

## 항공관제용 감시자료처리시스템 시험 환경 구축

고 현<sup>○</sup>, 전대근<sup>\*</sup>, 은연주<sup>\*</sup>, 염찬홍<sup>\*</sup>

<sup>○</sup>한국항공우주연구원 항공제어실 차세대항행팀

e-mail: {khyun, bigroot, yjeun, yeom}@kari.re.kr

## Establishment of Test Environment for Surveillance Data Processor

Hyun Ko<sup>○</sup>, Dae-Keun Jeon<sup>\*</sup>, Yeon-Ju Eun<sup>\*</sup>, Chan-Hong Yeom<sup>\*</sup>

<sup>○</sup>Dept. of CNS/ATM, Korea Aerospace Research Institute

### ● 요 약 ●

본 논문에서는 SDP 시스템이 충족해야 할 요구 규격을 검증하기 위하여 시험 환경 구축 방안을 제안하였다. SDP 시험 환경은 기능/성능/안정성 시험을 수행할 수 있도록 기존 항공관제시스템의 서버 시스템들과 동일한 기능을 수행하는 Simulation System들과 항적 추적 성능을 검증하기 위한 Eurocontrol의 SASS-C와 SMART 시스템으로 구축하였다. 또한 SDP 시험에 있어 Test Case 및 Test Procedure를 구성하여 SDP 요구 규격에 대한 정확한 검증을 수행할 수 있도록 시험 절차를 정의하였다. 제안된 시험 환경 및 시험 절차는 모의 시험을 통해 소프트웨어 구현 과정에서의 시스템 요구 규격에 대한 충족도를 보다 높일 수 있다.

**키워드:** Air Traffic Control System(항공관제시스템), Surveillance Data Processor(감시자료처리시스템), Test Procedure (시험 절차), Test Environment(시험 환경)

## I. 서론

항공관제시스템은 항공기 운항지역에서 항공기 간의 충돌과 항공기와 장애물 간의 충돌을 사전에 방지함과 동시에 항공기들의 운항 효율을 촉진시키고, 항공 교통의 질서를 유지하기 위한 시스템으로, 국내에는 항공관제소인 항공교통센터 및 14개 접근관제소에서 운용 중에 있다[1]. 현재 국내의 ATC 시스템은 전량 해외에서 도입하여 운영하는 것으로 해외 기술 종속, 시스템 도입비 과다 지출, 운용/유지비 증가 등의 문제가 있다. 이에 항공관제시스템을 국산화하기 위한 목적으로 산학연 협력 하에 한국형 항공관제시스템(KATCS : Korean Air Traffic Control System)을 구축하기 위한 연구 개발이 진행되고 있으며, 한국항공우주연구원에서는 항공관제시스템을 구성하는 서브시스템 중 하나인 감시자료처리시스템(Surveillance Data Processing System 이하 SDP)의 개발을 담당하고 있다.

현재 개발 중인 SDP는 레이더 및 차세대 감시장비(ADS-B, Mode S)에 의한 감시정보를 처리하여 보다 정밀하고 안전성 있는 관제정보를 제공하기 위한 시스템으로, 향후 국내외 실용화를 극대화하기 위해서 표준화된 시스템으로 개발되고 있다.

표준화된 SDP 개발을 위해서는 시스템이 충족해야 할 기능 및 성능 요구도를 정의하고, 이를 검증하기 위한 시험평가 환경 및 계획 수립이 필수적이다. 그러나 현재 해외에서 도입되어 국내 운용 중인 SDP는 국제 표준을 바탕으로 국내 특수 상황을 고려하여 시스템 요구도가 정의되고, 이에 따라 기능 및 성능 검증이 수행되

었다기 보다는 시스템 제작사의 규격서, 시험 절차서에 의거하여 다소 정성적인 수준에서 시스템 검증이 수행되었다[2]. 이에 본 논문에서는 SDP 시스템이 충족해야 할 요구 규격을 검증하기 위하여 시험 절차 수립 및 시험 환경 구축 방안을 정의하였다.

## II. 본론

### 1. SDP 시험 개요

SDP는 다양한 형태의 감시자료(PSR, SSR, Mode S, ADS-B)를 수신하여 True Multi-Radar Tracking 방식[3]을 이용한 항적 추적과 정밀한 안전 경보 처리 기능(충돌경고, 최저안전고도경보, 위험지역침범경고, 접근감시경고)을 적용하여 항공관제, 접근관제 및 관제탑 관제 등의 적합한 항공교통관제 부분과 쉽게 통합될 수 있도록 시스템 요구사항을 반영하여 개발되고 있다[4,5].

