

가입자 트래픽 특성을 고려한 트렁크엔지니어링 기법

안준식, 이경근

SK텔레콤, 세종대학교 정보통신공학과

Trunk Engineering Techniques considering Subscriber's Traffic Characteristics

Jun-Sik Ahn, Kyung-Gun Lee

SKTelecom, Sejong Univ Korea

Abstract - 현재 이동전화 Network 유선구간의 음성회선 산출기법은 얼랑(Erlang) B 이론을 그 바탕으로 하고 있다. 그리고 이러한 얼랑 B 이론은 가입자 시도호의 특성이 포아송(Poisson)분포를 하고있음을 기본가정으로 하고 이를 바탕으로 서비스제공자가 목표하는 호손율을 달성하기 위해 필요한 회선수를 얼랑 B 테이블로 제시하고 있다. 본 논문은 실제가입자의 트래픽특성(분포) 및 얼랑 B 이론의 실측특성을 분석하여 이러한 얼랑 B 모델이 상용망에서 적절하게 적용될수 있는지를 검증하였으며 이러한 실측검증을 바탕으로 서비스 제공자의 목표호손율을 일정한 확률(신뢰도) 범위에서 보장하는 보정된 얼랑 B 테이블을 제시한다.

1. 서 론

이동전화망에서 해당구간의 해당트래픽에 대하여 서비스제공자가 목표하는 호손율에 맞는 회선을 산출하는 과정을 트렁크엔지니어링(Trunk Engineering)이라고 한다. 이러한 트렁크엔지니어링기법은 해당구간의 트래픽을 일정한 특성을 갖는 트래픽모델링에 기초하여 산출하는데 현재 대표적으로 사용되고 있는 트래픽모델이 얼랑 B 모델이다. 얼랑 B 모델에서는 다음과 같은 조건으로 트래픽을 가정한다. 1)트래픽의 Interarrival Time 분포가 Negative Exponential 하다, 즉, 트래픽이 포아송 분포를 이룬다. 2)채널 Holding Time 이 Constant 또는 Exponential 하다 3)블록되는 호는 재시도되지 않고 clear 된다. 따라서 현재의 이동전화가입자의 트래픽분포와 포아송분포와의 적합성여부에 대한 검증이 필요하다

또한 얼랑 B 이론의 해당트래픽이 포아송분포 조건을 만족 하더라도 실측호손율은 얼랑 B 이론의 이론 호손율값과 항상 같은 결과가 나오는 것은 아니다. 이것은 얼랑 B 이론의 이론호손율은 무한시도에 따른 통계적 평균치를 제시하기 때문에 실제의 환경에서는 실측 호손율이 얼랑 B 호손율보다 값이 클 때도 있고, 작을 때도 있다.

이에 본 논문은 실제이동전화환경에서의 실측시험 및 트래픽 시뮬레이션을 통하여 얼랑 B 전제조건들이 타당한지를 검증한다. 또한 무한시도의 평균값으로 구성된 얼랑 B 테이블이 일일단위의 유한시도의 트래픽에 대하여 매일매일의 호손율을 보장할수 없는 것을 고려하여 신뢰도기반으로 얼랑 B 테이블을 보정한 새로운 회선산출법을 제시한다.

