

논문 2010-47TC-5-1

# 사용자의 개별적 특성을 활용한 저전력 페이징 방안의 제안 및 분석

( Performance Analysis of Low Power Paging Scheme using user's  
Property )

정 지원\*, 김정 호\*\*

( Ji-Won Jeong and Jeong-Ho Kim )

## 요 약

최근 비약적인 휴대폰의 다기능 세대의 발전에 따라 단말은 보다 많은 기능을 제공하고, 사용자도 점점 증가되는 추세이다. 하지만 이는 최근 대두되는 정보 통신 분야의 Green IT 측면에서 휴대폰의 세대 발전을 따져본다면 반색 할 만한 일은 아니다. 휴대폰의 세대가 발전함에 따라 이산화탄소의 배출 감소율이 줄어들며, 현재 거의 포화상태에 도달해 있기 때문이다. 이는 기지국 등의 인프라뿐 아니라 단말기 자체에서 운영 중 전력 소모를 하면서 약 18%의 이산화탄소가 배출되기 때문에 단말기 자체의 전력 소모를 줄이는 일이 Green IT의 화두가 되고 있다<sup>1)</sup>. 본 논문에서는 단말기와 기지국 사이의 페이징 과정 중 사용자의 개별적 특성을 고려한 슬롯 인덱스(slot index)의 조절을 통해 단말기 운영 중의 전력 소모를 줄이는 방법을 제안한다. 사용자의 특성은 통화시간대와 통화량에 따라 분류하여 이들에게 각기 다른 슬롯 인덱스를 적용시켜 페이징 시의 전력 소모를 관찰하였다. 이는 평균 80%정도의 소비 전력을 줄일 수 있었으나, 슬롯 인덱스 값이 증가 될수록 통화 품질과 관련된 응답 시간(time response)값이 증가되어 저하된 통화 품질을 얻는 Trade Off가 존재한다. 본 논문에서는 개인별 특성에 따른 페이징 조절에 대한 분석과 함께 Trade Off 해결안으로써 기지국 페이징채널 Power ramping방안을 제안하고 그 영향을 분석하고자 한다.

## Abstract

Recently subscribers in mobile communication services increase gradually, and the new multifunctional portable terminals can provide various functionalities. However this trend may not be desirable in Green IT respect because the emission of carbon dioxides emitted during operations of base station and mobile stations can cause significant effect on the emissions of carbon dioxides. In this paper the power saving scheme which can adjust slot index while the system is in a paging phase has been proposed and its performance has been evaluated. The slot cycle index can be adjusted according to individual user's property, its effect on the system performance has been investigated.

In order to mitigate its adverse effect, power ramping scheme is considered and evaluated thereafter.

**Keywords :** 저전력 페이징, Green IT, paging slot

## I. 서 론

최근의 IT 추세는 무엇보다도 Green IT라고 할 수 있다. Green IT는 다른 산업에 비해 5.5배 빠른 기술 성장 속도를 자부 하면서도 전제 이산화탄소 배출량의 2%밖에 차지하지 않는 친환경적인 산업으로 다른 탄소

\* 학생회원, \*\* 평생회원, 이화여자대학교 전자공학과  
(Electronics Engineering, Ewha Womans  
University)

※ 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로  
한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임  
(No. 2009-0070697)

접수일자: 2010년2월21일, 수정완료일: 2010년5월17일

집약적 산업의 대체 수단이 되고 있다<sup>[1~2]</sup>. 휴대폰 분야에선 다기능 세대의 발전에 따른 전력 소모에 중점을 두어 Green IT 구현을 목표로 하고 있다.

본 논문에서는 휴대폰 내부 구조에 따른 전력 소모 분석을 통해 전력 소모를 감축시킬 수 있는 방안을 제시한다. 본문에 들어가기에 앞서 간략히 휴대폰 내부 구조에 대한 설명과 함께 각 부분의 전력 소모에 대해 살펴본다. 휴대폰은 LCD모듈과 하단 기계부로 나눌 수 있다. 하단 기계부는 RF(Radio Frequency) Section, Baseband, WM, MSM으로 나뉜다<sup>[4]</sup>.