SDP에 대한 시험은 Eurocontrol 표준[6]을 근간으로 정의한 시스템 요구 규격[7]에 따라 기능, 성능, 안정성 요구사항을 만족하는지를 검증하기 위한 것으로, 시스템 시험 절차 수립에 앞서 각 요구사항에 대한 시험항목, 검증방법 등 대응관계를 정의하여 시험단계에서 요구사항에 대한 추적이 가능하도록 VCRM(Verification Cross-Reference Matrix)을 구성한다. VCRM의 세부 내용은 요구번호(ID), 요구사항내용, 시험번호(ID), 검증방법, 시험유형분류로 구성된다. SDP의 시험을 위한 기준 자료로는 사나리오에 의한 모의자료를 사용하고, 기능 시연을 위해서는 감시 센서 녹화 자료를 사용한다.

### 1.1 기능 시험

SDP 기능 시험은 시스템 규격서에 정의된 모든 기능에 대하여 요구사항을 만족하는지를 검증하기 위한 시험으로 모의 시나리오를 이용하여 수행한다. SDP 기능 요구사항으로는 외부 메시지 처리, 기상자료 처리, 항적 추적, 고도 보정, 안전 경보 처리, 시스템 관리 및 제어, 다중화 처리 등이 있으며, 모의 시나리오는 이러한 SDP 세부 기능에 대한 충족 여부를 시험할 수 있도록 구성한다.

### 1.2 성능 시험

SDP 성능 시험은 SDP 시스템이 운영환경에서 표준작업 수행 시 성능 요구사항을 충족하는지를 검증하는 데 있다. 시스템 성능 요구사항은 최대 데이터 처리 용량, 시스템 고가용성(High Availability), 시스템 회복시간, 시스템 하드웨어(CPU, 메모리, 저장공간) 활용률 등을 포함한다. 시스템 성능 시험은 최소 4시간 동안 작동되고, 정상운영 상태에서 지속적으로 일정한 시스템 부하를 제공하기 위한 모의 시나리오를 이용하게 된다. 모의 시나리오 오는 최대 30개의 감시 센서와 최대 1200개의 동시 항적을 처리할 수 있도록 구성한다.

### 1.3 안정성 시험

SDP 안정성 시험은 SDP 시스템의 지속적인 운영 유지 가능성을 확인하고 다양한 시스템 신뢰 요소의 수집 및 분석을 통해 복구 불가능한 오류는 없는지 안정적인 운영지원 가능성을 검증한다. 안정성 시험의 분석요소는 시험 진행 중 발생 가능한 장애에 대한 시스템 운용율과 메모리 활용률, CPU 활용률 등과 같은 시스템 부하를 측정한다. 안정성 시험은 최소 72 시간 동안 시스템을 가동하여 정상운영 상태에서 지속적으로 일정한 시스템 부하를 제공하기 위한 모의 시나리오를 이용하여 시험을 수행한다. 모의 시나리오의 구성은 다음과 같다.

- 안전 운영 상태에서 대략 50 IFR Track 수
- 근소한 레이더 잡음과 기상 입력 레벨
- 30개의 감시 센서 입력
- 100개 비관제 항적
- 매 6시간마다 반복

## 2. SDP 시험 환경 구축

ATC 시스템에서 SDP는 외부자료 인터페이스(SIF), 비행자료 처리기(FDP), 관제화면 전시기(CWP), 시스템 관리 및 제어장치(SMC)들과의 상호 인터페이스를 통해 데이터를 교환한다. SDP 시험 환경은 SDP의 기능/성능/안정성 시험을 위해서 실시간 녹화 자료와 모의자료를 이용하여 SDP와 ATC 구성 시스템들이 상호 인터페이스를 통해 정확하게 입/출력 자료를 송수신하여 처리하는지를 검증할 수 있도록 구축되어야 한다. 따라서 ATC 서버 시스템들의 역할을 수행하는 모의 장치를 활용하여 그림 1과 같은 SDP 시험 환경을 구축하였다.

