

GSM 이동단말기의 통신 진단시스템 설계 및 구현

옥경달¹, 이상범¹

Design and Development of Communication Analysis System for GSM Mobile Phones

Kyoung-Dal Ok¹ and Sang-Bum Lee¹

요약 이동 통신 사용자가 늘어나면서 무선 이동단말기와 기지국간의 통신품질 향상을 위한 기술 개발이 더욱 더 필요하다. 기지국 간섭의 최소화, 네트워크 접속 성공률, 이동통신 회사간의 네트워크 호환성 등이 통신 서비스의 품질을 판단하는 중요한 기준이 된다. 그 중에서도 단말기와 기지국간의 발신/착신에 대한 네트워크 연결 성공률이 아주 중요하다. 본 논문에는 무선 이동단말기와 가상 기지국간에 발신상황을 측정하고 분석하여 단말기의 통신 신뢰성을 진단할 수 있는 시스템을 설계 및 구현하였다. 이 시스템을 활용하면 보다 손쉽게 단말기의 통신 상태를 진단할 수 있어 단말기의 통신 성능 테스트에 많은 도움을 줄 수가 있다.

Abstract As the number of mobile telephone users increases, technologies for increasing quality of services between a mobile terminal and the base station transceiver system become more important than ever. The important criteria of quality of service includes minimum interference of base station, the success rate of network access and portability between different mobile companies. Among many factors, the successful rate of network connection between a mobile terminal and the base station is the most important. In this paper, we introduce an analysis system of mobile terminals using RS-232C communication after considering such environments. This application software simulates the communicational signals between and mobile terminals and the base station and shows the results through the graphs. Using this system, the task about testing communication performance of mobile terminals will be easy since it helps to analyze the status of communication.

Key Words : 이동통신, 무선단말기, 통신 진단 시스템, 어플리케이션

1. 서론

무선 이동단말기는 이제 필수품이 되어 단순 통화 기능을 넘어서 모바일뱅킹, 무선인터넷 등 다양한 서비스 제공하여 우리들의 생활 패턴을 바꾸어 가고 있다. 따라서 각 이동통신 회사는 고품질의 다양한 서비스를 제공하기 위해 많은 투자와 기술 개발에 노력을 집중하고 있다. 고품질의 통신 상태를 유지하기 위해서는 잡음제거, 네트워크 접속 성공률 증대, 통신회사 간의 네트워크의 호환성 문제 등을 해결해야 한다[1, 2]. 또한 SMS, VOD,

무선인터넷과 같은 부가 서비스를 제공하기 위해서는 예전보다 더 중요시 되는 것이 통신 품질을 향상하여 기지국간 간섭을 최소화하고 서비스 영역을 최대한 넓히는 것이다. 특히 단말기와 기지국간의 발신과 착신에 대한 네트워크 연결 성공률이 중요하다.

단말기와 기지국간의 통신 품질 테스트를 실제 환경에서 수행하기에는 여러 가지 제약이 따른다. 특히 GSM같은 경우 우리나라엔 기지국 자체가 없기 때문에 불가능하며 수출 해당 국가에 직접 가서 테스트를 한다면 시간과 경비의 소모가 크다. 새로운 단말기의 개발단계에서는 기지국 시뮬레이터를 사용하여 통신 상태를 테스트할 수 있다면 많은 이점을 가져올 수가 있다. 따라서 단말기의 통신 진단 시스템이 필수적인 것임에도 불구하고 국내 중소형 단말기 제조 회사들이 이러한 시스템을 구축한 경우가 많지 않은 것으로 보인다. 본 논문에서는 기존의

이 연구는 2005년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음

¹단국대학교 공학대학 전자·컴퓨터과학부

*교신저자: 이상범(sblee@dankook.ac.kr)

단말기 개발환경의 제약점을 해결하고 내구성이 강한 무선 단말기 개발을 위한 진단 시스템을 제안 하고자 한다. 단말기가 통신을 하기 위해 기지국에 파워 값을 보내어 발신 성공 여부를 판단할 뿐만 아니라 각종 신호를 발신할 때 단말기의 정보 값을 모니터링 할 수 있는 시스템이다. 이 시스템을 사용하면 통신 품질을 쉽게 진단하여 그 원인을 분석할 수 있어 품질 개선에 효과적으로 대응할 수 있을 뿐만 아니라, 결과적으로 단말기의 발신에 대한 네트워크 연결 성공률을 높이는데 크게 기여할 수 있어 개발하고자하는 무선 단말기의 성능을 향상시킬 수 있을 것이다.

