

스마트무인기 임무계획/통제시스템 개발

Development of Navigation Bay for Smart UAV

김중욱*, 배진근**, 권기한***

1. 서론

임무계획/통제시스템은 비행체를 통제하는 비행통제장치와 영상을 조종하고 분석하는 영상조종장치의 역할을 일부 담당하며 비행을 계획하고 분석하는 장비로서 비행의 전체임무를 통제하고 관리하는 시스템이다.

임무계획통제장치는 디지털 지도를 이용하여 가시선(LOS) 분석 및 비행항로 분석, 지형충돌 분석, 제한구역 설정, 귀환지역의 설정 등 임무계획을 수립하고, 수립된 임무계획을 수정하는 기능을 한다. 스마트무인기를 위한 임무계획/통제시스템은 이중화의 개념을 적용하였다. 임무계획/통제시스템이 비행통제기능을 수행하기 위하여 자동비행조종을 위한 노브 인터페이스와 비행모드제어를 수행하는 터치패널이 설치되어 비행통제장치가 동작하지 않을 때 비행임무를 수행할 수 있도록 설계 하였다.

2. 시스템 구성

임무계획/통제시스템 구성은 하드웨어적으로 상하부 모니터와 임무계획통제 컴퓨터, 실시간 제어컴퓨터, Knob 인터페이스, 터치 패널로 구성되며 소프트웨어는 임무계획도시컴퓨터에서의 임무계획도시 소프트웨어, 비행통제도시

소프트웨어, 네트워크 소프트웨어, 실시간 제어 소프트웨어로 구성되어 있다.

2.1 하드웨어 구성

임무계획통제장치는 하우징조립체(콘솔 기구물), 상부모니터조립체, 하부모니터조립체, 임무계획통제 컴퓨터조립체, 임무계획통제장치 운용자조종조립체, 신호분배기로 구성되며, 각 구성품들은 인체공학적으로 설계 제작된 전용 하우징조립체(콘솔 기구물)에 장착된다

비행통제시스템[1]과 영상조종장치는 네트워크로 연결되어 통신한다. 또한 각 장비와는 네트워크로 연결하여 비행데이터를 송수신하며 획득된 정보를 가공하여 공유한다. 그림 1.에 임무계획/통제장비 구성도를 보여주고 있다.

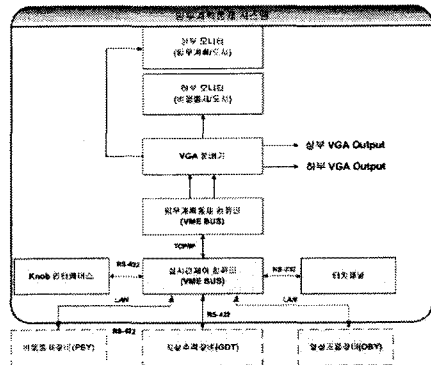


그림 1. 하드웨어 구성도

* 한국항공우주연구원

** 유콘시스템

*** STX 레이다시스 (주)

2.2 콘솔

콘솔은 설치환경에 따라 다양한 공학기준을 요구받고 있으며, 설계에 있어서 기본적으로 검

도되어야 할 항목은 형상설계와 공학설계로 크게 나눌 수 있다. 콘솔의 형상 및 규격은 인체공학(Human Engineering) 설계기준인 MIL-STD-1472F[1]를 따르고 있다. 공학설계는 강도설계와 열유동 설계, 충격 및 진동설계, EMI설계가 요구된다,

구성품은 신호처리용 랙(Rack), 모니터, MMI 장치가 모듈별로 탑재되는 것이 일반적이다. 따라서 장비의 특성과 환경에 적합한 조건을 갖춘 제품을 적용하는 것이 중요하다.

스마트무인기 전시콘솔의 기본구성은 그림 2와 같이 모니터 조립체와 운전자조작기 조립체 그리고 하부구조물 조립체로 크게 구성되며, 전시기의 형상은 인체공학기준을 참고하고 있다[2].

