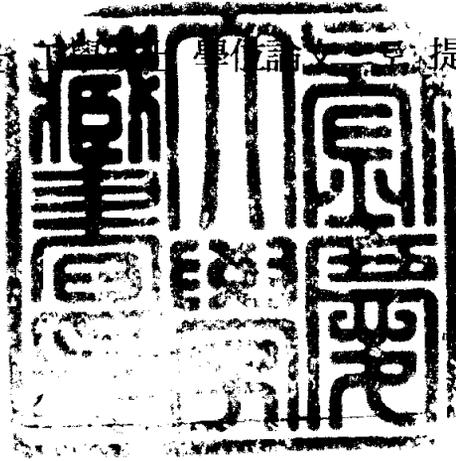


工學碩士 學位論文

무선 Ad-hoc 망에서 TNC-PDA
데이터 통신시스템

指導教授 鄭木童

이 論文을 指導教授 鄭木童 先生 에게 提出함.



2004년 2월

부경대학교 산업대학원

컴퓨터공학과

김 정 우

이 論文을 金廷祐의 工學碩士
學位論文으로 認准함

2003년 12월

주 심 공학박사
부 심 공학박사
부 심 공학박사

박 승 섭
서 경 룡
정 목 동



< 차례 >

< 표 목 차 >.....	III
< 그림 목차 >.....	IV
Abstract.....	V
1. 서론.....	1
2. 관련 연구.....	4
2.1 Ad-hoc 네트워크.....	4
2.1.1 Ad-hoc 개요.....	4
2.1.2 Ad-hoc 네트워크 특징 및 특성.....	5
2.1.3 Ad-hoc 네트워크의 존재형태.....	7
2.2 무선 패킷통신.....	8
2.3 TNC.....	9
2.3.1 TNC 개요.....	9
2.3.2 TNC 종류.....	10
2.4 MS Embedded.....	12
3. 시스템 설계.....	16
3.1 설계 목표.....	16
3.1.1 Ad-hoc 망에서 무전기와 PDA의 연동 가능성 제시...17	
3.1.2 TNC 내부 명령어 활용.....	17

3.1.3	다양한 모바일 환경 적용.....	17
3.1.4	다양한 데이터 형식 지원.....	18
3.2	전체 시스템 구조.....	19
3.2.1	시스템 구조.....	19
3.2.2	하드웨어 구성.....	21
3.2.3	시스템 운영 순서.....	23
3.3	TNC와 PDA 연동 시스템.....	25
3.3.1	PDA 시리얼 통신.....	25
3.3.2	TNC 명령에 의한 상대방 호출.....	26
3.3.3	문자, 파일, 이미지 전송.....	28
3.3.4	인코딩, 디코딩.....	30
4.	구현 및 평가.....	31
5.	결론 및 향후 연구과제.....	36
	참고 문헌.....	37

< 표 목 차 >

<표 1> 주요 TNC 내부 명령어.....	9
<표 2> TNC 종류.....	11
<표 3> TNC-PDA 시스템 주요 Class.....	21
<표 4> BAYCOM TNC 주요 부품표.....	23
<표 5> TNC-PDA 시스템 시리얼 통신 코드.....	25
<표 6> TNC-PDA 시스템 상대국 호출 코드.....	27
<표 7> TNC-PDA 시스템 전송제어 코드.....	28
<표 8> TNC-PDA시스템 이미지 저장코드.....	30
<표 9> PDA에 의한 인코딩 코드.....	30
<표 10> TH-D7 배터리 종류별 지속 가능시간.....	33
<표 11> 배터리 수준별 전송거리별 전송 성능평가 결과.....	34

< 그림 목차 >

<그림 1> 이동 Ad-hoc 네트워크와 인프라스트럭처 네트워크.....	5
<그림 2> 이동 Ad-hoc 네트워크의 존재 형태.....	7
<그림 3> Windows CE 구조.....	13
<그림 4> TNC-PDA 시스템의 일반적 운용구조.....	19
<그림 5> TNC-PDA 시스템 S/W 구성도.....	20
<그림 6> TNC-PDA 시스템 하드웨어 구성도.....	22
<그림 7> 데이터 송수신 연결 구성도.....	22
<그림 8> TNC-PDA 시스템 운영 순서도.....	23
<그림 9> TNC-PDA 시스템 시리얼 통신 GUI.....	25
<그림 10> TNC-PDA 시스템 상대국 호출 GUI.....	27
<그림 11> TNC-PDA 시스템 문자전송 및 파일수신 GUI	28
<그림 12> TNC-PDA 시스템 이미지 전송 및 출력 GUI.....	29
<그림 13> TNC-PDA 시스템 실제 연결 형태.....	31
<그림 14> Kenwood TH-D7.....	33
<그림 15> 무전망 증계기능.....	34
<그림 16> 무전기에 의한 유동적인 네트워크 구성.....	35

TNC-PDA Data Communication System in mobile Ad-hoc Network

Jeong-Woo Kim

Department of Computer Engineering

Graduate School of Industry

Pukyong National University

Abstract

In modern society, a communication technique and a wireless transmission technique are developing rapidly. Also research about a wireless data communication has been achieved continuously. The development of an independent and movable communication network structure which can be used in the emergency situation of battlefield seems to be necessary in the army.

The purposes of this thesis are as follows:

First of all, we intend to organize a wireless network in order not to

depend on existing network in preparing against the destruction of the utility of the network because of a war, a disaster and so on.

Next, We present the possibility of a float network in the battle field to the military.

We used TNC to implement a float network and utilized the characteristic of Ad-hoc networking in a communication environment which has been constructed currently at the radio set.

The result of the system implementation shows that it is possible to communicate data when we join a radio set and PDA.

We can apply TNC-PDA data communication system in radio set of construction work place, shopping mall and so on. Also it can be connected with P-77 or P-999K in the army.

We need a progressive research about mobile data compression technique, retransmission technique in error generation, and network security in the future.

1. 서론

컴퓨터만을 이용하던 데이터 통신의 개념이 이제는 홈 네트워킹 개념으로 확대되었고, 통신 방법도 전력선, 광케이블, 무선 등을 이용하는 방식으로 발전되고 있으며, 핸드폰을 이용한 통신에서 노트북이나 PDA를 이용한 무선 네트워크로 바뀌고 있는 실정이다. 이러한 변화는 현대사회의 통신 기술 및 무선 전송 기술에 대한 급격한 발전을 이루워 왔다. 또한, 군에서는 전장상황이라는 특수성을 기반으로 한 기존의 고정적인 네트워크 체계와는 구별된 독립적이고 유동적인 정보통신 네트워크 구성의 필요성을 제기하고 있으며, 이런 연구들은 이미 1973년부터 시작된 미국 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)의 PRNet (Packet Radio Network)에서 군사목적의 통신 시스템 개발을 위해 시작되었고, 1994년부터는 GloMo(Global Mobile)프로젝트로 이어져 산·학·연의 다양한 연구조직을 활용하여 군사목적의 이동 정보 시스템의 활용과 광범위한 군사적 기술과 상업적 기술의 공존을 목표로 연구되고 있으며, 현재 우리나라에서는 C4I 및 Spider 체계로 발전되고 있다[1, 2].

본 논문의 연구 목적은 재해·재난 발생시 기반 통신망의 불능현상이 발생되었을때, 기반망에 의존하지 않고 임시적이고 독립적으로 무선 네트워크를 구성하여 대체망으로 활용하고, 또한 군사적으로는 전장상황속에서 유동적이고 이동이 많은 특성을 고려한 유동 네트워크를 구현하기 위함이다.

본 논문에서는 유동 네트워크를 구현하기 위하여 무선 통신사들이 사용하고 있는 AX.25 Protocol을 기반으로한 TNC 인터페이스를 이용 현재 구축되어 있는 통신 환경하에서 Ad-hoc 네트워킹의 특성을 주파수대역 무전기에 접목하여 일반에게 보편화 되어 있는 생활무전기와 군사용 무전기에 연결 모바일 무전기 데이터 통신시스템을 구현하고, 이에 대한 평가를 통해 Ad-hoc 통신망에서 TNC를 이용한 PDA 무전기를 제안한다.