본 논문의 구성은 2장에서 GSM 관련 기술에 대해 설명하고, 3장에서는 제안된 시스템의 설계 및 구현 내용을 기술하였으며 테스트한 결과를 분석하였다. 4장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해서 기술한다.

2. GSM 이동 통신 시스템

이동통신에서는 코드분할 방식인 CDMA가 우리나라에서 많이 사용되어지고 있지만 미국과 유럽에서는 GSM 방식을 많이 사용하고 있다. GSM은 주파수분할 방식(FDMA)과 시간분할 방식(TDMA)의 결합 형태를 띠고 있다. 다중접속을 위해 주파수분할 방식을 사용함으로써 추가적인 대역폭의 할당이 없이도 기능을 향상시킬 수 있는 반면 기기의 복잡성이 아날로그에 비해 상당히 높아지게 된다. 하지만 배터리 수명이 길어지고, 음질이 좋아지고 기기의 무게가 가벼워지며 또한 가격이 낮아지는 장점이 있다. TDMA 기법은 또한 인접한 time slot이 할당된 단말기에서 신호의 충돌이나 간섭을 피하기 위해, 기지국은 각 단말기의 timing delay를 측정하여 거리로 인해 제 시간에 버스트 전송이 되지 않는 단말기에 미리 전송되도록 하는 timing advance 기법을 사용한다[1, 2]. 또한 거리의 차이로 인한 감쇠 현상을 막기 위해 기지국 수신기에 도달하는 파워가 동일하도록 각 time slot의 파워를 제어하여 기지국으로부터 멀리 있는 단말기는 기지국에 가까이 있는 것보다 더 높은 파워 레벨로 전송하도록 파워를 조절한다[1, 2].

2.1 단말기와 기지국간의 통신

GSM 통신은 하나의 TDMA 프레임은 8개의 타임 슬롯으로 나누고, 각각의 슬롯은 채널을 통하여 할당하게 된다 [3, 4]. 각각의 time slot은 bursting이라는 기법을 통해 규칙적이고 주기적으로 스위칭 하여 전송한다. 이때 하나의 time slot은 577μs이므로 하나의 TDMA 프레임은

결과적으로 577*8 = 4.615ms 가 된다 [3, 4] [그림 1].

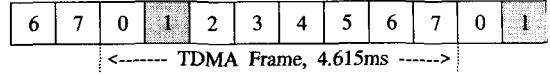


그림 1. TDMA 프레임

주파수, 타임 슬롯 같은 물리 채널로 정보를 보내기 위해 정보의 종류에 알맞은 방법으로 데이터를 인코딩/디코딩하여 자신에게 알맞은 맵핑하는 채널을 논리채널이라 한다[1, 2]. 기능에 따라 음성이나 컴퓨터 데이터와 같은 사용자 데이터를 전송하는 TACH(Traffic Associated Channel), 기지국에서 발송하여 단말기와 네트워크 간에 동기화를 위한 BCH(Broadcast Channel), 기지국과 단말기간의 시그널링 및 제어정보 전송하는 CCCH(Common Control Channel), 트래픽 채널의 시그널링 정보를 전달하기 위한 DCCH(Dedicated Control Channel), 긴급한 시그널 처리를 요하는 상황에서의 ACCH(Associated control Channel) 등이 있다. 기지국과 단말기간의 통신은 주파수와 시간과 데이터의 동기화 과정을 거치며 이 단계에서는 메시지의 교환은 바로 이루어지지 않고 단지 기지국으로부터 데이터를 받기만 한다. 동기화 과정을 거친 후 통신을 위한 기본 채널을 찾으며 그 주파수에서 FCCH를 찾아내어 주파수를 동기화 한다. FCCH 다음이 SCH이므로 쉽게 찾을 수 있으며, 단말기는 SCH로부터 현재 프레임 번호와 셀에 관한 시간 정보를 얻게 된다. BCCH로부터 셀의 위치, 선택사항, 단말기에 접근 방법 등의 데이터 정보를 얻어 후 동기화 후에 채널을 통하여 네트워크로 통신을 한다 [표 1] [1, 2].

