
CDMA 통신망을 이용한 DGPS 인터페이스 모듈의 설계 및 구현

김창수*

Design and Implementation of DGPS Interface Module using CDMA Communication Network

Chang-Soo Kim*

요 약

기존 DGPS 시스템은 기준국과 이동국의 전송 매체를 RF방식의 무선모뎀 및 유·무선 TCP/IP의 인터넷을 사용한다. 이에 따른 보정신호의 전송거리 제한 및 전송지연 등의 여러 가지 문제점으로 인해 실제 사용자가 활용 시에는 상당한 오차가 발생한다. 현재의 무선 네트워크 기술과 이동통신의 발달은 DGPS 시스템을 기존의 무선망과 CDMA의 이동 통신망을 이용하는 네트워크 환경으로의 변화를 초래하게 한다. 따라서 본 논문에서는 기존 DGPS 시스템을 휴대전화의 CDMA 통신망 기반의 보정신호 전송기법을 제안하고, 각 수신기의 보정신호 전송매체를 대체할 수 있는 방법으로 각 수신기와 연동하는 CDMA 통신망을 이용한 DGPS 인터페이스 모듈을 위한 전반적인 이동통신 환경을 설계 및 구현한다. DGPS 인터페이스 모듈은 각 기준국과 이동국 수신기 사이의 인터페이스 장치로서 CDMA 통신망 기반의 직렬포트를 통해 무선 통신망으로 보정신호의 전송을 가능하게 한다. 기준국의 모듈은 위성에서 수신한 보정신호를 휴대전화를 통해 이동국에 전송하며, 이동국의 모듈은 CDMA 통신망을 통해 수신한 보정신호와 자신이 수신한 신호를 보정하여 필요한 신호를 추출하여 인터페이스 모듈의 LCD에 디스플레이 하여 사용자가 필요한 정보를 추출하여 이용하는 장비이다. 그리고 이동국의 보정신호는 보정신호 전송, 실시간 정밀 측위, 무선 네트워크 서비스 등의 서버 시스템을 구축하여 사용자들에게 콘텐츠 서비스 형태로 널리 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

ABSTRACT

The current DGPS technique is many problems that is permission of radio station using RF Wireless Modem, that is influence of geographic obstacle using radio wave, that is frequency interference, that is finiteness of frequency resources. In this paper, we are solved many elements, IM(Interface Module) replaces RF Wireless Modem, we suggest transmission technique of correction message using mobile phone, we researched Interface Module development which is linkage of DGPS receiver and mobile phone. IM can transmit correction message passing RS-232 port and modem communication control. IM of base station is initialized RS-232 port and modem to move station for correction message transmission, IM waited response mode. IM of move station is initialized RS-232 port and modem, IM requests hand shaking to base station, completed connection establishment. Users are worked Differential surveying using receiving correction message between mobile phones.

키워드

DGPS, RTK-DGPS, RTCM, CDMA

I. 서 론

이동전화와 무선인터넷의 기하급수적인 확산 및 GPS(Global Positioning System) 모듈의 가격하락으로 관련 응용 분야는 여러 산업에 걸쳐 확산되고 있으며, 최근에 일반에 공개 되면서 사용자층이 더욱더 늘어나고 있다.

GPS는 미국방성에서 개발한 위성을 이용하는 전파항법시스템으로 GPS 위성의 위치정보를 제공함으로써 사용자가 위치, 속도 및 시간을 정확하게 계산할 수 있도록 한다. 그러나 일반 사용자가 10~30m 이상의 정밀도로 위치결정을 하는 것은 현실적으로 불가능하나, GPS의 오차 요인 중 SA(Selective Availability)가 2000년 5월부터 해제됨에 따라 위치 정확도가 매우 향상 되었다.

