

技術論文

J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 41(9), 747-754(2013)

DOI:<http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2013.41.9.747>

항공탐재 SAR 시스템 및 통제장치 시험을 위한 통합시험장비 개발

이현익*, 황태진

Development of Integrated Test Equipment for Airborne SAR System and Control Unit

Hyon-Ik Lee* and Tae-Jin Hwang

Defense Space Technology Center, Agency for Defence and Development

ABSTRACT

This paper describes SCTE(System and Control unit Test Equipment) as an integrated test equipment for airborne SAR system and control unit. SCTE enhances reusability of test equipment by modular design for required functions and strengthens automatic testing and test convenience by providing functions such as script-based testing function and report generation function. Also, it includes a navigation data simulator which can simulate various flight conditions. In this paper, we details SCTE requirements, H/W and S/W design, implementation, and test results with control unit and SAR system.

초 록

본 논문에서는 항공탐재 SAR 시스템 및 통제장치 시험을 위한 통합시험장비(SCTE: System and Control unit Test Equipment)에 대하여 기술한다. SCTE는 구성 기능의 모듈화를 통하여 시험장비의 재활용성을 높였으며, script 기반 수행, 보고서 작성 기능 등 시험의 자동화 및 편의성을 높이도록 설계되었다. 또한 SCTE는 항법데이터 모의 기능을 통하여 다양한 비행 환경에 대하여 시험을 수행할 수 있도록 개발되었다. 본 논문은 SCTE의 개발 요구사항, H/W 및 S/W 설계 결과, 개발 결과 및 통제장치와 시스템과의 연동 시험 결과를 기술한다.

Key Words : Synthetic Aperture Radar(합성 개구면 레이더), Airborne SAR(항공탐재 SAR), Integrated Test Equipment(통합시험장비), Control Unit(통제장치)

1. 서 론

항공탐재 SAR(Synthetic Aperture Radar) 시스템은 유/무인 항공기에 탑재되어 고해상 영상 정보 수집과 지상 이동표적 탐지의 임무를 담당하는 영상 합성 레이더이다[1-2]. 주야간 전천후로 운용될 수 있으며 필요시 언제든지 관심지역

을 촬영할 수 있다는 장점으로 인하여 육지, 해양, 극지 탐사 뿐 아니라 군사적 활용 등에 있어 중요한 영상 정보를 제공하고 있다[3-5]. 비용 및 기술적 어려움으로 인하여 선진국을 중심으로 개발이 선도되어 운용되고 있으며, 국내에서도 활발히 개발 진행중에 있다.

