

GPRS/UMTS의 Core Network에서 SVC holding time 제어기법

곽용원 · 박 응 · 정영식 · 민재홍
한국전자통신연구원 표준연구센터

The Control Mechanism on SVC holding time of Core Network in GPRS/ UMTS Network

Yong-won Kwak · Ung Park · Young-sik Jeong · Jae-Hong Min
Electronics Telecommunications Research Institute Protocol Engineering Center
E-mail : {yongwon, wungp, jys, jhmin}@etri.re.kr

요 약

제 3세대 이동 통신망인 GPRS(General Packet Radio Service)망에서는 SGSN(Serving GPRS Support Node)과 GGSN(Gateway GPRS Support Node) 사이의 전송계층을 IP-Over-ATM 망을 기반으로 한다. 이는 비연결형(connectionless) IP 트래픽들을 연결지향형(connection-oriented) ATM 전송계층을 통해 전송하는 것을 의미한다. 이때 효율적인 자원관리를 위해 적절한 VC(Virtual Circuit)의 접속과 해제를 수행해야 한다. 본 논문에서는 GPRS망에 인터넷 웹 서비스 트래픽 모델을 다양한 VC holding Cost Pricing Model(LRU, Mean-Variance, Adaptive policy[2])에 적용하였다. 각각의 기법들에서 VC의 이용률(utilization)과 설정율(setup rate)을 분석함으로써 각 기법의 성능을 비교하였다.

ABSTRACT

In the GPRS(General Packet Radio Service) network, the transport layer between SGSN(Serving GPRS Support Node) and GGSN(Gateway GPRS Support Node) is based on IP-Over ATM Network.

which means that the connectionless IP traffic is transmitted through connection oriented ATM transport layer. Efficient resource management is needed to perform connection and disconnection of the pertinent VC because of the connectionless IP traffic being passed through ATM transport layer

In this paper, Internet Web service traffic model in the GPRS network is applied to the various VC holding Cost Pricing Model. each method is compared through analyzing each VC utilization and setup rate

키워드

GPRS, UMTS, IP over ATM, SVC

1. 서 론

GPRS에서는 MS(Mobile subscriber)와 BSS(Base Station System)의 Um-interface는 무선으로 연결되어 있고 최대 2Mbps까지 전송속도를 지원하며 다양한 이동 멀티미디어 서비스를 제공한다. GPRS망의 전송계층은 여러 가지 QoS 요구사항을 만족시켜주기 위해 ATM의 사용이 제안되고 있다. 위의 그림1에서와 같이 GPRS에서는 IP 계층에서 각 플로우의 요구사항에 따라 터널을 설정하며 해당하는 터널이 해제 될 때까지 해당되는 플로우의 정보를 유지하며 터널 유지 및 각 플로우에 해당하는 사용자의 위치와 이동성관리에 대한 메시지를 전달한다. 따라서 GTP 터널의

해제 메시지를 통하여 VC의 설정 종료 및 IP 계층에서 플로우의 정보를 유지하던 것을 종료시킬 수 있다.

GPRS에는 두 가지 종류의 GSN(GPRS support node)인 GGSN과 SGSN이 있다. [3][4]에서는 GGSN과 SGSN사이의 전송계층을 ATM의 SVC(Switched Virtual Circuit)로써 연결하고 상위계층은 IP망을 기반으로 하고 있다. 따라서, GGSN과 SGSN사이에서 IP-over-ATM 망이 형성된다. UMTS 핵심망에서는 트래픽 발생시 각 트래픽의 특성에 따라 SVC 설정이 요구되며 이는 프로세싱 오버헤드, 설정 지연 시간, UNI/PNNI

신호를 유발시키게 한다. 이때, IP 패킷이 도착하지 않는 동안 사용하지 않는 SVC의 연결의 해제는 네트워크 자원의 낭비를 예방하고, 할당된 SVC의 이용률을 높일 수 있다. 상대적으로 빈번한 SVC의 연결의 해제는 VC 설정에 소요되는 네트워크 자원을 낭비하는 결과를 낳는다. 본 연구에서는 GPRS망에서의 인터넷 웹 서비스 트래픽 모델을 살펴보고 이를 바탕으로 기존의 Holding Cost Pricing Model [2]을 적용하였다.

