

멀티미디어 개인 휴대 통신에서 다중 우선 순위 호들에 대한 효율적인 큐잉 관리에 대한 분석

정회원 이 동 춘*

Analysis of Efficient Queueing Management with Multiple priority calls in Multimedia Personal Communication Services.

Dong Chun Lee* *Regular Member*

요 약

개인휴대통신시스템(PCS)에서 제한된 채널상의 호(call)에 대한 블록률(blocking probability)을 감소시키는 방법으로 큐(queue)를 사용한다. 본 논문은 다중 클래스호를 가진 멀티미디어 개인휴대통신시스템(MPCS)에서, 큐에 대기할 수 있는 다중 우선순위호에 대한 효율적인 큐잉 관리기법을 제안한다. 제안된 큐잉모델은 시간 우선순위제어인 HOL(Head of Line)기법을 기반으로 큐를 다중 우선순위를 가진 호들에 대한 블록률(blocking probability)과 평균대기시간(mean waiting time)을 보인다. 수학적 해석결과는 시뮬레이션언어인 SLAM II을 수행하여, 수학적 해석 방법의 타당성을 검증하였고, 다중 클래스호들이 임계치, 큐의 크기, 우선순위 혼합비, 그리고 트래픽밀도에 따라 동적인 변화를 가짐으로서 각 호들에 대한 블록률과 평균대기시간을 감소시키는 것을 알 수 있었다.

Abstract

Channels make use of queueing scheme for reducing blocking probability of calls in personal communication system(PCS). In this paper, we propose the queueing model of multiple priorities traffic control mechanism which multiclass calls can wait in the queue under multimedia Personal Communications System(MPCS). This queueing model is based on Head of Line(HOL) method which has time priority. The analytic model is shown blocking probability, and mean waiting time of multiple priorities traffic according to threshold value, priority calls. The proposed analytic model is verified by performing the simulation language, SLAM II. we can see that each calls of MPCS is important to reduce the blocking probability and mean waiting time by changing dynamically performance parameters as threshold value, queue size, traffic density, and mixing ratio of priority traffics.

1. 서 론

이동통신(mobile communication)은 최근까지 음성통신 서비스위주로 발전하여 왔으나 데이터, 디지털, 비디오, 영상, 팩시밀리등의 다양한 매체 환경을 가진 개인통신 시스템(PCS)으로 발전하고 있다. 이러한 멀티미디어 개인휴대통신(Multimedia PCS)에

많은 관심과 연구가 진행되고 있고, 실제적으로 일상생활에 사용되고 있다. 그 동안에는 제한된 채널 환경에서 어떻게 하면 채널을 효율적으로 할당하는 문제에 대해서 연구되어지고 있었다. 이러한 연구분야 중에 가장 중요한 것 중에 하나는 채널할당기법으로서, 어떤 방법으로 채널을 할당하면 채널의 활용률을 최대한 줄일 것인가를 연구하였다. 이러한 할당기법에는 고정채널 할당기법, 가변채널 할당기

* 호원대학교 컴퓨터 학부 부교수

논문 번호 : 98181-0423, 접수일자 : 1998년 4월 23일

※ 본 논문은 1999년도 호원대학교 교내 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

법, 혼합채널 할당기법, 그리고 분산채널 할당기법이 있다^[4,9,10]. 이러한 연구는 주로 음성호(voice call)에 대해서 신규 발신음 음성호(new voice call)와 핸드오프 음성호(handoff voice call)에 대한 연구가 진행되어졌다^[1]. 그리고, 각 호들은 큐(queue)를 사용하여 제한된 채널에 대한 블록됨을 더욱 더 줄일 수 있었다. 또한, 음성호의 환경에서 벗어나서 멀티미디어 개인휴대통신시스템 환경으로 연구가 진행되었는데, 주로 음성호와 데이터호를 혼합하여 신규 발신음 음성호, 핸드오프 음성호, 신규발신 데이터호, 핸드오프 데이터호로 분류하여, 유휴채널 부족시 핸드오프 데이터호만 큐에 대기시킴으로서 데이터호의 블록됨을 감소시켰지만, 음성호의 블록됨은 좋지 않은 영향력을 미쳤다. 또한 큐내에서 음성호와 데이터호를 대기시켜서 음성호에 우선순위를 주어, 음성호에 대한 블록됨을 줄여 성능을 개선하였다^[3,6,7]. 더욱더, 큐에서 대기하는 핸드 오프호들에 대해서 우선 순위 기반 측정방식 (Measurement Based Prioritization Scheme)을 이용하여 우선순위를 결정하였다. 이 방식은 목표셀에 유한채널이 생기는 순간, 큐에 있는 핸드오프호들 중에서 가장 낮은 수신 레벨 혹은 가장 작은 핸드오프의 지속시간을 갖는 호에 대해 가장 높은 우선순위를 부여하는 방법이다^[8]. 그렇지만, 지금까지 연구는 신규 발신호와 핸드오프호만을 고려하였고, 또한 두 가지 클래스인 음성호와 데이터호에 대한 개인 휴대 통신시스템에서만 고려하였다. 그리고 이러한 환경에서 호에 대한 블록됨을 최대한 줄이기 위해서 큐를 사용하는데 큐의 효율적인 관리에 대한 모델제시가 없었고, 또한 다중 클래스호에 대한 큐의 관리와 다중 우선 순위 제어방식이 구체적으로 분석되지 않았다. 그래서 본 논문에서는 다중 클래스호(multiclass calls)를 가진 멀티미디어 개인 휴대 통신시스템에서 다중 우선순위를 가진 호에 대한 큐잉 관리기법을 제안한다. 제한된 큐잉 모델에서 전체의 큐 크기뿐 아니라 임계치(threshold value)에 따라서, 다중우선순위를 가진 호들에 대해 수학적 해석방법을 통해 블록됨 과 평균대기시간(mean waiting time)을 분석한다.

