JANT 한국항행학회논문지
Journal of Advanced Navigation Technology

항공 통신 기술

J. Adv. Navig. Technol. 18(4): 325-333, Aug. 2014

ADS-B 시스템 상태 감시 및 원격 제어 시스템의 설계와 구현

A Design and Implementation of a Remote Status Monitor and Control System for an ADS-B System

장은미 · 송인성 · 윤완오 · 최상방*
인하대학교 전자공학과

Eunmee Jang · Inseong Song · Wanoh Yoon · Sangbang Choi*
Department of Electronic Engineering, Inha University, Incheon, 402-751, Korea

[요 약]

CNS/ATM을 구성하는 감시 시스템의 핵심 기술인 ADS-B는 항공기와 항공기 간의 정보 교환을 통해 기존의 레이더 감시 시스템을 보완 및 대체할 수 있다. ADS-B를 지상 항공 교통 관리 시스템에서 사용할 수 있도록 구축하는 지상 ADS-B 시스템은 항공기와 ADS-B 메시지를 송수신하는 지상장비, ADS-B/TIS-B/FIS-B 서버 등 다양한 장비가 필요하며 이들 장비는 네트워크 기반의 분산 시스템 형태로 구성된다. 따라서 지상 ADS-B 시스템의 분산된 장비들을 효율적으로 관리할 수 있도록 원격에서 지상 ADS-B 시스템을 구성하는 장비들의 상태를 감시하고 제어 할 수 있는 상태 감시 및 원격 제어 시스템이 반드시 필요하다. 본 논문에서는 네트워크 기반 상태 관리 프로토콜인 SNMP를 이용하여 지상 ADS-B 시스템을 구성하는 모든 장비의 상태를 감시하고 제어할 수 있는 ADS-B 시스템 상태 감시 및 원격 제어 시스템을 설계하고 구현하였다.

[Abstract]

An ADS-B system, which is a critical technology in surveillance area of the CNS/ATM, can replace or compensate a conventional radar based surveillance system through the communications among aircrafts. An ADS-B ground system which is to use the ADS-B on the ground air traffic management system consists of various subsystem devices such as ground stations that communicate with the aircrafts, and ADS-B/TIS-B/FIS-B servers. The ADS-B ground system has a form of distributed system and is interconnected through the network. Therefore, a system which can monitor and control the status of the multiple subsystem devices of the ADS-B ground system is essential. In this paper, we designed and implemented a remote status monitor and control system for the ADS-B system that can monitor and control the subsystem devices of the ADS-B system in remote place via SNMP protocol.

Key word : ADS-B System, Remote control system, SNMP, Status Monitor.

http://dx.doi.org/10.12673/jant.2014.18.4.325

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-CommercialLicense(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 25 June 2014; **Revised** 24 August 2014
Accepted (Publication) 18 August 2014(30 August 2014)

***Corresponding Author; Sangbang Choi**

Tel: +82-32-860-7417
E-mail: sangbang@inha.ac.kr

Ⅰ. 서 론

국제민간항공기구 (ICAO; international civil aviation organization)는 폭발적으로 증가하는 항공 교통량을 수용하고, 항공 운항의 안정성과 효율성을 증가시키고자 데이터 통신기술 기반의 CNS/ATM (communication navigation surveillance/air traffic management)을 연구해 왔다. CNS/ATM은 항공 교통 관리 시스템을 지원하기 위한 디지털 기술을 기반으로 하는 통신, 항법, 감시 시스템으로 정의된다[1],[2].

ADS-B (automatic dependent surveillance-broadcast)는 CNS/ATM을 구성하는 감시 시스템의 핵심 기술로 기존의 레이더를 대체하거나 보완하기 위한 기술이다[3]. ADS-B 감시자료 처리를 위해 지상의 ADS-B 시스템은 항공기와 ADS-B 메시지를 송수신하는 지상장비, 수신한 ADS-B 메시지를 검증, 필터링, 저장하는 ADS-B 서버, 항공기로 송신할 레이더 감시 자료를 지상장비로 분배하는 TIS-B (traffic information service-broadcast) 서버, 기상정보 및 공역정보 등의 비행정보를 관리하고 항공기로 송신할 수 있도록 지상장비로 분배하는 FIS-B (flight information service-broadcast) 서버로 구성된다[4].

안전한 항공 교통 관리 서비스를 제공하기 위해, 관리자는 ADS-B 시스템을 구성하는 장비의 상태를 파악하고 제어할 수 있어야 한다. 지상 ADS-B 시스템은 네트워크 기반의 분산 시스템이기 때문에, 상황에 따라 구성 장비를 서로 다른 장소에 배치하고 운영할 수 있다. 그리고 시스템을 구성하는 모든 장비는 관리자에게 장비의 현재 상태와 장비의 운영에 필요한 파라미터를 정의하고 이를 관리자에게 제공해야 한다. 이런 조건에서 지상 ADS-B 시스템은 구성하는 모든 장비의 상태를 파악하고 운영 상황에 맞게 제어할 수 있는 통합 원격 시스템이 반드시 필요하다.

이를 위해서 본 논문에서 지상 ADS-B 시스템을 구성하는 각 장비의 상태를 원격지에서 모두 감시하고 제어할 수 있는 ADS-B 시스템 상태 감시 및 원격 제어 시스템을 설계하고 구현하였다. 지상 ADS-B 시스템과 제안하는 시스템간은 이더넷 (ethernet)을 이용하여 연결하며, 상태 감시 및 원격 제어를 위해 SNMP (simple network management protocol) 프로토콜을 이용한다[5]. 그리고 장비의 상태 감시를 위해서 ADS-B 시스템을 구성하는 모든 장비에게 주기적 또는 비 주기적으로 상태 정보를 요청하고, 원격 제어를 위해 필요한 운영 파라미터의 값을 변경하도록 요청한다. 추가적으로 지상 ADS-B 시스템 관리자를 위해 GUI (graphic user interface)를 제공하여 장비에서 전송되는 모든 상태 정보를 화면에 현시하고, 원격 제어에 필요한 파라미터 값을 변경할 수 있는 입력 환경을 제공한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 장에서는 제안하는 시스템과 관련된 지상 ADS-B 시스템과 SNMP 프로토콜에 대해 설명하고, 3 장에서는 제안하는 시스템의 요구사항과 설계에 대해 설명한다. 4 장에서는 3 장의 설계를 바탕으로 한 시스템의 구현과 실험에 대해 설명하며, 마지막으로 5 장에서는 결론과 앞으로의 연구 과제를 제시하면서 본 논문을 마무리한다.