본 논문은 2장에서 관련연구, 3장에서 실험 결과 및 분석, 그리고 4장에서 결론 및 향후 연구과제로 구성된다.

II. 관련 연구

[5]에서는 각 IP 트래픽의 특성에 따라 PVC(Permanent Virtual Circuit)와 SVC와 Layer3-forwarding을 혼합하여 사용할 것을 제안하였다. ICMP, IGMP, HTTP-request, ACK 등과 같이 짧은 생명주기의 작은 트래픽량을 갖는 플로우(flow)에 대해서는 PVC를 사용하고 Video, Data 등과 같이 긴 생명주기의 큰 트래픽량을 가지며 QoS가 요구되는 플로우에 대해서는 SVC를 사용한다. [6][7]에서는 분석을 통하여 적절한 timeout을 제안하지만 traffic model이 Markovian에 가까운 Telnet만을 가정하였으며 [8] IP계층에서의 스케줄링(scheduling)과 혼잡제어(congestion control)를 고려할 때 도착간격의 프로세스가 Markovian으로 가정하기는 힘들다. 본 연구에서 GGSN과 SGSN사이의 모든 경로는 SVC를 사용하는 것으로 가정한다[4]. 만일 모든 경로가 PVC로 구성되어 있다면 어떤 클래스(class)나 플로우 혹은 GTP (General Tunneling Protocol) 터널링에서 요구되는 동적인 대역을 할당할 수 없고, 여러 다양한 QoS 요구사항들을 충족시켜줄 수 없다.

2-1. WWW Traffic Model [1]

사용자가 URL 요청을 했을 때, WWW server는 사용자에게 응답을 발생시키는 client program을 실행시키고, URL에 관계된 모든 요청이 완료될 때, 사용자는 다음 요청을 시작하기 전에 정보를 읽는 시간이 필요 할 것이다. 따라서 WWW 트래픽을 active와 inactive period로 구성하여 모델링 한다. WWW 트래픽의 도착 패턴은 다음 [그림 1]과 같다.

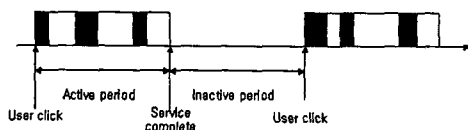


그림 1. WWW Traffic model

Active ON(active period)은 사용자의 요청시간부터 서비스가 완료되는 시간을 말하며, 각 파일들의 전송 시간과 두개의 파일을 수신할 때의 짧은 간격인 active OFF time으로 구성된다. Inactive OFF(in-active period)는 사용자가 수신한 정보를 읽는 시간(서비스 완료와 다음 서비스 요청의 시작 시간)을 말하는데, ON period는 downlink상에서 파일의 전송시간을 말하고, OFF period는 데이터 전송이 없는 시간을 말한다.

다음은 ON time에서의 파일 크기에 대한 Pareto 분포의 CDF를 나타낸다.

$$F_w(x_w) = 1 - \left(\frac{k_w}{x_w}\right)^{a_w}$$

이 때, x_w 는 WWW 파일 크기를 나타내는 iid random variable을 가리킨다. k_w 는 2730.67바이트

트로 최소파일크기를 나타내며, a_w 는 1.2로 랜덤 변수의 평균과 편차를 결정한다. Active OFF는 active와 inactive OFF times의 두 가지 세그먼트로 구성이 되고, 다음과 같이 Weibull 분포의 CDF를 따른다.

$$\Gamma_w(t_w) = 1 - e^{-\left(\frac{t_w}{a}\right)^b}$$

이 때, t_w 는 active off의 시간을 나타내며, $a=0.382$, $b=1.46$ 이다.

