

레이더 자료를 이용한 항적추적관리시스템 설계 및 구현

이 무 은[†] · 류 근 호^{††}

요 약

탐지레이더는 저고도로 비행하는 물체를 탐지할 목적으로 국방 분야에서 운용하고 있다. 레이더가 탐지한 원시자료는 즉시 정보화되어 의사 결정체계인 지상전술C4I체계에 입력되고 분석을 거친 후 사용자에게 실시간으로 전파되어야 한다. 그러나 현 수작업 표정작업은 운용자의 능력에 따라 정확성 및 적시성이 미흡한 실정이다. 따라서 이 논문에서는 레이더 자료를 이용하여 실시간 항적을 표시할 수 있도록 체계에 대한 개념연구, 요구사항 분석, 설계를 통하여 항적추적관리시스템을 구현하였다. 적용된 핵심기술은 좌표 체계 전환 알고리즘과 기존 통신장비와의 통신프로토콜 개선, 신호 및 자료처리 프로세스를 설계에 반영하였다. 특히, 레이더 신호의 중복처리 및 융합 알고리즘을 개발하여 상황도상에 표적정보를 도시하는 기술을 구현함으로써, 기존 항적관리전력 운용의 신뢰성, 신속성, 편의성을 향상시킬 수 있었다.

키워드 : 탐지레이더, 지상전술C4I체계, 다기능접속장치, 실시간데이터처리기

Design and Implementation of Flying-object Tracking Management System by using Radar Data

Moo Eun Lee[†] · Keun Ho Ryu^{††}

ABSTRACT

Radars are used to detect the motion of the low flying enemy planes in the military. Radar-detected raw data are first processed and then inserted into the ground tactical C4I system. Next, these data are analyzed and broadcasted to the Shooter system in real time. But the accuracy of information and time spent on the displaying and graphical computation are dependent on the operator's capability. In this paper, we propose the Flying Object Tracking Management System that allows the displaying of the objects' trails in real time by using data received from the radars. We apply the coordinate system translation algorithm, existing communication protocol improvements with communication equipment, and signal and information computation process. Especially, radar signal duplication computation and synchronization algorithm is developed to display the objects' coordinates and thus we can improve the Tactical Air control system's reliability, efficiency, and easy-of-usage.

Key Words : Radar, GTC4I System, MFE, DLP

1. 서 론

국방 분야에서 운용 중인 탐지레이더¹⁾는 전장가시화의 한 수단으로 저고도로 비행하는 물체(예: 항공기, 헬기 등)를 탐지하며, 이에 대하여 피아를 식별한 다음 식별(識別)된 비행체에 대한 정보를 유·무선을 통해 전파한다. 수신부대의 지휘통제실에서는 무전기와 제원수신기(FCR)²⁾를 이용 표적제원과 통제명령을 수신(受信)하며 운용요원에 의해 표정판에 수기(手記)로 표정(表正)하는 등 관심지역 내 전장상

황을 파악하고 있다[1-3].

현재 운용 중인 체계의 문제점은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫 번째, 실시간 전장상황을 파악하고 통제하기가 곤란하다. 무전기와 제원수신기에 의한 비행체정보를 수신시 수동으로 표정판에 표정해야 하므로 운용자의 능력에 따라 상이할 수 있으며, 수신자가 확인 후 표정함으로 인한 지체 시간이 발생하여 신속한 경보전파 등의 상황조치가 미흡한 실정이다. 두 번째는 표적정보를 무전기와 제원수신기로 동시에 수신하기 때문에 동일표적에 대해 2개 이상의 표적으로 오인하는 경우가 발생할 수 있다. 이는 각각의 레이더에

※ 이 연구는 정보통신부 대학 IT연구센터 육성·지원사업의 연구비 지원으로 수행되었음.

† 정 회 원 : 육군전술C4I개발단 근무

†† 중신회원 : 충북대학교 전기전자 컴퓨터공학부 교수

논문접수 : 2005년 10월 21일, 심사완료 : 2006년 2월 8일

1) 탐지레이더 : 저고도로 비행하는 물체(항공기, 헬기 등)를 효과적으로 탐지할 목적으로 개발된 레이더, 1991. 6. LG 이노텍 국내 최초개발

2) 제원수신기(FCR: Fire Control Receiver) : 탐지레이더로부터 유·무선을 이용하여 탐지된 비행체 정보를 수신하는 장비

서 탐지한 정보가 융합되지 않은 상태에서 수신함으로 시간의 차이 등이 발생할 때 단일 표적을 2개 이상의 표적으로 오인하여 상황조치에 혼란을 초래할 수 있다[3]. 마지막으로 통신환경이 열악하다는 것이다. 무전기를 통하여 수신 데이터가 전송되기 때문에 무전기의 데이터 소통능력이 저조하여 센서에서 사용자까지 실시간 전파가 곤란하다[4].

이 논문에서는 이러한 문제점 및 제한사항을 극복하기 위해 탐지레이더에서 비행하는 표적을 탐지 및 식별하고 그 자료를 지상전술C4I체계와 연동하여 표적정보를 사용자에게 전파함으로써 신속한 상황처리를 할 수 있도록 운용될 뿐만 아니라, 상황실로 실시간 경보를 전파하며 적시적인 지휘결심을 수행할 수 있도록 한다. 구현 핵심내용은 탐지레이더와 지상전술C4I체계 연동을 통하여 항적자료를 상황도에 자동도시, 현황을 관리하고, 경보전파 등의 지휘결심 지원 기능을 제공하며, 실시간으로 전장상황을 파악할 수 있도록 하여 전장을 가시화하는 것이다.

