

Wireless Cellular network 에서 Application QoS를 보장하 기 위한 무선자원 이용에 대한 연구

김선주⁰, 박윤상, 엄영익
성균관대학교 컴퓨터 공학과

blue537@freechal.com⁰, yunsang.park@samsung.com, yieom@ece.skku.ac.kr

A Study on Wireless Network Resource Utilization Method for Application QoS Satisfaction

Sun Ju KIM⁰, Yunsang Park, Young Ik EOM
Dept. of computer Engineering, SungKyunKwan University

요 약

멀티미디어 Application의 QoS(Quality of Service) 를 보장하기 위해서 유선 망 에서도 종단간 자원을 예약 하는 방법을 쓰거나 서비스 차등을 위해서 서비스 차등 클래스를 두어서 차등 서비스로 멀티미디어 Application의 QoS를 보장한다. 현재 광범위하게 퍼져 있는 무선 Network에서도 멀티미디어 Application QoS가 중요한 이슈 이고 유선망은 무선망과 달리 망 자체의 Error rate이 더 높기 때문에 더 민감하게 QoS를 보장 해야 할 것이다. 이 논문에선 무선망인 Cellular network에서 Application QoS를 보장하기 위해서 자원을 어떻게 활용할 것인지에 대한 방법을 제시하고자 한다.

1 서론

무선 고속 데이터 통신이 가능한 시대가 도래함에 따라 집에서 즐기던 초고속 인터넷 서비스를 무선 단말로 즐기는 시대가 왔다. 휴대폰으로 일반 웹 서비스를 받는 것은 기본적으로 가능하고 멀티미디어 Application service인 드라마 다시 보기 VOD 서비스, 인터넷 라디오 서비스 등이 가능케 되었다. 이것이 가능하게 된 것의 이유는 여러 가지가 있겠지만 그 중에서도 고속 데이터 통신이 가능하게 된 데에 대한 것애 이유가 있을 것이다. 멀티미디어 application의 특징은 일반적으로 데이터를 조금 잃어버려도 상관은 없지만 상당량의 데이터가 실시간에 도착하지 못하면 그 서비스의 질이 상당히 떨어지는 특성을 가지고 있다. 무선 데이터 통신이 고속임을 알고 있지만 이동 무선 데이터 통신의 특성상 신호가 약한 지역에 가면 원래 고속 데이터 통신을 지원하는 단말이라 하더라도 데이터 전송의 error율이 높아지면서 데이터 throughput 이 낮아지고 데이터 전송 지연이 나타나게 된다. 이러한 결과로 소위 우리가 VOD를 보면서 느끼는 화면 끊김 현상을 경험하게 된다. 화면 끊김

현상은 유선 망에서도 나타나는 문제였지만 유선망은 그 나름대로 QoS를 보장하기 위한 기법들을 쓰고 있다. 무선망도 기지국과 단말 사이만 무선이지 나머지 application 서버로까지의 Network은 유선과 다를 것이 없다. 그래서 유선 망에서 쓰는 QoS 보장을 위한 기법을 적용하기도 하는데 그건 무선 링크를 고려해서 만든 QoS 보장형 기법이 아니라서 무선 링크의 QoS까지는 적용될 수 없다. 그래서 이 논문에서는 현재 광범위 하게 쓰이는 Wireless cellular network에서 application QoS를 보장하기 위한 기법을 제시 하고자 한다. [4]

2 관련연구

멀티미디어 application 의 QoS에 영향을 주는 프로토콜에 대해 알아보고 Cellular network의 기본 개념에 대해 살펴 보자

2.1 Real time interactive application 을 위한 프로토콜

Real time 멀티미디어 전송 프로토콜은 많지만 그 중에서 VOD 서비스를 지원하는 멀티미디어 전송 프로토콜에 대해 알아보자. VOD 서비스는 사용자가 원하는 멀티

미디어 정보를 선택적으로 서버로부터 전송 받아 재생하는 서비스이다. VOD서비스 방식은 정보를 모두 Download받은 후에 재생하는 방식과 일정량 buffering 후에 재생하는 Streaming방식이 있는데 이 방식이 real time multimedia service이다. 이 서비스를 수행할 때 필요한 프로토콜에 대해 살펴보자. 아래 그림 1은 VOD를 지원하기 위해 필요한 프로토콜 stack이다.

