

데이터 전송방식에 따른 항로표지 관리용 하이브리드 통신 시스템의 수신율 분석에 관한 연구

전중성[†]

(원고접수일 : 2013년 11월 13일, 원고수정일: 2013년 12월 5일, 심사완료일 : 2013년 12월 16일)

A study on the receiving rate of the data of the hybrid communication system using data transfer methods for controller system of navigational aids

Joong Sung JEON[†]

요약: 하이브리드 통신을 지원하는 하이브리드 통신 신호처리 제어보드는 저전력의 32-bit 마이크로컨트롤러인 Cortex M3로 설계하였다. 마이크로컨트롤러는 하이브리드 통신을 위한 모뎀과 GPS 모듈 등을 직렬 인터페이스하기 위한 UART 포트가 갖추어져 있으며, CLI(Command Line Interpreter) 프로그램은 각 포트의 인터페이스를 사용자 환경에 맞게 설정할 수 있다.

항로표지 원격관리 시스템에 사용되는 하이브리드 통신 신호처리 제어보드의 전송방식을 단문메시지 방식과 소켓 방식을 비교한 결과 소켓 방식의 우수함을 입증하였으며, 수신 성능의 개선을 통해 항로표지 원격관리 시스템의 데이터 손실을 최소화될 수 있도록 하였다. 실험은 12시간 동안 각 부표에서 매 1분마다 데이터를 취득하였으며, 데이터 수신율은 각각 98.58 %와 99.42 % 이상을 보였다.

주제어: 하이브리드 통신, CLI, SMS, Socket, TCP, UDP

Abstract: The Mu-communication board supported by hybrid communication is designed with Cortex M3, which is a low power energy consumption 32-bit microcontroller. The Cortex M3 microcontroller has UART(Universal asynchronous receiver/transmitter) ports which can set appropriately using the command line interpreter (CLI) program with each port. URAT ports are used for hybrid communication modems, GPS modules, etc.

When the socket type was compared with the short message service type, the socket type was proven to be better. By improving the receiving performance in the control and management system of the AtoN, data loss was minimized. During the testing of the socket and SMS, data was collected from each buoy for 12 hours every 1 minute and the receiving rate of the data was found to be more than 98.58 % and 99.42 % respectively.

Keywords: Hybrid Communication, Command Line Interpreter, Short Message Service, Socket, Transmission Control protocol, User Datagram Protocol

1. 서 론

2006년 국제해사기구(IMO, International Maritime

Organization)는 MSC 81차 회의에서 e-Navigation을 제안했고, 항해안전전문위원회(NAV)와 해상통신 및 수색 구조 전문위원회(COMSAR)에 신규의제

[†] Corresponding Author: IT Lab, ANSE Technologies Co., Ltd. Suite 701, Ace High-End Tower, 235-2, Kuro-dong, Kuro-ku, Seoul, 152-050, Korea, E-mail: kmujjeon@msn.com, Tel: 02-6220-6195

채택했다[1][2]. 2009년 IMO NAV 55차 회의에서는 해상안전정보에 대한 e-Navigation의 개발을 논의하였다[3]. 특히, 해상안전 관련 사고를 분석한 결과에 따르면, 입·출항이 빈번한 연안에서의 사고 비중이 높게 나타난다[4]. 이는 항해 중인 선박에 체계적이고 적절한 안전정보를 제공함으로써 그 위험을 감소할 수 있으며, 신뢰도 높은 표지 정보를 육상과 선박에 제공하기 위한 체계가 대표적인 수단이 될 수 있다.

등대, 등표 및 등부표 등으로 구성된 항로표지 정보는 항해안전을 위한 항로표지 시설에서 수집되는 정보로써, 각 시설에 대한 모니터링과 관리 및 넓은 지역에 분포되어 있는 시설의 특성에 따라 해양수산부에서는 항로표지 원격관리 시스템을 운영하고 있다[5].

현재의 항로표지 원격관리 시스템은 집약관리센터에서 각 표지나 등대 등에서 VHF, UHF 망을 통해 수신한 위치 및 상태정보를 모니터링 함으로써, 항로표지 관리업무를 수행한다.