GPS 관련 오차는 위성궤도 정보, 전리층 및 대류권 지연, 다중경로, 실수, 수신기의 잡음, 고의로 조작에 의한 SA오차, AS(Anti-Spoofing)오차 등이 있다. 이런 오차의 합은 거의 100m에 해당한다[1]. 그러므로 정밀한 측위를 필요로 하는 응용분야에서 단독 측위기법을 사용하는 경우는 GPS 관련 오차로 인해 정확도가 떨어진다. 그러나 이에 반해 수m~수cm의 정밀한 정확도를 가지는 DGPS(Differential GPS)는 기준국의 도움을 얻어 위치 오차를 보정하여 사용자는 자신의 위치를 정확하게 측정하며, 근접한 두 개 이상의 GPS 수신기가 같은 위성으로부터 신호를 받아 자신의 위치를 계산할 때 각 수신기의 고유 오차와 더불어 공통적인 오차가 있는데, 이 공통 오차를 제거하여 보다 정확하게 위치 측정을 하는 것이 DGPS의 개념이다. 이 기법의 보정 신호를 전송하는 매체는 지상의 무선 통신망을 이용하여 이동국의 사용자에게 서비스되는 방식이다.

DGPS 기법 중에서 기준국의 보정신호를 실시간으로 이동국에 전송하는 방식으로 실시간 처리 방식인 RTK-DGPS(Real Time Kinematic- DGPS)라는 정밀도가 매우 높은 기법이 고안되었다. 그러나 RTK-DGPS의 경우에도 각 기지국간 보정신호 전송으로 RF(Radio Frequency) 방식의 무선 모뎀을 사용함으로써 사용자의 무선국 허가, 양방향 통신의 불능, 전파의 지리적 장애, 전송거리의 제한, 주파수 혼신, 주파수 자원의 유한성, 보유 신호를 필요로 하는 여러 무선 사용자의 접속 불능 등의 문제점이 있다. 또한 운수업체나 측량 및 지리정보 관련업체 등이 정확한 측위를 위해서 위치결정의 기준이 되는 기준국의 위치정보를 수신하기 위해서 운영되는 각각의 기준국은 설

치비용 및 관리상의 어려움이 있다[2][3].

따라서 본 논문에서는 이런 문제점을 해결하기 위해서 각 DGPS(Differential GPS)수신기의 무선모뎀 및 전송기법을 대체하며, 여러 사용자의 접속이 가능한 방법으로 휴대전화 환경에서의 CDMA 통신망의 보정신호 전송기법을 설계 및 구현하고, 각 DGPS 수신기의 보정신호 전송을 위한 휴대전화망을 이용하는 모듈의 PCB(Printed Circuit Board) 설계 및 구현에 관한 연구이다.

DGPS 장치는 수신기로부터 신호를 수신하여 PCB 내부의 버퍼에 저장하여 이동국의 요청이 있을 때 무선통신을 통하여 보정신호의 전송을 가능하게 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성한다. 제II장의 관련 연구에서는 DGPS 시스템의 보정신호 전송이론을 고찰하고, 제III장은 기존 DGPS 시스템에서 전송매체인 RF모뎀을 대체한 CDMA 통신망의 모듈을 설계 및 구현하여 실험을 실시한다. 제IV장은 인터페이스 모듈과 기존 시스템의 실험결과를 분석한다. 그리고 마지막의 제V장은 결론을 제시한다.