SDP 시험 환경에서는 성능시험에 있어 SDP 시스템의 표준 운영 환경하에서의 작업 성능 시험은 물론 SDP 항적 추적과 관련

된 센서 및 항적자료에 대한 성능검증 시험도 수행할 수 있다. 이를 위해 Eurocontrol의 SASS-C(Surveillance Analysis Support System for ATC Centre)와 SMART 도구를 시험 환경에 추가로 구성하였다.

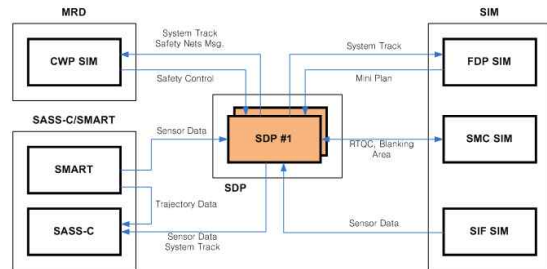


그림 1. SDP 시험 환경  
Fig. 1. SDP Test Environment

### 2.1 SIF Simulation Software(SIF SIM)

SIF SIM은 SIF로부터의 입력 자료를 모의 생성하는 소프트웨어로, 레이더 및 ADS-B 장비로부터 생성되는 감시자료를 Eurocontrol의 ASTERIX 포맷으로 변환하여 SDP에 제공한다.

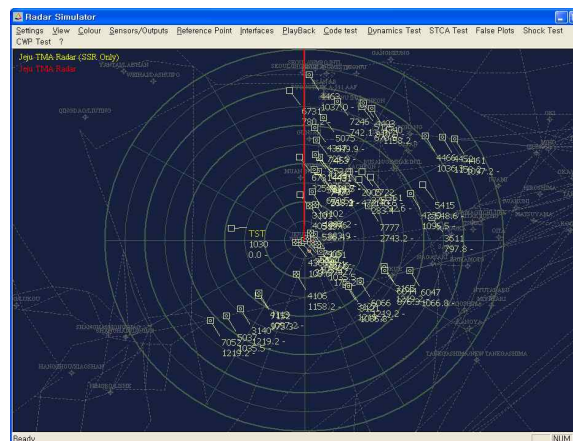


그림 2. SIF SIM에서의 센서 자료 생성  
Fig 2. Generation of Sensor Data in SIF SIM

### 2.2 FDP Simulation Software(FDP SIM)

FDP SIM은 FDP로부터의 입력자료를 모의 생성하고, SDP의 출력자료를 검증하는 소프트웨어로, SDP로부터 시스템항적을 받아 모의 생성한 비행자료와 Correlation하여 Mini Plan을 생성하고 이를 SDP에 반환한다. 또한 SDP에서 항적의 고도 보정을 위해 필요한 QNH, 천이레벨(Transition Level), 기온(Temperature) 정보 등을 SDP에 제공한다. 현재 FDP SIM은 개발 진행 중에 있다.

### 2.3 SMC Simulation Software(SMC SIM)

SMC SIM은 SMC로부터의 입력자료를 모의 생성하고, SDP의 출력자료를 검증하는 소프트웨어로, 3중화로 구성된 SDP 노트

및 감시 센서들의 운영 상태를 실시간으로 모니터링하여 SMC의 명령에 따라 SDP 노드 및 감시 센서의 상태, Tracker의 RTQC(Real Time Quality Control) 기능 등을 제어할 수 있도록 개발되었다.

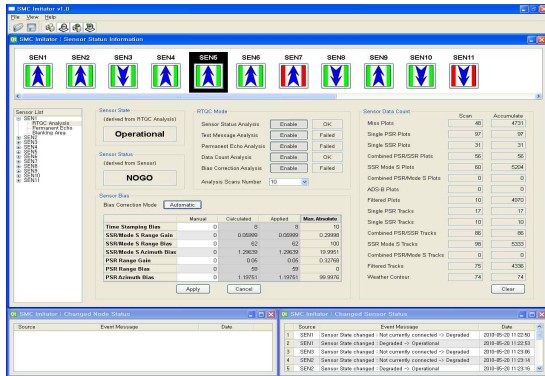


그림 3. SMC SIM에서의 센서 상태 모니터링  
Fig. 3. Status Monitoring of Sensor in SMC SIM

## 2.4 CWP Simulation Software(CWP SIM)

CWP로부터의 입력자료를 모의 생성하고, SDP의 출력자료를 검증하는 소프트웨어로, SDP에서 생성된 시스템 항적 및 안전 경보 정보 등을 현시한다. CWP SIM은 항적 및 기타 정보 현시는 물론 안전 경보 기능과 관련된 정보 영역을 제어할 수 있다.