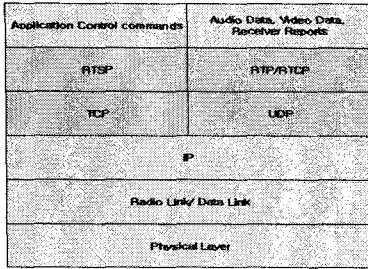


그림 1 VOD Service의 protocol stack

그림 1에서 보면 Application session signaling을 하는 RTSP stack은 예러 없이 전달하는 신뢰성 있는 전송 프로토콜인 TCP를 사용하고 실제 VOD 서비스의 Audio, Video data를 real time을 보내기 위해 사용하는 RTP/RTCP 프로토콜은 순서제어 흐름제어 기법들을 필요로 하지 않는 application을 위한 신뢰성 없는 비 연결형 프로토콜인 UDP를 사용한다.

2.1.1 RTSP (Real time streaming protocol)

RTSP(Real time Streaming Protocol)은 on demand 형식으로 real time application 계층의 프로토콜을 말한다. RTSP는 인터넷 상에서 Streaming data를 제어하는 방법에 대한 표준안으로 streaming 기술이 사용되는 프로토콜이다. Streaming service란 응용계층의 연속적인 메시지를 짧은 토막으로 잘라 packet화 하여 전달하고, 수신 측에서는 일정한 단위의 메시지가 수신 될 때마다 decoding 함으로써 실시간 특성을 어느 정도 유지하면서 연속적인 재생을 가능하게 한다. RTSP는 Video나 audio 같은 시간적으로 동기화된 stream을 생성하고, 제어한다. 연속 매체 자체는 전송하지 않고 멀티미디어 서버를 위한 network 원격 제어 역할을 수행한다. TCP, UDP를 포함하는 다양한 전달 계층 프로토콜 위해서 동작할 수 있고, RTP와 RTCP를 사용한다. RTSP제어 메시지 예

를 들어 세션 설정, 해지 등 메시지는 TCP를 사용하여 신뢰성 있게 전달한다. 실제 멀티미디어 정보는 RTP를 통해 전달한다 [2]

2.1.2 RTP (Real time Transport Protocol)

RTP는 실시간 전송이 보장되어야 하는 오디오, 비디오와 같은 멀티미디어 데이터들의 전송에 사용되는 프로토콜이다. Real-time 전송을 하기 위해서는 sequence numbering, time stamping, delivery monitoring등의 기능들이 필요한데 이를 위해 사용되는 프로토콜이 RTP이다. RTP는 다중 사용자 간의 멀티미디어 회상 회의를 위해 설계된 것이지만, 이 외에도 데이터의 저장이나 제어, 추적을 위한 응용에도 적용될 수 있다. RTP는 순서번호와 시간정보와 함께 IP 레벨에서 정보데이터를 전달함으로써 순서가 뒤바뀐 데이터나 loss된 데이터를 알 수 있을 뿐만 아니라 데이터간의 재생 시점을 정확히 알 수 있다. RTP는 별개의 독립 계층으로 구현되기 보다는 특정 응용 프로그램에 의해 구현됨으로써 응용 프로그램에 의해 처리될 수 있게 설계된 프로토콜이다. RTP는 순차 전달이나, 시간에 맞게 데이터를 전달하는 것이 아니므로 품질 기능과 매체 식별 기능을 제공하며, 이것에 의해 흐름제어가 이루어진다. 또한 RTP는 Mixer와 Translator기능을 제공하여 네트워크 상태에 따라 대역폭을 조절 할 수 있다. Mixer는 오디오 정보에 대해서만 수행을 하며 Mixer에 의해 목적지가 같은 RTP packet에 대해 데이터를 mixing하고 공통의 헤더를 붙인다. Translator는 Mixer와는 달리 데이터의 codec을 바꾸어 데이터의 양을 조절하여 RTP 헤더를 수정하지는 않는다.[1]