해양 환경에서 지상과 통신할 경우 지역에 따라 CDMA 무선 네트워크 연결이 원활한 곳이 있고, 반대로 VHF, TRS 등 무선 네트워크 연결이 원활한 곳이 있으므로 통신시의 주변 전파환경에 따라 VHF, CDMA, TRS 통신모듈을 사용할 수 있다. 이는 지상에 위치한 중계국이 내륙에 깊숙이 위치하거나 전파장애를 발생시키는 곳에서 해양방향으로 전파가 향할 경우 발생하는 전파장애가 발생할 수 있다.

전파장애는 대형선박과 높은 파도 등 여러 원인에 의해 발생할 수 있지만 이러한 장애에 능동적으로 대처할 수 있는 시스템 구축이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 CDMA와 TRS 통신을 이용하여 하이브리드 통신 신호처리 제어보드를 구현하였으며, 데이터 전송방식은 단문메시지 방식과 소켓 방식을 사용하였다.

2. 하이브리드 통신 신호처리 보드

하이브리드 통신 신호처리 제어보드는 규정된 프로토콜을 이용, 무선통신 수단인 VHF, CDMA, TRS 통신의 하이브리드 통신을 통하여 전송한다. 원격 관리시스템에서는 하이브리드 전력생산시스

템용 Buoy의 전압, 전류, 위치 등의 데이터를 확인하고 제어하는 기능을 제공하며, Figure 1은 항로표지 관리용 하이브리드 통신 시스템의 구성도이다.

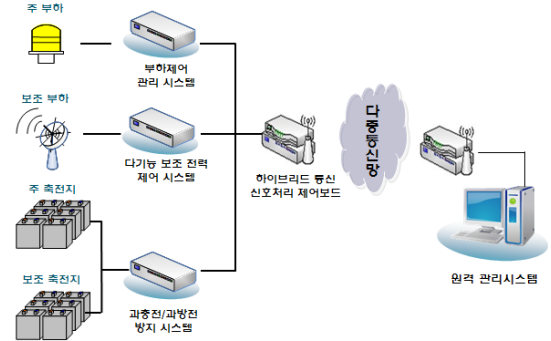


Figure 1 : The block diagram of the Tele-controller system of navigational aids using hybrid communication



(a) Top View



(b) Bottom View

Figure 2 : The photograph of the fabricated signal processing board for hybrid communication

CDMA, TRS 통신은 기존 공중 통신망을 활용하므로 통신사에서 제공되는 표준 프로토콜(Protocol)을 충족하여야 한다. 따라서 공인 인증된 제품을 선택하고 관련 주파수 대역 및 채널 분배상황, 인접 공중 전파에 대한 간섭 등을 고려하여 부품 및 모듈을 배치하여야 한다. **Figure 2**는 제작된 하이브리드 통신 신호처리 제어보드이다.

2.1 마이크로프로세스

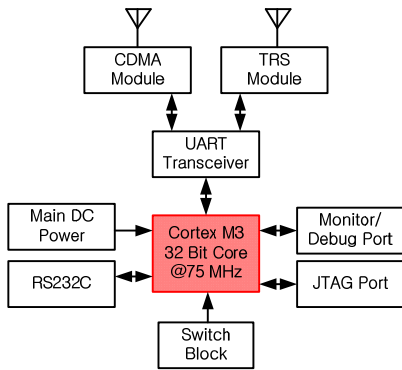


Figure 3 : The diagram of a clock and distribution in Cortex M3

하이브리드 통신 신호처리 보드의 중심에 있는 Cortex M3 32 Bit 마이크로프로세서는 **Figure 3**과 같이 RF 무선통신 모듈에 대한 전원관리 및 통신 프로토콜을 제어하고 TRS 또는 CDMA 무선 네트워크를 통해 서버로부터의 송·수신된 명령어를 해독, 수행한다[6].

RS232C와 같은 유선 인터페이스 통하여 외부와의 통신기능을 수행한다. RS232 UART 포트는 외부 제어기로 부터의 제어명령을 수신하고 내부의 수행결과를 출력하는 기능을 담당하며 JTAG 포트는 펌웨어 개발시 사용자에게 의한 프로그램 다운로드 및 실행 추적용으로 사용된다.