Inactive OFF는 Pareto 분포의 CDF를 따른다.

$$\Gamma_w(t'_w) = 1 - \left(\frac{k'_w}{t'_w}\right)^{a'_w}$$

t'_w 는 Inactive off period의 시간을 말하며, k'_w 는 1초로 minimum inactive OFF시간이고, $a'_w=1.5$ 로 랜덤 변수의 평균과 편차를 결정하는 값이다.

Active on에서 파일개수의 분포는 Pareto 분포를 따른다.

$$F_f(x_f) = 1 - \left(\frac{k_f}{x_f}\right)^{a_f}$$

$k_f=1$ 로 minimum file number이며, $a_f=2.43$ 으로 랜덤 변수의 평균과 편차를 결정하는 값이다. 각 파일이 개수에 해당하는 만큼 Active OFF가 존재한다.

2-2. Holding Cost Pricing Model [2]

하나의 SVC가 설정될 때마다 O(Open Cost)가 형성되는데 이것은 SVC설정 비용과 사용자가 SVC설정을 기다리는 비용을 포함한다. 다양한 O

의 값을 통하여 만족할만한 성능 대 비용의 Tradeoff를 이룰 수 있다. 따라서 각각의 IP패킷이 SVC에 도착한 후에 그 SVC를 얼마나 오랫동안 열어둘 것인가를 결정해야 한다. 이 시간의 길이가 time-out이며, 만일 timeout전에 도착한 패킷이 없다면 그 SVC는 설정을 해제 시켜야 하고, 새로운 IP패킷이 도착될 때 다시 설정 되어야 한다. SVC의 설정을 오랫동안 유지하는 것은 Holding Cost(IP패킷이 없는 동안 SVC설정을 유지할 때의 비용)가 커지는 결과를 초래한다. 각각의 SVC에는 같은 timeout이 적용되며 각 SVC에 도착하는 패킷의 도착에 대한 상관관계(correlation)는 없는 것으로 가정한다.

1) LRU(Least Recently Used) policy: 만일 IP 패킷이 t시간동안 발생하지 않는다면 다음 IP 패킷의 도착시간은 ct후에 발생할 것이라고 예측한다(여기서 c는 상수). 상대적으로 예측되는 도착시간은 LRU stack의 상대적인 깊이(depth)에 일치한다. 따라서 이 방식을 적용함으로써 미래의 도착시간을 예측할 수 있다. 만일 O/c (O는 time unit)동안 도착하는 패킷이 없다면 SVC설정을 해제하고 모든 SVC에 같은 timeout인 O/c를 적용한다.

2) Mean Variance policy: 이 기법은 도착간격의 평균과 표준편차를 1st order Autoregressive 방식을 이용하여 예측한다.

$$u_{k+1} = \alpha t_k + (1 - \alpha)u_k$$

$$\sigma_{k+1} = \alpha |u_k - t_k| + (1 - \alpha)\sigma_k$$

만일 $u - 2\sigma > 0$ 이면 SVC의 설정을 해제하고 $u + 2\sigma < 0$ 이면 SVC설정을 유지한다. 만일 $u - 2\sigma \leq 0$ 이고 $u + 2\sigma > 0$ 이고 $u > 0$ 이면 SVC설정을 해제하고 그렇지 않다면 timeout은 $\min(O, \max(u + 2\sigma, C))$ 으로 설정

한다.(본 논문에서는 $u_0 = 0, \sigma_0 = 0, C = 3$ 을 사용함)

3) Adaptive policy: 이 기법은 한 IP트래픽 내부에서 다음 패킷의 도착까지의 도착간격은 지금까지 관찰한 도착간격의 분포를 기반으로 이루어진다고 가정한다. 따라서 비용(Cost)은 다음 패킷이 도착하기 전까지 설정을 유지한 시간과 다음 도착할 패킷을 위해 다시 설정되어야 하는 O를 더한다.

만일 timeout이 t로 설정되면 다음 패킷의 기대되는 비용은 아래와 같이 표현된다.

$$C(t, D) = \int_0^t x f_D(x) dx + (t + O) \int_t^\infty f_D(x) dx$$

여기서 D는 도착간격의 분포이고 f_D 는 D의 PDF이다.