2.1.3 RTCP (Real time transport control protocol)

RTCP는 RTP의 QoS를 유지하기 위해 함께 쓰이는 프로토콜이다. RTP는 데이터 전송에만 관계하지만, RTCP는 데이터 전송을 감시하고, 세션 관련 정보를 전송하는데 관여한다. RTP Node들은 네트워크 상태를 분석하고 주기적으로 네트워크 정체 여부를 보고하기 위해 RTCP packet를 서로에게 보낸다. RTP와 RTCP는 모두 UDP 상에서 동작하므로, 그 특성상 품질 보장이나 신뢰성, 뒤바뀐 순서, 전송 방지 등의 기능을 제공하지는 못하지만, 실시간 응용에서 필요한 시간 정보와 정보 매체의 동기화 기능을 제공하기 때문에, 최근 인터넷 상에서 실시간 정보

를 사용하는 거의 모든 Application(VOD, AOD, 인터넷 방송, 영상 회의 등) 들이 RTP 및 RTCP를 이용하고 있다.[1]

표 1 RTCP Message

SR (Sender report) : active sender들은 자신의 송수신에 대한 통계 정보를 알리는 데 사용
RR (Receiver report) : active sender가 아닌 참여자들이 자신의 송수신에 대한 통계 정보를 알리는 데 사용
SDES (Source DEscription) : source 이름을 기술하는데 사용한다.
BYE (BYE) : RTP Session을 빠져 나올 때 사용한다.
APP (Application) : 새로운 응용 또는 새로운 기능을 시험할 때 응용에 한정된 기능을 지정하는데 사용한다.

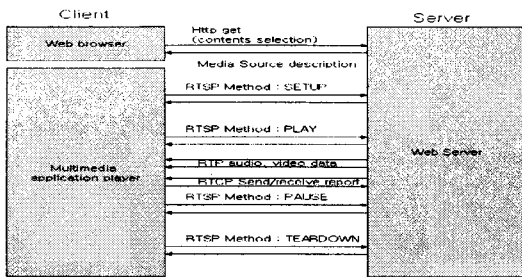


그림 2 Real time Application의 동작과정

위의 그림 2를 보면 Real time application이 예를 들면 VOD가 어떻게 동작 하는지에 대한 flow가 나와 있다. 먼저 사용자가 Web browsing을 하다가 보고 싶은 VOD가 있으면 그것을 선택하면 그것에 대한 Session 정보를 받아와서 RTSP를 이용하여 멀티미디어 정보를 가지고 있는 서버와 Set up을 수행하고 RTSP의 Play method를 이용하여 데이터 받아오는 명령을 수행하면 실제 데이터는 RTP 프로토콜을 이용하여 전송되고 그 데이터의 QoS를 위해서 RTCP 프로토콜을 이용하여 QoS의 상황을 report한다. Real time application의 동작순서는 위에서 기술한 바와 같다.

2.2 Cellular network의 개념

Cellular란 서비스 지역의 제한과 가입자 수용용량의 한계를 극복하기 위하여 제한된 개념으로 서비스지역을 여러 개의 작은 구역, 즉 셀로 나누어서 서로 충분히 멀리 떨어진 두 셀에서 동일한 주파수 대역을 사용함으로써 공간적으로 주파수를 재사용할 수 있도록 한다. 따라서 공