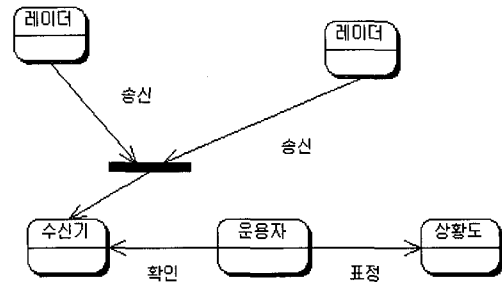
구현 및 실험에 사용한 데이터는 먼저, 탐지레이더에서 획득한 표적제원이 무전기 및 통신체계를 통하여 다기능접속장치(MFE)³⁾로 수신되고, 수신된 자료를 실시간데이터처리기(DLP)⁴⁾에서 중복된 데이터를 선별처리한 후에, 이를 상황도관리 서버와 클라이언트로 전파하고, 최종적으로 사용자 단말의 디지털 지도상에 전시하게 된다. 이 연구를 통해 설계되고 개발된 시스템은 경보 반응시간 단축과 상황유지 및 지휘결심을 지원하고, 필요시 저장기능을 통해 과거 중요 항적추적 상황을 실시간 복원 및 분석이 가능한 장점이 있다.

이 논문의 구성은 2장에서는 현재의 탐지레이더 운용 현상을 분석하고, 3장에서는 레이더자료를 이용하여 항적을 추적할 수 있도록 항적추적관리시스템을 설계하며, 4장에서는 항적추적관리시스템을 구현하고, 5장에서는 시험결과를 분석하며 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후연구를 제시한다.

2. 현 탐지레이더 운용 분석

이 장에서는 현재의 탐지레이더 운용 체계를 분석한다. 탐지레이더 운용 개념은 (그림 1)에서 보는 바와 같이 탐지레이더에서 비행체 즉 표적을 탐지하면 무전기를 통하여 제원수신기로 입력되고, 제원수신기의 디스플레이 창에 탐지된 비행체의 위치정보가 좌표로서 표시된다. 운용자는 디스플레이 창에 나타난 위치좌표를 보고 표정판에 표시를 하게 된다[1, 3].

이러한 운용체계의 제한사항은 제원수신기의 동시 표적정보 전시 능력이 소수에 불과하여 다수 표적에 대한 관리가 곤란하고, 제원수신기로 수신된 표적 정보를 표정판에 수기 표정함으로써 표적 정보의 정확성이 결여될 수 있고, 감시 지역 내에 여러 대의 레이더를 운용할 경우 운용 레이더 수



(그림 1) 탐지레이더 운용 개념도

만큼의 중복 탐지된 정보를 식별하고 분류해야하는 번거로움이 있다.

탐지레이더 자료를 이용한 항적추적관리시스템은 이러한 제한사항을 극복하기 위해 제안되었으며, 이는 저고도로 비행하는 물체를 탐지 및 식별하여 표적정보를 사용자에게 전파하며, 다기능접속장치(MFE)를 통하여 지상전술C4I체계(GTC4IS)⁵⁾의 상황실로 실시간 경보를 전파할 수 있도록 해야 한다[4].

데이터의 흐름은 탐지레이더에서 획득한 표적제원이 무전기를 통하여 다기능접속장치로 수신되고, 이 자료를 실시간데이터처리기(DLP)에서 중복정보를 선별처리한 후에, 상황도관리 주 서버에서 클라이언트로 전파하고 사용자 단말의 디지털 지도상에 전시하도록 함으로써 반응시간 단축과 상황유지 및 지휘결심을 지원하고, 필요시 저장기능을 통해 과거 중요 항적 추적 자료를 복원하여 분석할 수 있도록 한다.

3. 항적추적관리시스템 설계

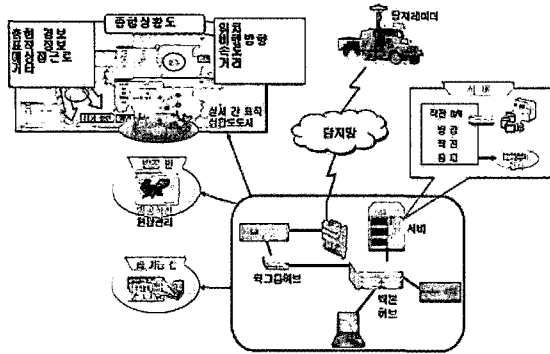
이 장에서는 제안하는 항적추적관리시스템의 개요 및 구성, 좌표전환 알고리즘, 레이더 신호 처리 등에 관하여 이 시스템에 적용된 핵심 기술과 설계내용을 기술한다.

3.1 시스템 구성

항적추적관리시스템의 구성은 크게 비행체 탐지를 담당하는 탐지 레이더와 탐지된 레이더 데이터를 시스템에서 사용할 수 있도록 신호를 전송하는 부분, 수신된 신호를 변환하는 부분, 데이터를 처리하고 상황을 분석하여 상황도에 반영하는 상황도관리 부분, 지휘통제를 위하여 전술C4I시스템과의 연동부분, 경보를 전파하고 수신하며 상황조치를 수행하는 부분 등으로 나뉜다. 이것을 위해 탐지레이더 운용 개념을 중점적으로 파악하며, 레이더 전파 신호의 추출에 있어 무전기와 제원수신기의 운용개념과 장비의 특성을 분석하고, 데이터를 추출하여 다기능접속장치(MFE)에 의해 컴퓨터와 연동하도록 한다. (그림 2)는 탐지레이더의 자료를 이용한 항적추적관리시스템 운용을 도식화한 것이다.