일반적으로 D를 알 수 없으므로, 도착간격의 관찰을 통하여 Histogram을 형성함으로써 이

Histogram이 D의 PDF에 근사되어진다고 가정한다. $i \in \{0 \dots m - 1\}$ (m은Histogram entries의 개수)에 대하여 $H(i)$ 가 $[i \times M/m, (i+1) \times M/m]$ 에서의 관찰된 도착간격의 수라고 정의하면,(M은 최대 timeout)

$$E[C] = \sum_{0 \leq i: ((i+1) \times M/m) \leq t} \frac{H(i) \times i \times M}{n(H) \times m} + (t + O) \left(\sum_{(i+1) \times M/m > t} \frac{H(i)}{n(H)} \right)$$

으로 기대되어지는 Cost는 근사되어 질 수 있다. 여기서 n(H)는 H(i)의 총 entries의 합이다(본 논문에서는 $M=20, m=30$ 을 사용함).

III. 실험결과 및 분석

[그림 2]는 LRU policy기법을 적용했을 때의 결과이다. 전송속도가 낮을 때(64Kbps)는 IP트래픽의 전송시간이 길어짐으로써 이용율이 높아짐을 볼 수 있다. 여러 개의 Web트래픽을 통합(aggregation)하여 전송시간을 증가시키고 여기에 알맞은 용량을 갖는 SVC를 할당하는 것이 SVC의 이용율을 높이고 설정율을 낮출 수 있음을 예상할 수 있다.

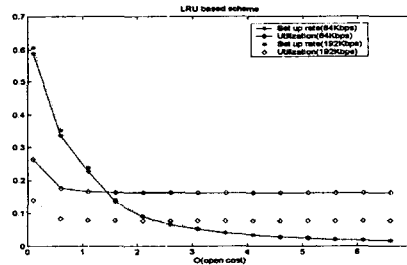


그림 2. LRU 기법을 적용했을 때의 결과

[그림 3]은 Mean-Variance policy기법을 적용했을 때의 결과이다. 이용율이 다른 방식들보다 높게 나오는 것은 이전의 도착간격(interarrival)의 분산이 크게 측정됨으로서 현재의 예측되는 도착간격과 O의 비교시, 예측되는 도착간격이 일반적으로 O보다 크게 설정됨을 알 수 있고 따라서 빈번한 설정과 해제를 통하여 설정율이 높아짐과 동시에 각 설정시의 이용율을 높이는 결과를 가져온다. 이는 패킷 도착간격을 예측할 때 Pareto분포가 큰 영향을 미침을 알 수 있다. 또한 전송속도가 192Kbps에서 [그림 4]의 설정율과 비교했을 때 O의 범위가 1-2를 중심으로 [그림 3]의 설정율이 높아있음을 볼 수 있다.

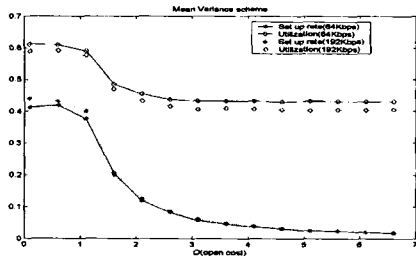


그림 3. Mean-Variance 기법을 적용했을 때의 결과

[그림 4]는 Adaptive policy 기법에 해당하는 결과이다. O가 1을 중심으로 설정율이 급격히 떨어짐을 볼 수 있다. 이는 Adaptive policy가 O의 값이 클 때 이용률보다는 설정율에 더 큰 비중을 두고 있음을 알 수 있다. 이는 O가 1보다 작은 영역에서는 Weibull 분포에 1보다 큰 영역에서는 Pareto 분포를 중심으로 Cost가 결정됨을 알 수 있다.

