

무선네트워크에서의 종단간 QoS를 고려한 적응적 협상 인터페이스

Adaptive Negotiation Interface for End-to-End QoS in Mobile Network

장 익 규, 박 홍 성
Ik-Gyu-Jang, Hong-sung Park

Abstract - In this paper we develop an adaptive interface between video compression and transmission protocols to handle QoS fluctuations that are common to mobile communication systems. We consider various generic design alternatives for QoS adaptation and identify 'QoS negotiation' as the most promising. This method gives the best possibilities to obtain system-wide efficiency. To handle the induced system complexity we apply a design philosophy(called ARC) that separates implementation dependencies by introducing abstract QoS interfaces between system modules. In the ARC philosophy the implementation details are hidden in the subsystems. To assure efficient adaptation, the QoS must be negotiated between modules. We select the abstract QoS parameters that are both necessary and sufficient for efficient negotiation between the video encoder and protocol modules. We describe the relation between the abstract QoS parameters at the interface and the internal parameters of common video coding methods and protocol elements. Furthermore, we describe a negotiation procedure that allows a system-wide optimum to emerge.

Key Words :QoS, 비디오 인코더, 프로토콜, 응용계층, 물리계층, ARC

1. 서 론

무선 시스템에서는 매우 가변적인 상황들이 자주 발생한다. 가변적인 상황을 발생시키는 두가지 주된 요소는 사용자와 무선체널이다. 무선전송의 특성은 사용자의 위치와 환경에 따라 달라진다. 이것은 변동이 잦은 대역폭, 신뢰성, 전송전력으로 반영이된다. 이렇게 변동이 많은 환경에서 각기 다른 부하를 다루기 위해서는 협력적인 적응적 모듈이 필요하다.

이 논문에서는 전통적인 유비쿼터스통신(TDMA방식의 RF) 네트워크 링크에서 비디오 스트리밍을 지원하는 무선 시스템을 생각한다. 이것은 응용계층, 비디오 인코더, 프로토콜계층, 물리계층의 네가지 계층으로 이루어진다. 비디오 인코더는 응용계층으로부터 받은 작업에 의해 동작되고, 프로토콜은 물리계층으로부터 작업을 받아 동작한다.

최근 연구동향은 주로 유선의 프로토콜계층에서 응답시간(latency), 지터(jitter), 지연(delay), 페킷손실 등을 측정하여 대역폭을 QoS를 보장하기 위해서 정해진 정책에 맞게 우선순위를 얼마만큼 할당할 것인지에 대한 방법이었고 이러한 방법들은 네트워크의 효율성을 높이는데 기여한다. 이러한

점을 사용자까지가 종단이라고 가정하여 더욱 발전시키기 위해서는 응용계층이나 비디오 인코더 계층에서도 QoS를 보장할 수 있다는 점을 생각할 수 있다. 예를 들어 100Mbps의 대역폭을 지원하는 실시간 비디오 스트리밍 서버에 50Mbps를 요구하는 클라이언트가 2개에서 3개로 늘었다면 네트워크 레벨에서의 QoS를 보장하기 위한 정책은 추가된 요구가 대기하도록 하거나 우선순위에 따라 블록킹 시키는 방법이 될 것이다. 하지만 비디오 인코더나 응용계층에서는 사용자가 만족하는 범위안에서 데이터의 양을 원천적으로 줄일 수 있다. 100Mbps를 50Mbps용량의 2개로 나누어 서비스 하던 것을 33Mbps용량의 3개로 나누어 서비스 할 수 있는 유연성을 얻을 수 있다는 뜻이다. 이러한 유연성을 위해서는 비디오 인코더 계층과 프로토콜 계층이 함께 협상을 통하여 유기적으로 동작해야 한다.

여기서는 무선 네트워크에 적합한 접근방식으로 연구해 본다. 네개의 계층 모두 적합한 값에 도달하도록 설정을 찾기 위해 ARC(Adaptive Resource Contract) 인터페이스를 사용한다.

서론에서는 먼저 ARC가 계층 사이에서 어떻게 사용되는지 살펴보고 본론에서는 비디오 인코더부분의 파라미터와 프로토콜 계층에서의 파라미터에 대해서 살펴본후 마지막 단락에서 협상방법을 살펴보고 결론을 내린다.

ARC: QoS Negotiation

ARC(Adaptive Resource Contract)는 QoS 협상방법으로써 요구(request), 제공(offers), 계약(contract)의 세가지 동작을

저자 소개

*장 익 규 : 강원대학 통신 및 멀티미디어 대학원 석사과정

**박 홍 성 : 강원대학 전기전자정보통신 공학부 정교수

가진다. 메카니즘은 첫번째로 비디오 인코더 계층은 프로토콜에 몇 가지 명령을 요구(request)하고, 프로토콜이 가능한 설정을 비디오 인코더에게 제공(offers)하는 방식이다. 계약(contract)은 비디오 인코더와 응용계층 사이에 적합한 설정을 비디오 인코더가 선택하면서 이루어 진다.

