 bits 에러는 무시해도 되지만 낮은 Qp 구간에 대한 bits 에러는 해결하여야 한다. 이를 위해 그림 4에서와 같이 비선형적인 Qp값을 적용하는 것이 바람직하다. 즉, Qp값의 변화에 따라 Actual bits rate가 급속히 변화하면 네트워크 전송과정에서 병목현상을 비롯한 장애가 발생할 가능성이 높으므로 Qp값의 변화에 따른 Rate의 변화폭을 일정하게 유지할 필요가 있다.



(그림 4) Nonlinear Qp

언급한 내용을 기반으로 Qp값을 계산할 때 MPEG에서는 이전 frame의 정보가 현 frame의 영상정보에 영향을 줄 수 있는 frame difference에 의해서 계산한다. 일반적으로 10frame에서 20frame 정도의 이전 frame정보를 현재의 프레임과 비교해 Qp값을 결정하며, 상위 2개 데이터와 하위 2개 데이터를 이용하여 현frame의 Target bits와 이전 frame을 coding한 Qp값에 대응하는 Actual bits를 비교하여 가장 오차가 적은 error bits를 갖는 Qp 데이터를 찾는다.

그림 5는 Qp Calculator를 이용하여 Qp값을 결정 한 후 이에 따라 변화하는 Actual bits와 계산된 Qp값 및 Target bits의 처리를 측정 한 결과이다.



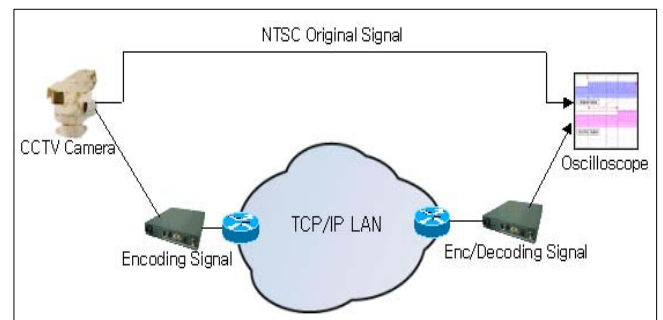
(그림 5) Qp값에 따른 bits rate

### 3. 영상 전송지연 비교(NTSC vs TCP/IP)

영상감시를 위한 기존 NTSC 전송방식의 CCTV 시스템과 IP Surveillance를 위한 CCTV시스템은 구성방식에 있어 그림 6과 같은 차이를 갖는다. NTSC방식의 CCTV시스템은 아날로그 영상신호를 FM (Frequency Modulation)신호로 변조하여 동축 케이블 또는 비디오 광 전송장비를 이용하여 전송하

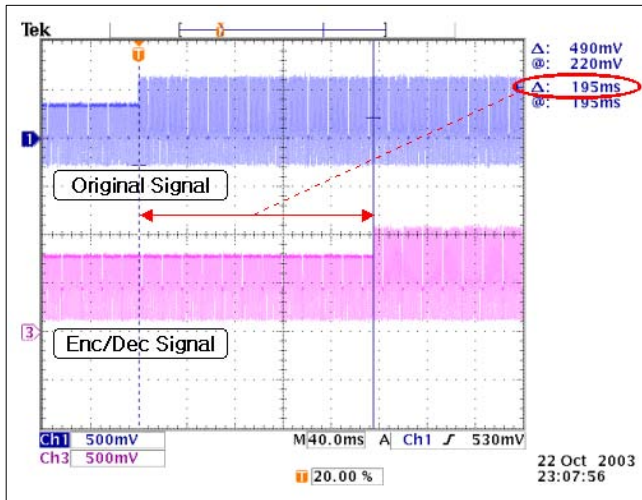
는 반면 IP Surveillance 시스템은 아날로그 영상신호를 디지털 영상신호인 MPEG-4로 인코딩하여 UTP 또는 광케이블을 통해 TCP/IP 패킷으로 전송하여 수신단에서 디코딩하여 영상을 재생하도록 구성되어 있다[6].

본 논문에서는 NTSC방식과 TCP/IP 방식의 영상지연을 비교분석하기 위하여 그림 6과 같은 구성형태로 시스템을 구성한 후 수신단에서 디지털 오실로스코프를 이용하여 지연을 분석하였다. TCP/IP 네트워크는 인코더와 디코더 사이에 2개의 스위치를 장착하였으며 일반적으로 정상적인 네트워크 환경에서 데이터 지연은 10ms이하인 반면 그림 6의 환경에서는 경로가 단순하여 2~4ms 정도가 되므로 실제 시스템 구성에서는 이러한 차이점을 고려하여야 한다. 또한 다수의 카메라로 시스템을 구성할 경우 NTSC방식의 경우 동일한 지연시간을 갖으나 TCP/IP 환경에서는 수량이 증가할수록 지연시간이 증가할 가능성이 높으므로 이에 대한 고려를 해야 한다.



