

## 다중 센서 인터페이스 시스템 설계 및 구현

# Design and Implementation of Multi-Sensor Interface System

문명주<sup>1\*</sup> · 김현경<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(주)유니텍 R&D Team

<sup>2</sup>한국항공우주연구원 위성항법 응용기술센터 차세대항행팀

Myeong-Ju Mun<sup>1\*</sup> · Hyunkyung Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research and Development Team, Unitech Co., Ltd, Seoul 152-719, Korea

<sup>2</sup>CNS/ATM and Satellite Navigation Research Center, Korea Aerospace Research Institute, Daejeon 502-1601, Korea

### [요 약]

국내의 공항 및 접근 관제소에서는 SSR, ADS-B, MLAT 등 다양한 감시 센서와 비행계획 데이터를 이용하여 항공관제 업무를 수행하고 있다. 각 센서는 물리적인 연결 방법 뿐 아니라 제공하는 데이터 형태가 매우 다양하며, 이 데이터를 직접적으로 사용함에 따라 항공관제장비의 개발 및 유지 보수에 많은 비용이 소요될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로, 이기종의 감시 센서로부터 수신되는 데이터를 항공관제장비가 처리할 수 있는 단일화된 포맷으로 변환하여 제공하기 위한 시스템을 제안하고자 한다. 본 논문에서는 국내에서 사용중인 대표적인 감시 센서들의 물리적 특성과 자료 포맷 분석 결과와, 다수의 감시 센서와 연동 가능한 다중 센서 인터페이스 시스템의 설계 및 구현 결과에 대해 상세히 기술하였다.

### [Abstract]

The air traffic control service in the domestic airports and approach control centers is provided using data from flight plan and a variety of surveillance sensors such as SSR, ADS-B and MLAT, etc. The physical connection methods and data types of the sensors are various, as so using these data directly may cause a lot of cost in development and maintenance of air traffic control equipment. As a method for solving such a problem, we propose a system that can convert the data from the heterogeneous sensors to the unified format which can be processed by the air traffic control devices. In this paper, the analysis results for the physical characteristics and data formats of the typical surveillance sensors are described. Also, the system design and the system implementation result for the multi-sensor interface system to interoperate the sensors are explained in detail.

**Key word** : Secondary surveillance radar, Airport surface detection equipment, Multilateration, Flight plan, Radar interface.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2015.19.6.515>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<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 13 November 2015; Revised 25 November 2015

Accepted (Publication) 10 December 2015 (30 December 2015)

\*Corresponding Author; Myeong-Ju Mun

Tel: +82-2-3281-8431

E-mail: mjmoon@unitech.co.kr

## I. 서론

국내 공항 지상 및 접근 관제를 위해 사용되는 감시 센서로는 SSR (secondary surveillance radar), ASDE (airport surface detection equipment) KU-Band 레이더, ASDE X-Band 레이더, ADS-B (automatic dependent surveillance-broadcast) 및 MLAT (multilateration)가 있으며, 감시 센서 외 비행계획(flight plan)을 별도로 수신하여 관제 업무에 사용하고 있다.

항공관제 시스템에 연동되는 센서는 전송방식이나 데이터 포맷(Format)이 각기 다르며, 현재 국내에서 운용되는 항공관제 시스템은 각 센서에 대해 독립적으로 제작된 수신 프로그램을 이용하여 센서 데이터 처리에 활용하고 있는 실정이다.

감시 센서별 인터페이스 시스템을 독립적으로 유지보수하기 위해서는 기술적, 인적 자원 소요가 많을 것이며, 시스템 확장을 고려할 때 비효율적인 측면이 있다. 이러한 문제를 해소하기 위한 방안으로 본 논문에서는 다중 센서 인터페이스 시스템 (multi-sensor interface system)을 제안한다. 다만, 공항 지상 감시 레이더인 ASDE KU-Band 레이더 및 ASDE X-Band 레이더는 지상 감시 자료로써 Raw Video를 송신하며, 이 같은 데이터는 별도의 항적 추적 과정을 통해 항적을 추출하는 방식을 사용하기 때문에 본 연구개발에서는 ASDE 레이더에 대한 인터페이스는 제외되었다. 따라서, 본 논문에서는 SSR, ADS-B, MLAT 등의 감시 센서 자료와 비행계획 자료를 연동하기 위한 다중 센서 인터페이스 설계 및 구현 결과에 대해 기술하고자 한다.

이하 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 다중 센서 인터페이스 시스템이 처리하는 센서별 수신 데이터 포맷에 대하여 설명하고, III장에서는 다중 센서 인터페이스 시스템의 설계에 대하여, IV장에서는 구현에 대하여 다룰 것이며, V장에서는 결론 맺는다.