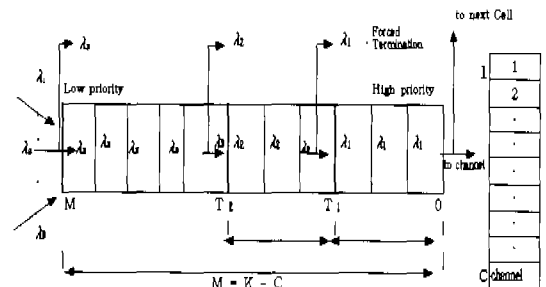
II. 다중 우선순위호의 트래픽 제어 모델 및 해석

2.1 다중 클래스호의 우선순위 기본모델

다중 클래스호를 가진 큐를 모델링하기 위해서는 시간우선순위 제어방식인 HOL기법을 기반으로하여

모델링하는데, 이런 기법은 고우선순위호(high priority call)를 저우선순위호(low priority call)보다 큐의 맨 앞쪽에 대기시켜, 고우선순위호가 저우선순위호보다 먼저 휴무채널(idle channel)을 점유할 수 있어, 고우선순위에 따른 대기시간을 줄일 수 있었다^[2]. 한 예로, 기존의 개인 휴대통신 시스템에서 신규발신음 음성호와 핸드오프 음성호인 경우, 핸드오프 음성호에 고우선순위를 주어, 큐의 맨 앞쪽으로 대기시켜서 핸드오프 음성호가 채널을 사용하는데 더욱 용이 할 수 있도록 하여, 채널 사용의 블록됨을 더욱 줄일 수 있었다^[1,3,5,6]. 그래서 HOL제어방식을 기반으로하여 기본적인 개인 휴대 통신 시스템(PCS) 환경에서 다중 우선순위호(multiple priority calls)를 가진 멀티미디어 개인 휴대 통신 시스템에서 한 셀 내에서 제한된 채널 사용의 호에 대한 블록됨을 최대한 줄이기 위해 사용하는 다중 우선 순위 큐잉모델을 제시한다.

그림1.은 기본적인 세가지 유형의 클래스호에 대한 다중우선순위 큐잉 모델링을 보여 주고 있다.



다중 클래스 호의 도착률: $\lambda_i, 1 \leq i \leq 3$
 전체 시스템 용량: K
 채널수: C
 큐 크기: $M (=K-C)$
 임 계 치: $T_i, 1 \leq i \leq 2$

그림 1. 한 셀내에 다중 우선순위에 대한 큐잉 모델

한 셀(cell)내에서 모든 채널이 사용 중에 있을 때 채널을 할당받기 위해 도착하는 다중 클래스호들은 채널 사용의 블록(blocking)이 발생되는데, 이러한 블록됨을 줄이기 위해 큐(queue)를 두어 채널의 사용을 최대한 이용할 수 있게 한다. 그래서, 다중 클래스호들이 큐에 대기하기 위해서는 HOL제어 기법을 기반으로 한 다중 우선 순위 큐잉를 가진다. 각 클래스호들은 큐를 논리적으로 나눌 수 있는 임계치들(threshold values)을 설정하고, 각 임계치(T_i)에 따라서 다중 우선순위호가 큐에 도착하였을 때,

