

유무선 지능망 환경에서 대량호 착신 과금 서비스를 위한 동적 큐 관리자의 설계

(Design of a Dynamic Queue Manager for Mass Call-based Freephone Service in Wireline/Wireless Intelligent Network Environment)

최한옥^{*} 안순신^{**}
(Han-Ok Choi) (Sunshin An)

요약 지능망과 이동 통신 시장의 활성화로 차세대 지능망 서비스를 구현함에 있어 이동 서비스 가입자 및 이동 서비스 이용자 등의 서비스 수요가 더욱 증가될 것이 고려되어야 한다. 따라서, 본 논문에서는 가장 많이 사용되는 지능망 서비스중의 하나인 착신 과금 서비스에 대량호를 처리할 수 있는 호 대기 기능을 추가하여 호 성공률을 높이고, 서비스 가입자의 범위를 기존의 유선망 가입자뿐만 아니라 이동 단말을 소유한 무선망 가입자까지 확장하여 가입자의 이동성을 고려한 Global Service Logic을 설계한다. 또한 서비스에 가입된 각 가입자 단말기들의 위치 정보를 관리하여, 그들의 이동에 따른 동적 그룹핑을 수행하는 Queue Manager의 구조 및 동작 메커니즘을 설계하며, 호 시도율과 drop rate에 따라 필요한 큐의 적정 크기와 이에 대한 큐에서의 대기 시간을 제시한다.

Abstract As today's market share of Intelligent Network (IN) service and wireless telecommunication is growing rapidly, the increment in service requests of wireless IN service subscribers and users has to be taken into account for implementing advanced IN services. In this paper, we design Global Service Logic for IN Freephone service, which is one of the commercially most interesting IN services, applied call queuing service feature with mass call processing to enhance call completion rate by considering the mobility of wireless service subscribers with mobile terminals as well as existing wireline service subscribers. Due to the location management of each IN subscribers' mobile terminals, we design the structure and operation mechanism of Queue Manager which adjusts dynamically service subscribers groups according to their mobility. We optimize the queue size according to the call attempt rate and drop rate, and present the appropriate waiting time in the queue.

1. 서론

망이 고도 지능화 됨에 따라 좀 더 다양한 서비스를 사용자에게 신속히 제공하게 되었고, 그에 따른 서비스 이용자의 증가를 초래하게 되었다. 또한, 이동 통신망의 발전에 따라 이동 단말의 보급률은 날로 증가 추세에 있다.

지능망은 새로운 서비스의 도입과 관리를 용이하게 할 수 있으며, 모든 통신 망에 적용할 수 있는 구조적 개념이다[1]. 지능망에 대한 표준화 작업은 ITU-T에서 진행 중에 있으며, 각 구성 요소의 기능과 통신 방법에 대한 표준을 제정하고 있다. ITU-T의 표준안인 CS-2(Capability Set-2)는 지능망의 각 구성 요소간의 통신 프로토콜을 INAP의 형태로 기술하고 있으며, 무선망과의 연동을 위한 기본적인 사항을 다루고 있으나, 아직 무선망 요소와의 통신 프로토콜을 규정하지는 않고 있다[2][3][4][5].

ITU-T의 표준안과는 달리 무선망을 위한 통신 프로토콜인 IS-41C를 기반으로 한 WIN(Wireless

^{*} 정 회 원 : 고려대학교 전자공학과
hochoi@dsys.kroea.ac.kr

^{**} 종신회원 : 고려대학교 전자공학과 교수
sunshin@dsys.korea.ac.kr

논문접수 : 1999년 5월 14일
심사완료 : 1999년 10월 15일

Intelligent Network)은 무선망 요소들간의 통신 프로토콜을 명확히 기술하고 있다. WIN은 기존 IS-41C에 SCP와 IP와 같은 지능망 요소를 포함시킴으로써 무선망 환경에서 확장된 단축 다이얼링, 입호 제한(Incoming Call Screening), 발신자 표시(Calling Name Presentation)등과 같은 지능망 서비스를 정의하고 있다[6] [7] [9].

현재 지능망 환경에서 UPT 서비스와 정보로 수납대행 서비스 등과 같은 여러 서비스가 개발되었다[1] [12] [13]. 그러나 이러한 서비스들은 SIB(Service Independent Building block)의 개발과, 해당 서비스를 위한 GSL의 설계, 그리고 개발된 서비스에 대한 각 물리 실체에서의 동작과 물리 실체간의 상호작용에 초점을 맞추고 있으며, SCP의 내부적 구조에 대한 제안은 이루어지지 않고 있다.

본 연구에서 개발하는 착신 과금 서비스는 유선망과 무선망을 포함하는 것으로서, WIN에서는 착신 과금 서비스를 위한 통신 프로토콜과 SIB가 정의되지 않았으며, 기존의 지능망에서는 무선망의 호 제어를 위한 통신 프로토콜이 정의되지 않았다. 이에 따라 본 연구에서는 유무선 환경에서의 서비스 개발을 위해 무선망의 호처리 과정은 WIN을 따르며, 착신 과금 서비스에 필요한 SIB들은 ITU-T의 CS-2를 따른다. 또한 본 논문에서 제안한 착신 과금 서비스의 대기 기능을 제공하기 위해 SCP에서 유지하는 Queue의 효율적인 관리 방법을 설계한다.

