

셀룰러 환경에서 통합된 음성과 데이터 트래픽의 성능분석

김기완 김두용
 순천향대학교 정보기술공학부
 kkw@electra.sch.ac.kr, dooykim@asan.sch.ac.kr

Performance Analysis of Integrated Voice and Data Traffic in a Cellular Environment

Ki-Wan Kim Doo-Yong Kim
 Div. of Information Technology Engineering, Soonchunhyang Univ.

요약

본 논문은 셀룰러 이동통신 환경하에서 음성과 데이터가 통합된 통신 시스템의 트래픽 분석 방법을 제안한다. 통합된 통신 시스템에서 음성과 데이터 트래픽은 교유의 채널 영역을 갖고 있고 음성 영역에 유희한 채널이 있을 경우 데이터 트래픽이 음성 채널을 사용할 수 있으며 음성이 발생하여 필요시 데이터 채널은 preempt 할 수 있는 시스템 제어 방식을 갖는다. 따라서, 본 논문에서는 이와 같이 가변하는 경계를 갖는 시스템의 블록킹 확률과 핸드오프 실패확률 등을 분석한다.

1. 서론

음성만을 서비스하던 과거와는 달리 음성과 데이터 혹은 멀티미디어를 함께 서비스하는 통합된 환경의 이동통신 시스템에서 한정된 주파수 대역폭으로 더 많은 가입자에게 양질의 서비스를 제공하기 위해서는 더욱 효율적인 통신자원의 분배가 필요하다.

본 논문에서는 클래스로 나뉘어진 음성과 데이터가 통합된 서비스를 제공하는 이동통신 시스템의 용량을 증가시키기 위한 방법으로 클래스의 경계가 이동되는 네트워크 모델의 성능을 분석한다.

2. 가변하는 경계를 갖는 이동통신 시스템의 성능 분석 모델

이동통신 시스템의 전송 채널은 그림1과 같이 구성되어 있고, 가변하는 경계에 의하여 각각 클래스 I(Voice)과 클래스 II(Data)의 두 영역으로 나누어진다고 가정한다[1].

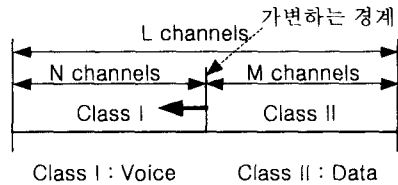


그림1. 가변하는 경계를 갖는 이동통신 시스템의 구조

데이터 패킷의 전송을 위한 최소 채널 개수는 M으로 고정되고, 사용되지 않는 음성 채널들은 데이터 패킷 전송을 위하여 사용되어 질 수 있다고 가정한다. 또한, 데이터 패킷에 대해 음성 호가 우선순위를 가지므로 음성 채널을 사용하는 데이터 패킷들은 음성 호가 발생하면 전송이 절단되고 음성 호를 위해 사용된다고 가정한다. 또한, 이동통신 시스템에서 이동하고 있는 사용자의 핸드오프 실패로 통화중에 호가 절단되는 경우 사용자는 새로운 호의 블럭킹에 의해 통화가 되지 않는 경우보다 큰 불편을 느끼게 될 것

이므로, 본 논문에서는 그림1과 같은 가변하는 경계를 갖는 이동 통신 시스템의 성능을 분석함에 있어서 핸드오프 호에 대한 절단확률을 줄이기 위해 핸드오프 호만을 서비스하는 채널을 따로 제공한다고 가정한다.