간적으로 분포하는 채널 수를 증가시켜 충분한 가입자를 확보할 수 있도록 하는 이동통신 방식이다. cell이란 하나의 무선기지국에 의한 서비스지역을 말하며 여러 개의 셀이 모여서 하나의 시스템인 서비스지역을 구성한다. Cellular 이동전화시스템에서 기지국의 서비스 지역을 6각형 모양으로 표시하고 그것이 세모모양과 같다고 해서 통상 셀이라고 한다. 그러나 평지에서 전파를 발사하면 원형을 나타내며, 육각형의 모양은 셀의 개념을 단순화해서 표현한 것이다. Cellular system을 사용하는 이유는 기존의 이동전화 시스템은 서비스 지역이 적을 뿐만 아니라, 서비스를 제공할 수 있는 가입자의 수용용량이 적은 문제를 해결하기 위해 개발되었다. 기존의 이동전화 시스템은 독립적인 지역에서만 사용할 목적으로 개발된 시스템으로 특정 할당 주파수 범위 내에서 하나 또는 그 이상의 채널을 선택하여 통화하도록 되어 있다. 따라서 시스템을 운영하는 지역에서는 서비스 지역을 가능한 한 넓게 확보하기 위해서 기지국 송신기와 단말기의 출력을 크게 해야만 한다. 또 한 지역에서 통화를 걸어 통화하는 도중에 그 지역을 벗어나면 다음 지역으로 넘겨줄 수 있는 무선회선의 통화 채널 전환 기능이 없기 때문에 통화 중에 전화가 끊어지게 된다. 따라서 cellular system은 이러한 문제점을 해결하기 위한 시스템이다. Cellular system의 특징은 첫 번째로 주파수 재사용(Frequency Reuse) 이다. 가입자 용량을 극대화하기 위하여 같은 주파수를 다른 셀에서 사용하는 것을 말하며, 주파수 재사용 거리는 지형특성, 안테나 높이, 전송출력 등에 좌우된다. 두 번째로는 핸드오프(Hand-off) 이다. 통화중인 가입자가 현재의 기지국 서비스 지역을 벗어나 새로운 기지국 서비스 지역으로 진입할 때 통화의 단절이 없이 계속 통화가 될 수 있게 하는 기능이다. 특정 기지국과 통화하고 있는 단말기가 그 기지국에서의 신호가 약해질 경우 인접 기지국으로 이동하는 것을 말한다. 단말기가 기지국과 멀어지게 되면 당연히 신호세기가 약해지기 때문에 연속적으로 서비스를 받으려면 강한 전파가 수신되는 인접기지국으로 이동해야 한다. 그리고 cellular 이동전화 시스템에서 이동단말은 기지국에서 송출하는 전파의 세기가 텔레비전 방송국 또는 라디오 방송국처럼 강하지 못하다. 따라서 이를 보완하기 위하여 전파가 도달하지 않거나 음영지역에는 기지국을 더 설치하여야 한다. 텔레비전과 방송국과 같은 단 방향 무선 통신

은 수신자의 모든 수신 신호 품질에 대하여 관여하지 않는다. 하지만 양방향 이동통신은 각 단말기 마다 균등한 QoS를 위하여 기지국으로부터 먼 거리의 단말기는 큰 전파를 송출해야 한다. 동일한 원리로 먼 거리의 단말기는 큰 전파를 송출하여 QoS의 대표적인 음질을 보장하게 된다. [3]

3 Wireless cellular network 에서 Application QoS 보장 기술의 문제점

Wireless cellular network에 있는 단말은 Real time multimedia service를 받고 있는데 아래 그림3 과 같이 기지국 A와 B의 중첩지역에 위치한다면 A와 B 모두에게서 모두 좋지 못한 신호를 받는다.

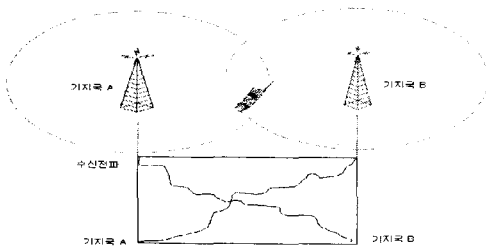


그림 3 단말이 두 개의 기지국 중간에 위치하여 있을 때

위와 같은 상황이나 또한 단말이 음영지역에 있어서 좋지 못한 신호를 수신할 때 단말이 Real time application을 실행시키고 있다면 application의 QoS를 만족시키지 못하고 서비스가 종료되거나 끊김 현상이 생긴다. 이런 상황에서 RTP, RTCP를 이용하여 QoS를 만족시키는 것은 한계가 있다. 다만 이 상황에서 RTCP를 이용해서 QoS를 보정할 수 있는 것은 데이터의 수신율이 좋지 않는다는 Receive Report를 수행하여 서버로부터 데이터 전송 자체를 줄이는 일을 수행하게 하여서 유, 무선 link의 낭비를 막는 작업을 한다. 사용자는 이 동안에 service가 끊기면서 실행되거나 아예 정지화면을 경험하게 된다. 무선 단말에서 현재의 구조에선 이런 상황이 계속해서 발생하고 있다. 그래서 이 논문에서는 어떻게 단말이 신호가 좋지 못한 상황에 처해 있을 때 어떻게 하면 Real time multimedia application의 QoS를 보장할 수 있을지에 대한 방법을 제시하고자 한다.