아날로그 부분의 첫 소자는 안테나로 단말기의 첫 단에서 안테나를 통해 송수신된 신호는 Duplexes 소자를 통해 Full Duplexing되어 송신 신호와 수신 신호가 분리된다. 즉 송신 시에는 송신단 PAM(Power Amp Module)의 출력 전력이 Duplexes를 통과하여 안테나로 최대 전력을 전달하고 수신 시에는 반대로 안테나를 통해 수신된 미약한 RF신호가 Duplexes를 통과하여 수신단의 LNA로 신호를 전달하는 역할을 한다. 또한, PAM은 Duplexes의 loss를 감안하여 적절한 신호의 크기를 증폭해야 한다. 이는 회로 부품 중 전력 소모를 가장 많이 하는 부품으로 장시간 통화시 단말기에 열이 나는 현상은 PAM의 전력 소모로 발생하는 것이다<sup>[5]</sup>. Driver Amp는 PAM이 충분히 증폭할 수 있도록 송신단의 Up Converter(UP MIXER)에서 출력된 신호를 이용한다. 송수신된 RF신호는 Rx BPF, Tx BPF와 같은 Band Pass Filter를 통해 불필요한 주파수의 잡음이 제거된다. 후에 VCO, PLL(Phase Locked Loop), VC-TCXO 등을 통해 주파수 보정을 거치게 된다. 다음으로 MSM 단을 살펴보면 PMIC(Power Management IC)와 MSM, MCP를 살펴볼 수 있다. PMIC는 휴대전화의 각 부품에 공급되는 전원을 적절히 분배해 전송하는 역할을 하는 IC이다. 이 부분이 없다면 단말기의 특정 기능을 사용

할 수 없거나 전체 시스템의 구동이 불가능하다. 과부하로 인한 부품 발화도 가능하므로 매우 중요하면서도 시스템의 기본이라 할 수 있는 부분이다.

이와 같은 단말기의 내부 구조에서 각 모듈에 따른 전력 소모는 Table1과 같다<sup>[5]</sup>. 전체 소모되는 전력을 100으로 가정하면 75%의 전력 소모가 RF 트랜시버(Tranceiver)와 Power Amplifier에서 이루어짐을 알 수 있다. 우리는 RF 트랜시버에서 발생하는 전력 소모를 감소시키기 위해 사용자별 통화 시간대와 패턴에 따른 페이징 조절을 통해 소비 전력을 감소시키고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 단말기 호 처리 절차에 따른 전력 소모 분석

지금까지는 기본적으로 단말 내부에서 손실되는 전력에 대해 살펴보았다. 다음으로 이와 같은 기본 전력 소모와 함께 단말기 호 처리 과정에서 소모되는 전력 소모를 살펴볼 것이다. 단말의 호 처리 과정은 다음 그림 1과 같다<sup>[8]</sup>.

우선 단말기가 부팅되면 파일럿(pilot), 동기 채널(sync channel)을 수신하기 위한 단말 초기화 상태(Mobile station Initialization)가 된다<sup>[8~9]</sup>. 이러한 단말기의 초기화는 단말기의 메모리상에서 동작에 필요한 상태를 형성시키고 EEPROM에서 해당 정보를 읽는다.

이 후 단말기가 자체적으로 동작이 완료되면 파일럿 채널을 수신한 다음 동기 채널에서 필요한 시스템 정보를 수신 한다. 이후 단말기는 응답 대기 상태로 변환된

표 1. 단말기 모듈별 전력 소모 분석

Table 1. Power consumptions in the module of a mobile terminal.

	소비전력(mW)	구성비율(%)
Baseband core	113	12
Baseband analog	104	11
RF transceiver	320	33
PA(Power amp)	408	42
SRAM	18	2
Total	963	100

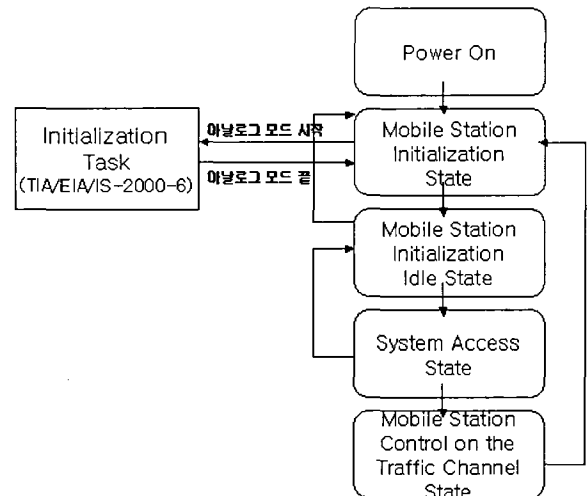


그림 1. 단말의 호 처리 과정

Fig. 1. Call processing procedure in a mobile terminal.