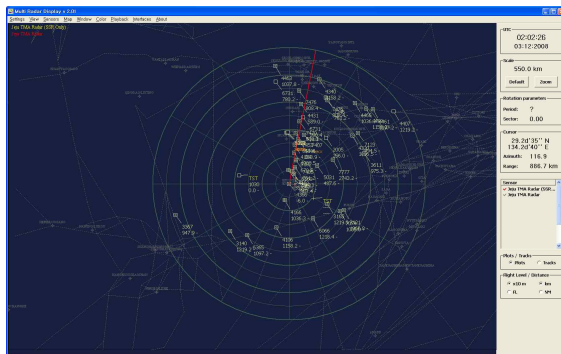


그림 4. CWP SIM에서 타겟의 항적 현시  
Fig. 4. System Track Showing of Target in CWP SIM

## 2.5 SASS-C

SASS-C는 감시 관련 인프라의 성능을 평가하기 위해서 Eurocontrol이 유럽의 산업계 및 연구소와 협력하여 공동 개발한 소프트웨어 도구로서, 감시 센서 및 SDP의 성능 적합성 감시 등을 위해 사용된다. SDP 시험 환경에서는 SASS-C를 이용하여 Plot 검출 분석, False Plot 분석, 감시 센서 자료 정확도 분석, 항적 분석 등을 통해 항적 추적과 관련된 성능시험을 수행한다.

## 2.6 SMART

SMART는 감시 센서의 모의 자료를 생성하는 소프트웨어 도구로서, 항공기 모델, 항공교통 모델, 기상자료를 바탕으로 항공기 궤적을 생성하고, 레이더 오차 모델을 반영한 감시 센서의 Target Report(Plot)을 생성하여 SDP가 이를 이용하여 항적 추적을 수행할 수 있도록 지원한다. 또한 SDP 성능을 평가하기 위한 기준 궤적(Trajectory)을 SASS-C로 전송하여 SDP가 생성한 항적과의 비교를 통해 성능 측정할 수 있도록 지원한다.

## 3. SDP 시험 절차 수립

SDP 시험 절차는 시험 계획 단계에서 구성한 VCRM의 각 요구사항 검증방법에 따라 다양한 모의 시험환경을 설정하고 시나리오에 따라 각 시험의 순차적인 단계를 구성하여 시험 결과를 측정하는 과정이다.

### 3.1 Test Case

SDP 시험에서 초기 준비 단계는 시나리오에 따라 각 요구사항을 검증하기 위해서 Test Case를 구성한다. Test Case는 모의 시험을 위해 각 시험 장비들의 구성을 설정하는 것으로, 시험 시나리오에 따라 여러 유형의 시험 장비 설정을 구성한다. Test Case 설정 항목은 다음과 표 1과 같다.

표 1. Test Case 항목  
Table 1. Test Cast Item

Test Case 항목	세부 구성 내용
시험 환경 구성	- 시험 요구 장비 - 시험 장비 간 연결 구성 - 하드웨어 설정(네트워크)
SDP 설정	- Adaptation File의 파라미터 구성
SIF SIM 설정	- 인터페이스 구성 - 센서 구성 - 데이터 출력 구성 - 비행 상황 시나리오
CWP SIM 설정	- 인터페이스 구성 - 센서 구성
SMC SIM 설정	- 인터페이스 구성 - 노드 상황 구성 - 센서 상황 구성
FDP SIM 설정	- 인터페이스 구성 - 비행자료 관련 상황 구성 - 고도보정 관련 상황 구성

### 3.2 Test Procedure

SDP Procedure의 구성은 시험목적, 검증방법, 시험 요구 환경, Procedure 단계, 시험 결과 항목으로 구성된다. 시험 목적은 시스템 요구 규격 중 어떠한 요구사항에 대한 검증을 위한 시험인지를 정의하고, 검증방법은 어떠한 방법으로 시험하여 검증할 것인지를 결정한다. 검증방법의 유형으로는 육안검사(Inspection), 시험(Test), 시연(Demonstration), 분석(Analysis) 방법이 있다.