II. 관련 연구

2.1 DGPS 시스템

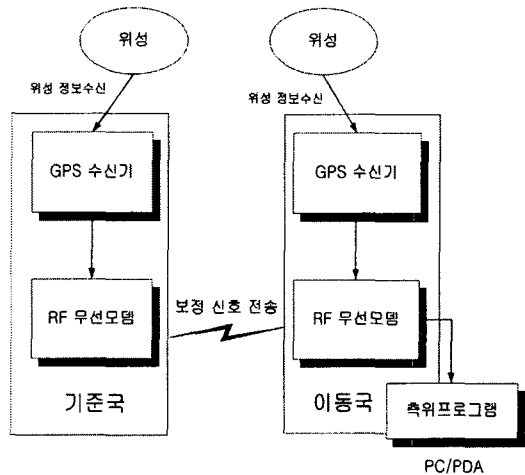


그림 1. DGPS 시스템의 구조
Fig. 1 Architecture of DGPS System

GPS를 이용한 위치측정 기법은 용도 및 정확도에 따라 여러 가지가 적용된다. 단독 측위기법은 GPS수신기 1대

를 가지고 4대 이상의 위성으로부터 보정신호를 수신하여 수신기 내에서 자신의 위치를 실시간으로 계산한다. 단독 측위기법의 정밀도를 향상시키기 위해 개발된 것이 DGPS이다. 그림 1은 기존 DGPS 보정신호 전송 시스템의 구성도이다. DGPS는 기준국에 설치된 1대의 수신기에서는 이미 알고 있는 기준국의 위치 정보를 이용하여 관측된 각 위성에 포함된 오차량을 계산할 수 있다. 이것을 위성마다의 거리오차 보정치(Range Correction)로 환산하여 국제 표준 형식인 RTCM(Radio Technical Commission for Maritime Service) 자료 형태로 전환한 후, 통신 매체를 통해 이동국의 수신기에 전달되어 실시간 측위가 가능하다. 각 수신기간의 사용하는 통신 매체는 RF방식의 무선모뎀을 사용하는 경우 전송거리가 2~3Km로 제한적이며, 장애물의 영향과 주파수 혼신 등의 문제가 있다[4].

이 기법 중의 하나인 RTK-DGPS는 정밀도가 높은 실시간 처리방식이다. RTK-DGPS의 기본 개념은 오차보정을 위해 전송하는 데이터가 거리오차 보정치가 아닌 기준국에서 수신한 반송파 자료라는 것을 제외하고는 DGPS의 개념과 유사하다. 다만 RTK-DGPS에서는 기준국에서 수신한 각 위성의 반송파 자료를 지속적으로 제공하여야 하며, 정보의 전송장애로 발생할 수 있는 오차의 한계가 DGPS보다 상대적으로 크기 때문에 안정적이고 신속한 통신매체가 요구된다[5][6].

2.2 DGPS의 데이터 포맷

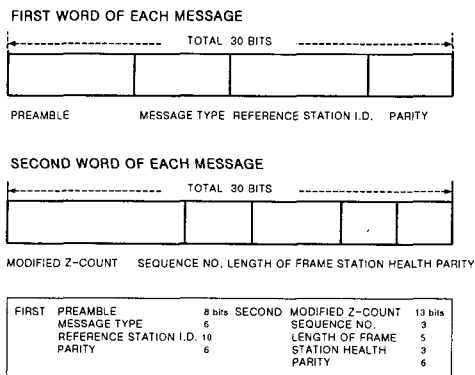


그림 2. RTCM 메시지 형식
Fig. 2 Data Message Format of RTCM

GPS의 데이터 메시지 포맷은 NMEA0183과 RTCM이 사용된다. DGPS의 보정신호는 RTCM 데이터이다.

RTCM은 RTCM SC-104(RTCM Special Committee-104)에서 제정한 국제 표준형식으로 신호가 송·수신 된다. 그림 2는 RTCM 데이터 메시지 형식을 나타내며, 버전은 2.2이다. 각 메시지는 콘텐츠(Contents)를 가지며 콘텐츠에 따라 비트수가 다르다. 모든 메시지는 각각 30 bits의 2-word Header를 가지며, 데이터는 메시지 타입(type)의 번호가 1~63으로 분류되어 있다[7].

III. 인터페이스 모듈의 설계 및 구현

3.1 인터페이스 모듈 시스템 구성

본 논문에서 설계 및 구현한 시스템은 기존 DGPS과 같이 GPS 보정신호를 송신 및 수신하는 시스템에 이용하기 위해서 기준국과 이동국의 RF방식의 무선 모뎀 대신에 휴대전화 통신망을 연동하여 거리 제한적인 요소를 해결할 수 있는 인터페이스 모듈로 대체하는 시스템이다. 기존 DGPS 시스템을 CDMA 통신망의 이용 가능한 연동 장치로 대체하는 인터페이스 모듈로 실험을 실시하였다.

즉, 기존 RTK-GPS 시스템의 컴퓨터와 무선모뎀을 대체할 인터페이스 모듈은 각 GPS 수신기와 휴대전화사이의 인터페이스 모듈로서 RS-232C와 통신 제어를 통한 보정신호의 전송을 가능하게 한다. 휴대전화 인터페이스 모듈을 이용한 GPS 보정신호 전송 시스템은 크게 기준국과 이동국 두 부분으로 나눌 수 있다.

