

상용 초정밀 관성항법시스템용 윈도우즈 운영체제 기반 CDU(Control Display Unit) 설계

*김정원, **신대식, ***황동환, ****이상정, *****박용운

A Windows Operating System based Control Display Unit for a Commercial High Precision Inertial Navigation System

Jeong Won Kim, Dae Sik Shin, Dong-Hwang Hwang, Sang Jeong Lee, Yong Woon Park

Abstract - This paper designs a CDU(Control Display Unit) for commercial high precision INS(Inertial Navigation System). The CDU is designed using GUI(Graphic User Interface) programming running on Windows operating system. Since the designed CDU provides standard functions of the Windows operating systems and has a modular structure, it is easy to modify and extend. The CDU has been interfaced to the H-726 INS, from which it's usefulness can be seen.

Key Words :Control Display Unit, Inertial Navigation System

1. 서론

관성항법시스템은 1940년대에 소개된 이후 전투기, 군함, 전차등과 같은 군용 장비 외에도 민간 항공기, 선박 등에 널리 적용되고 있는 대표적인 항법 시스템이다. 관성 항법 시스템은 연속적이고 빠른 항법 정보 제공, 외부 환경에 강인한 장점을 가지고 있어 많은 분야에서 사용되고 있고 Honeywell, Northrop등의 회사에서는 다양한 종류의 관성항법시스템을 제작 판매하고 있다. 일반적으로 상용 관성 항법 시스템은 관성 센서와 항법 컴퓨터 등으로 이루어진 패키지 형태이고 운용자가 이를 사용하기 위해서는 CDU(Control Display Unit)라는 장비를 통하는 것이 일반적이다[1].

CDU는 항법 시스템의 데이터를 운용자에게 표시하고 항법 시스템의 내장 컴퓨터와의 인터페이스를 제공하는 역할을 수행하는데 초기값을 항법 컴퓨터에 로드하는 기능, 항법 시스템 동작 모드 변경 명령, 항법 컴퓨터에서 계산한 항법 데이터를 표시하는 기능 및 항법 컴퓨터가 시스템의 고장 진단을 수행한 결과를 고장 코드(malfunction code)를 통하여 표시하는 기능 등을 수행한다. CDU에 부착된 키보드등을 이용하여 초기 위치, 자세 등의 정보와 명령을 입력할 수 있으며 이러한 정보는 인코딩 되어 항법 컴퓨터의 입출력 인터페이스에 전달된다[1][2].

일반적으로 CDU는 관성항법시스템을 제작한 회사에서 공급하며 주로 입력장치인 키보드, 데이터를 표시하기 위한 모니터와 항법 시스템과의 통신을 위한 통신 포트가 결합된 휴대용 컴퓨터(portable computer)형태를 가진다. 이러한 CDU 장비는 보통 가격이 비싸고 사용자가 자유롭게 보수하거나 기능을 추가하는 것이 용이하지 않다.

본 논문에서는 고가의 장비 없이 저가로 구현이 가능하고 기능 확장 및 변경이 용이한 윈도우즈 운영체제 기반 CDU를 제안한다. 제안하는 CDU는 사용자 인터페이스부, 메시지 해석 및 데이터 처리부, 관성항법시스템과의 통신 인터페이스부로 구성된다. 사용자 인터페이스부는 메뉴시스템과 그래픽 디스플레이로 구성되어 메뉴시스템을 통해 관성항법시스템과 CDU에 제어명령을 입력하고, 관성항법시스템의 항법결과를 그래픽으로 디스플레이 하도록 구성한다. 메시지 해석 및 데이터 처리부는 관성항법시스템에 대한 CDU의 제어명령을 처리하여 통신 인터페이스에 전송하고, 관성항법시스템의 응답을 처리하여 사용자 인터페이스로 전송 하도록 구성 하였다. 통신 인터페이스부는 CDU의 제어 명령 및 관성항법시스템의 항법결과 데이터를 송·수신 하도록 구성한다. 각각의 모듈 간에는 윈도우 표준함수를 사용하여 프로그램의 수정이 필요할 시에는 해당 모듈만을 변경할 수 있도록 설계한다.