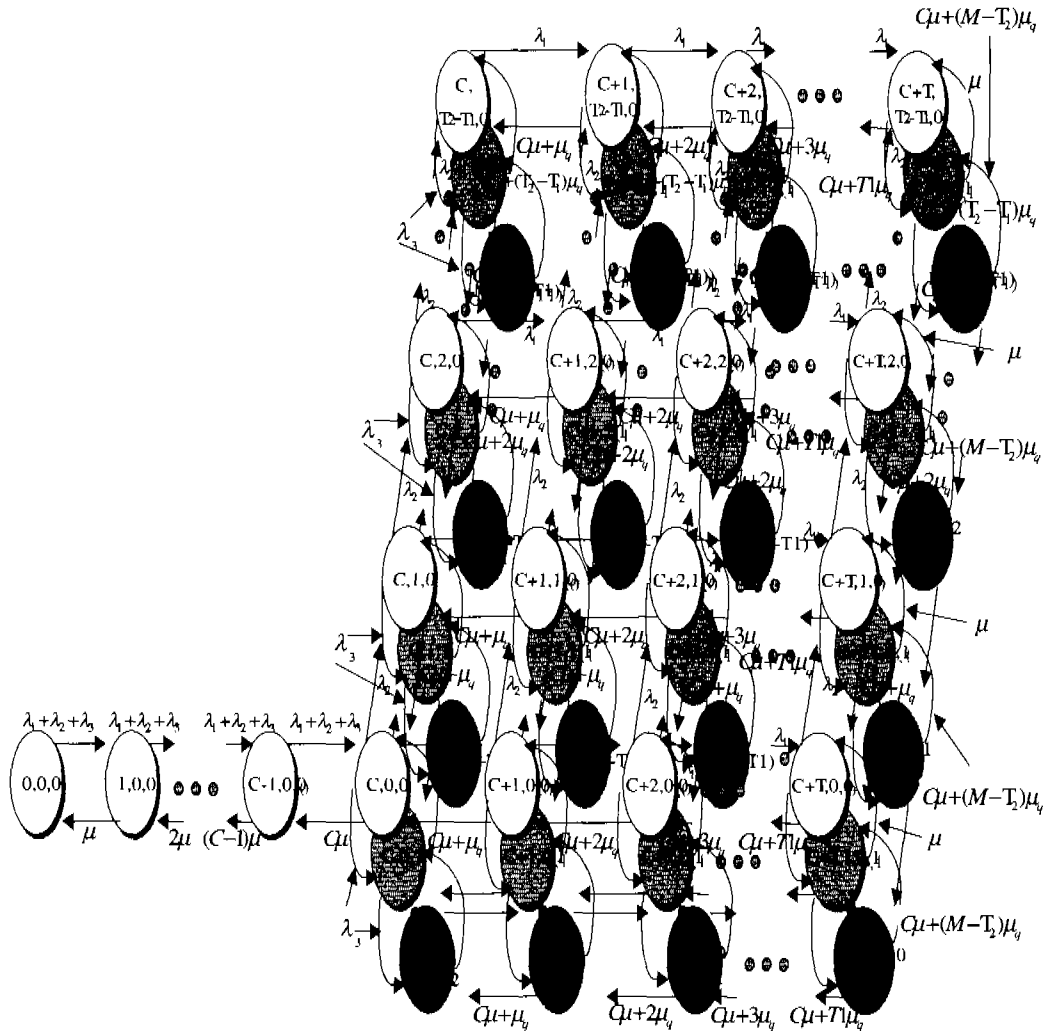


그림 2. 큐내에 대기하는 세가지 유형의 호출에 대한 3차원 상태전이도

임계치영역(T_1)안에 동일한 우선 순위 호출이 각각 대기한다. 반면, 다중 클래스호($\lambda_i, 1 < i < 3$)들이 큐에 도착하였을 때, 고우선순위호(λ_1)는 첫 번째 임계치(T_1)영역안에서만 대기하는데, 그 임계치 영역을 넘으면 그 호(λ_1)는 큐에 대기하지 못해 강제종료(force termination)된다. 이러한 고우선순위호는 채널을 할당받을 수 없기 때문에 채널의 사용에 대한 불복이 발생한다. 또한, 두 번째 임계치(T_2)영역을 넘으면, 중우선순위호(λ_2)는 큐에 대기하지 못해 강제종료된다. 최종적으로, 큐가 포화상태(M)가 되면, 다중 클래스호들이 우선순위에 상관없이 모두 강제 종료된다. 이 모든 우선 순위호들(λ_i)은 이 셀 내에서는 채널을 할당받을 수 없어, 다른 셀 환경에서

새로운 채널을 할당받아야 한다.

2.2 다중 우선순위의 수학적 해석

그림 1.에서 세가지 유형의 클래스호를 가진 다중 우선순위호들에 대해서 큐잉 모델링을 제시하였다. 이러한 모델에서 수학적 해석을 하기 위해서는 다음과 같이 가정한다. 1) 큐에 도착하는 다중 클래스호(λ_i)들은 각각 독립적인 포아송 확률분포를 가지며, 큐에 대기하고 있는 호들의 대기시간은 서비스율(μ_s)을 갖는 지수분포를 가지며, 또한 각 호들의 채널점유 시간(channel holding time)은 서비스율 μ 를 갖는 지수분포를 따른다. 2) 도착하는 호(λ_i)의 우선순위는 $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$ 우선순위를 갖는다. 3)

$$P(i, j, k) = \begin{cases} \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^i}{i! \mu^i} P(0,0,0) & 0 \leq i \leq c \\ & j, k = 0 \\ \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^c}{C! \mu^c} \left[\frac{1}{\prod_{p=1}^c (P\mu_p + C\mu)} (\lambda_1)^{i-c} \right] \left[\frac{1}{\prod_{q=1}^j (q\mu_q + C\mu)} (\lambda_2)^j \right] P(0,0,0) & \begin{matrix} C \leq i \leq C+T_1 \\ 0 \leq j \leq T_2 - T_1 \\ K = 0 \end{matrix} \\ \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^c}{C! \mu^c} \left[\frac{1}{\prod_{p=1}^c (P\mu_p + C\mu)} (\lambda_1)^{i-c} \right] \left[\frac{1}{\prod_{q=1}^j (q\mu_q + C\mu)} (\lambda_2)^j \right] P(0,0,0) & \begin{matrix} C \leq i \leq C+T_1 \\ 0 \leq j \leq T_2 - T_1 \\ 0 \leq k \leq M - T_2 \end{matrix} \end{cases} \quad (1)$$

$$P(0,0,0) = \left[1 + \sum_{i=1}^c \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^i}{i! \mu^i} + \sum_{i=c}^{c+T_1-T_2} \sum_{j=0}^{T_1} \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^c}{C! \mu^c} \left[\frac{1}{\prod_{p=1}^c (P\mu_p + C\mu)} (\lambda_1)^{i-c} \right] \left[\frac{1}{\prod_{q=1}^j (q\mu_q + C\mu)} (\lambda_2)^j \right] + \sum_{i=c}^{c+T_1-T_2} \sum_{j=0}^{T_1} \sum_{k=0}^{M-T_2} \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^c}{C! \mu^c} \left[\frac{1}{\prod_{p=1}^c (P\mu_p + C\mu)} (\lambda_1)^{i-c} \right] \left[\frac{1}{\prod_{q=1}^j (q\mu_q + C\mu)} (\lambda_2)^j \right] \times \left[\frac{1}{\prod_{r=1}^k (r\mu_r + C\mu)} (\lambda_3)^k \right] \right]^{-1} \quad (2)$$