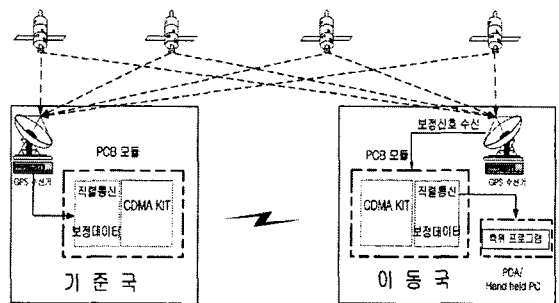


그림 3. 인터페이스 모듈 실험 시스템
Fig. 3 System of Interface Module Experiment

3.2 기준국의 설계

기준국은 GPS 수신기와 휴대전화, 인터페이스 모듈로 시스템이 구성된다.

기준국에서의 시스템은 수신기로부터 수신되는 보정

신호를 송신하기 위해 휴대전화를 모뎀 착신모드로 환경 설정을 한다. 그리고 직렬통신 포트를 초기화 환경으로 세팅하여 응답모드로 대기한다. 이동국의 연결 요청이 있을 때에만 연결을 수락하여 직렬통신 포트를 개방하며, GPS 수신기로부터 수신한 보정신호 데이터를 직렬통신 포트를 이용하여 이동국의 휴대전화로 송신하는 시스템이다. 그림 4는 기준국 인터페이스 모듈의 시스템 설계 다이어그램을 나타낸다.

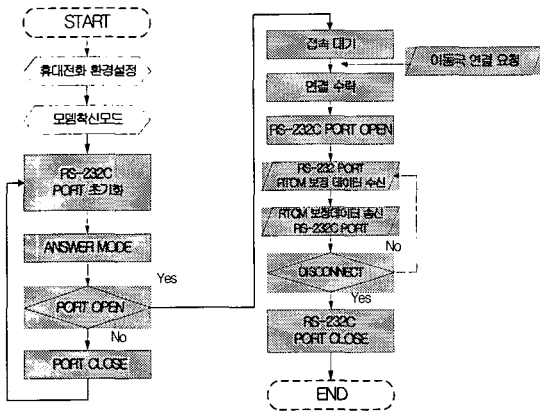


그림 4. 기준국 인터페이스 모듈
Fig. 4 Interface Module Design of Base Station

3.3 이동국의 설계

이동국은 GPS 수신기와 휴대전화, 인터페이스 모듈로 시스템이 구성된다. 이동국 시스템은 기준국의 보정신호를 수신하기 위하여 휴대전화를 모뎀 데이터 서비스모드로 전환하고, 직렬통신 포트와 휴대전화를 초기화 설정한다. 환경 설정 후 기준국의 휴대전화 번호로 전화를 걸어 연결 요청을 시도한다. 연결 수락 후 핸드셰이킹(Hand-Shaking)이 이루어지면 직렬통신 포트를 개방하여 보정신호 데이터를 수신한다. 그림 5는 이동국 인터페이스 모듈의 시스템 설계 다이어그램을 나타낸다.

그리고 이동국은 통신포트를 통해 GPS 수신기로 신호를 송신하며, 위성의 위치정보를 이용하여 오차를 보정한 후 통신 포트를 통해 다시 신호를 수신한다. 오차 보정신호를 이용해 이동국은 컴퓨터(데스크탑 PC/PDA/노트북)로 측위 프로그램에서 정밀한 상대측위가 실시되는 시스템이다.

