

항공항법지도와 항공사진 촬영안내 시스템의 개발

황진상^{1*} · 이재원² · 윤종성¹

The Development of Aerial Navigation Map and Aerial Photographic Guidance System

Jin-Sang HWANG^{1*} · Jae-One LEE² · Jong-Seong YOON¹

요 약

지도제작을 목적으로 하는 항공사진 촬영은 지상에 표시되지 않은 촬영노선을 따라 항공기를 운행하며 수행해야 하는 어려운 작업이다. 본 연구는 이러한 항공사진 촬영작업을 보다 용이하게 하도록 하기 위한 항공사진 촬영안내 시스템의 개발을 목적으로 하여 수행되었다. 촬영안내 시스템은 조종사가 필요로 하는 다양한 지도정보를 빠르고 효율적으로 제시해야 함으로 먼저 지형관독을 위한 지형도 정보와 안전운행을 위한 항로지도 정보를 제공하는 항공항법지도(aerial navigation map)를 개발하였으며, 그 다음 항공항법지도를 배경지도로 하는 촬영안내시스템을 개발하였다. 본 연구의 결과 개발된 시스템은 비행하는 항공기의 위치를 기준으로 하여 다양한 지도정보를 빠른 시간 안에 검색하여 표시해 주고 항공사진 촬영안내 기능까지 효율적으로 수행할 수 있음을 입증하였다.

주요어: 항공사진촬영안내, 항공항법지도, 항로지도

ABSTRACT

The aerial photographic mission is a difficult work because aircraft must be flown along the specified flight lines, not marked on the ground. This study has been carried out for the development of aerial photographic guidance system, which enables us to make aerial photographic task easier. Such a flight guidance system is able to display a variety of map informations in a quick and efficient way in order to guide pilot. For this purpose, we first developed the nationwide aerial navigation map database that provides the topographic map information used for topographic interpretation and aeronautical chart information used for the flight security. Next, we developed the aerial photographic guidance system which uses the aerial navigation map as base map. It is concluded that the developed system can display the various map informations quickly and do any other photographing guidance tasks well in fast

2004년 8월 15일 접수 Received on August 15, 2004 / 2004년 9월 21일 심사완료 Accepted on September 21, 2004

1 (주)범아엔지니어링 부설연구소, Panasia Engineering Co., Ltd. Geo-Information System Research Institute

2 대한측량협회 측량정보기술연구원, Korean Association of Surveying and Mapping.

* 연락처 E-mail: gpsboy@panasia.co.kr

moving airplane.

KEYWORDS: Aerial Photographic Guidance , Aerial Navigation Map, Aeronautical Chart

서론

고속 이동체 내에서 지리정보 시스템을 사용하는 경우 단위 시간당 이동 거리가 길기 때문에 광역을 대상으로 구축된 데이터를 필요로 하며 이동체의 위치를 기준으로 하는 지도데이터의 검색과 표시 작업이 빠른 시간 안에 이루어지도록 해야 한다. 항공기용 지리정보 시스템은 이와 같은 요구조건을 충족해야 하는 특성이 있어 고속으로 이동하는 항공기의 위치를 기준으로 하여 주변 지리정보를 빠르게 검색하고 화면상에 표시하기에 적합한 자료구조와 시스템을 필요로 한다.

본 연구는 항공기용 지리정보시스템의 일종인 항공사진 촬영안내 시스템의 개발을 목적으로 수행되었다. 항공사진 촬영안내 시스템은 지도제작을 위한 항공사진 촬영업무의 정확성 및 효율성을 증대시키기 위한 시스템으로, 현재 국내에서는 일부 외국 업체에서 개발된 시스템들이 도입되어 활용되고 있다. 기존에 사용되고 있는 제품들의 경우 적합한 항법기능을 갖추고 있으나 개략적인 배경지도만을 지원하거나 사용자가 직접 배경지도를 제작하여 사용하도록 하고 있다. 또한 일부 제품들은 배경지도가 대용량화 될 경우, 지도데이터의 검색 및 표시 속도가 현저히 저하되는 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 이러한 기존 시스템의 단점과 항공사진 촬영 대상지역이 전국적이며, 전체 공정에서 비교적 상세한 지형도 정보와 안전운행에 필요한 항로지도 정보를 필요로 한다는 사실을 감안하여 전국기반의 지형도 정보와 항로지도 정보로 구성된, 대형 지리정보 시스템을 포함하는 항공사진 촬영안내 시스템을 개발하고자 하였다.