항공탐재 SAR 시스템은 통제장치, 관성항법장

† Received: February 27, 2013 Accepted: August 6, 2013

* Corresponding author, E-mail : leehyonik@add.re.kr

<http://journal.ksas.or.kr/>

pISSN 1225-1348 / eISSN 2287-6871

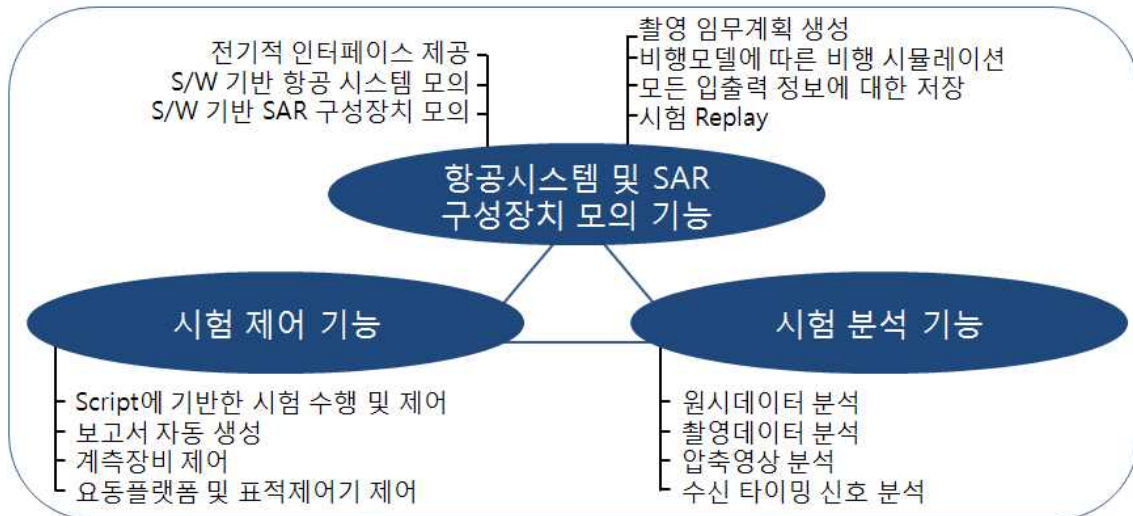


Fig. 1. SCTE Development Requirements

치, 송수신장치, 안테나, 서보/감발장치, 신호처리장치 등 많은 장치들로 구성된다. 특히, 통제장치는 SAR 시스템의 운용 및 제어를 담당하는 핵심 구성품으로서 항공 시스템으로부터 촬영계획 및 제어명령 수신, SAR 시스템 점검결과 및 촬영데이터 전송, 시스템 상태(state) 제어, 고장진단 및 고장처리, 촬영계획 기반 운용모드 수행 제어, 타이밍 신호 생성, 광대역 송신과형 발생, 수신신호 A/D 변환 및 전처리 수행, 영상데이터 저장 및 압축 등 항공 시스템과의 연동과 SAR 시스템 운용에 필요한 여러 주요 기능을 담당한다.

본 논문에서는 항공탑재 SAR 시스템 및 통제장치 시험을 위한 통합시험장비(SCTE: System and Control unit Test Equipment)에 대하여 기술한다. SAR 시스템이 탑재체로서 항공 시스템에 제공하는 모든 기능은 통제장치에 의하여 수행되기 때문에, 통제장치의 시험 항목과 시스템의 시험 항목은 유사성이 매우 높다. 따라서 시험장비를 공통으로 개발함으로써 총 개발 비용 및 개발 기간을 크게 단축할 수 있다. SCTE는 통제장치 시험과 시스템 시험에 공통적 또는 독립적으로 요구되는 기능을 각각 식별하고, 구성기능의 모듈화를 통하여 시험장비의 재활용성을 높였다. 또한 항공 시스템 SIL(System In the Lab.) 시험에서도 SCTE의 일부 기능 모듈을 활용함으로써 통제장치, 신호처리장치와 연동하여 SAR의 전체 시스템을 대신하는 전기적 시험 장비로 활용하였다.

SAR 통제장치에 탑재되어 운용되는 S/W에 대한 높은 신뢰도의 검증을 위해 SCTE는 다양한 test case에 대한 시험 지원 기능이 필요하며, 이

를 위해 script 기반 시험 자동 수행, 보고서 작성 기능 등의 편의성 제공이 시험장치 개발에 중요 요구조건이 된다. 또한 SCTE는 항법데이터 모의 기능을 탑재하여 다양한 비행 환경에 대하여 시험을 수행할 수 있도록 설계하였다.

해외 선진업체의 SAR 시스템 시험장비 개발 기술은 오랜 기간에 걸쳐 개발한 in-house 소프트웨어와 하드웨어를 기술을 포함하고 있기 때문에, 기술이전에 제한이 있거나 많은 비용이 요구된다. 이에 따라 SCTE는 국내 기술을 기반으로 개발되었다. 또한, 항공장비 뿐 아니라 시험장비 개발에서도 상용 개발품(COTS)을 활용하는 현재의 경향에 맞춰[6-7] SCTE의 개발에 있어서도 개발비용 및 기간의 단축, 위험도 저하, 장비 확장성, 유지보수 편의성 등을 위하여 COTS를 활용한 개방형구조로 설계하였다.

본 논문은 세 부분으로 구성된다. 우선 통제장치 시험 및 시스템 시험을 위한 SCTE의 개발 요구사항에 대하여 기술한다. 둘째로 SCTE의 H/W 설계 및 S/W 설계 결과를 제시한다. 마지막으로 SCTE 구현 결과 및 SCTE를 이용한 통제장치 시험, 시스템 시험 결과를 기술한다.

II. 본 론

2.1 SCTE 개발 요구사항

본 장에서는 SAR 시스템 및 통제장치 시험을 위한 SCTE의 개발 요구사항을 기술한다. 요구사항은 Fig. 1과 같이 크게 항공 시스템 및 SAR 구성장치 모의 기능, 시험 제어 기능, 시험 분석 기능의 세 부분으로 구성된다.

2.1.1 항공 시스템 및 SAR 구성장치 모의 기능

• 전기적 인터페이스 제공 기능

SCTE는 통제장치와 연동되는 모든 전기적 인터페이스를 모의해야 한다. SAR 시스템과 연동되는 전기적 인터페이스는 통제장치의 인터페이스에 대부분 포함되며, 다만 SAR 입력 전원 및 모의표적장치 제어 등을 위한 인터페이스가 추가된다. 통제장치는 제어명령, 상태정보, 촬영데이터 송수신을 위해 비행체와 1553B 및 GbE의 인터페이스를 보유하고 있으며, SAR 장치의 제어, 전원 on/off 명령, 타이밍 신호 전송, 상태정보 획득 등을 위하여 다양한 인터페이스를 갖고 있다. Table 1은 SCTE가 제공해야 하는 전기적 인터페이스 구성 항목 및 채널 수를 나타낸다.