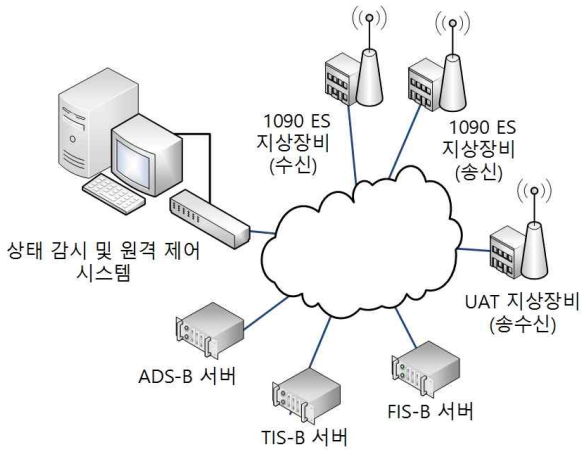

그림 1. 제안하는 시스템을 적용한 지상 ADS-B 시스템
Fig. 1. An ADS-B ground system with a proposed system adopted.

Ⅱ. 관련 연구

2-1 지상 ADS-B 시스템

ADS-B는 감시 능력을 향상시키기 위해 개발된 새로운 항공 감시 기술이다. ADS-B 송신기를 장착한 항공기가 인공위성을 사용하여 자신의 위치를 파악하고, 그 위치와 속도 및 기타 정보를 포함하는 ADS-B 메시지를 방송한다. ADS-B 수신기를 장착한 다른 항공기와 지상 ADS-B 시스템은 방송된 ADS-B 메시지를 수신하고 이를 활용하여 감시 능력을 향상시킨다. ADS-B에서 사용하는 데이터 링크는 1090 ES (1090 extended squitter), UAT (universal access transceiver) 등이 있다.

ADS-B를 지상 항공 교통 관리 시스템에서 사용할 수 있도록 구축하는 지상 ADS-B 시스템은 ADS-B 지상장비, ADS-B 서버, TIS-B 서버, FIS-B 서버로 구성된다. 그림 1은 제안하는 시스템을 적용한 지상 ADS-B 시스템을 나타낸다.

ADS-B 지상장비는 항공기에서 방송되는 ADS-B 메시지를 수신하고 항공기로 ADS-B 및 TIS-B 메시지를 송신하는 기능을 수행하며 지원하는 데이터 링크에 따라 1090 ES 지상장비와 UAT 지상장비로 구분된다.

ADS-B 서버는 ADS-B 지상장비에서 수신한 ADS-B 메시지를 수집하여 저장, 필터링, 검증 과정을 거친 후 항공관제 시스템과 TIS-B 서버로 전송한다.

TIS-B 서버는 ADS-B 송수신 장비를 장착하지 않은 항공기에 대한 감시정보를 제공한다. 이를 위해 TIS-B 서버는 ADS-B 서버와 항공관제 시스템으로부터 감시자료를 수신하여 병합, 필터링, 변환 과정을 거친 후 각 항공기로 방송할 수 있도록 ADS-B 지상장비로 전송한다[6].

FIS-B 서버는 항공 기상청 등의 FIS (flight information service) 제공 기관으로부터 기상정보, 공역정보 등의 비 제어 비행 정보를 가져와 FIS-B Product를 생성한다[7]. FIS-B 서버는 생성한 FIS-B Product를 항공기로 방송할 수 있도록 UAT 지상장비로 전송한다.

2-2 SNMP

SNMP는 네트워크상의 노드들을 관리하기 위해 사용되는 네트워크 기반 상태 관리 프로토콜이다.

SNMP 프로토콜을 기반으로 네트워크 관리를 수행하기 위해서는 SNMP 매니저, SNMP 에이전트, MIB (management information base)가 필요하다.

SNMP 매니저는 네트워크상의 모든 노드들을 관리하기 위한 애플리케이션이고, SNMP 에이전트는 관리 대상인 노드에 설치되어 SNMP 매니저의 요청을 처리한다. MIB은 SNMP를 이용하여 관리하는 관리 정보를 트리 (tree) 형태로 정의하고 모아 놓은 집합체이다. 관리 정보는 각 정보마다 객체 식별자 (OID; object identifier)를 부여하고 이를 통해서 정보 요청을 처리한다[8]. MIB의 OID를 통해서 특정 정보를 조회하여 노드의 상태를 파악하거나, 값을 변경하여 노드의 동작이나 상태를 제어한다. 즉, SNMP 매니저는 관리 대상이 되는 노드의 상태를 파악하거나 제어를 위하여 SNMP 에이전트로 해당 내용을 요청하고, SNMP 에이전트는 설치된 노드에서 제공하는 MIB 중에서 특정 값을 읽거나 변경한 후 그 결과를 SNMP 매니저로 전송한다. 이 과정을 통해서 네트워크상의 노드에 대한 관리를 수행한다.

그림 2는 SNMP 매니저와 SNMP 에이전트 간의 SNMP 메시지 흐름을 보여준다.