표 1. 단말기와 네트워크 간의 발신 설정

Logical Channel	MS<->BS	Behaves
① PCH	<-----	MS의 페이징
② RACH	----->	채널 요청
③ AGCH	<-----	채널 할당
④ SDCCH	----->	네트워크로부터 페이징에 대한 응답
⑤ SDCCH	<-----	네트워크로부터 인증 요구
⑥ SDCCH	----->	MS로부터 인증 응답
⑦ SDCCH	<-----	암호화 모드로 전송 요구
⑧ SDCCH	----->	암호화 모드의 응답
⑨ SDCCH	<-----	Incoming call을 위한 설정 메시지
⑩ SDCCH	----->	확인 응답
⑪ SDCCH	<-----	Traffic채널 할당
⑫ FACCH	----->	Traffic채널 할당에 대한 응답
⑬ FACCH	<-----	경고
⑭ FACCH	----->	Off-hook상태의 접속 메시지
⑮ FACCH	<-----	접속 메시지 송신
⑯ TCH	<----->	데이터 교환(음성)

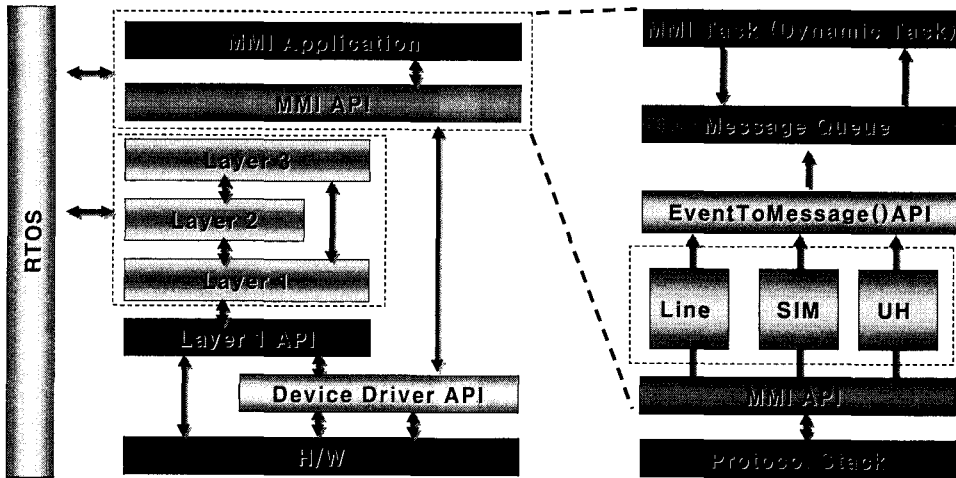


그림 2. 단말기 시스템 소프트웨어의 구조

2.2 GSM 단말기의 시스템 소프트웨어 구조

GSM통신 방식을 지원하는 단말기에 내장된 소프트웨어의 구조는 [그림 2]와 같으며 기본 구성요소는 아래와 같다.

2.2.1 DSP 펌웨어

DSP 펌웨어는 GSM 계층(layer)1을 위한 저레벨 소프트웨어이다. 이는 실행시간을 향상하기 위해 GSM Baseband ASIC의 DSP에 내장되어 있으며 전이중 음성 인코딩과 디코딩, 시그널링과 채널 코딩, 채널의 인터리빙, 암호화, 통합 아날로그 장치 드라이버, 음성서비스를 위한 저장, 다시듣기, 인식 등의 기능을 지원한다[5, 6, 7].