먼저 빠른 데이터의 검색 및 표시를 위하여

차량항법장치용 지리정보시스템구축에 사용되는 원리와 기법들을 응용하여 전국 기반의 지형도 관련 데이터와 항로지도 관련 데이터를 포함하는 항공항법지도를 개발하였다. 다음으로는 개발된 항공항법지도와 효과적으로 연동하는 항공사진 촬영안내 시스템을 개발하였다. 또한 개발된 시스템을 현장 촬영작업에 실제로 적용하여, 시스템 작동의 효율성과 실무적용 가능성을 분석하였다.

항공항법지도 데이터베이스의 개발

전국 기반의 1:25,000 축척의 수치지형도와 종이형태의 항로지도를 디지털화하여 제작한 수치항로지도 등을 이용하여 항공항법지도를 개발하였다. 항공항법지도의 포맷과 이를 이용할 수 있는 소프트웨어 모듈은 차량항법 지도 엔진인 ActiveMap과 관련 포맷을 사용하였다.

먼저, 기존 자료의 변환과 새로운 차량항법 전용 포맷의 생성 및 ActiveMap을 이용한 항공항법지도의 제작 과정과 활용에 대한 흐름도를 개략적으로 도시하면 다음과 같다.

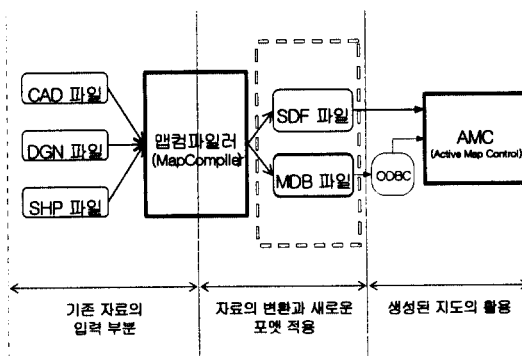


FIGURE 1. The process of generating aerial navigation map

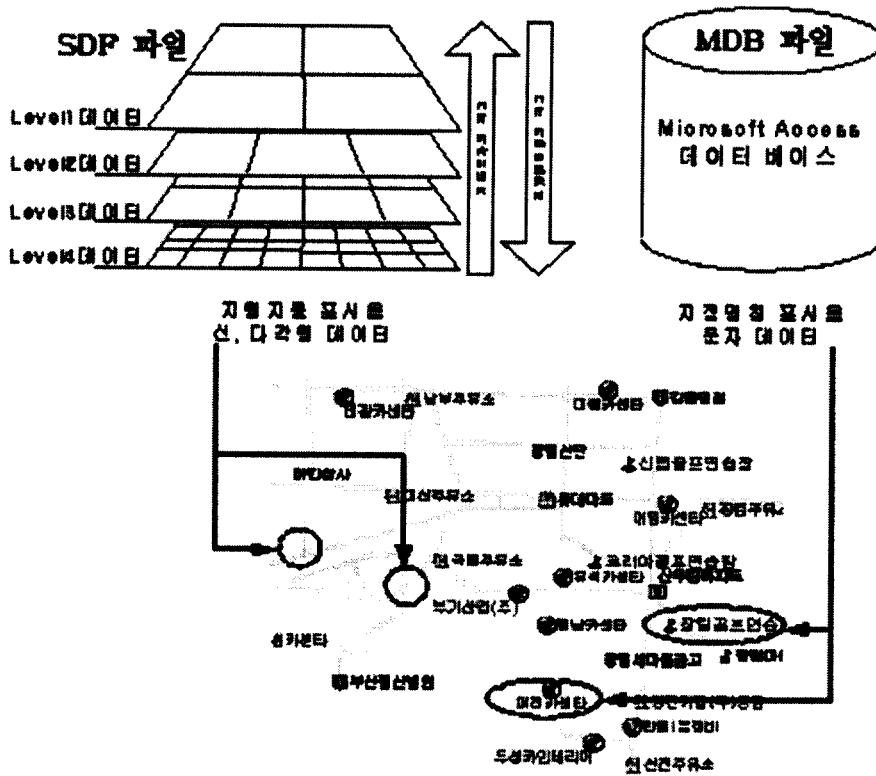


FIGURE 2. The structure of aerial navigation map

별도의 수치지도 전용 컴파일러를 사용하여, AutoCAD dxf(R12)파일, Microstation dgn 파일, ESRI shape 파일 등을 입력받아 편집과정을 거친 후 점, 선, 면 등의 도형정보를 포함하고 있는 SDF 파일과 문자데이터만을 관리하는 데이터베이스를 생성하도록 하였다. 생성된 SDF 파일과 문자데이터용 데이터베이스는 항법용지도의 특성을 갖게 되는데, 그 구조는 그림 2와 같다.

생성된 SDF 파일은 전국 데이터를 모두 포함하고 있으며, 총 4개 수준(level)의 데이터로 분할된다. 각 수준의 데이터는 해당 축척범위에서만 표시되도록 설정되어 있는데, 수준 1의 데이터는 한반도 전체를 화면에 표시하는 경우와 같이 소축척에서 사용되는 지도데이터를 포함하고 있으며, 가장 적은 용량의 데이터를 포함하

