

CDMA Cellular Network 에서 페이징 채널의 성능 분석

정희원 꺾민곤*, 이규영*

Performance Analysis of Paging Channel in CDMA Cellular Network

Min-kon Kwag*, Gyu-yeong Lee* *Regular members*

요 약

무선 망에서 이동 단말기를 호출하기 위한 일차 페이징 지역인 LAI 의 설계는 페이징 채널의 트래픽 생성과 매우 밀접한 관련이 있다. 이 논문에서는 페이징 채널을 통과하는 호 제어 및 부가 기능 메시지를 통해 IS-95 CDMA 표준에 따른 페이징 채널의 용량을 실제 운용 상황에서 발생하는 트래픽 자료를 바탕으로 분석하고자 한다. 이 분석은 페이징 채널이 처리할 수 있는 LAI 의 적정 용량(Engineered Capacity) 을 통하여, 기지제어국 및 기지국 시스템의 용량에 따른 망 계획의 중요한 기준을 제공한다.

Abstract

The design of LAI(Local Area Identifier), the first paging area for searching the mobile terminal has a close relation with the performance of paging channel in CDMA cellular network. This paper discusses the performance of the forward channel of IS-95 CDMA standard, known as the paging through the related messages such as call control message, channel assignment message, etc. Modeling and simulation work were conducted to quantify the performance of paging channel in terms of traffic handling capacity and blocking levels. The results shown are based on a specific system call model based on the operating system of cell site. This serves as illustrative guidelines for the proper engineering of common control channel, which has a major impact on the overall performance of cellular network.

I. 서론

CDMA 이동통신 망에서 Forward 및 Reverse 제어 채널은 시스템의 성능에 중요한 역할을 한다. 기지국은 Forward 채널인 페이징 채널을 통해 일정 간격으로 기지국 구성 정보를 송출하고, 착신호 설

정, 발신호 시도, 착신호 응답 시도 및 위치 등록 시도에 대한 응답을 전송하기도 한다[1][2]. 이러한 메시지 처리 확대는 SMS(Short Message Service), OTAF(Over the Air Functions), 인증 기능 등의 새로운 통신 부가 서비스를 확장시켜 왔다. 따라서, 이러한 기능 확장에도 불구하고 기존의 서비스 폼

* 현대전자 통신연구소(mgkwag@hei.co.kr)

논문번호 : 99211-0528

접수일자 : 1999년 5월 28일

질을 유지하면서 공통 제어 채널의 이용도(utilization)를 향상시킨다는 것은 이동 통신 설계에 있어서 매우 중요한 개념이 된다^{[7][8]}.

일반적으로, 착신호에 따라 이동국 단말기를 호출하기 위한 일차 페이징 지역을 LAI(Local Area Indicator)라 부른다. 따라서, LAI 는 단일 또는 여러 개의 기지국으로 구성되는 하나의 집합체를 의미한다. 이동 통신 시스템의 운용에 있어서 LAI 의 구성은 시스템 전체의 부하에 많은 영향을 끼친다. LAI 의 기본 단위가 기지국 크기라면 페이징 채널의 부하는 적으나 페이징 실패율이 매우 높아 위치 등록 기능의 효과가 상대적으로 떨어지고, LAI 가 이동 교환기 전 지역에 대한 기지국을 포함하면 페이징의 성공율은 높으나 페이징에 대한 부하 처리가 심각하고, 일부 기지국을 포함하면 일차 페이징의 실패로 인한 응답 시간이 지연될 수 있다. 더욱이, 기지국에 대한 착신 페이징이나 위치 등록, 부가 서비스 등을 포함한 호 처리 요구량이 많아지면 한정된 페이징 채널의 전송 속도에 의해 호 소통율의 저하를 가져올 수도 있다. 즉, LAI 의 구조와 페이징 채널을 이용하는 서비스의 증가에 따라 페이징 채널이 가지는 용량은 현격한 차이를 가져오며, 그것은 서비스 품질에도 영향을 미치게 된다. 따라서, CDMA 셀룰러 망의 IS-95 버전하에서 운용중인 현재 제어 채널의 처리 용량을 진단하여 새로운 서비스 및 트래픽 변동 요인에 대한 감도 분석을 시행한다는 것은 매우 의미있는 일이다. 일반적으로 무선 제어 채널에 대한 성능 연구는 AMPS 및 TDMA에 제한적으로 이루어져 왔고 IS-95 CDMA 망에서는 연구가 미미하였으나, 최근에 CDMA 사용자의 증가로 인한 관심이 고조되면서 페이징 채널 및 액세스 채널 등의 제어 채널에 대한 성능 연구가 시뮬레이션 및 이론적 분석을 통해 활발히 이루어지고 있다^{[3][4][6]}.