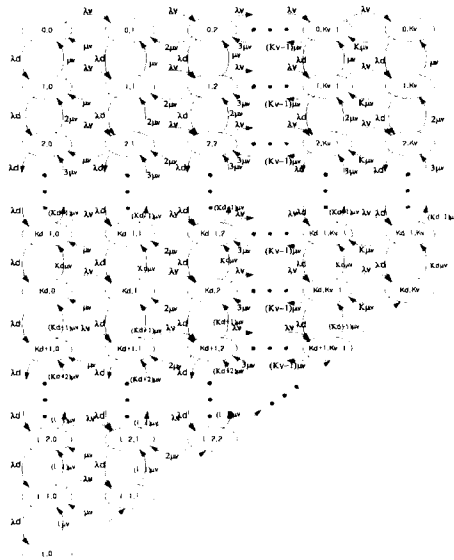


그림2. 가변하는 경계를 갖는 이동통신 시스템의 상태전이도

전체 채널 L개 중에서 데이터 패킷만을 위한 채널 개수를 M, 음성 호를 위한 채널 개수를 N, 음성 호의 발생률을 λ_1 , 데이터 패킷의 발생률을 λ_2 , 음성 채널의 서비스률을 μ_1 , 데이터 채널의 서비스률을 μ_2 라 하면 그림2와 같은 상태전이도는 식(1)과 같이 유도 할 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{dP_{00}(t)}{dt} &= -[\lambda_1(t) + \lambda_2(t)]P_{00}(t) + \mu_1(t)P_{01}(t) + \mu_2(t)P_{10}(t) \\ \frac{dP_{01}(t)}{dt} &= -[\lambda_1(t) + \lambda_2(t) + \mu_1(t)]P_{01}(t) + \lambda_1(t)P_{00}(t) + 2\mu_1(t)P_{02}(t) + \mu_2(t)P_{11}(t) \\ \frac{dP_{0N}(t)}{dt} &= -[\lambda_2(t) + N\mu_1(t)]P_{0N}(t) + \lambda_1(t)P_{0N-1}(t) + \mu_2(t)P_{1N}(t) \end{aligned}$$

$$\frac{dP_{MN}(t)}{dt} = -[\mu_1(t) + \mu_2(t)]P_{MN}(t) + \lambda_1(t)P_{MN-1}(t) + \lambda_2(t)P_{M-1N}(t) + \lambda_1(t)P_{M+1N-1}(t)$$

$$\frac{dP_{L0}(t)}{dt} = -[\lambda_1(t) + M\mu_2(t)]P_{L0}(t) + \lambda_2(t)P_{L-10}(t)$$

$$\begin{aligned} \frac{dP_{L-11}(t)}{dt} &= -[\mu_1(t) + \mu_2(t) + \lambda_1(t)]P_{L-11}(t) + \lambda_1(t)P_{L-10}(t) + \lambda_2(t)P_{L-21}(t) + \lambda_1(t)P_{L0}(t) \end{aligned} \quad (1)$$

여기서, $P_{ij}(t)$ 는 시간 t에서 시스템이 음성 호와 데이터 패킷을 서비스하기 위해 각각 ij 개수의 채널을 점유할 확률을 나타낸다.

3. 수학적 분석 및 결론

전체 채널 L개 중에서 데이터 패킷만을 위한 채널 개수를 M, 음성 호를 위한 채널 개수를 N, 핸드오프 하는 음성 호만을 서비스하기 위한 채널을 NH라 하면 Runge-Kutta방법을 이용하여 이동통신 시스템의 새로운 음성 호에 대한 블럭킹확률 P_{BV} 와 핸드오프 실패확률 P_{HV} , 데이터 패킷의 블럭킹확률 P_{BD} 를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P_{BV} = \sum_{i=N-NH}^N \sum_{j=0}^{L-i} P_{ij}(t) \quad (2)$$

$$P_{BD} = \sum_{i=0}^N P_{ij}(t) \quad (\text{단, } i=L-j) \quad (3)$$

$$P_{HV} = \sum_{i=0}^M P_{ij}(t) \quad (\text{단, } j=M) \quad (4)$$

가변하는 경계를 갖는 이동통신 시스템의 음성 호와 데이터 패킷의 블럭킹 확률과 음성 호의 핸드오프 실패확률을 구하기 위하여 총 채널의 개수 L을 28개라 가정하고, 데이터 패킷만을 위한 채널의 개수를 14, 통화 지속 시간을 120초로 가정하여 단위시간당 음성 채널의 서비스를 μ_1 은 1/120, 단위시간당 데이터 채널의 서비스를 μ_2 은 20이라고 가정하고, 핸드오프 실패확률을 줄이기 위해 음성을 위한 핸드오프 전용 채널의 개수를 CH는 0개에서 4개까지 변경할 수 있다고 가

정한다.

