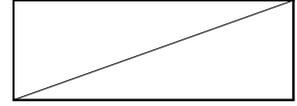


2016년 12월

16ZR1400



재난현장 대응력 강화를 위한 위성재난통신 기술개발

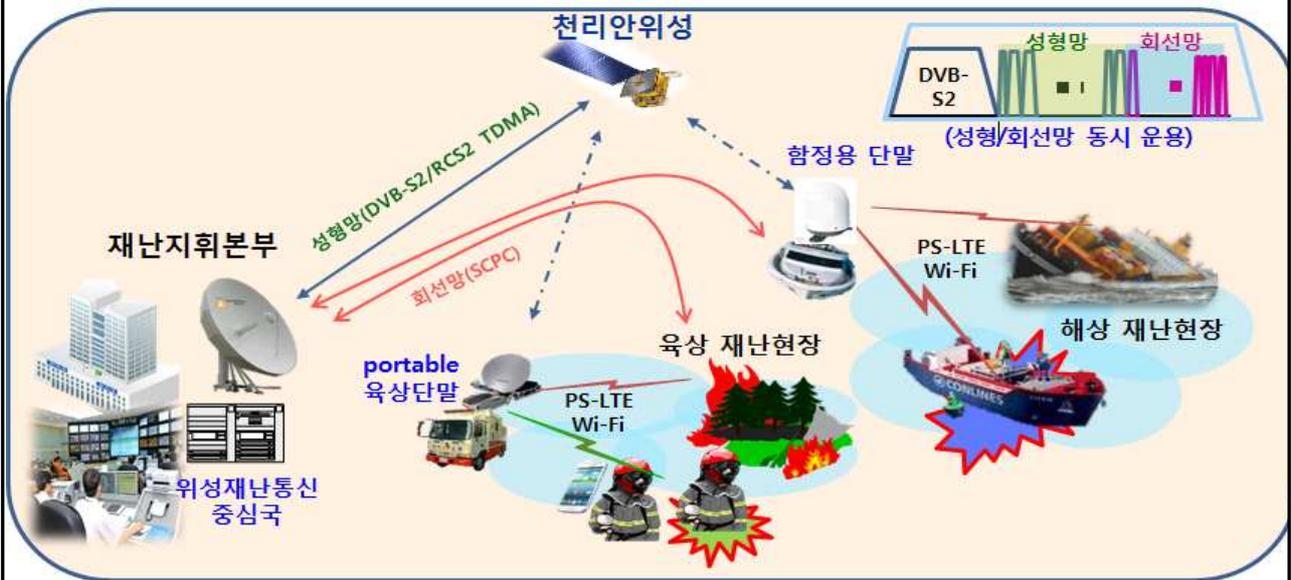
Development of Korean Satellite Communications
Technology for Enhancing Disaster Response Capabilities

세부과제 연차실적 보고서(아래한글)

연차실적 보고서						
과제유형	1. 기초미래선도형 () 2. 공공인프라형 (○) 3. 산업화형 ()					
대과제명	방송·미디어 미래선도 기술개발					
세부과제명	재난현장 대응력 강화를 위한 위성재난통신 기술 개발					
세부과제 책임자	소속 및 부서	위성방송통신연구실		직위	실장	
	성명	오덕길		(직급)	(책임)	
총연구기간	2016년 01월 01일 부터 2018년 12월 31일 까지 (36개월)					
당해연도 연구기간	2016년 01월 01일 부터 2016년 12월 31일 까지 (12개월) (1차년도)					
총 연구 구 비	정부출연금	4,633,276천원		당 해 연 도 연구 구 비	정부출연금	1,544,425천원
	민간부담금	천원			민간부담금	천원
	계	4,633,276천원			계	1,544,425천원
참여인력(M/Y)	총 연구기간		39 명 (25.83M/Y)			
	당해연도 연구기간		13 명 (8.61M/Y)			
참여기관	기관명	연구책임자	기관명	연구책임자		
참여연구기관						
위탁연구기관						
키워드 (6~10개)	위성재난통신, VSAT, DVB-S2/RCS2, 성형망, 회선망, 위성무선연동					
정부출연금사업 연차평가 보고서를 제출합니다.						
2016년 12월 14일						
세부과제책임자 : 오 덕 길						
직 할 부 서 장 : 안 치 득						
						
한국전자통신연구원장 귀하						

1. 연구 개요

- 국민의 안전한 삶을 위해 국가 차원의 통합형 재난안전통신망의 필요성이 제기됨에 따라 재난현장 대응력 강화를 위한 위성재난통신 기술 개발을 추진함
- 기존 사용 중인 위성재난통신 기능을 개선할 수 있도록 하나의 시스템으로 TDMA/SCPC 등 유연한 위성접속 기능과 저속/저전력 전송 등 다양한 전송 기능을 갖는 위성재난통신 기술 개발 추진



[그림1-1] 위성재난통신 기술 개념도

- 기존 위성재난통신 시스템 및 망 접속 기능을 개선할 수 있는 요구사항 도출에 의해 재난현장 대응력이 강화된 위성재난통신기술 연구목표 설정 및 개발 추진
 - 위성재난통신기술 개발 기획, 사업 추진위원회를 통해 육상/해상 재난통신 요구사항 협의 및 도출
- ※사업추진위원회는 수요처인 국민안전처 해경/119구조본부와 산학연으로 구성

<표 1-1> 위성재난통신 주요 요구사항

항목	As-Is	To-Be
위성재난통신망 운용성	○ 권역별 위성접속/운용 방식 상이(호환성 미흡)	○ 표준 시스템 기반 위성망 통합접속/운용 체계 구축
재난현장 접근성	○ SNG 기반 현장 대응 ○ 대형함정 중심의 위성망	○ SNG 기반 현장접근 체계 개선 ○ 소형 함정에 위성접속 기능 탑재
위성재난통신망 생존성	○ 위성링크 강화 필요성 ○ 위성전파 교란 발생	○ 링크 생존성 강화를 위한 전송방식 추가 ○ 위성전파 교란 대응
망 연동성	○ 재난현장에서의 다양한 백홀 기능 미흡	○ 다양한 무선 백홀 기능 지원 ○ PS-LTE, WiFi 백홀 기능

2. 연구 목표

가. 최종 목표

- 재난현장 대응력 강화를 위한 위성재난통신 핵심기술 및 중심국/단말국 개발, 시험서비스 및 검증

1) 정성적 세부목표

- 하나의 중심국으로 TDM/TDMA, SCPC 망 접속이 가능한 위성 접속 기술 개발
 - DVB-RCS2 기반의 TDMA 접속 기술
 - DVB-S2 기반의 SCPC 접속 기술
 - TDM/TDMA, SCPC 용 위성 주파수 자원 할당 및 관리 기술
- 위성링크 생존성 가화를 위한 저속/저 SNR 기반 역방향 위성전송 기술 개발
- 다양한 재난현장에서 무선 백홀 기능을 제공하는 위성단말 기술 개발
 - 고정형, 가반형 및 해상 선박용 위성단말 기술 개발
 - 위성/PS-LTE, 위성/WiFi 연동 기술

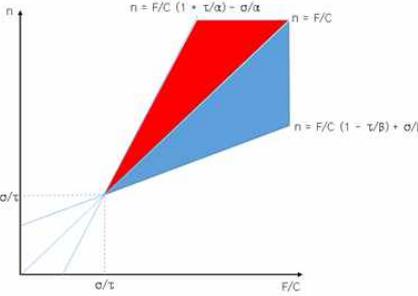
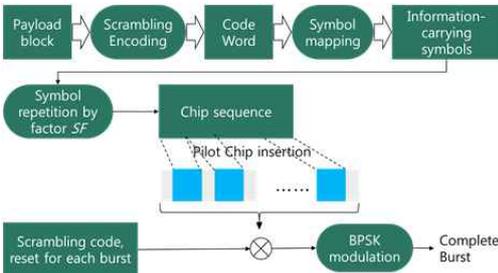
나. 연차별 연구개발 목표 및 내용

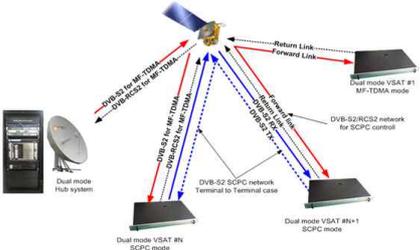
구 분	목 표	내 용
1차년도 (2016)	위성재난통신시스템 설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신 시스템(중심국/단말국/위성·무선 연동) 요구사항 정의 - 사업추진위(수요부처/산학연 참여하에 위성재난통신 요구사항, 서비스 정의) - 천리안위성 기반 위성재난통신 서비스 타당성 검증 ○ 위성재난통신 핵심 알고리즘 설계 ○ 위성재난통신시스템 상위/상세 설계 ○ 위성·무선(WiFi, PS-LTE) 연동시스템 상위/상세 설계
2차년도 (2017)	위성재난통신시스템 제작/시험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신 중심국/단말국 시스템 모듈, 제작 및 시험 ○ 위성·무선(WiFi, PS-LTE 등) 연동시스템, 제작 및 접속 시험
3차년도 (2018)	위성재난통신 시스템 통합 및 위성전송 시험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신시스템 통합 및 시험 ○ 위성재난통신시스템과 무선망(WiFi, PS-LTE 등) 간 연동 시험 ○ 천리안 통신위성을 이용한 위성전송 시험 및 119 특수구조대에 시험 망 구축 및 운용

다. 당해 (연도·단계) 연구개발 목표 및 결과

○ 기술개발 성과(정성적) 목표

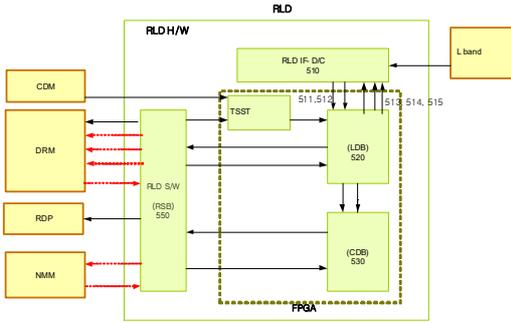
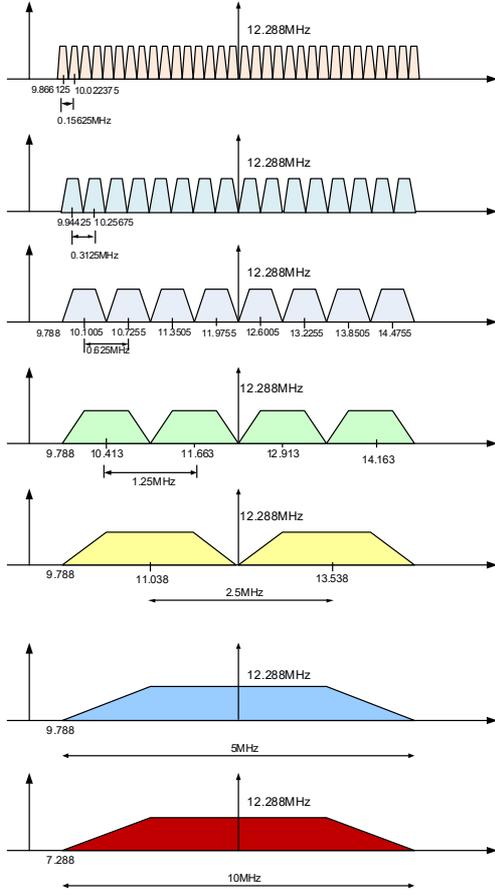
구분(연도)	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과(TM, TD, 논문, 특허 등 작성)	달성도
1차 연도 (2016)	○ 위성재난통신 시스템(중심국/단말국/위성·무선 연동) 요구사항 정의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신 시스템 요구사항 도출 및 분석(총 20항목) <ul style="list-style-type: none"> - 중앙소방본부 요구사항(9항목) - 해양경비안전본부 요구(4항목) - 사업계획서 요구사항(5항목) - 위성 산업체 요구사항(2항목) - 사용기관이 제시한 요구사항 분석을 통해 요구사항 10개 도출 ○ 위성재난통신 시스템 사용자 및 시스템 요구사항 정의(총 44항목) <ul style="list-style-type: none"> - 소방본부, 해경, 위성업체, 사업계획서 등 사용자 요구사항 정의 제시(10항목) - 망 구조 및 성능 외 11항목, 중심국 기능 12항목, 단말국 기능 11항목 등 시스템 요구사항 정의(34항목) - 요구사항에 대한 검증방법 제시 ○ 위성재난통신 시스템 규격서 작성(총 136항목) <ul style="list-style-type: none"> - 성형망/회선망 설계개념 제시 - DVB-RCS2기반TDMA/DVB-S2기반 SCPC 링크성능 및 접속규격 등(12항목) - TDMA/SCPC 중심국 기능(42항목) - TDMA/SCPC 단말국 기능(74항목) - 통합형 제공 서비스 등(8항목) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신 시스템 요구사항 분석서 (위성재난통신-REQ-001, '16.04.) ○ 위성재난통신 시스템 요구사항 정의서 (위성재난통신-REQ-002, '16.05.) ○ 위성재난통신 시스템 규격서(위성재난통신-SSD-001, '16.07.) 	100%
	○ 위성재난통신 핵심 알고리즘 설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ TDMA/FDMA 능동형 자원 공유/할당 알고리즘 <ul style="list-style-type: none"> - TDMA의 확장성과 FDMA의 높은 w전송 효율을 모두 지원할 수 있는 TDMA/FDMA 통합 자원할당 알고리즘인 ARDM (Adaptive Resource Division Multiplexing) 자원할당 기법 도출 	<ul style="list-style-type: none"> ○ TDMA/FDMA 최적화 알고리즘 분석서 (위성재난통신-TM-2016-001, '16.12) 	100%