이 논문에서는 페이징 채널의 분석을 통하여, 하나의 MSC 내에서 호 품질을 만족하는 LAI 의 적정 용량에 대한 기준을 제시함으로써, 기지국 배치에 따른 Cell 치국의 참고 자료로 활용하고자 함이다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 IS-95 CDMA 망에 따른 페이징 채널의 구조와 동작의 원리를 설명하며 페이징 채널과 처리되는 관련 메시지를 소개한다. 3장에서는 페이징 채널과 관련된 호 설정 및 부가 기능과 함께 메시지 프로토콜을 소개하고, 4장에서는 용량 분석을 위한 모델링 과정과 현장 운용 통계 자료에 기초한 패러미터를

기준으로 채널 용량을 산출하며, 5장에서는 결론을 유도한다.

II. Paging Channel의 구성 및 기능(IS-95기준)

기지국은 셀(FA/Sector) 당 최소 1개, 최대 7개의 페이징 채널을 가질 수 있다. 기지국에서 단말기의 파워를 켜거나 인접한 다른 셀에서 통화 중이 아닌 상태로 현재의 셀로 이동하면, Slotted Mode로 동작하는 단말기는 페이징 채널을 통해 기지국 정보(Overhead Information)를 수신한 후에 단말기의 MIN (Mobile Identification Number) 과 Hash Function을 이용하여 현재의 기지국에서 CDMA Channel(FA), 페이징 채널, 페이징 슬롯을 결정하고 Slotted Mode로 페이징 채널에서 송출되는 메시지를 수신한다^[1]. Slotted Mode 단말기는 페이징 슬롯을 결정하기 전까지는 모든 슬롯을 통해 메시지를 수신하다가 페이징 슬롯이 결정되면 해당 슬롯에만 페이징 채널을 수신하여 자신에게 해당하는 메시지가 있는지를 검색한다.

페이징 채널은 80 ms 슬롯으로 구성되며 최대 2048 개의 슬롯을 가질 수 있다. 그림 1에서와 같이 80 ms 슬롯은 20 ms 길이의 Paging Channel Frame으로 구성되며 각 Paging Channel Frame은 10ms 길이의 Paging Channel Half Frame으로 구성된다. 각 Half Frame의 첫번째 비트는 Synchronized Capsule Indicator (SCI)로 구성된다. Paging Channel Message Capsule은 message와 padding으로 구성되고 message는 length(8bits), message body, CRC(30bits)로 구성된다^[1]. 메시지의 전송이 종료된 시점에서 Half Frame이 8 bits 미만이 남아 있으면 0으로 채우고 SCI를 1로 설정하고 다음 Half Frame에서 새로운 메시지의 전송을 시작한다. 메시지의 전송이 종료된 시점에서 Half Frame이 8 bits 이상 남아 있으면 다음 전송될 메시지의 전송을 시작하고 SCI를 0으로 설정하고 다음 Half Frame에 걸쳐서 메시지를 전송한다.

2.1 Overhead Information Message

기지국은 단말기에게 필요한 기지국 구성 정보를 Overhead Message를 통해 매 1.28초마다 전송(broadcast) 하여야 한다. 전송에 필요한 Overhead Message 및 내용은 표 1과 같다^[1]. 참고로 메시지 크기는 길이(8bit) field 와 CRC(30bits) field를 포

