韓國地形空間情報學會論文集 第3卷 第2號 1995年 12月 pp. 131-136

헬기의 안전운항을 위한 운항정보 시스템 개발

The Development of Helicopter Aviation Information System for Safe Flight

강 태 호* 서 성 철** 이 종 훈*
KANG, Tae-Ho SUH, Sung-Chul LEE, Jong-Hun

要 旨

본 논문에서는 헬기의 3차원 위치와 미리 입력된 지형정보를 이용하여 헬기의 안전운항을 보조할 수 있는 헬기용 통합 항법 시스템 개발에 대하여 설명한다. 개발된 헬기용 통합 항법 시스템은 수치지도영상자료 및 현위치 디스플레이, 항로설정, 설정된 항로로부터의 이격정도를 나타나는 이격거리 계산과 표시, 헬기의 안전고도 유지를 위한 지형자료의 단면도 추출 및 디스플레이, 그리고 헬기의 속도, 진행방향등의 각종 정보를 실시간으로 제공한다. 이 시스템은 헬기의 현위치 결정을 위하여 GPS 시스템을 이용하며, 현위치 표시를 위하여 1:250,000 도엽을 스캐닝하여 수치지도자료를 작성하였고, DEM 자료 부터 추출된 고도자료를 이용하여 헬기의 안전 단면도를 작성하였다. 또한 UTM 좌표, 경위도좌표, 헬기장 위치 데이타베이스, 지도상에서 검색과 입력 등 다양한 방법에 의한 항로설정기능이 제공되고, 진행방향, 진행거리 등 각종 운항정보를 시각적으로 디스플레이하며, 일관된 사용자 인터페이스를 제공하는 것을 특징으로 한다.

ABSTRACT

In this paper, We explain the development of helicopter avation information system which provides the current location and other pre-saved informations in order to guarantee the safe aviation. The systerm we developed has the functions such as displaying digital map data and current location, route planning, displaying the rate of deviation, calculating and displaying the cross sectional view through the route and providing a real-time speed, heading and other informations. In this system, we use GPS to get the current location, made the 1:250,000 digital map to display the current location and made the cross sectional view from the DEM(Digital Elevation Model) data to help safe aviation. This system provides many kinds of route setting methods by using UTM coordinates, Lati.Longi. coordinates, database of heliport location, scanned map, etc., and displaying the heading and distance. Moreover, it also has a characteristic of providing a consistent user interface.

1. 서 론

헬기는 군용으로서 뿐만 아니라 민간용으로도 그 수요가 증대되고 있다. 그러나 헬기는 다른 자동차 또는 비행기와 같은 교통 수단보다 구조적으로나 운항하는 방법에 있어서 안전성이 덜 확보되어 있는 실정이다. 따라서 헬기의 안전운항을 도와주기 위하여 하는 방법에 있어서 안전성이 덜 확보되어 있는 실정현재의 헬기 위치 및 운항 방향, 항로 이격거리, 진행거리, 안전고도 등의 정보를 자동으로 보여주는 시스

* 한국과학기술연구원 시스템공학연구소 인공지능연구부 컴퓨터비젼연구실
** 육군본부

템의 개발은 필요하다.

본 논문은 헬기의 안전운항을 보조하는 장치에 관한 것으로서, 범지구 측위 시스템(Global Positioning System : GPS)으로 부터 수신된 자료로 부터 현재의 위치 및 고도 값, 그리고 미리 입력된 지형정보를 이용하여 헬기의 운항 경로와 이탈거리, 안전고도를 시각적으로 제시함으로서 헬기의 운항 능력을 극대화 할 수 있는 헬기 정밀 통합 항법 장치에 관한 것이다. 헬기 정밀 통합항법 장치는 액정 화면(LCD Monitor)을 통해 지도 자료를 디스플레이하여 헬기의 현재 위치 및 목적지를 검색할 수 있고, 현재 위치 및 운항 경로를 제공하여 주며, 항로로부터 이탈한 이격거리 및 헬기의 안전고도 유지를 위한 단면도 및 각종 정보를 제공하는 장치로서 헬기의 전천후 운항 환경을 제공하고 운항 안정성을 향상시킬 수 있다.

