스마트 기기를 이용한 경량 항공기 내비게이션 시스템 설계 및 구현

정성우* · 박유현**

Lightweight aircraft navigation system using smart devices Design and Implementation

Seong-woo Jeong* · Yoo-hyun Park**

이 논문은 동의대학교 교내연구(2010AA184)의 결과로 연구되었음.

요 약

최근 소득수준이 올라감으로서 레저용 경량 항공기를 통한 여가활동 인구가 늘어나고 있다. 하지만 레저용 경량 항공기는 민항기나 군용 항공기에 비해 비교적 저가이기 때문에 탑재하고 있는 항공기기도 다른 항공기에 비해 잘 갖추고 있지 않는 경향이 있다. 본 논문에서는 최근 대중화되고 있는 스마트폰(iPhone, 안드로이드 폰, 윈도우 모바일 폰, 바다 폰 등) 및 스마트 패드(iPad, 갤럭시 Tab 등)를 활용하여 레저용 경량 항공기의 운항에 보조적인 기능을 제공할 수 있는 경량 항공기용 내비게이션을 설계하고 구현하고자 한다.

ABSTRACT

Recently personal income level is rising. So, many people use the leisure lightweight aircraft and the population which enjoys a leisure is increasing. But as the leisure lightweight aircraft compares in the civil aircraft and the military aircraft, and it has a low price. So the equipment which it is loaded in the lightweight aircraft is not equipped. In this paper, we develop the air navigation for lightweight aircraft using the smart phone(iPhone, Android phone, Window mobile, BADA phone etc.) and the smart pad(iPad, Galaxy Tab etc.).

키워드

항공기 내비게이션, 경량 항공기, 항공기, 내비게이션

Key word

air navigation, aviation, airplane, aircraft navigation

* 준회원 : 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 석사과정(제1저자, jswpius@nate.com)

** 종신회원 : 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 조교수(교신저자)

접수일자 : 2011. 10. 10

심사완료일자 : 2011. 12. 06

I. 서 론

그동안 소수 마니아 계층을 중심으로 이용하던 항공 레저에 대한 수요가 점점 증가 하고 있는 추세로, 최근에는 이동 수단으로서가 아니라 항공 레포츠를 즐기는 수단으로 많은 사람들이 경량 항공기를 찾고 있다. 우리나라의 경량 항공기와 초경량 비행 장치는 '11년 1월말 현재 총 689대로 전년 동기 대비 항공레저용이 16.5% 증가하고 농업용이 15.9% 증가하는 등 전체적으로 13% 증가한 것으로 조사되었다[1].

그림 1. 국토해양부 경량항공기 및 초경량비행장치 연도별 증가현황[1]

Fig. 1 Ministry of Land light aircraft and ultralight pane Annual growth trend[1]

소득수준이 올라감으로써 레저용 경량 항공기를 통한 여가활동 인구가 늘어나고 있으나, 레저용 경량 항공기는 민항기나 군용 항공기에 비해 비교적 저가이기 때문에 탑재하고 있는 항공기기도 다른 항공기에 비해 잘 갖추고 있지 않는 경향이 있다. 육안으로 판별해서 비행하는 시계비행의 경우, 조종사의 경험이 많지 않은 경우에는 비행 금지 구역이나 공군 사격장 상공을 본의 아니게 침범하는 사례가 빈번하게 발생하고 있으며, 항공기에 문제가 발생했을 때, 항로 주변의 지형을 잘 모르는 경우 최적의不時착 장소를 찾는 데 어려움을 겪을 수 있다. 항공 내비게이션은 이러한 항공 사고를 사전에 방지하고 안전한 레저 비행을 할 수 있는 보조 장치로 사용할 수 있다.

현재 시중에 나와 있는 항공용 내비게이션을 살펴보면, 비교적 고가이거나 화면이 매우 작은 경우가 많으며 항공 정보가 영문으로만 제공되는 경우도 있어서 단순

히 레저용으로 경량 항공기를 사용하고 있는 사람들이 사용하기에는 여전히 불편한 현실이다.

