한국통신학회 1986년도 춘계학술발표회 논문집(1986.5.24) 86337

Batch 입력 패킷 고환망에 있어서 유한 길이 큐의 특성에 관한 연구

⊙이 근 식 · 이 재 호
광운대학 전자통신공학과

A study on the Behavior of a Finite Queue with Batch Input in Packet Switching Network

Keun Sik Lee, Jae Ho Lee
Dept.of Electronic Comm. Eng., Kwangwoon University

ABSTRACT

In this paper ,we discribed chamacteristics of two buffer which are limited area in packet communication networks. We selected JSQ(Join the Shortest Queue) method for buffer management and compared it with single ,random methods.

The blocking probabilities of message using JSQ method is decreased about (2.5 times) in compared with that of single queue method and (0.5 times) in random selection method. This results could be used in designing packet switching communication networks.

제1장 서론

패킷고환에 있어서 효과적인 버퍼관리 방식의 선택은 망 구성에 중요한 요소 중의 하나가 된다. 현재까지는 버퍼 성능 분석에는 Kleinrock이 시도한 메시지 고환 방식이 주로 사용 되었다. 그러나 패킷고환방식에는 Batch input방식으로 해석하는 것이 보다 더 실제적이다.

통신망에 대한 큐잉이론의 적용은 1964년 Kleinrock이 처음 시도한 것으로 Keinrock 계열의 모델은 메시지 길이가 지수분포이며 버퍼를 메시지별로 점유하고 경로선택 역시 메시지 별로 실시한다.(3),(4)

이에대해 Batch input 모델은 모든 행위가 패킷 별로 발생하고 버퍼가 패킷 별로 할당되며 경로선택이 패킷별로 발생하고 각 패킷 처리시간이 항상 일정하다. 따라서 패킷고환망에 있어서 Kleinrock계열의 모델보다는 Batch input 모델이 더 적합하다.

이와 같은 패킷 고환망의 버퍼특성은 유한영역을 가진 단일 버퍼의 경우에 Chang이 mini slot 근사법과 유수정리 방법을 써서 해석했다.(1),(2) 그러나 Chang은 단일버퍼에 대해서만 해석했다.

본 논문에서는 유한영역을 가진 두 개의 버퍼가 입력 메시지를 처리하는 경우에 관해서 mini slot 근사법을 써서 해석했다. 이때 입력 메시지는 두개의 버퍼중 잔유영역이 보다 긴 버퍼로 입력되는 JSQ(Join Shortest Queue) 방식(6),(8)과 입력되는 메시지의 총 도착률이 1/2로 각각 입력되는 Random 방식(5),(7)으로 처리했다.

또한 버퍼의 크기가 유한이므로 남아 있는 버퍼 영역 보다 큰 메시지는 폐쇄되는 것에 대해 연구한다.

본 연구에서는 메시지 도착은 Poisson 분포이고·길이는 기하분포로 가정했다.

제2장 단일 버퍼

통신망에서 사용되는 버퍼의 특성에 대해서 여러가지 해석이 시도 되어 왔다. 보통은 버퍼의 영역을 무한으로 가정해 왔으나 Chang이 유한영역의 단일버퍼에 대해 아래의 가정하에 해석했다.

1) 큐의 도착 메시지는 Poisson process 로 형성된다.

2) 각 도착 메시지 길이는 기하분포이며 유한큐는 batch 입력의 조건으로 된다.

3) 큐에 속한 모든 패킷은 일정률로 동시에 Single 출력Transmitter로 부터 FCFS의 방법으로 Service를 받는다.

각 패킷은 Service를 받은후 System을 이탈한다.

여기서 패킷의 Service Time은 Slot이라 한다.

4) 각 패킷의 버퍼공간은 한 Unit를 차지한다.
5) 잔여 Buffer공간이 완전한 메시지는 완전히 reject된다.

이 같은 가정 하에서 폐쇄확률을 구한다.

Bm^t: time slot 시작 후 t초에 도착하는 메시지가 reject 당할 폐쇄확률

N : 버퍼의 용량

Π_i^t: time slot 시작 후 t초에 버퍼에 i패킷이 있을 확률

σ_{N-i}: 도착 메시지가 N-i 패킷보다 큰 메시지일 확률

따라서 이 메시지는 reject된다.

