

예측에 기반한 트래픽 양 측정 방안¹⁾

서 정현*, 박 애순**, 이 재경**, 김 상하*

충남대학교 컴퓨터학과*

한국전자통신연구원**

{ybbcman, shkim}@cclab.cnu.ac.kr* {aspark, ljk}@etri.re.kr**

Traffic Volume Measurement Mechanism Based on Prediction

Jeoung-Hyun Seo*, Ae-Soon Park**, Jae-Kyung Lee** and Sang-Ha Kim*

Department of Computer Science, Chungnam National University*

Electronics and Telecommunications Research Institute**

{ybbcman, shkim}@cclab.cnu.ac.kr* {aspark, ljk}@etri.re.kr**

요 약

무선 채널 상태는 같은 셀 안의 사용자의 수 또는 사용자의 움직이는 속도 등과 같은 많은 변수들로 인해 급격히 변화한다. 따라서 무선 채널의 효율적 관리는 무선 통신에 있어서 가장 중요한 고려사항이다. 효율적인 무선 채널 관리를 위해서는 정량적인 근거를 제시해 주는 기준인 트래픽 양 측정방안이 요구된다. 현재 3GPP의 UMTS 문서에서 제시하고 있는 정량적인 근거는 오직 RLC 버퍼에 있는 양만을 참조한다. 이 경우 일정한 레이트(rate)를 유지하는 음성형 서비스(conversational service)에는 적당할 수 있지만 멀티미디어와 같이 레이트가 일정하지 않은 서비스에 대해서는 이후에 전송될 데이터에 대한 정확한 트래픽 양 측정이 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 토큰 버킷 모델을 이용하여 이후에 들어올 데이터 양에 대하여 보다 정확한 트래픽 양을 예측할 수 있는 메커니즘을 제안한다.

1. 서론

기존의 무선 데이터 전송을 지원하기 위한 General Packet Radio System(GPRS)망에서는 최선형 서비스만을 지원하기 때문에 서비스 질(Quality of Service, QoS)은 고려되지 않았다. 하지만 서비스당 일정한 과금을 부여하게 될 IMT-2000 서비스의 경우는 패킷 서비스에 대한 서비스 질 보장이 필수적이라고 할 수 있다.

따라서, 현재 3GPP에서는 서비스 질에 관련된 사항에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 대표적인 서비스 질 보장 기술로는 트래픽 관리, 혼잡 제어 기술, 호 수락 제어 기술 등이 있다.

무선 환경의 경우 유선환경에 비해 자원이 부족하고 또한 외부 환경에 대한 영향을 많이 받기 때문에 서비스 질을 보장하기 위해서 가장 필수적인 것이 바로

무선 채널 관리를 통한 무선 자원의 효율적 사용이라고 할 수 있다. 하지만 무선 자원을 너무 많이 할당하는 경우에는 자원을 효율적으로 이용할 수 없게 되고 반대로 너무 적은 양을 할당하게 되면 서비스 질을 보장할 수 없게 된다.

따라서, 무선 자원을 효과적으로 이용하기 위해서는 서비스에 대한 정량적인 분석이 반드시 필요하게 되었다. 현재 3GPP 문서에서 제안하고 있는 방법은 하향 링크의 경우, Universal Terrestrial Radio Access Network(UTRAN)에서 트래픽에 대하여 셰이핑(shaping)등의 방법을 사용하여 조절한 뒤 버퍼링을 수행한다. 반면, 상향 링크의 경우는 단지 Radio Link Control(RLC)계층의 버퍼의 양을 기준으로 채널 할당을 하게 된다. 상향 링크의 경우에, 현재 서비스를 받고 있는 응용 프로그램이 음성형 클래스인 경우에는 문제가 발생하지 않는다. 하지만 멀티미디어 서비스를 제공하게 되는 스트림 클래스의 경우는 지터, 비트율 등이 급격히 변하는 서비스의 특성상 이것을 기준으로 채널을 할당하는 것은 문제가 있다. 즉, 이후의

¹⁾ 본 연구는 한국전자통신연구원의 위탁과제로 수행되었습니다.

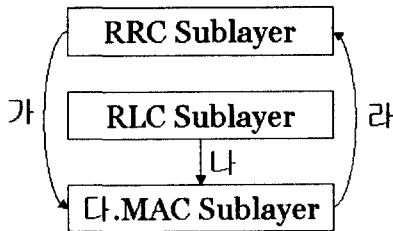
트래픽에 대한 정확한 예측이 이루어지지 않는다면 서비스에 대한 서비스 질은 보장되지 않을 것이다.

본 논문에서는 이러한 멀티미디어 서비스에 대한 서비스 질 보장을 위한 방법으로, 기존 인터넷에서 사용되고 있는 토큰 버킷 모델을 이용하여 이후에 들어올 트래픽 양에 대해 보다 정확한 예측할 수 있는 메커니즘을 제안하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 서론에 이어 2장에서는 현재 사용되고 있는 트래픽 양 측정 메커니즘에 대하여 간략히 살펴본다. 3장에서는 제안된 트래픽 양 측정 메커니즘을 살펴본 뒤 4장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안된 메커니즘에 대한 성능분석 결과를 보여준다. 마지막으로 5장에서는 결론과 함께 향후 연구 방향에 대하여 살펴 본다.