## II. 외부 인터페이스 포맷

멀티 센서 인터페이스 시스템은 SSR (secondary surveillance

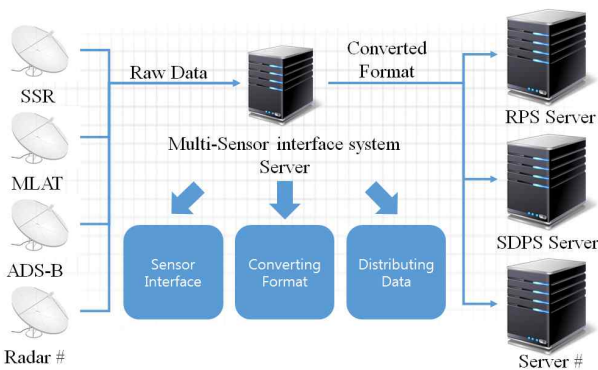


그림 1. 다중 센서 인터페이스 시스템 개념도  
Fig. 1. Conceptual diagram of multi-sensor interface system.

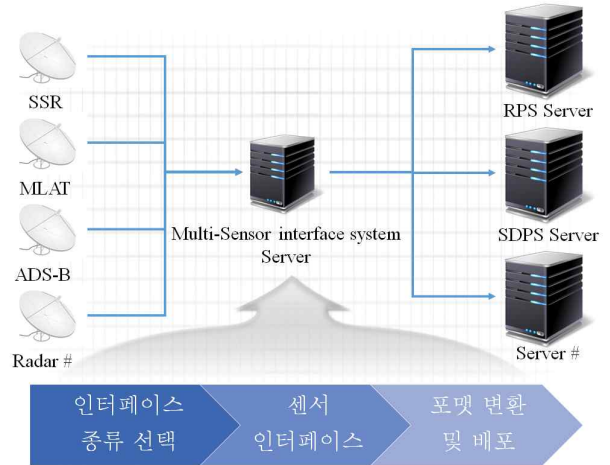


그림 2. 다중 센서 인터페이스 시스템 데이터 흐름  
Fig. 2. Data flow of multi-sensor interface system.

표 1. ASTERIX Category 34의 데이터 항목  
Table 1. Data items of ASTERIX Category 34.

Data Item Ref. No.	Description	System Units
IO34/000	Message Type	N.A.
IO34/010	Data Source Identifier	N.A.
IO34/020	Sector Number	360°/(2^8)
IO34/030	Time of Day	1/128 s
IO34/041	Antenna Rotation Period	1/128 s
IO34/050	System Configuration & Status	N.A.
IO34/060	System Processing Mode	N.A.
IO34/070	Message Count Values	N.A.
IO34/090	Collimation Error	Range : 1/128 NM Azimuth : 360°/(2^14)
IO34/100	Generic Polar Window	RHO : 1/256 NM THETA : 360°/(2^16)
IO34/110	Data Filter	N.A.
IO34/120	3D-position of source	Height : 1 m Latitude : 180°/(2^23) Longitude : 180°/(2^23)

radar), ADS-B (automatic dependent surveillance-broadcast), MLAT (multilateration), 비행 계획 (flight plan)의 네 종류의 데이터를 처리하며 각 데이터의 세부 사항은 다음과 같다.

### 2-1 SSR

**표 2. ASTERIX Category 48의 데이터 항목**  
**Table 2. Data items of ASTERIX Category 48.**

Data Item Ref. No.	Description	System Units
IO48/010	Data Source Identifier	N.A.
IO48/020	Target Report Descriptor	N.A.
IO48/030	Warning/Error Conditions	N.A.
IO48/040	Measured Position Slant Polar Co-ordinates	RHO : 1/256 NM THETA: 360°/(2 <sup>16</sup> )
IO48/042	Calculated Position in Cartesian Co-ordinates	X, Y: 1/128 NM
IO48/050	Mode-2 Code in Octal Representation	N.A.
IO48/055	Mode-1 Code in Octal Representation	N.A.
IO48/060	Mode-2 Code Confidence Indicator	N.A.
IO48/065	Mode-1 Code Confidence Indicator	N.A.
IO48/070	Mode-3/A Code in Octal Representation	N.A.
IO48/080	Mode-3/A Code Confidence Indicator	N.A.
IO48/090	Flight Level in Binary Representation	1/4 FL
IO48/100	Mode-C Code and Confidence Indicator	N.A.
IO48/110	Height Measured by a 3D Radar	25 ft
IO48/120	Radial Doppler Speed	(2 <sup>-14</sup> ) NM/s
IO48/130	Radar Plot Characteristics	N.A.
IO48/140	Time of Day	1/128 s
IO48/161	Track/Plot Number	N.A.
IO48/170	Track Status	N.A.
IO48/200	Calculated Track Velocity in Polar Representation	Speed : (2 <sup>-14</sup> ) Heading: 360°/(2 <sup>16</sup> )
IO48/210	Track Quality	N.A.
IO48/220	Aircraft Address	N.A.
IO48/230	Communications / ACAS Capability and Flight Status	N.A.
IO48/240	Aircraft Identification	N.A.
IO48/250	Mode S MB Data	N.A.
IO48/260	ACAS Resolution Advisory Report	N.A.

2차 감시 레이더인 SSR (secondary surveillance radar) 는 지상의 SSR로부터 1,030 MHz의 전파로 질문 펄스를 송출하는 장치와 이 질문 펄스를 수신하여 미리 세트되어 있는 응답을 1,090 MHz의 전파로 지상으로 보내는 기상 응답 장치가 한 쌍으로 되어서 동작한다. 기상 응답 장치는 ATC 트랜스폰더(air traffic control transponder)라 하며 항공기에 설치되어 있다. SSR는 이러한 응답 신호를 통하여 항공기의 식별기호, 비행고도, 거리, 방향, 비상 신호 등 항공관제에 필요한 데이터를 식별할 수 있다.