• S/W 기반 항공 시스템 모의 기능

SCTE는 S/W 시뮬레이션을 기반으로 항공 시스템을 모의하고, 모의 결과는 앞서 기술한 전기적 인터페이스를 통하여 통제장치와 연동되어야 한다. 세부적으로는 GUI를 이용하여 비행체 및 지상체의 명령을 생성하고 통제장치로 전달할 수 있어야 하고, 통제장치로부터 수신한 SAR 점검 결과를 GUI 화면에 도시해야 하며, 통제장치가 전송한 SAR 촬영데이터를 수신 및 저장할 수 있어야 한다.

• S/W 기반 SAR 구성장치 모의 기능

SCTE는 S/W 시뮬레이션에 기반으로 통제장치를 제외한 SAR의 모든 구성장치를 모의할 수 있어야 한다. 통제장치로부터 수신한 제어명령을

GUI 화면에 도시하고, SAR 구성장치의 상태정보 설정을 GUI에 기반하여 변경할 수 있어야 하며, 일부 제어명령에 대하여는 상태정보가 자동 변경되어야 한다.

• 촬영 임무계획 생성 기능

SAR의 촬영은 MDF(Mission Definition File)에 기반하여 수행된다. 따라서 시험 수행을 위해서는 MDF를 생성하여 미리 SAR 장비에 장입시켜야 한다. SCTE는 항로점, 세그먼트, 운용모드 종류, 촬영시작점/종료점, 촬영영역좌표, 촬영폭 등을 정의하고, MDF를 생성 및 DB에 저장할 수 있는 기능을 보유해야 한다. DB에 저장된 MDF는 비행체 모의 기능을 통하여 SAR 시스템에 전송된다.

• 비행모델에 따른 비행 시뮬레이션 기능

SAR 시스템 시험과 통제장치 시험은 지상에서 수행되는 시험이기 때문에 비행체의 움직임, 즉 항법데이터가 모의되어야 한다. 항공탐재 SAR 시스템은 항법데이터에 따라 기능 및 성능에 많은 영향을 받기 때문에, 항법데이터의 실제적인 모사 및 다양한 설정 변경 지원이 SCTE의 중요한 요구조건이 된다. SCTE는 비행 모델에 기반하여 비행속도 및 풍향, 풍속, 비행체의 진동 등을 모의하고 비행을 시뮬레이션 할 수 있어야 한다. 항법데이터는 SAR 영상처리에 충분한 항목 및 주기의 보장을 위해 최대 150 Byte, 100 Hz로 모의될 수 있어야 한다.

• 모든 입출력 정보에 대한 저장 기능

SCTE는 시험 대상 장치와의 모든 입출력 정보 및 시험 장비 내부 모듈 간 주요 입출력 정보를 DB에 저장해야 한다. 저장된 입출력 정보는 시험 제어 또는 분석 모듈에 의하여 호출되어 시험의 성공/실패 판단 또는 시험결과 도시/분석에 활용된다.

• 시험 Replay 기능

SCTE는 과거 시험 수행 과정을 replay할 수 있어야 한다. 이를 위해 시험 수행자가 설정한 과거 특정 시점에서부터의 항공 시스템 모의 화면, SAR 구성 장치 GUI 화면을 replay 할 수 있는 기능을 보유해야 한다.

2.1.2 시험 제어 기능

• Script에 기반한 시험 수행 및 제어 기능

Script에 기반한 시험 수행 기능은 시험의 자동화를 위해 가장 중요한 기능이다. 이를 위해 SCTE는 시험을 위한 모든 명령을 script로 제공

Table 1. SCTE Electrical Interface Type

코드	설명	채널수
PL	• Power Line • SAR 시스템 입력 전원	9
HP	• High Power On/Off Command • SAR 개별 구성 장치 On/Off 명령	6
DIF	• Differential Command • SAR 구성 장치에 대한 타이밍 신호 및 명령, 상태정보 전송 • 통신방식에 따라 전용선과 RS422 통신 구분	30
TTL	• Transistor-Transistor Logic • SAR 구성장치로부터의 전원 fault, interlock 등 상태정보 전송	10
CC	• Contact Closure Telemetry • SAR 구성 장치 On/Off 상태정보 • Relay 스위치의 접점 형태로 제공	6
PM	• Pressure Monitoring Telemetry • 도파관건조장치의 압력 레벨 상태정보	3
1553B	• MIL-STD-1553B	1
GbE	• Gigabit Ethernet	6

해야 하며, 통제장치로부터 수신되는 모든 명령 및 상태정보에 대하여 Error Check 기능을 보유해야 한다. Script에 의해 수행된 시험 결과는 로그로 저장되어 시험 수행자가 저장된 로그를 통해 시험을 분석, 분석 결과를 바탕으로 시험 성공 실패 여부를 판단할 수 있도록 해야 한다.

- 보고서 자동 생성 기능

SCTE는 script, 시험 로그, 시험결과, 분석결과 등을 이용하여 최종 시험보고서를 생성할 수 있어야 하고, DB에 저장할 수 있어야 한다.