2. 트래픽 양 측정 메커니즘

트래픽 양 측정 메커니즘은 크게 하향 링크에 대한 메커니즘과 상향 링크에 대한 메커니즘으로 구분될 수 있다. 하향 링크의 경우, UTRAN에서 트래픽을 조절한 후 버퍼링을 수행하게 된다. 반면, 상향 링크의 경우 RLC 버퍼의 양을 기준으로 트래픽 양을 측정하게 된다. 이렇게 측정된 트래픽 양은 UTRAN의 Radio Resource Control(RRC)프로토콜의 Radio Resource Management (RRM)메커니즘에 의하여 무선 자원 할당에 이용되게 된다. 보고하는 방법에는 주기적으로 보고하는 방법과 특정 임계치 값을 벗어나는 경우 이벤트에 의해 보고하는 두 가지 방법이 있다. [그림 1]은 이러한 트래픽 양 측정 메커니즘을 나타낸다.



[그림 1] 트래픽 양 측정 절차

RRC와 RLC는 트래픽 양 측정을 요구하고 관련 파라미터를 MAC에게 전달한다. RLC는 현재 버퍼의 크기를 MAC에게 전달한다. 마지막으로 MAC은 트래픽 양 변화를 감지하고 RRC에게 보고하여 사용자 트래픽 양에 따라 무선 자원을 늘려야 할지 줄여야 할지를 결정하도록 한다.

3. 제안된 트래픽 양 측정 메커니즘

UMTS에서 제안되고 있는 트래픽 클래스는 크게 4가지로 구분되고 있다. 이러한 구분은 각각의 지연,

비트율와 트래픽 처리 우선순위 요구조건(traffic handling priority requirement)에 기반하고 있다. 이 네 가지 클래스는 크게 실시간 클래스와 비실시간 클래스로 구분할 수 있다. 실시간 클래스는 음성과 같은 일정한 비트율을 요구하는 음성형 클래스와 약간의 지연 변이(delay variation)를 응용 프로그램 레벨의 버퍼링을 통하여 만족시키는 스트림 클래스로 나눌 수 있다. 또한 비실시간 클래스는 웹서비스와 같은 대화형 클래스와 전자메일 서비스나 다운로드와 같은 백그라운드 클래스로 나누어 진다.

현재 제안되고 있는 트래픽 양 측정 메커니즘은 스트림 클래스를 제외한 나머지 3개의 클래스에는 적용이 가능할 것이다. 하지만, VBR특성을 가지고 있는 스트림 클래스의 경우, 현재의 메커니즘으로는 서비스를 제공하기 위한 정확한 대역폭을 할당하는 것이 쉽지 않다.

그러나 제안된 메커니즘은 현재 인터넷의 혼잡 제어 기법 중의 하나인 세이핑 방법에 사용되고 있는 토큰 버킷 모델을 이용함으로써 이후에 발생할 트래픽에 대한 정확한 예측을 하여 스트림 클래스의 서비스 질을 보장할 수 있다.

제안된 메커니즘의 알고리즘은, 현재 트래픽 양 보고 메커니즘에서 보고하는 경우 RLC 버퍼의 양뿐만 아니라 토큰 버킷 내에 있는 토큰 양까지 고려한 트래픽 양을 보고하는 것이다. 토큰 버킷의 토큰의 양은 이후에 도착한 트래픽이 세이핑되어 나갈 수 있는 데이터 양을 의미한다. 따라서, 현재 측정된 데이터 양이 UTRAN의 RRM 메커니즘에 의해 받아들여진 경우, 시그널링 프로토콜의 교환 시간이 필요하다. 즉, 현재 측정된 트래픽 양이 잘못 측정되면 일정 시간 이후에 도착하는 트래픽은 서비스 질을 보장하지 못하게 될 것이다.

제안된 알고리즘을 분석하기 위한 파라미터는 [표 1]과 같다.

[표 1] 파라미터 설명

파라미터	설 명
ΔT_R	이동국으로부터 트래픽 양에 대한 메시지를 받은 후 베이스 스테이션에 의한 응답 시간
V_B	현재 RLC 버퍼안에 있는 트래픽 양
V_R	ΔT_R 동안에 들어온 실제 트래픽 양
V_E	제한한 메커니즘에 의해 측정된 트래픽 양
V_D	베이스 스테이션이 결정하는데 사용된 트래픽 양
C	현재의 무선 링크 용량

실제 데이터 양에 대한 정확한 측정 결과는 다음과 같다.