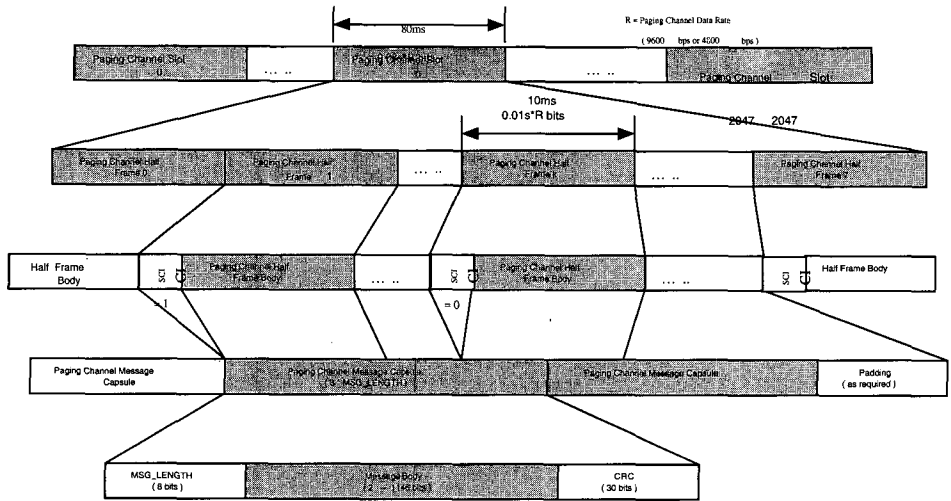


그림 1. 페이징 채널의 구조

함한 것이며, 가변길이를 지원하므로 적정 크기를 산출하기 위한 가정이 필요하다. 각 Overhead Message는 전체 슬롯에 고르게 분포되어 전송되며 1.28 초 안에 모든 메시지가 1번 이상 페이징 채널을 통해 전송되어야 한다. 새로운 기지국으로 진입한 단말기는 모든 페이징 슬롯을 검색하여 Overhead Message를 1.28 초 안에 수신하여 새로운 기지국의 구성 정보를 획득하고 기지국과 통신을 준비하게 된다.

표 1. 페이징 채널과 관련된 Overhead Information Messages

메시지 종류	길이	가정
System Parameters Message	260	
Access Parameters Message	152	No Authentication
CDMA Channel List Message	310	20 Neighbors
Neighbor List Message	110	4 CDMA channel
Extended System Parameters Message	104	Reserved 길이=1

2.2 Mobile Station Directed Message

기지국에서 임의의 단말기로 메시지를 전송하고자 할 경우에, 단말기가 Non-slotted Mode이면 임의의 Paging Channel Slot을 통해 메시지를 전송하고, Slotted Mode이고 Slot Cycle Index를 알 수 있으면 Paging Channel Slot을 결정하여 메시지를

전송한다^[1]. 메시지 크기는 길이(8bits) field와 CRC field(30bits)를 포함하여, 가변 길이 지원에 따른 가정에 의해 표 2와 같다. 참고로 가정에 의해 트래픽 양이 무시할 정도로 적거나 기능이 구현되지 않은 메시지는 분석 대상에서 제외하기로 한다.

표 2. 페이징 채널과 관련된 Mobile Station Directed Messages

메시지 종류	길이	가정
Slotted Page Message	181	
Page Message		무시
Order Message	104	
Channel Assignment Message	119	
Data Burst Message	432	
Authentication Challenge Message		무시
SSD Update Message		무시
Feature Notification Message		무시
Null Message		무시

III. 호처리 및 기타 부가기능 Flow

단말기와 기지국 간에 통화 채널이 설정되지 않은 상태에서는 Access Channel과 Paging Channel을 통해 통신을 한다. 다음은 호 처리 흐름도에 따라 각 채널의 역할을 보여 주고 있다. 그림2에서 착신인 경우에 기지국은 페이징 채널을 통해 착신

호를 설정하기 위한 Slotted Page Message를 단말기로 전송하고, 단말기에서 수신한 Slotted Page Message의 착신 MIN이 단말기의 MIN과 동일하면 Access 채널을 통해 Page Response Message를 이용하여 착신 응답을 한다. 발신호인 경우에는 단말기에서 Access 채널을 통해 Origination Message를 이용하여 기지국으로 호 설정 요구를 하게 된다. 착신 응답이나 발신호 설정을 요구한 단말기는 Non-Slotted Mode로 바뀌어 동작하게 되며 이후 트래픽 채널이 설정되기 전까지는 임의의 슬롯을 통해 단말기로 메시지를 전송할 수 있다. 단말기의 착신 응답이나 발신호 설정 요구를 수신한 기지국은 페이징 채널을 통해 Order Message를 해당 단말기로 전송하여 메시지가 수신되었음을 알린다. Order Message를 수신한 단말기는 Access 채널을 통한 착신 응답이나 발신호 설정 요구를 위한 메시지 전송 시도를 중지하고 Order Message를 이용하여 기지국에 응답한다. Page Message의 경우에는 단말기의 위치를 알 수 없으므로 기지국의 모든 섹터를 통해 전송되지만, 착신 응답이나 발신호 설정 요구를 수신한 이후에는 단말기의 위치를 알고 있으므로 특정 섹터로만 전송된다. 기지국은 트래픽 채널을 할당하고 트래픽 채널을 통해 Null Traffic을 전송하도록 한 후에 페이징 채널을 통해 Channel Assignment Message를 단말기로 전송하여 할당된 채널에 대한 정보를 알려준다. 단말기는 기지국으로부터 할당된 트래픽 채널의 정보를 수신하면 Null Traffic을 트래픽 채널을 통해 전송함으로써 기지국과 통신을 시작한다. 트래픽 채널이 설정된 이후의 Control Message는 트래픽 채널을 통해 전송된다.