그림 2의 이중선 화살표는 SNMP 매니저에서 SNMP 에이전트로 전송되는 SNMP 요청 메시지를 나타낸다. SNMP 요청 메시지의 GetRquest, GetNextRequest, GetBulkRequest 명령은 SNMP 매니저가 노드의 정보를 조회하기 위해서 사용하고, SetRequest 명령은 노드의 특정 관리 정보의 값을 변경하기 위해서 사용한다.

SNMP 에이전트는 SNMP 요청 메시지를 수신하고, 명령에 따라 특정 항목의 값을 조회하거나 수정한다. 그리고 그 결과를 그림 2에서 실선 화살표로 표현된 SNMP 응답 메시지 Response를 통해 SNMP 매니저로 전송한다. 마지막으로 그림 2의 점선 화살표로 표현된 Trap 메시지는 SNMP 에이전트에서 비동기적으로 발생하는 이벤트에 대한 정보를 SNMP 매니저로 전달하기 위해 사용한다.

Ⅲ. 시스템 요구사항 및 설계

3-1 시스템 요구사항

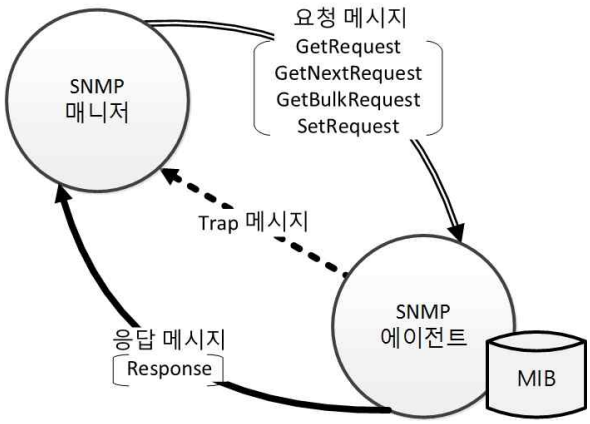

그림 2. SNMP 매니저와 SNMP 에이전트 간의 메시지 흐름
Fig. 2. A flow of SNMP messages between a SNMP manager and a SNMP agent.

지상 ADS-B 시스템을 운영하기 위해서는 관리자가 모든 장비의 현재 상태를 파악하고 운영에 필요한 설정을 수행할 수 있어야한다. 그러나 지상 ADS-B 시스템은 네트워크 기반의 분산 구조로 운영하기 때문에, 한 장소에서 모든 장비 상태를 파악하거나 운영을 하는 것은 쉬운 일이 아니다. 그리고 구성 장비는 각기 다른 기능을 수행하기 때문에 장비에서 제공하는 파라미터가 다를 수 있다. 이를 위한 장비별 인터페이스를 별도로 제공해야 한다. 이런 특성으로 인해 지상 ADS-B 시스템의 효율적인 운영을 위해서는 다양한 장비를 원격에서 감시하고 운영할 수 있는 하나의 통합 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 네트워크 기반 상태 관리 프로토콜인 SNMP를 이용한 ADS-B 시스템을 위한 상태 감시 및 원격 제어 시스템을 설계하고 구현하고자 한다.

관리 대상이 되는 모든 장비는 상태 감시와 원격 제어를 위한 파라미터를 정의하고 이를 MIB으로 관리한다. 그리고 각 장비는 SNMP 매니저의 요청에 따라 MIB에서 특정 정보를 검색하여 제공하고 요구하는 파라미터의 값을 변경할 수 있는 SNMP 에이전트를 운영해야 한다.

제안하는 시스템은 SNMP 매니저로 동작하면서 각 장비에서 운영 중인 SNMP 에이전트에게 상태 감시 정보를 주기적 또는 비주기적으로 요청하고, 요청에 대한 결과를 수신할 수 있어야 한다. 그리고 장비를 제어할 수 있는 파라미터와 설정 값을 SNMP 에이전트로 전송하여, SNMP 에이전트가 이를 적용할 수 있도록 해야 한다. SNMP 에이전트가 전송하는 장비에서 발생한 비정상적인 상황을 수신할 수 있어야한다. 그리고 관리자가 지상 ADS-B 시스템의 모든 장비 상태를 조회하고, 제어 기능을 수행할 수 있는 장비별 GUI를 제공해야 한다. 마지막으로 제안하는 시스템에서 수행되는 일련의 과정을 내부적으로 기록하여 추후 장비의 작업 수행 기록을 추적할 수 있어야 한다.