2. 본 론

2.1 실제망 발생에서 발생하는 실측호손율 분포

먼저 실제망에서 발생한 실측호손율 분포와 해당 트래픽에서의 얼랑 B 이론에 의한 이론호손율을 비교하기 위해 최근 3 개월간에 발생한 호손율분포를 분석하였다. 아래의 그림 1 은 CGS (Cellular Gateway System)에서 MSC(Mobile Switching Center)로 가는 490 개의 루트(Route) 중에서 96 개의 루트에서 호손실(Block)이 발생한 것을 표시한다. 여기서 CGS 와 MSC 는 보통 이동통신 코어망을 구성하는 대표적인 교환기들로 CGS 는 각 MSC 들의 호를 묶어서 처리해 주는 관문교환기 역할을 한다. 그림 1 의 데이터는 2002 년 5,6,7 월(3 개월) 교환기로부터의 통계이다. 점선으로 표시된 것은 얼랑 B 이론라인이고, 각 점들은 실제 데이터로부터 구해진 호손율이다. 그림 1 에서 보면 얼랑 B 이론 호손율과 실제 데이터로부터의 실측 호손율은 일치하지 않으며, 오히려 실측 호손율이 좀 더 높게 발생하는 것을 볼 수 있다. 따라서 트래픽 특성 또는 채널 유지 시간이 얼랑 전제조건과 맞지 않을 수도 있음을 예상 할 수 있다.

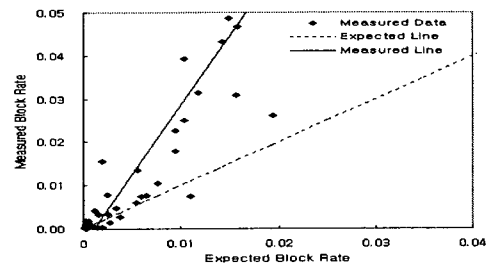


그림 1 실측 블록 vs 이론 블록

2.2 호손율 발생을 위한 실측시험

추가적인 실측호손율 데이터 확보를 위해 실제 운영중인 루트에 대해 회선수 강제조정을 시행하여 그림 2 와 같은 시험을 시행하였다. 그림에서 처럼 실측시험망은 Primary 링크와 백업 링크로 배치해 Primary 링크에서 발생한 호들을 다 처리할 수 없을 때는 자동으로 백업 링크로 돌아가게 하여 호 소통에도 문제 없게 하면서 그 백업링크로 오는 호를 Primary 링크에 대한 호손실로 처리하였다.

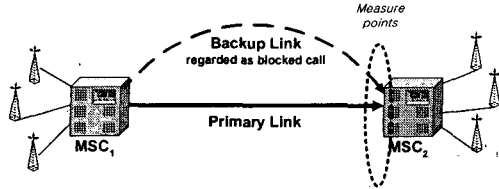


그림 2 실측 실험 토폴로지

실측 실험은 평균 트래픽 및 실제 회선수가 다른 2 개의 루트에서 진행하였으며 그 과정은 그림 3 과 같다.

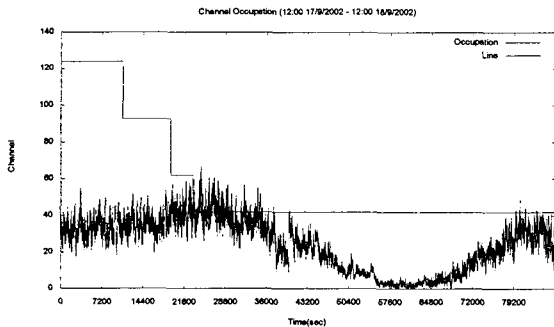


그림 3 실측 실험 과정

그림 3 은 2002.09.17 12 시부터 2002.09.18 12 시까지의 24 시간 동안의 채널을 점유하고 있는 트래픽 분포를 나타낸다. 황으로 그어진 실선은 회선수 감소를 유도한 채널을 나타 내고 있으며, 평상시 124 개의 채널을 사용하는 실험 루트에서 호손실이 발생할 때까지 시간에 따라 적절히 회선을 감소시켰음을 나타내고 있다. 그림 3 에서 황으로 그어진 실선 위로 나타난 호들이 손실 된 호들이다.

2.3 실험 결과 샘플 분석

실측 실험으로 5 개의 샘플을 추출하였고, 샘플 분석을 위해서 교환기 및 과금 데이터를 사용하였다. 교환기 데이터는 1 시간 단위로 시도호에 대한 호손실 결과를, 그리고 초 단위 과금 데이터는 트래픽의 특성을 분석하는데 사용하였다.