따라서 본 논문에서는 최근 대중화되고 있는 스마트 기기를 활용하여 레저용 경량 항공기의 운항에 보조적인 기능을 제공할 수 있는 경량 항공기용 내비게이션을 설계하고 구현하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 다음의 2장에서는 항공기 내비게이션에 관련되어 있는 제품들을 살펴보고, 3장에서는 스마트 기기를 이용한 항공기 내비게이션 시스템의 설계 내용을 설명한 후, 4장에서 구현 내용을 살펴보고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1. 해외 관련 제품

미국의 경우 기존의 항공기 내비게이션 전용 단말기 뿐만 아니라 최근 인기를 얻고 있는 스마트폰을 이용한 응용프로그램(이하 앱) 제품이 나와 있으나 단순히 텍스트 정보를 제공하거나 미국 전역을 여러 구역으로 나누어 각 구역별로 지도를 설정해 놓은 경우가 많다. 국내의 경우에는 해외 업체가 영문으로 제공하는 제품과 국내 업체가 전용 단말기를 통해 서비스 하는 제품이 상용으로 판매되고 있다.

그림 2. iPhone용 항공기 내비게이션 예 (미국 시애틀 지역) [2]

Fig. 2 Aircraft navigation for the iPhone [2]

그림 2는 iPhone용으로 개발된 항공기 내비게이션 화면의 예로 미국 시애틀 지역에 관한 항공정보를 보여주고 있다[2].

2.2. 국내 관련 제품

경량 항공기 내비게이션으로 현재 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 제품은 Gamin사에서 나온 제품군들[3]이다. 이 제품군들은 국제적으로 많이 활용하고 있으나 전용 단말기를 사용하여 비교적 고가(한화 약 400만원)이며 국내 항공 정보가 부족한 편이다.

그림 3. 항공용 GPSMAP 695 모델[3]
Fig. 3 Aviation GPSMAP 695 model[3]

또한, 2006년에 시터스[4]에서 포켓나비-SKY 제품을 PDA전용의 항공기 내비게이션을 출시하였다.

그림 4. 시터스 내비게이션 화면 예[4]
Fig. 4 Citrus navigation screen[4]

이 제품의 기능은 동서남북 방위정보, 해와 달에 대한 보조적인 정보, 시간, 경도, 위도, 고도, 속도정보를 제공한다. 또한 금지구역, 제한구역, 위험구역, 비행장 정보를 제공하고 있지만 전용 H/W를 이용한 고가의 가격으

로 인해 널리 보급되지 않는 상태이다.

또한, 2010년경부터 경량 항공기용 내비게이션을 항공진흥협회 등에서 개발하려는 시도도 있었으나, 개발 후 수요에 대한 불확실성 등으로 개발이 중지된 상태이다.

이와 같이 국내 경량 항공기용 내비게이션은 차량용에 비해 수요가 적어 이를 개발하는 업체가 거의 없지만, 현재 사용자들의 편리성 및 향후 수요증가가 예상되기에 국내 상황에 맞는 저가의 경량 항공기 내비게이션의 개발은 반드시 필요하다고 판단된다.

이를 위해 본 논문에서는 최근 많이 보급되고 있는 스마트폰 기기를 기반으로 한 경량 항공기용 내비게이션을 설계하고 이를 구현하고자 한다.

III. 경량 항공기 내비게이션의 설계

3.1. 기능적 요구사항

본 시스템을 설계 및 구현하기 위해서 먼저, 비행관련 매뉴얼[5][6]을 통해 비행절차를 조사하고, 경량 항공사를 통하여 실제 경량 항공기를 조종하고 있는 조종사들로부터 실제 비행에서 가장 필요한 기능적 요구사항에 대한 자료조사를 실시하였다.

이러한 과정을 통해 얻어진 본 시스템의 기본기능은 다음과 같다.