2. 안전운항 요소 기술

2.1 현위치 표시

헬기는 운항 방법에 있어서 주간 운항시에는 지도와 현지를 확인 대조 후에 구간을 이동하고 있으며 자주 이용하는 구간은 고속도로, 강, 도시 등 익숙한 지형을 이용하여 지그재그 운항을 하고 있다. 특히 야간 운항은 면밀한 준비 및 고도의 훈련을 요구하므로 제한된 운항만이 이루어지고 있으므로 헬기의 최대 능력을 발휘하는데는 많은 제한이 따르고 있다. 물론 지역방송주파수 자동선국장치, 레이다 관제유도, 도플러 장비 등을 이용한 운항 방법이 있으나 이용도가 저조한 상태이다.

본 논문에서는 간단한 수신기만 갖추면 헬기의 3차원 위치 측정이 가능한 GPS 시스템을 이용하였다. GPS 시스템은 미국 국방성이 개발한 인공위성을 이용한 위치 측정 시스템으로, 지구 궤도를 돌고 있는 24개의 인공위성군으로 부터 보내오는 전파 신호를 수신하여 자신의 3차원 위치와 속도, 방향 및 시각을 자동적으로 실시간에 측정하는 고정밀 위성 항법 체계로서 날씨에 관계없이 지구상 어디에서나 하루 24시간 절대 위치 측정이 가능한 시스템으로 정식 명칭은 NAVSTAR(NAVigation Satellite Timing And Ranging) Global Positioning System이다. GPS 위성은 현재 20,000Km의 고도에서 12시간의 주기로 6개의 궤도에 각각 4개의 위성씩 24개의 위성이 존재하는데 현재 이중 21개의 위성으로만 운용중에 있다[1].

2.2 이격도 작성

설정된 항로로 부터 이탈된 정도를 나타내는 이격거리의 실시간 계산은 헬기의 안전운항을 보장하기 위한 중요한 과정이다. 설정된 항로로 부터 이탈된 이격거리를 구하는 문제는 그림 2.1과 같이 한 점 (x_0, y_0)에서 두 점 (x_1, y_1), (x_2, y_2)으로 이루어진 직선상의 가장 가까운 점 (x_3, y_3) 사이의 거리 D와 같다[2].

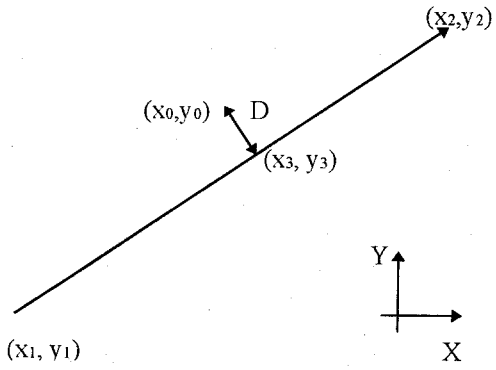

그림 2.1 항로 이격거리

(x_0, y_0)는 현위치, (x_1, y_1)은 출발지, (x_2, y_2)는 목적지, (x_3, y_3)는 항로상의 가장 가까운 위치를 나타낼때 항로를 나타내는 직선의 식 y는

$$y = ax + b$$

$$a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$b = \frac{x_2 y_1 - x_1 y_2}{x_2 - x_1}$$

과 같이 표현된다. 단 a는 기울기, b는 Y축 절편이다. 현위치 (x_0, y_0)가 항로로부터 이탈된 이격거리를 구하기 위해서는 가장 가까운 항로상의 위치 (x_3, y_3)를 먼저 구하여야 하는데 이것은 항로에 직교하는 직선의 방정식으로부터 쉽게 구할 수 있다. 이 항로에 직교하고 위치 (x_0, y_0)를 통과하는 직선의 방정식 y' 는