다중 센서 인터페이스 시스템은 유럽항행안전기구(EUROCONTROL)에서 제정한 표준 포맷인 ASTERIX Category 34/48 형태로 SSR 데이터를 수신하며, 각 Category 항목 중 안테나의 회전 각도(IO34/020), 24-bit Mode-S address(IO48/220), Mode-3/A(IO48/070), 위치(IO48/040), 고도(IO48/090), 속도(IO48/200) 등을 추출하여 독자적인 포맷의 데이터를 만들어 배포하는 역할을 수행한다. 표 1과 표 2는 각각 ASTERIX Category 34와 Category 48의 데이터 항목을 보인 것이다.

### 2-2 ADS-B

ADS-B (automatic dependent surveillance-broadcast)는 관제사와 조종사가 항공기의 위치, 속도 등의 정보를 공유하는 상호 협조형 차세대 감시시스템이다. ADS-B 시스템은 레이더와 비슷하지만 인공위성(GNSS, GPS : 위성항법장치)을 이용하기 때문에 정밀도가 매우 높아 현재보다 훨씬 정확하고 안전하며 효율적인 항공 관제가 가능해진다. ADS-B장치를 탑재한 항공기의 트랜스폰더(transponder)가 인공위성으로부터 신호를 수신하면 항공기의 위치와 함께 고도, 속도, 목적지, 날씨(악천후), 산악지형, 장애물, 기체정보(콜사인 : CALLSIGN)를 1초에 2회씩 관제사에게 디지털 신호로 내보낸다. 관제사뿐만 아니라 부근을 날고 있는 다른 항공기와 지상에 있는 비행기에도 같은 정보가 동시에 직접 전달되므로 그만큼 신속성 및 정확성을 기할 수 있고, 지상에서의 충돌사고도 예방할 수 있다. ADS-B는 이와 함께 기상정보, 비행제한 등 각종 운항정보를 데이터 링크를 통해 관제소에서 조종사에게 알려주는 기능도 있다.

다중 센서 인터페이스 시스템은 유럽항행안전기구에서 제정한 표준 레이더 감시자료 포맷인 ASTERIX Category 21로 ADS-B 데이터를 수신하며, Category 항목 중 24-bit Mode-S address(IO21/080), 위치(IO21/130), 고도(IO21/145), 속도(IO21/150), Callsign(IO21/170) 등을 추출하여 독자적인 포맷의 데이터를 만들어 배포하는 역할을 수행한다. 다음은 ASTERIX Category 21의 데이터 항목을 보인 것이다.

### 2-3 MLAT

MLAT(multilateration)은 항공기에 탑재되어 있는 트랜스폰더(transponder)에서 송출되는 Mode A, C, S는 물론 1090ES(ADS-B) 신호를 지상의 여러 개의 수신기로 수신하여

표 3. ASTERIX Category 21의 데이터 항목

Table 3. Data items of ASTERIX Category 21.

Data Item Ref. No.	Description	Resolution
I021/010	Data Source Identification	N.A.
I021/020	Emitter Category	N.A.
I021/030	Time of Day	1/128 s
I021/032	Time of Day Accuracy	1/256 s
I021/040	Target Report Descriptor	N.A.
I021/080	Target Address	N.A.
I021/090	Figure of Merit	N.A.
I021/095	Velocity Accuracy	N.A.
I021/110	Trajectory Intent	N.A.
I021/130	Position in WGS-84 co-ordinates	180/2 <sup>^</sup> 23 °
I021/140	Geometric Altitude	6.25 ft
I021/145	Flight Level	1/4 FL
I021/146	Intermediate State Selected Altitude	25 ft
I021/148	Final State Selected Altitude	25 ft
I021/150	Air Speed	N.A.
I021/151	True Air Speed	N.A.
I021/152	Magnetic Heading	360/2 <sup>^</sup> 16 °
I021/155	Barometric Vertical Rate	6.25 ft / min
I021/157	Geometric Vertical Rate	6.25 ft / min
I021/160	Ground Vector	N.A.
I021/165	Rate of Turn	1/4 ° / s
I021/170	Target Identification	N.A.
I021/200	Target Status	N.A.
I021/210	Link Technology Indicator	N.A.
I021/220	Met Report	N.A.
I021/230	Roll Angle	0.01 deg

항공기를 탐지하고 위치를 계산하는 장비이다. MLAT은 ADS-B 수준의 위치 정밀도를 갖고 있으면서도 ADS-B와는 달리 독립적으로 표적으로 위치를 계산할 수 있으며, SSR에 비하여 표적위치 갱신주기가 짧고 설치 및 유지 비용이 적게 소요되어 미래의 주 감시 장비로 자리매김할 것이 확실시 된다. 이러한 전 세계적인 환경변화에 따라 우리나라에서도 제2롯데월드 건설과 관련하여 서울공항의 항공기 비행안전성을 확보하기 위

표 4. ASTERIX Category 20의 데이터 항목

Table 4. Data items of ASTERIX Category 20.