본 논문의 전체 구성은 다음과 같다. 2절에서는 CDU 설계시 요구 사항과 구현한 CDU의 전체 구조에 대하여 서술하였다. 3절에서는 제안한 CDU를 적용할 H-726 MAPS(Modular Azimuth Position System)의 특징과 구현한 CDU의 성능을 검증한 결과를 서술하였고 마지막으로 결론을 맺었다.

2. CDU의 요구 사항 및 구성

2.1 CDU 설계시 요구 사항

상용 관성항법시스템용 CDU의 설계시에는 여러 가지를 고려해야 하는데 첫째는 관성 항법 시스템의 동작 모드를 변경하고 필요한 기능을 활성화 시키거나 비활성화 시킬 수 있어야 한다. 이것은 대상이 되는 관성 항법 시스템이 포함하고 있는 모드나 기능에 따라 달라지나 일반적으로 시작, 종료 명령 수행, 초기 위치 입력, 초기 정렬 모드, 항법 모드 변경 등을 포함하고 있다.

둘째는 CDU 및 항법 시스템 운용에 필요한 명령 입력과 항법 시스템의 출력 결과를 사용자가 손쉽게 사용하고 인식할 수 있도록 하는 기능을 포함해야 한다. 이것은 GUI를 통하여 이루어 질수 있다.

저자 소개

- * 忠南大學校 電子工學科 博士課程
- ** 忠南大學校 電子工學科 碩士課程
- *** 忠南大學校 電氣·情報通信工學部
- **** 忠南大學校 電氣·情報通信工學部
- ***** 國防科學研究所 責任研究員

셋째는 CDU의 기능의 변경 및 확장에 용이한 구조를 가져야 한다. 이를 만족하기 위해서 각각의 기능은 모듈화된 구조로 설계하여야 한다. 윈도우를 기반으로 한 GUI 프로그램은 구조적으로 SDI(Single Document Interface)와 MDI(Multiple Document Interface)나눌 수 있는데 SDI는 제공하고 하는 정보를 하나의 윈도우에 나타내는 구조인 반면 MDI는 각각의 기능을 하나의 주 윈도우와 여러개의 부윈도우에 구현하는 구조이다. 프로그램의 유지 보수를 용이하게 하기 위해서는 MDI구조를 채택하는 것이 유리한 것으로 알려져 있다. 본 논문에서는 MDI구조를 채택하였다[3][4].

2.2 CDU 구성

CDU는 사용자 인터페이스부, 메시지 해석 및 데이터 처리부, 관성항법시스템과의 통신 인터페이스부로 구성된다. 사용자 인터페이스부는 메뉴시스템과 그래픽 디스플레이로 구성되어 메뉴시스템을 통해 관성항법시스템과 CDU에 제어명령을 입력하고, 관성항법시스템의 항법결과를 그래픽으로 디스플레이 하도록 구성한다. 메시지 해석 및 데이터 처리부는 관성항법시스템에 대한 CDU의 제어명령을 처리하여 통신 인터페이스에 전송하고, 관성항법시스템의 응답을 처리하여 사용자 인터페이스로 전송 하도록 구성한다. 통신 인터페이스부는 통신을 담당하는 부분으로 운용명령을 대상 항법 시스템에 적합한 형태로 인코딩하여 송신하고 실시간으로 수행한 항법 결과 데이터를 수신하고 디코딩하는 기능을 담당한다. CDU의 전체 구성도를 그림 1에 나타내었다.

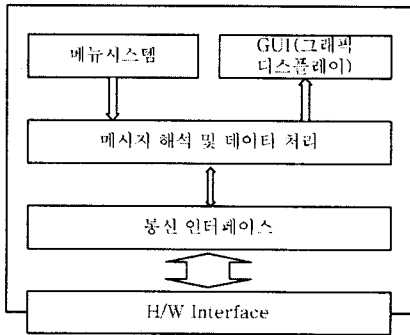


그림 1. CDU의 구성도

CDU는 관성항법시스템의 시작에서 종료까지 각 단계의 동작을 관장하고 관성항법시스템으로부터 수신한 데이터를 표시해야 하므로 전체 운용 순서는 관성 항법 시스템의 동작을 고려하여 설계하여야 한다. 관성항법시스템의 기본적인 동작을 그림 2에 나타내었다.