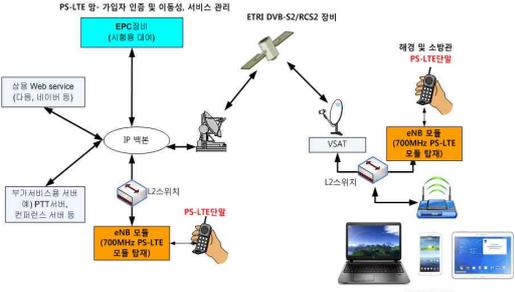
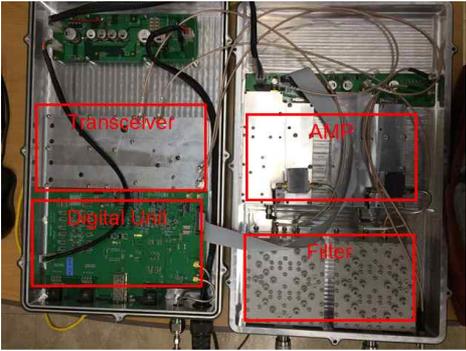
구분(연도)	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과(TM, TD, 논문, 특허 등 작성)	달성도
		 <p>[그림 2-1] ARDM 타임슬롯 구성 개념도</p>  <p>[그림 2-2] 할당 타임슬롯 수(n)의 적정영역 표시도</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 저전력 역방향 위성전송 알고리즘 <ul style="list-style-type: none"> - 낮은 SNR에서 동작하기 위해 DVB-RCS2 대역확산기술 이용 (Spreading Factor : 2,4,8,16) - 대역확산기술 외에도 기존 전송기술 보다 낮은 심볼 속도를 지원함으로써 저전력 전송이 가능하도록 함 - Spreading Factor 8, 부호율 1/2, BPSK 전송시 -9dB에서 복조가 가능하도록 FFT기반 타이밍 검출 및 주파수 추정 알고리즘 설계 ○ 대역확산기술 <ul style="list-style-type: none"> 변복조 알고리즘 분석서(위성재난통신 -TM-2016-002, '16.12.) ○ 저속/VLSNR 역방향 전송 시뮬레이터  <p>[그림 2-3] 대역확산기술 송신기 구조도</p>		
○ 위성재난통신	○ 위성재난통신시스템 중심국 및 단말국	○ 위성재난통신		100%

구분(연도)	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과(TM, TD, 논문, 특허 등 작성)	달성도
	<p>시스템 상위/상세 설계</p>	<p>상위 설계서</p> <ul style="list-style-type: none"> - TDMA/SCPC 통합형 위성재난통신시스템 설계 개념 및 구조 제시(통합형 중심국, 단말국 등 4개 서브시스템) <p>[그림 2-4] 통합형 시스템 구조</p> <ul style="list-style-type: none"> - TDMA/SCPC 위성재난통신 시스템 접속 방식 설계(SCPC overlay TDMA 접속 방식) - SCPC기능 지원을 위한 TDMA기반 SCPC overlay 네트워크 구조 설계  <p>[그림 2-5] TDMA/SCPC 오버레이 망 구조</p> <ul style="list-style-type: none"> - SCPC 제어신호 처리 기능 설계 - TDMA/FDMA 통합자원관리 기능 설계 - 단말장비의 DVB-S2기반 SCPC용 송신 모듈 설계 - TDMA/SCPC 통합형 중심국 서브시스템 기능 설계(8개 모듈) <ul style="list-style-type: none"> • DRM 모듈 기능/인터페이스 정의 • RLD 모듈 기능/인터페이스 정의 	<p>시스템 상위 설계서(위성재난통신 -HLD-001, '16.10.)</p>	

구분(연도)	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과(TM, TD, 논문, 특허 등 작성)	달성도
		<p>[그림 2-6] TDMA/SCPC 중심국 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - TDMA/SCPC 통합형 단말국 서브시스템 기능 설계(6개 모듈) • SLM 모듈 기능/인터페이스 정의 <p>[그림 2-7] TDMA/SCPC 단말국 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시스템 설계 Compliance Matrix/ Verification Matrix 작성 		
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신시스템 중심국 및 단말국 상세 설계서 - SCPC 접속제어 절차 상세설계 - 중심국은 SCPC 마스터역할 수행, 단말은 SCPC Agent로 동작하며 Server 와 Client 구조를 가짐 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신 VSAT 중심국 리턴링크 복조 모듈 상세설계서(위성재난 -중심국-DDD-002, '16.12.) 	100%

구분(연도)	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과(TM, TD, 논문, 특허 등 작성)	달성도
		<div data-bbox="571 353 991 969" data-label="Diagram"> <pre> sequenceDiagram participant T2 as Terminal #2 SCPC Agent participant DRM as DRM SCPC Master participant T1 as Terminal #1 SCPC Agent T1->>DRM: SCPC 프로그램 log-on DRM->>T1: 접속된 terminals 정보 전달 T2->>DRM: Terminal #2와 SCPC 연결 요청 DRM->>T2: SCPC 망 자원확인 T2-->>DRM: No 연결대기 부분 DRM-->>T2: Yes DRM->>T2: Terminal #1, #2 SCPC 자원 할당 T2->>DRM: Terminal #2에 SCPC 연결 요청 DRM->>T2: SCPC 프로그램 log-on T1->>DRM: Terminal #1 연결 및 SCPC 채널 정보 전달 DRM->>T1: SCPC 채널 정보 전달 T2->>DRM: SCPC 설정 완료 전달 DRM->>T1: SCPC 설정 완료 전달 T2->>T1: SCPC 송,수신 채널 설정 T1->>T2: SCPC 송,수신 채널 설정 Note over T2,T1: Terminal #1, #2 SCPC 통신 </pre> </div> <p data-bbox="582 981 976 1014">[그림 2-8] SCPC 접속제어 절차</p> <ul data-bbox="523 1059 1038 1167" style="list-style-type: none"> - DRM에 TDMA망과 SCPC망에 대한 통합 자원할당을 수행하기 위해 공유메모리 (Shared Memory)를 정의 <div data-bbox="520 1223 1038 1350" data-label="Diagram"> </div> <p data-bbox="563 1346 995 1413">[그림 2-9] TDMA/SCPC 자원관리용 공유메모리 정의</p> <ul data-bbox="523 1458 1038 1747" style="list-style-type: none"> - 중심국의 기존 DRM에 SCPC 접속제어 프로토콜을 처리하는 S-DRM(SCPC-DRM) 기능 상세설계 추가 - 리턴링크 복조모듈 상세설계 <ul data-bbox="531 1630 976 1747" style="list-style-type: none"> • RLD 내부 블록 기능 정의 • RLD 내부 블록별 인터페이스 정의 • RLD 내부 블록 유닛별 세부 설계 		

구분(연도)	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과(TM, TD, 논문, 특허 등 작성)	달성도
		 <p>[그림 2-10] RLD 내부 구성도</p>  <p>[그림 2-11] 전송속도에 따른 Low-IF 주파수 구성도</p>		
	<p>○ 위성·무선 (WiFi, PS-LTE) 연동 시스템 상위/상세</p>	<p>○ 위성·무선 연동 상위 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - PS-LTE 및 Wi-Fi 연동 기능을 제공하는 위성재난통신 시스템 구조 상위 설계 - 위성망을 이용하여 PS-LTE망을 백홀하는 서비스 시나리오 설계 - 위성·무선 연동 시스템은 PS-LTE 망에 	<p>○ 위성무선 연동시스템 상위 설계서(위성재난통신-HLD-002, '16.12.)</p>	<p>100%</p>

구분(연도)	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과(TM, TD, 논문, 특허 등 작성)	달성도
		<p>서eNB(eNodeB)로 동작</p>  <p>[그림 2-12] PS-LTE망 백홀 서비스 구성도</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 위성·무선 연동 상세 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 위성인터페이스를 갖는 VSAT과 PS-LTE 인터페이스를 갖는 위성·무선 연동 시스템은 IP기반 인터넷 인터페이스로 정의 - 위성·무선 연동 시스템은 다음과 같은 모듈들로 구성됨 <ul style="list-style-type: none"> · 700MHz 지원 PS-LTE용 RF 모듈 · 인터넷 인터페이스, CPU, GPS인터페이스 등 포함한 디지털 모듈  <p>[그림 2-13] 위성·무선 연동 시스템 내부 구조</p> <ul style="list-style-type: none"> - 외부 EPC (Evolved Packet Core)장비와의 연동 시나리오 정의 - 위성망은 PS-LTE망을 백홀하므로 PS-LTE 망측에서 볼 때 Transparent하게 동작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성무선 연동시스템 상세 설계서(위성재난통신-DDD-004, '16.12.) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신 표준화 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신 국내표준(안) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 현 위성재난통신 국내표준 분석(RCS기반이며, 국제표준 번역수준) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ TTA의 “멀티미디어 재난구조 위성인프라 무선접속 규 	100%

구분(연도)	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과(TM, TD, 논문, 특허 등 작성)	달성도
		<ul style="list-style-type: none"> - 위성재난통신 국내표준 개정방안 제시 (RCS2 및 S2/S2X 기반) ○ 위성VSAT관련 국내표준 개정 참여 - VSAT 스푸리어스 방사한계, 교차편파분리도, 최대허용 OFF-AXIS EIRP 밀도 표준내용 개정 	<ul style="list-style-type: none"> “격” 개정방안 제시 (PG805-043) ○ “주파수 공유를 위한 Ku대역 고정형 VSAT안테나의 기술적 특성” 개정 (TTAK.KO-06.0019/R3) 	추가 수행
	○ 천 리 안 위 성 기 반 공 공 서 비 스 타 당 성 검 증	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업추진위 수행내역 - 요구사항/ 규격서 검토 및 시험서비스 추진 방안 협의 등(총 4회 회의, 5/11, 7/26, 10/12, 12/8) ○ DVB-RCS2 VSAT 안전처/군 등 적용 시험 - 천리안 위성의 군통신 적용 타당성 검증을 위한 시연(3회 시연, 7/20, 8/29~31, 12/15~23) <div data-bbox="555 1059 1007 1384" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="587 1397 975 1429">[그림 2-14] 육군 시연 @계룡대</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국민안전처 및 제주소방본부 천리안 위성재난통신 서비스 시연(2회 시연, 9/21, 11/7~8) 		(추가 수행)

구분(연도)	세부 연구목표	연구개발 수행 내용	연구 결과(TM, TD, 논문, 특허 등 작성)	달성도
		 <p>[그림 2-15] 제주소방본부 시연 @제주</p>		

○ 기술개발 성과(정량적) 목표

성과지표 (주요성능 Spec)		단위	세계최고수준	기술 개발 목표치	목표치 산출근거	검증방법	비고 달성도(%)
① 위성 접속 기술 (역방향 링크)	TDMA 접속	-	Proprietary (미국,iDirect)	DVB-RCS2+	DVB-RCS2 전송 기술에 저 SNR 전송기능을 추가하고, DVB-S2 기술이 통합된 단말 기술	규격서 및 설계서 반영여부 ('16년도)	규격서 및 설계서에 반영 (100%)
	DAMA-SCPC 접속	-	Proprietary (미국,iDirect)	DVB-S2			
② 전송속도 (역방향 링크)	TDMA 전송	Mbps	0.064~19.2 (미국,iDirect)	0.064~27.3	iDirect 대비 SCPC 최대 전송율 33% 성능향상	floating point 시뮬레이션 확인 ('16년도)	floating point 시뮬레이터 성능 (100%)
	DAMA-SCPC 전송	Mbps	1~15 (미국,iDirect)	1~20			
③ 역방향 링 크 동작 영역 (저전력 전송)	동작 SNR	dB	-8.1~12 (미국,iDirect)	-9~13	iDirect 대비 최 저 동작 SNR 0.9dB 성능 향상 (최소 전송율 64Kbps 조건)	floating point 시뮬레이션 확인 ('16년도)	floating point 시뮬레이터 성능 (100%)
	전송율	Mbps	0.064~19.2 (미국,iDirect)	0.064~27.3			

3. 연구개발 목표 수준의 타당성

가. 연구개발 최종 목표

- 기존 국내에서 운영 중인 위성재난통신의 개선사항을 토대로 요구사항을 도출하고 최근 해외 위성통신 기술 현황을 분석하여 open standard인 DVB-S2/RCS2 기반의 위성재난통신 핵심기술 및 중심국/단말국 개발, 시험서비스 및 검증 목표 설정
- 설정 근거
 - 위성재난통신 개선사항, 요구사항 구현을 위해 DVB-S2/RCS2 규격으로 하나의 시스템으로 TDMA/SCPC 통합접속이 가능한 위성재난통신 중심국/단말국 개발 목표 설정
 - DVB-S2/RCS2 기반의 VSAT 표준은 ETRI, 미국 iDirect, Hughes, 유럽 Newtec, Gilat 등 주요 위성통신 장비 제조사가 참여하여 제정한 표준임('12.12.)
 - 미래부가 개발한 천리안위성을 이용한 시험서비스 개발 및 검증목표 설정

나. 세부 연구개발 목표

- 위성재난통신 시스템 요구사항 분석과 사업추진위원회에서의 논의를 기반으로 정성적 세부 연구개발 목표 수립
- 설정 근거
 - 위성재난통신 개선 요구사항 별로 세부 연구목표 설정