3-2 시스템 설계

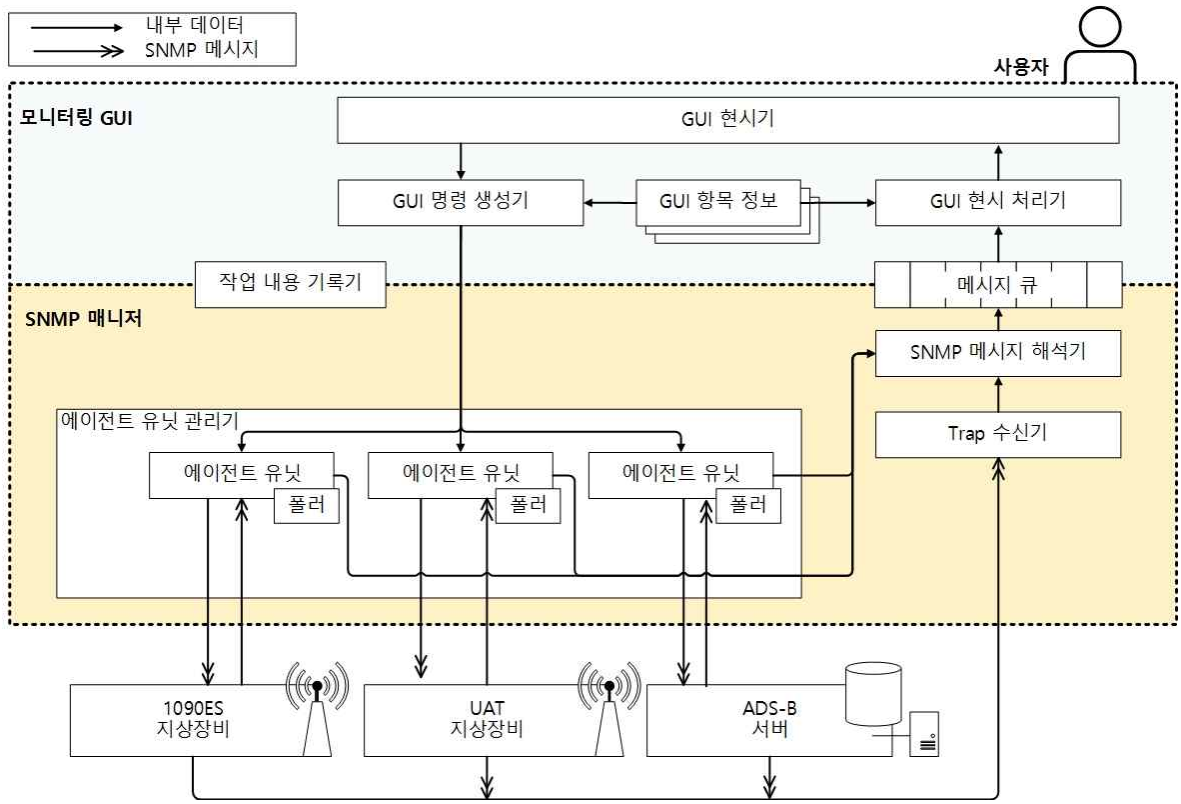

그림 3. 제안하는 시스템의 구조
Fig. 3. An architecture of the proposed system.

본 논문에서 제안하는 시스템은 SNMP 프로토콜을 기반의 시스템으로, 사용자 인터페이스를 제공하는 모니터링 GUI와 SNMP 메시지를 송수신하는 SNMP 매니저로 구성한다. 그림 3은 제안하는 시스템의 구조를 나타낸다.

제안하는 시스템의 모니터링 GUI는 아래와 같이 구성한다.

- GUI 항목 정보
- GUI 명령 생성기
- GUI 현시 처리기
- GUI 현시기

GUI 항목 정보는 GUI 현시기를 통해 관리자에게 제공되는 입출력 항목과 장비별 OID의 매핑 정보를 관리한다.

GUI 명령 생성기는 GUI 현시기에서 입력된 항목과 매핑된 OID를 GUI 항목 정보에서 검색하고, 검색된 OID와 입력된 값 그리고 적용할 장비의 기본 정보를 XML (extensible markup language) 데이터로 생성하여 SNMP 매니저의 에이전트 유닛 목록으로 전송한다.

GUI 현시 처리기는 메시지 큐에 저장된 XML 데이터를 분석하고, GUI 항목 정보에서 OID와 매핑된 GUI 화면 현시기의 출력 항목을 검색한다. 검색된 출력 항목을 통해 OID의 정보를 현시한다.

GUI 현시기는 시스템 상태 현시 및 장비를 제어하기 위한 인터페이스를 관리자에게 제공한다. GUI 현시기는 관리 대상 목록, 장비별 상태 현시 및 제어 화면, 작업 내역으로 화면을 전체적으로 구성한다.

관리 대상 목록은 지상 ADS-B 시스템에서 운영 중인 모든 장비를 목록으로 나타낸다. 관리 대상 목록은 장비의 기본 정보와 함께 장비의 전체 상태를 표시한다. 장비별 상세 내역을 확인하고자 하면 관리 대상 목록에서 원하는 장비를 선택한다. 선택된 장비는 장비별 상태 현시 및 제어 화면을 통해서 장비의 현재 상태를 항목별로 나타내며, 관리자가 장비에 대한 원격 제어를 수행할 수 있도록 값을 입력하고 설정할 수 있는 화면을 제공한다. 작업 내역은 관리자가 수행한 작업 내용과 SNMP 메시지 송수신 내역을 시간과 함께 표시하여 관리자에게 전체 시스템의 동작 현황을 파악할 수 있도록 한다. 이 내용은 작업 내용 기록기를 통해 파일로 저장한다. 저장된 작업 내용 파일은 과거 작업 수행 이력을 파악하거나 예기치 않게 발생한 문제를 분석할 때 사용할 수 있다.

제안하는 시스템의 SNMP 매니저는 아래와 같이 구성한다.

- 에이전트 유닛
- 에이전트 유닛 관리기
- Trap 수신기
- SNMP 메시지 해석기

에이전트 유닛은 하나의 관리 장비와 일대일로 연결하여 SNMP 메시지를 송수신하는 단위이다. 즉, SNMP 매니저의 에이전트 유닛은 관리하는 장비 수만큼 존재한다.

에이전트 유닛 목록은 생성된 에이전트 유닛을 관리하고, GUI 명령 생성기에서 전송받은 XML 데이터를 해당 에이전트 유닛으로 분배한다.

에이전트 유닛은 담당 장비에 대한 네트워크 정보와 MIB를 가지고 있으며, 장비별 폴러 (poller)를 실행한다. 에이전트 유닛의 주요 기능은 GUI 명령 생성기를 통해 입력된 XML 데이터를 분석한다. 분석한 내용을 실행할 수 있도록 SNMP 요청 메시지로 생성하고, 생성된 SNMP 요청 메시지를 담당 장비로 전송한다. 그리고 전송한 SNMP 요청 메시지에 대한 SNMP 응답 메시지를 수신하면 이를 SNMP 메시지 해석기로 전달한다.