2.2.2 Micro Controller 소프트웨어

Micro controller 소프트웨어는 Flash and IROM 에 위치하여 실행되는 소프트웨어이다. 이 소프트웨어는 실시간 운영체제(RTOS)에 의해 실행되며 tasks/entities/modules 형태로 실행할 수 있다. 또한 이는 플랫폼에 상관없이 독립적으로 수행하고 기능에 따라 아래의 세 가지로 구분한다.

① 어플리케이션 소프트웨어

어플리케이션 소프트웨어는 단말기를 위한 많은 값(value)과 특징을 가지고 있으며 단말기와 사용자들을 직접적으로 연결하는 역할을 담당한다. 일반적으로 MMI(Man Machine Interface)와 MMI API(Application Programming Interface)가 여기에 속한다. MMI는 단말기의 각각의 부분을 컨트롤 하도록 정의한다. 주요 기능은 사용자에게 하드웨어의 인터페이스를 제공하는데 이는

키패드, 디스플레이, LED, 백라이트, 모든 오디오/비주얼 하드웨어 장치가 포함되어 있다 [5, 6]. 키패드의 입력을 허용하고 디스플레이에 문자와 그래픽을 표시하며 오디오 알람을 들을 수 있도록 하고 있다. 사용자는 MMI API를 통해 단말기 기능을 조절할 수가 있다. 가능한 기능으로 발신자 번호표시, call barring 과 call forwarding, 발신 번호저장, speed dialing, 글자나 숫자를 통한 전화번호 찾기, PLMN 선택, 단문메시지 표시, 남아 있는 배터리 표시, 자동 backlight 조절, time/date/alarm 표시, 벨소리와 크기 설정, keypad DTMF 설정 등이 있다.

② Core 소프트웨어

Core 소프트웨어 GSM 통신을 위한 기본적인 기능을 수행하기 위한 역할을 한다. 이는 GSM 계층1,2,3을 포함하고 있으며 프로토콜 스택 소프트웨어와 밀접한 연관을 가지고 있다. 계층1과 3의 프로토콜 스택이 중요한 역할을 하고 있다. 계층1에는 하드웨어 timing control, low power과 같은 기능을 수행하는 GSM Baseband ASIC에 관한 것을 포함하고 있으며 계층3에는 작동의 과정과 순서를 정의에 놓은 주요 구성요소를 가지고 있다.

③ Platform 소프트웨어

Platform 소프트웨어는 하드웨어 인터페이스를 위한 컨트롤 정보를 갖고 있다. 또한 다른 소프트웨어를 수행할 수 있는 인터페이스도 구현되어 있다. 이는 실시간 운영체제와 연관된 함수, 디바이스 드라이 API, 인터럽터 핸들러, 주기적인 서비스를 위한 핸들러, GSM Baseband ASIC IROM 소프트웨어 등으로 구분할 수 있다 [8].