다. 이는 단말기가 내부적으로 음성통신을 비롯한 여러 가지 서비스를 할 수 있는 여건을 마련한 후, 음성통화나 제어 신호를 처리하는 것을 말한다<sup>[9]</sup>. 즉, 단말기는 동기 채널에서 필요한 정보를 수신한 다음 시스템 파라미터를 수신하여 처리하거나 호출 신호와 같은 여러 가지 요구에 적절한 응답을 수행하게 된다. 이후 정상 동작을 완료한 다음 페이징 채널을 계속적으로 수신하고 시스템 정보(paging channel message)를 수신하지 못하면 초기화부터 다시 시작하게 된다. 응답 대기 상태에서 단말기 호출 신호를 통해 페이징 채널, 접속 채널과 연결되어 통화중인 상태를 통화 상태(Traffic State)라고 한다. 통화 상태에서는 통화가 끝난 후, 통화 중 어긋날 수 있는 system time, long code state, 페이징 채널 메시지 등의 재설정을 위해 초기화를 하게 된다<sup>[8]</sup>. 우리는 이 각각의 단말기 호 처리 절차에 따른 전력 소모를 실제적으로 분석해 보고자 CDMA 2000 protocol analyzer를 사용하였다.

각 상태별 전력 소모를 살펴보자. 단말기가 작동을 위한 제일 첫 단계인 단말 초기화 상태는 그림 2와 같다. 단말기의 전원을 켜 경우 Tx 전력은 -52.42dBm, Rx 전력은 -86.58dBm임을 확인할 수 있다. 이후 단말기가 파일럿 채널과 연결되면서 일시적으로 Tx 전력이 약 60dBm만큼 증가하여 14dBm까지 올라가는 반면 Rx 전력은 -86.58dBm으로 변함이 없다.

그림 3의 대기 상태(Idle State)에서의 전력소모를 살펴보면 단말 초기화 상태와 비슷한 -49.74dBm의 Tx 전력, -89.25dBm의 Rx 전력이 비교적 일정하게 유지되고 있음을 알 수 있다. 이 값은 휴대폰이 통화를 시작하게 되면서 부터는 급격히 변화하게 되는데 이는 그림 4

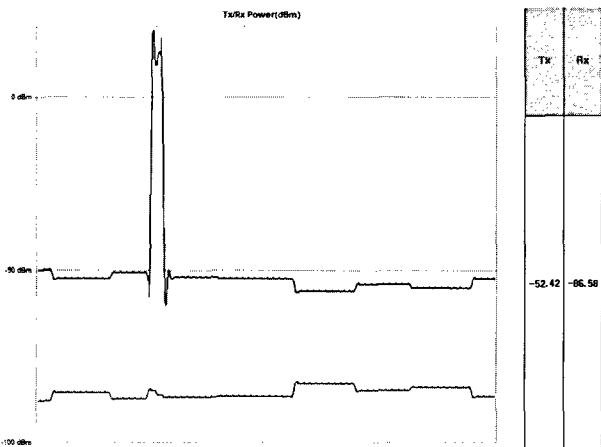


그림 2. 단말 초기화 상태  
Fig. 2. Initialization state of a mobile terminal.

와 같다.

Traffic State에서는 기지국과 단말기가 연결되게 되

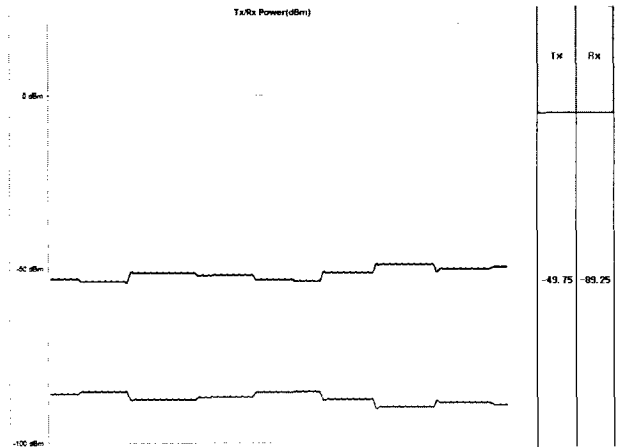
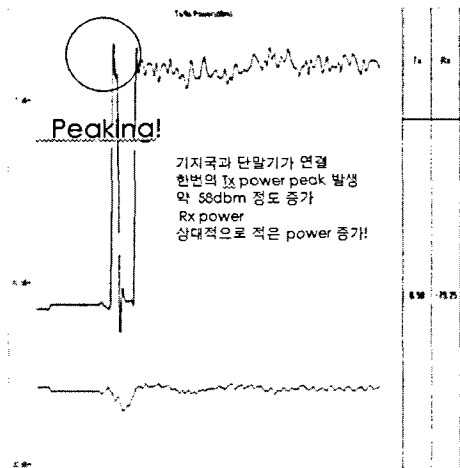
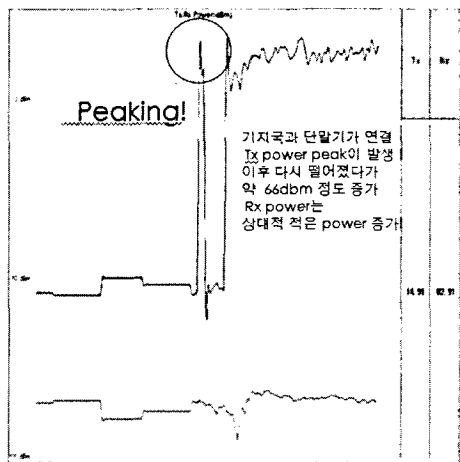


그림 3. 대기 상태  
Fig. 3. Idle state.