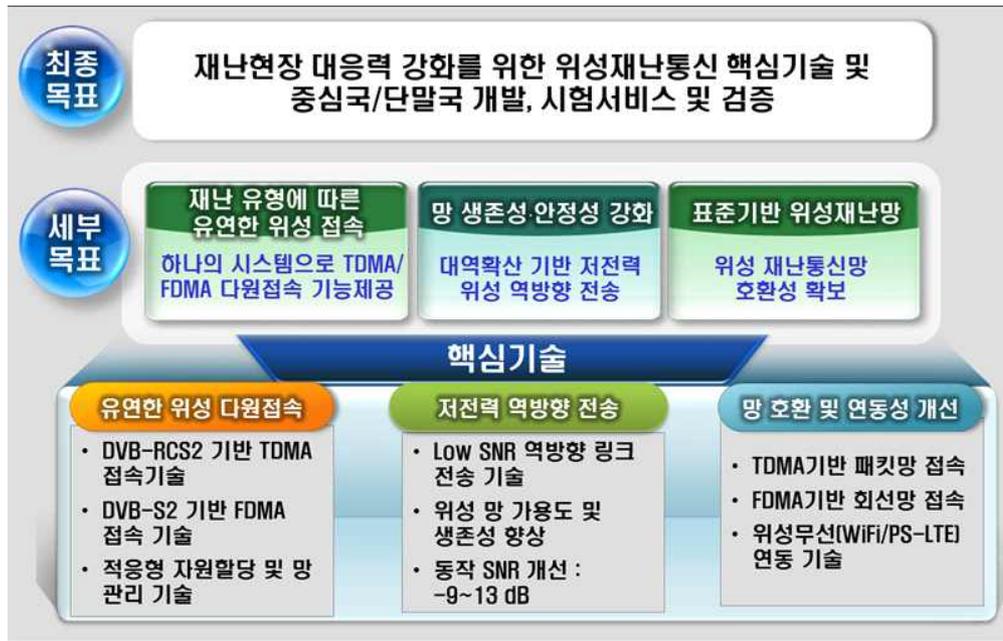
<표 3-1> 요구사항에 따른 세부연구목표

항목	요구사항	세부 연구목표
위성재난 통신망 운용성 개선	○ 표준 시스템 기반 위성망 통합접속/운용 체계 구축	하나의 중심국으로 TDM/TDMA,SCPC 망 접속이 가능한 위성접속 기술 개발 ○ DVB-S2/RCS2 국제 표준 기반 VSAT 시스템 기술 ○ DVB-RCS2 기반 TDMA 접속 기술 ○ DVB-S2 기반 SCPC 접속 기술 ○ TDMA/SCPC 통합 접속을 위한 자원할당기술
재난현장 접근성 개선	○ SNG 기반 현장접근 체계 개선 ○ 소형 함정에 위성접속 기 능 탑재	고정, 가반형 및 해상 선박용 위성 단말 기술 개발 ○ 가반형 단말을 이용한 현장접근 및 긴급통신 기 능 제공 ○ 50톤 급 소형 함정에서도 천리안위성 기반 통신 접속 기능 제공
위성재난 통신망 생존성 개선	○ 링크 생존성 강화를 위한 전송방식 추가 ○ 위성전파 교란 대응	위성링크 생존성 강화를 위해 low 심볼/저 SNR 기반 위성 역방향링크 전송 기술 개발 ○ Ku/Ka 대역 위성 동시 활용
망 연동성 개선	○ 다양한 무선백홀 기능 지원 ○ PS-LTE, WiFi 백홀 기능	위성 PS-LTE, 위성 WiFi 연동 기술 개발 ○ 육상/해상 위성단말에 백홀 기능 탑재 ○ PS-LTE, WiFi 연동 기능

다. 연구목표 수준의 타당성

- 국내 위성재난통신 요구사항을 기본으로 하고, 현재 세계 최고기술로 평가받고 있는 미국 iDirect, Hughes 사의 외국 기술의 성능지표를 분석
- 설정 근거
 - 외국 VSAT 시스템의 위성 접속방식, 전송 속도, 동작 SNR 측면에서 세계 최고기술 대비 동등 또는 그 이상의 성능을 갖도록 정량적 기술목표를 설정함
 - iDirect사/Hughes사 VSAT 시스템은 자체 전송규격을 사용하나 본 연구에서는 국제 표준인 DVB-S2/RCS2를 준용
 - SCPC 전송속도는 20Msps로 iDirect의 15Msps에 비해 33% 향상
 - TDMA 저속 심볼 전송율은 64Kbps ~ 27.3Mbps로 향상시켰고, 대역확산 기술을 이용하여 64kbps의 전송율을 갖기 위한 동작 SNR은 -9dB로 iDirect의 -8.1dB에 비해 0.9dB 낮은 SNR에서 전송 가능
- 다양한 재난현장에서 무선 백홀 기능을 제공하는 위성단말 기술 개발
 - 가반형 위성단말 및 백홀 기능에 의해 육상에서의 재난현장 접근성 개선
 - 소형선박에서의 위성통신 기능을 위해 추적안테나 일체형 위성단말 탑재를 목표로 설정함

<표 3-2> 연구 목표



- 1) OTM : On The Move
- 2) DVB-RCS : Digital Video Broadcasting – Return Channel by Satellite
- 3) VSAT : Very Small Aperture Terminal
- 4) ACM : Adaptive Coding & Modulation
- 5) JIPM : Joint Internet Protocol MODEM
- 6) SSPA : Solid State Power Amplifier
- 7) ESA : European Space Agency
- 8) 4CPM : Quaternary Continuous Phase Modulation
- 9) NICT : National Institute of Information and Communications Technology
- 10) JAXA : Japan Aerospace eXploration Agency
- 11) ETS : Engineering Test Satellite
- 12) VHF : Very High Frequency

4. 국내외 연구개발 동향 및 환경 변화

가. 국내 기술개발 동향

1) 국내 위성재난통신 시스템 구축 현황

- 현재 구현된 국내 위성재난통신망은 수요 부처별로 망 접속 및 전송방식이 상이하고 국내표준과 다른 외산 시스템을 별도로 구축 운용하였기 때문에 상호운용성이 떨어지고, 유지보수 등에 문제가 발생
 - 소방본부, 수자원공사 등 설치된 위성통신 시스템은 Viasat 등 외산장비를 구축하여 운영하고 있음
 - 현재 운용중인 비상재난 위성통신시스템은 시스템 간 규격이 불일치하여 장비 호환성 확보가 어려움
 - 성형망(TDMA)과 회선망(SCPC)이 독립적으로 구축되어 있고, 지역에 따라 운영방식이 달라 상호 호환성이 없음
 - 기간통신망이 붕괴된 재해지역에서 이재민 및 구조요원을 위한 백홀 기능 제공이 미흡함
 - 현장 대응을 위한 긴급 위성재난통신망이 대형 SNG 차량 위주로 구축되어 재난지역 근거리 접근, 효율적 대처에 어려움
 - 현재 Ku 대역 무궁화 위성을 이용하고 있는 국민안전처 위성통신망의 위성 백업 및 광대역 서비스 지원을 위해 Ka 대역 위성의 활용할 필요가 있음
- 해양분야의 위성통신시스템은 수백톤 이상 중대형급 선박에 장착하여 불법감시 및 해상구조작전 등에 활용
 - 해상의 경우는 100톤급 이하의 소형 경비정을 대상으로 위성단말을 추가 설치하여 해양 재난재해 대처능력을 향상시키고 백홀 기능에 의해 소형 단정 또는 해양 재난지역 내 통신망 확보가 요구됨
 - 미국의 iDirect 기술이 국내 해경 등에서 일부 활용되고 있으나 시스템 성능개선, 서비스요구사항 변경 등 유지보수가 어렵고 비용 과다함
 - 소형 단정과 50톤 이하 경비정 간의 안정적인 지휘를 위한 최소 10km 이상 지역에서 임무 수행이 가능한 백홀 통신링크 확보 요구됨

2) 국내 연구개발 동향

- 한국전자통신연구원은 '02년 DVB-RCS 기반 VSAT 시스템을 개발하여 현재 해군/해경의 위성통신과 천리안위성 시험서비스에 활용하고 있으나, 회선통신(SCPC) 기능 제공이 없는 패킷통신(TDMA) 시스템임
- '08년 한국전자통신연구원은 이동형 DVB-S2 및 이동형 DVB-RCS1 규격 기반의 MOBISAT (Mobile Broadband Interactive Satellite Access) 시스템 개발을 완료하여 부산 인근 해역에서 광대역 이동형 위성 멀티미디어 서비스를 성공적으로 시연
 - 광대역 이동형 위성 멀티미디어 시스템은 한국전자통신연구원으로부터 기술이전 받은 삼성탈레스가 상용화에 성공하여 '10년 천리안위성을 이용하여 군통신 대상의 OTM¹⁾서비스를 성공적으로 시연
 - 현재 한국전자통신연구원 포함 삼성탈레스, 넷커스터마이즈, 나노트로닉스 등 국내 VSAT 제조업체는 세계 수준의 DVB-RCS1 기반의 VSAT 시스템 및 모뎀 핵심기술을 보유하고

있음

- 한국전자통신연구원은 Ka 대역용 45Mbps와 155Mbps급의 TDMA 방식의 모뎀 ASIC 기술과 ATM 기반의 TDMA 지구국을 개발하여 일본 CRL과 공동으로 '02년 월드컵 경기 시 3DTV 전송시험을 수행
- '12년 한국전자통신연구원은 2세대 VSAT 전송기술 표준화 연구의 일환으로 DVB-RCS2 표준화 기구에 표준기술 제안자로 참여하여 2세대 VSAT 전송기술을 제안하는 등 2세대 VSAT 핵심기술을 확보하고 있음
- '14년부터 한국전자통신연구원은 DVB-RCS2 규격을 기반으로 성형망 접속 기능을 지원하는 2세대 VSAT 시스템을 개발과제를 수행하고 있음
 - 정보화 격차 해소, 천재지변 및 재난재해 시 긴급 비상통신망 제공 등의 공공 통신서비스 인프라로 활용
- ㈜ASAT은 10년 전 ETRI로부터 기술이전 받은 DVB-RCS1²⁾ 기반 VSAT³⁾ 시스템을 상용화하여 해군/해경 등에 납품하여 운용하고 있으며, DVB-RCS2 기반 VSAT 시스템을 개발하였음
- ㈜넷커스터마이즈는 DVB-RCS2 기반 VSAT 시스템을 개발하였고, 또한 재난통신에 적용 가능한 저전력 전송, 양방향 ACM⁴⁾, DAMA-SCPC 접속기술을 개발중

나. 국외 기술개발 동향

- 위성서비스의 광대역화 추세 및 Ka대역 주파수 활용 증대에 따라 유럽, 미국을 중심으로 전송효율을 30%이상 개선할 수 있는 개방형 VSAT 규격인 DVB-RCS2 표준이 2012년 말 완료되었음
- VSAT 세계시장의 강자인 HNS사는 2세대 VSAT 단말로 IPoS 기반으로 OQPSK, 8PSK 변조 방식과 LDPC 부호를 채택하여 최대 3.6Mbps 전송이 가능한 VSAT 시스템 기술 보유
 - HNS사는 '11년 DVB-RCS2 표준화 과정에서 ETRI에 이어 CPM 방식을 DVB-RCS2 전송방식으로 제안하는 등 DVB-RCS2 전송표준 핵심기술을 보유함
- 이스라엘 Gilat사는 QPSK, 8PSK를 지원하며 TDMA 또는 SCPC 접속이 가능한 SkyEdge-II 위성 VSAT 기술을 확보하고 있음
- 미국 Viasat사는 DVB-RCS 형태의 미 국방부 위성모뎀 표준인 JIPM⁵⁾ VSAT 단말로 QPSK/8PSK 변조방식으로 최대 8.192Mbps를 전송할 수 있는 VSAT 기술 보유
 - 기존 DVB-RCS 표준기반의 LinkStar2A VSAT 단말은 MF-TDMA 기반의 터보부호와 QPSK 방식을 지원하고, 멀티빔 환경을 위한 surfbeam 단말의 경우 터보부호와 QPSK, 8PSK 변조방식으로 최대 수십 Mbps 전송이 가능
 - DVB-RCS 형태의 미국 국방부 위성모뎀 표준인 JIPM(Joint Internet Protocol MODEM) VSAT 단말로 QPSK, 8PSK 변조방식으로 최대 8.192Mbps를 전송할 수 있는 VSAT 기술 보유
- 미국 iDirect사는 최근 dynamic-TDMA 또는 DAMA-SCPC기반으로 8 state Turbo 부호와 결합된 QPSK, 8PSK를 지원하는 단말을 출시하였고, 2D-16 state Turbo Product 부호를 2세대 VSAT 전송기술에 적용하고 있음
- 유럽의 Inmarsat사는 Global Xpress라는 3개의 Ka 대역 증계기로 전 세계 지역을 포함할 수

있는 고정형/이동형 VSAT 네트워크를 DVB-RCS2 표준과 아주 유사한 형태의 QPSK, 8PSK 변조방식으로 최대 13Mbps(안테나 1m, SSPA⁶⁾ 10W 기준)전송 기술을 보유