착신 과금 서비스는 서비스 가입자에게 가상 번호 또는 PSTN 번호 형태의 착신 과금 번호를 부여하여 이 번호로 착신되는 모든 호의 요금을 발신자 대신에 착신 서비스 가입자에게 부과하는 서비스이다[1] [2]. 본 논문에서는 착신 과금 서비스를 응용하여 가입자의 범위를 유선망뿐만 아니라 무선망으로 확장시키고, 대량 호출이 예상될 수 있는 상황을 고려하여 대기 서비스 특징(Queue Service Feature)을 적용한 착신 과금 서비스를 설계한다. 또한 호 성공률을 증가시키기 위한 큐의 크기를 조절하는 동적 Queue Manager를 설계함으로써, 무선 지능망 환경에서 서비스의 기능을 향상시키도록 한다. 본 논문에서 설계하는 서비스의 응용 분야로는 고객의 대량호가 예상되는 보안 및 응급 서비스, 이동 영업 및 정비 센터, 이동 체인점, 이동 도서관 등이 될 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서는 본 연구가 적용되는 시스템 모델과 서비스 시나리오에 대하여 기술하며, 3장에서는 동적 Queue Manager를 설

계한다. 4장에서는 설계된 동적 Queue Manager의 동작을 기술하고, 5장에서는 설계된 동적 Queue Manager에 대한 수학적 분석 및 그 결과를 기술하며, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 전체적인 서비스의 구성

2.1 서비스 모델

본 논문에서 설계한 동적 큐 관리 메커니즘이 적용되는 서비스 모델은 그림 1과 같다. PCX는 유.무선망에 적용되는 교환기 역할을 수행하게 된다. HLR은 각 이동 단말기의 정보와 함께, 해당 이동 단말기가 착신 과금 서비스에 가입된 경우 호에 대한 제어 기능을 수행하는 SCP에게 위치의 이동을 알리기 위해 해당 서비스 등록 flag를 추가로 가진다. SCP에서는 착신 과금 서비스에 대하여, 자원 관리자의 역할 중 하나인 Queue Manager가 해당 가입자의 지역 그룹별로 큐를 관리한다. 하나의 그룹은 서비스를 가입할 때 결정되며, 하나 또는 여러 개의 PCX가 하나의 그룹으로 결정될 수 있다. 본 논문에서는 착신자는 유선망과 무선망에 포함된 경우를 포함하며, 발신자는 유선망에 대한 경우만을 고려하였다.

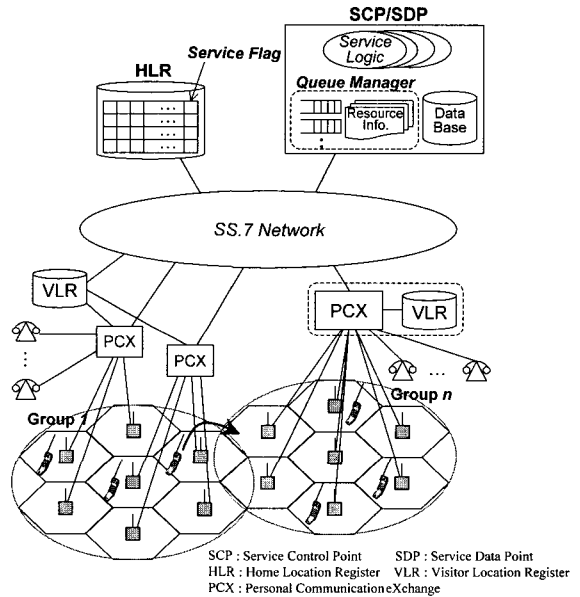


그림 1 시스템 모델

본 서비스의 특징은 첫째로 유선망과 무선망에서 공통으로 동작할 수 있으며, 둘째로 대량호에 대한 처리

기능을 두어 특정 시간대에 서비스 요구가 집중될 때, 이를 처리할 수 있고, 셋째로 발신자(즉, 서비스 이용자)의 위치에 따라 착신 가능한 착신자(즉, 서비스 가입자 단말)들의 집합을 구성하여, 그 중 접속이 가능한 착신자에게로 연결할 수 있도록 하고, 마지막으로 착신자가 이동 전화인 경우, 그 위치에 따라 착신 그룹을 동적으로 재구성할 수 있다는 것이다.

2.2 서비스 수행 과정

대기 서비스 특징은 발신자의 호를 착신자에게 연결하는 과정에서 착신자가 유히하지 않은 경우 해당 호를 큐에 저장하고, 착신자가 유히한 상태로 되었을 때, 호를 연결하도록 한다[3]. 이와 같은 대기 서비스 특징은 일정 시간대에 많은 호시도가 발생하는 서비스에서 사용될 수 있다. 본 논문에서는 이와 같은 대기 서비스 특징을 착신 과금 서비스에 적용하여, 대량 호가 발생할 경우에도 호 실패율을 줄이고 적절한 착신자에게 연결될 수 있도록 한다. 본 논문에서 설계한 착신 과금 서비스의 전체적인 수행과정은 그림 2와 같다.

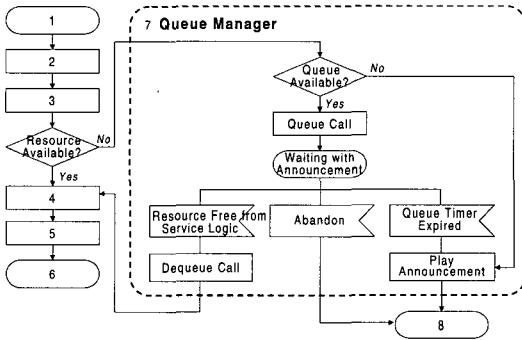


그림 2 서비스 수행 과정

- ① 호시도 : 유선망의 발신자가 착신 과금 서비스를 받기 위해 호를 시도한다.
- ② 시간대, 위치에 따른 그룹 선택 : SCP에서 발신측의 위치 및 호가 발생한 시간을 기반으로 하여 착신 그룹을 결정한다. 착신 그룹은 시간대별 루팅(Time Dependent Routing) 서비스 특징을 이용하여 시간대별로 유선망, 또는 무선망의 착신 그룹으로 결정된다. 선택되는 착신 그룹은 발신자의 위치를 기반으로 하여 결정되며, 이외에도 여러 가지 변수가 사용된다.
- ③ 선택된 그룹에 대한 자원 확인 : SCP에서 선택된 그룹에 대해 유히한 착신자가 있는 지를 확인한다. 만일 그룹 내에 호 할당이 가능한 착신자가

하나 이상인 경우의 과정을 수행하며 모든 착신자에 대한 호 할당이 불가능한 경우(통화 중)의 과정을 수행한다. 착신 과금 서비스에 가입된 모든 착신자에 대한 자원 상태에 대한 정보는 자원 관리자에서 유지한다.