- 계측장비 제어 기능

통제장치가 생성하는 타이밍 신호 및 광대역 파형의 성능 검증을 위해서는 계측기를 통한 정밀한 측정이 필요하다. 따라서 SCTE는 통제장치 시험에 소요되는 상용 계측기를 제어할 수 있어야 하며, 계측 결과를 저장 및 전시할 수 있어야 한다.

- 요동플랫폼 및 표적모의기 제어 기능

SAR 시스템의 지상검증시험에서는 비행체와 촬영표적에 대한 에물레이션 환경 구성 및 실행사를 수행함으로써 실제 비행 환경과 유사한 지상시험환경을 구축하여 시험을 수행한다. 이를 위해 SCTE는 체제시험장비인 요동플랫폼과 표적모의기를 제어할 수 있는 기능을 보유해야 한다.

2.1.3 시험 분석 기능

- 원시데이터 분석 기능

통제장치에서 생성하는 SAR 원시데이터의 무결성 검증은 운용모드 수행에 있어 디지털 영역의 정상 동작을 확인하는 중요한 수단이 된다. 따라서 SCTE는 A/D 변환 및 패킷화 과정의 무결성을 검증하기 위하여, 생성된 원시데이터의 크기, 포맷, check-sum 등을 확인할 수 있어야 한다.

- 촬영데이터 분석 기능

SAR 시스템의 최종 성능은 신호처리 후 지상체로 전송된 영상데이터를 분석함으로써 만족 유무가 판단된다. SCTE는 영상데이터 및 GMTI 데이터에 대한 다양한 성능 평가 항목들의 분석 기능을 보유해야 한다.

- 압축 영상 분석 기능

SAR 시스템은 비행체의 링크 상태에 따라 촬영 영상의 압축률을 변경하여 지상체로 전송한다. 따라서 SCTE는 압축 영상의 무결성 검증을 위한 기능을 보유해야 한다.

- 수신 타이밍 신호 분석 기능

통제장치에서 발생하는 타이밍 신호의 rising/falling time, jittering 등의 성능은 계측기를 통해 확인해야 하지만, 장시간 발생하는 타이밍 신호의 누락 여부 및 enable/disable time 등은 신호 발생시간 동안 발생된 신호를 로깅하여 분석하여야 한다. 이를 위해 SCTE는 10MHz 클럭의 20 channel 타이밍 신호를 최대 3분의 시간동안 저장할 수 있어야 하며, 저장된 데이터를 DB화하여 관리할 수 있어야 한다. SCTE는 타이밍 신호의 정확성 판단을 위하여 운용 파라미터에 따라 자체적으로 타이밍 신호를 생성할 수 있어야 하며, 자체 생성한 결과와 수신된 결과를 비교/분석할 수 있어야 한다.

2.2 SCTE 설계

앞 절에서 기술한 요구사항을 바탕으로 SCTE를 Fig. 2와 같이 구성하였다. SCTE는 상용 하드웨어 활용 및 소프트웨어 중심 설계, DB 기반 데이터 관리, 소프트웨어 모듈화 등을 통하여 개방형 구조를 갖도록 설계되었다. 본 절에서는 설계된 내용을 하드웨어와 소프트웨어로 구분하여 설명한다.

2.2.1 SCTE H/W 설계

SCTE는 전원 공급 모듈(PSM : Power Supply Module), 인터페이스 처리 모듈(IPM : Interface Process Module), 인터페이스 제어 및 모의 모듈(ICSM : Interface Control & Simulation Module), 시험 제어 모듈(TCM : Test Control

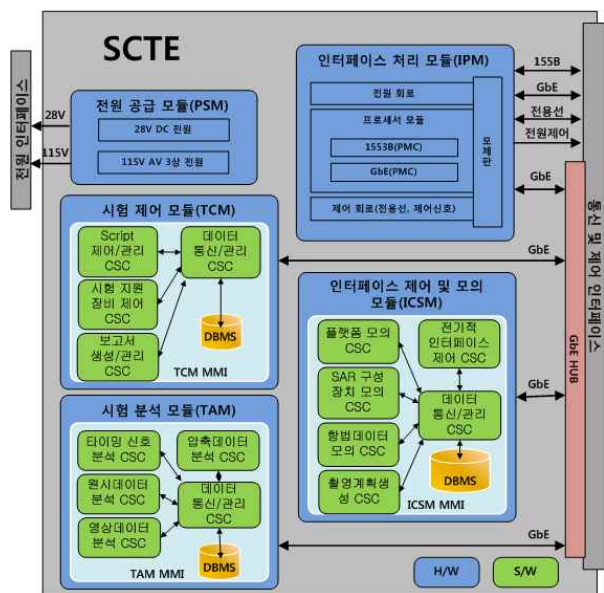


Fig. 2. SCTE H/W and S/W Configuration

Module), 시험 분석 모듈(TAM : Test Analysis Module)의 5개의 하드웨어 모듈로 구성된다. 개방형구조를 위해 ICSM, TCM 및 TAM은 상용컴퓨터를 활용하여 소프트웨어를 기반으로 운용되도록 설계하였고, IPM과 PSM은 COST 보드와 상용 전원 공급장치로 구성하였다. 또한 확장성을 고려해 모듈간 데이터 통신은 GbE로 설계하였다.