CDMA, TRS 통신모듈은 마이크로프로세스에 의해 필요에 따라 소프트웨어적으로 전원을 제어하며 초기 전원 투입시 실행모드를 설정하기 위한 스위치블록도 구성되어 있다[7]-[9].

전원부는 12V/2A가 공급되며 전원을 On/Off 할 수 있도록 스위치가 부착되어 있다.

2.3 절전회로

전원입력단의 DC Regulator 및 Serial Flash Memory, LED 구동회로에 의해 발생하는 고정적인 전력소모를 줄이기 위해서는 DC Regulator는 LDO (Low-Dropout Voltage Regulator)형 보다는 리플이 적은 스위칭형을 선택하여 변환효율을 높이고 Serial Flash Memory를 사용하지 않을 경우 전원으로 부터 전류가 공급되지 않도록 접지선을 전기적으로 분리하였다. 특히 LED의 경우 Firmware Debugging Mode가 아닐 경우 저전력 운용 중에는 구동하지 않도록 하였다.

Figure 4는 U4의 Serial Flash Memory를 사용하지 않을 경우 대기전류를 차단하는 기법을 적용한 회로이다. 전원을 차단하는 것보다 GND로 빠져나가는 전류를 차단하는 것이 효율적이고 차단시에 필요한 전류도 없으며 재기동시 빠른 동작시간을 갖는 특성이 있다.

Serial Flash Memory의 경우 U5의 스위치 MOSFET을 사용하여 가동시에는 Gate에 High 레벨을 인가하여 구동전류는 GND로 흐르게 하고 비가동상태에는 Low 레벨을 인가함으로써 대기전류를 차단하였다.

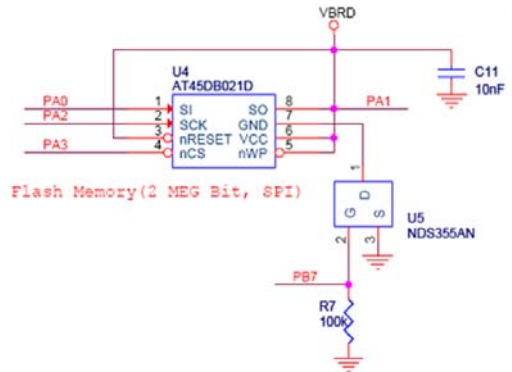


Figure 4 : The low power operating circuits by blocking of the standby current

3. 하이브리드 통신 신호처리 보드 프로그램

하이브리드 통신 신호처리 제어보드는 자국의 전압, 전류, 위치 등 다양한 정보를 주기적으로 수

집하여 서버로 전송하며, 또한 서버에서는 받은 제어 메시지는 자국의 다양한 장치의 제어를 수행한다. 하이브리드 통신 신호처리 펌웨어 프로그램은 통신 기능 수행을 위해서 통신 제어보드에 탑재되어, 단문메시지(Short Message Service : SMS) 혹은 소켓(Socket) 통신을 통하여 서버와의 통신을 수행하여 주기적으로 상태정보를 서버로 전송하고, 서버에서는 이를 이력(History)화하여 저장·보관한다. 또한 전력제어모듈과 RS232C 방식의 통신을 통하여 자국 장치의 상태확인 및 제어가 가능하다. ADC(Analog to Digital Converter)를 이용하여 주변 장치의 각종 전압의 측정 기능 및 현재 위치를 GPS를 이용한 현재 위치 및 시간 측정 기능을 가지고 있다.

3.1 하이브리드 통신 신호처리 펌웨어

단문메시지 방식의 하이브리드 통신 신호처리 제어보드는 하이브리드 통신 프로세서로 동작할 때 필요한 각 하드웨어 요소별로 구조화 되어있다. 구조화된 주요 구성부분으로서 프로세서 내부시간 관리(Timer Manager), 직렬포트관리(Serial Port Manager), 각 무선통신방식(VHF/CDMA/TRS)에 대응하는 장치의 통신 프로세서, GPS/온도계측/발전 시스템 접속 처리 등을 기능별로 구조화하였다 [10].