(a) 송신시의 통화 상태



(b) 수신시의 통화 상태

그림 4. 단말 통화 상태  
Fig. 4. Traffic state in a mobile terminal.

며, 그 순간 위의 그래프처럼 한번의 Tx 전력에 피크가 발생하게 된다. 이는 송수신시 Tx 전력이 각각 8.58dBm, 14.91dBm의 값으로 약 58dBm, 66dBm의 증가 값을 갖는다. Rx 전력은 -79.25dBm, -82.31dBm으로 Tx 전력에 비해 상대적으로 적은 전력 증가 값을 보임을 확인할 수 있다.

2. 저전력 페이징 방안의 제안

지금까지 살펴본 단말기의 내부 소자 및 호 처리 과정에서 전력 소모를 살펴보았다. 통화가 시작되기 전 기지국과 단말기가 연결되는 순간 피킹 현상으로 큰 전력 소모가 있음을 확인 할 수 있었다. 이처럼 기지국과 단말기가 연결되는 것을 페이징이라 한다. 이는 이동통신 단말기에 호가 착신 되었을 경우 단말기가 위치한 곳의 기지국 제어 장치를 통하여 단말기를 호출하는 것으로 페이징 구역은 단말기가 가장 최근에 등록한 위치 구역이며 교환기 내의 VLR(Visitor Location Register)에 저장된다<sup>[9]</sup>. 페이징을 통해 신호를 감지하는 역할은 회로적으로 분석하였을 때, digital clk에 의해 이루어지고, RF 트랜시버 단에서 주로 그 역할을 담당한다<sup>[10]</sup>. Table 1을 참고하면, 휴대폰 내부 회로에서 전력소모가 RF단에서 많이 일어남을 확인할 수 있다. 본 논문에서는 휴대폰 전력 소모를 최적화하기 위해 페이징 간격을 늘림으로써 불필요한 전력소모를 줄이고자 하며, 이는 사용자별 생활 패턴(특성)에 따라 개인별 페이징 간격을 적절하게 조절하며 응답시간이 지나치게 늘어나지 않도록 전력램핑(power ramping)을 적용하여 응답시간을 개선하고자 한다.

아이디어의 전제 조건은 다음과 같다. 일반적으로 슬롯 인덱스 사이클(Slot index Cycle)을 길게 하면 대기 상태의 증가로 전력 소모가 작아 배터리 수명을 연장할 수 있다. 하지만 기지국에서 이동국을 호출할 때 바로 호출하지 못하고 정해진 슬롯까지 기다려야 하므로 통화 연결 대기 시간이 길어지게 된다. 슬롯 인덱스 사이클은 사업자 및 가입자 모두 변경 가능하나 사업자 측에서 최대 N값을 지정한다. 배터리 수명과 무관하게 신뢰성 있는 사용을 원하거나 대기시간 없는 신속성을 원하면 Non Slot Mode로 설정한다. 실제 실험에선 각 개인별 15일 분량의 데이터를 1시간 마다 측정하여 메모리에 저장하였다. 이 데이터를 기초로 개인의 행동 패턴을 분석하고, 패턴에 따른 페이징 슬롯 인덱스를 조절하며 실제 페이징 간격 조절이 전력 소모에 어떤 영

표 2. 슬롯 인덱스 조절 실험1 결과와 실험에 사용한 슬롯 인덱스 대응표

Table 2. Table of slot cycle index for experiment 1 and used slot cycle index.