고 있다. 수준 4의 데이터는 지도를 최대한 확대한 경우와 같이 대부분의 지형지물이 화면에 표시되는, 가장 높은 축척에서 활용되며, 가장 상세한 대용량의 데이터를 포함하고 있다. 이러한 각 수준의 데이터들은 일정간격의 격자로 분할(tiling)되어 있으며, 운영 프로그램을 구동할 경우 화면 표시 부분에 해당하는 격자 데이터만 메모리에 저장하였다가 화면에 표시함으로써 빠른 동작 속도를 나타내도록 하였다. 모든 문자 데이터는 MDB 파일에 저장되고, 문자 자동 정렬 기능을 통하여 문자가 겹치지 않게 표시되도록 설계되었다.

항공항법지도의 내용적인 구성은 지형도 관련 부분과 항로지도 관련 부분으로 나눌 수 있으며, 이를 표로 나타내면 다음과 같다.

TABLE 1. The layers related to the eatures in topographic map

비교적 내용이 단순한 항로지도 부분의 항목은 모두 포함하였으며, 지형도 부분은 지형 판독에 필요한 지형, 대형 건물, 도로 등을 중심으로 선별하여 포함하였다.

그림 3~5는 제작된 항공항법지도의 구축된 모습을 나타낸다. 지도 표시 엔진의 선택 옵션을 사용하여 지형도, 항로지도 부분을 각각 표시하거나, 중첩하여 표시하는 것이 가능하게 하였다. 그림 3에 표시한 항로지도 단일 표시 화면은 수준 1에 해당하는 항로지도데이터를 표시한 것으로 사진촬영 대상지역까지 운항에 사용된다. 조종사가 항로, 비행금지구역 등을 확인하며 운행할 수 있도록 보조하는 역할을 한다. 그림 4는 지형도, 항로지도 부분의 중첩표시 화면을 나타낸 것으로 수준 2에 해당하는 데이터를 표시한 것이다. 목적지까지의 운항에 사용되며, 항로지도 정보와 함께 지형도 정보를 참조할 수 있도록 구현한 것이다. 그림 5는 지형도 단일 표시 화면으로 가장 상세한, 수준 4에 해당하는 데이터를 표시한 것이며, 목적지에 도착한 후에 촬영노선을 따라 수행되는 항공사진촬영 작업을 보조한다.

TABLE 2. The layers related to the features in aeronautical chart

FIGURE 3. Aerial navigation map(aeronautical chart display)

FIGURE 4. Aerial navigation map(overlay display)

FIGURE 5. Aerial navigation map(topographic map display)

항공사진 촬영안내 시스템의 개발

본 연구의 다음 단계로써 항공항법지도를 기반으로 하는 항공사진 촬영안내 시스템을 개발하였다. 시스템은 항공사진 촬영안내 프로그램과 펜 컴퓨터 그리고, L1 전파 수신용 GPS 수신기로 구성된다.