단문메시지 통신의 프로그램 구동에 필요한 초기화 과정은 Figure 5와 같다.

소켓 통신의 하이브리드 통신 신호처리 제어보드는 초기 전원이 투입되면 원격관리 시스템의 서버에 접속을 시도하며 서버에서 접속이 허용되어 있으면 폴링타임을 가져온다. 데이터를 취득 한 후 지정된 시간에 서버로 데이터를 전달한다.

초기 부팅시의 무선통신은 CDMA망으로 접속되며 운영 중 원격관리시스템의 서버로부터 통신방식을 변경 요청을 받으면 망 전환이 이루어진다. 만약 서버에서 지정된 하이브리드 통신 신호처리 제어보드가 접속을 허용하지 않으면 기존에 설정된 폴링타임으로 서버와의 접속을 계속 시도하며 서버에서는 허용된 접속이 아닌 경우는 전달할 데이터는 버린다.

소켓 통신의 하이브리드 통신 신호처리 제어보

드는 연결되는 모뎀에 따라 TCP와 UDP 통신을 지원한다. CDMA의 경우에는 TCP 통신을 지원하고, TRS의 경우 UDP 방식으로 다중 통신기능을 지원하며 TRS Modem에서 제공하는 기본적인 Stream방식을 이용하여 PPP, UDP로 서버에 접속한다.

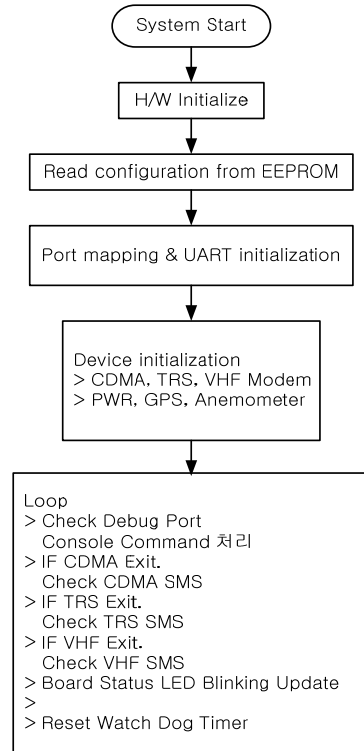


Figure 5 : Initializing Processor of SMS Communication

소켓 통신의 프로그램 구동에 필요한 초기화 과정은 Figure 6과 같다. 포트를 초기화 한 뒤에 포트에 연결되는 모뎀에서 제공하는 통신방식에 따라 TCP 방식과 UDP 방식으로 구분하여 추가 초기화 과정이 수행된다. 모뎀 초기화 후에 TCP의 경우 PPP(Point to Point) 프로토콜을 사용하여 인터넷 IP 망에 접속하고 TCP로 서버를 연결한 뒤에 통신을 지속할 소켓을 TCP 소켓을 할당받고 이 할당받은 TCP 소켓을 다시 연결하여 이후 계속적으로 1:1 데이터 통신을 수행한다.

UDP 방식의 경우에는 서버소켓을 공유하기 때

문에 PPP 접속만 하고 서버소켓 할당과정이 필요 없다. 기존의 단문메시지 방식과의 차이점은 단순한 모뎀초기화 이외에 IP Network을 고려하는 부분이 추가 되어 있다는 것이다.