3) 다기능접속장치(MFE:Multi Function Equipment) : 유무선 통신장비(FM, AM무전기 등)와 연결하여 레이더 등 감시장비로 부터 수신된 신호를 일정한 자료형태로 전환하여 전송하는 장비로써 민간업체에서 개발됨
4) 실시간데이터처리기(DLP:Data Link Processor) : 다양한 센서로부터 입력되는 대량의 데이터를 실시간 처리하여 시스템에서 사용할 수 있도록 하는 데이터 변환장치로 민간업체에서 개발

5) 지상전술C4I체계(GTC4IS: Ground Tactical Command Control Communication Computer & Intelligence System) : 지상 전술작전을 지휘통제하기 위하여 개발된 지휘통제체계



(그림 2) 탐지레이더 항적추적관리시스템 구성도

3.2 요구사항 분석

요구사항 분석의 중요한 핵심은 레이더 신호의 분석이다. 레이더가 비행체를 탐지하면 다량의 데이터를 스트림형태로 전송하게 되는데 시스템은 수신된 데이터를 적시(適時)에 실시간으로 처리하여, 비행체의 정보를 분석한 후, 상황판에 표정(表正)하고 경보를 전파해야 한다.

3.2.1 시스템

한 대의 레이더로부터 제원수신기로 수신되는 신호의 전송속도는 무전기의 설정 값에 의해 결정되나 일반적으로 4800bps으로 운용되며, 전송되는 신호의 양은 1개 프레임 당 172Byte 즉, 1376bit이다. 따라서 레이더로부터 신호를 1

회 수신하는데 소요되는 시간은 약 0.287초이다. 4대의 레이더로부터 신호를 수신할 경우 약 1.15초가 소요되며, 나머지 0.85초 동안 수신된 신호를 처리해야 하므로 상황에 전시하려면 소요되는 장비의 성능은 고성능이어야 한다.

3.2.2 데이터

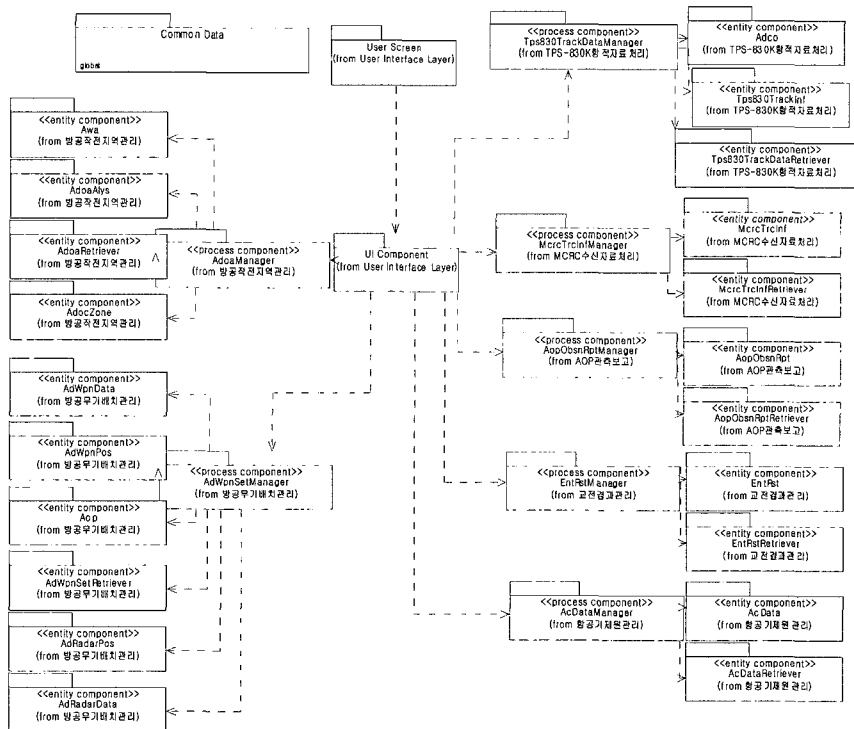
수신되는 신호에 포함된 정보는 동기문자(Synchronize Character)를 포함하여 레이더 식별번호, 레이더 좌표(X, Y), 경보 종류, 상태, 속도 등이 공통적으로 포함되며, 또한, 표적 정보로써 표적번호, 거리 및 방위각(레이더 기준), 속도, 피아(彼我) 식별, 비행 방향 등이 포함된다.

3.3 시스템 설계

설계 단계는 요구분석 결과에 따라 작성된 정보화 개발개념을 구체화(具體化)하기 위하여 구현에 앞서 자동화 시스템명세서를 변환시키는 과정으로써 계층구조(階層構造)의 전산화 체계를 작성하는 단계이며, 개략설계 단계와 상세설계 단계로 나누어 이루어진다.