I020/110	Measured Height (Local Coordinates)	6.25 ft
I020/140	Time of Day	1/128 s
I020/161	Track Number	N.A.
I020/170	Track Status	N.A.
I020/202	Calculated Track Velocity in Cartesian Coord.	0.25 m/s
I020/210	Calculated Acceleration	0.25 m/s <sup>^</sup> 2
I020/220	Target Address	N.A.
I020/230	Comms/ACAS Capability and Flight Status	N.A.
I020/245	Target Identification	N.A.
I020/250	Mode S MB Data	N.A.
I020/260	ACAS Resolution Advisory Report	N.A.
I020/300	Vehicle Fleet Identification	N.A.
I020/310	Pre-programmed Message	N.A.
I020/400	Contributing Receivers	N.A.
I020/500	Position Accuracy	0.25 / 0.5 m
I020/010	Data Source Identifier	N.A.
I020/202	Target Report Descriptor	N.A.
I020/030	Warning/Error Conditions	N.A.
I020/041	Position in WGS-84 Coordinates	180/2 <sup>^</sup> 25°
I020/042	Position in Cartesian Coordinates	0.5 m
I020/050	Mode-2 Code in Octal Representation	N.A.
I020/055	Mode-1 Code in Octal Representation	N.A.
I020/070	Mode-3/A Code in Octal Representation	N.A.
I020/090	Flight Level in Binary Representation	1/4 FL
I020/100	Mode-C Code	1 FL
I020/105	Geometric Height (WGS-84)	6.25 ft

하여 MLAT 시스템을 이미 도입하여 운용 중에 있으며, 인천공항 및 김포공항에서는 공항감시를 위해 도입을 추진하고 있다.

MLAT 데이터는 유럽항공안전기구에서 제정한 표준 레이더 감시자료 포맷인 ASTERIX Category 20로 전송되고 있으며, 다중 센서 인터페이스 시스템은 Category 항목 중 24-bit Mode-S address(I020/220), Mode-3/A(I020/070), 위치(I020/041), 고도(I020/090), 속도(I020/202), 편명(I020/245)를 추출하여 독자적인 포맷의 데이터를 만들어 배포하는 역할을 수행한다. 표 4는 ASTERIX Category 20의 데이터 항목을 보인 것이다.

## 2-4 Flight Plan

비행계획(flight plan)은 항공기의 항로 등의 운항정보가 정리된 자료이다. 항공사에서는 운항관리사가 작성하여 운항승무원에게 제공하는 필수적인 법정자료 중의 하나이다. 운항승무원은 기본적으로 비행계획에 따라 운항을 하게 된다. 비행계획에는 항공기의 편명, 항공기, 사용항로, 사용고도, 탑재연료량, 이착륙중량, 탑재가능중량, 항로상 기상, 교체공항, navigation data, 기타 비행에 필요한 제반 정보가 나열된다. 최근에는 수작업에 따른 오류를 줄이고 연료비를 절감하기 위하여 대부분의 항공사가 컴퓨터 비행계획 프로그램을 통해 작성한다.

비행계획은 국제 민간 항공 기구 (ICAO; International Civil Aviation Organization)에서 제정한 표준 포맷을 따르며, 다중 센서 인터페이스 시스템은 SSR code, CALLSIGN, departure / arrival time 및 arrival airport 등의 자료를 추출한다. 비행계획 포맷의 항목의 목록은 다음과 같다.

표 5. 비행 계획 자료의 데이터 항목

Table 5. Data items of flight plan data.

item	Examples
Message Type	-FPL, -DEP, -CNL
Description of Emergency	-ALERFA/EINN/QZX/REPORT OVERDUE
Aircraft Identification and Mode A Code	-BAW902, -SAS912/5100
Flight Rules and Type of Flight	-V, -IS
Number and Type of Aircraft and Wake Turbulence Category	-DC3/M, -B707/M, -2FK27/M, -ZZZZ/L
Equipment	-S/A, -SCHJ/CD, -SAFJ/SD
Departure Aerodrome and Time	-EHAM0730, -AFIL1625
Amendment	-8/IN, -14/ENO/0145F290A090A
Estimate Data	-LN/1746, -F160
Route	-K0410S1500 A4 CCV R11
Destination Aerodrome and Total Estimated Elapsed Time, Alternate Aerodrome(s)	-EINN0630 -EHAM0645 EBBR -EHAM0645 EBBR EDDL
Arrival Aerodrome and Time	-EHAM1433 -ZZZZ1620 DEN HELDER
Other Information	-0, -EET/15W0315 20W0337 30W0420 40W0502
Supplementary Information	-E/0745 P/6 R/VE S/M/J/L D/2 8 C YELLOW A/YELLOW RED TAIL N145E C/SMITH
Alerting Search and Rescue Information	-USAF LGGGZAZX 1022 126.7 GN1022 PILOT REPORT OVER NDB ATS UNITS ATHENS FIR ALERTED NIL
Radio Failure Information	-1232 121.3 CLA 1229 TRANSMITTING ONLY 126.7 LAST POSITION CONFIRMED BY RADAR

## III. 시스템 설계

### 3-1 Network 구성

각 센서의 데이터는 UDP, TCP 및 직렬(serial)통신을 통하여 다중 센서 인터페이스 시스템에 전달되도록 구성하였다. 이때 UDP 및 TCP를 통하여 각 센서 시스템이 전달하는 데이터가 타 센서 시스템에게 전달되는 경우를 막기 위하여 방화벽(fire wall)을 거쳐 다중 센서 인터페이스 시스템의 서버에게 전달되도록 구성하였다. 직렬통신을 통해 데이터가 수신되는 경우를 고려하여 시스템의 서버에 시리얼 포트를 설치하였다.