임의의 임계치(T_i)안에 도착한 동일한 우선 순위호 (λ_i)의 합은 $T_i - T_{i-1}$ 이다. 4) 하나의 호가 채널을 점유할 동안, 대기하고 있는 호들은 비중단(non-preemptive)우선순위를 따른다. 5) 한 셀(Coll) 영역에서는 C의 채널 수를 갖는다. 6) 큐의 크기는 유한($M=K-C$)이며, 각 임계치내에 대기하고 있는 호들은 FIFO 규칙을 갖는다. 7) 큐잉 모델은 M/M/C/M/K이다. 가정된 파라미터를 이용하여, 마코프체인(Makov-chain)모델을 만들고, 생성-소멸 과정(birth-death process)과 각 클래스 상태에 따라 큐에 대한 상태 천이도(state transition diagram)를 보인다. 그리고 흐름보존의 법칙(flow conservation law)을 이용하여 그에 따른 정상 상태 확률($P(i,j,k)$)을 구한다. 그림 2.은 제안된 큐잉모델을 3차원 상태천이도로 표시되는데 이것은 세가지 유형의 클래스호마다 큐의 절대적인 위치를 가지고 있지만, 이는 논리적으로 별도의 큐로 볼 수 있다. 즉, 각 클래스호별로 위치할 수 있는 영역이 제한되어 있고 큐에 있게되는 각 클래스호의 수가 제한되어 있으므로 각 클래스호별로 크기가 다른 큐가 존재한다. 또한 큐에 대기하고 있는 고우선순위호가 저우선순위호보다 먼저 서비스를 받게된다. 그래서 이러한 큐잉모델에서는 세가지 유형의 클래스호가 존재하기 때문에 3차원의 상태천이도로 구성된다. 상태(i,j,k)에서 상태 i 는 큐에 고우선순위호(λ_1)가 i 개 있는 상태이며, T_1 개까지 대기할 수 있으며, 상태 j 는 큐

에 중우선순위호(λ_2)가 j 개 있는 상태이며 (T_2-T_1)개 까지 대기하며, 또한 상태 k 는 큐에 저우선순위호(λ_3)가 k 개있는 상태를 의미하며, ($M-T_2$)개까지 대기 할 수 있다. 각 상태를 설명하면 상태(0,0,0), (1,0,0)...(C,0,0)은 서비스가 가능한 채널이 있는 경우에는 모든 클래스의 입력호에 대해 즉시 서비스를 할 수 있는 상태를 보이며, 채널이 모두 서비스중이고 큐가 비어있는 상태(C,0,0)에서는 채널 서비스가 끝나서 상태(C-1,0,0)로 가는 경우와 고우선순위호(λ_1)가 입력으로 들어와서 천이하여 상태(C+1,0,0)로 가는 경우가 발생하며, 동시에 중우선순위호(λ_2), 저우선순위호(λ_3)가 들어오는 경우는 각 큐가 비어있으면 중우선순위호(λ_2)는 (T_2-T_1)개까지 큐에 대기하여 상태(C, T_2-T_1 , 0)까지 천이를 가지며, 저우선순위호(λ_3)는 ($M-T_2$)개까지 큐에 대기하여 상태(C, 0, $M-T_2$)까지 천이를 가진다. 상태(C,0,0), (C+1,0,0) ... (C+ T_1 ,0,0)은 고우선순위호(λ_1)가 T_1 개까지 큐에 대기할수 있으며, 동시에 각 상태에서 중우선순위호(λ_2), 저우선순위호(λ_3)가 들어오면 자신들의 큐의 영역이 비어 있으면 대기하고 큐의영역을 넘어서 도착하면 블록이 발생한다. 상태(C+ T_1 ,0,0)에서는 고우선순위호(λ_1)가 들어오면 블록이 발생하며 중우선순위호(λ_2)가 들어오면 큐가 비어 있을때, (T_2-T_1)개까지 대기할 수 있으며, 동시에 저우선순위호(λ_3)가 들어오면 큐가 비어 있을