이 시스템의 구현 목적은 무전기와 PDA에 의한 데이터 송수신의 가능성을 보이고 새로운 무선 네트워크 환경이 나오기 전까지 중간단계의 역할을 수행하여 Ad-hoc 네트워킹의 개념과 모바일 환경을 접목 블루투스나 RF, 무선랜등의 단점인 단거리 서비스 제공을 극복하고, 구체적으로는 군에서 현재 사용중인 이미지 전송장비 ADU-95를 대체할 수 있는 시스템으로 발전시키기 위함이다. 이 장비는 중대급 이상부대에 보급되어 있는 이미지 전송장비로서 상호 무전기간 문자나 그림을 전송하는데 그 목적을 두고 있다. 운용은 무전기의 송수신 단자에 연결하여 사용하며, 무게가 무겁고 부피가 크며 배터리의 성능도 저하되어 사용상의 제한이 많아 개선이 필요한 실정이다. 그러나, 현재 군은 아직은 PDA가 도입되어 있지 않고, 대체장비에 대한 연구도 착수하지 않고 있다. 그러나, 앞으로 수년내에 PDA가 전면 도입될 예정이며, 반면 기존 구형 통신장비도 계속 운용될 예정이기 때문에 이에 대한 대체장비로 TNC-PDA 시스템을 제안한다. 2절에서는 이와 관련된 Ad-hoc 네트워크와 TNC 소개등을 통해 관련연구를 설명하고, 3절에서는 시스템 설

계를 통해 TNC-PDA 시스템의 통신연결 및 GUI 구현의 과정을 소개하고, 4절에서는 제안한 시스템의 구현 및 TNC 무전기에 의한 데이터 전송 가용 거리등을 성능평가하여 이 시스템의 효용가치를 연구하고, 5절에서는 결론과 향후 연구과제를 소개한다.

2. 관련 연구

2.1 Ad-hoc 네트워크

2.1.1 Ad-hoc 개요

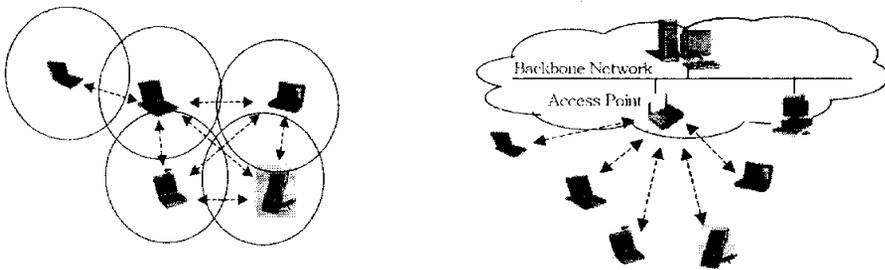
이동 Ad-hoc 네트워크는 고정된 기반 망의 도움 없이 이동 노드들간에 자율적으로 구성되는 망으로서, 네트워크에 자율성과 융통성을 구성하는 노드들은 무선 인터페이스를 가지며, 이동 컴퓨팅 기능을 가진 호스트와 라우팅 기능을 가진 라우터를 동시에 만족하는 형상으로 흔히 이동 노드로 불려진다. 이러한 이동 노드는 전파 도달 거리가 제한되므로 중간 노드로서 데이터 전달 기능을 가지며, 배터리를 사용하므로 에너지의 공급이 일정치 않은 특성을 갖는다.

Ad-hoc망은 그 특성상 임시 구성용 망이나 재해, 재난 지역이나 전장 등의 기반 시설이 갖추어져 있지 않은 환경에 적합한 것으로 인식되어 왔다. 따라서 주로 군사용이나 백업(backup)용 망으로서의 역할에 중점을 두어 연구가 진행되어 왔다. 대표적인 Ad-hoc망 모델로서 미국의 DARPA에서 추진해온 GloMo(Global Mobile Information System)프로그램은 이러한 역할로서의 Ad-hoc망에 대한 개념을 잘 수용하고 있다. 최근에는 IETF의 MANet에서 이동, 무선 독립 IP부분에서의 인터넷 라우팅을 지원하기 위한

표준을 연구 중에 있다[3].

2.1.2 Ad-hoc 네트워크 특징 및 특성

Ad-hoc 네트워크는 기존의 네트워크와는 달리 그림 1의 (a)와 같이 이동 노드간에 자율적이고 즉흥적인 연결설정을 갖는다. 이는 (b)와 같이 고정 게이트웨이 또는 AP를 가진 기반 망에서의 계층적이고 수직적인 연결 설정과는 구별된다. 특히, 기반망에서 계층적이고 수동적인 이동 노드는 이동 Ad-hoc 네트워크에서는 대등하고 능동적인 망의 주체가 된다.



(a) 이동 Ad-hoc 네트워크

(b) 인프라스트럭처 네트워크

그림 1. 이동 Ad-hoc 네트워크와 인프라스트럭처 네트워크

이동 Ad-hoc 네트워크가 인터넷 또는 이동 통신망 등의 기반 망과 구별되는 가장 큰 특징은 고정된 중재자의 도움 없이 자율적으로 망의 구성이

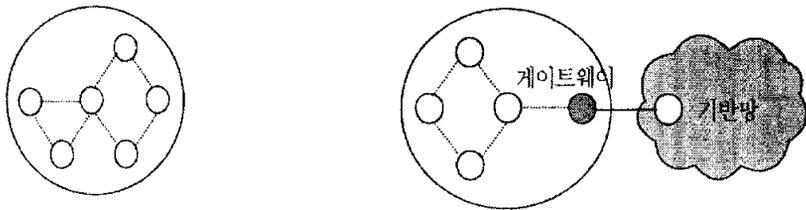
가능하며, 고정된 라우터가 존재하지 않아 이동 노드간의 협력에 의한 라우팅 기능이 제공되며, 특정 서비스 제공자 없이 단말에서 서비스가 해결되어야 한다는 점이다[4].

이동 Ad-hoc 네트워크의 특성을 살펴보면 다음의 네 가지로 요약된다. 첫째로는 네트워크를 구성하는 이동 노드들이다. 이동 노드는 이동 컴퓨팅 기능을 가진 호스트이자 이동 Ad-hoc 라우팅 기능을 가진 라우터로 동작한다. 또한, 다른 노드를 대신하여 패킷을 전달하고 어플리케이션들을 실행할 수도 있으며 제한된 배터리로 동작함으로써 기능에 제약을 받는다. 둘째로는 동적인 네트워크 토폴로지를 갖는다. 이동 Ad-hoc 네트워크는 노드의 일부 또는 전체가 수시로 네트워크에 나타나거나 사라질 수 있다. 이는 사용자의 이동 패턴과 트래픽 종류에 또는 배터리를 사용하는 이동 노드의 에너지 잔량 등에 따라 다양하게 나타난다. 따라서, 유동적인 네트워크의 토폴로지의 변화로 경로의 설정과 유지가 어렵고 기존의 라우팅 또는 트랜스포트 프로토콜의 적용이 어렵다. 그럼에도 불구하고 일반적으로 기존 네트워크에서 적용되는 연결 접속 및 트래픽 요구 사항, QoS등이 이동 Ad-hoc 네트워크에서도 동일하게 요구된다. 이는 이동 Ad-hoc 네트워크 기술의 다양성과 난이도를 어렵게 하는 요인이 된다. 셋째로는 불안정한 링크 특성을 갖는다. 이동 노드들은 무선 채널을 사용하므로 전송 거리와 전송 대역폭에 제약을 받고, 전파 간섭 및 다중 링크로 인한 보안 문제를 야기한다. 또한, 무선 링크의 높은 비트 에러율이 다중 홉 이동 Ad-hoc 네트워크의 품질에 많은 영향을 끼

친다. 넷째로는 분산운영 기능을 갖는다. 이동 Ad-hoc 네트워크상의 이동 노드들은 보안 및 라우팅 기능 지원 등을 백본 네트워크에 의존할 수 없다. 따라서, 이러한 기능들이 여러 노드간의 협력에 의해 분산 운영된다.

2.1.3 Ad-hoc 네트워크의 존재형태

이동 Ad-hoc 네트워크는 이동 노드만으로 구성되는 자율적이며 즉흥적인 망으로서 그림 2의 (a)와 같이 독립적으로 구성이 가능하다. 그러나, 독립적으로 구성된 네트워크에서는 대등한 노드들끼리의 정보 교환이나 수집은 가능하나 기존의 인터넷등과 같은 기반 망에서 다양한 콘텐츠나 서비스를 이용할 수 없고, 분산 수집된 정보를 특정 서버 또는 데이터베이스로 가져와 이를 가공하거나 정보의 가치를 높이기가 어렵다. 따라서, 그림 2의 (b)와 같이 이동 Ad-hoc 네트워크와 다른 기반 망과의 연동을 고려해 볼 수 있다[5, 6].