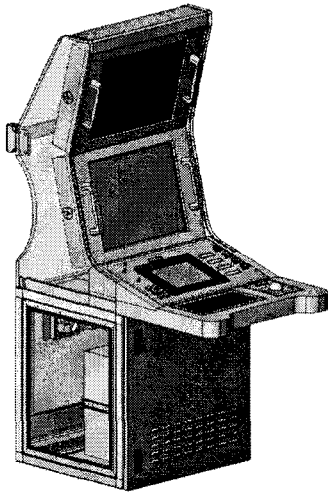


그림 2. 3차원 모델링 형상

2.3 소프트웨어 구성

임무계획/통제시스템의 소프트웨어 구성은 비행통제 소프트웨어(PCD), 임무통제도시 소프트웨어(MCD), 영상도시소프트웨어(IMG), 실시간 제어 소프트웨어(RTS), 네트워크 소프트웨어(NET)로 구성된다. 임무계획도시 소프트웨어와 비행통제도시 소프트웨어, 네트워크 소프트웨어는 상호 메시지 데이터를 공유하며 지상영상장비의 지도도시 소프트웨어와 영상도시 소프트웨어간 임무파일들은 TCP/IP Protocol을 사용

하여 데이터 통신을 수행하며, 또한 메시지 데이터, 각종 비행 상태들은 UDP Protocol을 사용하여 네트워크 통신으로 데이터를 상호 공유한다.

2.3.1 비행통제(PCD) 소프트웨어

비행통제도시 소프트웨어는 임무계획도시 소프트웨어와 네트워크 소프트웨어를 이용하여 비행체에 장입되는 모든 데이터를 공유하여 업데이터 및 업로딩하며 비행체에서 수집되는 비행데이터를 실시간 공유 메모리에 저장한다. 그리고 실시간 제어 소프트웨어와는 TCP/IP Protocol을 사용하여 비행데이터 업다운 링크와 통신장비 및 안테나 데이터의 업다운 링크를 수행한다[1].

2.3.2 임무계획통제(MCD) 소프트웨어

임무계획통제 소프트웨어는 디지털 지도상에서 임무계획을 수립하고 임무통제장비 및 사전비행 데이터, 초기화 데이터 회수 데이터, 항로점 데이터를 비행통제 소프트웨어에 보내주고 비행통제 소프트웨어에서 무인항공기에 탑재할 수 있도록 한다. 또한 임무계획에 따른 각 비행루트는 지형고도 데이터(DTED)를 이용하여 가시선을 분석하며 비행 시 고도 및 통신에 문제가 없는지를 종합 검토할 수 있도록 하고 임무계획을 수정보완 할 수 있게 한다. 그리고 디지털 지형고도 데이터를 이용하여 디지털 지도상에 지형고도 분포에 따라서 색상을 서로 다르게 채색하여 도시하며, 디지털 지도상에서 임무계획을 메뉴나 팝업메뉴 또는 툴바를 이용하여 장비 설정, 위험구역 설정, 항공관제구역 설정, 통제권 이양구역 설정, 작전구역 설정, 노트 설정을 수행하는데 그림은 색상과 선굵기 분석범위들을 고급설정에서 수정가능 하다. 임무수행 중에는 제한구역 침범이나 작전구역 이탈, 정찰용무인항공기의 통제권이양구역의 일정고도 이탈경고를 실시간 분석하고 비행조종 소프트웨어에 전달하여 화면에 도시하도록 한다.

2.3.3 실시간제어(RTC) 소프트웨어

지상장비 GCS의 비행통제컴퓨터 부분과 GDT의 인터페이스컴퓨터 부분에 업링크와 다운링크 데이터가 서로 실시간으로 송수신할 수 있게끔 연결시키는 프로그램이다(그림 3). 또한 주변장치를 제어하고 명령을 수집하여 재 포맷하여 비행체를 제어할 수 있다. 인터페이스 프로그램에서는 각각의 기능을 수행할 수 있는 명령을 Package로 구분하여 프로그램의 운용과 관리를 효율적으로 할 수 있다.