$$\begin{aligned}
 P_b^{(1)} &= \sum_{j=0}^{T_1-1} \sum_{k=0}^{M-T_1-j} P(C+T_1, j, k) = \sum_{j=0}^{T_1-1} \sum_{k=0}^{M-T_1-j} \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^c}{C! \mu^c} \left[\frac{1}{\prod_{p=1}^c (P\mu_p + C\mu)} (\lambda_1)^{c-T_1} \right] \times \left[\frac{1}{\prod_{j=1}^{T_1} (j\mu_q + C\mu)} (\lambda_2)^j \right] \left[\frac{1}{\prod_{k=1}^{M-T_1-j} (K\mu_q + C\mu)} (\lambda_3)^k \right] P(0,0,0) \\
 P_b^{(2)} &= \sum_{i=0}^{T_1-1} \sum_{k=0}^{M-T_1-i} P(i, T_1, k) = \sum_{i=0}^{T_1-1} \sum_{k=0}^{M-T_1-i} \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^c}{C! \mu^c} \left[\frac{1}{\prod_{i=1}^{T_1} (i\mu_q + C\mu)} (\lambda_1)^{i-c} \right] \times \left[\frac{1}{\prod_{q=1}^{T_1-T_1} (q\mu_q + C\mu)} (\lambda_2)^{T_1-T_1} \right] \left[\frac{1}{\prod_{k=1}^{M-T_1-i} (K\mu_q + C\mu)} (\lambda_3)^k \right] P(0,0,0) \\
 P_b^{(3)} &= \sum_{i=0}^{T_1-1} \sum_{j=0}^{M-T_1-i} P(i, j, M-T_1) = \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^c}{C! \mu^c} \left[\frac{1}{\prod_{i=1}^{T_1} (i\mu_q + C\mu)} (\lambda_1)^{i-c} \right] \times \left[\frac{1}{\prod_{j=1}^{T_1} (j\mu_q + C\mu)} (\lambda_2)^j \right] \left[\frac{1}{\prod_{r=1}^{M-T_1-i} (r\mu_q + C\mu)} (\lambda_3)^{M-T_1-i} \right] P(0,0,0)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

때 (M-T₂)개까지 큐에 대기할 수 있다. 현재 서비스 중인 호의 채널 서비스가 끝나거나 대기시간이 끝나는 경우에 큐에 저장된 호가 하나 감소하게 된다. 상태(C+T₁,0,0),(C+T₁,1,0)...(C+T₁,T₂-T₁,0)는 고우선 순위호(λ₁)가 T₁개까지 큐에 대기한 상태 λ₂에서 중우선순위호(λ₂)가 들어와서 (T₂-T₁)개 까지 큐에 대기 할 수 있는 상태이므로 고우선 순위호(λ₁)가 들어오면 블록이 발생하고, 동시에 저우선순위호(λ₃)가 들어오면 큐가 비어있을 때 (M-T₂)개까지 대기할 수 있으며, 상태(C+T₁,T₂-T₁,0)에서 고우선순위호(λ₁), 중우선순위호(λ₂)가 들어오면 블록이 발생하고 동시에 저우선순위호(λ₃)가 들어올 때 큐가 비어있으면 (M-T₂)개까지 큐에 대기할 수 있다. 현재 서비스 중인 호의 채널 서비스가 끝나거나 대기시간이 끝나는 경우에 큐에 저장된 호가 하나 감소하게 된다. 상태(C+T₁,T₂-T₁,0),(C+T₁,T₂-T₁,1)...(C+T₁,T₂-T₁,M-T₂)는 고우선순위호(λ₁)가 T₁개 까지 큐에 대기하고 중우선순위호(λ₂)가 (T₂-T₁)개 까지 큐에 대기하고 있는 상태에서 저우선순위호(λ₃)가 들어오면 큐가 비어 있을 때 (M-T₂)개까지 큐에 대기 할 수 있으며, 이러한 상태에서 고우선순위호(λ₁), 중우선순위호(λ₂)가 큐에 들어오면 블록이 발생한다. 상태(C+T₁,T₂-T₁,M-T₂)세가지 우선 순위호가 큐에 들어오면 블록이 발생한다. 결론적으로 3차원 상태 천이도로부터 유추한 큐의 동작은 큐에 저장된 호의 수가 0개에서 T₁개가 될 때까지는 고우선순위호(λ₁)만이 큐에 대기하고, 다른 우선순위호는 블록됩니다. 다시 큐에 저장된 호의 수가 T₁개부터 T₁+T₂개까지는 중우선순위호(λ₂)만이 큐에 대기하게 되고, 다른 호들은 블록이 발생한다. 또한 T₁+T₂개부터 T₁+T₂+M개까지 저우선순위호(λ₃)만이 큐에 대기하고, 다른

호들은 블록이 발생한다. 그래서 다중 우선순위호에 따른 정상상태 확률 P(i,j,k)은 다중 클래스호가 대기할 수 있는 큐의 상태가 각 임계치 영역에 따라 비어 있는 상태에서 포화상태(M)까지를 흐름 보존의 법칙을 이용하여 각각 유도하였으며, 또한, 초기 확률 (P(0,0,0))은 각 임계치 설정에 따라서 구하여 지는데 첫 번째의 임계치(T₁)에 따른 초기확률과 2 번째의 임계치(T₂)에 따른 초기확률, 그리고 최종적으로, 큐의 크기가 포화상태(M)일 때 초기확률까지 구분되어 지는데, 각 경우에 대한 총합이므로 전체적인 초기확률(P(0,0,0))을 구할 수 있다

2.3 다중 우선순위호의 블록률(P_b⁽ⁱ⁾) 및 평균 대기시간(W_q⁽ⁱ⁾)