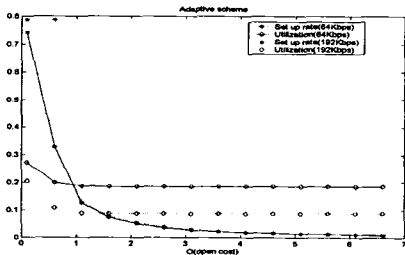


그림 4. Adaptive Policy 기법을 적용했을 때의 결과

[그림 5]와 [그림 6]은 각각의 기법에 대한 설정 (전송 속도:192Kbps)을 비교한 것이다. O가 1을 중심으로 각기 다른 성능을 보임을 알 수 있다. Mean-variance policy는 다른 방식들과는 달리, O 값이 0.1에서부터 2까지 Weibull 분포와 Pareto 분포가 도착간격에 복합적으로 영향을 미치는 것을 볼 수 있는데 이는 IP 트래픽의 전송이 끝난 후 도착간격을 예측할 때 현재의 Weibull 분포에서 비롯된 도착 간격은 앞으로 얼마간 도착할 Weibull 분포를 가지는 도착 간격과 다음에 Pareto 분포에서 비롯되는 도착 간격과의 상관관계(Autocorrelation)가 있음을 볼 수 있다. 또한 이 기법은 O 값이 1 이상이 될 때도 설정율이 높음을 알 수 있는데 이는 이 구간에서 이용률이 높은 결과와 상응한다. Adaptive policy 기법은 O가 1을 중심으로 1보다 작은 경우 가장 높은 설정율을 1보다 클 때 가장 작은 설정율을 보여주는데, 클 경우는 가급적이면 다음 들어올 IP 트래픽을 많이 기다리고, 작을 경우는 SVC의 설정을 빨리 해제하려는 경향이 있

음을 볼 수 있다.

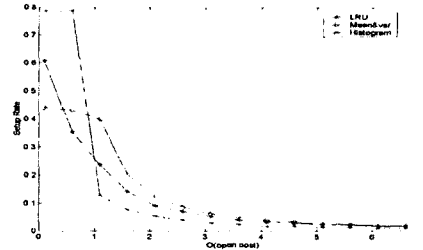


그림 5. 각각의 기법에 대한 설정율

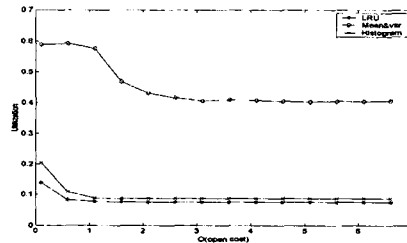


그림 6. 각각의 기법에 대한 이용률

[그림 7-9]는 각각의 기법들의 Sample path이다. (O = 1.5, 시뮬레이션 시간:125분) X축은 SVC의 설정 횟수이고 Y축은 각 설정시의 이용률이다.

[그림 7]의 LRU policy 기법에서는 O/c 마다 SVC의 설정과 해제를 반복하기 때문에 도착간격의 분산을, 간접적으로 이용률의 급격한 분산을 통하여 도착간격의 커다란 분산을 잘 드러내 주고 있다. [그림 8]의 Mean Variance policy 기법은 설정횟수가 많더라도 각 설정시 이용률이 높게 나오는데, 이는 O 값이 크게 설정되더라도 도착간격의 커다란 분산으로 인해 O 값에 상대적으로 잘 적응하지 못함을 알 수 있다.

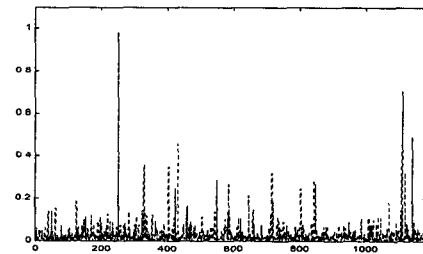


그림 7. LRU policy 기법에서 설정율에 따른 분산

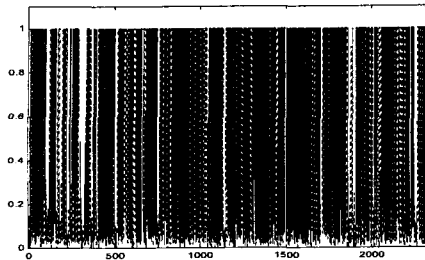


그림 8. Mean-Variance 기법에서 설정율에 따른 분산

[그림 9]의 Adaptive policy기법은 [그림 7]과 [그림 8]의 같은 실험조건에서 설정횟수도 가장 적음을, 또한 [그림 7]보다 다소 이용률에서의 분산이 적음을 볼 수 있다