표 1 실측 실험 결과 샘플

샘플	시도호	AHT	트래픽 (Erl.)	채널	실측 Block (%)	이론 Block (%)
A	1193	80	26.5	42	1.01	0.13
B	1408	72	28.2	42	1.35	0.32
C	2086	70	40.6	42	8.91	9.53
D	2519	61	42.7	42	10.92	12.24
E	2976	56	46.3	42	17.37	16.99

표 1 의 결과에 따르면 샘플 C,D,E 은 실측 호손율과 얼랑 B 이론 호손율이 비슷하거나 실측 호손율이 낮았으나, 샘플 A,B 는 실측 호손율이 이론 호손율보다 높게 발생하였다. 이러한 이유를 찾아 내기 위해 각 샘플에 대한 과금 데이터를 이용하여 1) Interarrival Time 분포 2) VMR(Variance

to Mean Ratio) 분석을 하였고, 각 과정을 그림 4 에 나타냈다.

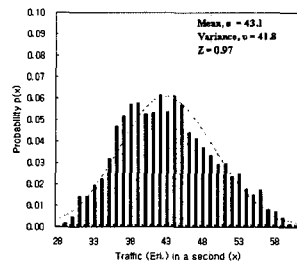
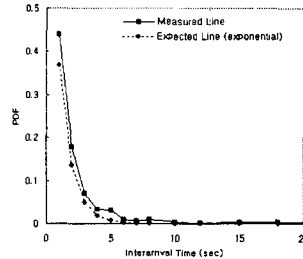


그림 4 Interarrival Time 분포 분석 및 VMR 분석

2.4 Interarrival Time 분석 - Chi Square 검증

각 샘플에 대한 트래픽의 포아송 분포 여부를 판단하기 위해서 Interarrival Time 에 대한 Chi Square 검증을 실시하였다.[5] Chi Square 검증의 가설은 “트래픽이 포아송하면 Interarrival Time 분포가 Negative Exponential 하다”라고 세운 후 구해진 Q 값에 대해 Chi Square 값 범위 안에 들어오면 가설을 채택하는 형식으로 진행하였다.

2.5 트래픽 특성 구분 - VMR 분석

Chi Square 검증은 트래픽이 포아송 분포를 따르는지 여부를 판단할 수는 있지만 트래픽의 특성을 규정지어 줄 수 없다. 따라서, 각 샘플에 대한 트래픽 특성을 부여하기 위해서 과금 데이터를 이용하여 VMR 분석을 진행하였다. VMR 은 분산을 평균으로 나눈 비율로 식 1 과 같이 나타내는데, VMR 값이 1 에 가까우면 포아송 트래픽, VMR 값이 1 보다 크면 평균 트래픽 대비 분산이 큰 Peaked 트래픽, VMR 값이 1 보다 작으면 평균 트래픽 대비 분산이 작은 Smooth 트래픽으로 구분하게 된다.

$$VMR = \frac{V(A)}{E(A)}$$

(1)

V(A) : 트래픽에 대한 분산

E(A) : 트래픽에 대한 평균

2.6 샘플 분석 결과

실측 실험 분석 결과를 아래의 표와 그림으로 정리하였다.

표 2 실측 실험 분석 결과

샘플	Chi 검증	VMR	특성
A	기각	1.46	Peaked
B	기각	1.92	Peaked
C	기각	0.73	Smooth
D	승인	1.08	Poisson
E	승인	0.97	Poisson