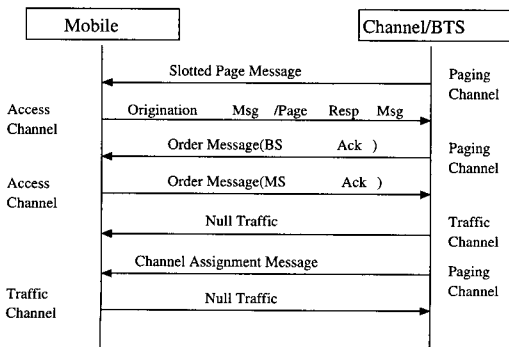


그림 2. 착신호 페이징 및 발신호에 대한 호처리 흐름도

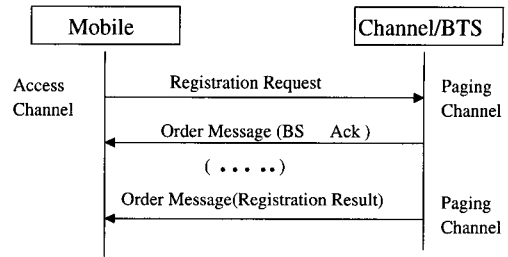


그림 3. 위치 등록에 대한 채널별 호처리 흐름도

단말기가 위치 등록을 Access 채널을 통해 기지국으로 시도하고 Non-Slotted Mode로 페이징 채널을 수신하고 있으면, 그림 3에서와 같이 기지국은 페이징 채널을 통해 Order Message를 이용하여 위치 등록 메시지가 기지국에 수신되었음을 단말기로 알리고, VLR /HLR로 위치 등록 메시지를 전송한다. Order Message를 수신한 단말기는 Slotted Mode로 바뀌어 페이징 채널을 수신하게 된다. VLR/HLR의 위치 등록 결과가 기지국에 수신되면, 단말기의 MIN에 의해 결정되는 페이징 채널의 특정 슬롯을 통해 Order Message를 이용하여 위치 등록 결과가 단말기로 전달된다.

IV. 모델링 및 용량 분석

4.1 LAI 구성에 따른 페이징 메시지 발생량

1 차 페이징의 단위 지역을 LAI(Local Area Identifier) 라 하면 기지국의 페이징 채널이 수용하는 용량을 유도하여 LAI 가 수용할 수 있는 적정 호 시도 용량을 산출해 보기로 하자. 하나의 교환기가 담당하는 지역에는 여러 개의 LAI 로 분할되어 있고, 이차 페이징의 단위 지역을 하나의 MSC가 담당하는 지역으로 가정하자. 그리고, 모든 페이징은 착신호 설정이 된다는 가정을 한다.

먼저, 교환기에서, LAI i 에서, 거기에 속하는 기지국 j 에서 발생하는 BHCA 를 각각 $R, \lambda_i, \lambda_{ij}$ 하고, LAI 및 LAI i 에 속하는 기지국의 수를 각각 N 및 N_i 라하면, 다음의 관계가 성립한다.

$$R = \sum_{i=1}^N \lambda_i = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{N_i} \lambda_{ij} \quad (1)$$

LAI i 에서의 착신호 비율을 p'_i , 일차 페이징 성공 확률을 p_i 라 하자. 이 때, 임의의 LAI i 의

기지국 j 의 FA 수를 F_{ij} 라 하면, 페이징 채널에서 발생하는 Page 메시지 수, Λ_{ij}^p 는 다음과 같다.

$$\Lambda_{ij}^p = (\lambda_i p_i' + \sum_{k=1}^N \lambda_k p_k'(1-p_k')) \frac{1}{F_{ij}} \quad (2)$$