- Advantech사는 DVB-RCS 표준 기반 QPSK, 8PSK(option) 전송기술을 보유
- 유럽의 ESA⁷⁾는 IST(Information System Technologies) 프로그램의 일환으로 차세대 위성전송을 위한 고차 변복조 기술, 고효율 채널 부복호기술, 차세대 위성통신 시스템 등 위성전송 관련 핵심기술 개발을 주도
- 벨기에의 Newtec사는 DVB-RCS2 표준화 연구에 적극적으로 참여하여 DVB-RCS2 규격 대부분의 핵심기술을 보유하고 있고, MF-TDMA 기반의 4CPM⁸⁾ 기반의 VSAT 기술을 보유하고 있음
 - Newtec사는 유럽지역에 위성 광대역 서비스를 제공하는 SES-Astra의 Astra2connect망에 DVB-RCS2 표준과 유사한 4CPM 기반의 저가 VSAT 단말을 제공하고 있음.(3MHz 대역에 최대 3.5Mbps 전송 가능)
- 노르웨이 EMC satcom사는 DVB-RCS2 기반의 VSAT 시스템 시제품 개발을 완료하였으며, 영국의 위성 사업자인 Avanti사의 Hylas 위성망에 시스템 효율이 대폭 개선된 DVB-RCS2 기반 VSAT 시스템을 공급하기로 계약
- 룩셈부르크의 SES-Astra사는 Newtec사와 유럽지역에 대한 위성 광대역 서비스를 위한 Astra2connect 네트워크에 DVB-RCS2 표준과 아주 유사한 저가 VSAT 단말개발을 위한 4CPM 전송기술을 도입, 3MHz 대역에 최대 3.5Mbps 전송이 가능한 네트워크 구축함
- 영국은 위성을 활용하여 2Mbps 이상 초고속 인터넷 서비스의 보편적 제공을 위해 '10년 12월 Superfast Broadband Future' 전략을 수립하여 추진 중
 - 이러한 정책의 일환으로 영국 Avanti사는 10년 Ka대역 위성인 Hylas 1 위성을 발사하여 영국, 유럽을 대상으로 인터넷 서비스를 제공 중
 - '12년에는 Hylas 2 위성을 발사하여 유럽, 아프리카를 포함하여 광대역 통신방송서비스를 제공 중
 - 영국은 2Mbps의 기본 광대역 서비스를 '20년까지 30Mbps의 초광대역 서비스로 확장한다는 계획을 추진 중
- 일본은 모든 세대에 100Mbps 이상 브로드밴드 서비스 제공정책 단계적 추진
 - 이를 위해 광통신 서비스 커버리지를 확대하고 무선 브로드밴드 확충을 위해 추가 주파수 대역폭을 확장하는 정책을 추진 중
 - 브로드밴드 제로지역 달성을 위해 지상망을 통해 브로드밴드 제공이 어려운 지역은 통신위성을 사용함
 - 특히, 재난재해가 많은 외딴 지역을 대상으로 평시에는 통신위성을 이용하여 인터넷 서비스의 보편적 제공 목적으로 활용하다가 재난재해 시 비상통신 용으로 활용하는 서비스를 제공 중
- 일본에서는 국가, 도도부현, 시정촌 등의 지방 자치 단체에서 방재통신시스템 운용을 위해 LASCOM(Local Authorities Satellite Communications Organization)을 설립하였음
 - LASCOM은 1991년 12월 민간위성인 Superbird B2를 이용한 위성통신서비스를 시작으로 각 도도부 현 단위로 구축중이며, 현재 약 4,000 여개의 지구국이 구축됨
 - LASCOM은 위성망을 통해 전화, 팩시밀리에 의한 개별통신 및 영상 전송 등에 이용 중

- '11년 3월 동일본 대지진시 LASCOM 망을 통한 통신 횟수는 최대 시간당 3,940 회, 통신 시간은 115 시간 이용하였음 (정상시 통신 횟수는 시간당 200 회, 6 시간 정도임)

○ NICT⁹⁾와 JAXA¹⁰⁾는 '11년 동일본 대지진시 S 대역 위성인 ETS¹¹⁾-VIII 및 Ka 대역 위성인 WINDS 위성을 재난복구를 위해 활용함

- 위성망을 활용하여 전화, 영상전송, 인터넷, Backhaul 등의 서비스를 통해 재난 복구/재건을 수행하고 있음

○ 일본의 NTT는 '11년 3월 11일 도호쿠 지역 지진 시 NTT(Nippon Telegraph and Telephone Corporation)의 통신망은 심각한 피해를 입었으며, 복구를 위해 11,000명의 직원이 참여하여 통신망을 복구함

- 지상망의 파괴로 인해 다양한 위성통신 시스템이 긴급재난통신망으로 활용되어, 위성통신의 재난 시 활용성을 대해 증명함

다. 환경변화

○ 위성재난통신망은 다양한 위성접속 기능과 다양한 위성단말 기능 제공 가능성에 의해 육상과 해상 간의 원활한 정보공유 및 협업 기능 제공이 용이하도록 요구되고 있음

<표 4-1> 환경변화에 따른 요구 위성재난통신 시스템 특성

항 목	기존 시스템	요구되는 시스템
주파수 효율성	○ 성형망/회선망이 독립적으로 구축됨	○ 하나의 중심국으로 성형망(TDMA)과 회선망(SCPC) 운용 가능 ○ 망운용 주파수의 통합 관리 (ARDM 방식)를 통해 30% 이상 효율성 증대
위성·무선(백홀)연동	○ 무선망(PS-LTE, Wi-Fi 등) 백홀 기능 취약	○ 무선망(Wi-Fi, PS-LTE 등)과의 연동을 통한 백홀 기능 지원 가능
단말 크기	○ 1m 급 이상의 단말 필요	○ 대역확산 기술을 이용하여 육상 및 해상 소형 단말에 적용 가능
경비정과 단정간의 통신	○ VHF ¹²⁾ 대역 이용	○ PS-LTE, Wi-Fi 등을 통한 최소 10km이상에서 임무 수행 가능

○ 국내 환경에서 육상의 경우 중앙119구조본부와 권역별로 신설되는 119특수구조대, 화학구조센터 간에 고정/가반형 단말에 의해 평시/비상시 통신망으로 활용이 요구됨

○ 해상의 경우는 100톤급 이하의 소형 경비정을 대상으로 위성단말을 추가 설치하여 해양 재난 재해 대처능력을 향상시키고 백홀 기능에 의해 소형 단정 또는 해양 재난지역 내 통신망 확보 필요

○ 하나의 위성 재난통신시스템으로 성형/회선망 접속이 가능하고 육상/해상 재난재해에 대처가 가능한 위성기반 통합 재난지휘체계 시스템 모델이 요구됨

○ 위성 재난통신망 운용성, 다양한 재난현장으로의 접근성, 위성 재난통신망의 생존성 및 연동

성 측면에서 본 과제에서 제안하는 위성재난통신 요구사항을 요약하면 다음과 같음

<표 4-2> 재난현장 대응력 강화를 위한 위성재난통신 요구사항

항 목	현재 운용방식	향후 운용 요구사항
망 운용성	권역/시스템 별 위성통신망 접속 및 운용 방식 상이함	통합형 위성망 접속 및 운용 수평·수직적 협업/통합형 재난대처
현장 접근성	SNG기반 육상 현장 접근성 대형함정 위주로 위성망 운용	재난현장 접근성이 SNG보다 용이 소형 함정으로 위성망 확대
망 생존성	위성링크 생존성 취약 (강우감쇠, 전파 교란 발생)	위성링크 생존성 강화 (강우감쇠, 위성전파 교란 대응)
망 연동성	재난현장에서의 다양한 무선백홀 기능 미흡	재난현장에서의 다양한(PS-LTE/ WiFi 등) 무선백홀 기능 제공

5. 연구방법 및 추진체계

가. 연구개발방법

- 사업추진협의회 운용을 통하여 수요처인 국민안전처(119구조대 및 해경) 및 군의 요구사항과 공공 위성통신장비 제조업체의 요구사항을 도출하고 위성재난통신 연구개발 목표 설정
- 현재 국민안전처에서 시험 운용 중인 DVB-RCS2 기반의 천리안위성 VSAT 전송 시험 서비스를 TDMA/SCPC 기반 위성재난통신 시험 서비스로 확대 운용함으로써 위성재난통신 시스템의 효율성을 검증
- 당 연구실이 기 확보한 TDMA 성형망 기반의 DVB-S2/RCS2 위성통신 시스템 기술에 수요처 및 산업체 요구사항 등을 추가 설계함으로써 TDMA/SCPC 혼합형 위성재난통신 핵심기술 개발의 시행착오를 최소화 함
- 국내 위성통신 시스템 산업체와 협력연구를 통해 Time to market을 최소화할 수 있는 동반성장 생태계를 구축함
- 국내 산학연, TTA 등과 표준화 기술 교류 및 협력을 추진하고 천리안위성 검증을 통해 위성재난통신 서비스/장비 시장 분야 성과 창출



[그림 5-1] 연구개발 추진전략

나. 연구개발 추진체계

- 미래창조과학부 및 국민안전처
 - 미래창조과학부 : 천리안위성 활용 기반 제공
 - 국민안전처 : 위성재난통신 요구사항 도출 및 위성재난통신망 시험 운용 협의
- 연구원 및 대학
 - 성형망 및 회선망/단말직접통신용 변복조기 알고리즘 개발 및 설계
 - 저전력 위성 역방향 전송 기술 개발
 - 성형망 및 회선망/단말직접통신용 자원관리 및 망 관리 알고리즘 설계
 - 위성/무선 연동 알고리즘 개발 및 설계
 - 위성재난통신 시스템 개발 및 위성전송 시험
- 위성관련 산업체
 - 성형망 및 회선망/단말직접통신용 변복조기 모듈 구현
 - 저전력 위성 역방향 전송 모듈 구현
 - 성형망 및 회선망/단말직접통신용 자원관리 및 망 관리 모듈 구현
 - 중심국, 단말국 및 위성/무선 연동 플랫폼 제작



[그림 5-2] 연구개발 추진체계도

다. 연구개발비 집행 실적

(2016.12.19.기준, 단위:천원)

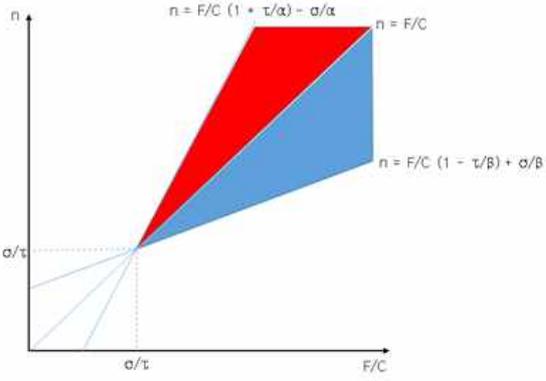
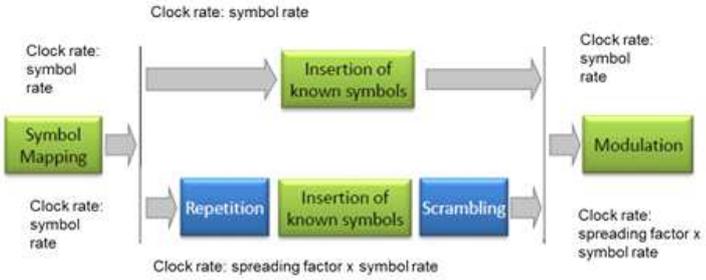
항목	비목	금액	계획 금액	사용액	잔액	집행률
인건비	내부인건비(정)		627,000	502,618	124,382	80.2%
직접비	외부 인건비	내부인건비(계)	118,058	105,154	12,904	89.1%
		외부인건비	17,500	15,757	1,743	90.0%
		소계	135,558	120,911	14,647	89.2%
	연구장비·재료비		358,611	351,224	7,387	97.9%
	연구활동비		44,121	40,180	3,941	91.1%
	연구과제추진비		26,790	21,039	5,751	78.5%
	연구수당		152,511	0	152,511	0.0%
	위탁연구개발비		30,000	30,000	0	100.0%
	연구지원비		0	0	0	0
	성과활용지원비		9,000	9,000	0	100.0%
	평가·관리비		2,409	2,409	0	100.0%
	소계		759,000	574,763	184,237	75.7%
	간접비	간접비		114,425	104,890	9,535
직접비	장비구입비		44,000	40,900	3,100	93.0%
연구개발비 총액			1,544,425	1,223,171	321,254	79.2%

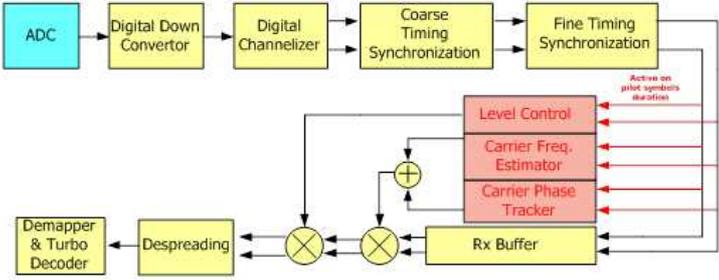
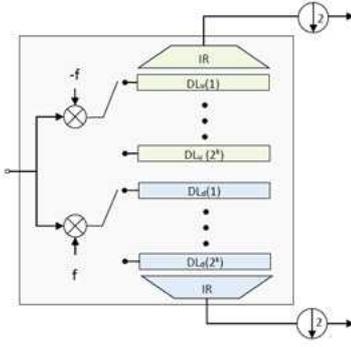
6. 연구결과의 질적 우수성