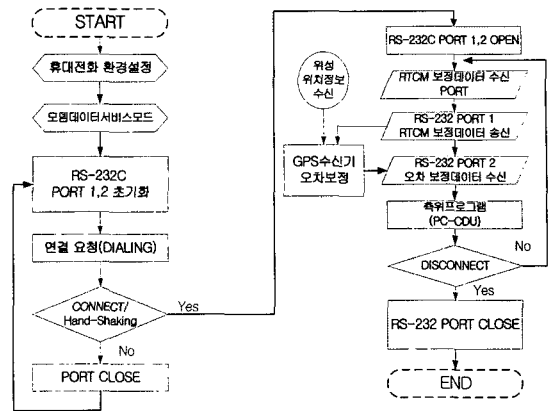


그림 5. 이동국 인터페이스 모듈
Fig. 5 Interface Module Design of Mobile Station

그림 6은 GPS 보정신호 송신 및 수신을 위한 기준국과 이동국의 개념적인 작업 흐름도를 나타낸다. GPS 수신기와 휴대전화 사이의 일괄적인 작업이 인터페이스 모듈의 핵심이며, 보정신호 데이터는 기준국에서 이동국으로만 전송되도록 구성하였다. 인터페이스 모듈은 기준국에서는 응답모드로 대기하고, 이동국의 연결 요청이 있을 때만 직렬통신 포트를 개방하여 휴대전화를 통해 이동국의 사용자에게 전송하는 시스템으로 구성되어 있다.

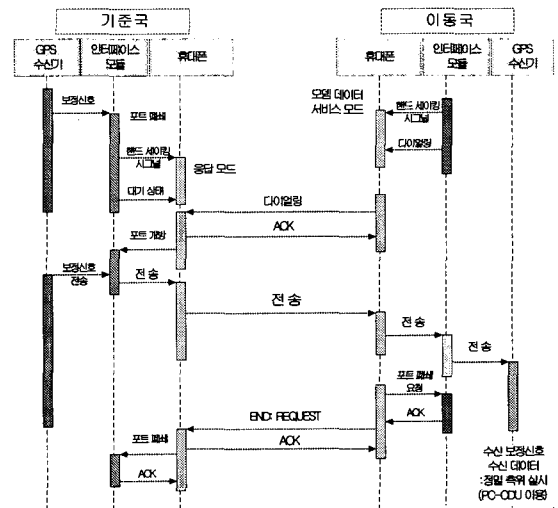


그림 6. 인터페이스 모듈의 워크플로우
Fig. 6 Work flow of Interface Module

3.4 인터페이스 모듈 구현

구현 모듈은 브레드 보드(Bread board)를 이용해 회로를 구성하며, 보드를 참조하여 PCB를 구성하기 전에 예비적으로 시뮬레이터(Simulator)를 연결하여 회로를 구성하여 실험을 실시하였다. 그림 7은 모듈의 회로 구성을 나타낸다.

인터페이스 모듈은 기준국의 GPS 수신기로부터 수신되는 데이터 형식을 MAX232를 통해 PIC16F873으로 전달하여 휴대전화로 이동국의 사용자에게 송신하는 시스템으로 구현된다. PIC와 MAX232는 이동국의 연결 요청에 응답하고 데이터 전송을 위한 핸드셰이킹을 한 후 수신기로부터 수신되는 보정신호 데이터를 PIC의 내부 버퍼를 사용해 상대방에게 송신하는 기능을 담당한다. 이런 처리를 위해서는 PIC 내부를 제어하는 제어 프로그램으로 기록해야 한다. ROM 라이터(Writer)를 이용해 PIC에 기준국과 이동국을 위한 제어 프로그램을 기록한다.

하드웨어 인터페이스 모듈은 PC와 통신할 것이며, 이는 PC에 내부적으로 갖추어진 UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) 칩과 통신한다는 것을 의미한다. 그리고 PC와 통신하기 위해서는 신호 레벨을 논리 1에서 10V, 논리 0에서 -10V로 변환하여야 하며, 이를 위해 사용하는 MAX232는 레벨 변환 IC로 맥심사에서 개발한 것이다[8][9].