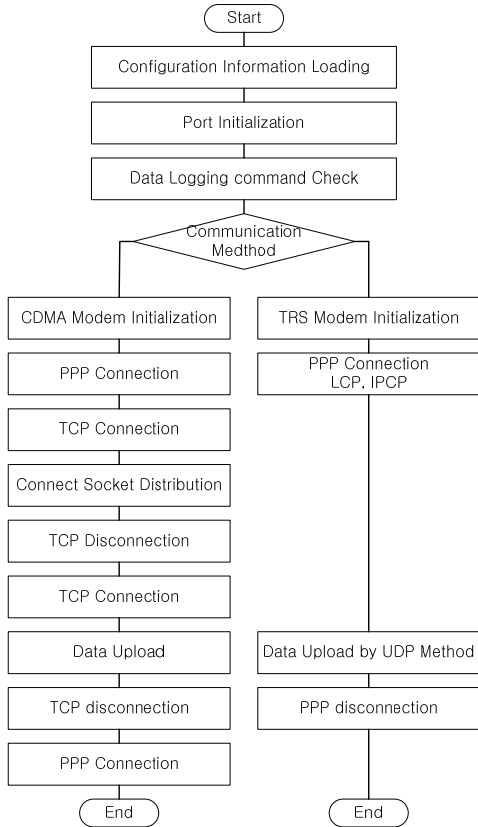


Figure 6 : Initializing Processor of Socket Communication

3.2 소켓방식

소켓을 생성하기 위해서 쓰는 소켓함수는 리눅스, 윈도우즈 공통으로 사용한다. 소켓 함수는 호출시 시스템 내부적으로 소켓을 생성하고 그 소켓을 조작하기 위해 필요한 파일 디스크립터를 리턴하는 함수이다. 시스템 내부적으로 소켓을 생성한다는 의미는 호스트가 통신을 하기 위해 필요한 리소스(Resource)를 할당하는 것을 의미한다.

데이터를 주고받는 환경이 달라지면 그에 맞는 프로토콜이 존재하는데 소켓은 기본적으로 여러

환경에서 사용될 수 있도록 설계되어 있다. 소켓은 생성할 때 환경을 고려하여 프로토콜 체계를 지정해 주면 그 환경에서 사용 가능한 소켓이 되므로 소켓은 모든 프로토콜을 수용할 수 있다. 소켓을 생성할 때는 소켓이 사용될 환경을 고려하여 프로토콜을 설정해야 한다.

```

1 #include<sys/types.h>
2 #include<sys/socket.h>
3
4 int socket(int domain, int type, int protocol)
    
```

TCP와 UDP는 IP 프로토콜 상위에 정의된 프로토콜로서 TCP는 연결하는 소켓과 연결되는 소켓이 서로 바인딩 되는 1:1 방식의 Connection 방식의 통신이고 UDP는 연결되는 소켓이 바인딩 되지 않는 Connectionless 방식이다. 서버가 여러 개의 많은 제어장치들과 연결되기 위해서는 서버의 소켓이 공유되어야 하는데 UDP의 경우에는 Connectionless 방식이기 때문에 필요할 때 언제든지 데이터를 전달이 가능하지만 TCP 방식의 경우에는 서버의 소켓을 여러 개의 제어장치가 공유하는 것이 곤란하기 때문에 연결할 소켓을 할당해주는 역할을 수행하는 기능이 동작하는 듣기 소켓과 실제 데이터 송·수신을 담당하는 연결 소켓을 이용한 다중 통신을 지원한다. 본 논문에서 제안한 소켓전송방식 프로그램의 내부 흐름도는 Figure 7과 같다. 연결요청이 인지되면 연결소켓 할당과 프로세스가 새로이 형성되어 통신이 이루어진다.

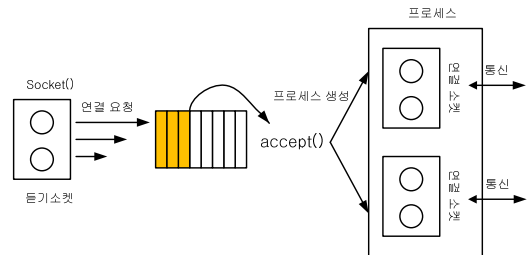


Figure 7: The Internal Program Processing Diagram of Socket Method

3.3 CLI(Command Line Interpreter)

하이브리드 통신 신호처리 제어보드의 각 포트에 연결된 VHF, CDMA, TRS의 사용 여부 설정은 종래에는 회로기판 내에 내장된 덤스위치(Dip Switch)에 의해 설정할 수 있었다. 하지만 하이브리드 통신을 구현하기 위해서는 포트설정을 원거리에서 서버를 통하여 설정 가능하여야 하므로 CLI(Command Line Interpreter)를 구현하였다.