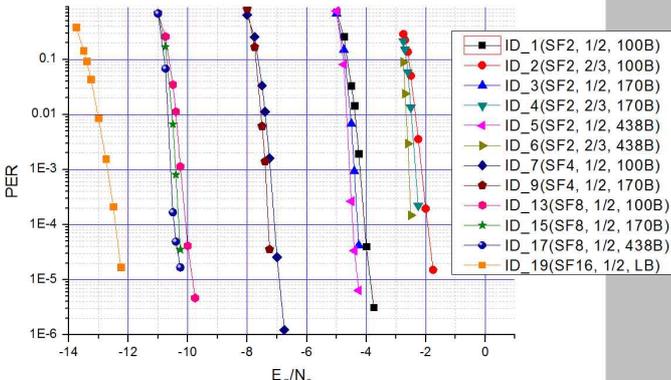
가. 세부목표 별 연구결과의 우수성

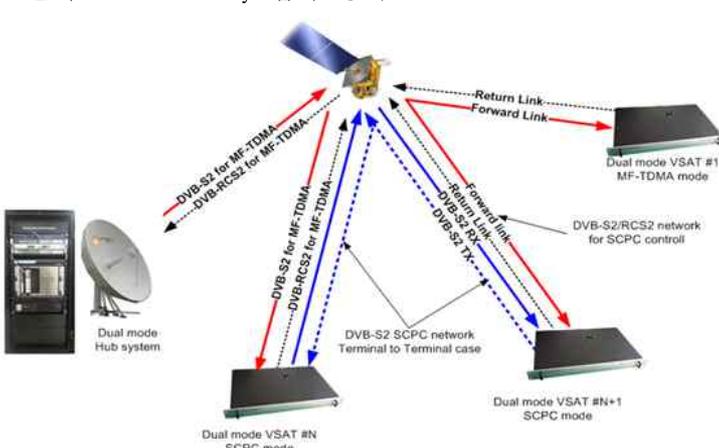
세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
<p>○ 위성재난통신 시스템(중심국/단말국/위성·무선 연동) 요구사항 정의</p>	<p>○ 요구사항 도출 및 분석(위성재난통신-REQ-001, '16.04.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국민안전처(해경/소방본부 포함) 등 시스템 사용자, 네티스터마이즈 등 장비제조업체, KT-Sat 등 장비 운용기관, 정부(IIITP포함) 요구사항이 반영된 사업계획서에 의해 위성 재난통신에 필수적인 요구사항을 도출하였고 요구사항 분석을 통해 사용자와 시스템 요구사항을 도출하였음 - 중앙소방본부로부터 요구사항 도출(9항목) - 해양경비안전본부로부터 요구사항 도출(4항목) - 사업계획서에서 필수 요구사항 도출(5항목) - 위성 산업체로부터 요구사항 도출(2항목) - 사용기관이 제시한 요구사항 분석을 통해 중복성 제거 및 통합을 통해 요구사항을 10개 제시함 <p>○ 사용자 및 시스템 요구사항 정의(위성재난통신-REQ-002, '16.05.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연구추진협의회를 통해 요구사항을 검증함 - 소방본부, 해경, 위성업체, 사업계획서 등에서 제시한 요구사항 분석을 통해 사용자 요구사항을 제시(10항목) - SCPC 및 TDMA, Overlay 망 구조와 DVB-S2/RCS2 등 위성접속방식 및 PS-LTE/WiFi 백홀 서비스 등 시스템 제공서비스를 포함하여 7항목 제시함 - SCPC 접속 및 ACM 송수신, QoS제공, DAMA/PAMA 등 중심국 기능 12항목 제시함 - SCPC 접속 요청 및 해제, PEC기능, Low Symbol rate 및 대역확산 처리 등 단말국 기능 11항목 제시함 - SCPC 전송속도, 요구 Es/No 등 시스템 성능관련 요구사항과 PS-LTE/WiFi 백홀 인터페이스 등 4항목 요구사항 제시 - 사용자/시스템 요구사항 총 44항목을 정의함 - 요구사항에 대한 검증방법을 제시함 <p>○ 시스템 규격 도출(위성재난통신-SSD-001, '16.07.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 성형망 및 회선망에 대한 설계개념을 제시함 - DVB-RCS2기반 TDMA/DVB-S2기반 SCPC 링크의 Es/No, PER 및 전송속도 등 성능규격 7항목 제시함 - TDMA/SCPC 오버레이 기능 등 시스템 기능 5항목 제시함 - 통합형 동적 자원관리모듈(DRM) 규격 17항목 제시함 - 위성재난통신 역방향링크 복조(RLD) 규격 25항목 제시함 - 위성재난통신 역방향링크 변조(RLM) 규격 17항목 제시함 	<p>○ 요구사항 분석서</p> <ul style="list-style-type: none"> - 소방본부, 해경, 산업체 등 기술수요기관으로부터 요구사항 도출하여 직접 활용 가능하도록 하였음 <p>○ 사용자/시스템 요구사항 정의서</p> <ul style="list-style-type: none"> - 위성재난통신 시스템 요구사항을 연구추진협의회를 통해 확정하였음 - 사용자요구사항을 시스템 요구사항으로 매칭을 통해 사용자요구사항이 시스템에 모두 반영 되도록 하였음 <p>○ 시스템 규격서</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시스템 요구사항이 규격서에 모두 반영 되도록 Compliance Matrix를 통해 확인하도록 하였음 - 도출된 시스템 규격의 검증방안으로 Verification Matrix를 제시하여 구현 결과의 검증을 명

세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	<ul style="list-style-type: none"> - 단말의 통합형 데이터 처리(DPM) 규격 15항목 제시함 - SCPC 링크 변조(SLM) 규격 16항목 제시함 - SCPC 링크 복조(SLD) 규격 26항목 제시함 - 위성재난통신 제공서비스 및 외부망 인터페이스 8항목 제시함 - 중심국/단말을 포함, 시스템 규격 총 136항목을 정의함 - 시스템 규격 검증방안으로 Verification Matrix를 제시 	<p>확히 하였음</p>
<p>○ 위성재난통신 핵심 알고리즘 설계</p>	<p>○ TDMA/FDMA 능동형 자원 최적화 공유/할당 알고리즘 개념</p> <ul style="list-style-type: none"> - TDMA의 확장성과 FDMA의 높은 전송 효율을 모두 지원할 수 있는 TDMA/FDMA 통합 자원할당 알고리즘인 ARDM (Adaptive Resource Division Multiplexing) 자원할당 기법 도출 - Bursty한 패킷 발생 패턴을 보이는 패킷망(TDMA)와 적은 오버헤드로 인해 높은 전송효율을 보이는 회선망(SCPC)에 대해서 통합하여 자원할당을 수행함으로써 주파수 효율을 높임 <div data-bbox="454 1003 1166 1323" style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">[그림 6-1] ARDM 타임슬롯 구성 개념도</p> </div> <p>○ ARDM 수학적 모델링</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수학적 모델링 시 고려사항 및 사용 기호는 다음과 같음 <ul style="list-style-type: none"> ①시분할 다원접속 할당 시 switching/overhead 비용 τ ②단일 채널 단일 캐리어 할당 시 switching 비용 σ ③단일 채널 단일 캐리어 할당 시 낭비될 수 있는 타임슬롯 당 기회비용 α ④단일 채널 단일 캐리어 할당 시 충분하지 않은 타임슬롯으로 인해 남은 트래픽의 추후 처리비용 β ⑤ 사용자의 트래픽 요구량 F ⑥사용자의 채널 환경을 고려한 ACM(Adaptive Coding and Modulation) 전송량 C ⑦단일 채널 단일 캐리어 사용 시 타임슬롯 연속 할당량 $n (\geq 1)$ 	<p>○ TDMA/FDMA 최적화 알고리즘 분석서</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존의 경우 단말 당 하나의 모드(TDMA 또는 SCPC)만 지원하였으나 TDMA/SCPC자원을 통합하여 관리할 수 있는 자원할당 기법을 이용하여 하나의 시스템에서 멀티모드VSAT(TDMA/SCPC) 지원하므로 운용 효율 증가 - TDMA와 SCPC를 통합하여 자원할당 함으로써 주파수 사용효율 증대 기대됨 <p>○ 학술대회 논문 1건 발표</p> <p>○ SCI 논문 1건 제출</p> <p>○ 관련 TM 1건 작성</p>

세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	 <p>[그림 6-2] 할당 타임슬롯 수(n)의 적정영역 표시도</p> <ul style="list-style-type: none"> - SCPC용 어느 정도까지 할당해야 TDMA에 비해 효율적인가를 결정 <ul style="list-style-type: none"> • when $n \geq F/C$의 경우, $n < F/C (1 + \tau/\alpha) - \sigma/\alpha$ • when $n < F/C$의 경우 $n > F/C (1 - \tau/\beta) + \sigma/\beta$ 이를 정리하면 $F/C \leq n < F/C (1 + \tau/\alpha) - \sigma/\alpha \text{ (적색 영역) or } F/C (1 - \tau/\beta) + \sigma/\beta < n < F/C \text{ (청색 영역)}$ • 사용자의 F/C 값이 주어질 경우, 위의 영역 안에 속하는 n값의 타임슬롯만큼 SCPC에 자원을 할당하면, TDMA보다 채널사용 비용 측면에서 우월함 	
	<p>○ 저속/저SNR 역방향전송 시뮬레이터</p> <ul style="list-style-type: none"> - Low IF(12.288MHz) ADC입력을 기준으로 심볼레이트 (0.128M, 0.256M, 0.512M, 1.024M, 2.048M, 4.096M, 8.192Msps)의 전송속도의 버스트를 수신하는 시뮬레이터 - 저SNR에서 전송하기 위해 대역확산기술 이용(Spreading Factor : 2,4,8,16)  <p>[그림 6-3] 대역확산기술 송신 블록도</p> <ul style="list-style-type: none"> - -9dB에서 복조가 가능하도록 수신 동기 알고리즘 설계 • 낮은 SNR에서도 수신 버스트의 검출 및 채널 동기를 위 	<p>○ 대역 확산 기술 변 복조 알고리즘 분석서</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spreading Factor 2,4,8,16에 대하여 대역확산 전송 - 0.128M~8Msps의 저속 심볼을에서 고속 심볼을까지 다양한 전송 심볼을 지원 - SNR -9dB에서 동기 및 복호 가능한 동기 알고리즘 설계 <p>○ 저복잡도 채널 라이저 특허 1</p>

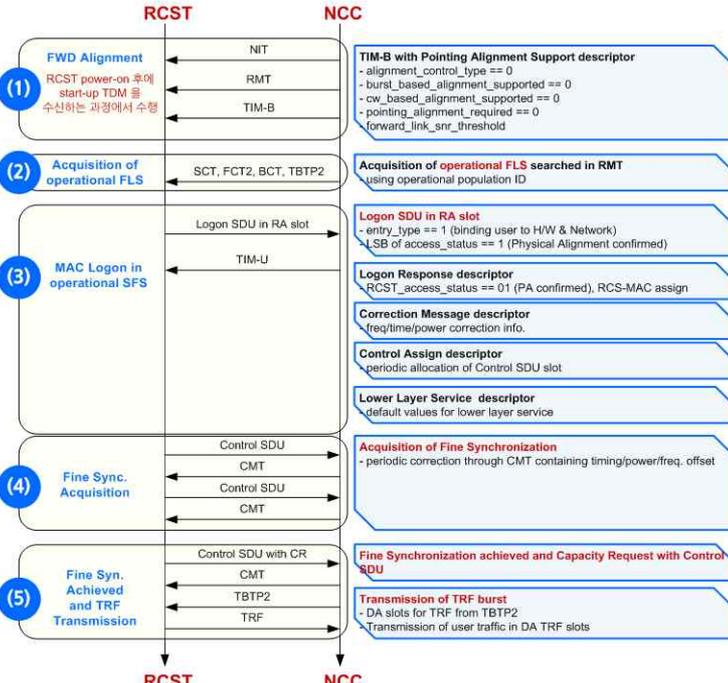
세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	<p>해 대략적인 동기 검출부와 미세 타이밍, 주파수, 위상 동기부로 구성됨</p> <ul style="list-style-type: none"> · 대략적인 동기부: 4오버샘플된 신호를 FIFO에 저장, UW(Preamble, pilot, postamble)의 데이터 패턴과 수신신호와의 데이터 패턴의 상관과정으로 대략적인 타이밍 검출 · 미세 타이밍, 주파수, 위상 동기: UW구간에서의 FFT를 이용하여 타이밍, 주파수 및 위상 동기 추정함  <p>[그림 6-4] DVB-RCS2 저전력 전송 수신기 구조</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tree 구조의 채널라이저 설계 · tree 구조의 하향변환 및 기저대역 필터링 수행  <p>[그림 6-5] 채널 필터셀 구성도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 저전력 전송 시뮬레이터 성능 · Spreading factor 8, 채널부호율 1/2인 경우 -9dB에서 PER 10⁻⁵의 성능을 만족함 	<p>건 제출</p>