- ① 현재 위치 표시(위/경도/고도)
- ② 다양한 목적지 입력 방법 제공
- ③ 현재 비행 상태 표시(속도, 남은 거리, 남은 시간)
- ④ 전방향표지시설(VOR: VHF Omni-directional Radio Range) 기능 제공
- ⑤ 다양한 수치 단위제공
- ⑥ 구역정보 제공
- ⑦ 현재 위치의 관제 주파수 제공
- ⑧ 각종 지역 정보 제공

이 중에서 ①~④의 요구사항들은 일반적인 차량 내비게이션에서도 유사하게 제공되고 있는 기능이다. 하지만, ⑤~⑧의 기능은 항공 내비게이션에서만 특화되어 제공되는 기능이다. 따라서 본 논문에서는 가장 기본기능인 ①~④과 함께, ⑤~⑦의 기능을 제공하고

자 한다. 그리고 ⑧의 기능은 비행에 필요한 각종 지역 정보로 철탑위치, 새폐출물 지역, 비정상기류 지역 등의 정보를 제공하는 것으로 향후에 기능을 제공하고 자 한다.

그림 5. 시퀀스 다이어그램
Fig. 5 Sequence diagram

3.2. 시스템 설계

그림 5는 본 시스템의 시퀀스 다이어그램을 나타낸 것이다.

프로그램을 실행하면 공역과 비행금지 구역 정보가 저장되어 있는 **Air_place_Info** 테이블에서 정보를 가져와 화면상에 표시한다. 또한, 현재위치에서 관계를 받을 수 있는 관계 주파수를 보여 주기 위해서 **Airport_Info**의 테이블을 이용하여 현 위치에서 가장 가까운 두 곳의 주파수를 화면에 보여준다.

목적지가 입력된 경우에는 **Destination** 클래스를 호출하여 **Airport_Info** 테이블에서 목적지 정보를 받아오거나(목적지가 이착륙장일 경우), 위/경도 상의 목적지를 화면에 보여주면서 목적지의 담당자 전화번호, 남은 거리, 남은 시간을 화면에 표시한다.

환경설정 이벤트가 발생하는 경우 **Configuration** 클래스의 값들을 설정하고 설정된 값을 시스템에 반환하여 프로그램에 반영한다.

3.3. 초단파 전방향 무선표지(VOR)

VOR(VHF Omni-directional Radio Range)은 VHF 주파수를 사용하여 LOS (Line Of Sight) 직진 성을 이용한 단거리용 항법시설이다[7][8]. 실제 VOR을 사용하기 위

해서는 지상에 VOR 기지국이 필요하고 항공기 내에 VOR 단말기를 통하여 기지국과 통신을 해야 한다[7][8]. 이 기능을 통하여 항공기 조종사는 현재 항로에서의 이탈 정도를 알 수 있다.

본 논문에서는 전용 VOR 수신기 없이 VOR 기능을 유사하게 구현하기 위하여 다음과 같이 목적지, 이전위치, 현재위치를 고려한 목적지 방향에서의 이탈 각도를 계산하였다.

그림 6. 항로 이탈 각도
Fig. 6 Route deviation angle

그림 6에서 현재의 위치를 A, 바로 직전의 위치를 B, 목적지를 C로 정하면, 각 선분의 길이를 알 수 있다. 이 길이들을 통해 $\angle A$ 를 계산할 수 있어 최종적으로는 현재 위치에서 목적지 방향으로의 각도인 $180 - \angle A$ 를 구할 수 있다. 이 값을 이용하여 목적지가 자신의 위치에서 왼쪽에 있을 경우 마이너스로, 오른쪽에 있을 경우 플러스로 표현하도록 하였다.

3.4. 공역 표시 및 경고 기능

3.1 절에서 살펴본 바와 같이 공역 정보는 요구사항 분석에서 경량 항공기 조종사들이 가장 시급히 원하는 기능으로 조사되었다.

공역이란 항공기의 활동을 위한 공간으로, 필요에 따라 항행에 적합한 통제를 통해 안전조치가 이루어지는 공간이다[9].

표1과 같이 공역은 여러 등급이 있다. 공역은 등급마다 공역의 범위가 다르고 같은 등급에서도 고도에 따라 공역의 범위가 다르다. 국내공역은 대부분의 공항이 속하는 B등급(인천, 김포)과 C등급(김해, 광주, 사천, 대구, 강릉, 중원, 등)의 경우에 고도가 높아질수록 공역의 범

위가 넓어지는 것을 알 수 있다.