$$V_D = V_B + V_R - C \Delta T_R \quad (\text{식 1})$$

즉, 현재 버퍼에 있는 데이터 양에 시그널링 교환시간 동안에 들어온 데이터 양을 합한 값에 그 시간동안 링크를 통해 나간 양은 실제 데이터 양이 된다. 반면에 현재 3GPP 문서에서의 데이터 보고하는 데이터 양은 다음과 같다.

$$V_D = V_B \quad (\text{식 2})$$

제안된 메커니즘의 보고하는 데이터 양은 다음과 같다.

$$V_D = V_B + V_E - C \Delta T_R \quad (\text{식 3})$$

where $V_E = \alpha(C + \rho \Delta T_R)$

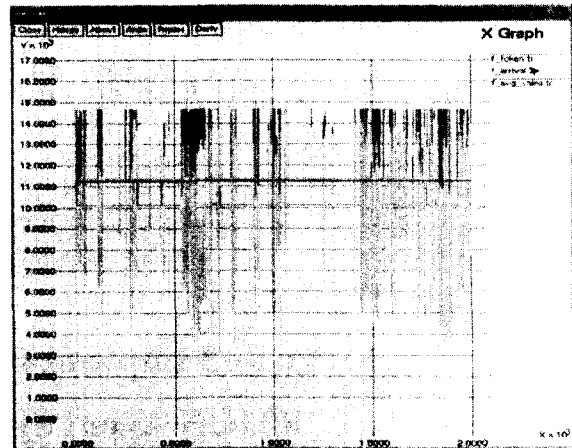
(식 3)에서 V_E 는 ΔT_R 시간 동안에 ρ 의 레이트(rate)로 발생하는 토큰의 양과 현재의 용량(Capacity)을 더함으로써 일정 시간 이후의 토큰이 처리할 수 있는 데이터 양을 나타낸다. 이곳에 일정 상수 α 를 곱함으로써 제안된 메커니즘의 측정된 데이터 양을 나타낸다.

4. 시뮬레이션

본 장에서는 시뮬레이션을 통해 VBR 트래픽에 대하여 제안된 메커니즘이 유입될 트래픽 양에 대하여 얼마나 정확한 예측이 가능한 지에 대하여 살펴 본다. 시뮬레이션은 Network Simulator(NS)를 사용하였고 VBR 트래픽은 starwars를 모델로 삼았다.

[그림 2]은 제안된 메커니즘 적용시의 예상되는 트래픽 양을 측정한 결과를 보여준다. [그림 2]에서 X축은 시간의 흐름을 나타내며 Y축은 유입된 데이터 양을 나타내고 있다. 위의 그림을 통해 실제 전송된 데이터 양과 본 메커니즘을 통해 측정된 데이터 양을 비교 분석한다.

버퍼의 데이터 양 뿐만 아니라 토큰 버킷의 양까지 고려한 메커니즘의 측정 결과 그래프는 f_token.tr이다. [그림 2]에서 f_arrival.tr로 표시되고 있는 VBR 트래픽의 실제 유입량은 f_token.tr과 거의 같은 수치를 나타내고 있다. 즉, 제안된 메커니즘에서 예상한 유입될 트래픽 양은 실제 트래픽 양을 대부분 잘 반영하고 있음을 알 수 있다. 제안된 메커니즘을 VBR 트래픽에 적용하였을 경우 일시에 증가되는 트래픽을 미리 예상할 수 있으므로 보다 많은 무선 채널을 할당함으로써 원하는 서비스 질을 보장할 수 있음을 알 수 있다.



[그림 2] 메커니즘 적용시 트래픽 양 측정 결과

5. 결론

기존의 무선 자원 할당을 위한 트래픽 측정 메커니즘의 경우 유입되는 트래픽의 양이 시간에 따라 일정하지 않은 VBR 트래픽에 대하여는 적용이 쉽지 않은 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 위의 문제점을 해결하기 위하여 토큰 버킷 모델을 이용한 트래픽 양 측정 메커니즘을 제안하였다. 향후 이 연구와 관련하여 제안된 메커니즘을 이용한 공용 채널의 효율성을 높일 수 있는 방법이 계속 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 3G TS 25.321, "MAC protocol specification," Release 1999.
- [2] 3G TS 25.331, "Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification," Release 1999.
- [3] 3G TR 25.922, "Radio Resource Management Strategies," Release 1999.
- [4] H. Holma et al., *WCDMA for UMTS*, John Wiley & Sons, Ltd, 2000.
- [5] 3G TS 25.322, "Radio Link Control (RLC) Protocol Specification," Release 2000.
- [6] 조 권도 외, "UTRA-FDD 방식의 UE를 위한 RRC 부계층 설계," COMSW2000.
- [7] G. Huston, *Internet Performance Survival Guide*, Wiley Computer Publishing, 2000.
- [8] A.S. Tanenbaum, *COMPUTER NETWORKS*, Prentice-Hall International, 1996.
- [9] W. Stallings, *HIGH-SPEED NETWORKS TCP/IP AND ATM DESIGN PRINCIPLES*, Prentice-Hall International, 1998.