PSM은 통제장치 시험 및 시스템 시험을 위해 SAR 장비에 전원을 공급하는 역할을 담당하며, 이를 위해 28V 직류 정격 전원 공급기, 115V 교류 3상 전원 공급기로 구성된다. IPM은 SAR 장비와 물리적인 전기 인터페이스를 담당하는 구성 모듈로써, 실시간 처리가 가능하도록 Power PC계열의 COTS 보드로 설계하였다. RS422, 전용선, 전원 제어 등 회로기반 인터페이스 담당 모듈과 1553B, GbE 등 항공 시스템 인터페이스 담당 모듈의 두 부분으로 구성된다. ICSM으로부터 인터페이스 명령을 수신하여 전기적으로 변환된 신호를 SAR 장비에 전달하고, SAR로부터 수신한 신호를 ICSM으로 전달한다. 대용량 데이터 처리 및 설정된 변수를 기반으로 인터페이스가 구동되도록 설계되었다. ICSM은 항공시스템 및 SAR 구성 장치를 모의해주는 역할을 담당한다. TCM의 명령에 의하여 동작하며, TCM과 TAM에서 요청한 데이터를 제공한다. TCM은 시험 제어, TAM은 시험 결과 분석을 담당하며, 필요한 데이터는 ICSM을 통하여 획득한다. ICSM과 TCM, TAM은 모두 S/W에 기반하여 동작하며 이에 대한 설계는 다음 절에 상세히 기술한다.

2.2.2 SCTE S/W 설계

5개의 하드웨어 모듈 중 ICSM, TCM, TAM은 MMI(Man-Machine Interface)를 기반으로 설계된 소프트웨어 모듈들로 구성된다. 모든 시험자료를 DB화하여 저장하고, DB를 중심으로 각 소프트웨어 모듈이 필요한 정보에 접근하여 가능한 독립적으로 실행될 수 있도록 설계하였다. ICSM DB는 중심 DB로써 모든 시험자료를 관리하며, TCM과 TAM DB는 보조 DB로서 TCM과 TAM이 노트북을 이용해 독립적으로 운용될 때 ICSM DB로부터 자료를 이송받아 운용될 수 있도록 설계하였다.

ICSM은 항공 시스템 및 SAR 구성 장치들을 모의하여 IPM을 직접 제어하고, 모든 시험자료를 저장하는 기능을 담당하며, Table 2와 같이 6개의 CSC로 구성된다.

TCM은 Script 수행, 시험 지원 장비 제어, 보고서 생성 등을 수행하며 Table 3과 같이 4개의

Table 2. ICSM S/W CSC Design

CSC	설명
항공 시스템 모의 CSC	<ul style="list-style-type: none"> SAR 시스템으로 항로점 정보를 포함한 규약된 명령어 전송, 텔레메트리 및 영상 데이터 수신, 텔레메트리 실시간 시연 기능을 담당 항공시스템과 SAR 시스템간 protocol 검증 가능
전기적 인터페이스 제어 CSC	<ul style="list-style-type: none"> 설정된 변수를 기반으로 전기적 인터페이스 구동, 대용량 원시 데이터 수신 및 영상데이터 전송 가능 인터페이스 정상 동작 여부에 따른 통제장치 S/W 기능 검증 가능
SAR 구성 장치 모의 CSC	<ul style="list-style-type: none"> 구성장치의 ON/OFF 동작에 따라 텔레메트리 모의 영상 데이터 전송 환경 설정 통제장치 텔레메트리 모니터링 관련 S/W 기능 검증 가능
항법 데이터 모의 CSC	<ul style="list-style-type: none"> 정해진 항로에서 다양한 형태의 항법 데이터 모의 가능 영상 촬영 모드에 따른 다양한 시험 지원
촬영 계획 생성 CSC	<ul style="list-style-type: none"> 영상 촬영 모드에 따른 독립된 촬영 계획 생성, 항법 데이터를 고려한 촬영 계획 생성 가능
데이터 통신 및 관리 CSC	<ul style="list-style-type: none"> 인터페이스 처리 모듈로부터 수신된 데이터 저장 및 관리, 시험 데이터 관리 일원화 TCM 또는 TAM가 요청한 데이터 전송 및 시험 데이터 이송 DB 생성