(a) 독립적으로 존재

(b) 기반망과 연동

그림 2. 이동 Ad-hoc 네트워크의 존재 형태

2.2 무선 패킷통신

패킷통신이란 패킷 스위칭에 의한 통신을 의미한다. 패킷 스위칭이란 스위칭의 기본단위를 패킷으로 삼는 교환방식으로 패킷은 전송 하기 위한 메시지를 정해진 크기로 나누어 일정형식에 맞추어 만들어진 데이터의 블록이다.

초기의 공중 패킷망들은 자기 고유의 프로토콜을 갖고 있어 상호간의 패킷통신이 불가능했다. 이에 따라 ITU-T는 1976년에 처음으로 X시리즈로 불리는 공중 패킷망의 표준안을 제정했고, 그 후 몇 번의 개정과 보완작업이 이루어져 오늘에 이르고 있다. 이 X시리즈에는 X.1, X.2, X.3, X.25, X.75등 모두 20여가지의 표준안이 마련되어 있어 모든 공중 패킷망이 이에 따르도록 권고하고 있다. 이중 가장 일반적인 프로토콜이 X.25인데 공중 패킷망의 가장 핵심적인 프로토콜을 담고 있기 때문이다. 전세계 여러 나라의 공중 패킷망이 상호 통신가능한 것도 그 네트워크들이 X.25 권고안에 따르고 있기 때문이다. 이 프로토콜은 송신지의 주소, 수신지의 주소, 패킷크기 및 전송규약, 충돌에 대한 처리등을 정의하고 있으며 패킷단위로 이루어지므로 1개의 패킷이 전송된 뒤, 오류검사를 해보고 정상인 경우엔 다음 패킷 전송이 이루어지고, 오류발생시엔 해당 패킷의 재송신이 이루어진다[7].

2.3 TNC

2.3.1 TNC 개요

TNC는 Terminal Node Controller의 약자이다. 직역하면 '단말기 교환망 조절기'로 현재는 무선 통신사(HAM)들에 의해 패킷통신을 하는 주요 인터페이스로 사용되고 있다. 일반적으로 사용중인 MFJ TNC에는 Z80 CPU가 있고 32K RAM이 있어 PC가 OFF 되어 있어도 TNC 스스로 중계 기능, 메일 송수신, 저장하는 기능이 있다. 또한, 무선 정보 통신은 데이터 전송방식이 유선 모뎀과는 달리 동기 방식으로 AX.25 프로토콜을 사용하고 있으며, TNC는 표 1과 같은 자체 내부 명령등을 갖고 있어 다양한 기능을 제공하는 인터페이스 컴퓨터라 할 수 있다.

표 1. 주요 TNC 내부 명령어

명령어	약어	기능
Mycall	My	본인의 호출부호 지정.
Connect	C	상대방에 연결 요청을 송신.
Disconne	D	연결해지 요청을 송신.
Display	Disp	TNC 모든 명령의 현재상황을 나타냄.
Retry	Re	송신의 재시도 횟수 지정.

또한, 자체적으로 사용자가 보내고자 하는 정보를 하나의 패킷(Packet)으

로 구성하여 상대 컴퓨터에게 보내 줄 수 있으며 더불어 수만 개 이상 되는 전파들 속에서 자신에게 오는 전파만을 골라 수신할 수 있는 기능을 가진다. 뿐만 아니라, 일부 TNC는 단순한 컴퓨터간의 무선 정보 전송기능 외에도 기상위성에서 발사되는 기상정보를 수신하는 기능도 가지고 있다. 그리고, 무선을 이용한 통신이 필연적으로 가지고 있는 교신가능거리의 제한이라는 문제가 있으므로 이러한 문제를 없애기 위하여 보통 원거리의 사용자와 사용자 사이에 중계를 해주는 경우가 생기게 된다. 이때 중계자의 TNC는 송신자의 데이터 패킷을 받아 다른 주파수로 수신자쪽으로 재전송하는 Gateway 기능을 갖고 있다. 또한, TCP/IP를 이용한 인터넷 망과의 연결도 가능하고 원거리로 데이터를 전송하기 위해 변조방식을 사용하며, 받은 패킷을 그대로 다시 외부로 송신하는 디지피터 기능으로 전달 거리의 확장을 도모할 수 있다[8].

2.3.2 TNC 종류

TNC의 종류는 아주 다양하다. 패킷만 할 수 있는 단순한 것부터 시작해서 PORT가 두개로 되어 있어 동시에 두개의 주파수에서 운용이 가능한 것도 있고, 패킷뿐 만이 아니고 RTTY, ASCII, AMTOR, WETHRFAX 등에도 쓸 수 있도록 되어 있는 Multi Mode TNC도 있으며, 특수하게 설계되어 PSK를 이용하여 HF 에서 1200bps를 지원하거나 UHF에서 FSK를 사용하여 9600 BPS 이상의 속도를 내는 TNC도 있다. 표 2는 TNC의 종류이다.

표 2. TNC 종류

종 류	특 징
KAM	VHF(UHF)/HF를 동시 및 모든 모드에서 운용이 가능하다. RTTY CW PACKET AMTOR FAX 등이 운용 가능한 멀티 모드 TNC이다.
KPC-4	V/UHF에서 1200/1200으로 포트가 두개이고 KA-Node가 지원된다.
KPC-3	칸트로닉스에서 나온 보급형으로 1200bps를 지원하며 소형이다.
KPC-9612	KPC-4를 개량품이며 GMSK 9600/AFSK1200 한 포트씩 지원한다.
PK-232	HOST 모드로 운용이 가능하고, RTTY모드 기능에 성능이 우수하다. HOST 기능도 좋다. 멀티 모드 TNC이며, 톤발진 주파수를 조정하면 2400까지 가능하다. 비교적 우수한 TNC이라 할 수 있다.
PK-88	PK-232에서 포트를 하나로 만들어 1200 패킷만 할 수 있다.
TNC-231	TASCO에서 만드는 멀티 모드 TNC이다. KAM/PK232에는 없는 PSK가 가능하므로 HF에서 1200의 속도를 즐길 수 있다. 고급 기종이다.
TNC23MKII	FSK외에 PSK(TNC-24MKII)를 지원한다.
TNC-22	HANDY에 연결이 쉽도록 되어 있고 1200/300패킷만을 지원한다.
TNC-211	휴대용으로 개발된 TNC이다.
BAYCOM	단지 IC 2개만 장착되고 모든 일은 통신 프로그램으로 처리한다.
MFJ-1270	TNC-2계열로서 VHF에서 1200을 기본으로 하고 옵션 보드로서 2400bps, 9600bps가 지원 가능하다. HF에서는 300bps가 지원된다. Mailbox가 가능하다. 비교적 저렴한 TNC로서 인기가 많다.

각 TNC에는 옵션 보드 혹은 외부 모뎀을 장착해서 2400/9600/19200을 지원할 수 있다. 속도에 따라 구분되기도 하고 변조 방식에 따라 AFSK, PSK, DFSK, GMSK 로 분류 된다[9].

2.4 MS Embedded

임베디드 시스템은 어떠한 장치가 다른 시스템에 의존하지 않고 독립적으로 기능을 수행하는 것으로써 각종 전자기기, 가전제품, 제어장치 등이 해당된다. 임베디드 시스템의 전형적인 모델은 마이크로프로세서가 내장되어 있고, 특정한 기능을 수행하도록 프로그램이 내장되게 된다.

임베디드 시스템은 시간이 흐를수록 기능과 요구사항이 다양해지고 시스템의 크기가 날로 커져가서 임베디드 시스템을 운용하기 위해서 운영체제가 필요한 경우가 많아지고 운영체제의 성능에 따라 시스템의 성능 및 확장성 등이 지대한 영향을 받고 있다.

임베디드 시스템을 운용하기 위해서는 기본 소프트웨어로서 운영체제가 가장 중요한 역할을 하고 있는데 대표적인 임베디드 운영체제로는 리눅스, WinCE, pSOS, VxWorks, VRTX, Palm OS 등을 들 수 있으며, 본 논문에서는 WinCE를 기반으로 하였다.