3.3.1 개략 설계

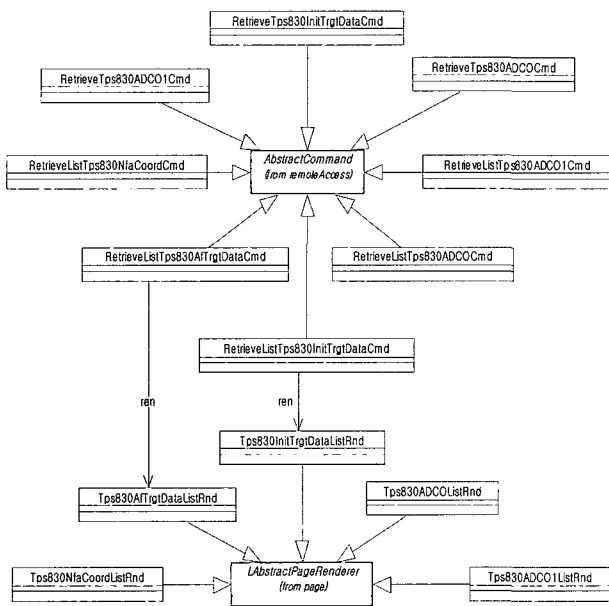
개략 설계 단계의 산출물로는 입/출력화면 설계서, 코드 설계서, 테이블 목록표 및 테이블 설계서, 메뉴 설계서 등이 있다. 항적추적관리시스템의 컴포넌트를 구성하는 사용자 화면, UI 컴포넌트, 비즈니스 컴포넌트, 공통자료유형에 대한 전체 구조는 (그림 3)과 같다.



(그림 3) 항적추적관리시스템 컴포넌트 구조

3.3.2 상세 설계

상세 설계 단계의 산출물로는 프로그램 작성 지침서, 프로그램 목록표, 프로그램 구조도 등이 포함된 소프트웨어 설계서 등이 있다. 설계 단계에서의 중요한 핵심은 항적추적상황도에 적용될 각 좌표 체계 간 좌표전환 알고리즘과 레이더로부터 수신된 신호의 처리, 수신 자료의 잡음(Noise) 제거 처리 등이다. 항적자료처리 패키지는 탐지레이더로부터 실시간데이터처리를 통해 자동접수되는 항적자료에 대한 조회 등의 기능을 제공하는 UI 컴포넌트들을 포함한다. 항적자료처리 패키지에 포함된 UI 컴포넌트의 전체 구조는 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 항적자료처리패키지 내 UI 컴포넌트 구조

3.4 알고리즘

이 체계를 개발하기 위해서 필요한 주요 알고리즘은 좌표 전환, 다기능접속장치에 탑재된 신호처리 알고리즘으로 잡음제거 알고리즘과 중복정보 처리 알고리즘 등이다.

3.4.1 레이더 데이터 잡음 제거

무전기를 통해 데이터를 송수신할 때 무선망에 의한 잡음(Noise)이 유입될 확률이 상당히 높다. 실제 시스템을 운영해보면 이러한 잡음이 유입됨을 확인할 수 있는데, 무전기의 송수화기를 통해 청취되는 소리 중 잡음으로 인해 발생하는 소리는 데이터 처리를 할 경우 문제가 되는 부분이다. 이 잡음은 수신 받은 데이터의 신뢰도를 저하시키는 요인으로 작용될 수 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로 이를 정보화하기 전에 먼저 잡음 여부를 체크하게 되는데 만약 수신된 신호에 잡음이 생겼을 경우 본 시스템은 수신신호를 원래 상태로 설정하고 다시 정제된 데이터를 받기 위해 대기하도록 하였다. (그림 5)는 잡음제거를 위한 체크 알고리즘을 나타낸다.

```
// Noise Check Algorithm
for iCount ← 6 to 492 increase 162
.....
if Left(make_Bitz(Hex(InBuff(iCount))),5) is equal to 00000
then Print Noise found; flgNoise ← True
if Hex(InBuff(iCount +1)) is equal not to 0
then Print Noise found; flgNoise ← True
if Left(Make_Bitz(Hex(InBuff(iCount +4))), 1) is equal not to 0
then Print Noise found; flgNoise ← True
.....
endifor
flgNoise ← False
.....
```

(그림 5) 잡음 체크 알고리즘

3.4.2 다기능접속장치의 신호 처리

레이더 수신 신호의 처리는 먼저 유입되는 신호 자체가 Binary(Hexa Code)형태의 스트림 데이터로 입력되기 때문에 장치 내에 별도의 신호처리 프로그램을 두어 디코딩(Decoding)함으로써 '1'과 '0'의 일렬의 행으로 변환하여 원하는 정보를 추출하도록 하였다. (그림 6)은 신호변환 알고리즘의 처리를 코드화 한 것이다.

```
// FF FF FF FF 01 02 03 04 1111 1111 1111 1111 0001 0010
0011 0100
InBuf() ← Byte
for iCount ← 6 to (((NofRadar -1) * 162) +6) increase 162
Signal((iCount - 6) / 162) ← Signal
Signal(3) ← InSignal
Function()
Bit2Chr(Bits As String) As Long (InBuff(iCount),3)
EndFunction()
endifor
Function()
Make_Bits(sChr As String)
EndFunction()
```

(그림 6) 신호변환 알고리즘

신호 처리 시 가장 큰 문제가 속도에 있음을 고려하여, 레이더 한 대의 신호를 하나의 구조체를 사용하여 메모리상에서의 이동을 최대한 적게 하여 처리속도를 높이도록 설계하였다.