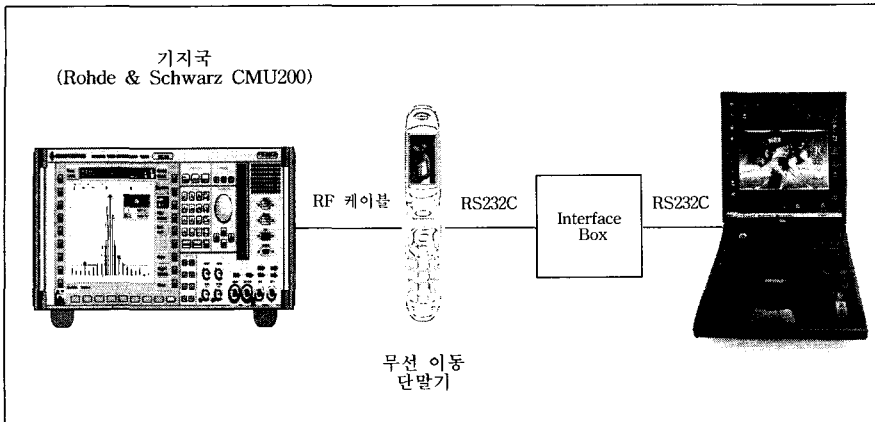


그림 3. 무선이동단말기 통신 진단 시스템의 구성도

3. 진단 시스템의 구현 및 설계

3.1 측정 시스템의 구성

본 논문에서 제안하고 있는 단말기 진단 시스템은 [그림 3]과 같이 크게 기지국 시뮬레이터 (이하 기지국), 무선 이동단말기, 인터페이스 장치, PC 어플리케이션 등으로 구성되어 있다. PC 어플리케이션이 단말기의 인터페이스 장치를 통하여 명령을 보내면 단말기는 기지국으로 신호 발신을 시도하게 된다. 단말기에서 보낸 신호는 기지국 시뮬레이터(CMU200)가 받아 해당 신호에 대한 정보를 표시하며 단말기는 기지국으로 발신 성공 여부를 인터페이스 장치를 통하여 다시 PC 어플리케이션으로 전송하게 된다. 또한 PC 어플리케이션은 단말기로 발신 끊기 신호를 보내게 되며 단말기는 기지국으로 발신 신호를 보내는 것을 멈추게 된다. 이와 같은 반복적인 방법으로 기지국과 무선 단말기간의 네트워크 연결 성공률과 응답시간, 신호의 강도 등을 PC 어플리케이션이 컴퓨터 화면에 출력하게 된다.

본 시스템의 개발환경은 Visual C++를 이용하여 소프트웨어를 개발하였으며 RS-232c 통신을 기반으로 구축하였다. 기지국 역할을 하는 시뮬레이터는 Rohde & Schwarz社의 CMU200 사용하였다 [9]. 통신 진단장치는 그래픽 사용자 인터페이스 환경과 데이터 통신 기능을 제공하는 PC환경(Win 95/Win98/2000)에서 이동 단말기에 명령을 보내는 어플리케이션 소프트웨어와 이 명령을 받은 이동 단말기의 MMI(Man Machine Interface) 프로그램이 탑재된 시스템으로 구성된다 [11]. 시스템의 개발 환경은 [표 2]와 같다.

표 2. 시스템 개발환경

Hardware	PC	CPU	Intel Pentium4 2.0GHz
		RAM	512Mb PC2100
	MS	GSM의 통신의 이동 단말기	
	BS	Rohde & Schwarz CMU 200	
Software	OS		Microsoft Windows 2000 Pro
	Develop Tool		LabWindow / CVI
	PC와 MS의 통신		RS-232C
	MS와 BS의 통신		RF Cable

이 시스템에 작동되는 소프트웨어 시스템의 내부 구조는 아래 [그림 4]와 같다.

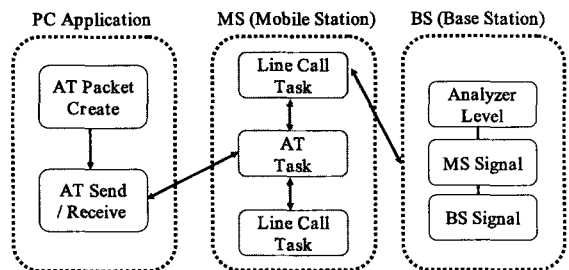


그림 4. 시스템의 내부 구조도

3.1.1 PC 어플리케이션 인터페이스

아래 [그림 5]와 같이 PC 어플리케이션은 단말기(MS)와 PC간의 명령어를 통해 단말기를 제어하는데, 단말기는 PC 어플리케이션에서 받은 명령어를 통하여 단말기의 동작을 수행하고 성공/실패의 결과를 PC로 전달한다. 화면의 좌측에는 단말기로 발신을 시도하는 전화번호와 날짜, 시간 정보를 우측에는 발신을 통하여 단말기가 응답

하는 정보를 모니터링 한다. 또한 단말기의 응답시간, 발신 성공률을 그래프를 통하여 시각적인 통계치를 알 수 있다.