세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	 <p>[그림 6-6] 대역확산 전송시 수신기 복조/복호 PER 성능</p>	
<p>○ 위성재난통신시스템 상위/상세 설계</p>	<p>○ 위성재난통신시스템 중심국 및 단말국 상위 설계서 작성</p> <ul style="list-style-type: none"> - TDMA/SCPC 통합형 위성재난통신 시스템은 아래 그림과 같이 4 개의 서브 시스템으로 구성 설계함 · TDMA/SCPC 통합형 중심국 서브시스템 · TDMA/SCPC 통합형 중심국 RF 서브시스템 · TDMA/SCPC 통합형 단말국 서브시스템(STB) · TDMA/SCPC 통합형 단말국 RF 서브시스템 - 통합형 중심국 서브시스템의 적용 기술은 다음과 같으며 부가적인 기술이 추가 적용 · 지상망 연동 및 성능향상 기술 · 순방향링크 프레임 구조 생성 기술 · 순방향링크 신호 송신을 위한 물리계층 기술 · 역방향링크 신호 수신을 위한 물리계층 기술 · 역방향링크 데이터 수신을 위한 MAC계층 기술 · 역방향링크 자원 사용 기술 · 통합형 위성재난통신 시스템 중심국의 부가적인 기술 <ul style="list-style-type: none"> * TDMA 기반 역방향링크 역대역확산 기술 * 0.064Mbps급 까지의 TDMA 복조 및 신호처리 기술 * SCPC기반 DVB-S2 송신 및 수신 기술 * TDMA/SCPC 오버레이 능동형 최적 자원할당/관리 기술 - 통합형 단말국 서브시스템의 적용 기술은 다음과 같으며 부가적인 기술이 추가 적용됨 · 순방향링크 신호 수신을 위한 물리계층 기술 · 역방향링크 트래픽 버스트 구조 생성 기술 · 역방향링크 컨트롤 버스트 구조 생성 기술 · 역방향링크 신호 송신을 위한 물리계층 기술 · 통합형 위성재난통신 시스템 단말국의 부가적인 기술 <ul style="list-style-type: none"> * TDMA 기반 역방향링크 대역확산 기술 	<p>○ SCPC overlay TDMA 접속 기반의 통합형 위성재난통신 시스템 설계에 따라 대용량 TDMA 패킷통신 제공이 가능하고, 더불어 SCPC 회선통신으로 단말과 단말간 직접통신이 가능하여, 위성망 접속의 유연성과 재난통신을 위한 생존성을 강화 개선함</p> <p>○ 시스템 요구사항 및 규격서가 설계서에 모두 반영 되도록 Compliance Matrix를 통해 확인하도록 함</p> <p>○ 시스템 규격서의 시험방법을 제시하여 구현 결과에 대한 검증방안을 제시함</p>

세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	<p>* 0.064Mbps급 까지의 TDMA 변조 및 신호처리 기술</p> <p>* SCPC기반 DVB-S2 송신 및 수신 기술</p> <p>* TDMA/SCPC 오버레이 제어 기술</p> <p>[그림 6-7] 통합형 위성재난통신 시스템 구성도</p> <ul style="list-style-type: none"> - 위성재난통신 시스템은 TDMA와 SCPC 접속 방식을 모두 지원하는 듀얼 모드 시스템 · DVB-S2/RCS2 네트워크는 기본망으로써 인터넷 서비스와 SCPC연결을 위한 제어망 기능을 제공 · SCPC 통신은 TDMA기본망에서 SCPC 호 연결을 위한 연결처리를 수행 · 이후 DVB-S2기반 SCPC 세션 연결이 수행되는 TDMA 기반의 SCPC overlay 접속 방식  <p>[그림 6-8] TDMA/SCPC 위성재난통신 네트워크 접속 구조</p> <ul style="list-style-type: none"> - 네트워크 구성 구성 · 단말은 TDMA와 SCPC를 동시에 지원하기 위해 4개의 통신 모듈 지원: DVB-S2(TDM Rx), DVB-RCS2(MF-TDMA Tx), DVB-S2(SCPC Tx), DVB-S2(SCPC Rx) 	<p>○ SCPC overlay TDMA 접속 기반의 통합형 위성재난통신 시스템의 중요 요구 사항 반영</p> <ul style="list-style-type: none"> - 버스트한 특성 및 다수의 단말들 수용이 가능한 TDMA 패킷통신 제공 - 긴급 통신용 SCPC 회선통신으로 단말과 단말간 직접통신이 가능 제공 - 위성망 접속의 유연성과 재난통신을 위한 긴급성 및 생존성을 강화 개선함

세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	<ul style="list-style-type: none"> · 중심국에는 기존 TDMA 서비스를 위한 장비와 SCPC 통신 서비스 제공을 위한 CRS(Central Reference STB) 단말 장비가 추가 - TDMA/SCPC 통합형 시스템의 중심국 서브시스템 · 중심국을 구성하는 핵심적인 서브시스템으로 TDMA 망에서 순방향링크 송신기능과 역방향링크 수신기능 및 SCPC 망의 수신기능 · 망 자원관리 기능 등을 수행 · 본 서브시스템은 개발의 용이성, 개량 및 수정의 용이성, 확장의 용이성, 시스템의 안정성 등을 고려하여 모듈 단위의 개방형 구조 지원 - 중심국 서브 시스템 기능 모듈은 [그림 6-9]로 구성 · 통합형 중심국 서브시스템은 크게 순방향 링크 데이터를 처리(TDP)하여 전송하는 송신부분(FLM) · 실시간자원관리모듈(DRM) · 기준클럭생성모듈(CDM) · TDMA기반 역방향 링크의 데이터를 수신(RLD)하고 처리(RDP)하는 부분 · IP 성능향상 프록시(PEP) 부분 · SCPC 회선망을 지원하고 단말로의 FLS 전송상태 모니터링하는 중심국 기준 셋톱박스(CRS) · 8개의 모듈로 구성됨 - 중심국 기준 셋톱박스(STB)는 CRS로 정의 · 송신기능으로 TDMA 리턴링크 변조인 RLM(RCS2) · SCPC링크 송신인 SLM(DVB-S2) 모듈로 구성 · 수신기능으로 셋탑박스의 SCPC링크 수신인 SLD(DVB-S2) · 중심국 FLM의 FLS 시그널링을 수신하기 위한 FLX(DVB-S2) 모듈 · CRS의 송수신 데이터를 처리하기 위한 DPM으로 구성 <p style="text-align: center;">[그림 6-9] TDMA/SCPC 통합형 중심국 서브시스템 기능 블록도</p>	

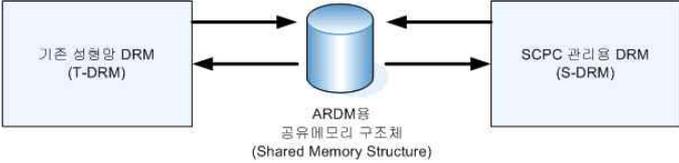
세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	<ul style="list-style-type: none"> - 단말국(STB) 서브시스템 <ul style="list-style-type: none"> · 위성망 및 단말국 RF 서브시스템을 통해 사용자 데이터를 송수신함으로써, 위성재난통신에 대처 수행 · TDMA 망에서 순방향링크 수신기능과 역방향링크 송신기능 및 SCPC망의 송수신 기능, 데이터 처리 기능을 수행 - 단말국 서브 시스템 기능 모듈은 [그림 6-10]로 구성 <ul style="list-style-type: none"> · TDM 기반 순방향링크 신호 수신을 위한 FLD · SCPC 링크 신호 수신을 위한 SLD(S2 Tuner) · 송수신 데이터 처리 및 채널 선택과 함께 TDMA/SCPC 오버레이 제어 및 역방향링크와 SCPC링크의 자원할당 정보 처리를 위한 DPM · 역방향링크 송신을 위한 RLM · SCPC링크 송신을 위한 SLM(DVB-S2 Modulator) · 네트워크 가속을 위한 PEP 등 6개 모듈로 구성 - 6개의 모듈 중 FLD와 PEP은 기존 연구결과물을 활용하거나 상용품을 활용하도록 하며, TDMA/SCPC 오버레이 위성재난통신 시스템에서 새로 추가되는 부분인 SLM(S2 Modulator)과 DPM 및 RLM은 새로 개발하고 SLD는 DVB-S2 상용튜너를 구매하여 활용 <p style="text-align: center;">[그림 6-10] TDMA/SCPC 통합형 단말국 서브시스템 기능 블록도</p>	
	<p>○ 위성재난통신시스템 중심국 및 단말국 상세 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - DVB-RCS2기반 접속제어 절차는 기존 기 개발된 모듈을 재사용함, 기존 DVB-RCS2와 동작 절차 동일 	<p>○ 소프트웨어 재사용 기법 적극 적용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전체 시스템 개발의 신속성 및 새로운 핵심기술 연구개발에 집중 효과 확보

세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	 <p style="text-align: center;">[그림 6-11] 기존 DVB-RCS2 리턴링크 접속절차 준용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ TDMA 기반 SCPC 오버레이 기법 적용 - 제어 프로토콜 개발의 용이성 확보 - 시스템 구조(아키텍처)의 유연성 확보 - 멀티 모드 VSAT 시스템 구조 확보
	<ul style="list-style-type: none"> - SCPC 접속제어 절차 상세설계 - 중심국은 SCPC 마스터역할 수행, 단말은 SCPC Agent로 동작하며 Server 와Client 구조를 가짐 	

[그림 6-12] SCPC 접속제어 절차

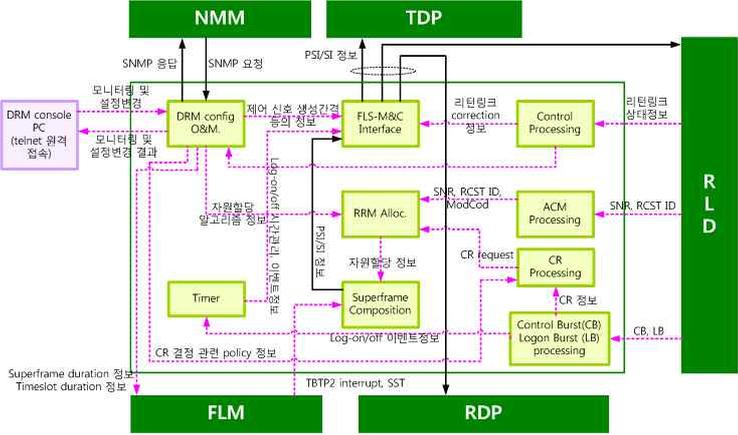
세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
---------	-------	--------

- DRM에 TDMA망과 SCPC망에 대한 통합 자원할당을 수행하기 위해 공유메모리(Shared Memory)를 정의



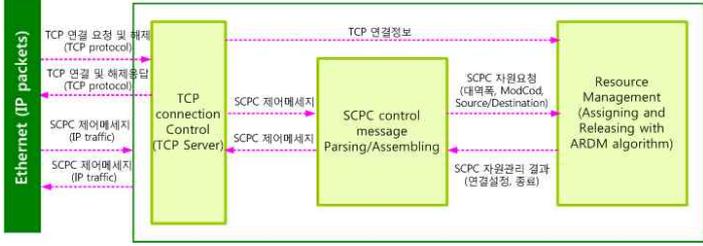
[그림 6-13] TDMA/SCPC 자원관리용 공유메모리 정의

- 중심국의 기존 TDMA용 자원관리 모듈
 - DVB-RCS2 기반 링크계층 프로토콜 처리
 - 자원요청 분석 및 자원할당
 - 중심국 모듈 형상 관리
 - 단말국 인증, 모니터링, 통계데이터 관리



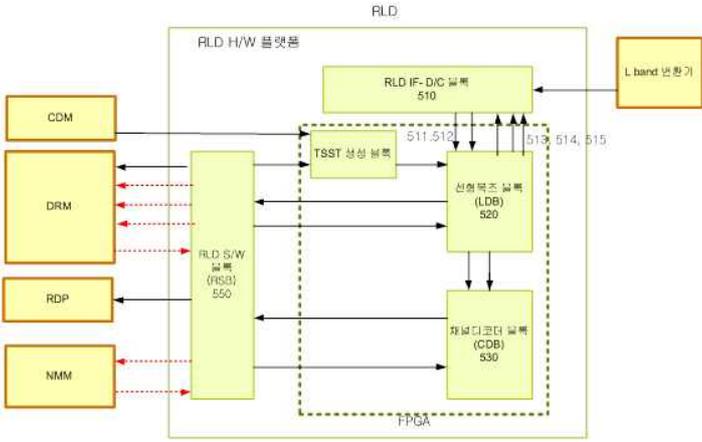
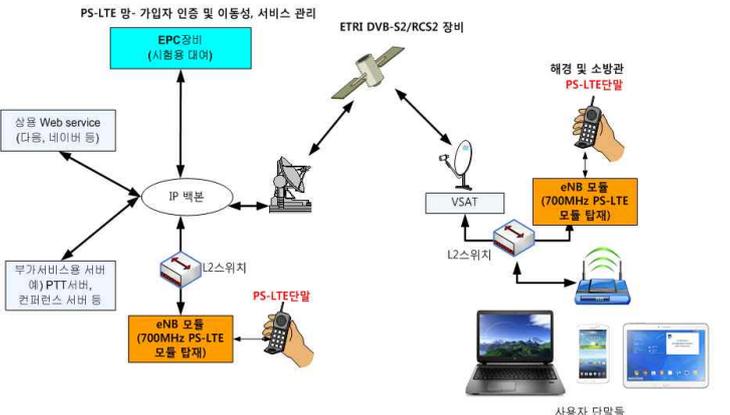
[그림 6-14] TDMA용 자원관리 모듈(T-DRM)

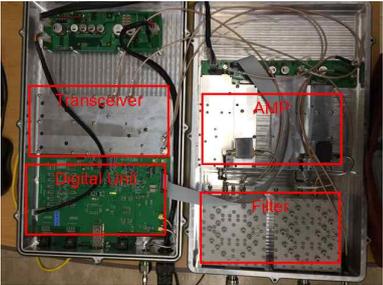
- 중심국의 기존 DRM에 SCPC 접속제어 프로토콜을 처리하는 S-DRM(SCPC-DRM) 기능 상세설계 추가



[그림 6-15] SCPC용 자원관리 모듈(S-DRM)

- 리터링크 복조 모듈 상세 설계
 - RLD 아날로그 블록: 주파수 하향 변환 기능, 주파수 합성 기능, 디지털 신호 변환 기능
 - 선형 복조 블록: 동기 획득 기능, 유일 단어 검출 기능, 수신 버스트의 타이밍 오차 측정 및 보정 기능, 수신 버