- ④ 호 할당이 가능한 번호 중의 하나를 선택 : 호 할당이 가능한 착신자들 중에서 하나를 선택한다. 선택하는 방법은 현재의 위치가 발신자가 연결된 PCX에 속한 착신자를 우선으로 선택하며, 선택된 착신자가 여럿인 경우에는 선택된 착신자들에 대해 현재까지의 통계 정보를 이용하여 가장 서비스 분배율이 적은 착신자를 선택한다. 만일 해당 PCX에 속한 착신자가 없는 경우에는 그룹내의 다른 착신자들 중에서 가장 서비스 분배율이 적은 착신자를 선택한다.
- ⑤ 과금 및 호 정보 기록 : 현재의 호에 대한 과금 정보와 호 정보에 대한 기록을 수행한다.
- ⑥ 선택된 가입자로 호 연결 : 할당된 착신자 번호로 호를 연결한다.
- ⑦ 큐 관리 동작 및 안내방송 송출 : 현재 연결할 수 있는 착신자가 없는 경우 큐에서 대기하게 되며 연결할 수 있는 착신자가 생길 때까지 안내 방송을 송출하며, 연결할 수 있는 착신자가 생기면 의 단계로 이동한다. 만일, 큐의 공간이 없는 경우나, 큐에 있는 시간이 정해진 시간보다 오래될 경우, 그리고 사용자가 취소한 경우에 대해서는 의 단계로 이동한다.
- ⑧ 호 정보 기록 및 호 해제 : 연결이 취소된 호에 대한 정보를 기록하고(관리 정보로 사용), 호를 해제한다.

2.3 Global Service Logic

대기 서비스 특징을 적용한 착신 과금 서비스의 전체적인 서비스 수행 과정을 지원하기 위한 GSL은 그림 3에 표현된 것과 같은 SIB(Service Independent Building block)들로 구성된다.

발신자가 착신 과금 서비스 번호를 선택한 경우에 교환기는 기본 호 처리 과정을 하는 동안 SCP에 질의를 보내야 된다는 것을 판단하고, 발신자 번호와 착신자 번호를 포함하는 데이터를 SCP에게 전달한다. 질의를 받은 SCP의 서비스 로직은 발신자가 시도한 호의 정보를 이용하여 해당 호를 서비스하기 위한 그룹의 정보를 SDP에서 받은 후(1), 호의 정보를 기록하기 시작한다(2). 서비스 로직은 착신 그룹에 대해 현재 통화할 수 있는 착신자들이 있는 지 확인하고, 만일 통화할 수 있

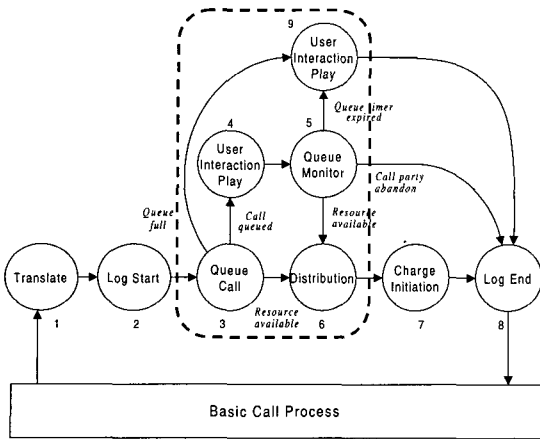


그림 3 동적 큐 적용 착신 과금 서비스에 대한 GSL

는 착신자가 있으면 호 분배를 수행하고(6), 착신자가 모두 통화 중이면, 호를 큐에 저장하고(3) 잠시 대기하라는 안내방송을 송출한다(4). 만일 큐가 full이면 발신자에게 호를 진행할 수 없다는 것을 알린다(9). Queue Monitor SIB(5)에서는 지정된 자원이 해제되는 지를 감시하며, 자원이 해제되면, 호를 연결하도록 호 분배를 수행하며(6), 큐 타이머(Queue timer)가 종료된 경우에는 발신자에게 안내 방송을 송출하고(9) 호를 종료시키며, 발신자가 호를 종료한 경우 호 기록을 끝낸다(8). 호 분배 기능(6)은 현재까지 서비스 분배율이 가장 적은 착신자를 선택하도록 수행되며, 호 분배 과정이 끝난 후 선택된 착신자에 대하여 과금 동작을 수행한다(7).

2.4 발신호 처리를 위한 정보 흐름

유선망의 발신자를 무선망의 착신자로 연결시키는 과정에 대한 정보 흐름[4][5][8][9]은 그림 4, 5로 구성되며, 그림 4는 정상적으로 동작하면서 호가 큐에 저장되었다가, 호 연결이 이루어지는 경우이며, 그림 5는 비정상적(연결이 안 되는 상태)으로 호가 종료되는 경우이다.

그림 4에서 (a)부터 (e)까지의 과정은 호 시도에 대한 착신 번호를 얻고, 호 정보 기록을 요청할 때까지의 과정이다. 첫번째 (f)의 과정(Queue Call SIB Operation)에서는 착신자의 상태와 호를 큐에 저장할 지를 판단하고, 큐의 동작에 대한 영향을 주는 사건을 통보할 것을 요청하는 동작을 수행한다. 만일 호가 큐에 저장되면, 그림 4의 전체 과정이 수행되며, 호가 큐에 저장되지 않으면, 즉 착신 그룹에 속한 착신자 중에서 유희한 착신자가 존재하면, (g)에서 (m), (f)까지의 과정이 수행되지 않고 바로 분배(Distribution) SIB가 수행된다.

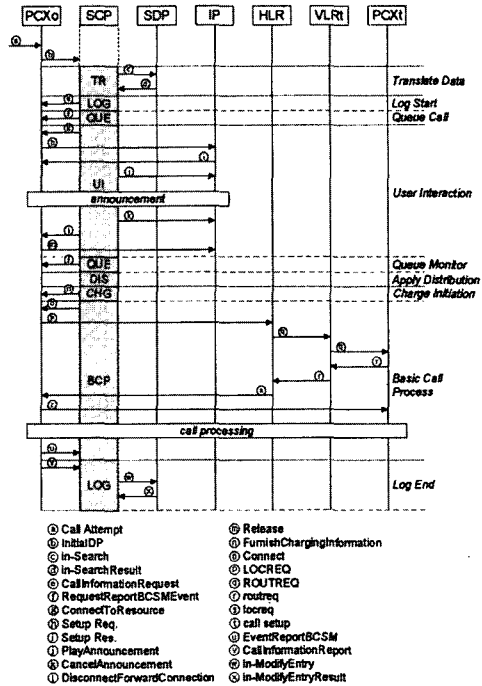


그림 4 호가 큐에 저장되고 정상적으로 진행되는 경우

만일 큐에 할당할 수 있는 자원이 없거나, 큐에서의 대기 시간을 초과한 경우는 그림 5의 과정이 수행된 후, 그림 4의 (u)에서 (x)까지의 과정이 수행된다. 그림 5의 과정은 호에 큐가 저장될 수 없는 상황으로써 발신자에게 호 연결이 실패했다는 안내방송이 송출되고 호가 종료되는 것을 나타낸다.