그리고 에이전트 유닛마다 생성되는 폴러는 에이전트 유닛의 담당 장비를 주기적으로 감시하는 폴링 (polling)을 수행한다. 상태 변화를 지속적으로 관찰해야 하는 정보를 위주로 SNMP 요청 메시지를 통해 정보를 주기적으로 요청하고, 이에 대한 SNMP 응답 메시지를 수신하여 SNMP 메시지 해석기로 전송한다. 이를 통해서 제안하는 시스템은 전체 장비의 상태 변화를 주기적으로 확인할 수 있다.

SNMP 에이전트는 기본적으로 SNMP 매니저의 SNMP 요청 메시지를 수신하고 이에 대한 SNMP 응답 메시지를 전송한다. 하지만 SNMP 에이전트는 SNMP 매니저의 요청과 무관하게 장비 자체에서 발생하는 비동기적 이상 상태와 이벤트에 대한 정보를 전송할 수 있다. 이를 Trap 메시지라고 부르며 SNMP 매니저의 Trap 수신기에서 수신한다. Trap 수신기는 수신된 Trap 메시지를 SNMP 메시지 해석기로 전달하고, 제안하는 시스템은 이를 통해 주기적으로 확인할 수 없는 정보나 갑작스럽게 변한 상태에 즉각적으로 대응할 수 있다.

SNMP 메시지 해석기는 에이전트 유닛과 폴러 그리고 Trap 수신기를 통해 입력된 장비의 기본 정보와 SNMP 메시지를 수신한다. SNMP 메시지를 통해 관리 정보를 구별할 수 있는 OID

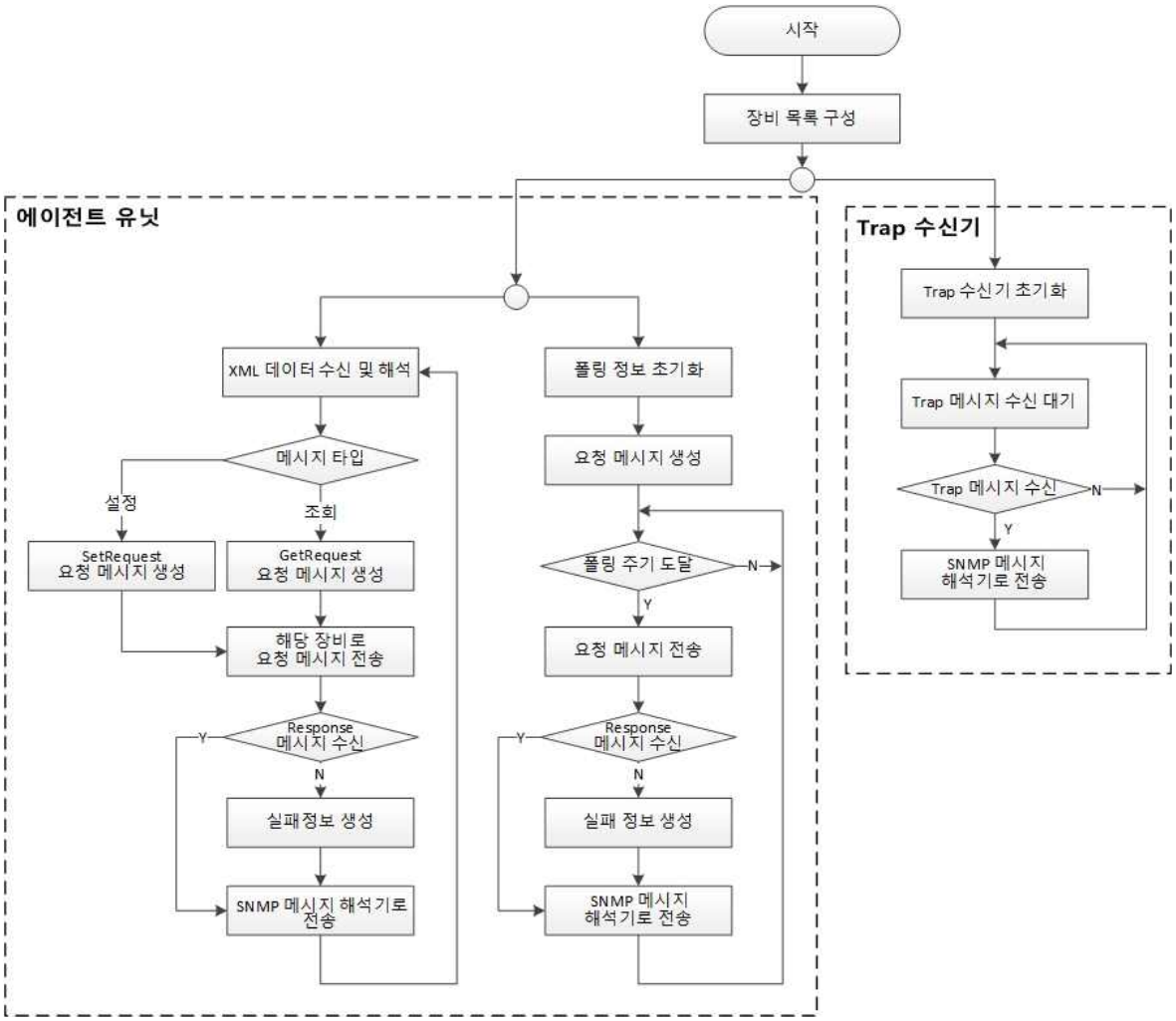

그림 4. SNMP 매니저의 SNMP 메시지 처리 과정
Fig. 4. An SNMP message processing process of the SNMP manager.

와 값을 추출한 후 장비의 기본 정보와 함께 GUI 현시 처리기가 해석할 수 있는 형태로 XML 데이터를 생성한다. 사용되는 장비의 기본 정보는 장비의 종류와 네트워크 정보 IP (internet protocol) 주소와 포트(port) 번호로 이루어진다. 생성한 XML 데이터는 모니터링 GUI의 GUI 현시 처리기에서 처리할 수 있도록 메시지 큐로 전송한다.