3.4.3 좌표 전환 알고리즘

이 체계에서 사용된 좌표 체계는 일반적으로 군사적으로 활용되는 UTM(6)좌표, 디지털 지도상 처리되는 미터(Meter) 좌표, 지리(경위도)좌표, 지리참조(GEOREF)좌표 등이 사용되었다. 이러한 좌표 체계는 각기 환산하는 방식이 상이하여 좌표 체계 간 상호 전환은 상당히 중요한 사항이며 특히, 지리참조 좌표는 공중에서 고속으로 이동하는 표적의 위치를 표정하기에 지리좌표나 군사(UTM)좌표는 부적합하므로

6) UTM(Universal Transverse Mercator) : 국제 횡 메르카토르도법으로써 구역(Zone)의 고유번호와 가상적인 준거점으로부터 북과 동으로 가라 떨어진 거리(m)를 나타내는 좌표체계

별도의 좌표법을 고안하여 공중 위치를 표정 하도록 한 좌표 체계로서 연합 및 합동작전에서 주로 방공작전에 공통으로 사용하며, 평면위치 지시기 및 상황판, 조기경보 표정판상에 지리참조 격자를 표시하여 활용한다. 각 좌표 간 전환의 기본은 지리좌표이며 모든 좌표는 지리좌표로 변환 후 상호 전환이 가능하도록 설계되었다. 특히, 이 시스템에서는 UTM좌표와 지리참조 좌표간의 상호 전환기능을 제공하기 위해 지리참조 좌표를 미터좌표로 변환하는 알고리즘을 설계하였다. 여기서 참고할 것은 지리참조 좌표는 정확한 좌표 체계가 아니라 오차가 심한 좌표, 즉 단지 참조좌표여서 지리참조좌표 → 지리좌표 → UTM좌표 → 미터좌표로의 변환이 쉽지 않을 뿐만 아니라 오차가 포함되어 있음을 알 수 있다.

4. 시스템 구현

구현 단계의 중요한 핵심은 비밀자료에 대한 체계 보안(保安)대책과 표적 정보의 디지털 지도상 표시, 다수의 레이더 신호 중복 처리 및 표적 융합 등이다.

이 체계에서는 모듈 단위의 코딩과 디버깅(Debugging)이 독립적으로 이루어지고 모듈(Module)별로 구현 하였다. 프로그래밍 언어와 데이터베이스의 선택은 중요한 사항으로 최초 분석 및 설계 시에 고려되었지만 구현에서도 개발언어의 선정과 적합한 운영체제와 네트워크의 선정 또한 중요한 요소로 작용했다.

4.1 개발환경

이 시스템에서 클라이언트와 서버에서 운용되는 프로그램의 개발언어로는 Visual C ++ 6.0이 사용되었으며 부가적으로 JAVA 언어를 사용하였다. 특히, 연동관련 장비의 탑재 프로그램은 윈도우 C를 사용하여 프로그램 하였으며, 상황도 분야는 MapX가 사용되었다. 레이더로부터 수신된 신호를 처리하기 위해 별도의 다기능접속장치와 중복자료 처리를 위한 서버급 장비 등을 통하여 체계로 접속하도록 하여 체계내부의 시스템 운용 부하를 감소할 수 있도록 구성하였다. 데이터베이스는 ORACLE 9를 사용하였으며 다수의 레이더 신호를 처리하고 실시간으로 전시하기 위해서는 파일 및 DB 자료를 병행 처리하면서 클라이언트/서버 모듈 운용환경으로 설계하였다. 운영체제는 클라이언트용으로는 Windows 2000을 기반 운영체제로 선정하고 서버는 UNIX 계열의 운영체제를 최적의 사양으로 선택 설계하였다. 데이터 통신망은 전술 통신망체계(스파이더)를 기본 네트워크로 하고, 클라이언트/서버 환경으로 운용해야 하는 주둔지내의 지휘통제실은 TCP/IP 프로토콜을 적용한 LAN으로 설치 운용한다.