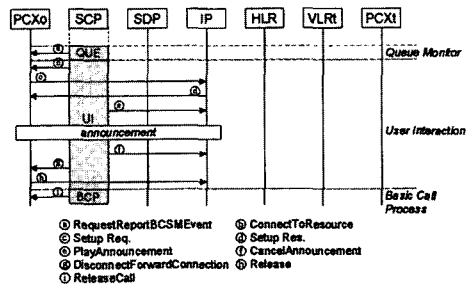


그림 5 호가 큐에 저장할 수 없는 비정상 처리 경우

3. 동적 Queue Manager의 설계

Queue Manager의 역할은 착신 과금 서비스에서 큐

를 사용하기 위해 필요한 기능들을 수행하며, 이 기능들은 다음과 같다.

- 발신자의 호 시도에 따른 그룹 선택을 한 후, 그룹의 정보와 가입자 단말기의 상태(idle, busy, inactive), 그리고 큐 자원 등을 제어한다. 동적 Queue Manager는 선택된 그룹의 현재 상태, 즉, 유휴 착신자 존재 여부, 할당된 큐의 길이와 큐의 상태 등을 유지하여 발신자의 호를 큐에 저장할지, 바로 착신자를 선택하여 진행할지를 결정한다.
- 하나의 호 진행이 끝난 경우, 착신자가 유휴 상태라는 것을 지정하고, 그 착신자가 속한 그룹에 대하여 큐에서 대기중인 호가 있는 경우, 해당 호에 자원을 할당한다.
- 착신자의 단말기가 이동 단말기인 경우 가입자의 이동에 따라 해당 그룹의 정보를 변경한다.

3.1 Queue Manager의 구조

큐 상태 관리와 그룹 정보의 관리, 그리고, 착신 단말기의 정보 유지 기능 등을 수행하는 Queue Manager의 데이터 구조는 그림 6과 같다[14] [15].

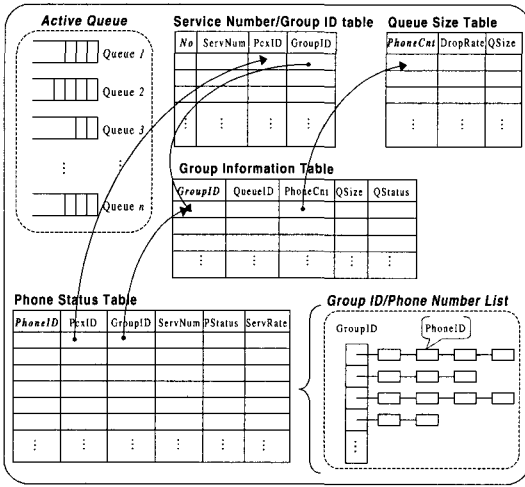


그림 6 Queue Manager의 데이터 구조

그림 6에 표현된 Queue Manager의 구성 요소들은 다음과 같다.

- Active Queue : 본 연구에서 개발한 서비스에 포함되는 모든 그룹에 대해 생성된 큐들으로써, 각각의 그룹에 대해 큐가 하나씩 생성된다.
- Service Number/GroupID Table : 착신 과금 서

비스에 가입한 각 가입자들에 대해 서비스 번호 (ServNum : 착신 과금 서비스에 가입한 가입자 별로 구별됨)와 PCX ID(PcxID), 그룹 ID(GroupID)를 가지고 있다. 하나의 그룹에 속한 PCX의 수는 하나 또는 여러 개가 될 수 있다.

- Group Information Table : 각각의 그룹에 대하여 그룹에 포함된 유무선 단말기의 개수 (PhoneCnt), 생성된 큐의 ID(QueueID), 큐의 크기(QSize) 및 상태(QStatus)를 저장한다.
- Phone Status Table : 착신 과금 서비스에 가입된 모든 유무선 단말기에 대하여 그 단말기 (PhoneID)가 포함된 PCX의 ID(PcxID), 포함된 그룹(GroupID), 서비스 번호(ServNum), 그 단말기의 상태(PStatus), 현재까지의 서비스 분배율 (ServRate) 등을 저장한다.
- Queue Size Table : 서비스 제공자의 QoS(Quality of Service) 정책에 따른 관리자의 요청이나, 통계적인 방법에 따라서 하나의 그룹에 포함된 단말기의 개수(PhoneCnt)에 따른 큐의 길이(QSize)와 서비스의 평균 drop rate(DropRate)를 저장한다.
- GroupID/Phone Number List : Group Information Table과 Phone Status Table의 연결을 위한 내부적 구조로 사용되며, Queue Manager가 Phone Status Table의 PhoneID와 GroupID를 이용하여 초기화한다.

3.2 큐 크기의 관리

Queue Size Table은 하나의 그룹에 속해있는 단말기의 개수에 따른 큐의 크기와 평균 서비스 drop rate를 저장하고 있다. Queue Size Table에 저장되는 값은 통계적 수치를 이용하여 관리자에 의해 결정되며, 통계적 방법은 큐잉 이론(Queuing Theory)을 이용하여 적절한 값을 결정하도록 한다. 본 논문에서 설계한 큐는 유한한 크기를 가지며, 여러 개의 호를 연결할 수 있는 착신자(서버)를 가지므로 M/M/c/K 모델을 적용하는 것이 적합하다. 그림 7은 본 논문에서 사용하는 M/M/c/K 모델을 보여 준다[10].

M/M/c/K 모델의 구성 요소는 다음과 같다.