그러므로,
$\Pi_i^t \cdot \sigma_{N-i}$ 는 폐쇄확률이다.
또한 전체 i(0<i<N)을 고려하면
폐쇄확률 Bm^t는 다음과 같다.

$$Bm^t = \sum_{i=0}^{N} \Pi_i^t \cdot \sigma_{N-i}$$

도착분포를 Poisson분포로 가정했으므로 임의의 메시지가 한 Slot 내의 임의의 시간에 도착할 확률은 동확률이다.
따라서 임의의 선택된 도착 메시지가 폐쇄될 확률은 다음과 같다.

$$Bm = \frac{1}{T}\int_0^T B_m^t \, dt$$

t는 time slot T내의 임의의 시간

T는 one time slot의 시간

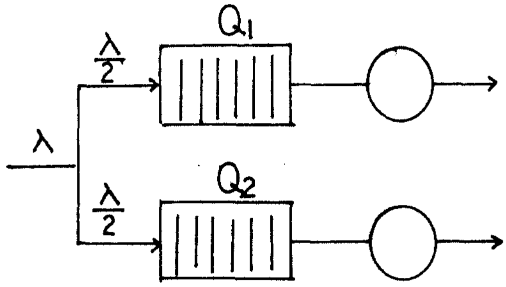
또한 Π_i^t를 구해보면

P_{ij}^t 먼저 P 는 Slot의 시작 후 t초에 input process로 부터 i개를 받을 수 있는 확률이고 j는 slot의 시작전에 버퍼내에 있는 패킷의 수이다. 따라서 i패킷을 수용하면, 버퍼에는 j+i개의 패킷이 존재한다.

$$\Pi_0^t = P_{0,0}^t \, \Pi_0$$
$$\Pi_1^t = P_{1,0}^t \Pi_0 + P_{0,1}^t \Pi_1$$
$$\vdots$$
$$\Pi_i^t = P_{i0}^t \Pi_0 + P_{i-1,1}^t \Pi_1 + \cdots + P_{0i}^t \Pi_i$$
$$\vdots$$
$$\Pi_N^t = P_{N0}^t \Pi_0 + P_{N-1,1}^t \Pi_1 + \cdots + P_{0N}^t \Pi_N$$

단, $\Pi_0^t + \Pi_1^t + \cdots\cdots + \Pi_N^t = 1$ 이다.

제3장 Random Buffer



위의 모델은 처리 속도와 용량이 동일한 유한 영역의 두개의 버퍼로서 입력되는 메시지는 총 도착률의 1/2로 나뉘어서 버퍼1과 2에 각각 입력된다.

$$h_{ij(m,n)} = P_r[X_n = j \mid X_m = i]$$

$$P_{ij} = h_{j,i+j}(0,M)$$

$$P_{ij}^t = \left[\frac{1}{2}\left\{\sum_{n=1}^{M} h_{j,i+j}(0\ n)\right\}\right]$$

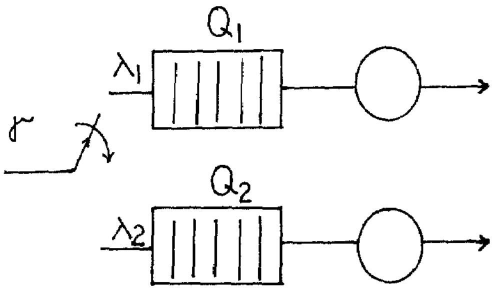
M이 충분히 크면

$$P_{ij}^* = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{M}\sum_{n=1}^{M} h_{j,i+j}(0,n)\right]$$

$$\Pi_i^* = \sum_{k=0}^{i} P_{i-k,k}^* \, \Pi_K$$

$$B_m = \sum_{i=0}^{N} \Pi_i^* \cdot \sigma_{N-i}$$

제4장 Join Shortest Buffer



위의 모델은 처리속도와 용량이 동일한 유한영역의 두 개 버퍼로서 입력 메시지는 현재 buffer의 잔유하는 패킷의 수가 작은 buffer를 택해서 입력된다. 즉.잔여영역이 긴 버퍼로 입력된다.

이 조건을 요약하면 아래와 같다.

1) 평형 상태(i=j) 일때는 γ 의 1/2이 버퍼 1과 버퍼 2에 나누어 입력된다 .

2) $i \neq j$ 일때는 γ 의 전부가 버퍼1또는 버퍼2에 입력된다.

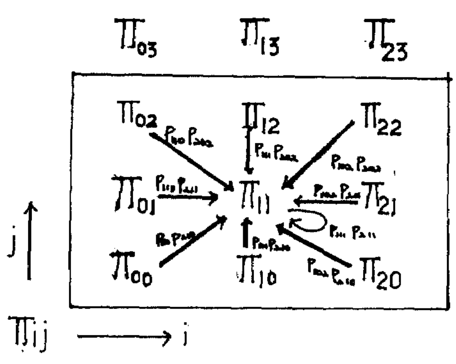
$$Q_1 < Q_2 ; \lambda_1 = \gamma , \lambda_2 = 0$$

$$Q_1 > Q_2 ; \lambda_1 = 0 , \lambda_2 = \gamma$$

$$Q_1 = Q_2 ; \lambda_1 = \lambda_2 = \frac{\gamma}{2}$$

γ : 총 도착률
λ_1 : buffer1에 입력될 도착률
λ_2 : buffer2에 입력될 도착률
Q_1 : buffer1에 있는 패킷의 수
Q_2 : buffer2에 있는 패킷의 수

Q1과 Q2에 대한 Diagram은 다음과 같다.