방화벽은 각 센서 시스템에서 전달되어지는 자료가 다중 센서 인터페이스 시스템에게 전달되는 과정만 허용하고, 다른 일체의 데이터 흐름은 차단하도록 정책이 설정되었으며, 이를 통하여 센서 간의 데이터 전달을 예방할 수 있도록 하였다. 또한, 각 센서가 전달하는 데이터는 목적지(destination)가 같지 않은 경우가 있으므로 방화벽의 NAT (network address translation) 기능을 사용하여 센서가 전송하는 데이터의 목적지를 다중 센서 인터페이스 시스템의 IP address로 바꾸어 전달하도록 모의하였다.

다중 센서 인터페이스 시스템은 각 센서로부터 전달받은 데이터를 독자적인 표준 포맷으로 가공(convert)한다. 가공된 데이터는 UDP 멀티캐스트(multicast)로 배포가 되며, 이 때문에 멀티캐스트 그룹(multicast group)에 접속만하면 표준 포맷으로 전환된 데이터를 수신할 수 있으며, 이러한 데이터를 사용하여 항공관계 정보를 분석 또는 전시하는 응용 시스템의 추가 및 변경이 용이하도록 구성하였다.

### 3-2 시스템 설계

다중 센서 인터페이스 시스템은 인터페이스 종류 선택, 센서 인터페이스, 포맷 변환 및 배포의 3단계 과정을 거쳐 센서로부터 전달 받은 자료의 배포를 완료하며, 각 단계의 과정은 다음과 같다.

#### 1) 인터페이스 종류 선택

각 센서 시스템과 다중 센서 인터페이스 시스템 간에는 UDP, TCP, 직렬통신을 통하여 다양한 포맷의 데이터가 전달되

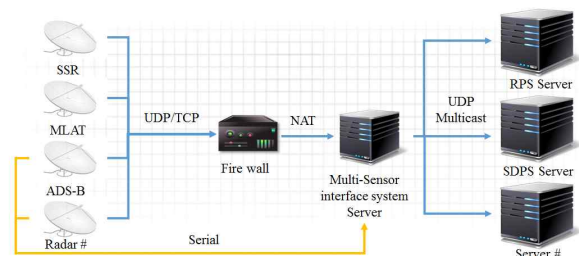


그림 3. 다중 센서 인터페이스 시스템 네트워크 구성도  
Fig. 3. Multi-sensor interface system network map.

며, 다중 센서 인터페이스 시스템의 설정 파일을 이용하여 인터페이스 할 데이터의 수신 방법 및 포맷을 선택하는 과정이다.

**2) 센서 인터페이스**

각 센서 시스템과 인터페이스를 하여 실제로 센서 데이터를 수신하는 과정으로 다중 센서 인터페이스 시스템 서버와 각 센서 시스템과의 물리적 연결 및 소프트웨어적 통신과정을 모의한다.

**3) 포맷 변환 및 배포**

각 센서 시스템과 인터페이스하여 수신한 다양한 포맷의 자료들을 하나의 독자적인 표준 포맷으로 변환하고 멀티캐스트로 내부 응용 프로그램에게 변환된 자료를 송신하는 과정이다.

이와 같은 기능을 구현하기 위하여 다중 센서 인터페이스 시스템은 그림 4와 같이 EIS라는 하나의 CSCI 아래 4개의 CSC를 갖는 구조로 설계되었으며, 각각에 대한 설명은 표 6에 정의하였다. 이 중 external interface CSC와 internal interface CSC는 다중 센서 인터페이스 시스템의 핵심적인 기능을 처리하는 CSC이다. External interface CSC는 각 센서로부터 데이터를 수신하여 다중 센서 인터페이스 시스템의 포맷으로 변환하는 기능을 수행한다. 또한 internal interface CSC는 변환된 포맷의 데이터를 UDP 멀티캐스트로 배포하는 기능을 수행한다.

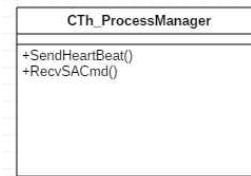
다중 센서 인터페이스 시스템은 각 센서로부터 UDP, TCP 및 직렬통신을 통하여 최소 1개 이상의 데이터 포맷을 수신한다. 이러한 통신 방법에 대하여 시스템의 설정파일의 설정을 통하여 각 센서와의 통신 방법 및 수신할 데이터의 포맷을 설정할 수 있도록 설계되었다.