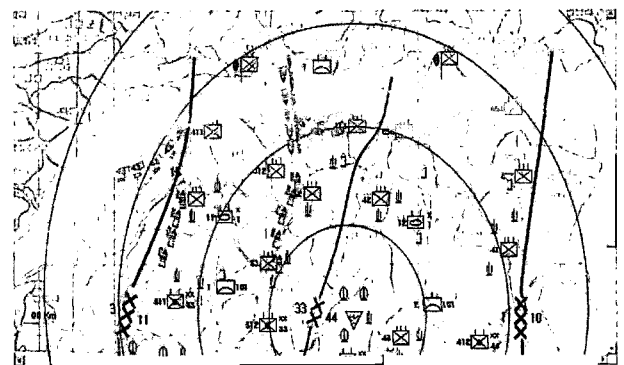
4.2 레이더 신호 중복처리 및 융합

다수의 레이더를 운용할 경우 동일한 감시 구역 내의 공통 정보들은 거의 동일하므로 상이한 사항만 감지토록 하였

으며, 1개의 표적에 대해 2대 이상의 레이더가 감지하였을 경우 상황도상에 동일하게 표시되도록 프로그램으로 처리한다. 동일한 표적을 여러 대의 레이더가 감지하였을 경우, 각각의 레이더는 자신의 위치로부터 거리, 방위각, 비행방향, 속도 등을 MFE를 통해서 DLP 서버로 전송하게 된다. 무전기가 수신한 신호를 다기능접속장치인 MFE에 의해 디지털 데이터 포맷으로 변형하여 직렬포트를 통해서 DLP 서버로 전송하면 중복처리 모듈에 의해 각 레이더로부터의 상대거리, 방위각을 MapX상의 미터좌표계(X, Y좌표)로 변환하게 된다. 동일한 지도상에서 X, Y좌표는 결국 지도상의 절대좌표로 생각할 수 있다. 레이더의 위치가 어디이던 간에 X, Y좌표가 MapX에 표시되고, 표적 또한 레이더로부터 X, Y좌표가 계산되므로 만약 중복 감지된 표적이 있다 해도 MapX 좌표는 동일한 것이다. 비행 방향은 어느 레이더에서 감지를 하든지 일정하며, 속도 또한 동일하므로 세 가지의 데이터 즉, 좌표와 비행방향, 속도를 고려하여 표적의 중복 여부를 판단할 수 있다.(단, 고도는 무시한 이론이며, 고도를 무시한 이유는 탐지레이더는 고도에 대한 감지는 하지 않기 때문이다.) 중복처리 알고리즘은 하나의 표적에 대해 나머지 모든 표적들과 비교를 하는데, 예를들어 4대의 레이더를 운용한다고 가정했을 때, 4대의 레이더에서 각각 16개의 비행체를 탐지했다면, 16개 표적에 대한 4가지 정보(X좌표, Y좌표, 비행방향, 속도)를 각각의 레이더에 대해 판단해야 하므로 $4 \times 16^{n-1}$ 회의 연산이 필요하다. 그러나 표적 중복처리의 경우 모든 정보에 대해 모든 내용을 비교하는 것보다 단계적으로 즉 X좌표가 오차범위 이내일 경우 Y좌표를 비교하고, Y좌표도 오차범위 이내일 경우 비행방향을 비교하는 순으로 비교하면 연산의 횟수를 감소시킬 수 있다. 이를 해결하기 위해서 DLP 서버를 별도로 배치하여 처리하였다.

4.3 표적 정보 도시

표적정보의 상황도상 도시는 수신되는 정보 중 레이더의 좌표와 레이더로부터 거리와 방위각을 이용하여 지도상의 위치를 UTM좌표로 부여하여 도시되도록 하였으며, 표시되는 비행체의 심볼(Symbol)은 비행 방향에 따라 회전(Rotation)되도록 함으로써 심볼의 방향이 곧 비행체의 비행방향임을 쉽게 인지 가능토록 하였다.



(그림 7) 탐지레이더 항적자료 운용 화면

〈표 1〉 레이더자료의 실시간 상황도도시와 FCR 수신시간

구분	A 지역 모의 데이터 발생			B 지역 모의 데이터 발생		C지역 모의 데이터 발생			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
측정회수									
탐지시각	10:33:42	10:38:02	10:39:02	13:46:10	13:51:10	14:09:10	14:09:30	14:14:50	14:15:30
상황도 도시시각	10:33:53	10:38:11	10:39:11	13:46:24	13:51:19	14:10:15	14:09:35	14:14:55	14:15:35
FCR수신 시각	10:33:56	10:38:20	10:39:20	13:46:30	13:51:34	14:10:20	14:09:43	14:15:04	14:15:45

(그림 7)은 실제운용 화면을 표시하고 있으며, 탐지레이더 항적자료를 상황도상에 도식화되고 있는 모습으로서 표적의 피아(彼我)식별에 따라 색상을 다르게 표현 하였으며, 레이더에서 부여된 표적번호는 레이더 번호를 포함하여 사용자가 선택적으로 표시되도록 하였다. 지도상에 표적을 나타내기 위해서는 MapX상의 미터좌표계로 변환해주면 되지만, 표적정보 창에는 실제 신호수신 위치로부터의 거리, 방위각을 표시해야 한다. 이를 위해 한 번의 좌표변환을 거쳐게 되는데, 이 좌표 변환은 좌표계의 변환이 아니라, 기준위치를 레이더에서 수신위치로 바꾼 것에 불과하다. 하지만 이러한 좌표변환으로 시스템의 부하를 초래할 뿐 아니라 데이터 손실이 발생하여 정밀성에서 문제점을 나타내기도 한다.

5. 시험 및 평가

시험 및 평가는 기능단위 시험을 거쳐 프로그램의 적절성이 검증된 이후에, 개별 프로그램이 아닌 전체 시스템으로서의 체계통합시험, 기술시험, 운용 및 평가시험 등을 실시하였다. 체계통합시험은 독립된 작업 단위별 또는 한 개 이상의 주요기능을 수행하는 범위 내에 작성된 프로그램간의 인터페이스의 적절성 시험과 개발단위 형상항목 간의 자료교환 내용의 합당성, 접속관계의 타당성, 완결성을 주요 시험 대상으로 하였다. 기술시험(Development Test)은 최소한 하나의 중요기능을 시험할 수 있는 범위 내에서 모듈간 또는 프로그램간의 인터페이스 적절성을 검증하고 실제 운영 환경 하에서 개발계획 또는 분석단계에서 설정한 정보화 요구 목표에 부합되는가를 검증하였다.

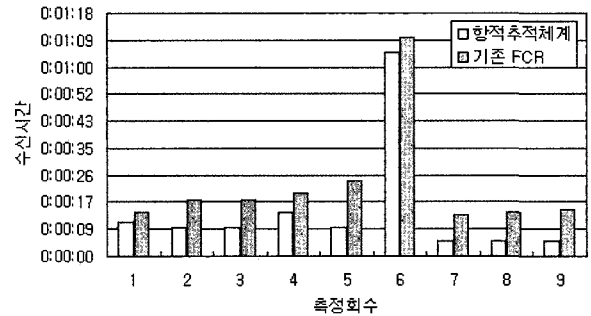
이 논문에서는 운용 및 평가시험을 시행한 자료 중심으로 기술하고자 한다. 시험에 사용한 데이터는 각기 다른 지역에서 실제로 항공기를 띄우고 탐지레이더가 10분간 관측하여 획득한 모의 데이터를 사용하였다.