4 Wireless Cellular Network에서 Application QoS를 보장하는 알고리즘

위에서 살펴 본 것과 같이 단말이 채널상황이 좋지 않은 곳에 있으면 Application QoS 보장이 어렵다. 여기서는 그 상황에서 어떻게 application QoS를 보장하는가에 대한 방법을 제시할 것이다.

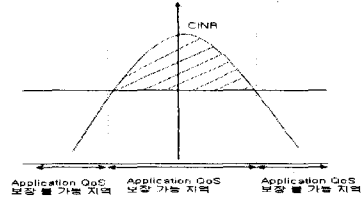


그림 4 CINR에 따른 Application QoS 보장 가능 지역

보통 이동 단말은 자신이 측정하는 channel정보를 주기적으로 기지국에 보고를 하는데 그 값이 CINR(carrier to interference and noise ratio) 값이다. 이때 단말의 단말은 Cell내부에서 이동함에 따라 그림 4와 같은 CINR분포를 보인다고 한다면 그림 4와 같이 CINR이 어떤 특정 값 이하로 떨어지면 정상적인 Application QoS를 보장하지 못한다. CINR값이 QoS를 보장해 주지 못하는 값으로 떨어지게 되면 Multimedia Application은 화면이 끊기거나 소리가 나오지 않거나 아예 정지해 버린다.

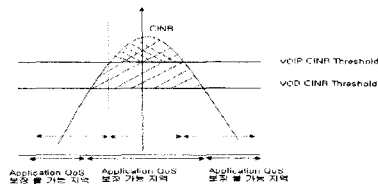


그림 5 Application 별로 다른 CINR Threshold 값

이러한 현상을 최대한 막는 방법으로 이 논문에서 제시하고자 하는 방법은 첫 번째로 Application QoS parameter 값을 들면 throughput, delay, jitter 등을 바탕으로 CINR Threshold 값을 찾는다. Application 별로 QoS parameter가 다르기 때문에 CINR Threshold 그림 5와 같이 달라질 것이다.

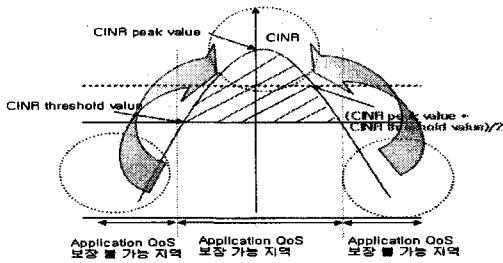


그림 6 CINR 값에 따른 QoS 보장 기법

두 번째로는 그림 6과 같이 각 Application Threshold값과 peak값을 평균값을 구한다. 그러면 그 평균 값을 기준으로 평균값보다 작은 CINR을 갖는 지역에서는 관계없지만 만약 평균값이 CINR 값보다 높은 지역에서는 채널 상황이 굉장히 좋아서 Application QoS를 만족하고도 남는 상황에 이른다. 이때 CINR이 QoS 보장을 위한 평균값 보다 높다면 우선 단말은 우선 기지국으로 대역폭 증가 요청을 하고 상위 멀티미디어 Protocol stack 에서는 최초로 server와 session 설정했던 data rate을 변경하여 더 많은 데이터를 받을 수 있게끔 server로 요청하는 메시지를 보낸다. 이것은 위에서 설명한 RTCP의 Receive Report 메시지에 이런 용도의 data type을 정해놓고 멀티미디어 서버와 통신하는 일을 수행 하는 것을 제한한다. 단순히 기지국과 단말 사이의 data rate을 높이거나 대역폭을 늘렸다고 해서 멀티미디어 서버에서 기존에 약속한 data rate으로 밖에 데이터를 보내지 않는다면 데이터를 더 받을 수가 없기 때문에 이러한 메시지를 보내는 작업은 필요하다. 그 메시지는 현재 단말이 데이터를 buffering할 수 있는 메모리 크기 등의 정보도 함께 실어서 보내야 한다. 이렇게 하면 단말이 buffering한 데이터만큼은 단말이 채널상황이 좋지 않은 곳에 있게 되더라도 미리 받아 놓은 데이터가 있으므로 QoS 보장이 될 것이다.