관성 항법은 크게 초기 정렬과 순수 항법으로 구성되는데 초기 하드웨어의 동작 점검을 위하여 BIT(Built-In-Test)기능을 수행한다. 시스템이 시작되면 BIT를 통해 자체 점검 결과를 출력하고 CDU는 이를 표시하여 사용자가 다음 운용 모드를 선택할 수 있게 한다. 초기 정렬 단계에서는 초기 정렬 수행 전에 CDU는 항법 시스템의 초기 위치 정보를 전송한다. 이때 CDU는 초기 위치 외에 정렬 시간 등을 전송할 수도 있다. 초기 정렬 단계에서는 초기 정렬 결과와 남은 시간을 표시하여 사용자가 인식할 수 있도록 한다.

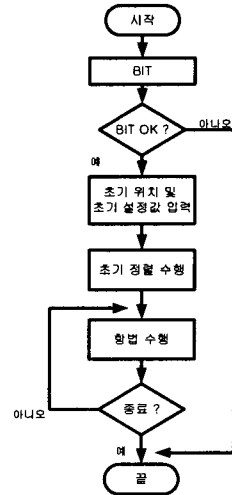


그림 2. 관성 항법 시스템의 기본적인 동작

초기 정렬 이후 항법 시스템은 자동으로 항법을 수행하고 CDU는 출력되는 항법 결과를 그래픽과 문자를 이용하여 표시한다. 항법 수행 중에도 종료, 항법 시스템 상태 정보 요구 등의 명령을 수행하도록 한다. 그림 3은 CDU의 전체 운용 과정을 나타내고 있다.

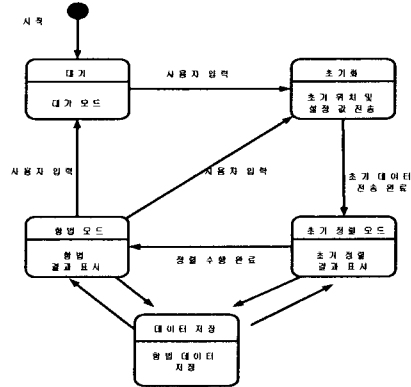


그림 3. CDU 동작 상태도

3. H-726 MAPS용 CDU

본 논문에서 제안한 CDU를 검증하기 위하여 Honeywell사의 관성항법시스템인 H-726 MAPS에 제안한 CDU 설계 방법을 적용하였다. H-726은 항법등급(navigation grade)의 관성항법시스템으로 미국의 자주포인HIP(Howitzer Improvement Program)의 항법 및 포 자세 센서로 개발되었다[5].

3.1 H-726 MAPS의 특징

H-726은 SDCL, RS-422를 기반으로 반 이중 통신 방식(Half Duplex)을 사용한다. H-726은 CDU의 모드 변경 명령, 상태 정보 또는 항법 정보 요구 명령에 대하여 응답하는 형태로 동작한다. 명령 메시지와 응답 메시지의 형태는 그림 4와 같다.

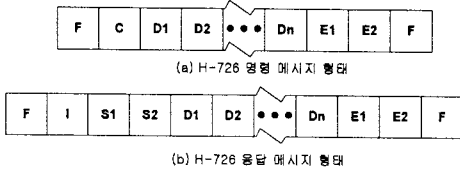


그림 4. H-726 메시지 포맷

명령 메시지와 응답 메시지는 유사한 구조를 가지고 있다. 메시지 앞과 뒤에 플래그(0x7E)가 붙어 있고 시작 플래그 뒤에는 1 바이트의 명령 코드 또는 응답 코드가 부가된다. 명령 코드와 응답 코드는 일대일로 대응된다. 명령 메시지는 명령 코드 외에 데이터와 오류 검사 코드(CRC-CCITT)도 포함한다. 응답 메시지는 항법 시스템의 상태 정보를 포함하고 있다[5].

3.2 CDU구현 및 검증

CDU의 사용자 인터페이스부는 시스템 메뉴 및 데이터 표시를 위한 윈도우로 이루어진다. 그림 5는 CDU의 시스템 메뉴를 나타낸다. 시스템 메뉴는 풀-다운(Pull-Down)방식으로 구성하였다. CDU의 메뉴 중 H-726에 대한 명령은 두 가지로 메뉴로 구성된다. H-726의 모드나 동작을 변경시키는 제어 명령과 상태 정보나 항법결과 등을 요구하는 데이터수신 명령으로 나뉜다.