세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	<p>스트의 주파수 오차 측정 및 보정 기능, 수신 버스트의 전력 오차 측정 및 보정 기능, RLD 내부 사용 클록 생성, Preamble, Post-amble 및 Pilot 제거 기능</p> <ul style="list-style-type: none"> · 채널디코더 블록: 채널 복호화 기능, CRC 오차 검출 기능, 역 랜덤화 기능, 패킷 재생 기능, 경로 선택 기능 · 인터페이스 블록: RLD S/W 블록과 다른 RLD-Linear 모듈의 블록간 주요 파라미터 전달 기능, 제어 버스트 및 트래픽 버스트 전달 기능, 상태 정보 송수신 기능 · RLD S/W블록: M&C 기능, 초기화 기능, 패킷 처리 기능, 테이블 프로세스 기능, 메시지 프로세스 기능, 관리 제어 기능, 하드웨어 인터페이스 기능, 디버그 프로세스 기능  <p>[그림 6-16] RLD 내부 구성도</p>	
<p>○ 위성·무선(WiFi, PS-LTE) 연동시스템 상위/상세</p>	<p>○ 위성·무선 연동 상위 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - PS-LTE 및 Wi-Fi 연동 기능을 제공하는 위성재난통신 시스템 구조 상위 설계 - 위성망을 이용하여 PS-LTE망을 백홀하는 서비스 시나리오 설계 - 위성·무선 연동 시스템은 PS-LTE 망에서 eNB(eNodeB)로 동작  <p>[그림 6-17] PS-LTE망 백홀 서비스 구성도</p>	<p>○ 백홀 서비스를 위해 위성망과 이기종 망간의 효율적 연결 구조 제시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이더넷/IP 인터페이스를 통해 All IP 기반 서비스 인터페이스 제공

세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	<p>○ 위성·무선 연동 상세 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 위성인터페이스를 갖는 VSAT과 PS-LTE인터페이스를 갖는 위성·무선 연동 시스템은 IP기반 이더넷 인터페이스로 정의 - 대형 outdoor형 <ul style="list-style-type: none"> · Outdoor형 · 출력 : 20W (최대 : 40W) · Coverage : 10Km(Line of Sight) · 크기: 250x350x180(W x H x D)[mm] · 무게: <12Kg · Input power: DC -48V - 소형 indoor형 <ul style="list-style-type: none"> · Indoor형 · 출력 : 50mW (최대: 200mW) · Coverage: 100~200m · 크기: 200x200x70(W x H x D)[mm] · 무게: 2Kg · Input power: DC 12V <p>- 위성·무선 연동 시스템은 다음과 같은 모듈들로 구성됨</p> <ul style="list-style-type: none"> · 700MHz 지원 PS-LTE용 RF 모듈 · 이더넷 인터페이스, CPU, GPS인터페이스 등 포함한 디지털 모듈 <div style="text-align: center;">  </div> <p>[그림 6-18] 위성·무선 연동 시스템 내부 구조, outdoor형</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>[그림 6-19] 위성·무선 연동 시스템 내부 구조, indoor형</p>	<p>○ 시나리오에 따른 다양한 PS-LTE 연동용 eNB 솔루션설계 및 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대형 Outdoor형 (해상용) - 소형 Indoor형 (함선 실내용, 지상용)

세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	<p>- 외부 EPC (Evolved Packet Core)장비와의 연동 시나리오 정의</p> <ul style="list-style-type: none"> · VSAT 장비와 eNB와의 연결의 IP 기반 이더넷 인터페이스임 · 위성망은 PS-LTE망을 백홀하므로 PS-LTE망측에서 볼 때 Transparent하게 동작함 · LTE over IP로 동작하며 EPC장비까지 IP주소로 라우팅  <p>[그림 6-20] PS-LTE의 외부 MME(EPC 내부 모듈)접속 절차</p> <p>- ETRI VSAT시스템과 PS-LTE망 연동</p> <ul style="list-style-type: none"> · VSAT 장비와 eNB와의 연결의 IP 기반 인터페이스 · PS-LTE망의 eNB는 PS-LTE제어 신호를 위성망으로 포워딩 시키고 위성망은 백본에 연결된 EPC에 해당 제어신호 전달 (LTE over IP) · 컨퍼런스 서버, PTT (Push To Talk)서버와 같은 부가서비스 제공장비를 통해 부가서비스 지원가능 	<p>○ 사용 효율 극대화를 위한 부가서비스를 포함 시나리오 제시</p> <p>- 다자간 통화 서비스(컨퍼런스)</p>

세부 연구목표	연구 결과	질적 우수성
	<p>PS-LTE 망- 가입자 인증 및 이동성, 서비스 관리</p> <p>EPC (Evolved Packet Core) configuration</p> <ul style="list-style-type: none"> S-GW (Serving GW) P-GW (PDN GW) (Packet Data Network GW) MME (Mobility Management Entity) HSS (Home Subscriber Server) <p>외부망</p> <p>(1) PS-LTE 단말간 인터넷 접속 backhaul</p> <p>ETRI DVB-S2/RCS2 장비</p> <p>(1) IP data 기반 PS-LTE 제어 메시지 backhaul</p> <p>해경 및 소방관 PS-LTE 단말</p> <p>eNB 모듈 (700MHz PS-LTE 모듈 탑재)</p> <p>VSAT</p> <p>IP 데이터</p> <p>상용 Web service (다름, 내이바 등)</p> <p>(1) Wi-Fi backhaul</p> <p>부가서비스용 서버 (예) PTT 서버, 컨퍼런스 서버 등</p> <p>L2스위치</p> <p>IP 백본</p> <p>IP 백본</p> <p>PS-LTE 단말</p> <p>사용자 단말들</p> <p>[그림 6-21] 위성망을 이용한 PS-LTE망 백홀 동작시나리오</p>	<ul style="list-style-type: none"> - PPT 서비스 제시 ○ 실재 상용 서비스 수준의 구체적인 시연 시나리오 제시 - 향후 상용 서비스 수행 시 관련 설정 파라미터를 레퍼런스 값으로 활용 기대
<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신 표준화 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신 국내표준(안) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 현 위성재난통신 국내표준 분석(멀티미디어 재난구조 위성인프라 무선접속(물리계층, 매체접속제어계층)으로 2개 표준으로 구성되어있고, RCS기반이며, 국제표준 번역수준으로 국내실적에 부적합함) - 위성재난통신 국내표준 개정방안 제시(PG805-043, 최신기술인 DVB- RCS2 및 S2/S2X 기반 표준을 국내실정에 맞게 반영하도록 함. 하나의 표준문서로 작성하도록 함) ○ 위성VSAT관련 국내표준(TTAK.KO-06.0019/R3) 개정 참여 <ul style="list-style-type: none"> - VSAT 스푸리어스 방사한계, 교차편파분리도, 최대허용 OFF- AXIS EIRP 밀도 표준내용 개정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ '08년도 개정된 표준으로 RCS2/ S2 등 최신기술을 반영하도록 하고 활용기관 요구사항을 반영하도록 함 ○ 고정형 VSAT안테나의 기술적 특성을 ITU-R의 신규표준기술을 반영
<ul style="list-style-type: none"> ○ 천리안위성 기반 공공서비스 타당성 검증 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업추진위원회 운용 <ul style="list-style-type: none"> - 국민안전처(해경, 소방), 위성관련 산업체 및 학계 인사로 사업추진 위원회를 구성하여 운영함 - 요구사항/규격서 검토 및 시험서비스 추진 방안 협의함 (총 4회 회의, 5/11,7/26,10/12,12/8) ○ DVB-RCS2 VSAT 안전처/군 등 적용 시험 수행함 <ul style="list-style-type: none"> - 천리안 위성의 군통신 적용 타당성 검증을 위해 시험을 3회 진행함 (7/20, 8/29~31,12/15~23) - 국민안전처 및 제주소방본부 천리안 위성재난통신 서비스 시연을 2회 수행함 (9/21,11/7~8) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성재난통신시스템 요구사항 수립 및 규격서 검토를 수행함 ○ 위성재난통신시스템 활용기관(소방, 육본)의 요구에 따라 위성전송 시험을 통해 기술적 타당성 검증을 수행함

나. 세계수준과의 기술 비교

- 전통적으로 VSAT 기반의 위성통신 시장은 미국 Hughes, 이스라엘의 Gilat사가 세계시장을 양분해 왔으나 최근에는 미국 iDirect사의 VSAT 시스템이 세계시장 점유율을 확대하고 있음
- 미국 Hughes사는 HX 시스템으로 세계 최고 수준의 가정과 기업을 위한 네트워크 전송 기술, 기업 및 정부를 위한 솔루션에 대한 위성 광대역 서비스를 하고 있음
- HX 시스템에는 ACM 기술, FDMA/TDMA 등의 기술을 적용하여 star/mesh 망을 운용
- Gilat사는 고성능 허브 시스템인 SkyEdge II-c를 개발, 포괄적인 위성 네트워크 서비스를 제공
- MF-TDMA 및 DVB-S2 ACM SCPC를 적용하여 고성능 허브 시스템 구성
- iDirect 사는 선박, 항공기 등에서 활용 가능한 고효율 적응형 VSAT 전송기술을 기반으로 하는 VSAT 시스템을 출시하고 있음
- 낮은 SNR 동작을 위한 대역확산 기술, ACM 기술 등을 위한 적응형 자원관리 기술을 적용하고 있음
- 제안 ETRI 기술은 주요 전송 기능에 대해 세계 각 사의 주요 전송기술과 비교를 통하여 개발 목표치 설정하였음

<표 6-1> 세계 기술 vs 제안 ETRI 기술 전송 규격 비교

	iDirect 기술 - X7 satellite Router	Hughes	Gilat	ETRI 제안 기술
변조방식	BPSK, QPSK, 8PSK	OQPSK	BPSK, QPSK, 8PSK, 16QAM	BPSK, QPSK, 8PSK, 16QAM
부호율	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 6/7	1/2, 2/3, 4/5	1/3, 2/5, 1/2, 2/3, 3/4, 4/5, 6/7	1/3, 1/2, 2/3, 3/4, 5/6
심볼속도	128ksps ~ 7.5Msps	256ksps ~ 6Msps	128ksps ~ 6Msps	128ksps ~ 8Msps
SF(Spreading Factor)	2, 4, 8	2, 4, 8	-	2, 4, 8, 16 ^{주1)}
자원할당 방식 등 추가	Adaptive TDMA 기술	FDMA/TDMA	MF-TDMA	ARDM (Adaptive Resource Division Multiplexing) 기법

주1) SF 16은 Log-on Burst에만 적용됨

7. 연구결과의 활용 가능성 및 파급효과

가. 연구결과 활용 가능성

1) 연구결과 활용 가능성

구 분	구체적인 단계 및 내용
○ 기술의 응용 분야 및 활용 방법	<ul style="list-style-type: none"> - 국민안전처(중앙소방본부/해경) 및 지역소방본부의 위성재난통신망 구축에 활용 - 연근해 선박을 대상으로 한 위치기반 서비스 및 비상통신용 서비스 제공에 활용 - 도서벽지, 연근해 지역의 통신 인프라 낙후지역을 대상으로 한 인터넷 서비스 제공에 활용 - 수자원공사, 기상청, 산림청 등 전국단위 감시경계/정보수집 시스템에 활용 - 위성기반의 군 전략 전술 및 군수재고 관리 통신망에 활용 가능함 - 위성 재난통신망의 검증에 위해 구축되는 시험서비스망은 추후 무궁화 7호 위성의 Ka 대역 중계기 또는 천리안위성 통신 중계기 후속 탑재체에서 연속적 운용이 가능함
○ 적용상의 애로점과 극복(개선) 방안	<ul style="list-style-type: none"> - 해외 선도기업들의 시장장악력을 바탕으로 한 적극적 영업 - 국내 주요 통신인프라의 국산화를 위한 소요부처와의 전략적 협력관계 구축 - 해외 선도기업과 유사한 국산기술에 대한 천리안 위성을 이용한 시연 및 시험서비스를 통한 홍보 및 언론보도 - 국내외 위성관련 전시회를 국내 산업체와 공동 출품을 통한 기술 홍보 및 마케팅
○ 제품/서비스의 예상 수요자(층)	<ul style="list-style-type: none"> - 국민안전처(중앙소방본부/해양경비안전본부) 및 지역소방본부 - K-water (구. 한국수자원공사) - 산림청
○ 제품/서비스화하여 시장에 도입되기 까지 요구되는 시간의 정도	<ul style="list-style-type: none"> - 시제품 개발 : 3년 - 상용 제품 개발 : 1년

2) 연구결과의 성과 확산계획

- 국민안전처와의 협력에 의해 육상/해상 재난에 대응할 수 있는 천리안위성 기반 위성재난통신 시험망 서비스를 통해 육상/해상 재난에 수직 및 수평적 협업 체계 구축 등 현장 대응력이 강화된 공공 안전인프라 구축에 활용
- 위성재난통신 시험서비스 시 위성통신 제조업체에 참여를 유도하는 등의 상용화 기회 제공으로 단기에 국내 위성통신 산업화 기반 구축
- 위성 ICT 시장은 틈새시장으로 대기업이 접근하기에는 부적합한 기술 집약형 분야로써, 국내 강소형 중소기업에 기술이전을 통한 사업화 및 해외시장 개척 지원