Order Message 는 앞에서 언급한 것처럼 위치등록 및 착발신호에 사용되며 그것은 특정 FA 와 섹터를 통해 단말기에 전송된다. 위치 등록과 시도 호에 따른 Order Message의 수를 각각 i 과 r 이라 하고, 시도 호당 위치등록 횟수를 c 라 하자. 그러면, 임의의 LAI i 의 기지국 j 의 섹터수를 S_{ij} 라 하면, 페이징 채널에서 발생하는 Order 메시지 수 Λ_{ij}^o 는 다음과 같다.

$$\Lambda_{ij}^o = \frac{\lambda_{ij}}{F_{ij} S_{ij}} (r + lc) \quad (3)$$

마찬가지로, Channel Assignment Message 도 호 설정에 따라 m 회 사용된다면, 임의의 LAI i 의 기지국 j 의, 페이징 채널에서 발생하는 해당 메시지 수 Λ_{ij}^c 는 다음과 같다.

$$\Lambda_{ij}^c = \frac{\lambda_{ij}}{F_{ij} S_{ij}} m \quad (4)$$

그리고, Data Burst Message 는 SMS (Short Message Service) 기능에 사용되는 데 Paging 메시지와 동일하게 처리되며, 1차 Paging 지역은 MSC 전체 지역이라고 가정한다. 그리고, SMS 발생율을 착신호당 a , MSC 전체 착신호 비율을 p' , 그리고 MSC 에서의 1 차 Paging 성공율을 p^1 이라고 가정하자. 이 때, 임의의 LAI i 의 기지국 j 의, 페이징 채널에서 발생하는 해당 메시지 수는 다음과 같다.

$$\Lambda_{ij}^s = R p^1 a (2 - p^1) \frac{1}{F_{ij}} \quad (5)$$

앞에서 언급한 다른 메시지는 발생 빈도가 낮거나 기능 미구현으로 인해 무시한다고 가정할 때, LAI 를 기준으로 기지국의 페이징 채널에서 발생하는 시간당 전체 메시지 수 Λ_{ij} 는 다음과 같이 정의된다.

$$\Lambda_{ij} = \Lambda_{ij}^p + \Lambda_{ij}^o + \Lambda_{ij}^c + \Lambda_{ij}^s \quad (6)$$

4.2 Queuing Modeling

페이징 채널의 모든 슬롯은 동일한 조건하에서 동작하므로 임의의 하나의 슬롯에서의 서비스 속도와 버퍼의 크기를 통해 용량을 분석해 보기로 하자. 페이징 채널의 구조를 Queuing Model로 보면, 하나의 Server가 존재하고 Slot_cycle_index에 의해 결정된 슬롯의 수 만큼 슬롯이 존재하며 각 슬롯은 버퍼를 가질 수 있다. Server는 각 슬롯에서 80 ms 동안 머물면서 버퍼에 대기 중인 메시지의 우선 순위에 따라 메시지를 전송하지만, FIFO(First In First Out)을 가정하기로 하자. 먼저, 페이징 채널에 도착하는 메시지를 특정 기지국 및 LAI 에 관계없이 식 (6) 에 따른 도착률 $\lambda = \Lambda_{ij}$ 를 가지는 Poisson 분포라 가정한다. 그리고, 메시지 처리 시간을 구하기 위해서는 기준 메시지의 설정이 필요한데, 기준 메시지의 길이를 l_{ref} 하자. 앞에서 언급한 Page Message, Order Message, Channel Assignment Message 및 Data Burst Message 의 길이를 각각 l_p, l_o, l_c, l_a 라 하고 각각의 가중치를 w_p, w_o, w_c, w_d 라 하면, 기준호 크기 l_{ref} 는 다음과 같다.

$$l_{ref} = \frac{l_p w_p + l_o w_o + l_c w_c + l_a w_d}{w_p + w_o + w_c + w_d} \quad (7)$$

이 때, 각 메시지에 대한 가중치는 호 발생 빈도에 비례한다고 볼 수 있으므로 $w_p = p'(2 - p')$, $w_o = r + lc$, $w_c = m$, 그리고 $w_d = ap'$ 임을 알 수 있다. 임의의 한 슬롯을 관찰하면 Server 의 전송 속도는 슬롯의 수, N_{slot} 에 반비례한다. 호처리에 따른 유효 처리 속도를 위해 Overhead Message에 대한 처리 속도를 감해 주어야 하며 그것은 최대 1.28초 간격으로 전송되어야 하므로 80 ms 길이의 Slot 16 개의 주기를 갖는다. Overhead Message가 모든 슬롯에 균일하게 분포되어 전송되고 2 개 이상의 Overhead Message가 하나의 슬롯에서 전송되지 않는다고 가정하자. Overhead Message 의 갯수를 N_{ov} , Overhead Message i 에 따른 메시지 길이를 l_i^{ov} 이라 하자. 그리고, SCI 를 제외한 페이

