

위성 ATM 네트워크의 ABR트래픽 관리를 위한 ERICA스위치 알고리즘 성능분석

이정렬*, 김덕년

명지대학교 전자정보통신공학부

Performance Analysis of ERICA(Explicit Rate Indication Congestion Avoidance)Switch Algorithm for ABR Traffic Management in Satellite ATM Networks

Lee. Jung Roul, Kim Doug Nyun

School of Electronics, Information & Communication Engineering, Myongji University

leejr@mju.ac.kr

요약

본 논문에서는 기존의 지상 ATM망의 제어 기법을 바탕으로 위성망으로 확대 적용할 수 방안으로 기존의 지상 ATM망의 막힘제어 기법중 ERICA스위치 알고리즘을 적용하였으며, 기존의 ERICA스위치 알고리즘은 지상과 위성간의 긴 전파지연시간을 고려하지 않아 위성내의 막힘을 알려주는 정보가 지구국까지 전달되어 다시 위성에 전달될 때 위성의 막힘 상태변화로 인한 손실이 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 손실을 피하기 위한 제어구조에 대해서 다루었다.

I 개요.

일반적인 막힘은 입력 데이터율이 가용 링크의 용량을 초과할 때 발생한다. 이때 적절한 막힘제어는 네트워크 전체의 효율을 증가시킬 수 있다. 더욱이 위성에서는 다양한 위성환경으로 인한 제약으로 인해 지상망에서 적용하던 기존의 막힘제어 기법을 그대로 적용하기 어렵게 되면서 위성망에 적합한 제어기법을 개발하고 연구하는 것이 중요하다.

일반적으로OBP(On-Board Processing) 위성을 고려한 망내의 막힘의 종류에는 두 가지가 있다. 두 가지 경우 모두 위성체내의 버퍼 overflow로 생기는 경우이다. 먼저 OBP위성의 스위치 내에서 발생하는 막힘이 있다. 다수의 업링크 패킷이 한곳의 다운링크로 가기 위해 그곳의 출력포트로 스위칭 하려 한다면 블로킹에 의

한 막힘이 발생한다. 이러한 경우의 막힘에 대한 해결책은 적절한 버퍼 관리(Buffer Management)를 수행함으로써 막힘에 대해 어느 정도 개선할수 있다.

막힘이 생기는 경우의 또 한가지는 지구국에서의 전송과다로 위성 스위치의 버퍼 overflow로 생기는 막힘과 위성망이후의 다른 지상망의 노드에서 발생하는 막힘이 위성까지 영향을 주는 경우이다. 이러한 경우에 적용할 수 있는 막힘제어 기법은 피드백을 통한 막힘 정보의 전달이다. 막힘의 정도(intensity)를 계산한 위성은 지구국에 막힘 정보에 관한 신호를 전달하게 됨으로써 지구국에서 위성으로 전달되는 전송율을 조절할 수 있다[1].

그러나 위성내의 막힘 발생 시 막힘을 알려주는 정보가 지구국까지 전달되는 많은 지연이 생기기 때문에 고속전송 시 이러한 문제는 더욱 커지게 된다. 이러한 긴 지연시간으로 인해 망내의 막힘은 많은 양의 버퍼를 요구하게 되어 비효율적일 수 있다. 즉, 피드백 제어시 소스쪽에서 전송량을 줄이기 까지 패킷의 손실을 줄이거나 없애기 위해서는 스위치내 적정 크기를 갖는 버퍼가 필요한데, 이 버퍼 크기는 링크의 전송지연에 비례해서 커지게 된다.

이 논문에서는 위성에서 막힘이 발생한 순간부터 피드백 정보가 지구국에 도달해 전송율을 제어할 때까지 막힘이 발생한 위성에 그간에 유입되는 트래픽 양을 고려한 구조를 ERICA

(Explicit Rate Indication Avoidance)스위치 알고리즘을 적용하여 분석하였다.

II장에서는 ERICA 스위치 알고리즘을 기술하고, III장에서는 성능분석을 보일 것이다.

II. ERICA 스위치 알고리즘

ATM 트래픽의 연구의 두 가지 큰 흐름은 예방제어(Preventive Control)와 반응제어(Reactive Control)이다. 예방제어의 방법으로는 CAC(Connection Admission Control), UPC/NPC(Usage Parameter Control/Network Parameter Control)등이 있다. 반응적 박힘제어 기법들은 피드백(feedback) 기법을 근간으로 소스(source)측에 정확한 막힘의 정도(intensity)를 알려줌으로써 소스에서의 정확한 전송율을 유도할 수 있다. 하지만 ATM기술과 같은 고속 전송 프로토콜 상의 피드백 기법은 조심스럽게 다루어져야하는데, 막힘이 발생한 순간부터 피드백 정보가 소스에 도달해서 전송율을 제어할 때까지 막힘이 발생한 노드는 그간에 유입되는 트래픽 양을 고려 해야 한다.