WinCE는 통신, 엔터테인먼트, 모바일컴퓨팅 등 폭 넓은 분야의 기기에 적용되도록 설계되었다. 즉, 기존의 운영체제가 컴퓨터 라는 기기에 한정적이었던 것에 비하여 WinCE는 여러 기기에서 사용할 수 있도록 커스터마이징(Customizing)이 가능한 것이다. 현재 Windows CE는 우선 컴퓨터와 가장 가깝고 친화력이 높은 PDA 분야에서 사용되고 있다.

WinCE는 모듈화 된 운영체제로 커널은 여러 모듈들로 구성된다. 모듈

간에는 잘 정의된 win32 API를 통하여 호출한다. 그림 3은 WinCE의 구조를 보여준다.

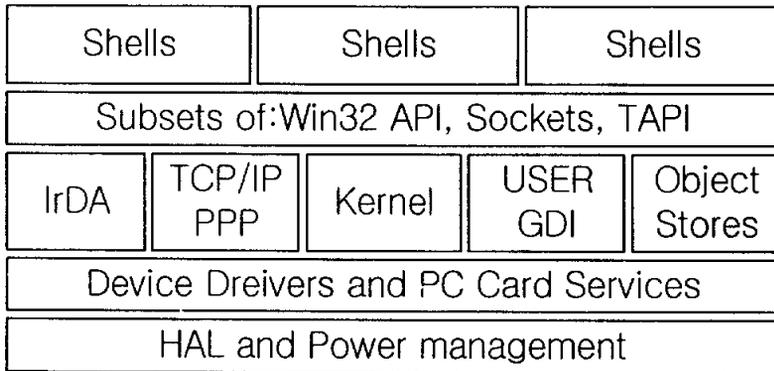


그림 3. Windows CE 구조

WinCE는 시리얼 통신에서부터 TCP/IP에 이르기까지 다양한 통신환경을 제공한다. 또한 PDA에 대부분 기본적으로 탑재되어 있는 시리얼이나 적외선 통신 외에도 PCMCIA를 지원하여 다양한 통신 장치를 지원할 수 있다. WinCE가 지원하는 통신은 크게 세 가지로 분류할 수 있다.

① Serial I / O

② Networking support

- Windows Socket, Infrared Socket (IRSock)

- TCP/IP and Infrared Data Association (IRDA)

- NDIS
- PPP, SLIP
- Remote file access (Wnet API)
- Remote Access Client (RAS)
- Browser support (WinINET API)

③ Telephony API (TAPI)

위에서 알 수 있듯이 WinCE는 다양한 디바이스에 대해 다양한 통신 환경을 제공한다. 이들은 Win32에 기반한 API에 의해 사용자에게 제공되며 필요한 통신 모듈만을 선택하여 커널을 구성할 수 있다.

또한, WinCE는 다양한 옵션으로 네트워크 스택을 구성할 수 있다. 네트워크 스택의 맨 윗부분에는 WinINET, Wnet API 그리고 server message block (SMB) Redirector를 제공하는데 WinINET API는 FTP, HTTP와 같은 인터넷 브라우징 프로토콜을 제공한다. 또한 Secure Socket Layer (SSL)이나 Private Communication Technology (PCT)와 같은 인터넷 보안 프로토콜도 제공한다.

Wnet API는 SMB redirector를 통하여 원격 화일을 접근할 수 있게 한다. 원격 화일은 Universal Naming Convention (UNC)에 따라 접속할 수 있으며 이러한 API를 통하여 Windows 98나 Windows NT의 화일을 접근할 수

있다.

WinCE는 TCP/IP와 같은 transport layer를 지원한다. 그러나, 기존의 TCP / IP 는 유선망에서 효율적으로 동작하도록 구성되어 있으므로 무선망에서는 나쁜 성능을 보인다. 따라서, WinCE에서는 무선 네트워크망에 적합하도록 TCP / IP 스택을 구성하였다.

WinCE는 현재 나와 있는 임베디드 OS중 가장 다양하고 폭넓은 통신환경을 제공한다. WinCE의 잘 짜여진 Win32 App.들은 통신 구현을 쉽게 해 준다. 하지만, WinCE는 임베디드 OS로는 너무 무겁고 하드웨어의 사양이 높다는 문제점이 있다. 한편, 마이크로소프트사는 WinCE 3.0 버전에 해당하는 포켓 PC를 발표했는데 현재, 포켓 PC는 휴대폰과 연계해 wireless 기능까지 구현할 수 있도록 개발중이다.

3.1.1 Ad-hoc 망에서 무전기와 PDA의 연동 가능성 제시

TNC 인터페이스를 이용 PDA의 연결을 통해 무전기와 PDA간의 상호 연동 가능성을 제시하여 Ad-hoc 망에서 무전기를 매개체로한 네트워크 구성을 제시한다. 이를 통해 무전기를 통해 데이터 통신 시스템을 구현하고 더 발전시켜 다양한 어플리케이션으로 발전시킬수 있는 가능성을 제시한다.

3.1.2 TNC 내부 명령어 활용

새로운 하드웨어가 아닌 이미 운용중인 TNC를 활용하여 자체 내부에서 운용되는 명령어를 시스템의 주요 요소에 반영한다. 이를 통해 불필요하게 중복되는 부분을 최소화하고 TNC에서 지원되는 명령어를 통해 최대의 효용 가치를 높게 한다.

3.1.3 다양한 모바일 환경 적용

여러 종류의 모바일 환경에서 사용 가능하도록 최대한 일반적인 코드와 프로세서별 API를 충분히 사용하여 상이한 환경에서도 운용 가능토록 하고 다양한 무전기와 연결을 쉽게 하기 위해 시리얼 통신을 모바일 환경에 적용한다. 이를 통해 다양한 모바일 환경과 무전기의 적용을 통해 비록 최신의 장비는 아니지만 최신의 장비와 구형의 무전기의 상호 연동을 보장하여 최

소의 비용으로 활용할 수 있도록 한다.

3.1.4 다양한 데이터 형식 지원

TNC-PDA 시스템 구현시 문자전송, 파일전송, 이미지 전송등 다양한 데이터 포맷을 전송 가능토록 하여 모바일 환경과 무선 네트워크 환경의 장점들을 최대한 살릴 수 있도록 하고 이를 통해 TNC-PDA 무전기 시스템에 의한 어플리케이션의 개발시 이를 활용할 수 있도록 한다.

3.2 전체 시스템 구조

3.2.1 시스템 구조

본 논문에서는 TNC-PDA 시스템에서 제시한 모바일 무전기 데이터 통신의 가능성을 제시하기 위해서 Ad-hoc 개념과 무전기의 특성 그리고, 모바일 환경의 접목을 중점적으로 구현하였다. 그림 4는 TNC-PDA 시스템의 일반적인 운용구조를 보여 주고 있다.

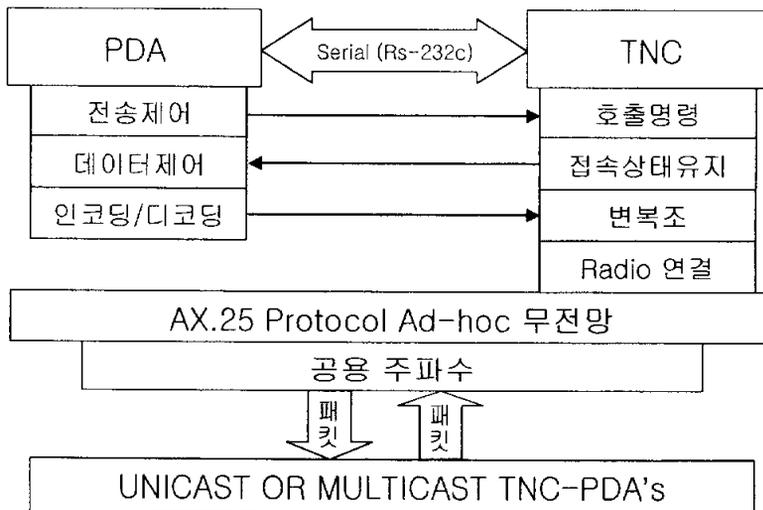


그림 4. TNC-PDA 시스템의 일반적 운용구조

그림 4에서 보는바와 같이 TNC-PDA 시스템에서는 시리얼 통신으로 데

이터 동기화를 유지해주고 있으며, PDA에서 처리해 주는 부분인 접속제어와 데이터 제어 그리고, 인코딩 및 디코딩 절차가 TNC의 자체 내부명령어와 상호 연관성을 맺으며, 최종적으로 TNC에서 패킷으로 변조화 되어 무전기를 통해 Ad-hoc 망으로 전송되어 처리된다. 처리된 패킷은 다시 TNC를 거쳐 복조과정과 디코딩 과정을 거쳐 GUI로 전송된다. 그림 5는 S/W 구성도이다.