$$y' = -\frac{1}{a}x + b'$$

$$b' = y_0 + \frac{1}{a}x_0$$

과 같이 표현된다. 위의 두 수식으로부터 현위치에서 가장 가까운 항로상의 위치 (x_3, y_3) 및 이격거리 D는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$x_3 = \frac{x_0 + a y_0 - ab}{a^2 + 1}$$

$$y_3 = a\frac{x_0 + a y_0 - ab}{a^2 + 1} + b$$

$$D = \sqrt{(x_0 - x_3)^2 + (y_0 - y_3)^2}$$

그런데 이 수식을 이용하여 직선이 평행하거나 수직 또는 그와 유사할 때, 항로상의 위치 (x_3, y_3)를 구하는 과정이 불안정하므로 다음 수식을 이용하여 (x_3, y_3)를 구한다.

$$x_3 = x_1 + \frac{(x_1 - x_2)(x_1 - x_0) + (y_1 - y_2)(y_1 - y_0)}{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \times (x_2 - x_1)$$

$$y_3 = y_1 + \frac{(x_1 - x_2)(x_1 - x_0) + (y_1 - y_2)(y_1 - y_0)}{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \times (y_2 - y_1)$$

2.3 안전 단면도 작성

헬기는 운행 특성상 낮은 고도에서 운항하는 것이 연료소비가 적고 안정성이 증대된다. 그러나 산악지형이 많은 우리나라와 같이 지표면의 변화가 심한 경우에 무조건 낮은 고도에서 운항하는 것은 매우 위험한 일이다. 따라서 헬기의 안전고도를 유지할 정도의 최적의 고도에서 헬기가 주행할 수 있도록 안전고도를 미리 제공하여 전방의 지표변화를 미리 확인하는 것은 안전운항을 위해 매우 중요한 일이다.

안전 단면도는 운항전에 설정된 항로상에 위치한 지형의 단면도를 미리 구해서 헬기의 운항시에 실시간으로 헬기가 위치한 지역의 단면도를 화면상에 표시해주어 시계가 제한되는 상황하에서도 안전 단면도에 나타나는 지형의 고도를 참조하면서 안전한 운항고도를 유지하며 운항할 수 있도록 하여 불의의 사고를 미연에 방지하는 기능을 가진다. 안전 단면도를 제작하는 방법으로는 직선으로 표시된 운항경로상의 100미터 단위의 지점마다 한 지점에서의 사방 200미터 이내에 입력되어 있는 고도 데이타를 모두 읽어들여, 그중에서 가장 높은 고도값을 그 지점의 안전 고도값으로 택하는 방법으로 운항 경로상의 100미터 단위의 지점마다 위의 방법을 반복하여 운항 경로상의 안전 단면도를 제작하게 된다.

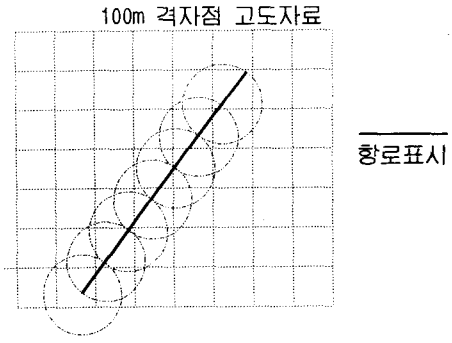

그림 2.2 안전단면도 작성 방법

고도자료는 미 국방성 지도국(DMA, Defense Mapping Agency)에서 제작한 1988년판 경위도 좌표 3″ 간격자료로서 각 격자점마다의 해발고도(mean sea level)를 수록하고 있다. 고도의 수록방식은 우측 편향 이치 정수(right-justified binary integer)로 되어 있으며, 음양의 부호로서 해발 아래와 해발 위를 구분시킨다. 이 고도자료를 기반으로 100m 간격으로 격자점

을 구성한 새로운 고도자료 데이타베이스를 구축하였다. 3″ 간격의 수치지형자료를 100m 간격의 수치지형자료로 변환하기 위하여 좌표변환 소프트웨어를 사용하였으며, 자료의 재 배열시에 사용되는 resampling 방법은 bilinear 방법을 사용하였다.