Table 3. TCM S/W CSC Design

CSC	설명
Script 제어 및 관리 CSC	<ul style="list-style-type: none"> 시험 절차서 생성, 수행 및 관리 가능 명령 생성 및 TLM 확장이 용이하도록 설계
시험 지원 장비 제어 CSC	<ul style="list-style-type: none"> 요동플랫폼, 표적모의기와 같은 시험 지원장비 구동환경 설정, 시험 수행의 동기화 지원
보고서 생성 및 관리 CSC	<ul style="list-style-type: none"> 시험 데이터를 보고서 형태로 생성 및 관리 시험 수행과정 파악, 시험 데이터 비교/분석 기능 제공
데이터 통신 및 관리 CSC	<ul style="list-style-type: none"> Script, 보고서 및 시험 지원장비 제어 환경 관리 기능 제공, ICSM과의 접속 연동 또는 TCM 독립으로 데이터 관리 가능

CSC로 구성된다. ICSM과 DB 접속기반 또는 독립운용이 가능도록 설계하였다.

TAM은 타이밍 신호 분석, 원시 데이터 분석, 촬영 데이터 및 압축 영상 분석 등을 수행하는 4개의 CSC로 구성된다. 특정 시험 항목 검증이 가능하도록 독립적으로 설계하였으며, 각 CSC의 설계 내용은 Table 4와 같다.

Table 4. TAM S/W CSC Design

CSC	설명
타이밍 신호 분석 CSC	<ul style="list-style-type: none"> • 기준 타이밍 신호 생성, 획득된 타이밍 신호 데이터 선택 전시(Zoom-in, Zoom-out 포함), 비교/분석 기능 제공 • 비교 결과 상이한 부분 자동 탐지 및 이동 분석 기능 제공
원시 데이터 분석 CSC	<ul style="list-style-type: none"> • 무결성 검증 및 I/Q 신호 분석, 운용 모드에 따른 처리데이터 성능 평가 기능 제공
촬영 데이터 및 압축 영상 분석 CSC	<ul style="list-style-type: none"> • 영상 도시, IRF 분석, GMTI 거리 분해능 분석, GMTI 스캔 영역 검증기능 제공 • 압축 영상 데이터의 패킷 크기, 압축률 분석, 헤더 데이터 오류 판별 기능 제공 • 압축 영상 도시 가능
데이터 통신 및 관리 CSC	<ul style="list-style-type: none"> • CSC로부터 요청된 데이터 전송 기능 • ICSM과의 접속 연동 또는 TAM 독립으로 데이터 관리 가능



Fig. 3. SCCTE Implementation

SCCTE의 운용은 시험 운용 변수 DB 저장, 시험 절차 script 작성, script 자동 수행, 시험 데이터 생성 확인 및 결과 분석으로 진행된다. 우선 항공시스템 모의 조건, SAR 구성 장치 모의 조건, 시험 지원 장비 작동 조건을 정의하고, MDF를 작성하여 DB에 저장한다. script는 상용 편집기를 활용하여 작성되며, 시험 절차에 따라 script 명령어를 이용하여 작성된다. 시험은 Script 제어 및 관리 CSC가 script를 자동 수행함으로써 수행된다. Script 수행 중에는 전기적 인터페이스 제어 CSC로 작동 모의 환경 설정값이 순차적으로 로딩되고, IPM은 환경 설정값 로딩 완료 후 이를 바탕으로 자동으로 구동된다. 또한 MDF 전송 및 모의된 항법데이터 전송이 수행된다. 항법데이터는 SAR 구성장치 모의기능에 의해 SAR 시스템에 전송되며, 비행체 모의 기능에서도 다음 항로점 생성에 활용된다. 절차 수행 중 시험 수행자는 장비나 시스템의 정상 동작 여부를 확인하고 완료 후 시험 데이터 생성 확인 및 결과 분석/검토를 마지막으로 시험을 완료한다.

2.3 SCCTE 구현 및 시험

SCCTE는 Fig. 3에서와 같이 용이한 이동을 위해 rack 형태로 제작하였으며 요구 기능에 따른 사용자 편의성을 위해 Fig. 4의 예에서와 같이 항공 시스템 모의 화면, SAR 구성장치 모의 화면, Script 실행 화면, 촬영데이터 분석화면, 타이밍 신호 분석 화면 등 다양한 형태의 GUI 화면 사용자 요구사항에 맞춰 구현하였다.