- 입력율(λ) : 단위 시간당 사용자의 호 시도율
 - 서비스율(μ) : 단위 시간당 호의 처리율
 - 서버수(c) : 발신자의 위치를 포함하는 그룹에 속한 착신자의 수
 - 시스템의 크기(K) : 서버의 개수와 큐 크기의 합
- M/M/c/K 모델에서 큐와 해당 그룹에 속한 착신측

에 서비스중인 호가 없을 확률(P_0)과 n 개의 호가 있을 확률(P_n)은 식 1과 2와 같다.[10]

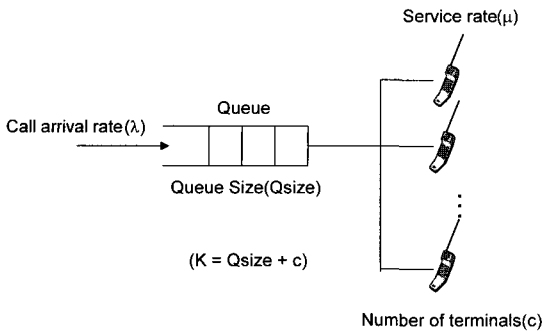


그림 7 M/M/c/K 모델

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \frac{(\lambda/\mu)^c}{c!} \frac{1 - (\lambda/c\mu)^{K-c+1}}{1 - (\lambda/c\mu)} \right]^{-1} \quad (\lambda/c\mu \neq 1)$$

$$\left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \frac{(\lambda/\mu)^c}{c!} (K - c + 1) \right]^{-1} \quad (\lambda/c\mu = 1) \dots\dots\dots(1)$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0 & (0 \leq n < c) \\ \frac{1}{c^{n-c} c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0 & (c \leq n \leq K) \end{cases} \dots\dots\dots(2)$$

P_0 와 P_n 을 이용하여 큐에 존재하는 호의 평균적인 수 (L_q)는 식 3과 같다.

$$L_q = \frac{P_0 (c\rho)^c}{c!(1-\rho)^2} \left\{ 1 - [(K-c)(1-\rho) + 1] \rho^{K-c} \right\}$$

$(\rho = r/c = \lambda/c\mu \neq 1)$ (3)

위에서 구한 값들을 이용하여 관리자가 필요로 하는 큐에서 대기하는 호의 평균 대기 시간(W_q)과 평균 drop rate($C_{d,K}$)는 식 4와 5와 같이 구해진다.

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad \lambda' = \lambda(1 - p_K) \dots\dots\dots(4)$$

$$C_{d,K} = \lambda p_K \dots\dots\dots(5)$$

관리자는 이상의 과정을 통해 얻어진 L_q 와 $C_{d,K}$ 를 이용하여 그룹에 속한 착신자의 수(c)에 따른 큐의 길이(QSize)를 알 수 있다. 또한 Queue Manager는 이와 같은 계산을 통해 얻어진 $C_{d,K}$ 에 따른 큐의 길이를 유지하며, 관리자는 이 정보를 이용하여 적절한 $C_{d,K}$ 를 결정하고, Queue Manager는 관리자가 결정한 값을 이용하

여 Queue Size Table의 DropRate와 QSize를 구성한다.

4. Queue Manager 동작

3장에서 설계한 Queue Manager의 동작은 다음과 같다.

4.1 발신자의 호 시도

- ① 발신자가 요청한 서비스 번호(ServNum)와 호 시도 위치(PcxID)를 이용하여 Service Number/GroupID Table에서 발신호를 서비스할 수 있는 GroupID를 얻는다.
- ② GroupID를 이용하여 Group Information Table에서 그룹에 대한 자원의 사용 가능 여부를 판단한다.
- ③ 만일 자원이 유효하지 않은 경우, 큐의 상태가 full일 때 호를 종료시키고, 큐에 여유 공간이 있으면 해당 큐에 저장하며, 자원이 유효한 경우는 GroupID/Phone Number List에서 해당 그룹에 포함된 단말기들 중에 하나의 단말기를 다음과 같은 우선 순위에 따라 결정한다.
 - (a) 발신호에 대한 PcxID와 같은 PCX에 있는 단말기들을 우선적으로 선택한다.
 - (b) 선택된 단말기가 여러 개인 경우 현재 서비스 분배율이 가장 적은 단말기를 선택한다.
 - (c) 선택된 단말기가 없는 경우 그룹의 다른 PcxID내 단말기들 중에서 서비스 분배율이 가장 적은 단말기를 선택한다.

4.2 착신 단말기의 호 상태 변경

서비스를 초기 등록할 때 SCP는 HLR의 해당 서비스 가입자에 대한 서비스 프로파일에 서비스 등록 여부를 지정하는 flag를 설정한다. 따라서, 이동 단말의 위치 등록 시 HLR에서 VLR로 서비스 등록 flag 정보를 송출하여 해당 이동 단말만의 상태 정보(idle, busy, inactive 등)를 SCP로 보고될 수 있게 한다. 이와 같은 방법을 통해 flag가 설정된 단말기만의 정보를 SCP로 보내도록 하여, 정보 전송의 overhead를 줄인다.

4.2.1 단말기의 busy/idle 상태 변경

- ① 하나의 착신 단말기가 유힬 상태로 변경되면 Phone Status Table에서 해당 단말기의 상태(PStatus)를 idle로 변경한다.
- ② 해당 단말기의 GroupID를 이용하여, Group Information Table에서 큐의 상태(QStatus)를 검사한다.

- ③ 큐에 대기하고 있는 호가 있으면 해당 SLP(Service Logic Processing program)에서 자원이 할당될 수 있음을 알리고 Phone Status Table의 단말기 상태(PStatus)를 busy로 변경한다.

4.2.2 단말기의 idle/inactive 상태 변경

단말기의 상태를 Inactive로 변경하는 과정은 다음과 같다.

- ① HLR에서 하나의 단말기의 상태가 inactive로 바뀐 것을 알리면, Phone Status Table에서 해당 단말기의 상태(PStatus)를 inactive로 바꾼다.
 - ② Group Information Table에서 해당 단말기가 속한 그룹의 PhoneCnt를 감소시키고, Queue Size Table을 이용하여 큐의 크기를 변경한다.
 - ③ Phone Status Table에서 해당 단말기의 PcxID, GroupID 정보를 null로 바꾼다.
- 단말기의 상태를 Idle로 변경하는 과정은 다음과 같다.