3. 헬기용 정밀 통합 항법 시스템

헬기용 통합 항법 시스템은 크게 운항준비 모듈, 운항안내 모듈, 운항확인 모듈 등으로 구분된다. 운항준비 모듈은 헬기의 운항을 준비하는 단계로서 항로설정, 항로확인, 안전 단면도 작성, 항로 답사 등이 있다. 운항안내 모듈은 운항안내 개시부터 종료까지 헬기의 안전단면도 디스플레이, 이격도 디스플레이, 각종 운항정보를 제공하는 계기판 등의 기능이 있다. 운항확인 모듈은 헬기의 운항을 종료한 후에 운항 정보를 저장하기 위한 운항일지 작성 및 과거의 운항 궤적을 다시 보기위한 운항경로 작성이 있다. 운항일지 작성은 일반사항, 총운항 거리, 소요시간 등을 확인할 수 있으며, 운항경로 작성에서는 설정항로에서 일정 시간 대별 실 운항경로를 확인할 수 있다. 헬기 통합 항법 시스템의 순서도는 그림 3.1과 같다.

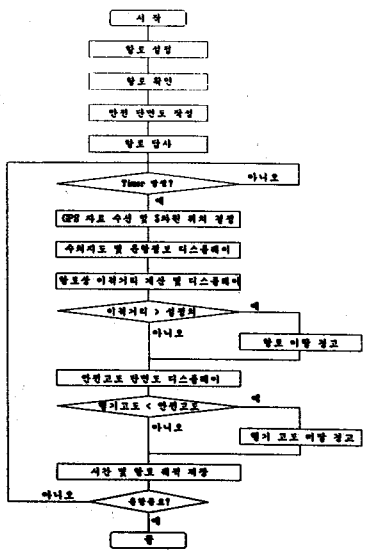

그림 3.1 헬기 항법 시스템 순서도

3.1 운항준비 모듈

운항준비 모듈에서 주로 수행되는 작업은 항로설정과 단면도 작성 과정이 있다. 항로설정 방법은 UTM 좌표 입력, 경위도 좌표 입력, 지명 데이타베이스 검색, 화면에서 지도영상을 상하좌우로 이동하면서 마우스를 이용하여 검색하는 방법이 있다. 항로확인에서는 미리 화일에 저장된 항로를 읽어와서 항로를 결정하는 항로선정 모듈, 그리고 항로설정에서 작성된 항로를 화일로 저장하는 항로 저장 모듈이 있다. 실내에서 항로를 결정하고, 헬기 안에서는 단지 설정된 항로 화일을 읽어오는 것으로 항로설정이 완료될 수 있다.

단면도 작성에서는 앞 장에서 언급한 방법에 따라 설정된 항로에 대하여 안전고도 유지를 위한 고도자료를 추출하는 과정으로서 운항안내 모듈에서 헬기의 위치와 고도에 따라 안전고도를 안내하는 과정에서 사용된다. 항로답사는 화면상에서 설정된 항로를 확인하면서 미리 운항하는 과정이고, 일반 사항은 임무시간, 목적지, 조종사 및 부조종사 인적사항, 선탑자 인적사항 등을 기록하는 메뉴이다.

3.2 운항안내 모듈

운항안내 개시와 더불어서 제공되는 계기판, 운항정보, 이격도, 안전 단면도는 실시간으로 시각적인 방법으로 보여진다. 헬기 정밀 통합 항법 장치는 운항에 필요한 각종 정보들을 메인 화면을 비롯하여 계기판과 주행정보라는 기능을 통해서 화면에 표시해 준다. 메인 화면에서는 헬기가 현재 진행하고 있는 방향과 통과하여야 할 다음 경유지 또는 목적지에 대한 방향을 실시간으로 표시해 준다. 또한 실제 헬기의 계기판에서 읽을 수 있는 각종 정보 즉, 현재 날짜, 헬기의 위치, 고도, 속도, 진행 방향등을 GPS로 부터 받은 데이터를 이용하여 계기판이라는 화면에 표시해 주며, 여기서 위치는 UTM 좌표로 표시되고, 속도는 feet, 고도는 knot로 표시된다. 그리고 주행 정보를 나타내는 화면에서는 운항을 개시한 시각부터 현재까지 경과한 시간을 표시해 주고, 운항해야 하는 총 운항 거