1. ERICA(Explicit Rate Indication for Congestion Avoidance) 스위치 알고리즘

ERICA 스위치 알고리즘은 가용한 대역폭을 쓰고자 하는 모든 소스에게 공정하고 효율적으로 대역폭을 할당하는 알고리즘이다. 기존의 다른 할당 알고리즘과 마찬가지로 ERICA 알고리즘도 항상 가용 대역폭과 현재 요구중인 소스를 감지(detection)하는 것이 필요하다. 이렇게 수집되어진 정보를 바탕으로 소스에게 보다 공정하고 효과적으로 자원을 할당하고 ATM환경하에서 빠른 반응 속도(response time)와 수렴 속도(convergence time)를 제공할 수 있는 알고리즘이다. 기본 알고리즘은 스위치가 주기적으로 각각의 링크에 걸리는 부하(load)와 가용대역폭 그리고 현재 할당된 소스의 개수를 측정하여 load factor(z)를 결정한다. z는 출력 링크의 총 용량에서

입력 포트에 유입되는 비트율로 계산되어진다. 이 때 z는 수신단에서의 막힘의 정도(Intensity)를 나타내게 되는데 z가 1보다 크게 되면 이는 Overload를 나타내고 z가 1보다 작게 되면 Underload를 나타낸다. 이는 VCShare를 계산할 때 사용되어진다[2].

$$z = \frac{ABR \text{ 입력율}}{ABR \text{ 용량}}$$

ABR 트래픽의 용량은 다음과 같이 계산되어진다.

$$ABR \text{ 용량} = f(Q) \times \text{총 가용 ABR 용량} \quad (1)$$

여기서 총 가용 ABR 용량은 링크의 용량에서 CBR/VBR같은 우선 순위 트래픽(V트래픽이라 표기)을 뺀 나머지 용량을 말한다. f(Q)는 버퍼제어 함수로서 ERICA 이전 버전에서는 Target Utilization(U)로 표기 했으며 0.9~0.95의 값으로 고정시켰으나 여기서는 다음과 같이 계산되어진다[3].

$$f(Q) = \text{Max}(QF, \frac{a \times Q_0}{(a-1) \times q + Q_0}), \quad q > Q_0$$

$$f(Q) = \frac{b \times Q_0}{(b-1) \times q + Q_0}, \quad 0 \leq q < Q_0 \quad (2)$$

각각의 VC별로 공정하게 할당된 FairShare 값은 ABR용량과 현재 활성화중인 소스의 개수를 바탕으로 다음과 같이 계산된다.

$$FairShare = \frac{ABR \text{ 용량}}{\text{현재 활성화중인 소스의 개수}}$$

즉, 각각의 소스는 이러한 FairShare값 이하의 속도로 데이터를 전송할 수 있다. 만일 이러한 FairShare값을 할당받지도 전송하지 않는 소스나 FairShare값 이하로 전송하는 소스가 생긴다면, 스위치는 남아 있는 자원을 다른 소스에게 할당하기 위하여 FairShare값이 아닌 VCShare값으로 자원을 재할당을 하게 되며 다음과 같이 계산된다.

$$VCShare = \frac{\text{현재 셀 전송율}}{z}$$

모든 VC는 이렇게 계산된 값으로 전송속도를 바꾸게 되고 남아 있는 자원을 모두 이용하게 되어 링크의 비효율성을 해결할 수 있을 뿐 아니라 각 소스에게 할당되는 ABR 트래픽에 대한 전송율에 대해 최대한 공정성을 보장할 수 있다.

FairShare값과 VCShare의 조합은 다음과 같은 식을 따름으로서 빠르게 최적의 동작점에 수렴한다.

$$ER = \text{Max}(FairShare, VCShare)$$

이러한 FairShare값과 VCShare값은 자원할당의 공정성을 최대한으로 고려한 ERICA알고리즘의 핵심이다. 이때 측정된 ER(Explicit Rate)값은 ABR용량보다 클 수 없으므로 다음과 같은 수식을 적용한다.

$$ER = \text{Min}(\text{계산된 } ER, ABR\text{용량})$$

이렇게 결정되어진 ER 계산값은 소스가 보낼 수 있는 최대 전송 속도가 된다. 만일 소스가 ER 계산값 보다 큰 전송 속도를 보내게 되면 다음 수식에 의해 결정된 ER값을 피드백되는 RM 셀 내에 ER 필드에 실어 보내 소스의 전송속도를 재 조절하게 된다.

RM 셀내에 $ER = \text{Min}(\text{이전의 셀내에 } ER, \text{ 계산된 } ER)$

2. Guaranteed loss ERICA스위치 알고리즘

지금 까지 설명한 알고리즘에서 RM셀이 지구국에 피드백 되어 전송율을 재조절하여 위성에 되돌아 올 때까지 그간에 유입되는 트래픽 양을 고려하여 현재 지구국에 피드백 되는 RM셀내 ER 필드에 실어 보내는 방법을 실행 하면 위성에서 발생할 수 있는 손실을 피할수 있다. 즉 현재 ER값을 계산할 때 위성은 전파지연시간 이후에 ER값을 계산하여 그 값을 현재 ER값으로 지구국에 알려 준다.