SCCTE를 활용한 통제장치 및 시스템 시험은 Fig. 5의 시험 흐름도와 같다. 시험은 통제장치



Fig. 4. SCCTE GUI: Script Execution(Left Top), SAR Unit Simulator(Right Top), SAR Telemetry(Left Bottom), GMTI Data Analysis(Right Bottom)

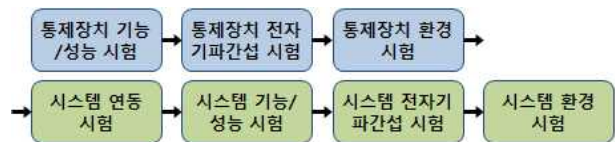


Fig. 5. SAR System and Control Unit Test Flow

레벨의 기능/성능 시험, 전자기파 간섭 시험, 환경시험, 그리고 시스템 레벨의 연동시험, 기능/성능시험, 전자기파 간섭 시험, 환경시험 순으로 진행된다. 시스템 레벨 연동시험에서는 개별 장치를 하나씩 통합하였고, 통합하는 과정에서 통합되지 않은 장비는 SCCTE로 모사하였다. SAR 시스템 및 SAR 구성장치의 시험은 방위사업청 규정에 따라 사전에 작성된 시험 계획서 및 절차서에 따라 수행되었으며, 시험 요구조건을 모두 만족함을 확인하였다.

Table 5는 통제장치에서 수행된 기능/성능 시험 항목을 나타낸다. 시험을 기능검증시험, 성능검증시험, 운용성 검증시험의 세 가지로 구분하였으며, 전체 시험항목에 대하여 총 108개의 test case를 식별하였다. 각각의 test case는 script로

Table 5. Control Unit Function and Performance Test Item

시험구분	시험 항목	Test case 수
기능검증시험	전원 시험	3
	Reset 시험	2
	S/W 패치 시험	1
	OBT 시험	1
	연동 시험	21
	상태전이 시험	25
	BIT 검증 및 Fault management 시험	8
	운용모드 수행 기능 시험	8
	로그 관리 시험	1
	저장/압축/전송 시험	7
성능검증시험	타이밍신호 검증 시험	6
	파형 검증 시험	8
	기저대역 검증 시험	5
	요동보상 시험	4
운용성검증시험	영상획득모드 시험(요동 무)	4
	영상획득모드 시험(요동 유)	4
총		108

작성되어 script 기반으로 시험을 수행하였다. 전자기와 간섭 시험과 환경시험은 전체 시험항목 중 전자기와 환경에 관련된 항목에 대하여 수행하였다.

Figure 6은 SAR 시스템의 기능/성능시험 구성도를 나타낸다. SAR 시스템 시험에서는 모든 SAR 장비를 연동하고, 비행체와 촬영표적에 대한 에뮬레이션 환경 구성 및 실행을 수행함으로써 실제 비행 환경과 유사한 지상시험 환경을 구축하였다. 비행체와 촬영표적에 대한 에뮬레이션 환경은 각각 요동플랫폼과 표적모의기를 통하여 구성하며 이 두 장치를 SCTE를 통하여 제어함으로써 전체 시험환경이 구성된다.

SAR 시스템 기능/성능시험의 시험항목은 Table 6과 같다. 최대탐지거리, 운용모드, 해상도 등 24개의 test case에 대하여 시험을 수행하였다. 주요 시험결과는 다음과 같다. Fig. 7은 운용



Fig. 6. SAR System Test Configuration

Table 6. SAR System Function and Performance Test Item

시험 항목	Test case 수
운용모드	4
영상 해상도	3
영상 관측폭	3
최대탐지거리	3
GMTI 최저탐지속도	1
GMTI 거리방향 스캔시간	1
GMTI 거리분해능	1
영상형성시간	4
평균소모전력	4
총	24

장치명	종류	시험결과	운용모드	요구 조건	시험 결과
EGI (관성항법장치)	1종	정상확인	표준	473,216,628 Byte	좌동
MCU (통제장치)	27종	정상확인	광역	149,545,496 Byte	좌동
FCU (고주파변환장치)	22종	정상확인	고해상도	1,168,699,296 Byte	좌동
FEU (송수신전단장치)	5종	정상확인	GMTI	67,995,648 Byte	좌동
HPT (고속신호처리장치)	17종	정상확인	<원시데이터 크기 정상확인>		
LCU (냉각장치)	9종	정상확인			
HSP (고속신호처리장치)	36종	정상확인	운용모드	요구 조건	시험 결과
PSU (전원공급장치)	28종	정상확인	표준	0.0089 deg	0.0009 deg
SCU (서보제어장치)	3종	정상확인	광역	지향각 오차 0.0089 deg	0.0223 deg
WGD (도파관검조장치)	5종	정상확인	고해상도	< 0.1 deg 0.0089 deg	0.0107 deg
			GMTI	0.0078 deg	0.0167 deg
<상태정보 정상확인>			<지향정확도 정상확인>		