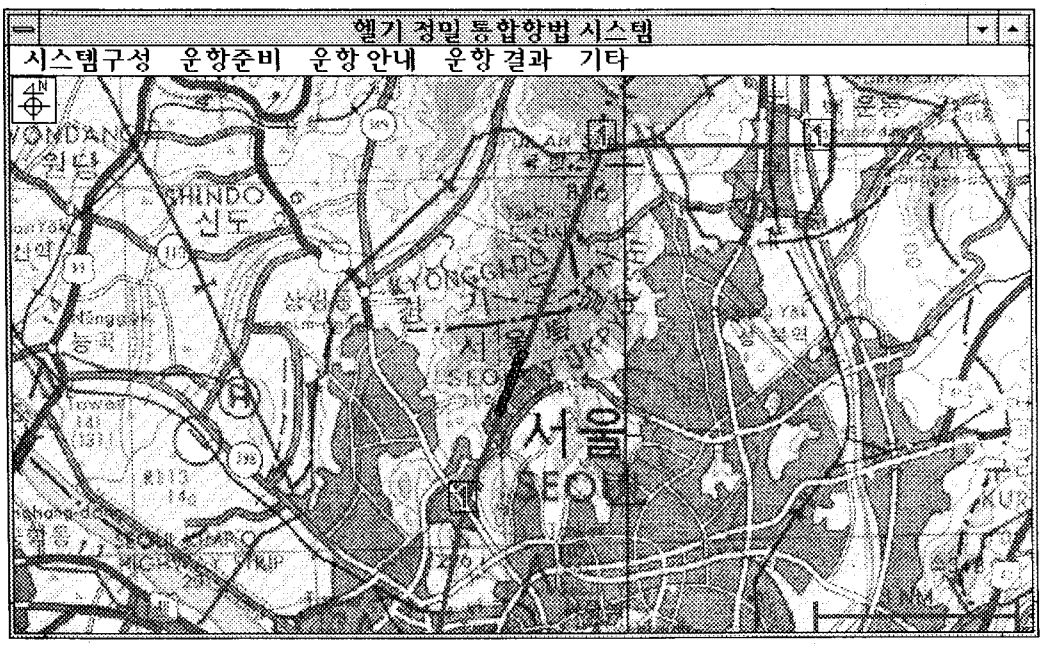

그림 3.2 헬기의 현위치 및 수치지도자료 디스플레이

리 및 현재까지 운항한 거리를 Nautical Mile 단위로 표시해 주며, 이와 함께 운항할 총 거리와 현재까지 운항한 거리의 비율을 막대그래프 형식으로 표시해 준다.

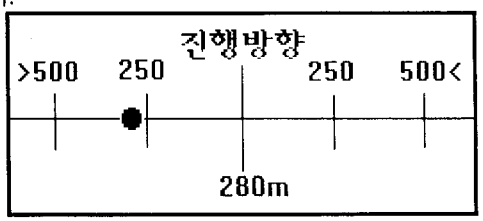

그림 3.3 이격도 화면

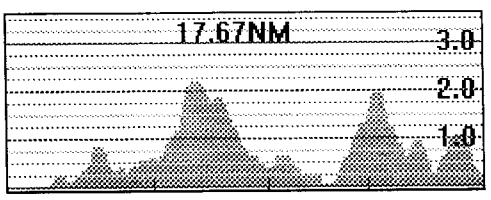

그림 3.4 안전 단면도 화면

이격도는 진행방향에 따라 좌우 이격거리를 보여주는 화면이다. 안전단면도는 두가지 방법으로 표시되는데 첫째는 설정된 운항경로상의 출발지로부터 목적지까지의 전체 경로상의 단면도를 표시하는 방법이고, 둘째는 헬기가 현재 있는 위치에서 운항경로상의 전방 4km, 후방 0.8km 또는 전방 2.5km, 후방 0.5km 에 대한 단면도를 실시간으로 표시하는 방법이 있다.