블록률을 구하기 위해서는 각 우선순위호가 대기 할 수 있는 임계치영역(T_i)이 할당되어 있으므로 할당된 임계치 영역까지 호의 존재확률(P(i,j,k))을 가지고 블록률 (P_b⁽ⁱ⁾, 1 ≤ i ≤ 3)을 구할 수 있다. 즉, 각 우선순위호가 할당된 임계치 영역을 넘어서 도착하는 호는 강제종료 되므로, 블록률은 호가 상태(i,j,k)에 존재할 확률(P(i,j,k))이 된다. 그러므로, 고우선순위호 가진 호(λ₁)에 대한 블록률(P_b⁽¹⁾)은 첫번째 임계치 (T₁)을 넘어서 고우선순위호(λ₁)호들이 도착할 때, 강제종료가 일어나며 호에 대한 블록이 발생한다. 저우선순위를 가진 호(λ₃)에 대한 블록률(P_b⁽³⁾)은 임계치 영역이 (M-T₂)개 이후에 도착한 호들은 강제종료가 일어나며 호에 대한 블록(block)이 발생한다

$$P_b^{(Total)} = \frac{1}{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)} [\lambda_1 P_b^{(1)} + \lambda_2 P_b^{(2)} + \lambda_3 P_b^{(3)}] \tag{4}$$

그래서, 고우선순위호(λ₁)부터 저우선순위를 가진

$$\begin{aligned}
 W_q^{(1)} &= \frac{1}{\lambda_1} \frac{(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)^c}{C! \mu^c} \sum_{i=c}^{C+T_1} i \left[\frac{1}{\prod_{p=1}^i (P\mu_q + C\mu)} (\lambda_1)^{i-c} \right] P(0,0,0) \\
 W_q^{(2)} &= \frac{1}{\lambda_2} \sum_{i=c}^{C+T_1} \sum_{j=0}^{C+T_1-T_1-i} j \left[\frac{1}{\prod_{p=1}^i (P\mu_q + C\mu)} (\lambda_1)^{i-c} \right] \left[\frac{1}{\prod_{q=1}^j (q\mu_q + C\mu)} (\lambda_2)^j \right] P(0,0,0) \\
 W_q^{(3)} &= \frac{1}{\lambda_3} \sum_{i=c}^{C+T_1} \sum_{j=0}^{C+T_1-T_1-i} \sum_{k=0}^{M-T_2} k \left[\frac{1}{\prod_{p=1}^i (P\mu_q + C\mu)} (\lambda_1)^{i-c} \right] \left[\frac{1}{\prod_{q=1}^j (q\mu_q + C\mu)} (\lambda_2)^j \right] \times \left[\frac{1}{\prod_{r=1}^{M-T_2} (r\mu_q + C\mu)} (\lambda_3)^k \right] P(0,0,0) \quad (5)
 \end{aligned}$$

호(λ_3)에 대한 분류율은 수식(3)에서 보여 주고 있다. 또한, 전체 분류율(P_b^{Total})을 구하면 수식(4)과 같다.

평균대기시간($W_q^{(j)}$)을 구하면, 세가지 유형의 우선순위호들을 갖는 평균대기 시간을 유출한다. 이것은 Little's공식을 이용하여 고우선순위호(λ_1)의 평균대기시간($W_q^{(1)}$)부터 저우선순위호(λ_3)에 대한 평균대기시간($W_q^{(3)}$)은 수식(5)에서 보여 주고 있다.

III. 성능 비교 분석

본 논문에서는 다중 우선순위호를 가진 큐잉모델에 대한 수학적 해석방법을 제시하였다. 큐에 대한 분석을 위해 HOL 제어기법을 기반으로하여 각 우선 순위호에 따라 분류율($P_b^{(j)}$)과 평균대기시간($W_q^{(j)}$)을 구하였다. 수학적 해석결과는 시뮬레이

션을 수행(SLAM II)하여 큐잉모델링에 대한 타당성을 검증하였다. 먼저, 두가지 클래스를 가진 호에 대하여 분석을 하였는데, 그림 4.에서는 두 가지 클래스호인 신규 발신음호, 핸드오프호에 대한 분류율을 보이고 있다. 여기서, 핸드오프호(λ_1)는 고우선순위(high priority)이고, 신규 발신음호(λ_2)는 저우선순위(low priority)를 가지며, 큐의 크기(M)는 25, 트래픽밀도(ρ)는 0.5, 그리고 트래픽 혼합비는 동일하게 $\lambda_1 : \lambda_2 = 0.1 : 0.1$, 호의 대기시간의 서비스율(μ_q)과 채널점유 서비스율(μ)는 각각 0.2, 채널수(C)는 50으로 가정하였다. 여기서는 호가 두 가지 클래스호이기 때문에 임계치는 하나의 임계치(T)를 가지며, 임계치를 증가시킬 때 핸드오프호는 분류율이 증가하고, 신규 발신음호는 감소하며 임계치(T)가 큐의 크기(M)만큼 증가할때 신규 발신음호의 분류율과 같아지게 된다. 이것은 핸드오프호의 분류율이 증가하면, 반비례적으로 신규 발신음호는 분류율이 감소하기 때문에 임계치 변화에 많은 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

그림 4.는 세 가지 클래스호에 대한 분류율을 보인다. 여기서, 세 가지 클래스호는 영상호, 음성호, 데이터호이며, 영상호(λ_1)는 고우선순위, 음성호(λ_2)는 중우선순위, 그리고 데이터호(λ_3)는 저우선순위를 갖는다. 또한, 큐의 크기(M)는 25이고, 트래픽밀도(ρ)는 0.5이며 그리고 두 개의 임계치(T_1, T_2)를 설정하여, 두 번째 임계치(T_2)는 15으로 하였을때, 첫번째 임계치(T_1)의 증가에 따른 분류율을 나타낸다.