2. 본 론

본론에서는 적응적 인터페이스가 응용계층, 프로토콜, 비디오 인코더, 물리계층의 내부 파라미터들이 다른 계층에서 사용할 수 있도록 어떻게 변환하여 외부로 노출하고 매핑되는지 살펴보고 또한 비디오 인코더와 프로토콜 계층이 어떻게 협상하는지 살펴본다.

<물리계층>

물리계층은 서브캐리어(N), 전송파워(Eb/No), 모듈레이션 방식(M)등의 파라미터를 가진다. 무선에서는 신호가 거리의 제곱에 반비례하므로 거리(d)파라미터도 포함된다. 상위계층에서 요구가 들어올때 이것들을 고려한 연산을 통하여 어느 정도의 부하가 가능한지 알려주어야 하므로 변환 함수가 필요하다. 또한 위의 파라미터들은 프로토콜 계층에서 알아들을 수 없는 내용이기 때문에 공통의 파라미터가 필요하다. 물리계층과 프로토콜계층의 공통 파라미터는 에러율(Pe)된다. 무선 환경에서 에러율을 구하는 방법은 다음과 같다.[8]

$$P_e \propto \frac{1}{2} (N - 1) \operatorname{Erfc} \left(\sqrt{\frac{3^2 \log(M) E_b}{2(M-1) N_o d^2}} \right)$$

<프로토콜 계층>

프로토콜 계층은 공통 파라미터로서 비디오 인코더 계층에 BER(Bit error rate)를 전달한다. 내부 파라미터는 n과 k로서 (n,k)메핑을 통한 전방에러수정(forward error coding) 방법을 사용한다. k는 소스의 비트를 나타내고 n은 패킷의 사이즈를 나타낸다. k에 에러수정을 위한 코드를 삽입한 것이 n이 된다. 그래서 에러수정코드는 n-k 비트가 되고 이것이 크면 클 수록 에러회복을 할 수 있는 가능성이 많아 진다. 그러나 n-k가 커질수록 오버헤드가 커지므로 최적값을 찾아야 한다. n과 k를 통해 BER을 구하는 방법은 sphere packing bound라는 방법을 사용한다.[7]

<비디오 인코더>

비디오 인코더 계층은 화면의 일그러짐(distortion)을 응용계층에 전달한다. 화면의 일그러짐을 알기 위해서는 비디오의 압축률이 어느정도 인지 알아야 한다. 압축률을 알기 위해서는 인코딩 분포(variance)를 알아야 한다. 인코딩 분포는 보통 스텔리미지의 경우 압축률이 낮으므로 아래 그림과 같이 많이 꺽인 그래프로 표현되고 압축률이 높은 비디오 일 경우 또 비디오에서 압축률이 더 높을 경우 고른 분포로 나타난다. 인코딩 분포가 고르면 고를수록 압축률이 높으므로 화면의 일그러짐(distortion)은 증가하게 된다. 압축방법은 점진적 코딩(progress coding schema)기법을 사용하며 화면 일그러짐은 kailaths의 이론을 이용하여 구한다.[8]

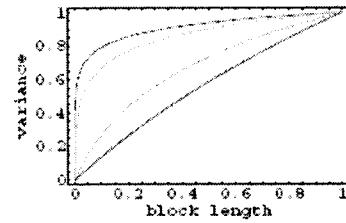


그림 1. 인코딩 분포도

<응용계층>

응용계층은 상위계층이 사용자이므로 사용자가 지각할 수 있는 질(Quality)을 제공한다. 하지만 이 질은 절대적인 값이 아닌 사용자마다의 상대적인 값을 가져야 하므로, 또 모든 사용자가 지각할 수 있으면 되므로 비디오 인코더 계층에서 받은 일그러짐(distortion) 값을 상대값으로 변환하여 알려주는 역할을 한다.

Negotiation Procedure

협상은 응용계층으로부터 시작된다. 예를 들어 질(Quality) 가 최저 '0'에서 '100' 까지 있다고 했을 때 사용자가 100을 요구한다. 100을 요구하면 이 값을 응용계층에서 비디오 인코더 계층으로 전달될 때 일그러짐(distortion) 값으로 변환되어 전달 된다. 비디오 인코더는 이 값을 BER로 변환하여 프로토콜로 전달한다. 프로토콜은 이 값을 Pe로 변환하여 물리계층으로 전달한다. 전달된 Pe로 물리계층은 가능한 최대출력을 결정한다. 결정된 최대출력 값을 Pe로 변환하고, BER로 변환되고, 일그러짐 값으로 변환되어 질(Quality) 값으로 '70' 이란 값이 전달되었을 때 사용자는 이 값을 수용할 것인지 결정한다. 만약 사용자가 '70'이라도 좋으니 서비스 받고 싶다고 생각하면 계약은 성립된다.