그림 4는 SNMP 매니저의 SNMP 메시지 처리 과정을 도식화 한 것이다. SNMP 매니저는 시스템 초기 단계에서 장비를 개별적으로 관리하는 에이전트 유닛을 생성하고, 생성된 유닛을 관리하는 에이전트 유닛 목록을 구성한다. 장비에 대한 초기 작업을 마친 후에 장비와 일대일 작업을 수행하는 에이전트 유닛과 Trap 수신기를 실행한다.

에이전트 유닛의 처리 과정은 크게 두 영역으로 구분한다.

첫 번째 영역은 관리자의 요청에 따른 작업이다. 모니터링 GUI에서 요청한 명령은 GUI 명령 생성기에서 XML 데이터로 전환되어, 에이전트 유닛 관리기를 통해 해당 에이전트 유닛으로 분배된다. XML 데이터를 수신한 에이전트 유닛은 XML 요소를 분석한다. 분석한 자료가 장비의 특정 정보를 조회하는 명령인 경우에는 조회하고자 하는 OID와 함께 GetRequest SNMP 요청 메시지를 생성한다. 그리고 특정 정보를 설정하는 명령인 경우에는 요구 항목의 OID와 설정하고자 하는 값을 이용하여 SetRequest SNMP 요청 메시지를 생성한다. 생성된 SNMP 요청 메시지는 에이전트 유닛의 담당 관리 장비로 전송한다. 일정 시간 후 에이전트 유닛은 SNMP 요청 메시지에 대한 SNMP 응답 메시지를 수신하고, 이를 해당 장비의 기본 정보와 함께 SNMP 메시지 해석기로 전송한다.

두 번째 영역은 폴링 작업이다. 폴링 작업을 수행하기 전 폴링 정보를 초기화 하고 폴링 대상이 되는 정보의 OID를 이용하여 SNMP 요청 메시지를 생성한다. 폴링 초기화 과정에서 설정된 폴링 주기에 따라 폴링을 위한 SNMP 요청 메시지를 에이전트 유닛의 담당 관리 장비로 전송하고, 이에 대한 SNMP 응답 메시지를 수신한다. 수신한 SNMP 응답 메시지는 관리자의 요청에 따른 작업과 마찬가지로 해당 장비의 기본 정보와 SNMP 응답 메시지를 SNMP 메시지 해석기로 전송한다.

에이전트 유닛에서 전송한 SNMP 요청 메시지에 대한 응답 메시지가 지정된 시간 내에 수신되지 않으면 SNMP 응답 메시지의 수신 실패정보를 SNMP 메시지 해석기로 전송한다.

Trap 수신기는 관리하는 모든 장비에서 전송하는 Trap 메시지를 수신할 수 있도록 대기 상태를 유지한다. Trap 메시지를 수신하면 에이전트 유닛과 동일하게 Trap 메시지를 전송한 장비의 기본 정보와 Trap 메시지를 SNMP 메시지 해석기로 전송한다.

Ⅳ. 시스템 구현 및 실험

본 절에서는 4절에서 설계한 ADS-B 시스템 상태 감시 및 원격 제어 시스템을 구현하고 실험 결과를 보이고자 한다.

4-1 시스템 구현

설계한 시스템을 구현하기 위해서 리눅스 환경에서 Qt C++을 사용하였다[9]. 그림 5는 제안한 시스템의 전체 실행화면이다.

그림 5의 (a)는 관리 대상 목록 영역으로 제안하는 시스템에서 관리하는 모든 장비의 목록을 테이블 형태로 나타낸다. 관리 장비는 지상장비와 서버로 분류할 수 있으며, 이를 위해 관리 대상 목록도 두 부분으로 분리하여 구현하였다.

두 목록에서 공통적으로 들어가는 항목은 장비의 상태 항목과 장비 타입 항목이 있다. 상태 항목은 현재 장비의 상태를 원형의 도형과 아래와 같은 상태별 색상을 통해 표현한다. 표현할 수 있는 상태의 종류와 색상은 아래와 같다.

- 정상 : 녹색
- 경고 : 황색
- 위험 : 적색
- 중지 : 회색

‘정상’ 상태는 장비의 모든 기능이 정상적으로 수행되고 있는 경우를 나타내며, ‘경고’ 상태는 장비의 일부 항목이 정상 상태를 벗어난 경우에 해당한다. 그리고 해당 장비의 MIB 정보나 시스템의 하드웨어 장비의 상태를 판단하는데 사용하는 Host Resource MIB 정보를 읽어올 수 없는 경우에는 ‘위험’ 상태로 표현 한다[10]. 마지막 ‘중지’ 상태는 장비에서 어떠한 정보도 읽어올 수 없는 경우로 회색으로 상태를 표현하도록 구현하였다.

장비 타입 항목은 해당 장비의 종류를 표현한다. 지상장비의 표시 코드와 장비 종류는 아래와 같다.

- AGB : 1090 ES 수신기
- TGB : 1090 ES 수신기
- UGB : UAT 송수신기

서버의 표시 코드와 장비 종류는 아래와 같다.

- ASV : ADS-B 서버
- TSV : TIS-B 서버
- FSV : FIS-B 서버

지상장비 목록의 SAC (system area code)과 SIC (system identification code) 항목은 장비를 식별하는 고유 코드를 나타내고, Link 항목은 현재 지상장비가 사용하고 있는 데이터 링크를 뜻한다.