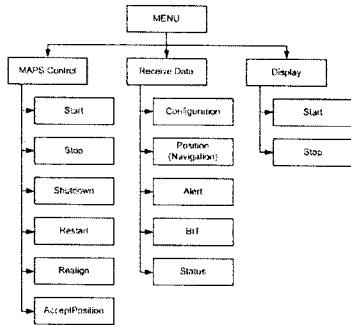


그림 5. CDU 메뉴 구성

데이터 표시 윈도우는 그림 6과 같이 위치, 속도, 자세 데이터를 표시하는 항법 데이터 표시 윈도우, H-726의 동작 모드 및 상태를 표시하는 윈도우, CDU의 통신 상태 및 데이터 저장 등의 상태를 나타내는 윈도우로 구성하였다.

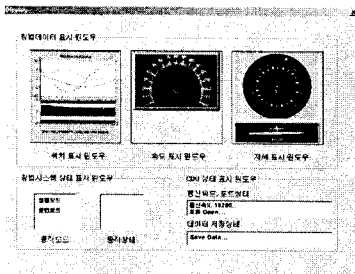


그림 6. 데이터 표시 윈도우 구성

H-726은 SDLC, RS-422통신 방식을 이용하므로 구현시 상용 SDLC PCMCIA 카드를 이용하였다. 통신 인터페이스

부는 반 이중 통신 방식으로 구성하였고 데이터 수신 검사 쓰레드를 이용하여 데이터를 수신한다. 메시지 생성 및 데이터 처리부는 그림 4에 나타난 메시지 형태에 대한 생성 및 해석 루틴을 구현, 이 루틴은 메시지를 포맷에 맞게 생성하고 해석하는 것 외에도 데이터의 단위 변환, 좌표 변환 등의 계산도 포함하고 있다.

H-726과의 연동 실험에 앞서 CDU의 성능 검증을 위하여 실험용 간이장비를 이용하여 그림 7과 같은 SDLC 통신 실험을 수행하였다.

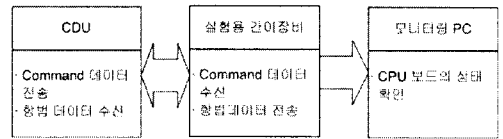


그림 7. CDU와 실험용 간이장비간의 SDLC통신 실험

그림 5에 나타난 CDU의 메뉴 구성에 따라 CDU와 실험용 간이장비간의 SDLC 통신 실험을 통하여 데이터의 입·출력 상태를 확인하였다. 수행한 실험 환경은 CDU와 H-726간의 데이터 입·출력 상태와 같이 하였고, SDLC 기반의 반 이중 통신방식을 사용하였다. 또한 모니터링 PC를 통하여 실험용 간이장비의 데이터 수신 및 전송 상태를 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서는 상용 관성항법시스템을 위한 윈도우즈 운영 체제 기반 CDU 설계 기법을 제시하였다. 또한 실제 상용 관성항법시스템 H-726 MAPS를 대상으로 제안한 CDU의 성능을 검증하였다.

제안한 CDU는 사용자가 쉽게 조작하고 인식하도록 메뉴 시스템과 항법결과를 그래픽 디스플레이 기반으로 설계하였고, 각각의 인터페이스 간에는 모듈화하여 프로그램의 수정이나 기능 변경을 용이하도록 하였다.

CDU의 성능검증을 위하여 H-726과의 연동 실험에 앞서 실험용 간이장비와의 SDLC 통신 실험을 수행 하여 CDU와 보드간의 데이터 입·출력 상태를 확인 하였다. 수행한 실험 환경은 CDU와 H-726간의 데이터 입·출력 상태와 같이 하였고, SDLC 기반의 반 이중 통신방식(Half Duplex)을 사용 하였다. 앞으로 H-726과의 연동 실험을 통하여 제안한 CDU의 성능 평가를 수행할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] G. M. Siouris, *Aerospace Avionics Systems*, Academic Press, San Diego, California, 1993.
- [2] C. R. Spitzer, *The Avionics Handbook*, Editor, CRC press, Boca Raton, Florida, 2001.
- [3] S. Stanfield, *Visual C++ How to*, 예프원, 서울, 1996.
- [4] 이상엽, *Visual C++ Programmable Bible*, 영진출판사, 서울, 1997.
- [5] *Modular Azimuth Position System Technical Description*, Honeywell, Military Avionics Division, Florida. 1989