CLI 프로그램 동작은 서버에서 동작하며 신호처리 제어보드 프로세서 펌웨어에 서버에서 실행하는 명령어를 해독할 수 있는 명령어 해독기가 내장하였다.

Figure 8은 회로기판에 장착된 직렬포트에 대해 VHF, CDMA, TRS 설정을 어떠한 포트에도 설정할 수 있으며, 각 포트별 입·출력 설정(I/O Setting)값을 임의로 설정할 수 있도록 구현하였다.

또한, 신호처리 보드에서 CDMA와 TRS는 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 값과 노이즈(Noise) 상태를 파악하여 통신경로의 우선순위를 결정하여 이를 원격 운용서버에 알려주어 경로 최적화 기능도 내장하였다.

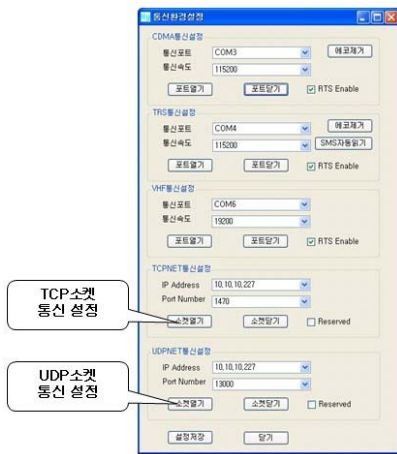


Figure 8 : Port Configuration of the hybrid communication

CLI(Command Line Interpreter) 프로그램에 의해 각 포트의 인터페이스를 사용자 환경에 맞게 설정하여 운용할 수 있으며, 보드에 내장된 직렬포

트에 대하여 각각의 운용 상태를 확인할 수 있도록 별도의 모니터링(Monitoring) 화면을 구성하여 그 동작 상태를 확인할 수 있도록 구성하였다.

Figure 9는 하이브리드 통신 신호처리 제어보드의 포트 설정 상태와 데이터 수집주기 등을 위한 메인화면이다. Figure 8에서 통신포트에 대한 동작을 설정하면 이의 동작상태가 나타나는 화면이다. CDMA 포트, TRS 포트, VHF 포트의 상태와 IP 프로토콜을 이용하는 스트리밍 통신방식의 TCP 포트, UDP 포트의 상태를 표시하는 라벨들이 있으며 연결되어 동작할 경우에 녹색으로 표시된다.

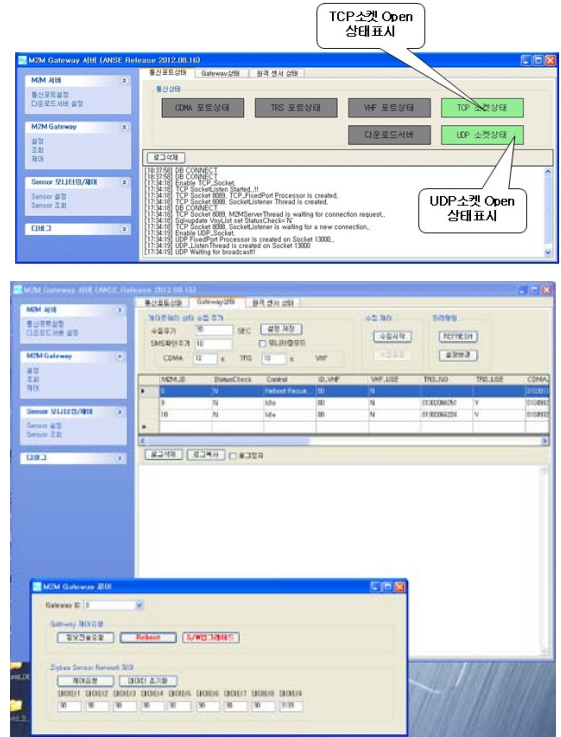


Figure 9 : Control States of the hybrid communication

또한 하단에 텍스트를 표시하는 윈도우가 제공되어 각 통신 상태에 대한 주요 로그가 나타나도록 되어 있으며 해당 로그에 대한 날짜와 시간이 표시되기 때문에 시간대 별로 문제 상황을 파악할 수 있다. 그리고 이들 로그(Log)와 보다 자세한 사항들은 파일에 기록되어 언제든지 조회가 가능하다.