서버의 Mode 항목은 서버의 이중화 상태를 표현하기 위해, 서버가 주 서버인 경우 ‘Primary’로, 보조 서버인 경우

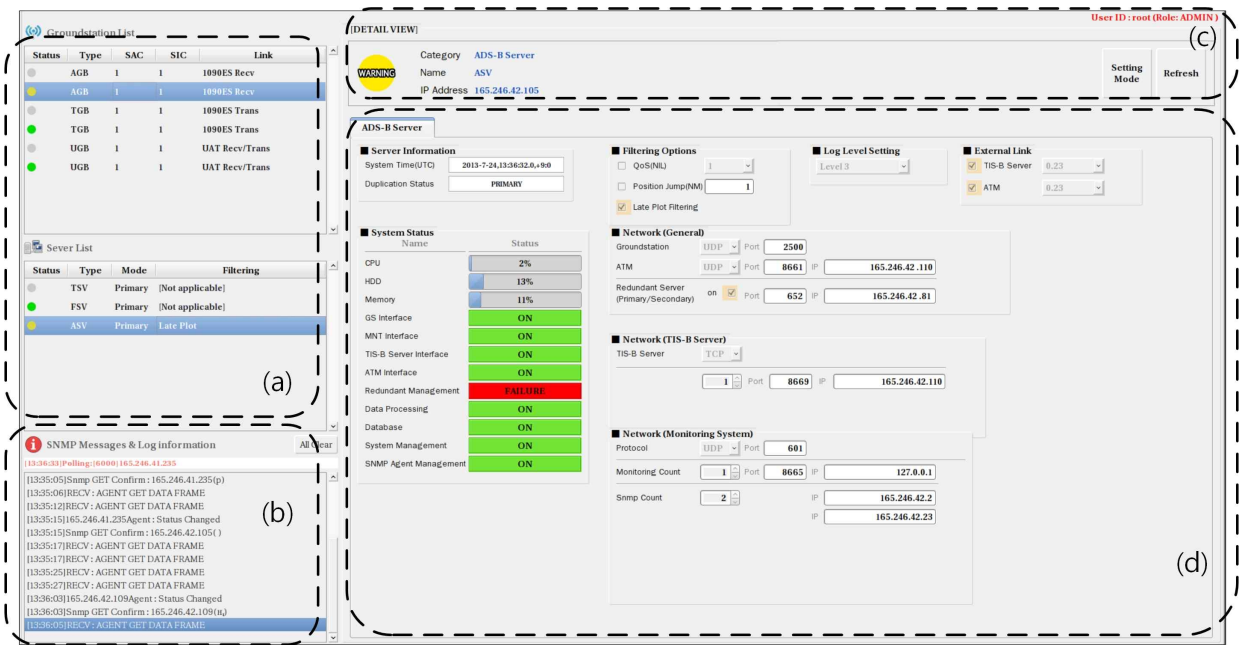

그림 5. 제안하는 시스템의 전체 실행 화면
Fig. 5. Operational screen of the proposed system.

'Secondary'로 상태를 표시한다. 그리고 Filtering 항목의 경우 서버에서 현재 수행중인 필터링 정보를 표현한다.

그림 5의 (b) 는 작업 내역 현시 화면이다. 이는 감시중인 지상장비와 서버의 상태 변화 이력과 사용자가 작업한 내용을 순차적으로 표시한다. 또한 어떤 장비에서 현재 폴링 정보가 반영되었는지, 장비에서 발생한 비 주기적인 이벤트에 대한 내용이 무엇인지도 표시한다. 모든 정보는 발생한 시간 정보와 함께 제공되며 사용자가 작업 내역 현시 화면을 초기화할 수 있는 버튼도 제공된다.

그림 5의 (c) 영역은 (a)에서 선택한 장비의 전체 상태 정보를 원형의 도형과 상태별 색상을 통해 표현하고 Category 항목에서 장비의 종류를 표시한다. Name 항목은 장비에서 지정한 개별 이름을 나타내고, IP Address 항목은 선택한 장비의 네트워크 주소인 IP 주소를 표시한다. 그리고 우측에는 제안하는 시스템을 제어할 수 있는 두 개의 버튼을 제공한다. 첫 번째 'Setting Mode' 버튼은 현시와 제어 모드를 전환할 수 있는 기능을 제공한다. 두 번째 'Refresh' 버튼은 장비의 최신 상태를 관리자가 수동으로 가져올 수 있는 기능을 제공한다.

그림 5의 (d)는 (a)에서 선택한 특정 장비의 모든 상태를 현시하고 제어할 수 있는 상세 화면을 제공한다. 장비의 종류가 다양하기 때문에 선택된 장비에 맞는 화면을 제공한다. 제공되는 항목은 기본적인 장비의 정보와 하드웨어 정보인 CPU 처리율, HDD 사용율, 메모리 사용율 등이 있으며 나머지 항목들은 장비에서 제공하는 정보를 현시할 수 있도록 구성하였다.

장비 선택 시 기본적으로 제공되는 화면은 현시 화면이며, 제어 화면으로 전환하기 위해서는 'Setting Mode' 버튼을 실행하면 된다. 'Setting Mode' 버튼을 실행하면 화면은 제어 화면으로 전환되고, 'Setting Mode' 버튼은 현시 화면으로 전환할 수 있는 'Display Mode' 버튼으로 변경된다.

제어 화면은 현시 항목 중에서 제어가 가능한 항목에 대해서 입력 가능한 인터페이스로 변경되는 것이다. 이를 통해 관리자는 제어를 수행하고자 하는 항목에 원하는 값을 입력하여 장비에 해당 정보를 수행할 수 있다. 제어 화면은 기본적으로 설정된 제어 시간 안에서 수행가능하며, 시간이 초과된 경우는 계속 제어 화면에서 작업을 할 것인지, 현시 화면으로 전환할 것인지를 선택할 수 있다. 또한 'Display Mode' 버튼을 실행하면 시간에 상관없이 현시 화면으로 전환할 수 있다.

4-2 실험

제안하는 시스템을 수행하기 위해서는 기본적으로 ADS-B 시스템이 구축되어 있어야 하고, 각 장비는 SNMP 메시지를 송수신하여 처리할 수 있는 SNMP 에이전트를 운영해야 한다.