5.1 운용 및 평가시험

운용 및 평가시험은 기술 테스트 후, 업무개발의 목표와 사용자의 요구사항이 수용되었는지를 검증하고 운용의 편의와 적절성을 평가하게 된다. 이를 위해서 실제 체계운용자에 의한 시험운용을 하도록 여러 계층의 실무자가 참석하여 사용자 입장에서 평가 및 검증 단계를 거쳤다.

운용 및 평가시험은 3가지의 대항목으로 분류하여, 첫째 레이더에 의거 탐지 및 식별된 제원 자료를 실시간 전파 성

능, 둘째 상황도에 도시되는 성능, 셋째 기존의 제원수신기와 상호운용의 적합성으로 구분하였다. 각 평가항목을 시험하기 위한 다수의 기준과 전제조건을 선정하였다. 1, 2항에 대한 시험결과로는 상황도 도시 시간과 제원수신기의 수신시간을 비교해보면 <표 1>과 (그림 8)에서 보듯이 레이더 자료의 도시 시간이 기존 수작업 운용체계 수신시각 보다 3~14초 빠르게 나타났으나 시험 당시의 네트워크 운용의 과부하 영향으로 지역별, 측정시간대별로 많은 차이를 보이기 때문에 실시간 경보전파를 위해서는 전파체계를 위한 네트워크 성능개선이 필요한 문제점으로 나타났다.

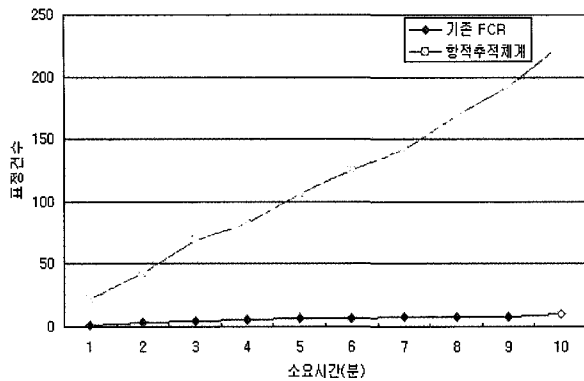


(그림 8) 레이더자료의 실시간 상황도도시와 FCR 수신시간 비교

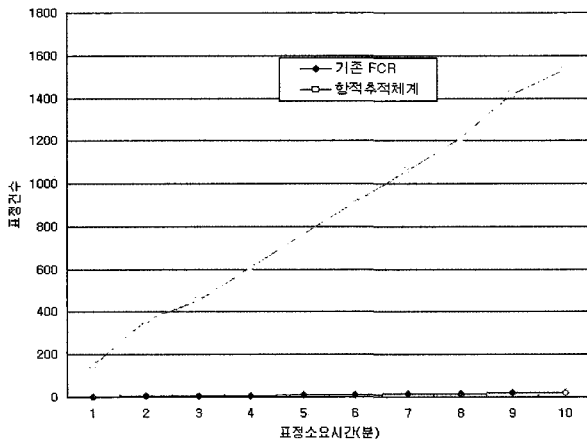
다음은 항적추적관리시스템과 상호운용 적합성을 확인하기 위해 기존의 FCR 체계와 항적추적관리시스템을 비교하여 정확도와 효율성을 비교확인 하였다. <표 2>에서 보여주듯이 FCR 체계는 1분 단위로 표정하고, 항적추적관리시스템은 2초 단위로 표정하고 있다. 항적 표정은 기존 FCR 체계와 개발된 항적추적관리시스템의 탐지된 비행표적에 대한 항적 표정시간을 비교해보면 (그림 9)에서 보는 바와 같이 단일레이더를 운용할 경우 기존의 FCR 체계는 10분 동안 10건을 표정한 데 비해 개발된 항적추적관리시스템에서는

〈표 2〉 FCR 체계와 항적추적관리시스템의 상황도 도시의 정확도와 표정시간

구분	단일 레이더 운용	다수 레이더 운용
모의 항적 발생시간	14:09:05~14:19:05 (10분00초)	14:30:40~14:40:42 (10분02초)
FCR 체계 표정 건수	10 건 / 10 분	21 건 / 10 분
항적추적관리시스템 도시건수	226 건 / 10 분	1530 건 / 10 분



(그림 9) FCR 체계와 항적추적관리시스템 표정시간 비교 (단일 표적일 때)



(그림 10) FCR체계와 항적추적관리시스템 표정시간 비교 (다수 표적일 때)

226건을 표정하였으며, 다수의 레이더를 운용할 경우는 (그림 10)에서 보는 바와 같이 FCR 체계에서는 10분 동안 21건을 실시하였고, 항적추적관리시스템에서는 10분 동안 1530건을 처리하여 600여 개의 항적을 도시하므로 여러 대의 레이더를 동시에 운용하여 탐지된 표적이 다수일 경우 매우 우수한 효율성을 입증할 수 있었다.

5.2 시험 및 평가 결과

지역별 배치된 통신장비와 다기능접속장치의 무선통신 운용환경과 장비간의 네트워크성능에 따라서 제원수신기까지 레이더자료의 수신시간 차이는 향후 지속적으로 개선 보완하여야 할 사항으로 도출되었다. 그러나 운용 및 평가 시험 결과에서 보듯이 개발된 항적추적관리시스템에서 각 비행표적에 대한 좌표일치와 중복자료 처리의 정확성과 다수의 레이더를 동시에 운용하여 비행체를 탐지할 때는 표적에 대한 동시 표정능력은 매우 우수하였다.