(그림 6) Analog vs Digital Surveillance System

그림 7은 동일한 영상신호를 NTSC방식과 TCP/IP 방식으로 전송하여 수신단에서 디지털 오실로스코프로 수신신호를 측정 한 결과이다. 측정결과 TCP/IP 방식으로 전송한 영상신호는 NTSC 방식에 비하여 195ms의 지연이 발생하였다. TCP/IP 영상신호의 지연요인으로는 다음과 같은 항목을 들 수 있다. 첫째는 아날로그 영상신호를 TCP/IP 패킷으로 변복조 하는데 소요되는 시간이다. 즉, encoding/decoding하는데 소요되는 시간과 이를 다시 이더넷 패킷으로 변환하는데 소요되는 시간이다. 둘째는 네트워크 구간에서의 경로지정과 전송에 추가적인 시간이 소요된다는 점이다. 네트워크 구간에서의 지연은 CCTV 수량이 증가하거나 네트워크 환경의 복잡도에 따라 증가할 소지가 있으므로 실제 시스템 구성에 있어서는 이에 대한 적절한 고려가 필요하다.



(그림 7) NTSC vs TCP/IP 영상 지연

#### 4. 결론

본 논문에서는 기존의 아날로그 CCTV 영상 감시 시스템에서 IP Surveillance 시스템으로 급속히 전환되고 있는 영상감시시스템 시장의 추세에 맞춰 IP Surveillance를 위한 MPEG알고리즘의 최적 Qp에 대한 분석과 실제 전송구간에서의 지연과 품질에 대해 분석하였다.

IP Surveillance를 위한 동영상 압축기법으로는 MPEG을 비롯한 다양한 압축기법이 사용되고 있으나 용도에 맞는 압축방식의 적용과 적절한 Qp설정으로 전송구간에서의 불필요한 트래픽을 최소화하여야 한다. 또한 M-JPEG의 경우 법적 증거능력이 없어서 보안업무용으로는 부적절하므로 업무특성에 맞는 압축방식을 적용하여야 한다.

영상신호의 전송에 있어 본 논문에서는 망 구성이 단순하여 QoS를 위한 특별한 대응을 하지 않았으나 실제 구성에 있어서는 적절한 고려가 필요하다. 예를 들어 CCTV 수량이 증가하고 네트워크 구성의 복잡도가 향상될 경우 지연과 패킷의 충돌로 인하여 QoS가 저하될 가능성이 높으므로 적절한 프로토콜과 충분한 대역폭을 확보하여야 한다. ATM환경의 IP Surveillance 시스템이 주류를 이루던 기존에는 ATM의 특성상 각 Class별로 적절한 대역폭을 설정하는데 어려움이 없었으나 Ethernet환경에서는 RSVP, H.323, MPLS 등 QoS 보장을 위한 적절한 프로토콜을 적용하여 충분한 대역폭을 확보하고 최적의 경로지정을 통해 전송구간에서의 지연과 충돌을 최소화 하여야 사용자가 요구하는 품질의 IP Surveillance 시스템 구성이 가능하므로 이에 대한 충분한 고려가 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] Gagnon Gilles; Subramaniam Suganthan, Vincent Andre, "3D MPEG-2 video transmission over broadband network and broadcast channels," Proceedings of SPIE Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems VIII , pp.290-298, 2001.
- [2] 미키 스케이치, "MPEG-4의 세계", 영풍문고, 1999
- [3] Clive Norris, Gary Armstrong, "The Maximum Surveillance Society : The Rise of CCTV," Berg Pub.LTD, 1999.
- [4] M. Krunz, R.Sass, H. Hughes, "Statistical Characteristics and Multiplexing of MPEG Streams," Proc IEEE Infocom '95, pp.455-462, 1995.
- [5] Jose I. Ronda, Martina Eckert, Fernando Jaurequizar, Narciso Gracia, "Rate Control and Bit Allocation for MPEG-4," IEEE Transactions on Circuits and System for Video Technology, VOL.9, NO.8, pp.1234-1258, 1999.
- [6] Fitzek FHP, Reisslein M., "MPEG-4 and H.263 video traces for network performance evaluation," IEEE Network , Vol.15 No.6 , pp. 40-54 , 2001.