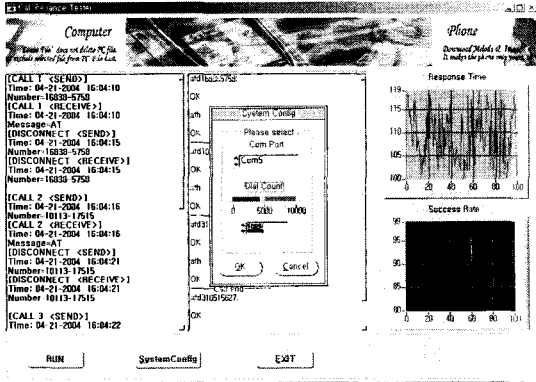


그림 5. 통신 진단 시스템의 PC Application 화면

3.1.2 Base Station 인터페이스

시스템에서 단말기를 통하여 기지국(BS)에 발신(Mobile Originated)을 시도후 성공하였을 때 기지국을 대신하는 CMU 200은 GSM 표준상의 파워레벨 값과 현재 수신되어지는 파워레벨 값을 비교하여 [그림 6]과 같이 성공 여부를 체크한다. 또한 현 상태에서 수신 에러율, 노이즈의 형태, 통화번호 등의 각종 정보를 모니터링 할 수 있다. [그림 6]과 같이 다양한 형태의 인터페이스로 볼 수 있으며 채널의 상태변화를 체크하여 수정, 보안을 통하여 단말기의 불안정화 요소를 제거한다. 또한 단말기와 기지국간의 네트워크 성공이 정상적으로 이루어 졌다면 CMU200을 통하여 단말기의 상태정보를 확인할 수 있다 [9].

3.2 진단 시스템에 의한 분석

3.2.1 응답 시간과 응답 성공률

무선 단말기의 개발과정에서 실제 통신 환경과 같은 테스트 환경이 갖추는 것이 개발 기간과 노력을 단축시키는 중요한 역할을 한다. [그림 7]은 개발된 진단 시스템으로 불안정화된 단말기의 통신 상태를 기록한 것이다. 아래의 그래프와 같이 불안정화된 단말기일수록 주기적인 응답시간, 응답 성공률은 발신시도가 증가함에 따라 응답 반응 시간은 점점 길어지며 성공률 또한 일정치 못하게 된다.

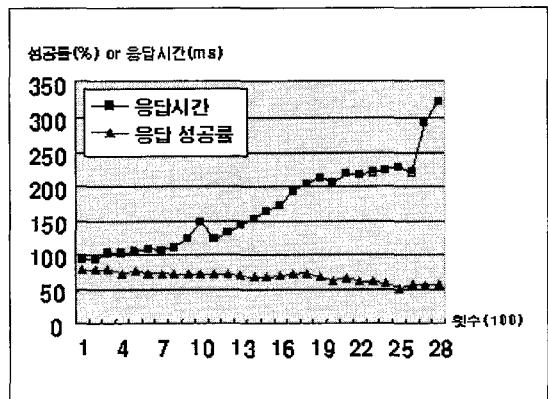


그림 7. 불안정한 단말기의 응답시간과 성공률

이러한 결과의 원인은 무선 단말기의 하드웨어, 소프트웨어적인 개발이 미흡하여 나타난 것이다. 따라서 단말기의 오류 원인을 찾아 수정 보완한 작업을 거친 후에 안정화된 단말기의 통신 상태를 기록하니 [그림 8]과 같이 발신횟수의 증가와 상관없이 응답시간은 일정하게 유지된 것을 알 수 있다.