6. 결론 및 향후 연구

탐지레이더에서 탐지되는 비행체에 대한 정보는 실시간으

로 사용자에게 전파되어야 하는 긴급정보들이다. 그러나 이러한 정보들을 수작업 표정에 의존하고 있어 항적추적관리에 어려움을 겪고 있다. 이에 탐지레이더 자료를 이용하여 비행체에 대한 자동화된 항적추적 체계가 필요하였다. 이 논문에서는 탐지레이더에 의한 비행체정보를 디지털 지도상에 실시간 도시하여 평시 공중 경계력을 보강하기 위한 항적추적관리시스템을 제안하였다. 제안 시스템은 소요를 분석하고 유사시 실시간 통합전장 상황 하에서도 항적추적관리 및 신속한 상황조치를 할 수 있도록 개발하였다. 개발된 시스템의 성능의 우수성을 입증하기 위하여 운용 및 시험평가를 수행하여 그 효율성을 입증하였다. 이 정보체계를 개발함으로써 얻어지는 기대효과는 다수의 비행체가 탐지될 경우 표적을 수작업으로 표정할 필요가 없어 표적 정보의 정확성 향상과 표정시간을 단축할 수 있으며, 감시지역 내의 공중 상황을 종합하고, 실시간 지휘 통제 및 신속한 상황조치가 가능할 것으로 판단된다.

향후 연구과제로는 열악한 진술통신환경에서 신속하고 능동적으로 정보를 전파할 수 있도록 이벤트 통지 서비스 개념을 도입하여 시스템을 보완할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 고원국, "탐지레이더 영상전시체계 구현," 국방정보통신지, pp. 53-67, 2001.
- [2] 육군본부, "지상전술C4I체계 상황도 관리 설계서," 2003.
- [3] 정선용, "전술계대 방공운용 극대화 방안," 육군대학 군사평론지 제374호, pp.93-113, 2005.
- [4] 육군본부, "네트워크 관리," 야전교범 61-14, 2005.
- [5] 육군본부, "지상전술C4I체계 사용자 지침서," 2004.
- [6] 송종석, 김진수, 신문선, 류근호, "위게임 시뮬레이션 시스템을 위한 보안시스템 설계 및 구현," 정보처리학회논문지C Vol.12-C, No.3 pp.369-378, 2005.
- [7] 김성남, 최종인, 김창현, 임철수, "공중작전 상황인식을 위한 3차원 가시화," 한국정보과학회 논문지 A-시스템 및 이론 Vol. 32, No.5, pp.314-323, 2005.
- [8] 최선아, 김도현, 강동구, 차의영, "모폴로지 기법과 보완된 DSP를 이용한 레이더 영상에서의 물체 추출," 한국정보과학회 2000년 추계학술대회 Vol.27, No.2, pp.62-66, 2000.
- [9] 김명진, 한준희, "형태 변화의 연속성을 이용한 이동 물체의 추적," 한국정보과학회 논문지, Vol.20, No.5, 1993.
- [10] 이용미, 서성보, 박주상, 이용준, 류근호, "u-Logistics 시스템에 적용가능한 알림시스템 모델," 한국정보과학회, pp.112-114, 2003.
- [11] 박우창, 승현우, 용환승, 최기현, "데이터 마이닝 개념 및 기법," 자유아카데미, 2003.
- [12] C. Olston, J.Jiang, and J. Widom, "Adaptive filters for continuous queries over distributed data streams," In Proc. of the 2003 ACM SIGMOD Intl. Conf. on Management of Data, 2003.

- [13] 김경태, 최인식, 김효태, "Efficient Radar Target Classification Using Adaptive Joint Time-Frequency Processing," IEEE Transactions on antennas and propagation. Vol.48, No.12, 2000.
- [14] 김경숙, 임복자, 남광우, 이기준, "이동객체 컴포넌트 설계 및 구현," 한국정보과학회 데이터베이스연구회지, 18권 4호, pp. 49-57, 2002.



이 무 은

e-mail : saygood7@kornet.net
 1988년 국방대학교 전산학과(이학석사)
 2002년 충북대학교 전산학과 박사과정수료
 2003년 한국국방연구원 정보화연구센터 연구위원
 2004년~현재 육군전술CAI개발단 근무

관심분야: 시공간 데이터베이스, 데이터 마이닝, 이벤트통지시스템(ENS), CAI 시스템



류 근 호

e-mail : khryu@dblab.chungbuk.ac.kr
 1976년 숭실대학교 전산학과(이학사)
 1980년 연세대학교 공업대학원 전산전공 (공학석사)
 1988년 연세대학교 대학원 전산전공 (공학박사)

1976년~1986년 육군군수 지원사 전산실(ROTC 장교), 한국전자통신연구원(연구원), 한국방송통신대학교 전산학과(조교수) 근무
 1989년~1991년 Univ. of Arizona Research Staff (TempIS 연구원, Temporal DB)
 1986년~현재 충북대학교 전기전자 컴퓨터공학부 교수
 관심분야: 시간 데이터베이스, 시공간 데이터베이스, Temporal GIS, 지식기반 정보검색 시스템, 유비쿼터스컴퓨팅 및 스트림데이터처리, 데이터 마이닝, 데이터베이스 보안, 바이오 인포메틱스