3.3 시스템 구성

그림 3.5는 헬기용 정밀 통합 항법 시스템의 구성도를 나타낸다. 486 DX-33 CPU를 채용한 휴대용 컴퓨터는 자료의 입력과 처리 및 제어를 위해 사용되고 GPS 신호 수신 안테나는 GPS 인공위성으로부터 GPS 신호를 수신받기 위해 사용된다. GPS 수신기는 수신된 GPS 신호를 해석하여 위치, 속도, 방향각,

GPS 위성의 상태 등을 수신하여 휴대용 컴퓨터에 전송한다. GPS 수신기는 모토롤라사의 GPS Evaluation Kit를 이용했으며, 이 GPS 수신기는 6채널 수신기로 PC와의 인터페이스를 위해 RS-232C Serial Port 를 사용한다. 수치지도 데이타베이스, 위치자료 데이타베이스, 고도자료 데이타베이스 등은 각각 화면 디스플레이, 항로설정, 안전고도 단면도 작성에 사용된다. 지도영상자료 데이타베이스 구축을 위하여 1:250,000도엽을 200DPI 해상도로서 256 칼라로 MS WINDOWS의 비트맵 형식으로 한반도 일부 지역을 입력하였다.

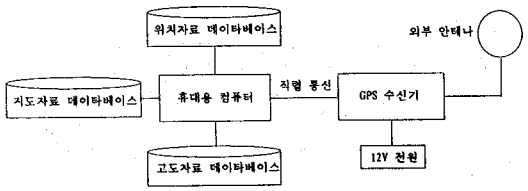

그림 3.5 헬기용 통합 항법 시스템 구성도

4. 결 론

본 논문에서는 구조적으로나 운항 방법에 있어서나 다른 교통 수단에 비해 안정성이 덜 확보되어 있는 헬기의 안전 운항성을 높이기 위해 개발된 헬기용 정밀 통합 항법 시스템에 대하여 설명하였다. 이 시스템은 다양한 방법에 의한 항로 설정, GPS를 이용한 현위치 결정, DEM 자료를 이용한 안전 단면도 작성, 항로로 부터 이탈된 이격거리 추출, 진행방향과 목적지 방향 표시 등의 운항 안내, 현위치를 중심으로 수치지도자료의 디스플레이 등의 기능을 갖는다. 항로 설정 방법으로는 경위도 좌표입력, UTM 좌표입력, 위치 데이타베이스를 이용한 입력, 대지도를 이용한 위치 입력 방법 등이 있다. 즉 헬기의 현위치를 액정화면을 통해 수치지도자료상에 표시함으로서 위치파악이 쉽고, 운항 경로와 이격거리를 제시함으로서 운항방향이 적합한가를 파악할 수 있고, 안전단면도를 미리 작성하여서 헬기의 현위치상의 고도와 비교하여 안전고도를 유지할 수 있도록 하여서 헬기의 안전운항을 도와주는 시스템이다. 이 시스템은 프로그램 처리 기능을 가진 휴대용 컴퓨터, 헬기의 3차원 위치 정보를 제공하여 주는 범지구 측위 시스템으로부터 신호를 수신받는 수신기, 현위치 표시를 위해 미리 구축된 수치지도자료 데이타베이스, 안전 단면도 작성을 위한 고도자료 데이타베이스, 헬기장 입력을 위한 헬기장 위치 데이타베이스로 간단히 구성할 수 있다.

참 고 문 헌

1. Alfred Leick, 1989, GPS SATELLITE SURVEYING, JOHN WILEY & SONS
2. Takeo Miyata, Kazumi Furusawa, Akio Kosaka, Kousuke Tsukamoto, 1991, A Method of Map Matching for Automotive Navigation, T.IEE Japan, Vol. 111-C, No. 2
3. Robert Sedgewick, 1990, Algorithms in C, ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, pp345-412