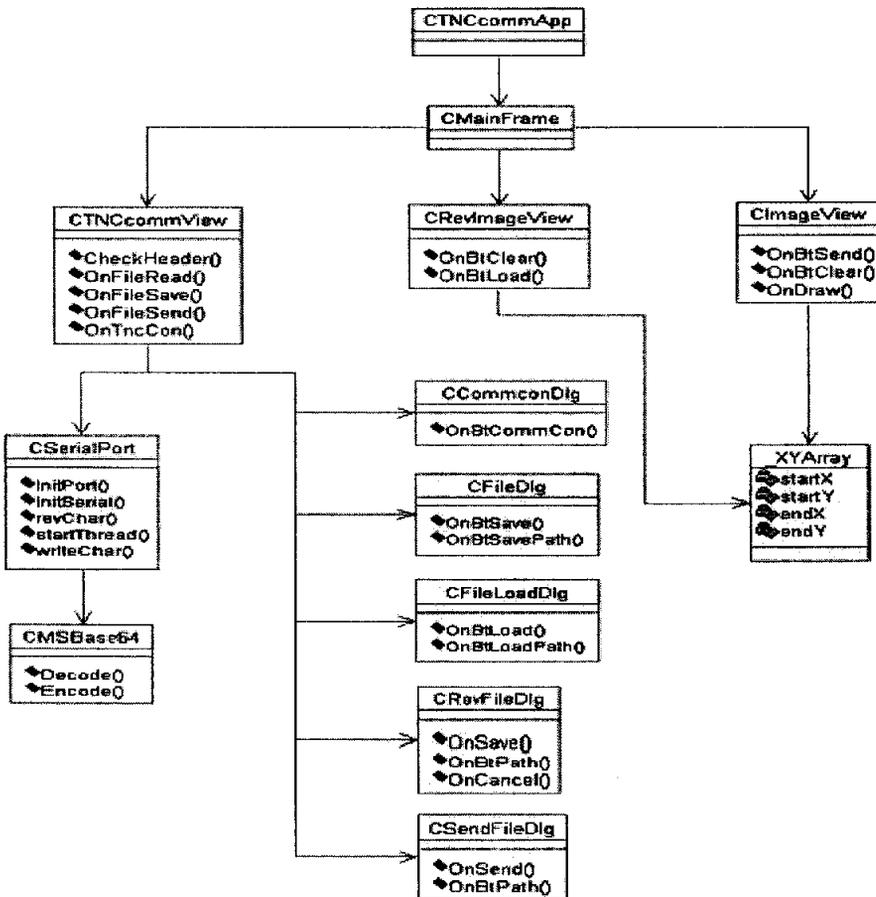


그림 5. TNC-PDA 시스템 S/W 구성도

표 3. TNC-PDA 시스템 주요 Class

Class	내 용
CTNCcommApp	전체구성을 관리
CMainFrame	전체 메인프레임을 관리
CTNCcommView	파일, 메시지 수신 및 전송을 담당
CSerialPort	Serial 통신을 담당
CSerialConDlg	TNC 와의 접속을 담당
CPrograssConDlg	TNC 로의 접속때 접속상태를 보여줌
CMSBase64	TNC 를 통한 전송시 데이터를 인코딩과 디코딩을 해줌
CCommConDig	TNC 에서 다른 TNC 사용자에게 접속 요청
CFileDialog	파일을 저장
CFileLoadDlg	파일을 읽음
CRevFileDialog	수신받은 파일을 저장
CSendFileDialog	파일을 전송
CRevImgView	수신받은 이미지를 보여줌
CImageView	전송할 이미지를 그림
XYArray	이미지 전송에 필요한 좌표정보를 저장하는 구조체

3.2.2 하드웨어 구성

하드웨어 구성은 TNC가 무전기내에 내장된 Kenwood TH-D7 무전기로 그림 6과 같이 구성하였으며, 이에 사용되는 케이블은 Rs-232c 케이블을 이용 자체 제작하였다. 그림 7-(a)의 무전기와 외장형 TNC의 Radio 연결 구성도를 보면 TNC는 변조된 데이터를 Mic 단자를 이용 안테나를 통해 송신하고, 수신된 정보는 Speaker단자로 수신을 받아 복조한다. 생성된 데이터는 그림 7-(b)와 같이 Serial 연결로 PDA의 프로세서 안에서 인코딩 및

디코딩 절차를 거쳐 GUI로 송수신 된다. 이 하드웨어 연결 구성은 어떤 무선기 및 모바일 시스템에도 적용되어 활용될 수 있으며, PC에도 확장이 가능하다. 그림 7은 데이터 송수신 케이블 구성도이다[10].

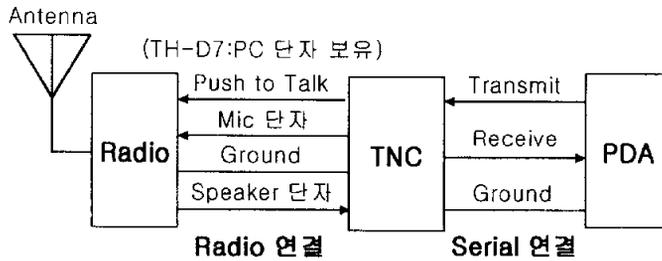
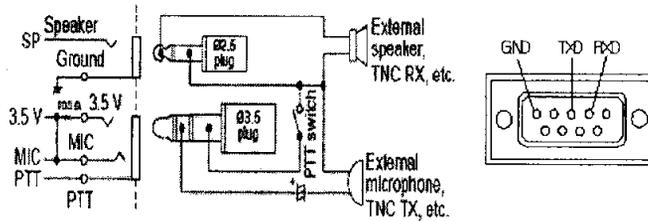


그림 6. TNC-PDA 시스템 하드웨어 구성도



(a) Radio 연결

(b) Serial 연결

그림 7. 데이터 송수신 연결 구성도

또한, TNC는 자체 제작이 가능하도록 설계도가 공개되어 있어 그 기능에 따라 차등된 설계를 할 수 있다. 표 4는 일반적으로 사용되는 BAYCOM사의 TNC 주요 부품표이다.

표 4. BAYCOM TNC 주요 부품표

분 야	명 칭	내 역	수 량
IC	TCM-3105	IC1	1EA
	74HC04	IC2	1EA
TR	C3198(1815)	Q1, Q2, Q3	3EA
DIODE	1N4148	D5	1EA
X-TAL	4.433619MHz	X1	1EA

3.2.3 시스템 운영 순서

그림 8과 같은 TNC-PDA 시스템의 운영순서는 크게 하드웨어 부분과 S/W 부분이 순차적으로 이루어 지는 순서를 갖게 된다.