- ① HLR에서 하나의 단말기의 상태가 active로 바뀐 것을 알리면, Phone Status Table에서 해당 단말기의 상태(PStatus)를 idle로 변경한다.
- ② 해당 단말기가 속한 PcxID와 서비스 번호를 이용하여 Service Number/GroupID Table에서 해당 단말기가 속하는 GroupID를 얻는다.
- ③ Phone Status Table에 GroupID를 저장한 후, Group Information Table에서 해당 그룹의 PhoneCnt를 증가시키고, Queue Size Table을 참조하여 큐의 크기를 변경한다.

다음 수행하는 동작은 다음과 같다.

- ① 단말기의 위치 이동 시 HLR은 단말기에 대한 PhoneID과 이동한 지역의 PcxID를 SCP의 Queue Manager에게 전달한다.
- ② Queue Manager는 Phone Status Table에서 해당 단말기에 대한 PcxID를 얻은 후 PcxID가 바뀐 경우에는 서비스 번호(ServNum)를 얻고 의 과정부터 진행하며, PcxID가 같은 경우에는 위치 변경 절차를 끝낸다.
- ③ 의 과정에서 얻은 서비스 번호와 단말기의 현재 PcxID를 이용하여 Service Number/GroupID Table에서 해당 GroupID를 얻는다.
- ④ 의 과정에서 얻은 GroupID와 Phone Status Table에 저장된 GroupID가 다른 경우, 해당 PhoneID에 대한 GroupID를 변경시킨다.
- ⑤ Queue Information Table에서 이전 GroupID에 대한 Phone의 개수(PhoneCnt)를 하나 감소시키고 이에 대한 적절한 큐의 크기를 Queue Size Table에서 구하며, 새로운 GroupID에 대한 Phone의 개수를 하나 증가시키고 이에 대한 적절한 큐의 크기를 Queue Size Table에서 구한다.
- ⑥ GroupID/Phone Number List에 변경된 내용을 적용한다.

4.4 서비스 가입자의 그룹 정보 변경

착신 과금 서비스 가입자는 그룹의 크기의 증가, 감소 또는 새로운 착신자 번호의 할당이나, 기존 착신자 번호의 취소 등의 상황이 발생한 경우 각 그룹에 대한 정보를 변경시킬 수 있다. 이것은 가입자가 착신 과금 서비스 제공자에게 이 사실을 알려 줌으로써 그룹 정보를 변경하거나, 가입자가 직접 단말기 등을 통해 변경을 수행할 수도 있다. 또한 서비스 가입자는 각 그룹에 대한 $C_{d,k}$ 를 결정함으로써 자신이 제공하는 서비스에 대한 큐를 조절할 수 있다. 가입자가 직접 그룹 정보의 변경을 수행하는 것은 주어진 권한 코드와 변경 범위, 즉 자신이 제공받는 서비스에 한해서 이루어지게 된다.

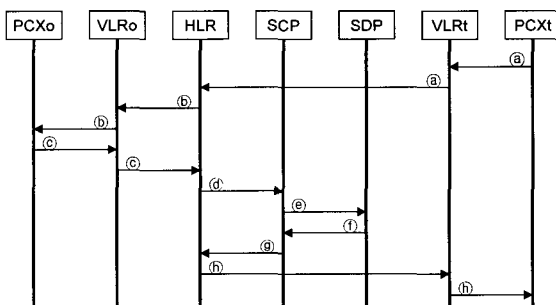


그림 8 착신 단말기의 위치 이동에 따른 정보 흐름

4.3 착신 단말기의 위치 정보 변경

착신 단말기의 위치 이동에 따른 정보 흐름은 그림 8과 같으며, Queue Manager가 위치 이동 정보를 받은

5. Numeric Evaluation

본 장에서는 본 논문에서 설계한 동적 Queue Manager에 대해 호 시도율과 drop rate에 따라 필요한 큐의 적정 크기와 이에 대한 큐에서의 대기 시간을 알아본다.

5.1 분석 내용

지능망 서비스 중에서 Queue SIB를 사용하는 서비스는 여러 가지가 있을 수 있으며, 각각에 대하여, 큐에

대한 자원을 할당할 것이다. 본 논문에서는 우선 큐 자원 할당에 영향을 주는 서비스는 착신 과금 서비스뿐인 것으로 가정한다. 또한 착신 과금 서비스의 가입자도 여러 사업자가 될 수 있으나, 본 장에서는 하나의 가입자에 대해 서비스를 제공하는 것으로 가정한다. 또한 하나의 그룹은 여러 PCX를 포함할 수 있으나, 본 장에서는 하나의 PCX 당 하나의 그룹이 된다고 가정하였다.

본 절에서 수행하는 분석의 목적은 각 그룹별로 필요한 적정 큐의 크기를 결정하는 것이므로, 이와 같은 가정에 따른 영향을 받지 않는다. 다음은 본 장에서 사용자의 착신 과금 서비스 호 시도율을 구하기 위한 기본 환경이다[11].

- 각 교환기 당 가입자 수 : 35만(TDX-10PCX의 최대용량 기준)
- 가입자별 호 시도 횟수 : 평균 1.6회/hour
- 평균 통화 시간 : 90초
- 호시도 당 지능망 호 비율 : 5.8 %(97년 6월 현재)

본 논문에서는 우선 각 drop rate와 서버의 수에 대한 서비스 호 시도율에 따라 요구되는 큐의 크기를 구하고, 이 결과를 바탕으로 각각의 경우에 대한 평균 대기 시간을 계산하여 호 시도율에 따라 요구되는 drop rate에 따른 큐의 적정 크기를 구한다.