고우선순위인 영상호가 속한 임계치(T_1)를 증가시

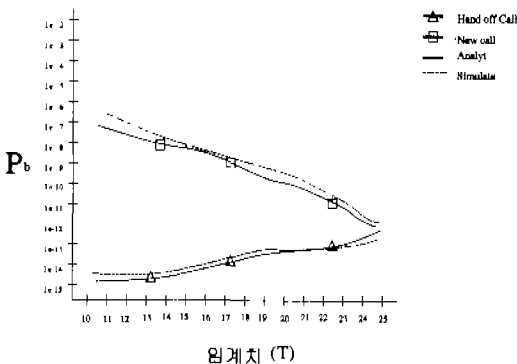


그림 3. 임계치(T)에 대한 분류율

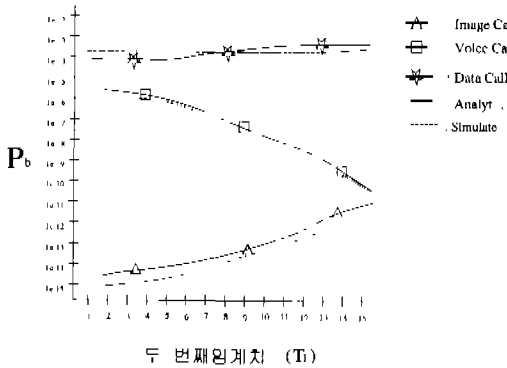


그림 4. 첫 번째 임계치(T_1)에 대한 분석

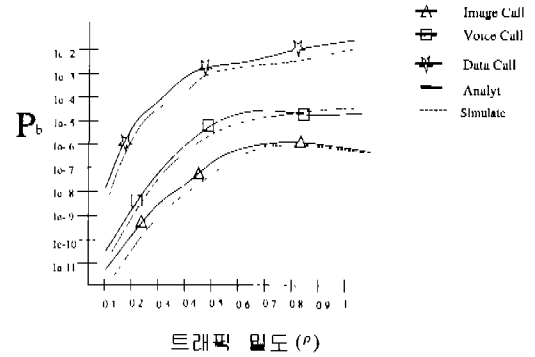


그림 6. 트래픽 밀도(ρ)에 대한 분석

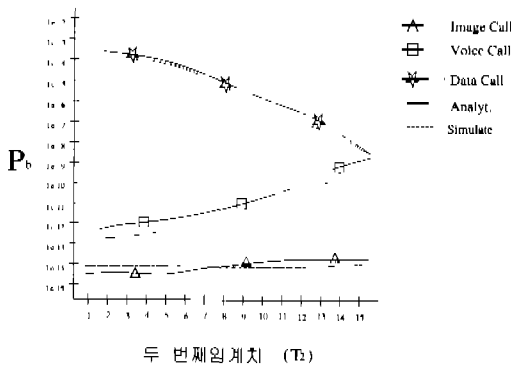


그림 5. 두 번째 임계치(T_2)에 대한 내한 분석

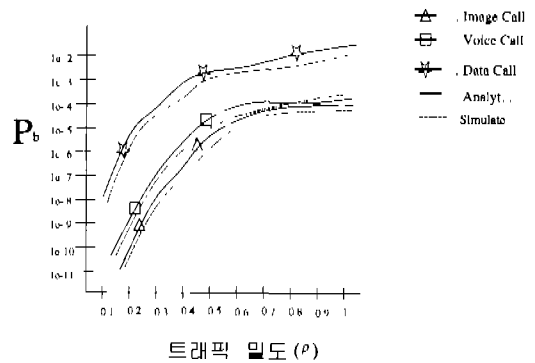


그림 7. 트래픽 밀도(ρ)에 대한 분석

켰을 때, 영상호의 블록률은 증가하고 중우선순위인 음성호는 감소한다. 그리고 지우선순위인 데이터호의 블록률은 변화가 거의 없다. 이러한 호는 첫 번째 임계치(T_1)가 데이터호에 속한 임계치영역에 영향을 주지 않기 때문이다. 영상호의 임계치(T_1)가 증가하여 음성호의 임계치(T_2)영역까지 증가하면 음성호의 블록률과 같아진다. 이것은 두개의 임계치영역에서 하나의 임계치영역으로 감소하는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다.

그림 5.는 그림 4.에서 가정한 성능 파라미터를 가지고 첫 번째 임계치(T_1)는 10으로 하였을 때 두 번째 임계치(T_2)의 증가에 따른 블록률을 나타낸다. 두 번째 임계치(T_2)가 증가하면 음성호의 블록률은 증가하고, 데이터호는 반비례적으로 감소하며, 고우선순위인 영상호는 두 번째 임계치 영역에 영향을 받지 않기 때문에 블록률은 변함이 없다.

그림 6.은 큐의 크기(M)가 30이고, 두개의 임계치(T_1, T_2)가 각각 10, 20으로 똑같은 임계치영역을 할당하고 트래픽 혼합비($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$)는 각각 0.1,

0.1, 0.8로 하였을 때, 트래픽 밀도(ρ)에 따른 블록률을 나타낸다. 트래픽 밀도(ρ)가 증가할 때, 영상호와 음성호는 블록률이 작은 간격으로 증가하지만 데이터호에 더 많은 트래픽 혼합비를 가졌기 때문에 영상호와 음성호보다 더 많은 블록률로 증가한다. 또한, 그림8.에는 트래픽 혼합비($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$)는 각각 0.8, 0.1, 0.1로 하였을 때 트래픽 밀도가 증가할 때, 음성호와 데이터호는 블록률이 거의 유사하게 증가하지만, 영상호는 더 많은 트래픽 혼합비를 가졌기 때문에 음성호와 데이터호보다 블록률이 더 많은 증가를 가진다. 그래서 다양한 트래픽 혼합비와 임계치를 동적으로 변화시킴으로써 다중클래스호에 대한 서비스품질(QoS)을 제공할 수 있음을 알았다.