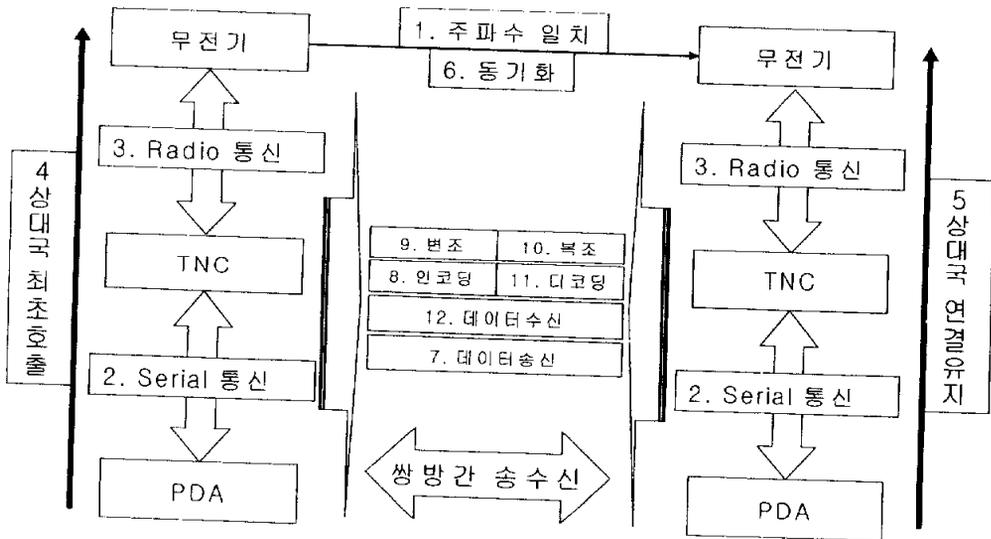


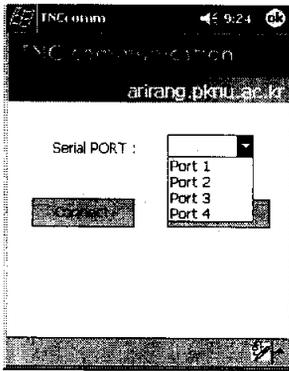
그림 8. TNC-PDA 시스템 운영 순서도

1. 무전기간 동일한 주파수로 예치한다.
2. PDA의 시리얼 포트를 개방후 TNC와 통신을 유지한다.
3. TNC와 무전기의 라디오 연결을 통해 전체 하드웨어의 연결을 유지한다.
4. TNC 명령어를 PDA의 GUI를 이용 상대국을 호출한다.
5. 상대국은 호출된 호출부호를 받아 재송신하여 상대국에 대해 연결을 유지한다.
6. 무전기에 의해 쌍방의 네트워크이 동기화 되어 Connect 상태를 유지한다.
7. PDA GUI에 의해서 데이터를 제어한다.
8. 제어된 데이터를 인코딩한다.
9. 인코딩된 신호를 무전기의 주파수 형태로 변조시키고 동기화된 네트워크망으로 패킷전송한다.
10. 수신된 신호를 TNC에서 복조한다.
11. 복조된 신호를 PDA에서 디코딩한다.
12. 데이터를 수신하여 상대국의 GUI에 출력한다.

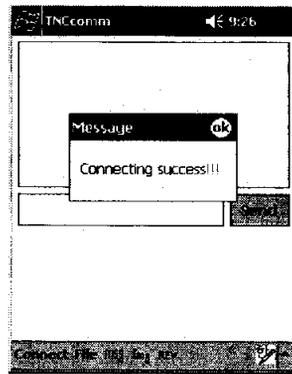
3.3 TNC와 PDA 연동 시스템

3.3.1 PDA 시리얼 통신

PDA 시리얼 통신은 WinCE에서 제공하는 API를 적용하여 구현하였으며, m_hCom을 생성하여 그 인자를 포트 생성시와 실패시에 사용하였고, 포트 생성시 통신포트에 대해 초기화 작업을 하였다.



(a) 시리얼 포트 설정



(b) TNC와 PDA연결 성공

그림 9. TNC-PDA 시스템 시리얼 통신 GUI

표 5. TNC-PDA 시스템 시리얼 통신 코드

```
// 시리얼 포트 생성(m_hCom 생성)
```

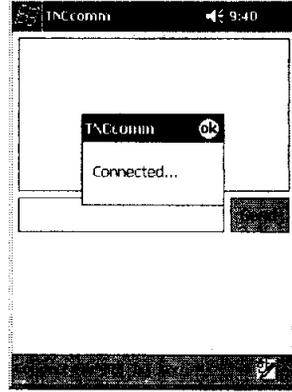
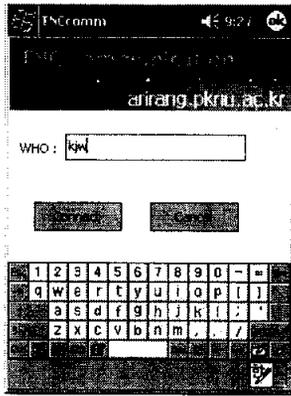
```

m_hCom = CreateFile((LPCTSTR)szPort,    // PORT설정
GENERIC_READ | GENERIC_WRITE, // read/write MODE
0,
NULL,
OPEN_EXISTING,                    // Serial이므로 존재하는 것 열기
0,                                // Async I/O
0);
// 포트 생성 실패
If( m_hCom == INVALID_HANDLE_VALUE )
{
ProcessErrorMessage("InitPort() - SerialPort Create Failed!!\Wn");
return FALSE;
}
m_pOwner->MessageBox(_T("Connect Success!"), _T("STATE"), MB_OK);
if( !InitSerial( baud, parity, databits, stopbits, dwCommEvents,
writebuffersize) )
{
ProcessErrorMessage("InitSerial() - SerialPort Create Failed!!\Wn");
return FALSE;
}

```

3.3.2 TNC 명령에 의한 상대방 호출

시리얼 포트를 연결후 TNC와 PDA간 동기화가 이루어진후 TNC간 호출을 하여 다른 사용자와 접속을 시도하였고, TNC명령어인 "C"를 사용하였으며 Echo off를 통해 제어 비트에 대한 감쇠를 유도하였다.



(a) 상대 Callname 호출 (b) 상대국 연결 성공

그림 10. TNC-PDA 시스템 상대국 호출 GUI

표 6. TNC-PDA 시스템 상대국 호출 코드

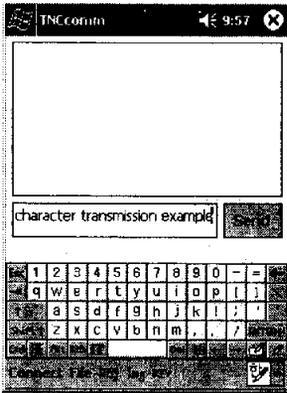
```

void CTNCcommView::OnUmWhoCom(WPARAM wParam, LPARAM
IParam)
{
    echoOff();
    TCHAR* szWho = (TCHAR*)IParam;
    char pAnsiData[20];
    int nSize;
    wcstombs(pAnsiData, szWho, 20);
    nSize = sprintf((GetDocument()->m_SerialPort).m_szWriteBuffer,
    "c %s", pAnsiData);
    (GetDocument()->m_SerialPort).m_szWriteBuffer[nSize] = 13;
    (GetDocument()->m_SerialPort).WriteChar();
    Sleep(10);    GetDocument()->m_nState = WAITSTATE;
}

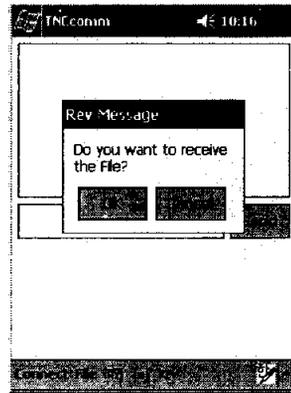
```

3.3.3 문자, 파일, 이미지 전송

PDA에 의한 문자, 파일, 이미지 전송은 시리얼 포트 생성시에 상호 읽고 쓸수 있도록 하여 데이터 전송시 다양한 형식에 대해 모두 송수신 가능토록 하였으며, 전송메세지를 Base64 인코딩하는데 주안을 두었고, 인코딩된 메세지의 크기도 인코딩 하여 시리얼 버퍼에 복사토록 하였다.



(a) 문자전송



(b) 파일 수신 성공

그림 11. TNC-PDA 시스템 문자전송 및 파일수신 GUI

표 7. TNC-PDA 시스템 전송제어 코드

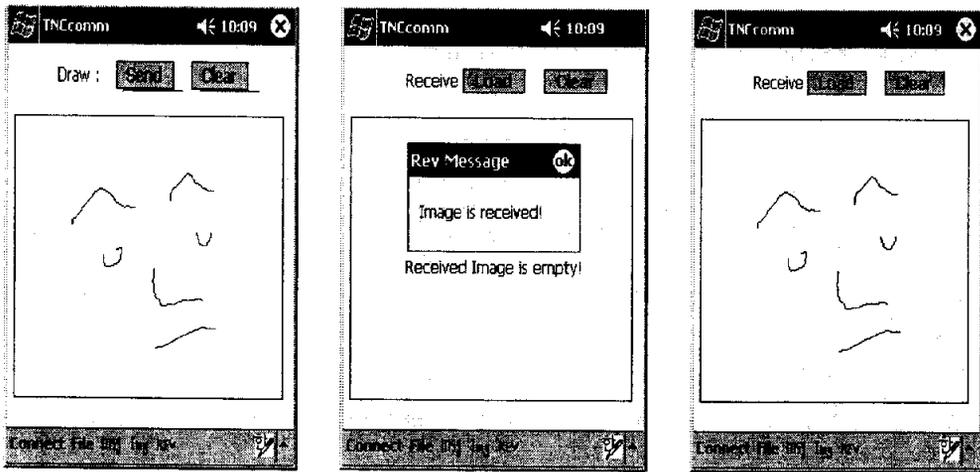
```
strEncodeSendMsg = base64.Encode((LPCTSTR)strMsg, strMsg.GetLength());
int nSize = strEncodeSendMsg.GetLength(); // 메세지의 크기를 인코딩.
```

```

strEncodeMsgSize = base64.Encode((LPCTSTR)strMsgSize,
strMsgSize.GetLength()); // 시리얼 버퍼를 얻어옴
CHAR* pBuf = (GetDocument()->m_SerialPort).m_szWriteBuffer;
strFinalMsg = strEncodeMsgSize + strEncodeSendMsg;
char* pAnsiData = new char[strFinalMsg.GetLength()+ 1];
int nConvSize = wcstombs(pAnsiData,
strFinalMsg, strFinalMsg.GetLength()); // 시리얼 버퍼에 복사.
sprintf(pBuf, "aM%s", pAnsiData);
(GetDocument()->m_SerialPort).m_szWriteBuffer[nConvSize + 3] = 13;
(GetDocument()->m_SerialPort).m_szWriteBuffer[nConvSize + 4] = NULL;

```

또한, 이미지 생성시에는 픽셀 단위를 XYArray에 저장하여 위치에 따른 구현을 하였다.