현재(k)의 ABR용량을 $Cu(k)$ 라고 한다면 식 (1)을 통하여 $Cu(k)$ 를 구할 수 있다. 전파지연시간(d) 이후 첫 번째(k+d+1) RM셀의 ABR용량을 $Cu(k+d+1)$ 이라고 한다면 전파지연시간 이후(k+d+1)의 버퍼의 크기와 평균 전송된 ABR용량은 다음과 같은 수식을 적용한다[4].

$$\text{버퍼크기} = Q(k) + \sum_{n=1}^{k+1} Cu(k+n)Ts$$

실제 사용된 ABR트래픽 평균용량: $Cu, transm$

$$= \frac{k+d+1 \text{ 시간동안 변화된 버퍼크기}}{k+d+1 \text{ 시간}}$$

$$\text{성능} = \frac{\text{실제 사용된 ABR트래픽 용량의평균: } Cu, transm}{\text{실제 ABR트래픽 최대 가용용량의 평균: } Cu, max}$$

- (3)

$Q(k) = k$ 시간에 버퍼에 저장된 셀의 개수.

$Ts = ER$ 값 계산 주기.($Ts = 10ms$)

전파 지연시간 동안 최대 전송될 수 있는 평균 ABR용량(Cu, max)은 링크용량에서 우선 순위 트래픽 용량을 뺀 나머지가 된다. 성능은 식(3)을 이용하면 우선순위 트래픽의 함수비율(r)로 나타낼 수 있다는 것을 알수 있다[4].

따라서 현재 지구국에서 사용할 수 있는 ABR트래픽 용량이 전파지연시간이후의 용량으로 사용한다면 손실을 완전히 제거할 수 있게 된다.

III. 성능 분석 및 결과

본 논문에서 제안한 구조는 시뮬레이션을 수행하기 앞서 Baiocchi[4][5]가 가정한 내용을 거의 그대로 이용하였으며, 변화를 준 파라미터들은 다음과 같다.

$$PCR = 9Mbps$$

$$ICR = PCR/2$$

$$Clink = 155Mbps$$

$$Ts = 10ms$$

Baiocchi[4][5]에서는 최대ABR 용량을 Upper Bound와 Low Bound로 분석하였고, 다양한 입력

트래픽 소스들의 경우를 적용하였다. 그러나 본 논문은 Baiocchi- [4][5]가 적용한 경우중 Upper Bound만을 가정한다.

그림에서 보는바와 같이 우선순위 트래픽 비율 (우선 순위 용량과 링크의 용량비율 값: r)에 따라 손실이 보장된 ERICA 스위치 알고리즘이 그렇지 않은 기존의 ERICA 스위치 알고리즘보다 성능이 우수하다는 것을 알 수 있다. 그러나 입력 트래픽 소스가 특정 한 경우로 한정하였고 시뮬레이션 동안 V트래픽은 링크에서 종료되지 않는다고 가정하여 보다 다양한 환경에 따른 트래픽 분석이 필요하다.

본 구조는 공정성(fairness)을 최대한으로 보장해 줄 수 있으면서, 긴 전파지연 시간으로 인한 버퍼의 손실을 완전히 제거 할 수 있다는 것을 알 수 있다.

참고 문헌

[1] ATM Forum, "Traffic Management Specification", V4.0, Apr .1996
 [2]Raj Jain, Shiv Kalyanaraman, Rohit Gayal, Sonia Fahmy, and Ram Viswanathan, "ERICA Switch Algorithm" ATM Forum, 96-1172.
 [3]Shiv Kalyanaraman, Raj Jain, Sonia Fahmy, Rohit Gayal, Bobby Vandalore, "The ERICA Switch Algorithm for ABR Traffic Management in ATM networks", IEE/ACM Transactions on Networks, Vol8, No1, February, 2000.
 [4] A. Baiocchi, N. Blefari-Melazzi, M. Listanti, "Definition Congestion Scheme for Satellite ATM Networks with Guaranteed Loss Performance" IEEE, Journal on Selected Areas in Communication 17(2)
 [5] A Baiocchi, N. Blefari-Meazzi, M.Listanti, "Throughput-Complexity Trade-Off for ABR Traffic in an ATM Satellite Network Under Cell Loss Constrains", Computer communications 23(2000), 1034-1046

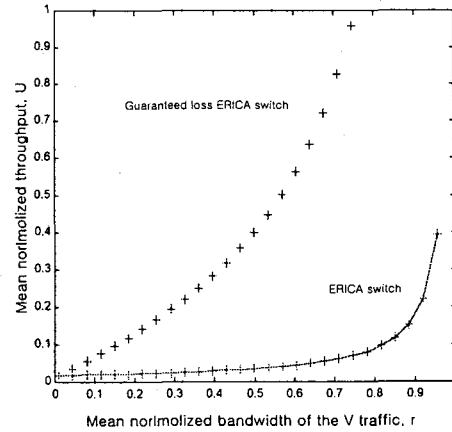


그림 Guaranteed Loss Performance