징 채널의 전송 속도를 C_p 이라 하고, 페이징 채널에서 SCI와 Overhead Message를 제외한 메시지 전송 속도, C_m 을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C_m = C_p - \sum_i^{N_m} \frac{l_i^{ov}}{1.28} \quad (8)$$

Overhead Message가 임의의 슬롯에 편중되면 해당 슬롯을 통해 메시지를 수신하는 단말기는 소통율이 저하되므로 모든 슬롯에 고르게 분포하도록 구성한다. 이제, 한 슬롯에서 Server의 전송 속도는 C_m/N_{slot} 로 볼 수 있다. 따라서, 도착 프로세서의 평균 서비스 시간은 서비스율 $\mu = l_{ref}N_{slot}/C_m$ 를 따르는 지수 분포를 가정하기로 한다. 이 때, 각 Slot의 버퍼 크기를 N 이라 하면, 임의의 Slot에 대하여 그림 4와 같이 M/M/1/N Queuing 모델이 된다.

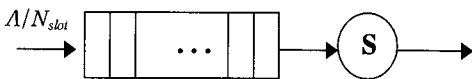


그림 4. Paging Slot의 Queuing Model

4.3 Numerical Analysis

분석을 위해 앞에서 언급한 각 변수에 대해 특별한 언급이 없으면 현장의 운용 자료를 근거로 호 발생 환경 변수를 다음과 같이 가정하기로 한다.

표 3. 호 발생 환경 트래픽 현황

환경 변수	패러미터값
착신호	$p^i = p_i^i = 0.46$
1차 페이징	$p^1 = p_i^1 = 0.85$
SMS 율	$a = 0.01/\text{착신호}$
위치등록	$c = 2/\text{호}$
채널할당 메시지	$m = 1.03/\text{호}$
Order 메시지	$i=2/\text{위치등록}, r=1/\text{호}$
FA/Sectors	$F_{ij} = 1, S_{ij} = 3$
호 유지시간	60 초
기지국 트래픽 채널 수	20/Sector
채널 QOS	차단확률=0.01
MSC 용량	R=500,000 BHCA

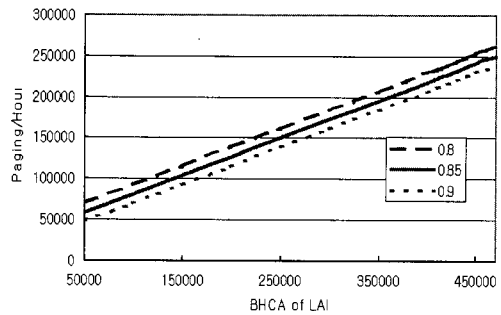


그림 5. 1차 페이징 응답율에 따른 페이징 수의 변화

1차 페이징에 대한 응답율이 0.8, 0.85, 0.9로 변화되었을 때, 페이징 메시지의 발생수를 다음 그림에 나타내었다. 1차 페이징 응답율이 낮을 경우에 페이징 수가 증가함을 알 수 있다.

표 3의 가정에 근거하여 LAI의 트래픽 빈도에 따른 기지국 페이징 채널에 도착하는 메시지 도착율은 에 따른 각 메시지 발생 정보는, 앞의 식(1)에서 (8)을 참조하여 표(4)와 같이 유도할 수 있다. 그리고, 표 3에 의해 $\sum w_i = 0.6536$ 이므로 메시지의 서비스 시간을 일정하게 만들기 위해 기준이 되는 메시지의 길이(l_{ref})를 처리 시간이 가장 긴 Data Burst Message의 길이로 정하고 식(8)에 의해 λ 를 계산하였는데, 표 4와 같다. 그리고, Paging slot에 대한 Parameter 가정을 표 5와 같이 하기로 한다.