(a) 이미지전송 (b) 이미지 수신 성공 (c) 이미지 출력

그림 12. TNC-PDA 이미지 전송 및 출력 GUI

표 8. TNC-PDA 시스템 이미지 저장 코드

```
typedef struct _XYArray
{
    int startX, startY, endX, endY;
} XYArray, *PXYArray;
```

3.3.4 인코딩, 디코딩

TNC는 자체 제어비트를 처리하는 기능을 보유하고 있어 이것을 데이터 비트로 전환하기 위해 인코딩, 디코딩 절차를 구현하였으며, 이때 Base64 인코딩을 사용하였다.

표 9. PDA에 의한 인코딩 코드

```
While( nNumBits > 0 )
{
    sOutput += m_sBase64Alphabet[ (int)nDigit ];
    nDigit = read_bits( nNumBits, &nNumBits, lp);
}
while( sOutput.GetLength() % 4 != 0 )
    sOutput += '=';
```

4. 구현 및 평가

PDA 운영체제는 ARM winCE 3.0과 MIPS Handheld winCE 2.11을 기반으로 하여 MS Embedded로 개발하였고, 프로세서에 따른 상이한 API를 적용하여 구현하였으며, 하드웨어간 데이터를 송수신하기 위한 연결 케이블은 자체 제작하였다.

TNC-PDA 데이터 통신 시스템의 실제 연결 구성형태는 그림 13과 같으며 무전기의 주파수일치와 TNC 패킷모드 예치후 상대방 TNC의 고유 Callname에 접속을 요청하고 PDA를 통해 접속 메시지와 이미지, 파일 전송 등을 무전기를 통해 가능케 구현하였다.

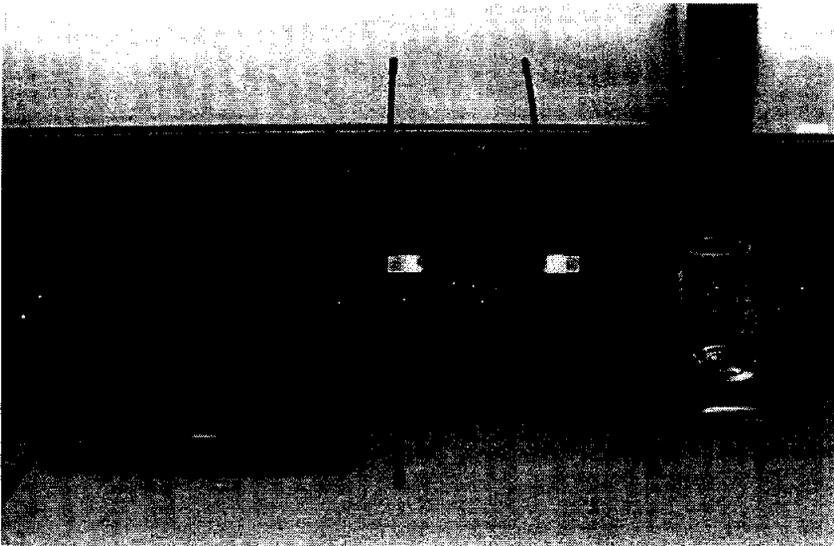


그림 13. TNC-PDA 시스템 실제 연결 형태

제안된 TNC-PDA 시스템의 장점으로는 TNC ROM에 내장 되어있는 명령의 특성을 활용하여 유니캐스트와 멀티캐스트가 가능하며, AX.25 Protocol의 철저한 에러검출로 음성 전송 가용 거리내에서 100%데이터 전송을 하며, 전송도중 변질된 데이터를 완전히 수신될 때까지 재송신한다. 또한, 무전기의 장점을 이용하여 안테나의 성능향상 및 중계기로 원거리까지 전송이 가능하며 주파수 공유가 가능하고 동일 주파수에서 여러 쌍의 교신이 동시에 실행 가능하고, 시간공유를 함으로써 상호간 영향을 받지 않는다. 또한, 여러 사람에게 동시에 정보 전송이 가능하며 TNC에 자체 내장되어 있는 자동 중계기능(Digital Repeater)을 통해 직접 연결 제한되는 국을 연결할 수 있다. 또한, 기 구축되어 있는 통신망에 TNC 모듈만을 통해 손쉽게 네트워크를 구성할 수 있으며, 운용하는 그룹간에는 상용 통신망을 사용하지 않고 순수하게 노드의 전송 가용 능력에 의해 네트워크를 구성하므로 통신비용이 추가로 발생되지 않는다. 또한, 이동성이 잦은 무전기와 PDA시스템의 결합으로 인해 모바일 환경의 적응력이 월등하다. 이것은 블루투스나 RF와 같이 최신 장비에 탑재되어 운용될 필요가 없고 구형의 통신 시스템에서도 마이크와 스피커 잭을 통해 TNC를 활용할 수 있는 것이 최대의 장점이 되겠다.

이런 사항들로 인해 제안된 TNC-PDA 데이터 통신 시스템은 비록 최신 기술은 아니지만 재난현장이나 전장상황에서 현 통신 시스템을 이용하여 소량의 데이터 통신을 Ad-hoc 개념을 충족시키면서 저비용으로 만족시킬 수 있는 시스템이라 할 수 있겠다.

야외 성능평가는 그림 14의 Kenwood TH-D7 무전기를 대상으로 실시하

였으며, 성능평가 방법은 거리 및 배터리 수준을 변경하면서 신선대 부두 의
 광도로에서 실거리를 측정하여 평가하였다. 표 10은 배터리 종류별 지속 가
 능시간이며, 이것은 무전기 전파의 출력량을 조절하는데 사용된다.

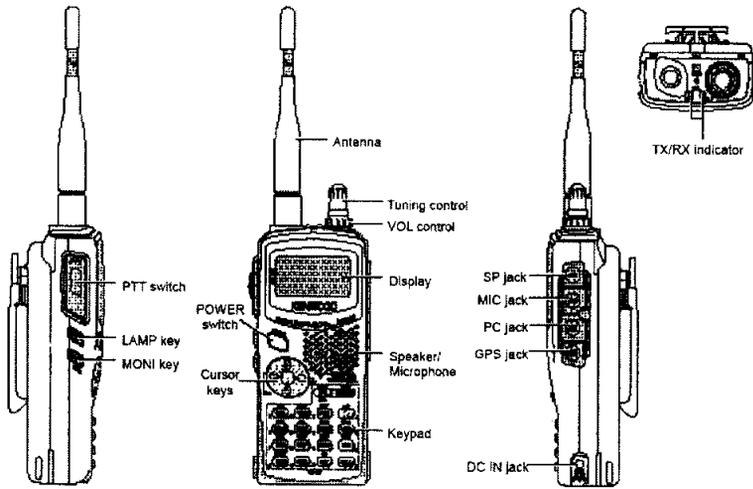


그림 14. Kenwood TH-D7

표 10. TH-D7 배터리 종류별 지속 가능시간

종 류	HIGH	MEDIUM	LOW
PB 38- NiCd	3시간	6시간	9시간
PB 39- NiCd	4시간	7시간	10시간
Alcaline	14시간	22시간	33시간

표 11은 1k바이트의 문자, 파일, 이미지에 대한 Alcaline 배터리를 사용한
 데이터 전송 성능 평가결과이다.