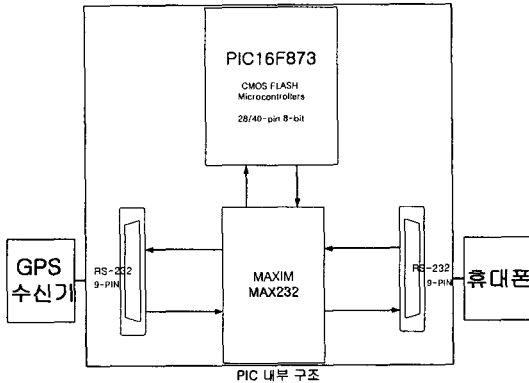


그림 7. 인터페이스 모듈 회로 구성
Fig. 7 Structure of Interface Module Circuit

IV. 실험 결과

4.1 인터페이스 모듈의 실험 결과

DGPS 보정신호 전송을 위한 휴대전화의 인터페이스 모듈 설계 및 구현을 하기에 앞서 기존의 무선 모뎀을 휴대전화로만 대체하는 시스템을 구성하여 실험을 실시하였다. 즉 그림 1과 같이 일반적인 DGPS 시스템의 무선모뎀 대신에 휴대전화를 이용하는 시스템으로 실험을 실시하였다. 예비실험 시스템의 정밀도를 측정하기 위하여 기준국으로부터 수신한 보정신호 데이터를 이동국의 측위 프로그램(PC-CDU)을 이용하여 상대 측위를 하였다.

그림 8과 9의 결과는 실험 시스템이 RTK-GPS의 측위에 필요한 4개 이상의 위성에서 수신한 보정신호를 이용하여 100% 상대 측위가 실시됨을 나타낸다.

정확도는 휴대전화를 연한 RTK-GPS 실험 시스템의 상대 측위 정밀도를 나타내며, 기존 측위시스템의 정밀도와 거의 동일한 결과가 산출됨을 알 수 있다.