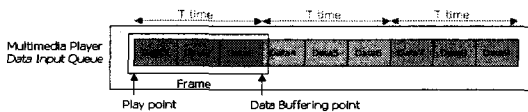


그림 7 Normal 한 데이터 재생방식

그림 7와 같이 멀티미디어 데이터를 재생할 때 packet 여

러 개를 모아서 하나의 프레임으로 만든 후에 그것을 재생하는 것을 보여준다.

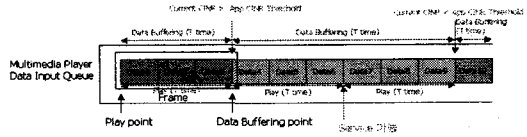


그림 8 CINR 값이 낮아 졌을 때 미리 Buffering을 한 효과

이 상황에서 첫 번째 프레임은 재생하고 두 번째 프레임을 재생하려는 그 순간에 CINR이 만약 Threshold 값보다 작아져서 데이터를 application이 요구한 QoS를 만족시키지 못할 만큼 받는 상황이라면 위해서 제시한 방법대로 CINR 상황이 좋을 때 미리 데이터를 Buffering 해 놓았다면 CINR이 낮아 저서 데이터를 조금씩 받더라도 그림 8과 같이 미리 받아 놓은 만큼 Application QoS를 보장 할 수 있다.

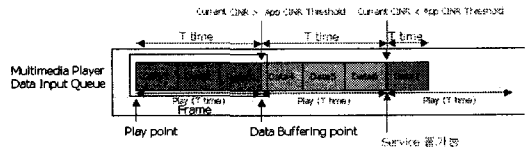


그림 9 CINR 값이 낮아 졌을 때 데이터를 QoS 만큼 받지 못한 결과

그러나 CINR값이 좋을 때 데이터 buffering을 해놓지 않았다면 단말이 CINR 이 Threshold 값 보다 낮아져서 더 이상 application QoS를 만족 시킬 만큼의 속도로 데이터를 받지 못한다면 그림 9과 같이 다음 프레임에 데이터를 재생시킬 packet을 모으지 못했으므로 화면 끊김이나 정지현상이 바로 나타난다.

5 결론

본 논문에서는 Wireless cellular network에서 Multimedia Application QoS를 보장하기 위한 기법을 제시 하였다. 본 논문에서 제시한 Multimedia Application, QoS 보장 기법은 채널 상황이 일정치 않은 이동통신 시스템에서 효율적으로 데이터 buffering을 함으로써 데이터의 지연에 민감한

Multimedia Application QoS를 보장하는데 도움을 준다. 이 논문에서는 Application별로 CINR Threshold 값을 정하는 구체적인 방법이 나와 있지 않으므로 향후에 그에 대한 연구도 필요하다.

6 참고문헌

- [1] Schulzrinne, H. , Casner, S. , Frederick, R. , and V. Jacobson, " RTP: A Transport Protocol for Real-Time Application" , STD 64, RFC 3550, July 2003.
- [2] Schulzrinne, H. , Rao, A. , Lanphier, R. , " RTSP(Real Time Streaming Protocol)" , RFC2326, April 1998.
- [3] " Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems " , IEEE P802.16e/D12, October 2005.
- [4] 한상철, 조유근, " 멀티미디어 응용의 수행시간 패턴에 기반한 확률적 QoS 보장" 서울대학교 시스템 소프트웨어 연구실, 2000