그림3의 두 그림을 비교하면 단위 시간당 데이터 패킷의 발생률은 450으로 고정되고, 단위시간당 새로운 음성 호의 발생률이 0.09에서 0.18로 핸드오프 되는 음성 호의 발생률이 0.06에서 0.12로 배로 증가할 때 보이스 호의 블럭킹 확률이 급격히 증가함을 알 수 있다.

그림4는 핸드오프 전용 채널의 개수가 한 개에서 두 개로 늘어날 때 핸드오프 실패 확률에 대한 개선 효과가 시간이 지나 갈수록 뚜렷이 나타남을 알 수 있다.

그림5(a)로부터 음성에 대한 전용 채널의 수에 관계없이 데이터 트래픽에 대한 블럭킹 확률이 선형적으로 증가하는 반면에 그림 5(b)에서는 데이터 트래픽의 발생률이 반으로 감소할 경우 시간이 지나면서 핸드오프 전용 채널 개수에 따라 데이터 트래픽에 대한 블럭킹 확률이 차이가 남을 알 수 있다.

이와 같은 분석방법을 이용하여 가변하는 경계를 갖는 시스템에 입력되는 발생률과 핸드오프 전용 채널 개수에 따른 시스템의 성능을 분석 할 수 있다. 또한, 제안된 모델을 이용하여 계층화된 셀룰러 시스템의 트래픽과 채널 할당 방식 연구에 적용할 수 있을 것이다.

4. 참고문헌

- [1] Mischa Schwartz, Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis, New York: Addison-Wesley Publishing Company, 1987.
- [2] 김기완, 김두용, 최덕규, "계층적 셀 구조를 갖는 이동통신 시스템의 큐잉 모델", 한국시뮬레이션학회 논문집 pp. 63-77. 제7권 제2호, 1998
- [3] 김두용, "비정상상태하에서의 텔레커뮤니케이션 네트워크의 성능분석", 한국과학재단, 1995

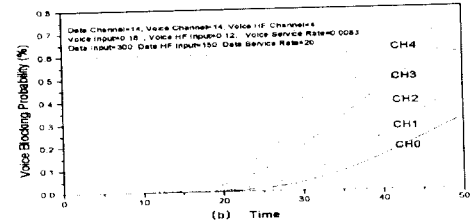
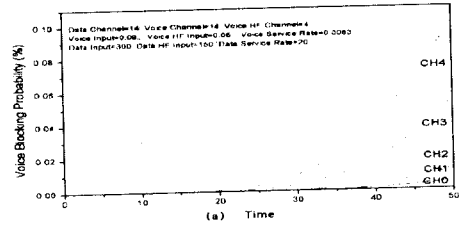


그림3. 음성 호의 블럭킹 확률 P_{BV}

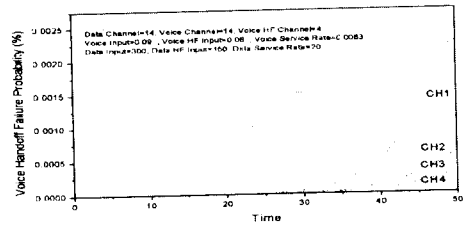


그림4. 음성 호의 핸드오프 실패 확률 P_{HF}

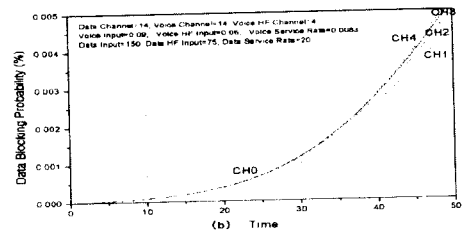
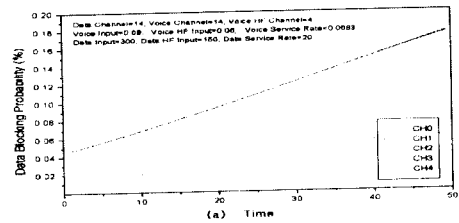


그림5. 데이터 패킷의 블럭킹 확률 P_{BD}