π_{11} 의 패킷 상태도

$$\pi_{ij} = P_{1i0} P_{2j0} \pi_{00} + P_{1i0} P_{2j1} \pi_{01} + \cdots\cdots$$
$$\cdots\cdots P_{1i0} P_{21j} \pi_{0j} + \cdots\cdots$$
$$+ P_{11i} P_{2j0} \pi_{i0} + \cdots\cdots + P_{11i} P_{21i} \pi_{ij} +$$
$$\cdots\cdots + P_{10i+1} P_{2j0} \pi_{i+1,0} + \cdots\cdots + \cdots\cdots$$
$$\cdots\cdots + P_{10i+1} \quad P_{20j+1} \pi_{i+1,j+1}$$

제5장 수치해석 및 검토

ρ를 일정하게 두고 메시지 길이는 1/0.25. 1/0.5 로 해서 실행했다.
그림1과 2는 미니슬롯의 값을 32와 64로한 결과로서 단일 버퍼일 때와 두 개의 버퍼일 때 JSQ방식과 Random방식을 비교 분석했다. 이 결과 폐쇄확률은 두 개의 버퍼시 JSQ방식과 Random방식이 단일버퍼일 때보다 2-2.5배(대수크기) 향상됐음을 보여준다.

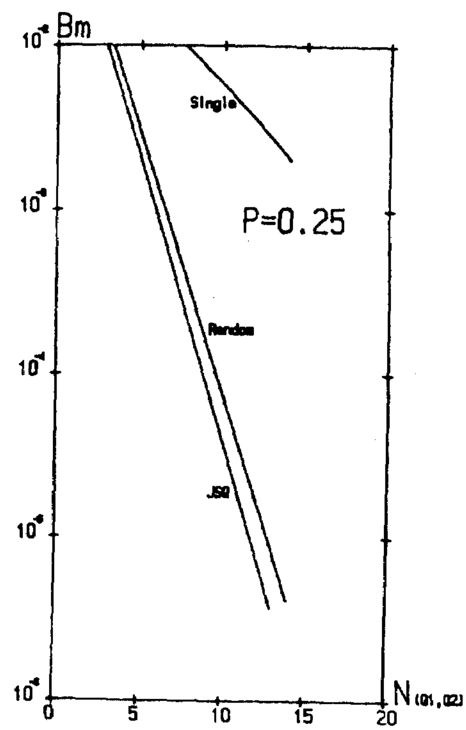


그림 1

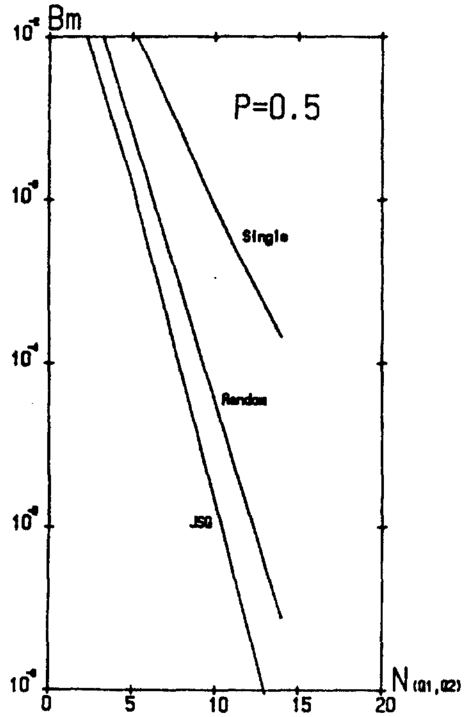


그림 2

제6장 결론

본 논문에서는 유한영역을 가진 두개의 buffer를 JSQ방식과 Random방식으로 운영할 경우에 있어서 폐쇄확률을 미니슬롯 근사법을 써서 해석해 보았다.
이결과 이 이론을 각각의 buffer를 가지는 다중채널 또는 회선방식의 통신망에 실제로 적용 가능하리라 생각한다.

REFERENCES

1. J.F.Chang and R.F.Chang,"The behavior of a finite queue with batch poisson input resulting from message packetization and a synchronous server,"IEEE Trans.Comm. vol.COM-32, pp.1277-1285, DEC. 1984
2. J.F.Chang and R.F.Chang,"The application of the residue theorem to the study of a finite queue with batch poisson arrivals and synchronous servers," SIAM J.Appl.Math., VOL.44 pp.646-656, June 1984
3. L.Keinrock, Queueing System,vols.1 and 2. New York:Wiley,1975
4. L.Keinrock,Communication nets,New York,McGROW Hill 1964
5. R.R.Boorstyn and A.Livine,"A technique for adaptive routing in networks," IEEE Trans.Comm. vol.COM-29, pp474-480,Apr.1981
6. T.Yum and M.Schwartz,"Comparison of adaptive routing algorithms for computer communication networks," in Proc. IEEE DEC. 1978
7. A.Livine,"Dynamic Routing in Computer Communication Networks," Ph.D Thesis,Polytechnic Inst. New York, 1977
8. T.S.Yum,"Analysis of Adaptive Routing Rule in Computer Communication Networks," Ph.D Thesis,Columbia University. 1978