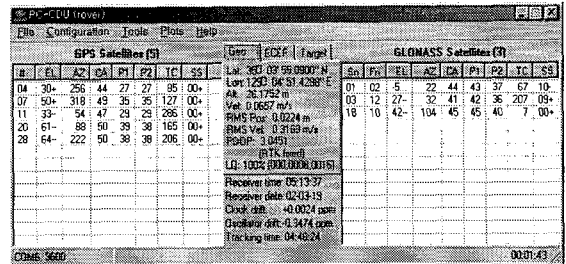


그림 8. 휴대전화 연동의 PC-CDU 결과
Fig. 8 PC-CDU Result of Mobile Phone Linkage

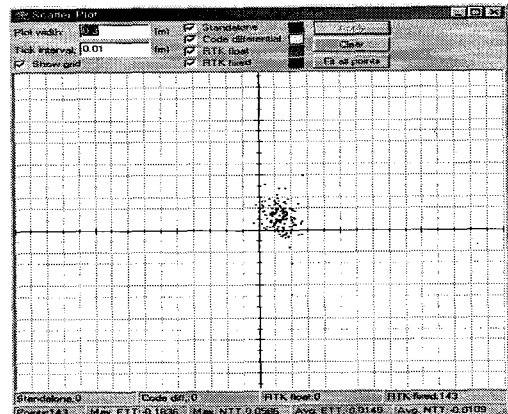


그림 9. 휴대전화 연동의 정확도
Fig. 9 Precision of Mobile Phone Linkage

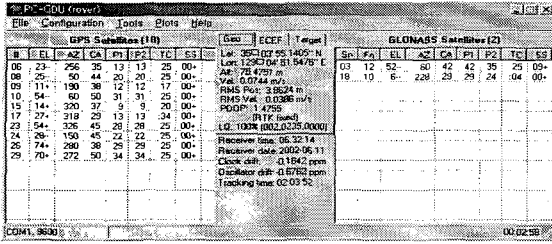


그림 10. 인터페이스 모듈의 PC-CDU 결과
Fig. 10 PC-CDU Result of Interface Module

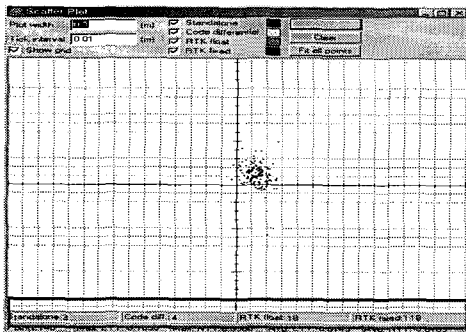


그림 11. 인터페이스 모듈의 정확도 결과
Fig. 11 Precision Result of Interface Module

본 논문에서 구현하는 시스템 구성으로는 휴대전화 인터페이스 모듈을 이용하여 실험 결과를 획득하였다. 기준국과 이동국에 각각의 인터페이스 모듈을 설치하고, 기준국으로 직접 다이얼링을 하여 연결 수락 후에 GPS 데이터 형식(NMEA0183, RTCM)이 수신되는 실험을 실시하였다. 그리고 이동국은 정밀도를 산출하기 위해 예비실험 시스템과 같이 측위 프로그램을 이용하여 실험을 실시하였다. 그림 10과 11은 구현 시스템의 정확도 결과를 나타내며, 그림 12는 실제 PCB의 인터페이스 모듈을 나타낸다.

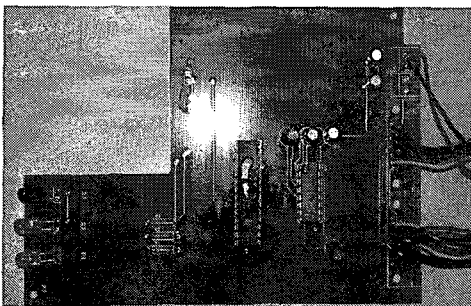


그림 12. 인터페이스 모듈
Fig. 12 Screen shot of Interface Module

4.2 실험결과 분석

인터페이스 모듈의 정확도 결과를 분석하면 측위 프로그램의 결과의 박스 안의 Standalone은 이동국의 데이터만을 이용한 수치이고, Code-Differential은 DGPS 측위를 나타낸다. 그리고 RTK-float는 기준국 데이터만을 이용한 측위이며, RTK-fixed는 기준국과 이동국을 이용해 오차 보정을 실시한 측위를 나타낸다.

휴대전화 연동 시스템과 인터페이스 모듈은 10번의 실험을 실시한 평균치의 결과를 이용하여 표 1의 각각 DGPS와 RTK-DGPS 시스템의 정확도를 산출하였다. 이동국에서의 정밀도는 측위 프로그램(PC-CDU)을 사용하여 측정하였다. 결과의 Scatter Plot의 정확도는 RTK-fixed가 각각 137개, 135개, 118개를 나타내었다.

DGPS 보정신호 전송을 위한 CDMA 통신망의 인터페이스 모듈 시스템의 결과는 PIC16F873의 내부 버퍼 용량에 따라 정밀도가 다른 결과를 나타내었다. 1차 실험에서는 PIC 내부 버퍼를 32바이트로 설정하여 데이터 정밀도를 산출하니 67%의 정밀도로 측위 되었다. 2차 실험에서는 내부 버퍼를 82바이트로 설정하여 결과를 산출하니 83%의 정밀도가 나타났다. 인터페이스 모듈의 그림 11에서 측위 정점들의 분산은 수신된 DGPS 보정신호를 이용한 측위 정밀도를 나타내며, 정밀도 결과와 같이 인터페이스 모듈을 사용한 DGPS 보정신호 전송은 기존 시스템과 비교하여 거의 비슷한 정밀도의 측위가 가능할 것으로 예상된다. 그리고 인터페이스 모듈을 이용해 기준국에서 이동국으로 전송하는 보정신호 데이터도 이동국이 잘 수신함을 확인이 가능하였다.

표 1. 시스템 정확도의 분석
Table1. Analysis of Interface Module Precision

구분	기준 RTK (512bytes)	PC 연동 (512bytes)	인터페이스 모듈(82bytes)
DGPS	99.3%	99.3%	97.9%
RTK	95.8%	94.4%	82.5%

V. 결론

본 논문은 DGPS 보정신호 전송을 위한 CDMA 통신망을 이용한 인터페이스 모듈의 설계 및 구현이다. 휴대전화 연동 실험과 인터페이스 모듈의 설계 및 구

현에서 기준국의 컴퓨터 및 무선모뎀과 이동국의 무선모뎀을 휴대전화의 연동을 위한 모듈로 대체할 수 있음을 확인했으며, 휴대전화 통신망의 인터페이스 모듈을 이용해 기준국에서 이동국으로 DGPS 보정신호 데이터를 전송할 수 있음을 확인하였다. 그리고 구현한 인터페이스 모듈을 통해 이동국은 DGPS 보정신호 데이터를 수신하여 정밀한 측위를 할 수 있었다.