(a) : 슬롯 인덱스 조절 실험 1 결과

index	사용자			
	영업사원	주부	학생	개선이전
AM6-7	2.5	2.5	2.5	1.5
AM7-8	2.5	2.5	1.5	1.5
AM8-9	1	2.5	1.5	1.5
AM9-10	1	2.5	2	1.5
AM10-11	1	2	2	1.5
AM11-12	1	1.5	2	1.5
PM12-13	1	1.5	2	1.5
PM13-14	1	1.5	2	1.5
PM14-15	1	1.5	2	1.5
PM15-16	1	1.5	2	1.5
PM16-17	1	2	2	1.5
PM17-18	1	2	1.5	1.5
PM18-19	1	2	1.5	1.5
PM19-20	1	2	1.5	1.5
PM20-21	1	2	1.5	1.5
PM21-22	1.5	2	1.5	1.5
PM22-23	1.5	2.5	2	1.5
PM23-24	1.5	2.5	2	1.5
PM24-1	1.5	2.5	2.5	1.5
AM1-2	2.5	2.5	2.5	1.5
AM2-3	2.5	2.5	2.5	1.5
AM3-4	2.5	2.5	2.5	1.5
AM4-5	2.5	2.5	2.5	1.5
AM5-6	2.5	2.5	2.5	1.5

(b) : 인덱스 대응표

index	time
0	1.28
0.5	2
1	2.56
1.5	3.8
2	5.2
2.5	7.5

향을 미치는지 분석해 보았다. Table 2는 주부, 영업사원, 학생이라는 서로 다른 통화 유형을 가진 가입자의 통화 패턴의 분석을 통해 슬롯 인덱스 값의 변화로 얻게 되는 전력이득의 개선 전, 후를 분석한 표이다.

먼저 영업사원의 경우는 일을 위한 통화량이 자는 시간과 이른 아침시간을 제외한 대부분의 시간을 차지한

다. 또한 주부의 경우 약속을 따로 만들지 않는 한 집에 있는 일이 많아 통화를 거의 하지 않는다. 학생의 경우는 여유가 생기는 저녁을 제외하고는 거의 쓰는 일이 없다. 이와 같은 통화 패턴 분석을 통해 통화량이 많은 경우에는 인덱스를 작게 잡아서 응답 시간을 빠르게 해줬고, 반대로 통화량이 적은 시간에는 인덱스를 어느 정도 크게 잡아서 응답하는 시간을 느리게 잡아 소모되는 전력을 줄일 수 있게 했다.(한국의 통신회사는 슬롯 인덱스를 2로 사용, 본 논문에선 소수점까지 세분화하여 나누어 보았다.) 그 결과 이전 대비 전력소모 양이 영업사원의 경우에는 98%, 주부의 경우에는 69.9%, 학생의 경우 75%까지 줄일 수 있었다. 이 외에도 실제 통화패턴에 있어서 차이가 많이 나는 연구원 세 명을 골라 하루 중 시간 별로 소모되는 전력을 줄일 수 있는

표 3. 슬롯 인덱스 조절 실험2 결과와 실험에 사용한 슬롯 인덱스 대응표

Table 3. Table of slot cycle index for experiment 2 and used slot cycle index.

index	A	B	C	개선이전
AM6-7	2.5	2.5	2.5	1.5
AM7-8	2.5	2.5	1	1.5
AM8-9	2.5	2	1.5	1.5
AM9-10	2.5	2	2	1.5
AM10-11	2	2	2	1.5
AM11-12	2	2	2	1.5
PM12-13	1.5	2	2	1.5
PM13-14	1.5	1	1	1.5
PM14-15	1.5	2	2	1.5
PM15-16	1.5	2	2	1.5
PM16-17	1.5	1.5	2	1.5
PM17-18	1.5	1	2	1.5
PM18-19	1.5	1	1	1.5
PM19-20	1.5	1	2	1.5
PM20-21	1.5	1.5	2	1.5
PM21-22	1.5	2	2	1.5
PM22-23	1	2	2	1.5
PM23-24	1	2	2	1.5
PM24-1	1	2.5	3	1.5
AM1-2	1	2.5	2.5	1.5
AM2-3	1.5	2.5	2.5	1.5
AM3-4	2	2.5	2.5	1.5
AM4-5	2.5	2.5	2.5	1.5
AM5-6	2.5	2.5	2.5	1.5

슬롯 인덱스를 알맞게 배분해 보았다. 이 역시 통화량이 많은 경우에는 인덱스를 작게 잡아서 응답 시간을 빠르게 해주었고, 반대로 통화량이 적은 시간에는 인덱스를 어느 정도 크게 잡아서 응답 하는 시간을 느리게 맞춰 주었다. 결과는 다음과 같다.

### III. 시뮬레이션 및 결과

앞서 살펴본 개인별 통화 패턴에 따른 슬롯 인덱스 조절 결과표에서 슬롯 인덱스 변화에 따른 응답 시간과 전력 소모를 확인할 수 있었다. 이를 그래프로 확인하면 그림5와 같다<sup>[12]</sup>. 그래프 상에서 응답 시간, 즉 슬롯 인덱스가 증가 할수록 전력 소모량은 감소하는 것을 확인해 볼 수 있다.(이 때의 전력 소모량은 mW단위로 측정하였다).