먼저, 항공사진 촬영안내 프로그램의 구성과 개발 환경을 설명하면 다음과 같다. 항공사진 촬영안내 프로그램은 MFC(Microsoft Foundation Class) 7.0을 이용하여 개발되었으며 개발 플랫폼은 Microsoft사의 Visual Studio .NET을 사용하였다.

그림 6은 항공사진 촬영안내 프로그램의 구조를 나타낸 것이다. 항공사진 촬영안내 프로그램

FIGURE 6. The structure of aerial photographic guidance software

FIGURE 7. The user interface of aerial photographic guidance software

은 항공항법지도 데이터를 처리하는 ActiveX 콘트롤을 포함하고 있으며, 촬영노선 데이터를 생성하고 저장하는 기능을 담당하는 촬영노선 데이터 처리부와 GPS 수신기로부터 데이터를 수신 받아 처리하는 GPS 처리부 그리고, 각 데이터 처리부와 GPS 처리부로부터 데이터를 전송 받아 화면에 표시하는 화면 처리부로 구성된다.

개발된 항공사진 촬영안내 프로그램의 사용자 인터페이스는 그림 7에 나타내었다. 지형도 표시부분과 항로지도 표시부분 그리고, 프로젝트 단위의 촬영노선 생성과 편집 부분을 주요 부분으로 하고 있으며, 기타 프로그램의 구동에 필요한 항법 정보 표시 부분, 도구막대, 메뉴 등의 기타 부분들이 포함되어 있다.

항공사진 촬영안내 프로그램의 주요 기능은 표 3에 정리하였다. 항공항법지도 모듈과의 연동을 통한 지도 표시 기능과 항법 기능을 주요

기능으로 하고 있으며, 촬영노선의 설계와 관련된 기능들과 기타 프로그램의 기본적인 구동에 관련된 기능들을 포함하고 있다.

TABLE 3. The main functions of air photographic guidance software

그림 8은 프로그램의 주요 항법 기능 중의 하나인 지도 회전 기능에 대한 예이다. 지도를 표시하되 항공기의 진행방향을 고정시키고 지도가 회전하도록 구현하여, 조종사가 지도상에서의 현 위치 및 진행 방향 파악을 쉽게 할 수 있도록 하였다.

개발된 항공사진 촬영안내 프로그램과 펜 컴

퓨터 그리고, GPS 수신기를 이용하여 그림 9와 같이 항공사진 촬영안내 시스템을 구현하였다. 비교적 넓은 표시화면과 안정적인 동작특성, 간편한 조작 등을 감안하여 펜 컴퓨터를 탑재체로 선택하였고, 위치측정 장치로는 수신기, 안테나 일체형이며, USB 2.0 인터페이스를 제공하는 단독측위용 GPS를 선택하였다.

FIGURE 8. Map rotation function

FIGURE 9. The aerial photographic guidance system

결과 및 고찰

본 연구 개발의 최종적인 목표는 전국기반의 지형도 및 항로지도와 관련된 대용량의 지리정보를 포함하고 있으며, 이동체의 빠른 운항 환경에서도 현 위치를 기준으로 하여 데이터를 빠르게 검색하여 표시할 수 있는 항공사진 촬영안내 시스템을 개발하는 것이다. 이러한 목적에 부합하도록 차량항법지도의 형식을 사용하고 구성 내용을 추가하여 항공항법지도를 개발하였으며, 수차례에 걸친 실험결과 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

1. 항공항법지도의 적합한 구조 부분

항법지도의 특성을 결정하는 요소인 수준(표시 축척)별 지도제작과 각 수준 데이터의 격자분할 방법에 있어서 표 4와 같은 최적안을 결정하였는데, 이 최적안은 본 연구에서 사용하고 있는 항공항법지도 처리 전용 모듈의 특성에 맞게 계산된 것이다.