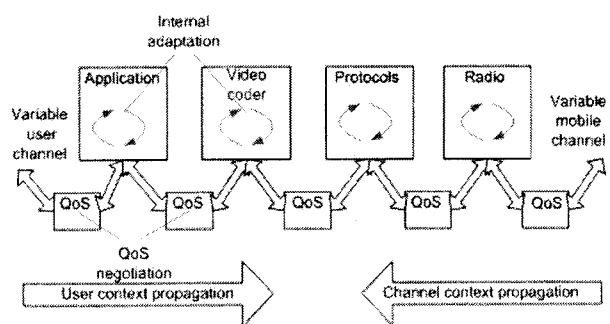


그림 2. 상태의 변화를 위한 새로운 동작

만약 상황이 QoS 상태가 계약의 내용에서 너무 많이 변하게 되면 모듈은 재협상을 결정한다. 이 경우 모든 사이클이 다시 시작된다. 그러므로 협상은 정밀해야 하고 계층적 구조에서 협상을 하는데 있어서 모든 모듈이 참여할 필요는 없다.

그림 4는 협상의 형태를 보여준다. 이 그림에서 각 모듈에서의 내부적응과 모듈간 협상의 두 가지 형태를 볼 수 있다. 하단의 화살표는 계층적 구조를 통해 QoS를 전달하는 것을

나타내고 그것은 긴급한 상황에 대처할수 있는 시스템을 가능하게 한다. 사용자 상태 전달은 원쪽에서 오른쪽으로 이동하고 채널 상태는 반대 방향인 것을 볼 수 있다.

3. 결 론

이런 무선 시스템 에서의 기능들은 실시간 비디오 연결이 지원되도록 하기 위해 빠르게 증가하고 있다. 유선환경과는 대조적으로 무선환경에서는 사용자 요구와 채널의 상황에 따른 다양한 환경을 조절하기위해 좀더 발전된 알고리즘이 요구된다. 각 시스템 모듈(프로토콜, 비디오 인코더)은 제한된 자원을 효율적으로 사용하기 위해서 동작모드를 적합하게 해야 한다. 특히 시스템에 독립적인 전력의 효율성은 각 모듈이 정보를 유기적으로 교환하면서 얻어질 수 있지만 대역폭은 매우 부족하기 때문에 각 모듈들이 분리적으로 최적화될 수는 없다. 이것을 통해 양방향의(bi-directional) QoS 협상방법이 전통적인 연구보다 복잡도나 가격면에서 좀 더 적합한 모델임을 기대할 수 있다. 우리는 표준 ARC 인터페이스를 이용한 계층적인 적응모델을 통해 비디오 인코더와 프로토콜 사이의 적응적인 인터페이스를 이 논문에서 살펴보았다. 언제라도 상황이 바뀌면 우리는 첫 번째로 내부적으로 빠르게 적응했는가, 두 번째로 각 모듈간 충분한 협상이 이루어 졌는가를 살펴보면 되고 이것은 어떤시스템에 상관없이 적용될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] A. Lallet, C. Dolbear, J. Hughes, & Hobson "Review of scalable video strategies for distributed video applications", Distributed Imaging IEE European Workshop, pp. 2/1-2/7, 1999
- [2] D. Saparilla & K.W. Ross, "Optimal streaming of layered video", Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies(INFOCOM 2000) pp. 737-746 vol.2, 2000
- [3] A.E. Mohr, R.E. Ladner, & E.A. Riskin "Generalized Multiple Description Coding through Unequal Forward Error Correction", International Conference on Image Processing(ICIP), 1999.
- [4] C.Y. Hsu, A. Ortega, & M. Khansari "Rate-control for robust video transmission over burst-error wireless channels "IEEE Journal on selected areas in communications 17, 1999
- [5] C. Aurrecochea, A.T. Campbell, & L. Hauw "A survey of QoS architectures" 7th International Workshop on QoS '99 1999
- [6] A. Schaaf, K. Langendoen, R. Inald, L. Lagendijk "Design of an adaptive interface between video compression and transmission protocols for mobile communications" Delft University of Technology, The Netherlands
- [7] A. van der Schaaf, R.L Lagendijk "Independence of source and channel coding for progressive image and video data in mobile communications" Ubicom-Publication/2000/1
- [8] Hylke van Dijk, Koen Langendoen, Henk Sips "ARC: a Bottom-Up Approach to Negotiated QoS" Third IEEE Workshop on WMCSA' 00 December 07~08 2000 Monterey, California