

안정화 위성 추적 안테나용 ACU의 설계 및 구현에 관한 연구

정 성 수* · 황 승 욱**

A Study on the Design and Implementation of an Antenna Control Unit for Stabilized Satellite Antenna

Sung-Soo Jung* · Seung-Wook Hwang**

Abstract

With increasing the demand for the distribution of information, the use of satellite communications having merits in breadth, efficiency and speedy of construction Network, and the facility of a movement has been increasing exorbitantly. As the result of that, the mobile terminal used in satellite communication station has been also researched actively.

In order to use satellite broadcasting and communication service on a navigating ship, the antenna should always point to the satellite. There are two types of stabilization control which maintains the point-angle of a satellite according to the changing position and movement of ship. One is Passive Control which maintains a horizontality by the inertia of Fly Wheel. The other is Active Control which compensates the movement of ship directly by driving the actuator attached on the shaft of the antenna after sensing the movement of a ship. Initially Fly Wheel type was commonly used, but recently the Active Control is mostly used due to the development of electronic and control technology.

The purpose of this research is satellite tracking antenna system using active stabilizing method. This system can be largely separated into three blocks which

* 한국해양대학교 제어계측공학과 석사과정

** 한국해양대학교 자동화·정보공학부 교수

is SAP (Stabilized Antenna Pedestrial), PCU (Pedestrial Control Unit) and ACU (Antenna Control Unit). SAP, the part which is the mechanical structure of the antenna, consists of the driving part, the dish of the antenna and LNB (Low Noise Block). PCU measures the movement of a ship with the sensor and performs the functions of the stabilization and tracking satellite which maintains the satellite pointing angle of the antenna in real-time by controlling the driving part in SAP directly. ACU performs the functions, such as selecting satellites and channels, measuring the intensity of receiving satellite signal, calculates an azimuth and an elevation in real-time by obtaining the position of a ship and the information of a bow from GPS (Global Position System) and Gyro.

This thesis presents design and implementation of satellite tracking system using positive stabilizing method. And It also contains the design and the implementation of ACU, consists of the several parts which are user interface, GPS interface, Gyro interface, DBS tuner interface, PCU interface and calculating both the azimuth and the elevation of the antenna. The hardware of ACU for performing these kinds of functions was divided into control unit and functional unit. The structure of the software of ACU was implemented by designing communication flow-chart and defining the 7 states in order to control the state of PCU efficiently.

1. 서론

오늘날 정보의 유통에 대한 수요가 많아지면서 망 구성의 광역성, 회선구성 신속성 및 효율성, 그리고 이동의 용이성에서 장점이 있는 위성통신의 사용이 폭발적으로 증가하고 있다. 그 결과, 위성통신 이동 지구국에 이용되는 단말기에 대한 연구도 활발히 이루어져 왔다^{1)~3)}.

항해중인 선박에서 위성 방송 및 통신 서비스를 이용하기 위한 위성안테나 시스템에는 안테나가 항상 위성을 지향하는 기능이 포함되어야 한다. 선박의 운동은 직교 좌표축에 대한 서징(Surging), 스웨이(Swaying) 및 히빙(Heaving)의 병진 운동과 롤링(Rolling), 피칭(Pitching) 및 요잉(Yawing)의 회전 운동 등 6 자유도 운동 성분으로 모델링 할 수 있다.^[1] 선박용 위성 안테나 시스템은 항해중인 선박의 6자유도 운동을 실시간으로 보상하며 안테나가 실시간으로 위성을 지향하도록 하는 안테나 안정화 제어기능과 다양한 위성의 전송주파수 및 채널을 수신할 수 있는 기능이 포함되는 고도의 제어 및 통신기술을 요하는 복합 시스템이다.

선박용 안정화 위성 안테나(Stabilized Satellite Antenna)는 국제해사위성(INMARSAT : International Maritime Satellite)을 이용하여 선박간 혹은 육상과의 통신 단말기 및 직접방송위성 (DBS : Direct Broadcasting Satellite)의 수신을 위한 위성TV 단말기에 사용되고 있다¹⁾.

선박의 위치변화 및 운동에 따라 위성의 지향각을 유지시키는 안정화 제어방식으로는 플라이 휠(Fly-Wheel)의 관성을 이용하여 수평을 유지하는 수동적 제어방식과 선박의 움직임을 센서로 감지하고 안테나 축의 액츄에이터를 구동하여 선박의 운동을 직접적으로 보상하는 능동적 제어방식이 있다. 초기에는 플라이 휠 방식이 주로 이용되었으나, 최근에는 전자기술 및 제어 기술의 발달로 능동적 제어방식이 주로 이용되고 있다.