3.4 프로그램 구현

하이브리드 통신 제어보드의 프로그램 구현은 **Figure 10**의 신호처리 보드 프로그램 순서도에서 보는 바와 같이 크게 초기화 과정, 데이터 수집 및 전송, 수신 확인 및 처리의 영역으로 구분할 수 있으며, 각 영역별로 프로그램 구현에 대한 세부 내용은 다음과 같다.

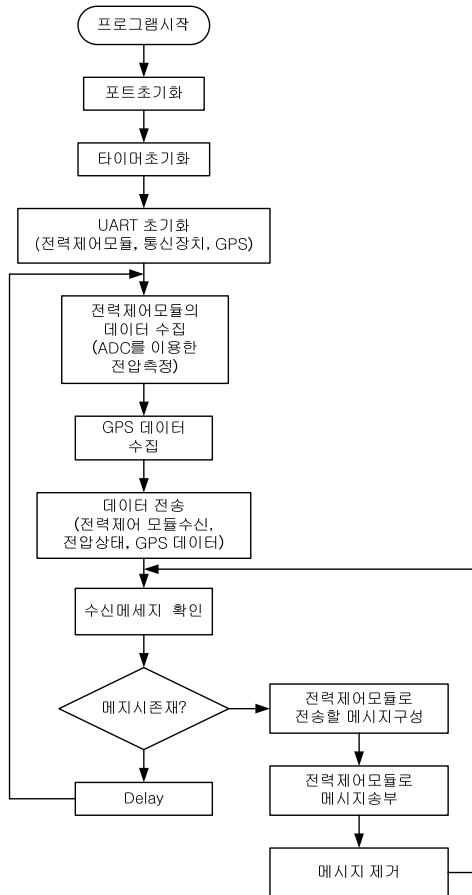


Figure 10 : Flow chart

3.4.1 데이터 수집 및 전송

데이터의 수집은 ADC 데이터, 전력제어모듈로부터 수신된 데이터, GPS 데이터로 크게 세분할 수 있다. IP 프로토콜을 이용한 스트리밍 방식의 TCP 또는 UDP 방식으로 데이터를 전송하며, 데이터 프레임은 단문메시지 방식과 동일한 데이터 형

식을 사용하여 1회 데이터 송신 크기가 80 바이트로 되어 있다.

수집된 데이터는 설정단계에서 지정된 서버의 소켓으로 IP 프로토콜을 이용한 스트리밍 방식으로 전송된다. 스트리밍 방식이기 때문에 데이터의 크기와 양에 제한되지 않고 전송이 될 수 있다.

3.4.2 수신 확인 및 처리

TCP 방식의 경우에는 데이터의 전송에 대한 보장이 되기 때문에 전송완료에 대한 별다른 확인 절차가 필요 없지만 UDP 방식의 경우에는 데이터의 전송이 제대로 되었는지에 대한 확인절차가 필요하다. 데이터 수신 확인은 데이터 수신 후 서버에서 간단한 별도의 내부 데이터 형식으로 제어모듈로 전송된다.

서버로부터 수신 메시지는 전력제어모듈로 전송되는 제어명령 중 하나이다. 메시지 수신 후 전력제어 모듈의 통신 프로토콜에 맞게 데이터 형식을 변경시킨 후 전력제어 모듈로 데이터를 송신한다. 전력제어모듈로의 데이터 전송 후 처리결과에 대한 응답은 별도 확인하지 않는다.

4. 특성 측정 및 평가

측정에 사용된 부표는 부산광역시 영도구 동삼동 해상에 위치한 부표에 기존 단문메시지 방식의 하이브리드 통신 신호처리 제어보드와 소켓 방식의 하이브리드 통신 신호처리 제어보드를 동일한 조건으로 제작된 함체 안에 넣어 부착하였다.

각 하이브리드 통신 신호처리 제어보드는 태양광 발전시스템에서 발생하는 태양전지판 전압 및 전류, 주축전지 전압 및 전류, 보조축전지 전압 및 전류, 통신 시각 등의 데이터가 수집하여 두 전송 방식을 적용한 하이브리드 통신 신호처리 제어보드 간 측정을 하였다.