DGPS와 RTK-GPS는 기존 무선모뎀을 사용함으로써 발생된 문제점들을 하드웨어 모듈을 사용함으로써 해결할 수 있었다. 그리고 RF방식의 무선모뎀의 최대 단점인 거리 한계를 극복할 수 있으며, 수신된 보정신호 데이터를 이용하여 후처리나 실시간으로 처리가 가능할 것으로 예상된다. 인터페이스 모듈은 이동국의 무선모뎀을 대체하므로 사용자의 위치 이동이 용이하며, 다수의 사용자가 각각의 사용자마다 모듈을 설정하여 다중 작업을 할 수 있으므로 더욱 경제적이고 효율적인 시스템이다.

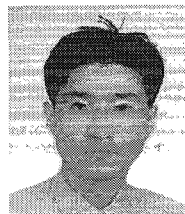
향후 휴대전화와 인터페이스 모듈을 같이 내장하는 키트(Kit)로 대체한다면 휴대전화 사이의 핸드셰이킹 문제나 환경설정 부분을 자동화로 해결할 수 있으리라 생각된다. 그리고 PIC 내부 버퍼 알고리즘을 개선하고, 버퍼 용량이 큰 PIC로 대체하여 휴대전화 인터페이스 모듈을 업그레이드한다면 거의 100%까지 정밀도가 향상되리라 생각된다. 그리고 휴대전화 인터페이스 모듈을 바탕으로 DGPS 보정신호를 필요로 하는 사용자가 편리하게 사용이 가능한 방송(Broadcasting)의 형태로 서비스가 가능할 것으로 예상되며, 원격지의 추적 시스템에도 활용도가 높을 것으로 전망된다. 그리고 본 논문을 계기로 국내에서는 다소 미개척 분야인 관련 GPS 응용 시스템을 목표로 연구가 계속되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Parkinson, B.W. and Enge, P.K., AIAA, "Differential GPS:, Global Positioning System: Theory and Applications, Vol. II", 1996.
- [2] D. Kozlov, M. Tkachenko, "Instant RTK cm with Low Cost GPS+GLONASS Receivers", Proc. of ION GPS-97, pp.1559-1569, 1997.
- [3] 김동현, "실시간 GPS 정밀측량을 위한 이동중 위치 결정에 관한 연구", 서울대학교 박사학위 논문, 1997.
- [4] Hoffman-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., and Collins, J., "Global Positioning System Theory and Practice", Springer Wien New York, 1997.
- [5] 한국전자 통신 연구원, "GPS 기술/시장 보고서", Gartner Consulting & ETRI, 11.2000.
- [6] ETRI, "GPS 대체위성 항법시스템 구축의 경제성 분석", 1999.
- [7] RTCM SC-104, "RTCM Recommended Standards for Differential Navstar GPS Service, Version 2.1", 1994.
- [8] 마이크로칩사 Technical Suport PIC16F873, "URL: [http://www. microchip.com/](http://www.microchip.com/), MPLAB IDE Simulator, Editor User's Guide, Data Sheet", 2001.
- [9] Custom Computer Services Inc. C Compiler, "URL: <http://www.ccsinfo.com/>, Reference Manual", 2002.

저자소개

김 창 수(Chang-Soo Kim)



2001년 동명정보대학교 정보통신 공학과 졸업(공학사)
 2003년 한국해양대학교 전자통신 공학과 졸업(공학석사)

2006년 한국해양대학교 전자통신공학과 졸업(공학박사)
 2005.3. ~ 현재 부산가톨릭대학교 방사선학과 전임강사
 ※관심분야: 의료 IT, 의료영상신호처리, 무선통신, 컴퓨터네트워크, 해상통신, 이동통신, 휴대인터넷