다음 장의 표 5의 가정에서 Paging Channel Transmission Rate가 9600 bps이면, SCI를 제외한 전송 속도(C_p)는 각각 9500 bps가 된다. 이에 따라, 각 슬롯의 전송 용량은 768 bits이고, SCI를 제외한 전송 용량은 760 bits가 된다. 표 1에 의해 PaOverhead Message를 전송하는 데 소요되는 전송 속도는 731.25 bps이다. 식(8)에 의한 overhead Message를 제외한 페이징 채널에서의 전송 속도는 8768.75 bps이고, 슬롯 당 평균 가용 전송량은 701.5 bps이고, Overhead Message의 점유율은 7.7%이다. 32개의 슬롯을 가정하면, 슬롯 당 처리 속도(C_m/N_{slot})는 (8768.75/32)bps 이고, 메시지의 서비스 시간(h)은 0.4116 초이다. Slot 당 버퍼 수(N_{buf})를 10개로 가정할 때 호 처리에 따른 Blocking Probabikity는 그림 6과 같다. 그림 6에

표 4. 섹터/FA 당 페이징 채널에서의 메시지 발생 개수 λ_i

λ_i	50000	100000	150000	200000	250000	300000	350000	400000
Slotted Page Message (Λ_{ij}^p)	57500	80500	103500	126500	149500	172500	195500	218500
Order Message (Λ_{ij}^o)	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Channel Assig. Message (Λ_{ij}^c)	742	742	742	742	742	742	742	742
Data Burst Message (Λ_{ij}^d)	2645	2645	2645	2645	2645	2645	2645	2645
Λ_{ij}	64487	87487	110487	133487	156487	179487	202487	225487
$\lambda(\text{sec/slot})$	0.56	0.76	0.96	1.16	1.36	1.56	1.76	1.96

서 호 차단율이 0.01 이면 350,000 BHCA 정도까지 LAI 용량을 처리할 수 있는 것을 알 수 있으며 페이징 채널의 적정용량 (Engineered Capacity)은 300,000 BHCA로 보는 것이 현명하다. 그런데, 보통 페이징 메시지는 여러 개의 호 시도에 대한 정보를 한꺼번에 전송할 수 있으므로 처리할 수 있는 BHCA는 더욱 증가할 수 있다

표 5. Paging Slot 에 대한 가정

Paging Channel Parameter	값
전송 속도	9600 bps
C_p	9500 bps
N_{buf}	10
N_{ov}	5
N_{slot}	32

그러므로, 9600 bps 의 페이징 채널 입장에 있어서는 LAI 의 최대 용량에 제한을 둘 필요가 없음을 알 수 있다. 참고로, 그림 7 은 하나의 페이징 메시지로 4 개의 호 시도 정보를 전송한다고 가정하고 실험과 모델에 의한 페이징 메시지의 수의 증가와 Blocking Probability의 변화를 그림으로 살펴본 것이다. 트래픽 부하가 클 때, 약간의 차이는 있으나 1% Blocking Probability 기준에서 시스템의 적정 용량은 모델과 실험을 종합할 때, 30 만 정도의 페이징 메시지 처리 용량을 가진다고 결론 지을 수 있다. 따라서, 표 3 의 가정에 의한 기지국 용량을 기준으로 할 때, 최대 130 여 기지국을 하나의 LAI 로 묶을 수 있는 것이다. 그러나, BSC 에 의해 위계적 구조로 구성되어 있는 망 구조 때

문에 100,000 BHCA 의 BSC 시스템이면 최대 3 개의 BSC 와 이에 속하는 기지국으로 하나의 LAI 가 구성되는 것이 바람직하다.

V. 결 론

CDMA 이동 통신망의 착신호에서 페이징의 일차 단위인 LAI 의 호 시도 용량에 따라 페이징 채널 메시지 처리 용량은 영향을 받는다. LAI 가 커지면 페이징 부하는 심각하지만 페이징 성공율은 좋아지게 된다. LAI 의 단위 용량은 기지국 용량에서부터 교환기 수준의 용량까지 설계될 수 있는 것이다. 우리는 CDMA IS-95A 버전하에서 상용 서비스 중인 통신 시스템을 기준으로 페이징 채널에서 처리하는 메시지 분석을 통하여 LAI 의 호 시도 용량에 따른 페이징 채널의 호 차단 확률을 분석하였다. 하나의 페이징 메시지에 대해 하나의 호를 가정할 경우, 페이징 채널이 감당하는 LAI 의 적정 용량은 300,000 BHCA 임을 알 수 있다. 페이징 메시지에 대한 동시 호출이 가능하면 그 용량은 더욱 커지게 되고, 이 경우 페이징 채널의 용량은 교환기 최대 용량 500,000 BHCA 를 기준으로 할 때 충분한 여유가 있음을 알 수 있다.