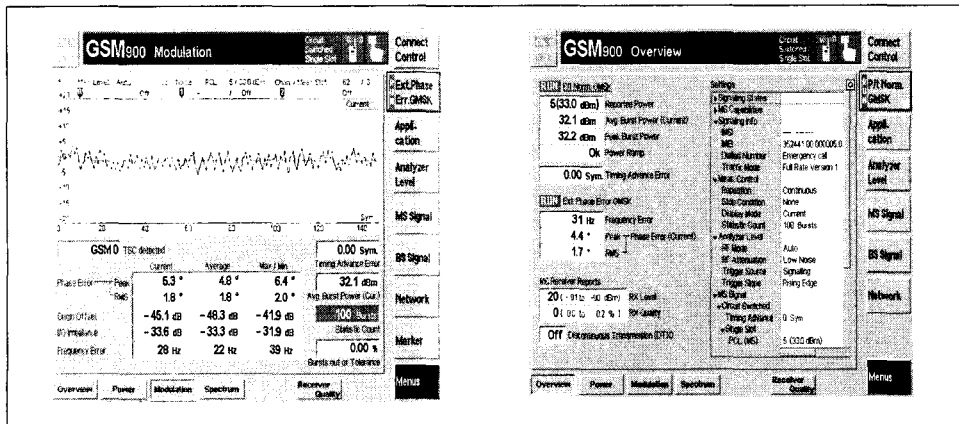


그림 6. 가상 기지국에서 단말기 상태 화면

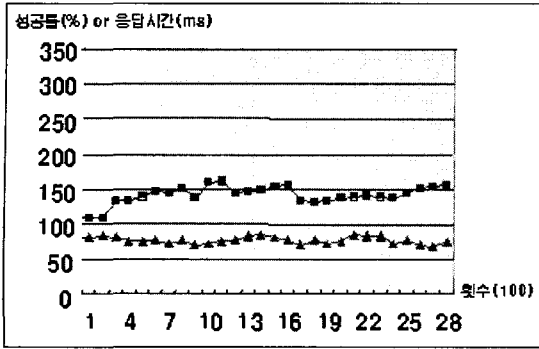


그림 8. 안정화된 단말기의 응답시간과 성공률

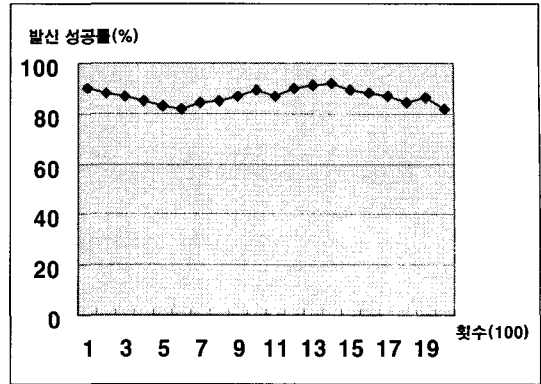


그림 10. 안정화된 단말기의 발신 성공률

3.2.2 발신 성공률

사용자에게 발신(착신)에 대한 성공은 통신 품질을 향상시키는데 가장 중요한 요소이며 반드시 이루어져야 하는 사항이다. [그림 9]와 같이 불안정한 단말기를 사용하여 기지국으로 시도하는 발신 성공률이 점점 떨어지는 것으로 나타나는데 그 원인은 기지국(BS)으로 접속 시 사용되어 지는 파워레벨의 값이 기준에 미달되거나 하드웨어, 소프트웨어의 불안정한 요소로 인하여 발생한다.

4. 결론 및 향후 발전 방향

21세기 정보화 사회에서 이동통신이 산업의 중심으로 부상되어 왔으며 미래의 차세대 이동 통신 산업으로 이어지면서 그 위상은 핵심 위치를 유지 할 것이다. 그러나 사용자의 급격한 증가와 VOD, LBS(위치 기반 서비스), MP3 음악, 동영상메일, 메신저, 등 다양한 응용서비스를 제공함에 따라 이동 통신 품질은 단말기 제조사와 이동통신사들이 해결해야 할 가장 큰 문제이다. 또한 고성능 사양의 제품을 개발할 때 얼마나 개발기간을 단축시킬 수 있게 해 주느냐에 이동 단말기 제조업체의 성공여부가 달려 있다고 해도 과언이 아니다. 보다 뛰어난 단말기 개발환경을 제공하기 위해서는 단말기 통신 신뢰성 측정 시스템이 필요하게 되었다. 본 논문에서 제시하고 있는 시스템은 단말기와 기지국간의 이동통신 성능을 모니터링하고 이를 통해 단말기의 문제를 빠르고 쉽게 진단 할 수 있다. 한편 GSM은 실제 기지국에서 테스트하기가 어렵기 때문에 본 시스템을 활용하여 시뮬레이션 할 수 있어서 효율적이고 내구성 강한 발신 통화 및 프로토콜의 발전에도 기여한다. 이러한 진단 시스템은 GSM 단말기 뿐만 아니라 CDMA의 단말기의 환경에서도 적용될 수 있다. 향후 개발할 시스템은 발신 통화 서비스의 테스트 뿐만 아니라 SMS, EMS, 동영상 메일과 같은 다양한 서비스 환경에서의 테스트가 가능한 것으로 발전하게 될 것이다.