External interface CSC는 ADS-B, MLAT, SSR 및 비행계획을 수신하여 각각의 표준 포맷으로 변환하는 함수로 구성되어

있다. SSR 데이터의 경우 ASTERIX CAT 34/48의 데이터 포맷 모두 수신할 수 있으며, 어떠한 category의 데이터를 사용할지 여부는 설정파일의 설정을 통하여 선택이 가능하다.

Internal interface CSC는 표준포맷으로 변환된 ADS-B, MLAT, SSR 및 비행계획의 데이터를 송신하는 함수로 구성되어있다. 송신은 멀티캐스트를 통하여 진행되며, 멀티캐스트 그룹에 접속된 모든 단말기 또는 서버에서 자료를 수신하여 사용할 수 있다.

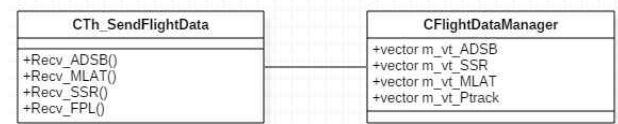
그림 4에서 정의한 CSC의 클래스 다이어그램 및 CSC별 CSU 구성은 다음과 같다.



**그림 5.** Process management CSC 클래스 다이어그램  
**Fig. 5.** Process management CSC class diagram.

**표 7.** Process management CSC의 CSU 구성  
**Table 7.** Definition of process management CSU.

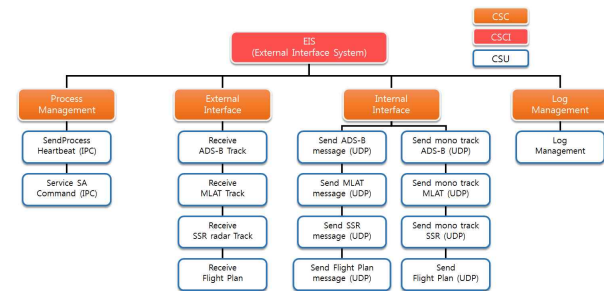
CSU	description
Send Process Heartbeat	Send process state to the management system
Service SA Command	Perform receives commands from the management system



**그림 6.** External interface CSC 클래스 다이어그램  
**Fig. 6.** External interface CSC class diagram.

**표 8.** External Interface CSC의 CSU 구성  
**Table 8.** Definition of external interface CSU.

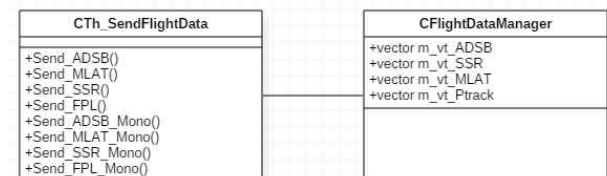
CSU	description
Receive ADS-B Track	Recive ADS-B data
Receive MLAT Track	Recive MLAT data
Receive SSR Radar Track	Recive SSR data
Receive Flight Plan	Recive flight plan data



**그림 4.** EIS CSCI 트리  
**Fig. 4.** EIS CSCI Tree.

**표 6.** EIS CSC 설명  
**Table 6.** Definition of EIS CSC.

CSC	description
Process Management	Process state management CSC
External Interface	External system interface CSC
Internal Interface	Internal system interface CSC
Log Management	Save the log CSC



**그림 7.** Internal interface CSC 클래스 다이어그램  
**Fig. 7.** Internal interface CSC class diagram.

표 9. Internal interface CSC의 CSU 구성  
Table 9. Definition of internal interface CSU.

CSU	description
Send ADS-B message	Send ADS-B data to internal system
Send MLAT message	Send MLAT data to internal system
Send SSR message	Send SSR data to internal system
Send Flight Plan message	Send flight plan data to internal system
Send mono track ADS-B	Send ADS-B Raw Data to internal system
Send mono track MLAT	Send MLAT Raw Data to internal system
Send mono track SSR	Send SSR Raw Data to internal system
Send Flight Plan	Send flight plan Raw Data to internal system

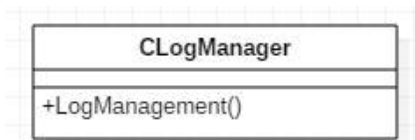


그림 8. Log management CSC 클래스 다이어그램  
Fig. 8. Log management CSC class diagram.

표 10. Log management CSC의 CSU 구성  
Table 10. Definition of log management CSU.

CSU	description
LogManagement	Send log to management system

#### IV. 시스템 구현

다중 센서 인터페이스 시스템은 리눅스(linux) red hat server 환경에서 사용이 가능하도록 개발되었다. 시스템의 정상적인 실행을 위하여 설정파일(configuration)에서 네트워크 정보 및 프로토콜이 정의되어야 한다.

설정 파일의 설정을 통하여 multicast IP 및 Port를 지정할 수 있으며, 각각의 센서와의 통신 방식, TCP Port, UDP Port 및 ASTERIX Category를 설정할 수 있다. 또한, 각 센서로부터 데이터의 수신에 Data check second 항목에 설정된 시간보다 지연되면 이에 대해 기록하도록 구현하였다.