본 논문에서는 각 장비에서 제공하는 MIB 정보를 기반으로 동작하는 가상 SNMP 에이전트를 이용하여 가상의 지상 ADS-B 시스템을 구축하여 실험하였다.

가상 SNMP 에이전트는 WebNMS SNMP Agent Toolkit C Edition의 Agent Complier를 이용하였으며, 총 6대의 PC에 ADS-B 서버, TIS-B 서버, FIS-B 서버와 1090 ES 수신 지상장비, 1090 ES 송신 지상장비, UAT 지상장비의 특성에 맞는 가상 SNMP 에이전트를 설치하였다[11]. 그리고 제안하는 시스템을 설치한 1대의 PC를 추가하여 이더넷 네트워크로 연결하고 SNMP 프로토콜을 수행할 수 있는 환경으로 구성하였다.

실험 결과 제안하는 시스템은 PC에 설치된 모든 SNMP 에이

전트를 통해 각 장비별 상태를 정상적으로 현시하였으며, 폴링 주기에 따라 장비의 상태를 최신 상태로 유지하였다. 또한 장비에서 임의로 발생시킨 Trap 정보를 수신하고 시스템에 반영하여 비정상적인 상황에도 대처할 수 있음을 보였다. 그리고 제안하는 시스템에서 설정한 정보가 장비에 설치된 MIB에 정상적으로 반영되었음을 확인할 수 있었고, 이를 통해 시스템을 구성하는 장비의 제어 수행에도 문제가 없음을 확인할 수 있었다.

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 지상 ADS-B 시스템을 구성하는 다양한 종류의 장비를 감시하고 제어하기 위해서 ADS-B 시스템 상태 감시 및 원격 제어 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템은 SNMP 프로토콜을 이용하여 이더넷 네트워크를 통해 연결된 다양한 장비의 상태를 감시하고 운영에 필요한 제어를 수행할 수 있도록 하였다. 이를 통해서 단일 시스템에서 다수의 시스템을 동시에 감시하고 제어 기능을 수행할 수 있었다.

제안하는 시스템은 관리 장비와의 SNMP 메시지의 송수신 인터페이스를 제공하는 SNMP 매니저와 사용자의 감시와 제어를 위해 제공하는 모니터링 GUI로 설계하였고 SNMP 매니저와 모니터링 GUI 간의 정보를 XML 형식 데이터로 교환하도록 구현하였다. 이는 SNMP 매니저 기능의 변경 없이 사용자 인터페이스를 제공하는 모니터링 GUI를 변경할 수 있는 이점을 제공한다. 또한 이를 이용하여 향후 단일 SNMP 매니저를 이용하여 여러 모니터링 GUI를 실행 할 수 있도록 연구할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 항공선진화사업의 연구비지원(10항공-항행01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1] CNS/ATM Ground Station and Service Status Reports, European Air Traffic Management, Brussels, Belgium, SUR.ET1.ST05.2000-STD-16-01, Mar. 2009.

[2] H. S. Jun, D. M. Kim and C. H. Yeom, “Analysis of CNS/ATM technology trend,” *Current Industrial and Technological Trends in Aerospace*, Vol. 8, No. 2, pp. 113-123, Dec. 2010.

[3] Minimum Aviation System Performance standards for Automatic Dependent Surveillance-Broadcast(ADS-B), Radio Technical Commission for Aeronautics, RTCA/DO-242A, Jun. 2002.

[4] FITS Generic ADS-B, TIS-B and FIS-B Syllabus Version 1.0, Federal Aviation Administration, Jan. 2009.

[5] William Stallings, SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON1 and 2, 3rd ed. Boston, MA: *Addison Wesley*, 1999.

[6] Minimum Aviation System Performance standards Traffic Information Service - Broadcast(TIS-B), Radio Technical Commission for Aeronautics, RTCA/DO-286A, Apr. 2005.

[7] Minimum Aviation System Performance standards for Flight Information Service - Broadcast(FIS-B), Radio Technical Commission for Aeronautics, RTCA/DO-267A, Apr. 2004.

[8] Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II, Internet Engineering Task Force, RFC 1213, Mar. 1991.

[9] Qt [Internet]. Available: http://qt.digia.com/.

[10] Host Resources MIB, Internet Engineering Task Force, RFC 2790, Mar. 2000.

[11] WebNMS SNMP Agent Toolkit C [Internet]. Available: http://www.webnms.com/cagent/.

장 은 미 (Eunmee Jang)
2002년 2월 : 인하대학교 전자전기컴퓨터공학부 컴퓨터공학전공 (공학사)
2005년 2월 : 인하대학교 정보·컴퓨터 교육학과 (교육학석사)
2010년 9월 ~ 현재 : 인하대학교 전자공학과 박사과정
※관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 컴퓨터 아키텍처, ADS-B

송 인 성 (Inseong Song)
2009년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (공학사)
2011년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (공학석사)
2011년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 전자공학과 박사과정
※관심분야 : 병렬 및 분산 처리 시스템, 컴퓨터 아키텍처, ADS-B

윤 완 오 (Wanoh Yoon)
2002년 2월 : 경기대학교 전자공학과 (공학사)
2002년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (공학석사)
2010년 2월 : 인하대학교 전자공학과 (공학박사)
2010년 ~ 현재 : 인하대학교 정보전자공동연구소 연구교수
※관심분야 : 병렬 및 분산 처리 시스템, 컴퓨터 아키텍처, ADS-B

최 상 방 (Sangbang Choi)
1981년 2월 : 한양대학교 전자공학과 (공학사)
1988년 : University of washington (공학석사)
1990년 : University of washington (공학박사)
1991년 ~ 현재 : 인하대학교 전자공학과 교수
※관심분야 : 컴퓨터 구조, 컴퓨터 네트워크, 무선통신, 병렬 및 분산처리 시스템