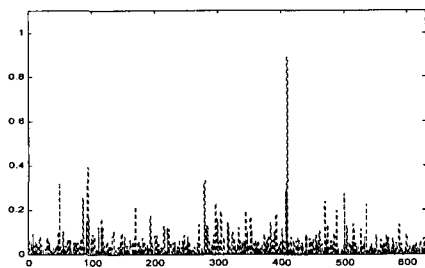


그림 9. Adaptive Policy기법에서 설정율에 따른 분산

따라서 세 기법 중 Adaptive policy기법이 O 값에 적응하며 이용률과 설정율이 적절히 형성됨을 알 수 있다.

IV. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 UMTS에서의 Web트래픽 모델을 이용하여 기존의 Holding Cost Pricing Model을 적용하여 그 성능을 비교하였다. Mean Variance기법은 도착간격의 예측에 있어 1st order Autoregressive 방식에 기반을 둠으로서 이용률과 설정율을 적절히 만족시켜주지 못함을 알 수 있었다. 또한 Adaptive policy방식은 Cost함수를 만족시켜주나 각 SVC마다 SVC설정부터 해제까지 histogram을 기반으로 계산해야 함으로 높은 processing부담을 가지고 있다. 또한 LRU방식을 통하여 가급적이면 Web 트래픽들을 통합(aggredation)하여 SVC를 설정하는 것이 SVC의 이용률을 높임을 알 수 있었다. 향후 연구 과제로서 Self-similarity 특징을 갖는 Pareto분포를 가지

는 Web트래픽의 Hurst-parameter를 추출하고(이때 Web트래픽을 통합하여도 Hurst-parameter는 유지된다[9].) Web트래픽을 통합하여 SVC를 할당하고 FARIMA(Fractional Autoregressive Integrated Moving Average) process [10]를 이용하여 보다 정확한 도착간격의 예측을 통한 기법이 연구되어질 것이다. 또한 n개의 같은 용량의 SVC가 있고 m개의 Web트래픽($n < m$)이 있을 때 SVC를 할당하는 Paging Pricing Model[2]에 대해서도 실험되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] J.HO, Y.Zhu, S.Madhavapeddy: "Throughput and Buffer Analysis for GSM Packet Radio Service" IEEE INFOCOM'99
- [2] S.Keshav et al.: "An Empricial Evaluation of Virtual Circuit Holding Time Policies in IP-Over ATM Networks",IEEE JSAC, VOL13, NO.,9,OCTOBER 1995
- [3] TS 23.101 General UMTS Architecture
- [4] TS 23.925 UMTS Core network based ATM transport [Online Available]www.3gpp.org
- [5] C.Y.METZ: "IP Switching;Protocols and a rchi-tectures", MaCraw-Hill.
- [6] M.HASSAN and M.ATIQUZZAMAN : "A Delayed Vacation Model of an M/G/1 Queue with Setup Time and Its Application to SVCC-Based ATM Networks", IEICE Trans. Comm., VOL E80-B, No2, FEBRUARY 1997
- [7] Z.NIU,Y.TAKAHASHI."An Extended Queuing Model For SVC-Based IP- OVER -ATM Networks and ITS Analysis" IEEE INFOCOM'98
- [8] V.Paxson, S.Floyd."Wide Area Traffic: The Failure of Poisson Modeling", IEEE/ACM Trans., On Network., June, 1995
- [9] W.E.Leland, M.S.Taqqu, D.V.Wilson: "On the Self-Similar Nature of Ehternet Traffic (Extended Version)",IEEE/ACM Trans. On Network., Feb., 1994
- [10] Y.Shu Z.Jin, L.Zhang, L.Wang: "Traffic Prediction Using FARIMA Models", IEEE INFO-COM 1999