일반적으로 응답 시간이 증가하면 접속 실패 확률도 증가하고 셀 경계에서의 오류 확률 역시 증가하기 때문에 그 사이의 trade off를 조정하여 사용자 별 최적화된 지점을 찾아주는 것이 가장 중점이 된다. 본 논문에서는 기지국 자체에서 전력을 ramping하여 단말기의 신호 대 잡음비(Signal To Noise Ratio)를 증가시켜 주는 방법으로, 단말기 자체의 소모 전력을 기지국에서 처음부터 큰 전력 송신을 통해 줄여주는 방안으로 Trade off를 해결하는 아이디어를 활용하여 성능을 분석하고자 한다. 또한 실험을 통해 아이디어를 분석해봄으로써 나아가야 할 방안을 모색한다. 우선 (7,4) Hamming Code로 메시지를 전송하는 경우를 가정하여 분석하였다. (7,4) Hamming Code란 4bit의 메시지 bit를 보내기 위해 3bit의 redundancy를 추가하여 보내는 방식이다.

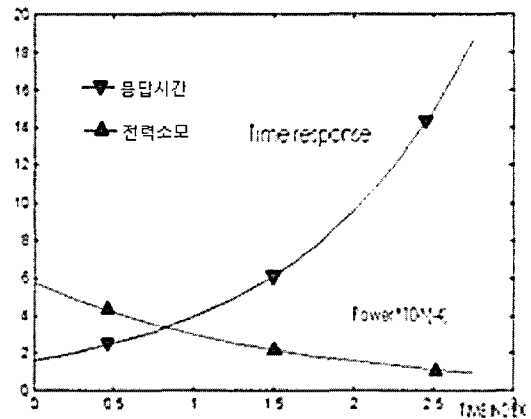


그림 5. 전력과 응답 시간 관계 그래프  
Fig. 5. Graph of consumed power and time response.

이 때 4bit의 메시지 bit와 3bit의 redundancy bit를 하나의 심볼(symbol)이란 단위로 정의 할 수 있다. 따라서 12bit의 메시지를 보낼 경우 3개의 심볼로 전송될 것이다. 이때의  $P_E$ (Message error Probability),  $P_s$ (Symbol error Probability),  $P_B$ (Bit error rate, 이하 BER로 표기)을 이용하여 응답 시간을 유도할 통해 아이디어를 분석한다.

슬롯 인덱스에 따른 슬롯간의 시간을 T라고 둔다. 이 때, 기대되는 응답 시간은 다음과 같이 각 슬롯이 독립적이므로 아래와 같은 합으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{T}{2}(1-P_E)+TP_E(1-P_E)+TP_E^2(1-P_E)+TP_E^3(1-P_E) \quad (1)$$

이를 분석해보면 두 번째 항부터 Geometric distribution 이므로, 평균 응답 시간 t는 아래 수식 (2)와 같다.

$$\frac{T}{2}(1-P_E)+TP_E \quad (2)$$

또한 (7.4) Hamming code에서 1개의 에러까지 수정이 가능하므로 심볼 에러 확률은 아래 수식 (3)과 같다.

$$P_s = 1-[{}_7C_0(1-P_B)^7+{}_7C_1P_B(1-P_B)^6] \quad (3)$$

이 때, 3번 이상 페이징 슬롯이 메시지를 감지하지 못하면 에러로 간주한다고 하고, 그 때의 메시지 오류 확률(message error probability)은 다음 식 (4)와같이 나타낼 수 있다.

$$P_E = 1-(1-P_s)^3 \quad (4)$$

메시지 오류 확률은 채널의 상태에 영향을 받는다. 실험에선  $P_E$ 를 임의로 0.1부터 0.7까지로 값으로 각기 다른 채널의 상태를 가정하였다. 결과 그래프는 그림 6과 같다. 그래프를 보면 응답 시간은 T와  $P_E$ 라는 두 개의 변수에 따른 함수로 슬롯 인덱스가 클수록, 혹은  $P_E$ 가 증가할수록 응답 대기 시간인 응답 시간이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이는 곧 통화 품질이 저하된다는 것을 의미한다. 또한 동일한 위치, 동일한 채널상태에서( $P_E$ 가 일정) T를 늘림으로써 전력 소모를 최소화 한다면, 전력 소모 면에서는 이득이라고 할 수 있으나, 응답 시간이 길어져 통화 품질이 떨어지게 되는 Trade Off가 있음을 확인할 수 있다. 이는 Table 4의

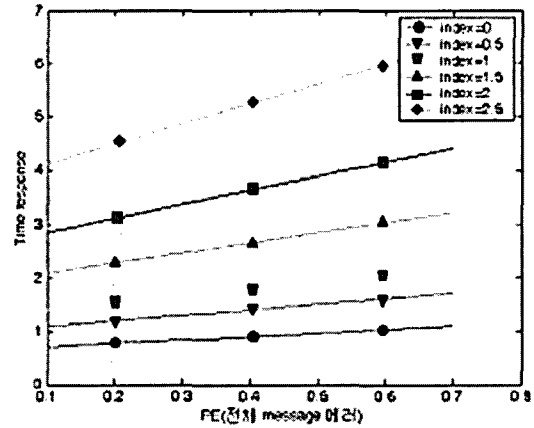


그림 6. 채널 상태( $P_E$ )에 따른 응답 시간 변화

Fig. 6. Change in time response due to channel state.