비행 계획의 경우 수신된 비행 계획 데이터 항목 중 설정된 공항 코드와 데이터의 공항 코드의 비교를 통하여 해당 공항의 코드(예 : 김포공항 - RKSS, 인천공항 - RKSI, 제주공항 - RKPC)를 포함한 비행 계획 데이터만을 가공 및 배포하도록 구현하였으며, SSR 데이터는 항공기의 위/경도를 포함하지 않고, SSR 데이터와의 거리 및 각도만을 제공하기 때문에 SSR 레이

표 11. 설정파일 항목 목록  
Table 11. Configuration file item list.

configuration items
Server IP
Multicast IP
Multicast Port
ADS-B data receive type (UDP, TCP, Serial)
SSR data receive type (UDP, TCP, Serial)
MLAT data receive type (UDP, TCP, Serial)
FPL data receive type (UDP, TCP, Serial)
ADS-B Port (UDP)
ADS-B Port (TCP)
SSR Port (UDP)
SSR Port (TCP)
MLAT Port (UDP)
MLAT Port (TCP)
FPL Port (UDP)
FPL Port (TCP)
ADS-B ASTERIX CAT Version
SSR ASTERIX CAT Version
MLAT CAT Version
ADS-B Data check second
SSR Data check second
MLAT Data check second
Airport code
SSR Radar Position (Lat/Lon)

더의 위/경도 값을 입력하여 해당 항공기의 위치를 계산하여 표준 포맷 데이터에 포함하도록 구현하였다. 설정파일의 항목은 표 11과 같다.

다중 센서 인터페이스 시스템의 구현을 위하여 데이터 수신 쓰레드(thread)에서 데이터를 수신하면 데이터의 종류 및 포맷을 파악하여 표준 포맷으로 전환하는 모듈을 제작하였으며, TCP, UDP, 직력통신이 모두 가능하도록 통신 방법별 통신모듈을 제작하였다. 각 통신 모듈은 설정파일의 설정내용을 사용하여 프로그램 실행 시 초기화 되며, 설정되지 않은 통신방법은 프로그램 실행 중 사용하지 않도록 제작되었다. 또한, 수신되어 포맷이 변환된 데이터들은 UDP multicast로 배포되게 되며 이때 사용되는 multicast IP 및 port 정보는 역시 설정파일을 통하여 초기화되도록 제작되었다.

다중 센서 인터페이스 시스템은 GUI (graphical user interface) 프로그램이 아닌 콘솔(console) 프로그램으로 제작되었으며, 현재 각 센서의 데이터 수신 여부만 확인할 수 있도록 구현하였다. 따라서 다중 센서 인터페이스 시스템의 배포 자료를 이용하여 접근관계 정보를 조작하고, 화면에 전시하는 기타 프로그램을 사용하여 정상적인 인터페이스 상태를 확인할 수 있었다. 다중 센서 인터페이스 시스템의 배포자료를 사용하는 타 프로그램의 정보는 보안상의 이유로 본 논문에 포함하지 않았다.

본 논문에서 다중 센서 인터페이스 시스템의 정상 작동 여부를 검증하기 위하여 다중 센서 인터페이스 시스템의 배포 자료를 수신하여 파일로 저장하는 테스트 프로그램을 제작하였으며, 그 결과 다음과 같은 각 센서별 데이터 파일이 생성됨을 확인할 수 있었다.

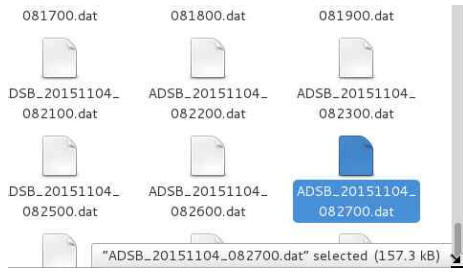


그림 9. ADS-B 데이터 저장 파일  
Fig. 9. Savefiles for ADS-B data.

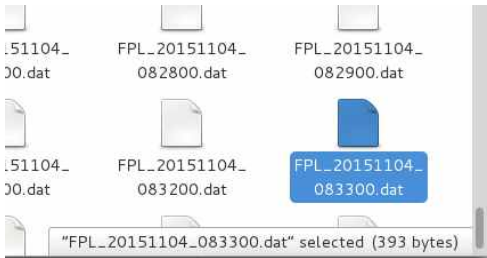


그림 10. 비행 계획 데이터 저장 파일  
Fig. 10. Savefiles for flight plan data.

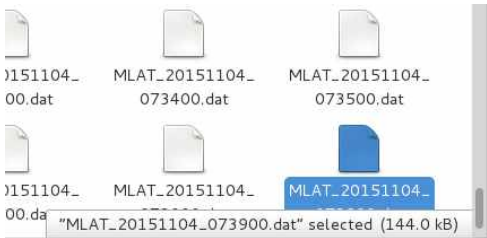


그림 11. MLAT 데이터 저장 파일  
Fig. 11. Savefiles for MLAT Data.