표 1. 공역 등급 기준 표[9]
Table. 1 Airspace rating criteria

종류	등급	내용
관계 공역	A	- 모든 항공기가 계기비행을 하여야 하는 공역
		- 평균해면 20,000피트 ~ 60,000피트
	B	- 항공교통량이 많은 공항의 주변 공역
		- 5NM(SFC ~ 10,000 피트 MSL(평균해면고도))
		- 5~10NM (공항표고 1,000 ~ 10,000 피트MSL)
		- 10~20NM (공항표고 5,000 ~ 10,000 피트 MSL)
	C	- 관제탑이 운영되고 레이더 접근관제업무가 제공되는 공역
		- 5NM(SFC~5,000 피트 AGL(지상고도))
		- 5~10NM (공항표고 1,000~5,000 피트 AGL)
	D	- 관제탑이 운영되고 공항관제업무가 제공되는 공역
		- 5NM(SFC~5,000 피트 AGL)
		- 5~10NM (공항표고 1,000 ~5,000 피트 AGL)
	E	- A, B, C, D를 제외한 공역

이러한 공역정보를 표현하기 위하여 표 2와 같이 테이블을 구축하였다. name 필드는 공역의 지역명의 약자 표기이며 lat와 lng은 위도와 경도를 나타내며 level은 공역 등급을 표시한다. 즉 level이 1인 곳은 B 등급을, 2인 곳은 C등급을, 3인 곳은 D등급을 의미한다.

표 2. 국내 공역 데이터베이스
Table. 2 Korea airspace Database

name	lat	lng	level
RKSI	37462500	126439169	1
RKSS	37556939	126797500	1
RKTY	36631719	128355061	2
RKPC	33512219	126492781	2
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
RKUL	36269400	127119800	3
RKJM	34758889	126381111	3
RKJB	34991111	126382781	3

일반적으로 매 시간 단위마다 GPS 신호를 수신하여 처리하는 연산도 비용이 많이 드는 연산인데[10], 항공기가 공역에 접근했는지 유무는 GPS 신호를 받을 때마다 침범한 공역이 있는지를 매번 검사해야 한다. 이러한 계산은 모바일 단말기에서 시스템의 부하를 초래할 수 있기 때문에, 본 논문에서는 GPS 신호를 받을 때마다 공역의 침범여부를 계산하지 않고 침범여부를 계산할 시점을 다음과 같은 방법으로 정하도록 하였다.

그림 7. 현 위치와 최근접 공역
Fig. 7 Current position and the nearest airspace

그림 7에서 현재 위치를 P라고 하고 공역 A~I가 있다고 할 때, 현재 위치에서 가장 가까운 공역까지의 거리는 d이며, 이곳까지 도달시간은 속도에 따라 달라진다. 이 경우에, 최근접 공역까지 도달하는 시간까지는 공역 침범여부를 계산할 필요가 없다. 또한, 목적지가 입력되어 항공기의 운행 방향을 어느 정도 예측할 수 있는 경우에는 출발지와 목적지를 기준으로 침범 가능성이 있는 공역에 대해서만 계산을 하여 연산의 수를 줄이도록 하였다. 이러한 방법을 사용하여 공역침범여부 및 최근접 관제 주파수 두 곳의 위치를 구하는 시간 주기를 계산하여 시스템의 과도한 연산을 줄이도록 하였다.

IV. 시스템 구현 및 테스트

4.1. 구현 및 테스트 환경

본 논문에서 제안하는 경량 항공기용 내비게이션의 타깃 플랫폼을 안드로이드 기반 단말기로 정하였고, 이

에 따라 이클립스 통합 환경과 안드로이드 SDK를 이용하여 개발하였다. 각종 데이터베이스는 SQLite를 활용하여 정보를 저장, 조회, 변경하도록 하였다. 또한, 실제 개발한 시스템은 갤럭시S와 갤럭시탭에 탑재하여 (주)성우항공 경량 항공기(Savannah, 2인승)를 이용하여 필드 테스트를 수행하였다.