그리고 운용모드는 Pilot과 Bit 모드로 나눌 수 있으며 세부적으로Pilot모드에서 설정할 수 있는 모드는 스틱, 노브, 스틱 & 노브, 사전계획, 점 항법, 카메라 유도, 발사준비 등의 모드를 선택할 수 있으며 이러한 모드는 병렬적으로 동작하기 때문에 하나를 선택하면 나머지는 설정되어 있더라도 모드가 풀리게 된다.

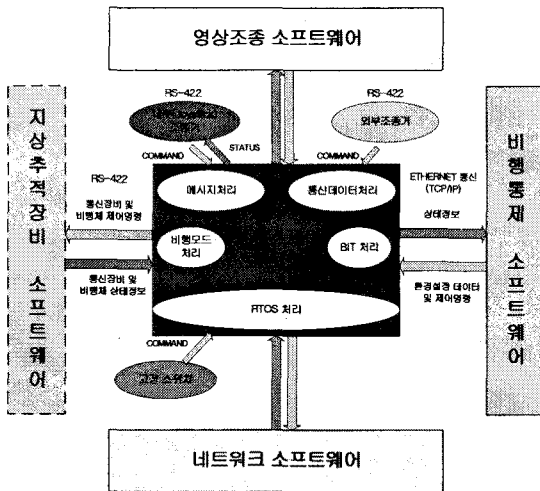


그림 3 실시간 제어 소프트웨어 구성

2.3.4 네트워크 소프트웨어

네트워크 소프트웨어는 비행통제도시 소프트웨어와 임무계획도시 소프트웨어, 영상도시소프트웨어와 공유메모리로 데이터를 공유하며, 또한 네트워크 통신으로 실시간제어 소프트웨어와 비행데이터를 실시간으로 송수신 한다.

2.3.5 영상도시 소프트웨어

영상도시 소프트웨어는 네트워크 소프트웨어를 통하여 비행데이터와 계산된 정보를 공유하며 주로 영상과 지도사이의 메시지 데이터를 공유하게 된다. 또한 정지영상을 획득하여 분석하고 데이터베이스에 저장관리 한다.

3. 시스템 기능

임무계획 통제기능은 크게 임무계획 수립 및 분석으로 구분할 수 있다. 임무계획 수립이란 운용자가 비행에 앞서 지도상에 무인기에 대한 운용 계획을 설정하는 것을 의미하며, 임무계획 분석은 설정된 비행계획에 대한 통신 가시선 분석, 두 지점사이의 단면도 분석 그리고 충돌 분석등을 수행한다. 또한, 스마트무인기 임무계획 통제장비의 경우 비행통제장치의 신뢰성 상실에 따른 위험도를 최대한 줄이기 위한 이증화 기능이 포함되도록 설계되어 있다.

3.1 임무계획수립 기능

임무계획 수립 기능은 크게 종합설정, 임무계획 그리고 임무상황 도시로 구분하여진다.

3.1.1 종합설정

종합설정에는 비행 전반에 대한 기능으로 구성되어 있다. 비행계획에 관련된 비행계획설정, 비행계획열기, 비행계획저장, 비행계획 편집이 있으며 비행수행을 위한 화면자동조절, 비행항적저장, 비행계획전송, 분석결과 전송이 있고, 지도화면 설정, 상세설정, 비행계획 외부입력, 비행계획 외부출력, 화면파일 저장, 프로그램 종료로 구성 하였다.