표 4. 채널 상태( $P_E$ ) 변화에 따른 통화 품질 변화

Table 4. Performance degradation due to channel state.

$P_E$	$P_s$	$P_B$	$E_b/N_0$
0.1	0.0345	0.04361	0.855
0.2	0.0717	0.06521	0.755
0.3	0.1121	0.08423	0.69
0.4	0.1566	0.10276	0.635
0.5	0.2063	0.12191	0.585
0.6	0.2632	0.14274	0.535
0.7	0.3306	0.16681	0.485

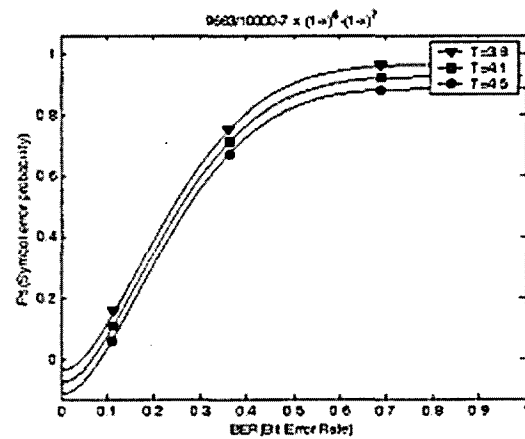


그림 7. 동일한 채널 하의 인덱스 변화에 따른 신호 대 잡음비

Fig. 7. Performance degradation due to slot cycle index adaptation.

결과 데이터 수치와 그래프에서 확인할 수 있다.

다음으로 Trade Off를 해결하기 위해 슬롯 인덱스를 변화시키며 동일한 응답 시간을 얻기 위한 요구 사항을 확인할 것이다.  $P_E$ 는 0.3이고, 사용된 응답 시간은

슬롯 인덱스는 1.5( $T=3.8$ )일 때의 값( $t=2.4700$ )을 기준으로 슬롯 인덱스 변화에 상관없이 동일한 통화품질 하에 있도록 한 후  $P_s$ ,  $P_B$ ,  $E_b/N_0$  값을 살펴보았다. 그림 7의 결과 그래프를 살펴보면 슬롯 인덱스가 증가할수록 점차  $P_s$  값이 감소하여 이를 위한 신호 대 잡음비(이곳에선  $E_b/N_0$ 로 표현 가능)가 증가되어야 함을 확인할 수 있다. 이는 위의 그래프를 보았을 때 동일한  $P_B$  값이 주어졌을 때, 슬롯 인덱스가 증가함에 따른  $y$  절편( $P_s$ ) 값의 변화로도 확인할 수 있다. 이러한 문제는 사용자별로 기지국에서 위치정보를 관리하고 기지국 경계부분에 위치한 사용자 단말기가 수신하는 페이징 채널에 대하여 송신 전력을 증가시켜서 수신 메시지의 오류확률을 줄이는 방안을 생각해 볼 수 있다. 즉, 기지국에서 페이징 채널로의 power ramping을 통해 해결할 수 있다.

#### IV. 결 론

지금까지 페이징과 관련하여 전력 소모를 줄이는 방안을 제안하고 이에 따른 영향을 분석하고 결과를 살펴보았다. 이는 슬롯 인덱스라는 페이징 간격을 사용자별 통화 패턴에 맞게 값을 분배함으로써 단말기 소모 전력을 줄일 수 있었다. 하지만 이러한 슬롯 인덱스는 그 값이 증가될수록 통화 품질과 관련된 응답 시간 값이 증가되며 저하된 통화 품질을 얻게 되는 Trade Off를 갖기 때문에 이를 해결하기 위해 기지국에서 페이징 채널로의 전력을 증가시켜 보상하는 페이징 채널 Power Ramping 방안을 제안하였고 그에 따른 영향을 분석하고 정량적으로 개선되는 것을 살펴보았다. 또한 신호 대 잡음비를 증가시킴으로써 Trade Off를 해결하는 방법은 셀(Cell)내부에서 뿐 아니라, 셀 경계에 있을 때도 같은 방법으로 보완이 가능하다. 셀 경계에서의 통신은 사용자와 송신국과의 거리가 멀기 때문에 Power attenuation이 심하게 일어나 수신된 전력이 감소되어 성능 저하를 야기한다. 즉 거리로 인한 전력 감소는 에러율을 증가시켜, 정확한 신호의 감지가 어렵고, 응답 시간 또한 길어져 통화 품질의 확연한 저하를 일으킨다. 이러한 성능 저하를 개선하기 위해 송신과정에서의 전력의 신호 대 잡음비를 높여주면 그에 따른 BER 개선으로  $P_s$ ,  $P_E$ 를 향상시킬 수 있게 된다. 결국 페이징 시에 휴대폰 사용자가 셀의 경계에 있다는 정보를 받고