그림 8. 필드테스트에 사용된 경량항공기
Fig. 8 Lightweight aircraft used in field test

4.2. 구현 결과

본 절에서는 개발한 시스템의 내용에 대해서 설명하도록 한다. 4.1에서 설명한 바와 같이 경량 항공기를 통하여 필드 테스트를 하였으나 테스트 결과의 화면을 얻기에 어려운 점이 많아서 본 절에서 설명하는 화면은 에뮬레이터 상에서 얻은 화면을 활용하였다.

본 논문에서 구현한 경량 항공기용 내비게이션의 기본 화면은 다음과 같다.

그림 9. 기본 화면
Fig. 9 basic screen

위의 그림 9와 같이 프로그램이 시작되면 구글 맵을 이용하여 현재 위치에 기반을 둔 지도 화면의 왼쪽 상단에 기본적인 현재 위치(위/경도, 고도)와 속도를, 화면의 왼쪽 하단에 현재 위치에서의 관제주파수를 표시한다. 화면상의 동심원은 김해국제공항을 중심으로 한 공역을 표시하고 있으며, 현재 위치는 동심원 내에 있는 작은 점으로 표시되고 있다.

화면 왼쪽 하단의 관제 주파수는 현재 상태에서 비행에 관한 관제를 해 줄 수 있는 곳의 교신 주파수를 의미한다. 전국적으로 관제를 해 줄 수 있는 공통 주파수가 위쪽에 표시되며, 현재 위치에서 가장 가까운 두 곳의 관제 주파수를 화면상에 보여준다. 이 정보를 통해 항공기 조종사는 관제 및 항공 정보가 필요할 때, 세 가지 주파수 중에서 선택하여 통신할 수 있다.

또한 화면에서 현재 위치가 공역에 들어 있는 상태이기 때문에 화면에 경고 문구를 출력하고 있다.

항공기의 현재 위치에서 공역의 침범여부와 최근접 관제 주파수를 찾기 위해서는 GPS 정보가 수신될 때마다 현재 위치와 모든 공역, 모든 관제 주파수의 지역정보와의 거리를 계산하여 가장 거리가 가까운 곳을 선택하여야 하지만, 3.4에서 설명한 계산 주기를 이용하여 단말기의 계산 부하를 줄였으며, 3.1에서 설명한 시스템의 기능 중 향후에 개발할 ⑧ 각종 지역 정보 제공과 같이 현재 위치 기반의 검색을 많이 해야 할 경우 효율적으로 이용할 수 있다. 현재 경량 항공기의 최대속도는 100~200km/h 정도이지만, 본 시스템에서는 500km/h의 속도로 설정하여 최근접 공역 및 교신 주파수를 찾도록 구현하였다.

그림 10. 목적지 입력화면
Fig. 10 Destination entry screen

위 그림 10은 목적지를 지정한 후의 모습이다. 현재 위치에서 목적지까지 직선으로 표시되며, 오른쪽 상단에 목적지까지의 거리와 시간 및 VOR이 표시된다. 또한, 화면의 아래쪽에는 목적지의 담당자 휴대전화 번호를 통한 전화기능이 있으며, 현재위치를 위/경도뿐만 아니라 주소 정보로도 표시할 수 있음을 보이고 있다.

그림 11. 목적지 위도/경도 입력 화면
Fig. 11 Destination latitude/longitude entry screen

위 그림11는 목적지를 입력하는 방법 중에서 목적지의 위도/경도를 직접 입력하는 화면이다. 이러한 방법 이외에도 목적지가 국내 주요 이착륙장일 경우에는 미리 생성해 놓은 데이터베이스에서 선택할 수 있는 기능을 제공한다. 그림12는 본 시스템에서 다양한 단위를 선택하여 사용할 수 있도록 환경 설정하는 화면이다. 대부분의 항공 장비들은 해외 제품들이 많고 관련 자료들도 해외에서 사용하는 단위로 표현한 경우가 많아, 국내의 거리단위나 시간단위 등이 익숙하지 않은 경우가 많다. 따라서 그림 12과 같이 환경 설정을 통하여 다양한 단위로 사용할 수 있다.