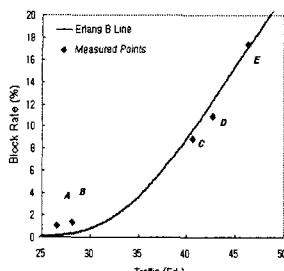


그림 5 실측 실험 결과

표 2에 정리된 분석 결과 Chi 검증에서 Interarrival time 분포가 Exponential로 승인된 트래픽은 VMR 값이 1 근처에 있고, 기각된 트래픽은 VMR 값이 1보다 크거나 작다. 이 결과를 바탕으로 앞으로의 트래픽 특성은 VMR 값으로 나타내도록 한다. 또한 그림 5에서 샘플 A, B의 Peaked 한 트래픽은 열량 B 이론 라인보다 호손실이 위에 나타나며, 샘플 C, D, E의 포아송하거나 Smooth 트래픽의 경우에는 열량 B 라인 근처에 나타나거나 밑에 호손실이 발생함을 알 수 있다. 이 결과를 바탕으로 실측범위를 확대하여 총 108개의 루트 트래픽에 대해서 Chi 및 VMR 분석을 통하여 트래픽 특성과 호손실과의 관계를 규명하고자 하였다

2.7 108 루트의 실측시험진행

108 루트의 실측시험은 과금 데이터를 바탕으로 진행하였는데 과금데이터 원본은 약 50 열량부터 500 열량까지, E1 3개(93 채널)부터 29개(899 채널)까지의 MSC-MSC, MSC-CGS 루트의 총 108개 데이터를 사용하였다. 108개의 과금 데이터에 대한 트래픽 특성 및 VMR 값을 판단해본 결과, 표 3과 같았다.

표 3 총 108개 루트 트래픽 분석 결과

Smooth 트래픽	Poisson 트래픽	Peaked 트래픽
22%	50%	28%

VMR은 0.48부터 3.50까지의 값을 가졌고, 0.8~1.2까지의 VMR 값을 가지면 포아송 트래픽으로 가정할 결과이다.

2.8 트래픽특성별 호손율분포

아래의 그림 6, 7, 8은 트래픽 특성에 따른 호손실의 발생 유형을 분석한 것이다. 그림에서는 열량 B 기대 호손율 0.5%에서의 트래픽 특성에 따른 호손율을 비교하였고, 실제로는 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.5%, 1%의 호손율에 대한 열량 B 이론 호손율과 실측호손율을 비교 분석하였다. 실제로

모든 호손율에 대해서 트래픽이 Smooth 할 경우에는 실측호손율이 열량 B 이론 호손율보다 낮게 나타났으며, 포아송인 경우에는 그 중간에, 그리고 Peaked 경우에는 이론 호손율보다 높게 나타났다. 예를 들어 그림 8의 Peaked 트래픽에서는 총 60개 호손실 중 51개의 호손율이 열량 B 이론 호손율보다 높게 나타났다.

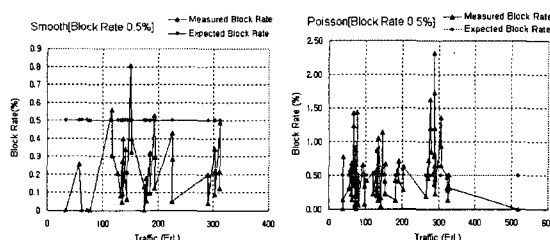


그림 6 Smooth 트래픽

그림 7 포아송 트래픽

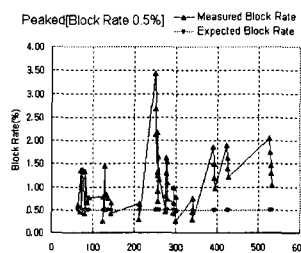


그림 8 Peaked 트래픽

2.9 열량 B 보정

앞선 실측 실험을 통해서 살펴본 결과 셀룰러 코어 망 트래픽의 약 80%는 열량 B를 이용하는 데에 보정이 필요하다. 실제로 열량 B는 그 전제 조건인 포아송 트래픽에 대해서만 회선을 산출하므로 실제로 운영중인 망에 대한 열량 B 사용 회선 산출은 트래픽 특성에 따른 마진을 다시 적용해야 하고, 실험결과 포아송 트래픽과 Peaked 트래픽은 열량 B 호손율보다 크므로 회선산출에 있어서 보정 팩터(이하 F)를 적용해야 한다.