표 11. 배터리 수준별 전송거리별 전송 성능평가 결과

배터리출력	HIGH	MEDIUM	LOW
음성전송가용거리	1.2km 내	800m 내	500m 내
200m	100%	100%	100%
350m	100%	100%	100%
550m	100%	100%	전송실패
750m	100%	100%	전송실패
1km	100%	전송실패	전송실패
1.5km	전송실패	전송실패	전송실패

이를 분석해 보면 무전기의 음성전송 가용거리와 TNC를 이용한 데이터 전송 가용거리 범위가 동일한 거리내에서는 100%의 전송률을 보인것과 초과한 거리에서 데이터 전송시험을 하였을 경우 전송실패가 된 결과를 보았을 때 음성전송 가용거리와 데이터전송 가용거리가 거의 일치하는 것을 보았고, 배터리에 의한 전파 출력량의 증가에 따라 음성 및 데이터 전송거리가 증가하는 것을 볼 수 있었다. 또한 무전기의 음성 가용거리를 증가시키기 위해 그림 15와 같이 안테나의 성능과 중계기능을 향상시킬 경우 데이터도 동일하게 원거리까지 전송 될 수 있음을 유추할 수 있었다.

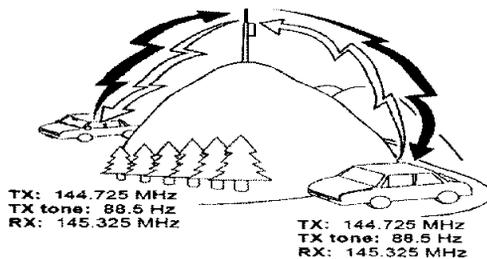


그림 15. 무전망 중계기능

본 시스템을 구현하여 성취한 결과로는 첫째, TNC를 이용하여 무전기와 PDA를 연결 데이터 통신 시스템의 구현 가능성을 확인하였고 둘째, 그림 16과 같이 기반 네트워크망의 도움없이 무전기를 통해 독립적인 유동 네트워크를 구성할 수 있음을 확인하였으며 셋째, 비록 소량의 데이터로 성능평가를 실시하였으나 배터리나 안테나의 능력 향상등을 통해 비약적으로 데이터 통신 가용범위를 넓힐 수 있음을 확인하였으며, 마지막으로 군의 무전기에 연결하여 운용중인 이미지 전송장비 ADU-95의 대체 시스템으로 운용될 수 있음을 보였다. 물론, 군사적으로 모형을 이용하여 여러차례 무전기와 연결하여 데이터 통신을 구현하는 연구들이 진행되었고, 또한 고가의 장비들이 개발되긴 하였지만 TNC-PDA 시스템처럼 개인적이고 독립적인 수준까지는 도달하지 못한 실정이다[11, 12].

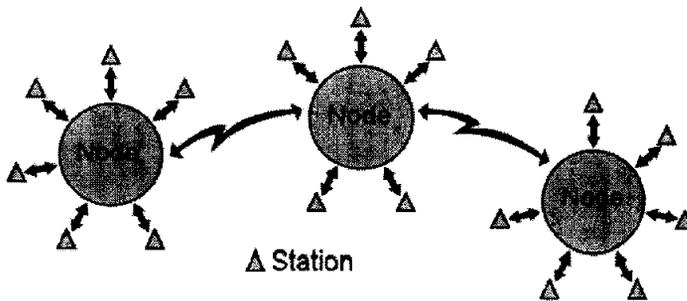


그림 16. 무전기에 의한 유동적인 네트워크 구성

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 무전기와 PDA의 연결을 통한 데이터 통신 시스템을 구현, 기반망에 도움을 받지 않는 무전기에 의한 네트워크를 구성하고 안테나와 배터리의 성능 향상으로 전송거리를 증가시킬 수 있는 것을 확인하였으며, 이 시스템으로 재난환경이나 전장환경에서 현 통신시스템을 활용 최소의 비용으로 무선 이동 데이터 통신을 할 수 있음을 보였다.

본 논문에서 제시한 TNC-PDA 데이터 통신 시스템의 향후 발전 방향으로서는 PDA에 TNC 무전기 확장팩을 연결하여 TNC-PDA 무전기의 상용화를 예측할 수 있겠으며, 주요 적용분야는 아마추어 무선 통신사들 뿐만 아니라 공사장이나 대형 마트, 행사장, TRS망등 무전기를 많이 사용하는 분야에 적용 가능하겠고 군에서는 P-77이나 P-999K등과 같은 통신장비에 연결하여 데이터 전송등의 군사목적으로 활용하는 충분히 실현가능한 시스템으로 발전 될 수 있으리라 판단된다. 향후 연구과제는 이러한 무선 데이터 통신에서 필수 요소인 Mobile 데이터 압축기술과 전송간 오류 발생시 재전송 구현, 그리고, 보안성 향상에 대한 심도높은 연구가 요망된다.

참고 문헌

- [1] DARPA, Available at <http://www.darpa.mil>.
- [2] 류찬선, C4I 連動 運用을 위한 SPIDER 體系 裝備의 性能 向上에 관한 研究, 대전대대학원 석사학위논문, 1999.
- [3] Charles E. Perkins, Ad-Hoc Networking, Addison Wesley, 2001.
- [4] C.K. Toh, Ad Hoc Mobile Wireless Networks: Protocols and System, Prentice Hall PTR, 2002.
- [5] 권혜연, 신재욱, 이병복, 최지혁, 남상우, 임선배, “이동 Ad-Hoc 네트워크 기술동향,” 전자통신동향 분석, 제18권, 제2호, 2003. 4, pp. 1 ~ 15.
- [6] A.S Tanbaun Computer Network, Prentice Hall, NewJersy, 1989.
- [7] <http://www.karl.or.kr>, 아마추어 무선통신연맹.
- [8] 김영주, 無線 패킷網을 이용한 CBE 시스템의 設計 및 研究, 교원대학교 대학원 석사학위논문, 1997.
- [9] 변동우, “아마추어 무선 패킷통신” 한국 항공대학교 학술제, 1997.
- [10] <http://www.kenwood.com>.
- [11] 엄진욱, HF 대역 무전기를 이용한 고속데이터 전송체계 구축에 관한 연구, 군사과학대학원 석사학위논문, 1998.

- [12] 김한조, 군용 무전기를 이용한 근거리 무선 데이터 전송에서의 신뢰성 향상 기법연구, 군사과학대학원 석사학위논문, 1998.

감사의 글

오늘 이 글을 남길 수 있도록 많은 격려와 지도를 아낌없이 베풀어 주신 모든 분들께 진심으로 감사를 드립니다. 먼저, 대학 생활 동안 인생과 학문에 대한 끊임없는 도전과 스승의 은혜를 베풀어 주신 정목동 지도교수님께 감사드립니다. 항상 학생들보다 더욱 노력하시고, 더 큰 비전을 심어주시려고 하셨던 교수님의 모습을 잊을 수 없을 것 같습니다. 또한, 넉넉한 마음으로 심사해 주신 박승섭 교수님과 서경룡 교수님께 감사를 드립니다. 저에게 보여주셨던 미소가 부족함으로 인해 꾸중을 듣는 것보다 더 크게 마음을 움직이도록 해 주셨던 것 같습니다. 인생의 다시 잊지 못할 좋은 추억으로 간직하고 교수님들께서 바라시는 학생의 모습을 갖출 수 있도록 삶에 더욱 최선을 다하겠습니다. 또한, 분산인공지능 연구실에서 함께 세미나와 공부를 하며 도움을 주셨던 김만수 선배님과 김환조, 서정철, 마지호 그리고, 프로그램 개발과 학회발표에 많은 도움을 준 노재건, 채종우에게 진심으로 감사드립니다.

누구보다도 가까이에서 남편의 어려움을 이해하고 격려해 주었던 아내에게 감사하고, 불철주야로 아들을 위해 기도와 간구를 해 주셨던 어머니, 논문을 완성한 것에 대하여 본인보다도 더 기뻐해 주셨던 장인, 장모님 그리고, 형님과 형수님, 누나와 매형, 그리고 사랑하는 조카들 모두에게 감사를 드립니다. 이 연구를 통해 군 전산 발전에 기여가 되길 바라면서 이 모든 영광과 존귀를 전능하신 하나님께 모두 돌립니다. 하나님 감사합니다.

2003년 12월

김 정 우 올림