그림 8.은 트래픽혼합비($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$)가 각각 0.1, 0.1, 0.1로 동일하였을 때 도착률($\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$)에 따른 세 가지 클래스호에 대한 평균 대기시간($W_q^{(i)}$)을 보였다. 우선순위가 가장 높은 영상호가 가장 적은 대기시간을 가지며, 가장 낮은 우선순위인 데이

터호가 가장 많은 대기시간을 가진다. 이것은 고 우선순위일수록 큐의 앞에서 대기하여 채널을 할당받을 수 있기 때문이다.

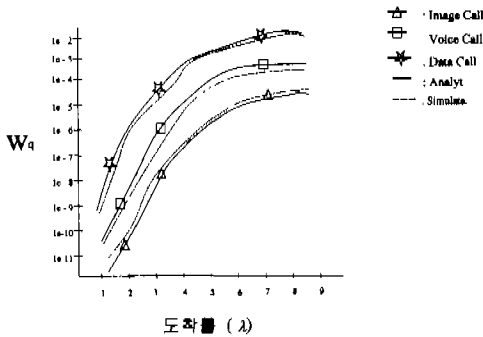


그림 8. 도착률(λ)에 대한 평균대기 시간

IV. 결론

본 논문에서는 다중 우선순위를 가진 멀티미디어 개인휴대통신에서 제한된 채널상의 블록률을 감소 시키는데 사용된 큐의 관하여 효율적인 큐잉관리기법을 제안하였다. 제안된 큐잉모델은 시간우선 순위 제어인 HOL기법을 기반으로하여 큐를 논리적으로 나누는 임계치에 따라, 다중 우선순위를 가진 호출에 대한 블록률과 평균 대기시간을 수학적 해석 방법을 보였고, 시뮬레이션언어인 SLAM II을 수행하여, 수학적 해석 방법의 타당성을 검증하였다. 분석결과, 세가지 유형 클래스호인 영상호, 음성호 그리고 데이터호인 경우 성능 파라미터인 임계치, 트래픽밀도 그리고 우선순위 혼합비의 변화에 따라 채널사용의 블록률과 평균 대기시간을 보였다. 임계치 변화에 따라서 고 우선순위일수록 블록률이 감소함을 알 수 있었고, 트래픽 혼합비와 트래픽 밀도에 따라 블록률에 많은 영향을 미친다는 것을 알았다. 또한, 고 우선순위일수록 평균 대기시간이 적게 걸린다는 것을 알았다. 그래서 다중 클래스호들이 임계치, 우선순위의 트래픽 혼합비, 큐의 크기를 동적으로 변화시킴으로서, 채널사용의 서비스품질(QOS)을 만족할 수 있음을 알 수 있었고, 멀티미디어 개인 휴대통신 시스템(MPCS)에서 신속성 있게 적용할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] R.Beraldi, A.Ierq, "Analysis of Queuing strategies For Handoff and Originating Calls in, Macro/Micro/Pico Cellular Sys.", IEEE pro. 0-7803-2955-4. 1995.
- [2] H. Cobham, "priorities assignment in waiting line problem", operation Res. NO.2, pp.70~76, 1964.
- [3] Roch Guerin, "Queueing Blocking Sys. with Two arrival Streams and Guard Cha.", IEEE Trans. on com. Feb, 88.
- [4] T.J.Kahwa and N.D.Georganas, "Hybrid Channel Assignment Scheme in Large-scale cellular Structured Mobile Communication Sys." IEEE trans.on comm. COM-20, PP. 190-195, 1992
- [5] D.Ch Lee, S.J PARK, and J.S Song, "Performance analysis of queueing strategies with multiple priorities in multimedia PCS", con. of CATA-98, ISCA., 1998.
- [6] F.N.Pavlzdou, "mixed media cellular sys.", IEEE Tran. on Com. Vol.42 , 1994
- [7] F.N.Pavlzdou, "Two-Dimensional Traffic Models For Cellular Model system", IEEE Tran. on Com. Vol.42 , 1994
- [8] S.Tekinary and B.Jabbari, "A Measure.- Based prioritization Scheme for handovers in mobile cellular networks", IEEE J on Selec, Areas In Comm, Vol 10, 1991.
- [9] W. wei and B.H. soong, "Distributed Algor. for Dynamic Channel Allocation in Cellular Mobile system", in proc. of INFOCOM '94, 1994
- [10] M.Zhang and P.yum, "Comparisons of Channel Assignment Strategies in Cellular Mobile Telephone sys.", IEEE Trans. on Veh. Tech, VT-38, NO. 4.PP. 211 ~215.NOV.1990

이 동 춘(Dong-Chun Lee)

정회원



연세대학교 컴퓨터과학과

박사 수료

호원대학교 컴퓨터학부 부교수

호원대학교 전자계산소 소장

<주관심 분야> 컴퓨터 네트워크, 이동통신, 멀티미디어 무선통신, 통신의 성능 분석