본 연구의 목표는 능동적 안정화 방식 위성 추적 안테나 시스템으로써 목표 시스템은 크게 SAP(Stabilized Antenna Pedestal), PCU(Pedestal Control Unit) 및 ACU(Antenna Control Unit)의 세 기능 블록으로 나눌 수 있다. SAP는 안테나의 기계구조 부분으로서 구동부, 안테나 Dish 및 LNB(Low Noise Block)등이 포함되며, PCU는 선박의 운동성분을 센서를 이용하여 실시간으로 계측하고 SAP의 구동부를 직접 제어하여 안테나의 위성 지향각을 실시간으로 유지시키는 안정화 기능 및 위성추적 기능을 수행한다. ACU는 위성 및 채널을 선택하고 위성 신호의 수신 강도를 측정하며, GPS(Global Positioning System) 및 자이로컴퍼스로부터 선박의 위치 및 선수 정보를 획득하여 안테나의 방위각과 양각을 실시간으로 계산하고, PCU에 필요한 제어변수를 제공하는 기능을 한다^{3) 5)}.

2. 목표 안테나 시스템 및 ACU의 기능

본 논문은 능동적 제어방식을 갖는 안정화 위성 안테나용 ACU의 설계 및 구현에 관한 내용이다. 목표된 안테나 시스템은 그림 2.1과 같이 SAP, PCU, 그리고 ACU의 세 부분으로 나뉜다.

안테나의 기계 구조 부분인 SAP는 3축 구조로써 방위(Azimuth)축, 경사(Pitch)축, 회전(Roll)축 및 이를 구동하는 3개의 구동부와 파라볼라 안테나 및 LNB 등으로 구성된다^{3) 5)}.

SAP의 안정화를 담당하는 제어부인 PCU는 센서부, 제어부, 그리고 모터 구동부로 구성되어 있고, 선박의 운동 성분을 각속도 센서와 경사 센서를 이용하여 실시간으로 계측하고, SAP 구동부를 직접 제어하여 안정화시키고, ACU로부터 위성추적에 필요한 정보를 받아 안테나의 위성 지향각을 유지시키는 역할을 한다.

목표 시스템에서 ACU가 가져야할 기능은 시스템과 사용자간의 정보소통을 위한 사용자 인터페이스, GPS를 이용한 선박의 위치정보 획득을 위한 GPS 신호수신 및 처리기능, 선박의 heading 정보를 검출하기 위한 자이로컴퍼스 신호처리기능, 사용자에 의한 위성 및 채널 선택을 가능하게 하기 위한 DBS 튜너 구동기능, 선박의 위치 및 heading 정보로부터 목표위성의 방위각, 양각의 실시간 추출기능 및 PCU에 제어변수를 전달하거나 PCU의 상태를 전달받기 위한 통신기능이 필요하다.

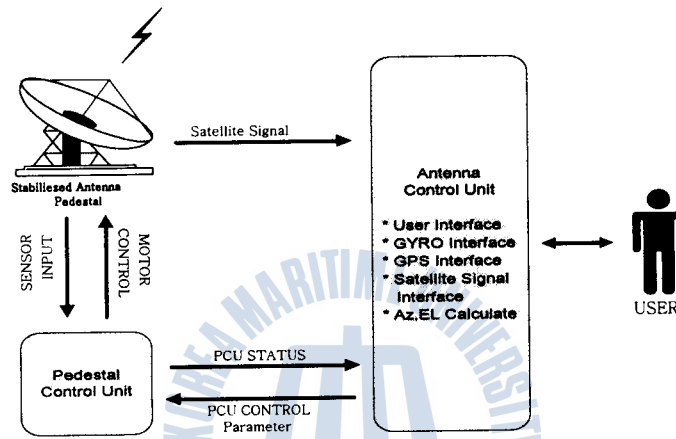


그림 2.1 안정화 위성 안테나의 구성

이러한 기능을 수행하기 위하여 ACU 하드웨어 구조는 SAP와 PCU, 그리고 ACU의 동작상태 및 실행오류, 선박의 위치와 heading 정보를 나타내고 사용자에 의한 정보의 입력 혹은 시스템 설정 기능을 구현하기 위하여 VFD와 LED 및 키 인터페이스로 구성하고, 위성 안테나의 위치로부터 위성까지의 지향각, 즉 방위각과 양각의 계산에 필요한 선박의 위치 정보(위도,경도)와 heading 정보를 추출하기 위한 GPS 인터페이스 및 자이로 컴퍼스 인터페이스, 위성 및 채널 선택과 위성 신호의 수신강도를 측정하여 위성 추적 및 정밀 추적(Tracking)을 보조하는 기능을 수행 위한 DBS 튜너 인터페이스, 그리고 PCU와 통신부로 구성하는 것이 바람직하다.