표 4의 데이터 표시 속도 부분은 시스템에 위치측정 장치로부터 신호가 입력된 후 지도가 표시되기까지의 시간을 나타낸다. 대략 0.2~0.3초가 소요되는 것을 볼 수 있으며, 이 정도의 표시 속도는 항공기의 속도를 감안할 때에 항공사진 촬영안내 분야와 같이 개략적인 위치 파악 및 안내 부분에는 적합하다고 볼 수 있다.

2. 현장 업무의 효율성 개선 부분

항공사진 촬영 작업 시 항공기의 현 위치를

기준으로 하는 지형도 정보와 항로지도 정보 그리고, 촬영노선 정보를 동시에 참조할 수 있게 됨에 따라서, 항공사진 촬영작업의 정확도가 향상되었고, 결과적으로 재 촬영 등의 추가 작업 발생 횟수를 감소시킬 수 있었다.

전국기반의 지형도와 항로지도를 단일한 시스템에 구축하여 사용할 수 있게 됨에 따라 비행 중에 여러 종이지도를 참조해야만 했던 불편함이 해소되었으며 조종사의 집중력 분산을 방지하여 보다 안전한 항공기 운행이 가능하게 되었다.

항공사진 촬영 계획부터 촬영까지의 모든 공정을 단일한 시스템 내에서 수행할 수 있도록 하고 모든 작업을 수치화하고 자동화함으로써 촬영지역의 지형도 검색 및 구입, 촬영노선 설계 등에 소요되던 시간과 비용을 절감하였으며, 전체 공정을 단축하였다.

결론

전국기반의 항공항법지도를 제작하고, 이를 배경지도로 사용하는 항공사진촬영안내시스템을 개발하여 동작특성과 효율성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

첫째, 전국기반의 대용량 데이터를 사용할지라도, 항법지도의 형식을 사용하여 수준별 별도 데이터 제작과 격자 간격 분할 등의 처리를 하여 사용할 경우, 항공기 운항 환경에서의 개략적인 위치 파악 및 방향안내 등의 목적에 사용할 만한 동작 특성을 나타낸다는 것을 발견하였다.

둘째, 여러 종류의 지도를 사용해야 하는 항

TABLE 4. The optimum grid width and height of the map of each level, their displayed scale and time used for loading and displaying map

수준 별 사용지도	표시 축척	격자분할 간격	데이터 크기	데이터 표시 속도
Level1	1:1,000,000 ~	300 km × 300 km	5 Mb	0.20 sec
Level2	1:100,000 ~ 1:1,000,000	150 km × 150 km	19 Mb	0.25 sec
Level3	1:25,000 ~ 1:100,000	60 km × 60 km	72 Mb	0.29 sec
Level4	1:5,000 ~ 1:25,000	20 km × 20 km	120 Mb	0.35 sec

공사진 촬영 작업에 다양한 지리정보를 포함하면서도 빠른 동작 특성을 나타내는 항공항법지도를 도입할 경우, 촬영 계획, 촬영 기준선 설계, 촬영 작업이 모두 단일한 시스템을 통하여 수행되어 공정이 간소화되며, 항공기 조종사의 다양한 지도 참조에 대한 부담이 감소되어 전체적인 작업능률과 생산성이 향상되는 것을 발견하였다. **KAGIS**

참고문헌

- 부기동. 1999. OLE 자동화를 이용한 GIS의 사용자 인터페이스 개발에 관한 연구. 한국지리정보학회지 2(1):63-72.
- 이기철, 박창호, 김정희, 서상현, 정희균, 최준영. 1999. 연안 개발 및 관리를 위한 육·해도 통합수치지도 제작에 관한 기초연구. 한국지리정보학회지 2(1):1-11.
- 이진익. 2001. 하늘의 길잡이-VOR,DME,TACAN. 격월간 공항포커스 통권168호. 한국공항공단.
- J.C. Müller, J.P. Lagrange, and R. Weibel. 1995. GIS and generalization. Taylor & Francis, USA. pp. 47-55.
- Lalani, S., Jamsa, K. and Chandak, R. 1997. Activex programmer's library. Course Technology, USA, pp.169-194.
- Paul, R.W. and Bon, A.D. 2000. Elements of photogrammetry with applications in GIS 3rd ed McGraw-Hill Higher Education, USA, pp.6-11. **KAGIS**