그림 12. 내비게이션 환경 설정 화면
Fig. 12 Configuration screen Navigation

V. 기여점 및 결론

본 논문에서 개발한 시스템은 기존의 전용 단말기뿐만 제공되던 항공기용 내비게이션을 최근 많이 보급되고 있는 스마트 기기 기반으로 구현한 시발점으로서의 의미가 있다.

본 논문에서 개발한 시스템은 경량 항공기 조종사들이 기본적으로 요구하는 기능인 현재 위치 및 상태 표시, 목적지 입력, VOR, 다양한 수치 변환, 구역정보, 관제 주파수 등을 제공하며, 위치 기반 검색하는 주기를 속도에 기반을 둔 방법을 사용하여 결정하고, 그 주기가 도래하지 않을 때는 위치 기반 검색을 하지 않음으로써 단말기의 계산 부하를 줄이는 방법을 사용하였다. 이 방법은 향후 경량 항공기에 필요한 각종 지역 정보가 제공될 때 더욱 효용성이 커질 것으로 판단된다.

하지만, 본 시스템은 개발 비용 및 저작권 등의 문제로 지도 정보를 단말기에 저장하지 않고 통신망을 통해 실시간으로 받아 오는 방법을 사용했으나, 상공 내 통신 음영 지역에서는 지도 정보가 잘 표시 되지 않는 경우도 확인 되었다.

향후 연구 계획으로는 통신음영 지역에서의 지도정보가 잘 표시 되지 않는 경우를 대비하여 저작권을 가지고 있는 지도 제공 업체와 협의하여 스마트 기기에 저장하고 경량 항공기 조종사들에게 필요한 각종 지역 정보 데이터베이스를 구축하여 제공하는 것과 VOR의 경우와 같이 추가적 장비를 필요로 하는 항공용 트랜스ponder 기능, 블랙박스 기능, 자동 항공일지 등을 구현하는 것이며, 향후 레저용 경량 항공기 조종사들뿐만 아니라, 군용 항공기 및 소방용 항공기 등 다른 경량 항공기 조종사들에게도 유용한 장비가 될 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 국토 해양부 보도자료
http://www.mltm.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95067761
- [2] Foreflight, <http://www.foreflight.com>
- [3] Gamin, <http://gamin.co.kr>

- [4] 시티스, <http://www.citus.co.kr>
- [5] "2009_항공정보매뉴얼", 교통안전공단, 2010.11
- [6] "경량항공정보매뉴얼", 교통안전공단, 2010.11
- [7] 박형택, 황병원, "원거리 장애물이 VOR에 미치는 영향의 비행측정 및 분석", 한국항행학회논문지, 제 12권 제 1호, 2008.2
- [8] 문정일, 박동영, 김백기, "VOR 감시방안에 관한 연구", 한국항행학회논문지, 제 14권 제 3호, 2010.6
- [9] 이덕균, "국가 공역체계의 법적 고찰 및 개선에 관한 연구", 한국항공대 항공산업경영대학원, 2008.8
- [10] 배성수, 김동구, 김태민, 한창문, 김병철, "GPS 단말기에서의 주기적 위치 측위에 따른 전력소모 최소화 방안 연구", 한국항행학회논문지, 제 11권 제 4호, 2007.9

저자소개

정성우(Seong-woo Jeong)

2010년 동의대학교 컴퓨터 소프트웨어공학과(공학사)
 2011년 동의대학교 컴퓨터 소프트웨어공학과 석사과정

※ 관심분야: 클라우드 컴퓨팅, 안드로이드

박유현(Yoo-hyun Park)

1996년 부산대 전자계산학과 (이학사)
 1998년 부산대 전자계산학과 (이학석사)

2008년 부산대 전자계산학과(이학박사)
 2000년 한국국방연구원(KIDA) 연구원
 2001년 ~ 2009년 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원
 2009년 ~ 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 조교수

※ 관심분야: 인터넷시스템, 클라우드 컴퓨팅, 트랜스코딩 프록시