5.2 결과

본 절에서는 전체 호시도 당 지능망 호 비율(5.8%) 중에서 착신 과금 서비스가 차지하는 비율을 10%로 가정하고, 하나의 착신 과금 서비스 가입자에게 요청되는 호의 비율이 전체 착신 과금 서비스 호에 대해 서비스의 점유율 증가에 따라 점유율이 1%에서 20%일 경우에 대한 결과를 유도하였다. 한 가입자에게 요청되는 호의 수는 각각의 가입자에 따라 다를 것이고, 점진적인 지능망 호 비율의 증가에 따라 같이 증가될 수 있다. 이와 같은 지속적인 지능망 호 비율의 증가에 따른 호 시도 증가는 시간당 하나의 가입자에 대한 호 시도 횟수 측면에서 보면 시뮬레이션에서 서비스 가입자에 대한 호 비율의 증가와 같은 방식으로 취급될 수 있다.

그림 9와 10은 drop rate가 0.001일 때와 0.01인 경우에 대하여 각 착신 단말의 수가 2, 3, 5, 8, 12일 경우에 요구되는 큐의 크기를 보여주고 있다.

그림 9와 10에서 X축은 해당 서비스의 점유율이 전체 착신 과금 서비스에서 차지하는 비율을 나타내는 것으로 점유율 증가에 따라 서비스 이용자의 비율이 늘어난다고 볼 수 있다. 그림 9와 10에서 알 수 있듯이 서비스 이용자의 비율이 증가하면 요구되는 큐의 크기는

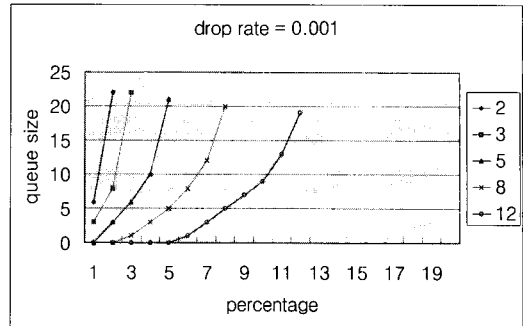


그림 9 drop rate가 0.001인 경우 큐의 크기

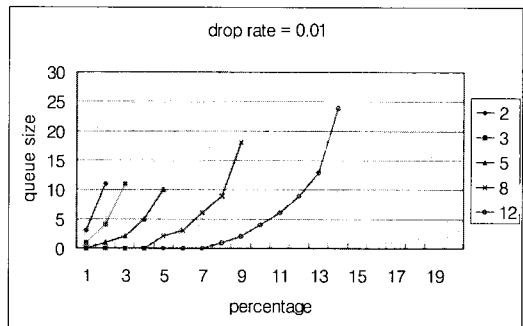


그림 10 drop rate가 0.01인 경우 큐의 크기

기하급수적으로 증가함을 알 수 있다. 즉 본 논문의 동적 Queue Manager를 사용하게 되면 착신 단말의 이동에 의해 한 PCX 내의 착신단말의 수가 변화하는 경우, 적절한 큐의 크기를 설정하여 할당하기 때문에, 해당 서비스의 품질을 유지할 수 있게 된다. 또한 서비스 이용자의 분포에 대한 통계적 데이터를 이용하여 지정된 C_{d,k}에 따른 적정 큐의 크기를 유지할 수 있게 됨으로써 시스템에서 유지해야 하는 큐 자원의 최적화를 가져올 수 있다.

그림 11에서는 착신 단말의 수를 8로 고정시켜 놓고 drop rate가 0.001, 0.01, 0.1인 경우, 해당 drop rate를 유지하기 위해 필요한 큐의 크기를 보여주고 있다. drop rate의 변화는 서비스 이용자의 비율이 같은 경우, 큐의 크기에 상당한 영향을 주게 되며, 이에 따라 큐 자원의 할당이 어려운 경우, drop rate의 변화를 통해, 적정 큐의 크기를 감소시키는 방법도 사용할 수 있다.

그림 12와 13은 drop rate가 0.001일 때와 0.01인 경우에 대하여 각 착신 단말의 수가 2, 3, 5, 8, 12일 경우 서비스 이용자가 큐에서 대기하는 시간을 보여준다. 계산된 대기 시간은 순수하게 큐에서 소요되는 시간이

며, SSP의 호처리 시간, SSP와 SCP의 통신 시간 등은 무시하였다.

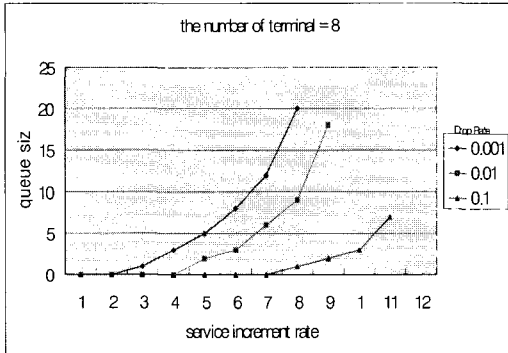


그림 11 착신 단말의 수가 8인 경우 drop rate에 따른 큐의 크기 변화

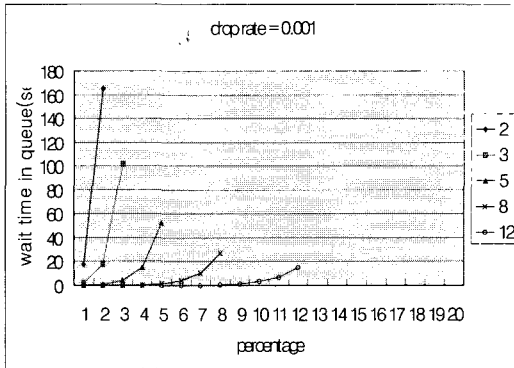


그림 12 drop rate가 0.001인 경우 큐에서의 대기 시간

서비스 이용자가 큐에서 대기하는 시간은 큐의 크기 변화와 마찬가지로 급격히 변화하는 양상을 보인다. 그러나, 변화의 폭을 살펴보면 착신 단말의 수가 증가할수록 증가되는 값이 적다. 이에 따라 만일 사용자가 대기하는 시간을 1분으로 가정할 경우 착신 단말의 수가 2개나 3개인 경우에는 대기 시간의 증가로 인해 서비스 시도가 취소될 수 있으나, 착신 단말의 수가 그 이상이 되면, 큐에서 대기하는 서비스 이용자는 모두 호를 연결한다고 볼 수 있다.