3. ACU의 설계 및 구현

ACU는 여러 기능을 수행하기 위해서 고속의 연산속도를 필요로 하므로 32비트 프로세서를 채택하여 ROM-DOS를 내장하게 하여 사용하였다. 사용자 인터페이스는 표 시기로 20자×2줄의 VFD와 상태를 표시하기 위한 4개의 LED로 구현하였다. 자이로

인터페이스는 신호의 엔벨로프 성분을 검출하고 각 신호의 SIN, COS신호를 추출하도록 OP-AMP회로와 A/D변환회로로 구현하였다. GPS인터페이스는 NMEA-0183형식으로 위치정보를 제공하는 기존의 기기를 인터페이스 하도록 구현하였고 위성신호의 세기를 측정하기 위하여 DBS 튜너를 사용하였다. PCU와의 통신기능은 선박상부에 위치하는 SAP와 PCU와의 통신을 위해 RS-422를 사용하였다.

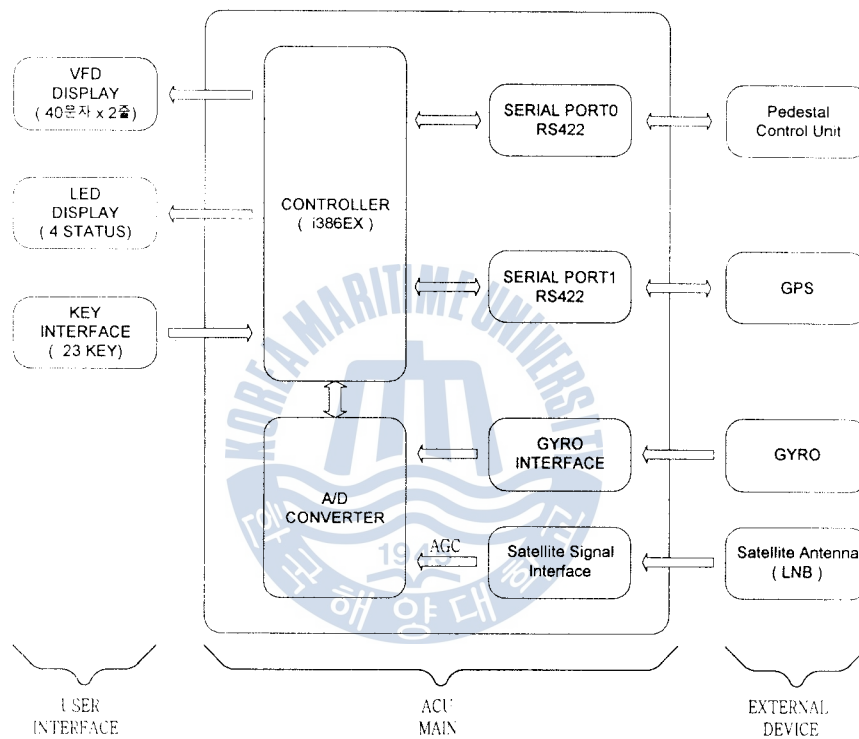


그림 2.2 ACU 블록도

4. 구현된 ACU의 실험 및 검토

구현된 ACU를 이용하여 자이로컴퍼스의 신호처리 실험, 위성신호 수신강도를 이용한 지향성 실험 및 PCU와의 상호연결을 통한 통합시스템의 위성 추적 성능시험들을 수행하였다. 그림 4.2는 통합시스템의 실험환경을 나타낸 것이다. 자이로컴퍼스 신호처리 실험결과, 상용 자이로컴퍼스 시스템과 동일한 결과를 얻었다.