표 4 신뢰도 기반 열량 B 보정 F

호손율 0.5%	신뢰도 기반 보정 F (%)				
	99%	90%	80%	70%	60%
180 열량 이하	6.6	6.0	2.7	2.6	1.8
180~360 열량	8.6	4.5	3.6	3.1	2.5
360 열량 이상	4.6	4.6	3.9	3.9	3.2

표 4는 가장 수요가 빈번한 트래픽의 분포 범위에 따라 신뢰도를 기반으로 열량 B를 보정하는 F(%)들이다. 열량 B는 신뢰도 약 50%를 가지게 되므로 트래픽이 포아송 또는 Peaked 분포를 가질 경우에는 F를 적용해야 목표 호손율 및 통화품질을 유지할 수 있게 된다. 본 논문에서는 호손율 0.5%만 제시하였다. 예를 들어 목표 호손율 0.5%를 만족하며 200 열량의 트래픽이 지나는 열량 B 이론 회선은 227 채널 이고 신뢰도 50%

이하를 갖게 된다. 99%의 신뢰도 안에서 목표 호 손율 0.5%를 만족시키기 위해서는 F 를 적용하여 구한 247 채널을 사용해야 한다. 또한 그림 1 에서의 97 개 루트 호손실도 F 를 적용하여 회선산 출한 결과 99%의 신뢰도 범위 안에서 발생함을 확인하였다.

3. 결 론

이번연구를 통해서 종래에 유선 전화망에서 사 용되어져 오던 열량 B 이론이 이동통신 코어 망 에서도 적용되어 질 수 있는지에 대한 여부를 분 석 하였다. 분석 결과 열량 B 모델의 기본전제사 항인 포아송분포를 보이는 트래픽은 전체트래픽의 50%, smooth 분포는 20%, Peaked 한분포는 약 30%인것으로 나타났다. 또한 전체의 50%를 차지 하는 포아송분포에서도 실제 일일단위의 호손율은 목표호손율보다 높다는 것을 알수 있었다. 이러한 트래픽특성을 고려해서 신뢰도기반의 보정된 열량 B 테이블을 작성할수 있었다. 이를 통해 실제체감 품질과 실측호손율과의 더욱 정확한 관계를 정립 하여 회선산출기법에 적용할수 있었다. 향후 과제 로는 새로운 회선산출법을 실제 이동통신 운영망 에 적용하여 트래픽 변화에 따른 동작을 확인하 는 것과, Peakedness 의 영향을 고려한 VMR 값 에 따른 회선 산출법을 제시하고자 한다.

[참고문헌]

- [1] James R. Boucher "Traffic System Design Handbook: Timesaving Telecommunicatio n Traffic Tables and Programs", IEEE Pr ess, pp. 1-78, 1993.
- [2] Haruo Akimaru, Konosuke Kawashima, " Teletraffic- Theory and Applications", 2n d Edition, Springer Verlag, pp3-55, Janua ry 1993.
- [3] Villy B. Iversen, "Teletraffic Engineering H andbook", ITU-D SG 2/16 & ITC, 2002- 09-06.
- [4] Robert S. Cahn "Wide Area Network Desi gn - Concepts and Tools for Optimization ", Morgan Kaufman Publishers, Inc, pp. 1 1-142, 1998.
- [5] Derek Lam, Donald C. Cox, Jennifer Widom , "Teletraffic Modeling for Personal Commu nications Services", IEEE Communications Magazine, pp79-87, February 1997.
- [6] S. Molnar, Gy. Miklos, "Peakedness Chara cterization in Teletraffic", IFIP TC6, WG6. 3 conference Performance of Information

and Communications Systems, PICS'98 Lu nd, Sweden, May 25-28, 1998

- [7] Cisco System, "Traffic Engineering for Voice over Integrated Service Networks", session 2010, 2000.