Fig. 7. Operation Mode Test Results

모드 시험결과를 나타낸다. 운용모드 시험에서는 각 운용모드에 대하여, 각 장치별 CBIT 상태정보 총 153 항목에 대하여 정상임을 확인하였으며, 형성된 원시데이터 크기가 이론치와 동일한지, 안테나 지향각의 정확도가 기준치 이내 임을 확인하였다. Fig. 8은 고해상도 모드의 해상도 시험 결과를 나타낸다. 영상 해상도 시험에서는 점표적을 모사한 후, 영상데이터 분석결과 영상이 형성됨을 확인하였으며, 각 운용모드 별 해상도가 요구조건을 만족함을 확인하였다. 영상 관측폭 시험에서는 요구되는 관측폭 만큼 이격시킨 두 점표적을 모의한 후 영상이 형성됨을 확인 하였으며, 최대탐지거리 시험에서도 요구되는 탐지거리에 점표적을 위치하여 영상이 형성됨을 확인 하였다. Fig. 9는 GMTI 최저탐지속도 및 거리방향 스캔시간 시험결과를 나타낸다. 최저탐지속도 시험 역시 점표적 시험을 통해 요구조건 만족를 확인하였으며, GMTI 거리방향 스캔시간에서는 -45도~+45도, 00km~00km의 영역을 00분 내에 스캔함을 확인하였다. GMTI 거리분해능, 영상형성시간, 평균소모전력 시험에서도 시험결과 요구규격을 만족함을 확인하였다.

마지막으로, SAR 시스템 레벨의 전자기와 간섭시험과 환경시험은 개별 장치의 시험결과를 준용하고, 전체 시스템 연동 시험이 필요한 일부 항목에 대해서만 수행되었으며, 시험결과 요구조

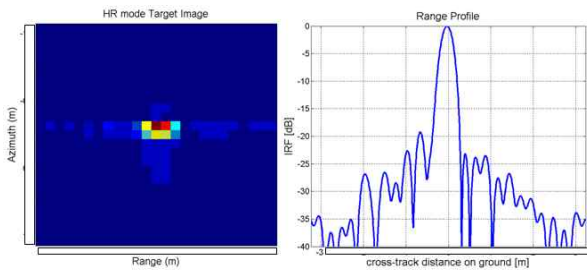


Fig. 8. Point target image and IRF for high resolution mode

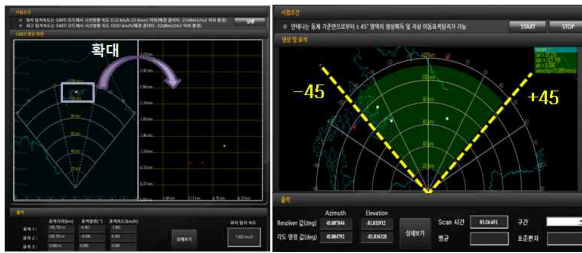


Fig. 9. GMTI minimum detectable velocity and scan time

건을 만족함을 확인하였다.

III. 결 론

본 논문에서는 항공탐재 SAR 시스템 및 통제 장치 시험을 위한 통합시험장비인 SCTE의 개발 결과를 기술하였다. 세부적으로는 SCTE의 개발 요구조건, H/W 및 S/W 설계, 개발결과 및 통제장치, SAR 시스템 연동 시험결과를 설명하였다. SCTE는 구성 기능의 모듈화를 통하여 시험장비의 재활용성을 높였으며, script 기반 수행, 보고서 작성 기능 등 시험의 자동화 및 편의성을 높이도록 설계되었다. 또한 SCTE는 항법데이터 모의 기능을 통하여 다양한 비행 환경에 대하여 시험을 수행할 수 있도록 개발되었다.

References

- 1) John C Curlander, Robert N. McDonough, "Synthetic Aperture Radar Systems and Signal Processing", JohnWiley & Sons, Inc., 1991, pp. 15-16
- 2) Hyon-Ik Lee, "A Novel Timing Control Method for Airborne SAR Motion Compensation", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 13, No. 3, 2010, pp. 453~460
- 3) Paul Spudis, Stewart Nozette, Ben Bussey, Keith Raney, Helene Winters, Christopher L. Lichtenberg, William Marinelli, Jason C. Crusan and Michele M. Gates, "Mini-SAR: an imaging radar experiment for the Chandrayaan-1 mission to the Moon", Current Science, Vol. 96, No. 4, 2009
- 4) S. I. Tsunoda, F. Pace, J. Stence, M. Woodring, "Lynx: A High-Resolution Synthetic Aperture Radar", Aerospace Conference Proceedings, Vol. 5, 2000, pp. 51-58
- 5) Alexander Zakharov, Sergei Mashurov, Andrei Dragunov, "Application of TerraSAR-X Data for Monitoring of Potential Landslide and Karst Areas in Railway and Pipeline Corridors", EUSAR, 2010
- 6) Pizzica, S., "Open Systems Architecture Solutions for Military Avionics Testing", IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, Vol. 16, No. 8, 2001, pp. 4-9
- 7) Foggie, P., "Merlin Avionics Test System: A COTS Solution", AUTOTESTCON '98. IEEE Systems Readiness Technology Conference., 1998, pp. 192-197