그림 14는 착신 단말의 수가 8인 경우에 대하여 drop rate가 0.001, 0.01, 0.1일 때 큐에서의 대기 시간의 변화를 보여주는 것으로, drop rate가 증가할수록 대기 시간이 급격히 감소하는 것을 보여준다.

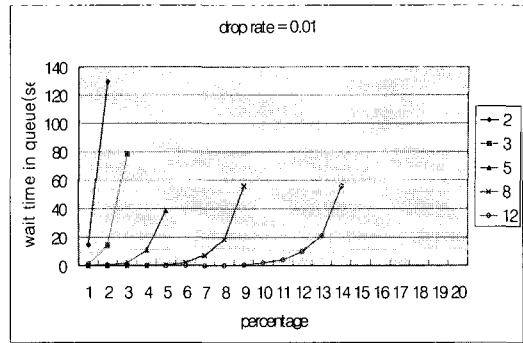


그림 13 drop rate가 0.01인 경우 큐에서의 대기 시간

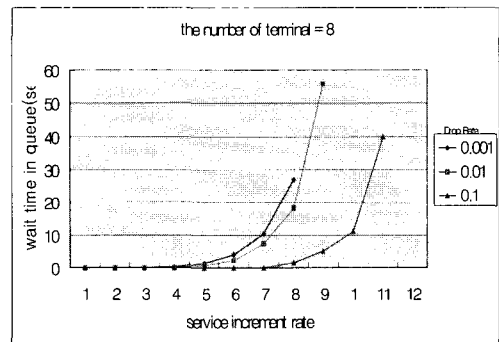


그림 14 착신 단말의 수가 8인 경우 drop rate에 따른 큐에서의 대기 시간 변화

6. 결론

대기 서비스 특징은 대량호가 발생할 수 있는 모든 서비스들에 적용될 수 있다. 본 논문에서는 착신 과금 서비스에 대량호가 발생한 상황을 처리할 수 있도록 대기 서비스 특징을 포함시켰으며, 서비스 가입자를 기존의 유선망 가입자 뿐만 아니라 무선망 가입자도 포함시켜 가입자의 이동성을 고려한 큐 관리 기능을 수행할 수 있도록 Queue Manager를 설계하였다. 또한 설계된 Queue Manager에서 할당할 수 있는 큐 자원의 크기를 알아보기 위해 착신 단말의 수, drop rate, 호 시도율에 따른 수학적 분석을 수행하였다. 설계된 Queue Manager는 서비스 가입자의 위치 이동, Active/Inactive 변경에 따라 서비스 가입자가 포함된 그룹의 정보를 동적으로 조정할 수 있으며, 각 그룹별 큐의 크기를 서비스 가입자가 정하는 호 서비스 drop rate에 따라 조정할 수 있다.

본 논문에서 개발한 동적 Queue Manager는 착신 과금 서비스뿐만 아니라 모든 대량호가 예상되는 서비스에 적용될 수 있으며, 유선망과 무선망에 모두 적용될 수 있으므로, 다양한 서비스 개발에 유용하게 응용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] T. Magedanz and R. Popescu-Zeletin, *Intelligent Networks*, ITP, 1996.
- [2] ITU-T Rec. Q.1222, Service Plane for Intelligent Network CS-2, 1997.
- [3] ITU-T Rec. Q.1223, Global Functional Plane for Intelligent Network CS-2, 1997.
- [4] ITU-T Rec. Q.1224, Distributed Functional Plane for Intelligent Network CS-2, 1997.
- [5] ITU-T Rec. Q.1228, Interface Recommendation for Intelligent Network CS-2, 1997.
- [6] Wireless Intelligent Network TIA/EIA-41.1-D Modifications, Network Reference Model, May 1998.
- [7] Wireless Intelligent Network TIA/EIA-41.3-D Modifications, WIN Scenarios, May 1998.
- [8] Wireless Intelligent Network TIA/EIA-41.5-D Modifications, Application Service Operation Definitions, May 1998.
- [9] Wireless Radiotelecommunications Intersystem Operations, Distributed Functional Plane-Call Delivery Using the BCSM, May 1998.
- [10] Donald Gross, Carl M. Harris, *Fundamentals of Queuing Theory*, John Wiley & Sons, 1985.
- [11] 한국통신 연구개발본부, KT-PCS 시스템 요구 사항, 1996.5.
- [12] 김동익, 김종희, 정만상, 차세대 지능망 UPT 서비스를 위한 서비스로직 설계, AIN'97, pp.107-110, 1997.
- [13] 강태규, 김영화, 조세형, 지능망에서 정보료수납대행 서비스의 서비스특징 비교 분석, AIN'96, pp.220-224, 1996.
- [14] 최한옥, 송상철, 안순신, 동적 Queue 관리를 적용한 착신 과금 서비스의 개선, '99 가을 정보과학회 학술발표회 논문집, pp.518-520, 1999.4.
- [15] Han-Ok Choi, SunShin An, "Design of the Enhanced Queue Manager for IN Service Subscribers Mobility," IEEE Vehicular Technology Conference '99, Amsterdam, The Netherlands, pp.854-858, September, 1999.



최 한 옥

1986년 2월 인하대학교 전자공학과 졸업. 1992년 2월 인하대학교 전자계산학과 석사 졸업. 1997년 2월 고려대학교 전자공학과 박사과정 수료. 1985년 12월 ~ 현재 대우통신(주) 종합연구소 수석 연구원. 서비스 및 통신망 운용 분과 위원회 연구 위원 (SC01/TSG4). 차세대 이동통신 분과 위원회 연구 위원 (SC07/IMT-1). 관심분야는 AIN, TMN, IMT-2000, 전자 교환시스템 기술 등임.



안 순 신

1973년 서울대학교 공과대학 졸업(B.S). 1975년 한국과학기술원 전기 및 전자과 졸업(M.S). 1979년 블런서 ENSEEIHT에서 공학박사 취득(Ph.D). 1979년 3월 ~ 1982년 8월 아주대학교 전자과 교수. 1991년 1월 ~ 1992년 2월 NIST(National Institute of Standard and Technology) 방문연구원. 1982년 ~ 현재 고려대학교 전자공학과 교수. 관심분야는 컴퓨터 네트워크 및 분산 시스템임.