난 후, 그 사용자에게 한하여 전력을 ramping하여 신호를 보내면 응답 시간의 감소뿐만 아니라 셀 경계에서도 성능 저하도 개선할 수 있다.

지금까지는 단일 셀(Single Cell)의 경우를 중심으로 살펴보았다. 현재의 이동통신 시스템은 한 셀 안에서  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ 의 총 3개의 섹터를 사용할 뿐만 아니라 여러 셀들이 중첩되는 Multi Cell이 사용되고 있다. 이에 따라 아이디어를 더 다듬어서 셀의 범위를 Multi cell로 확장시켜 다수의 사용자에게 미치는 간섭의 영향을 최소화 하면서 효과적인 페이징이 이루어 질 수 있도록 하며 이에 따른 사용자 단말기의 전력 소모를 고려하는 등의 추가적인 연구가 필요하다고 본다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 방송통신위원회, “녹색 방송통신 기술개발”, 2009 방송통신분야 그린 IT 동향분석 리포트, Vol. 1, pp. 19-37, 2009.
- [2] Stephen Ruth, “Green IT-More Than a Three Percent Solution?”, *IEEE Internet Computing*, Vol. 13, No. 4, pp.74-78, Nov 2009.
- [3] Krishna Kant, “Toward a Science of Power Management”, *Computer*, Vol. 42, No. 9, pp.99-101, Sep 2009.
- [4] W. Sew Kin, L. Sze Wei, S. Moh lim, “RF Transceiver Reference Design for Third Generation W-CDMA Cellular Handset”, *Consumer Electronics IEEE*, Vol. 51, No. 2, pp.371-378, May 2005
- [5] S.B. Hyun, S.W. Kang, N.W. Eum, “Low Power SoC Technology Wireless Terminals”, *전자통신 동향분석*, Vol. 23, No. 6, pp. 92-101, Dec 2008
- [6] Gian Paolo Perrucci, Frank Fitzet, “Measurements campaign for energy consumption on mobile phones”, *Technical report*, 2009.
- [7] S.R. subramanya, B.K. Yi, “Mobile communications”, *IEEE Potentials*, Vol. 24, No. 5, pp. 36-40, Dec 2005.
- [8] 김현욱, “IMT 2000 이동통신 원리”, 진한M&B, pp. 203-319, 2001.
- [9] F. Sarkar, S. Subramaniyam, S. Madhavapeddy, “Iterative algorithm for uniform page traffic reduction in a cellular system”, *Vehicular Technology Conference, IEEE 47th*, Vol. 2, pp. 500-504, May 1997.
- [10] Rudolf Tanner and Jason Woodard, “WCDMA requirements and practical design”, Wiley, pp.

51-84, 2004.

- [11] Keiji Tachikawa, "W-CDMA Mobile Communication systems", Wiley, 2002.
- [12] Lin and Costello, "Error Control Coding", Prentice Hall, 2005.
- [13] Bernard Sklar, "Digital Communications", Prentice Hall, 2001.

---

저 자 소 개

---



정 지원(학생회원)  
 2009년 이화여자대학교 정보통신  
 학과 학사 졸업  
 2010년~현재 KT 기업고객부문  
 IMO 운용센터 SM1팀  
 <주관심분야 : 무선통신, 이동통신> ㅁ



김 정 호(평생회원)-교신저자  
 - 한국 과학기술원 전기 및 전자  
 공학과 학사  
 - 한국 과학기술원 전기 및 전자  
 공학과 박사  
 - LG전자 멀티미디어 연구소  
 - LG정보통신중앙연구소  
 선임연구원  
 - Virginia Tech. MPRG (Mobile Radio  
 Research Group) Visiting Scholar  
 - LG전자 UMTS시스템 연구소 책임연구원  
 - 이화여자대학교 공과대학 전자공학과 부교수  
 <주관심분야 : 인지 네트워킹, 인지 라디오 네트  
 워크, 인지기반 QoS제어>