3.1.2 임무계획

비행을 위한 초기자료(이륙/착륙 위치 좌표, 기압, 고도, 외기 온도, 자기 편차, 현재 날짜, 시간, 시차, 정렬 모드), 관제장비 위치 정보를 비행임무수행전에 입력하도록 되어있다.

임무계획통제장치는 임무계획을 설정하고 수정할 수 있으며 임무계획 설정시 비행구역 설정, 제한구역 설정, 장비 설정, 비행초기화 설정, 자동귀환 설정, 항로선 설정, 항로점 설정, 귀환점 설정 기능등을 가지고 있다.

또한, 설정된 임무계획은 비행통제장치와 영상조종장치로 전송되어 동일한 임무계획을 공유할 수 있도록 설계되었다.

3.1.3 임무 상황 도시

가) 디지털 지도처리

지도화면의 확대/축소, 이동, 지도자료 관리의 기능이 있어야 하며 지도 화면을 이동할 경우에는 셀 단위로 이동하며 수동이동, 자동이동, 좌표에 의한 이동, 지명에 의한 이동, 툴바의 툴버튼에 의한 이동이 가능하며 마우스 커서가 가리키는 지점의 좌표를 표시할 수 있다. 또한, 디지털지도의 좌표계(UTM좌표계/MGRS좌표계/GP좌표계)는 선택적으로 도시가 가능해야 하며 각 좌표계는 변경이 가능하다[3].

나) 임무계획 도시

저장된 디지털 지도 위에 임무계획 정보를 중복 도시할 수 있으며 중복 도시되는 상황정보 자료(비행구역 설정, 제한구역 설정, 장비위치 설정, 항로선 설정, 항로점 설정, 귀환점 설정)를 별개의 데이터 베이스로 저장, 관리할 수 있다.

다) 임무상황 도시

임무상황을 도시하기 위하여 임무계획 화면에 현 위치와 지난 항적을 지도상에 일정시간 중복 도시할 수 있으며, 지상통신장치의 안테나 운용모드와 지향방향 및 임무장비의 촬영방향과 정찰구역을 도시할 수 있다. 임무수행에 따른 임무상황 도시는 임무계획 사항을 포함하여 전체도시 또는 선택적 도시가 가능하다.

3.2 임무계획 분석 기능

운용자나 네트워크의 요구에 따라 분석 및 계산 기능을 수행한다. 분석은 요구시 주어지는 입력 요소와 DTED 데이터, 가시선 분석 데이터, 그리고 현재 설정되어 있는 중복 도시 요소 정보를 바탕으로 이루어진다.

가) 가시선 분석

통신 장비의 위치와 DTED 데이터를 이용하여 가시선 분석을 수행한다. 분석하는데 오랜 시간이 소요되므로 대부분 임무 계획시에 수행된다. 임무 계획시에는 비행 고도별로 가시선 분석을 한다. 이는 분석 결과를 이용하여 항로를 설정할 때 사용하기 위함이다. 분석 결과는 분석 원점을 포함하는 하나의 폐 다각형이다. 분석 결과 데이터는 임무 수행 중에 가시선 확보 분석을 위하여 유지된다.

나) 3차원 투명도 관리기

DTED 관리기와 협력하여 3차원 투명도를 만들기 위한 기능을 제공한다. 많은 양의 고도 데이터를 사용하고, 투명도가 전시되는 창의 각 픽셀에 대한 색상을 설정하기 때문에 많은 시간이 소요된다. 임무 계획시에는 항로에 대하여 비행체가 비행하는 장면을 AVI 파일 포맷으로 저장하게 된다. 임무 수행중에는 비행체 방향 또는 감지기 방향에 대하여 3차원 투명도를 주기별로 보여주게 된다.

다) 표적 위치 계산

비행체에서 온 정보를 바탕으로 표적 위치 및 카메라 영역을 계산하는 기능을 담당한다. 비행체에는 고도 데이터가 없기 때문에 정확한 표적 위치를 산출할 수 없다. 따라서, 지도에 계산을 의뢰하게 된다. 지도 부분에서는 고도 데이터를 이용하여 보다 정밀한 표적 위치를 계산하게 된다. 계산된 표적 위치를 영상에 전달하고 표적 고도를 비행체에 실시간 전송한다.