시험 요구 환경은 어떠한 시험 환경 구성을 기반으로 시험을 수행할 것인지를 정의하는 것으로, Test Case에서의 각 요구 시험 장비

에 대한 환경 구성 유형 중 해당 시험에서 필요로 하는 장비 설정을 적용하여 시험을 수행하게 된다. Procedure 단계는 앞서 결정된 시험 환경의 구성 및 비행 시나리오, 시험 장비 상태 제어 등 시험 시나리오에 따라 순차적인 시험 단계를 정의하여 시험 결과를 측정한다. 시험 결과는 기대 결과, 시험 통과/실패 기준, 시험 로그(Test Log) 항목으로 구성되며, 시험 로그는 로그 식별 정보, Procedure 단계에서의 이벤트(통과(Pass)/실패(Fail)) 결과, Procedure에서의 시험 측정 결과, Procedure 요약 기록 항목으로 구성된다.

측정된 시험 결과에서 시스템 요구사항이 충족되었을 경우에는 통과(Pass)로 인정하며, 그렇지 않은 경우에는 DR(Discrepancy Report)를 발행하고, 문제점 해결을 위한 재시험 계획(재시험 범위, 방법 및 일정) 등을 수립한다. 재시험 후 요구사항이 충족되면 통과로 인정한다.

지금까지 SDP 시험 환경 및 시험 절차에 대해 정의하였다. SDP 시험은 Simulation Softwares 및 SASS-C, SMART 장비로 구성된 시험 환경하에서 기능/성능/안정성 시험을 위해 요구되는 각 장비의 Case별 설정을 적용하여 정의된 시험 절차에 따라 결과를 측정하고 이를 분석하여 요구사항을 만족하는지 평가하게 된다.

### III. 결론

본 논문에서는 감시자료처리시스템의 기능/성능/안정성을 시험하기 위한 시험 환경 구성 및 시험 절차를 제시하였다. SDP 시험 환경은 기존 항공관제시스템의 운영 환경과 유사한 형태로 시험 환경을 구축하기 위해서 항공관제시스템의 각 서브시스템 기능을 수행하는 Simulation 장비들을 개발하여 이 장비들 간 인터페이스를 통해 SDP 시험을 수행할 수 있도록 구축하였으며, 시험 환경에 Eurocontrol의 공인 툴인 SASS-C와 SMART를 추가하여 SDP의 항적 추적 성능을 검증할 수 있도록 구성하였다.

또한 SDP 모의 시험 환경에서 시스템 요구 규격에 대한 기능/성능/안정성시험을 수행하기 위해서 Test Case 및 Test Procedure를 구성하여 요구사항에 대한 정확한 검증을 수행할 수 있도록 시험 절차를 수립하였다.

본 논문에서 제시한 SDP 시험 환경 및 시험 절차는 고신뢰성과 고안정성을 요구하는 SDP 시스템의 개발을 위해서 시험 환경을 이용한 모의 시험을 통해 SDP 시스템 요구 규격에 대한 충족도를 보다 높일 수 있을 것으로 판단된다. 또한 제안된 시험 환경은 SDP 개발이 완료된 후 시험평가 단계에서 적극 활용될 예정이다.

### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 항공선진화사업의 연구비 지원(과제번호 07항공-항행-03)에 의해 수행되었습니다.

### 참고문헌

- [1] “항공관제시스템 개발 기획 연구 보고서”, 건설교통부 한국건설교통기술평가원, 2007. 10.
- [2] 전대근, 전향식, 염찬홍, “항공관제용 감시자료처리시스템 성능 요구도 및 검증 방안에 대한 연구”, 한국항공학회, 2008 학술대회논문집, Vol.12, No.1, Oct. 2008.
- [3] John Shaw, “Surveillance Data Processing Systems,” QinetiQ, 2006.
- [4] 고현, 김현경, 전대근, 염찬홍, “한국형 항공 관제시스템 구축을 위한 감시자료처리시스템 설계”, 한국항공학회, 2008 학술대회논문집, Vol.12, No.1, pp.203-209.
- [5] 고현, 전대근, 김현경, 염찬홍, “항공관제용 감시자료처리시스템을 위한 다중 타겟 추적기 설계 및 구현”, 한국항공학회, 2009 학술대회논문집, Vol.13, No.1, pp.326-329.
- [6] “Eurocontrol Standard Document for Radar Surveillance in En-Route Airspace and Major Terminal Areas”, Eurocontrol, Mar. 1997.
- [7] “SDP System/Subsystem Specification”, SDP-TDP-001, 한국항공우주연구원, Aug. 2008.