페이징 메시지의 발생량에 따른 LAI 의 구성은 앞의 가정에 따른 기지국 용량을 기초로 할 때, 많은 수의 기지국을 포함하는 LAI 의 구성이 가능함을 알 수 있다. 그리고, 페이징 메시지는 FA 별로 분산되어 전송되므로 FA 수가 많은 기지국과 적은 기지국이 하나의 LAI 에 속할 경우에 FA 수가 적은 기지국은 많은 양의 페이징 메시지를 처리해야 하므로, LAI 설정시에 기지국의 FA 수를 고려하여 LAI 에 속한 기지국의 FA 수를 균등하게 구성할 수 있도록 한다.

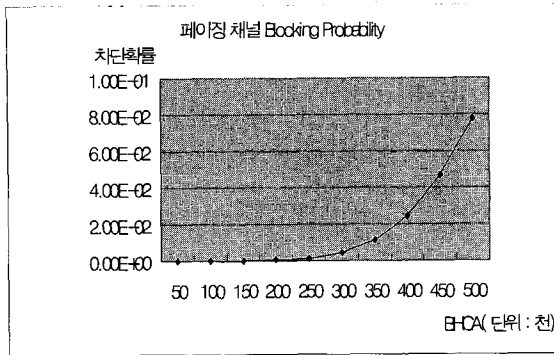


그림 6. 호시도에 따른 페이징 채널의 메시지 차단확률

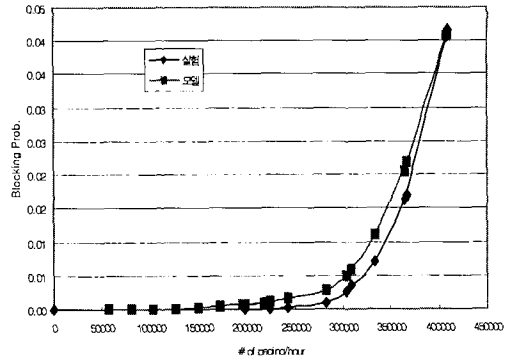


그림 7. 페이징 메시지 처리에 따른 차단 확률

참 고 문 헌

[1] TIA/EIA, Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System(IS-95) July, 1993.

[2] TIA/EIA, Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System(IS-95-A).

[3] Guang Wan, Mohamed A. Landolsi, Performance analysis of the Forward and Reverse Control Channels of CDMA Cellular Network, VTC98 pp. 954-956

[4] Tony W. Wong, Vasant K. Prabu, Capacity Growth for CDMA system : Multiple Sectors and multiple carriers deployment, VTC98 pp. 1608-1612

[5] Raj Pandya, Stone Tseng and Kalyan Basu, Some Performance Benchmarks for the Design of Wireless System and Networks, Wireless System Engineering, NORTEL, 1997

[6] Izhak Rubin, Cheon Won Choi, Delay Analysis for forward Signaling Channels in Wireless Cellular Network, Proc. of Infocom96, pp 1108-1114, 1996

[7] Bing H. Cheung and Victor C. M.Leung, Network Configuration for Seamless Support of CDMA soft handoffs Between Cell Clusters, JSAC, VOL.15. No.7, pp1276-1288, Sep. 1997

[8] Bijan Jabbari, Teletraffic Modeling and Analysis of Flexible Hierarchical Cellular Network with Speed Sensitive Handoff Strategy, JSAC, VOL.15. No.8, pp1539-1548, Oct. 1997

[9] J. Medhi, Stochastic model in Queuing Theory, Academic Press

곽 민 곤(Kwag Min-kon)

정희원

1986년 2월 : 서울대학교 계산통계학과(학사)
 1993년 2월 : 서울대학교 계산통계학과(석사)
 1997년 2월 : 서울대학교 계산통계학과(박사)
 1986년 1월~1993년 3월 : 엘지 정보통신 연구소
 1994년 9월~현재 : 현대전자 통신 연구소 책임연구원
 <주관심 분야> IMT-2000, 시스템 성능분석, ATM

이 규 영(Lee Gyu-yeong)



1995년 2월 : 서강대학교 전자계산학과 졸업
 1995년 3월~현재 : 현대 전자통신 연구소
 <주관심 분야> IMT-2000, 시스템 성능분석