Table 1 : The data receiving ratio

No	방식	수신율
B	SMS	98.58 %
A	Socket	99.42 %

CDMA 및 TRS 통신망에서 단문메시지 전송방식과 소켓(데이터 스트리밍)방식의 수신율을 측정하였다. 실험 방법은 Data Logging Server에서 데이터 전송요청을 하이브리드 통신 신호처리 제어보드에 하면 제어보드에서 단문메시지 방식과 스트리밍 방식으로 응답을 전송한다. 본 실험은 1분 간격으로 12시간 동안 측정이 이루어졌으며, 데이터 수신율은 Table 2와 같다.

소켓 방식을 사용한 하이브리드 통신은 부표 A에서 CDMA 통신 96.22 %, TRS 통신 3.2 %가 사용되었으며, 단문메시지를 사용한 부표 B는 CDMA 통신 96.03 %, TRS 통신 2.55 %로 소켓방식의 통신이 좋은 측정결과를 나타내었다.

5. 결 론

해양교통시설 관리를 목적으로 하는 운영시스템은 지역별로 AtoN AIS, VHF, TRS로 다양한 통신방식을 사용하고 있다. 그러나 하나의 통신방식을 사용한 시스템의 운영을 통해서는 최적의 통신을 지원하기에 부족하며, 일부는 음영구역이 존재하는 경우가 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 하이브리드 통신 신호처리 제어보드를 구현하였으며, 데이터 전송방식은 단문메시지와 소켓 방식을 사용하였으며, 하이브리드 통신의 선택은 모뎀의 RSSI와 노이즈 값을 비교하여 우수한 성능의 통신을 먼저 통신이 이루어지도록 구현하였다.

항로표지 원격관리 시스템에 사용되는 하이브리드 통신 신호처리 제어보드의 전송방식을 단문메시지 방식과 소켓 방식을 비교한 결과 소켓 방식의 우수함을 입증하였으며, 수신 성능의 개선을 통해 항로표지 원격관리 시스템의 데이터 손실을 최소화될 수 있도록 하였다. 따라서 수신 성능 개선은 결과적으로는 항로표지 원격관리 시스템의 통합모니터링시스템 구축에 도움을 줄 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] COMAR Subcommittee, Report of the COMSAR subcommittee, International Maritime Organization (IMO) Radiocommunications and Search and Rescue (COMSAR) 10th, pp. 78-82, England, 2006.
- [2] NAV Subcommittee, Report of the NAV subcommittee, IMO NAVigation 52nd, pp. 88-93, England, 2006.
- [3] IMO, "Development of an e-navigation strategy implementation plan (by UK),"IMO NAV 55th 11, England, 2009.
- [4] Joong-Sung Jeon, Seo-Jeong Lee, and Jin-Seok Oh, "A study on the development of the integration management system for the standardized high-tech marine transportation infrastructure", Journal of the Korean Society of Marine Engineering, vol. 34, no. 3, pp. 369-376, 2010 (in Korean).
- [5] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, An Expert Forum report on an Operational Improvements of Integration Management System of the Aids to Navigation, Maritime Traffic Facilities Division, Korea, 2006 (in Korean).
- [6] ARM, Cortex - M3, Technical Reference Manual, Revision : r1p1, June 2007.
- [7] Telit Wireless Solution, BCM(BSM)-860S /1860, Programmer's Guide Ver 1.0.6, Telit Wireless Solution, 2011, (in Korean).
- [8] Motorola, iO270 iDEN OEM Software Developer's Guide, Motorola, 2011.
- [9] How Wireless and Navigation, RM-150 VHF Modem - Product Manual, <http://www.skysweep.com/> Accessed May, 2011.
- [10] Joong Sung Jeon, "A study on the hybrid communication system to remove the communication shadow area for controller system of navigational aids", Journal of the Korean Society of Marine Engineering, vol. 37, no. 4, pp. 409-417, 2013 (in Korean).

[1] COMAR Subcommittee, Report of the COMSAR subcommittee, International Maritime