라) 충돌 분석

현재 비행체의 위치를 바탕으로 충돌 분석을 수행한다. 비행체의 전방 방향에 충돌 여부가 있는지를 분석하게 된다. 비행체 전방 1.2km (고급설정) 내에 충돌 사항이 있으면 경고 메시지를 비행통제 소프트웨어에 전송한다.

마) 단면도 분석

두 지점 사이의 단면도를 분석하여 단면도 분석창에 전시한다. 임무 계획시에는 운용자가 입력한 두 지점의 단면도를 분석한다. 임무 수행 시에는 통신을 수행하고 있는 장비와 비행체 사이의 단면도 분석을 수행한다. 또한 비행체 전방 5km 부분에 대하여 단면도 분석, 점항법일 경우 단면도, 등을 수행하는 기능을 제공한다.

바) 제한구역 진입 분석

현재 비행체의 정보를 바탕으로 해서 제한 구역 진입 분석을 수행한다. 제한 구역(항공 관제 구역, 위협 지역) 여유 거리 내부에 비행체가 있을 경우에는 경고 메시지를 비행통제 소프트웨어에 전송한다.

3.3 이중화

임무계획통제장치의 임무계획통제 컴퓨터조립체는 비행통제장치의 비행통제 컴퓨터조립체의 이상 여부를 감시하고 있다가 비행통제장치의 비행통제 컴퓨터 조립체에 이상이 발생할 경우 자동으로 비행통제장치 운용자조종조립체, 외부 조종기와 연결되어 실시간으로 비행통제에 필요한 명령을 송/수신할 수 있다. 이를 위해 임무계획통제장비에 비행통제에 필수적인 터치패널 및 노브 인터페이스를 장착 하였으며, 비행체로부터 수신된 비행정보는 비행통제장치 및 임무계획통제장치에 동시에 전달되도록 설계하였다. 그러나, 비행조종의 우선권은 비행통제장치의 비행통제 컴퓨터조립체에 있다

4. 결론

무인항공기 지상통제 시스템에서 임무계획통제 시스템은 비행임무를 계획하고 통제하며, 또한 영상을 획득하고 분석하여 정보로서 활용하는 장비로서 비행 임무시 무인항공기 시스템 전체를 통제하는 장비이다. 따라서 비행임무 계획을 운용자가 쉽게 수립하고 계획된 임무가 비행하는데 문제가 없는지를 분석하여 안전한 비행임무를 수행하게끔 사전에 분석결과를 운용자에게 제공한다. 그리고 비행중 생성된 영상 정보를 실시간도시하고 정지영상으로 획득하여 비행정보 및 타겟정보를 데이터베이스에 관리함으로써 획득된 정보를 효율적으로 사용하고 관리할 수 있다. 이렇게 획득된 고급 정보는 정보를 필요로 하는 곳에 네트워크를 통하여 신속하게 제공함으로써 정보의 가치를 배가시킬 수 있으며 비행 임무를 수행하는데 업무분담을 수행함으로써 비행임무 또한 효율적으로 수행할 수 있도록 지원한다.

후 기

본 연구는 “스마트무인기 기술개발사업”과제에서 수행된 연구결과의 일부이며, 스마트무인기 기술개발사업단의 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김중욱외, “스마트무인기 비행통제시스템 개발”, 추계학술발표회 논문집, 한국항공우주학회, 2003.
2. 김중욱외, “스마트무인기 전시콘솔에 대한 연구”, 추계학술발표회 논문집, 한국항공우주학회, 2003.
- 3.] Demers, Michael N, *GIS Modeling in Raster*, John Wiely & Sons Inc, 2001.