그림 4.1 구현된 ACU H/W 사진



그림 4.2 실험환경

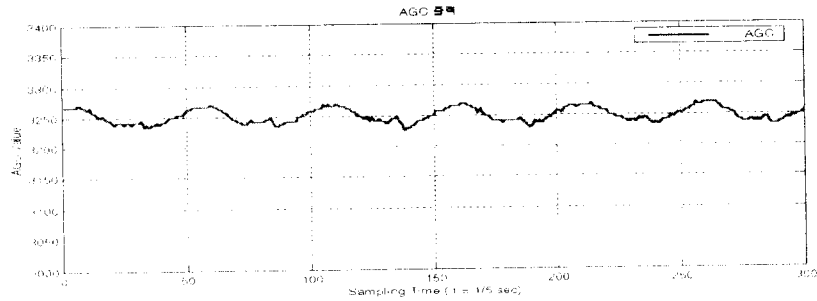


그림 4.3 30° / 4 sec 속도에서의 AGC

지향성 실험결과 1M의 직경을 갖는 파라볼라 안테나에서 약 $\pm 1.5^\circ$ 의 지향각 오차가 허용되며, 그림 4.3은 선박운동 시뮬레이터를 롤링 및 피칭을 각각 30° / 8 sec, 30° / 4 sec로 동작시키며 실험한 것으로 AGC 측정결과 안정된 수신가능 값인 3000이상을 유지하였다. 목표시스템과의 통합실험결과 안정된 수신 결과를 얻을 수 있었으며 구현된 안테나 시스템은 실용화가 가능하리라 생각된다.

5. 결론

본 논문은 안정화 위성 안테나용 안테나 제어 부(ACU)의 설계 및 구현에 대한 내용으로서, ACU가 가져야할 기능에 대한 연구 및 구현과 관련 하드웨어를 설계 및 구현하였다.

구현된 ACU는 사용자 인터페이스부, GPS 인터페이스, 자이로컴퍼스 인터페이스, DBS 튜너 인터페이스, PCU 인터페이스, 안테나의 방위각 및 양각 계산부분으로 구성 되어 있다. 주 제어기로서 내장형 제어기인 인텔 i386EX 프로세서를 사용하고 ROM-DOS를 내장하모듈 하였으며, AD 변환기로서 12비트 분해능을 갖는 MAX197을 사용 하였다.

구현된 ACU의 자이로컴퍼스 인터페이스 실험, AGC에 의한 안테나 지향성 실험을 하였고, 목표 안테나 시스템과의 통합시험을 통하여 위성 방송을 수신하는 실험을 하였다. 실험 결과 자이로컴퍼스 인터페이스는 상용 자이로컴퍼스 인터페이스와 비교하여 동등한 성능을 가지는 것을 확인하였으며, AGC의 측정 결과 안테나의 지향각이 방위각 $\pm 1.5^\circ$, 양각 $\pm 1.25^\circ$ 의 범위를 가지며, 목표 시스템의 통합시험 결과 30° / 4 sec 까지 안테나가 지향각을 유지하였다. 실험결과 구현된 ACU는 목표 안테나 시스템의 부분으로서의 요구되는 기능을 수행하였다.

앞으로 실용화를 위하여 ACU의 기능과 하드웨어 설계를 개선하고 목표한 안테나 시스템의 실제 선박에서의 테스트과정을 거쳐 작동의 안정성과 사용자의 편의성에 관하여 보다 깊이 연구하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 최병하, 衛星通信一般과 海事衛星通信, 키 출판사, pp9-18, 1991
- [2] 홍완표, 인공위성과 위성통신, Ohm사, pp48-56, 1994.
- [3] 오정환, “선박용 위성안테나의 페디스틀 제어기 설계에 관한 연구”, 경남대학교 박사학위논문, p5-22, 1998
- [4] 안양근, “선박용 위성안테나의 Stabilized Pedestal 구조와 제어 알고리즘의 설계 및 구현에 관한 연구”, 한국해양대학교 석사학위논문, pp1-15, 1997
- [5] 고운용, “Stabilized 위성 안테나용 Pedestal 제어 장치의 설계 및 구현에 관한 연구”, 한국해양대학교 석사학위 논문, pp10-16, 1998
- [6] Sea Tel Inc, SEATEL Immarsat-B Stabilized Antenna Manual, 1995
- [7] Frank Baylin, 1995/96 World satellite yearly 3rd edition, baylin publications, 1995
- [8] Intel®, Intel 386tmEx Embedded microprocessor user's manual, Intel
- [9] Datalight.Inc, ROM-DOS Developer's Guide, Datalight.Inc
- [10] Datalight.Inc, ROM-DOS User's Guide, Datalight.Inc
- [11] 공인욱, 차진우, 인텔 80386EX(마이크로로보트 제작), Ohm사, pp3.3-3.6, 1997
- [12] 노병욱, 센서공학, 동일출판사, pp87-89, 1994
- [13] Benjamin C.Kuo, Automatic Control Systems, PRENTICE HALL, pp147-170, 1993
- [14] Sharp Inc., Sharp DBS Tuner Application Note, Sharp Inc.
- [15] National Marine Electronics Association, NMEA 0183 Standard for Interfacing Marine Electronic Devices, NMEA, 1992