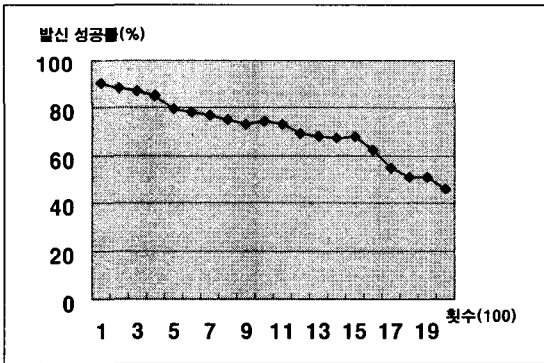


그림 9. 불안정한 단말기의 발신 성공률

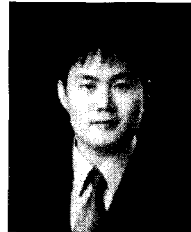
이를 하드웨어 특성에 맞는 보완 데이터(RF Battery Calibration Data)를 추가하여 테스트한 결과 [그림 10]과 같이 항상 일정한 발신 성공률을 가져 올수 있다. 이를 통하여 본 논문에서 제시한 이동 단말기(MS) 신뢰성 측정 시스템은 단말기(MS)의 개발 환경을 견고하게 하여 통화 품질향상의 내구성 강한 단말기를 개발하는데 기여 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Siegmund M. R., Matthias K. W., and Malcolm W. O., "An Introduction To GSM", Artech House Inc., 1995
- [2] Lawrence H., Richard L., and Geoff L., "GSM Super-Phones", APDG INC, 1999
- [3] www.3gpp.org 3GPP manual, "(GSM 05.05) Radio Transmission and Reception"
- [4] Christoffer A., "GPRS and 3G Wireless Application", 2001
- [5] www.3gpp.org 3GPP(3rd Generation Partnership Project) manual, "(GSM 04.14) Individual Equipment Type Requirement and Interworking", 1999
- [6] www.3gpp.org 3GPP manual, "(GSM 07.05) Use of Data Terminal Equipment - Data Circuit terminating Equipment (DTE-DCE) interface for Short Message Service (SMS) and Cell Broadcast Service(CBS)", 2003
- [7] www.3gpp.org 3GPP manual, "(GSM 07.07)AT Command Set for GSM Mobile Equipment (ME)", 2003
- [8] www.3gpp.org 3GPP manual, "(GSM 11.10) Mobile Station (MS) Conformance Specification", 2003
- [9] Rohde I., and Schwarz ., "CMU 200 Solution for 2.5G", 2002
- [10] National Instruments, "Measurement Studio", 2001
- [11] William L., "Mobile Communication Design Fundamentals", New York, Wiley, 1993

옥 경 달(Kyoung-Dal Ok)

[정회원]



- 2002년 : 단국대학교 전산학과 졸업(이학사)
- 2005년 : 단국대학교 대학원 전산학과 졸업(이학석사)
- 2005년 ~ 현재 : 이지애텍 선임 연구원

<관심분야>

이동단말, GSM, 내장 소프트웨어, 소프트웨어 공학 etc.

이 상 범(Sang-Bum Lee)

[정회원]



- 1983년 한양대학교 기계공학과 졸업(공학사)
- 1989년 Louisiana State University 전산학(이학석사)
- 1992년 Louisiana State University 전산학(이학박사)
- 1992년 ETRI 선임연구원
- 1993 ~ 현재 : 단국대학교 전자 컴퓨터학부 교수

<관심분야>

정보검색, 소프트웨어 공학, 모바일컴퓨팅 etc.