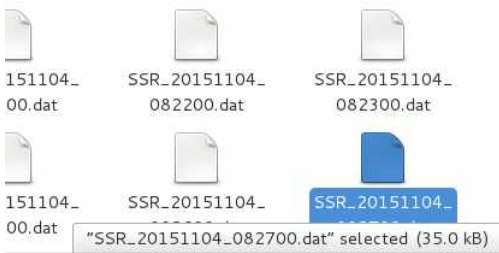


그림 12. SSR 데이터 저장 파일  
Fig. 12. Savefiles for SSR Data.

## V. 결론

본 논문에서는 국내 접근관제 시스템에 연결된 다양한 센서 정보 처리를 효율적으로 수행하기 위한 다중 센서 인터페이스 시스템 개발 결과에 대해 기술하였다.

본 시스템은 다양한 센서로부터 수집된 자료를 단일 표준

포맷으로 변환하여 배포하고, 사용자로 하여금 설정 파일을 수정하는 것으로 센서 인터페이스를 간단히 정의할 수 있도록 사용자 인터페이스를 제공한다. 또한, 시스템의 안정성 제고를 위해 인터페이스간 네트워크 장애에 대한 유연한 대처가 가능하도록 설계되었다.

개발 시험을 통해 본 시스템과 연동된 여러 항공관제 응용프로그램들이 정상적인 입출력 처리가 가능함을 확인하였으며, 시스템의 입출력 자료를 파일로 저장하여 분석한 결과 시스템이 데이터의 손실, 오류 없이 동작함을 검증하였다. 현재 본 시스템은 김포공항에서 시험 운영중에 있다.

기존의 복잡한 센서 연동 및 전처리 과정과 비교해 볼 때, 감시 센서 정보를 이용하는 다양한 항공관제시스템 개발을 위해 제안된 본 시스템이 개발 및 유지보수 측면에서 매우 효율적이라 판단할 수 있었다.

## 참고 문헌

- [1] Eurocontrol Standard Document for Surveillance Data Exchange Part 2b : Transmission of monoradar service messages, European Organization for The Safety of Air Navigation, SUR.ET1.ST05.2000-STD-02b-01, Edition 1.27, May, 2007
- [2] Eurocontrol Standard Document for Surveillance Data Exchange Part 4 : Category 048, European Organization for The Safety of Air Navigation, SUR.ET1.ST05.2000-STD-04-01, Edition 1.21, July, 2007
- [3] Eurocontrol Specification for Surveillance Data Exchange ASTERIX Part 12 Category 21 ADS-B Target Reports, European Organization for The Safety of Air Navigation, EUROCONTROL-SPEC-0149-12 Edition 1.27, July, 2014
- [4] Eurocontrol Standard Document for Surveillance Data Exchange Part 14 : Category 020 Multilateration Target Report, European Organization for The Safety of Air Navigation, SUR.ET1.ST05.2000-STD-14-02, Edition 1.4, Nov, 2007
- [5] K. H. Kim and S. B. Choi, "Implementation of CWP MRT data processing module for efficient correlation flight plan," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 18, No. 4, 268-288, pp. 2-9, Aug. 2014
- [6] K. H. Kim, E. M. Jang, I. S. Song, T. H. Cho, and S. B. Choi, "Design and implementation for efficient multi version ADS-B target report message processing," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 19, No. 4, 265-277, pp. 2-15, Aug. 2015
- [7] Y. M. Koh and S. H. Kim, "Design of interrogator for airspace surveillance in multilateration Systems," *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 19, No. 2, 108-115, pp. 2-5, Apr. 2015
- [8] K. H. Kim, H. J. Kim, Y. R. Dong and S. B. Choi "Design



and implementation of ASTERIX parsing module based on pattern matching for air traffic control display system,” *Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers*, Vol.51, No.3, pp. 2-6, March. 2014

[9] Rules of the air and air traffic services, International Civil Aviation Organization, Doc 4444-RAC/501, Nov, 1996

[10] T. H. Cho, K. H. Kim, J. H. Kim and S. B. Choi, “Design and implementation of automatic dependent surveillance-bro

adcast Server System,” *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 19, No. 3, 182-191, pp. 2-8, Jun. 2015

[11] C. S. Park, J. C. Yoon, J. Y. Cho, H. S. Shin, J. D. Seo, H. D. Park and S. Y. Kang, “A study on the realization of ADS-B 1090ES ground station receivers,” *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 20, No. 2, pp. 2-9, Feb. 2015.

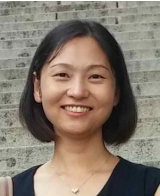


**문 명 주 (Myeong-Ju Mun)**

2014년 2월 : 가천대학교 인터넷 미디어학과 (공학사)

2014년 2월 ~ 현재 : (주)유니텍 R&D Team 연구원

※관심분야 : 항공 관제 시스템, 레이더 인터페이스, 네트워크 프로그래밍



**김 현 경 (Hyoun-kyoung Kim )**

1999. 02 : 충북대학교 컴퓨터공학 (공학사)

2001. 02 : 충북대학교 대학원 정보통신공학과 (공학석사)

2000. 12 ~ 2008. 02 : 한국항공우주연구원 / 연구원

2008. 03 ~ 현재 : 한국항공우주연구원 / 선임연구원

※관심분야 : CNS/ATM 시스템, 항공관제 소프트웨어