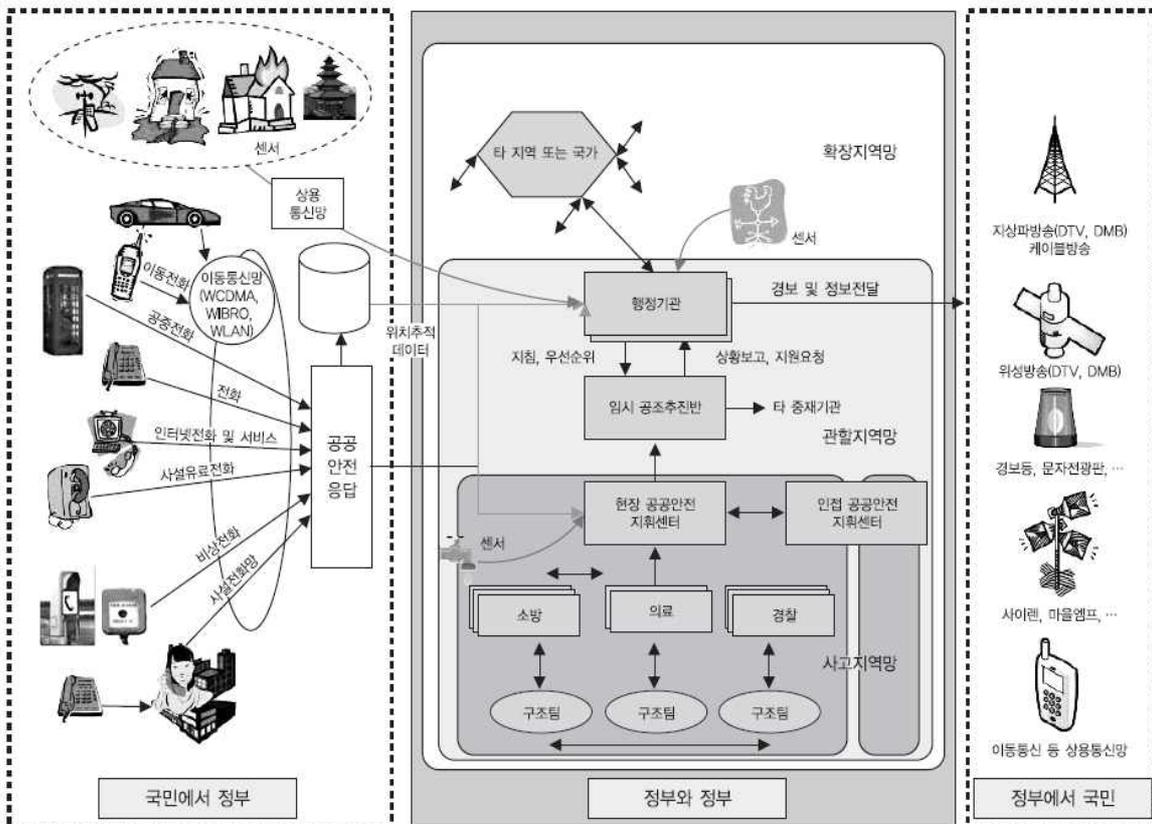
- 중소기업의 해외 시장 개척/진출 시에 천리안위성 기반 전송시험 시험 실시 및 검증 등의 기술 인증 자료(시스템 안정성 등) 제공을 통하여 해외 진출 교두보 확보 지원

나. 연구결과 파급효과

1) 기술측면 파급효과

- 성형망 및 회선망 동시 접속 기능을 지원하는 기술을 적용한 시스템으로써 다양한 무선망 백홀 서비스가 가능하여 군 체계통신, 센서와 연동한 수자원 관리, 기상 데이터 전송 등 국방/기타 공공분야 통신장비로 활용 가능
 - 성형망의 우수한 단말 수용 능력과 회선망의 실시간 서비스를 모두 지원하는 듀얼모드 시스템 기술 확보 가능
 - 성형망 기반 회선망 오버레이(overlay) 기술 확보 가능
 - 육상 재난 발생 시, 가반형 단말을 이용하여 재난 현장 최근접 지역에 통신링크 구축 가능
 - 해상 서비스 적용 시, 소형 단정과 50톤 이하 경비정 간의 안정적인 지휘 통신링크 확보
- 육상/해상 위성재난통신 시험서비스망으로 운용하며 다양한 긴급 재난망 운용 관련 기술 확보에 활용 가능
 - 육상 재난 시, SNG 차량에 탑재된 위성단말 장비의 재해 지역 근접 접근에 문제점을 가반형 단말을 이용하여 근접 접근하여 재난 통신망 확보 가능
 - 해상의 경우, 소형 단정과 50톤 이하 경비정 간의 안정적인 지휘를 위한 최소 10km 이상 지역에서 임무 수행이 가능한 통신링크 확보 가능
 - 패킷망과 회선망에 따라 별도의 시스템으로 구축된 현재의 지상 위성 재난망의 비효율성을 제거하는 동시에 하나의 중심국 및 단말국으로 서비스를 지원하므로 통합, 효율화된 재난 통신망 운용 기술 확보 가능
- PS-LTE, 3G/4G망, Wi-Fi 등 다양한 무선망에 대한 위성백홀 제공으로 선박, 항공기 대상의 위성기반 광대역 이동형 멀티미디어 서비스 장비로 활용 가능
 - 국내 제조업체의 대외 기술 경쟁력 향상 및 국방/공공 위성 통신 분야로 기술 확산 가능
- 국가의 위험물, 환경 등 국가 공공 산업 인프라의 감시, 제어용의 SCADA¹³⁾, IoT 구축 시스템으로 활용 가능
 - 전국 단위 홍수 예경보, 광역 환경감시·경계 서비스 제공
 - 역방향 링크 저전력 전송 등 최신 위성 전송기술 확보
- DVB-RCS2 기술의 적용에 의해 위성중계기의 효율적 운용으로 운용비 절감이 가능하며, 특히 천리안위성 등 강우에 약한 Ka 대역 위성의 안정적 활용기반 조성
 - 한정된 위성통신 자원의 효율적인 사용 및 비용 절감
- 상용 위성통신기술의 진화와 더불어 재난안전통신기술의 업그레이드가 용이하며 국가공공기관이 하나의 망에서 공동 이용 가능
- Ka 대역 위성을 활용한 차세대 방송 및 통신 서비스 시스템 구축 및 이를 활용한 도서벽지, 연근해 지역의 통신 인프라 낙후지역을 대상으로 한 인터넷 서비스 제공 가능
 - 섬, 산간벽지 등 인터넷 불통지역에 대해서 지역 간 정보화 격차 해소 등 보편적 통신 서비스 제공

- ‘평시 안전’ 과 ‘재난 구조’ 시 상황감지, 전파, 통합지휘를 위한 영상 등 다양한 서비스 제공이 가능
 - 위성 IoT 기능을 갖는 고정형 단말을 이용한 국가의 위험물, 환경 등 국가 공공 산업 인프라에 대한 원격제어 및 감시 기능
 - 수집된 정보를 종합 및 판단하여 대국민 경보 및 구조요원/이재민 대상의 비상 통신 수단 제공



[그림 7-1] 통합지휘 체계 개념도

2) 사회문제해결 파급효과

- 최근 지구온난화 등의 기후변화에 의해 태풍·호우 등의 자연재해가 빈번히 발생하고 있으며, 화재·시설물 붕괴, 산불, 유조선 사고 및 여객선 사고 와 같은 인적 재난에 의해 귀중한 인명손실과 더불어 재산피해가 속출하고 있음
 - 내 재해성의 위성 기반 긴급통신(구조요원/이재민 통신)에 의해 재난 대처의 효율성 증대로 국민 생명 및 재산보호에 기여
- 외국의 사례에서도 대규모 재난으로 인해 지상망 붕괴 시 위성망이 비상 긴급 재난 통신망으로 사용되어 구호 및 복구에 활용됨
 - 일본 대지진 당시 NTT (Nippon Telegraph and Telephone Corporation)는 약 900대의 위성단말을 이용하여 재난 통신망으로 활용
 - 중국 쓰촨성 대지진 시 CASC (China Satellite Communication Corporation) 은 100대의

VSAT을 이용하여 재난 방송 및 재난 지역 수문감시 SCADA서비스로 활용

- 국가 비상사태, 재난재해 시에 국민생명/재산 보호를 위한 구조통신/비상통신 인프라와 통일을 대비한 긴급 방송통신 인프라로 활용 가능
 - 태풍 ‘블라벤’ 가거도 상륙(‘12.8.28) 시나 연평도 포격 사건(‘10.11.23) 시에도 유무선 통신시설 파괴로 통신 불능에 의해 이재민 공황상태 발생
 - 이러한 경우 백홀 기능을 갖는 간단한 위성단말에 의해서도 구조 통신 및 이재민 대상의 긴급통신 기능이 충분히 가능하여 재난 피해 최소화 가능
 - 군, 국민안전처 등에서 북한의 전과교란을 대비한 위성통신 다이버시티를 위해 활용을 통한 군 작전체계 활용 및 국민의 생명과 재산보호 가능
- 기 구축된 위성재난통신 망은 시스템/권역별로 호환성이 떨어져 효율적 협업체계 구축이 어려웠으나 위성재난통신기술에 의해 재난기구 간 수평적·수직적 협업체계 구축이 가능
 - 성형망 및 회선망/단말직접통신 동시 제공을 통해 육상/해상 재난시 전국 단위의 협업체계 구축 가능
 - 재난유형에 따라 가반형/이동형 단말에 의해 재난현장 접근성 및 대응력 강화
- 기 사용중인 SNG 시스템은 재난 시 기동성은 있으나 다양한 재난현장으로의 접근성 결여, 시스템 노후화, 다양한 무선망과 연동기능 결여 등 여러 유형의 재난대응에 어려움이 있음
 - 하나의 단말을 통해 성형망 및 회선망/단말직접통신 구성이 가능하여 재난 지휘통신 및 이재민 등에 대한 긴급통신망으로의 활용 가능
- 기존 국가 위성재난통신시스템은 외산기술로 구축되어 시스템 유지보수, 기능추가 등이 어려웠으나, 위성재난통신 기술 확보로 효율적 재난대응이 가능
 - 위성재난통신 기술 확보로 효율적 재난대응 가능
 - 성형망 및 회선망/단말직접통신 동시 운용을 통한 주파수 효율 증대에 따라 고가의 위성중계기 임대료 절약 가능
- 위성재난통신망은 공공적인 성격이 강하므로 재난이 발생하지 않은 평상시에는 도농 간, 지역 간 정보화 격차해소, 지상망 인프라 낙후지역 및 전과음역 지역 대상 초고속 인터넷 제공 등에 활용할 수 있으며, 이를 통해 국민 편의 및 국민 삶의 질 향상에 기여할 수 있음
- 위성재난통신 기술에 의해 국민안전처 특수구조대의 재난현장 대응력이 강화가 가능하여 최근 정부가 추진하는 ‘안전한 나라, 행복한 나라 건설’ 구현에 일조
- 한반도 전체를 대상으로 홍수, 산불 등 광역 환경 및 위험물 감시경계 통신 수단 제공으로 국민의 안전한 삶 제공에 기여

8. 연구개발 성과

가. 연구실적물

1) 특허

국내/ 국외	출원/제출 구분	출원 (관리)번호	발명명칭	출원(제출)기관	출원(제출)일
국내	출원	10-2016-0150426	LDPC 복호기 구현 시 Memory Access Conflict 발생 방지를 위한 H matrix 스케줄링 방법 및 장치	ETRI	2016.11.11
국내	출원중	출원중 (PR20161273KR)	저복잡도 채널라이저 구조	ETRI	2016.11.30
국내	출원중	출원중 (PR20160882KR)	TDMA/SCPC 통합형 위성 통신을 위한 성형/메쉬망 접속 장치 및 방법	ETRI	2016.11.11.
국외 (3극특허)	출원중	출원중 (PR20160837FR, PR20160837JP, PR20160837KR, PR20160837US)	LDPC 복호기 구현 시 Memory Access Conflict 발생 방지를 위한 H matrix 스케줄링 방법 및 장치	ETRI	2016.11.11
국외	출원중	출원중 (PR20161273US)	저복잡도 채널라이저 구조	ETRI	2016.11.30
국외	출원중	출원중 (PR20160882US)	TDMA/SCPC 통합형 위성 통신을 위한 성형/메쉬망 접속 장치 및 방법	ETRI	2016.11.11.

2) 논문

<SCI 논문 제출>

번호	논문명	저자명	저널명	일시	국내/국제
01	The Methodologies of Resource Allocation for Satellite Networks: A Survey	신민수, 최지환 박만규 오덕길	IEICE Trans. on Communications	2016.2.13	국제

<제출 근거>

<IEICE Trans. on Communication는 SCI 저널 확인>

<http://www.thomsonscientific.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=K&Word=ieice>

[Receipt of manuscript]

February 13, 2016.

Manuscript ID: 2016ATR0001

Paper/Letter: Survey Paper

Issue: EB

Regular/Special: Special

Title of Special Issue: Satellite Communication Technologies in Conjunction with Main Topics of JC-SAT2015

Title: The Methodologies of Resource Allocation for Satellite Networks: A Survey

Received Date: February 10, 2016.

Password: bisRSs (Password to "Information on Status of Each Paper")

IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS

Monthly ISSN: 0916-8516

IEICE-INST ELECTRONICS INFORMATION COMMUNICATIONS ENG, KIKAI-SHINKO-KAIKAN BLDG, 3-5-8, SHIBA-KOEN, MINATO-KU, TOKYO, JAPAN, 105-0011

Coverage

Science Citation Index

Science Citation Index Expanded

Current Contents - Engineering, Computing & Technology

<제출 논문 첫장>

SURVEY PAPER

The Methodologies of Resource Allocation for Satellite Networks: A Survey

Minsu SHIN[†], Jihwan P. CHOI^{††a)}, Nonmembers, Mankyu PARK[‡], Member, and Deockgil OH[†], Nonmember

SUMMARY In satellite networks, resource management is critical to optimize network performance by enhancing the utilization of limited on-board resources. Resource allocation schemes should be designed to address a variety of, sometimes conflicting, objectives and constraints. In this paper, we survey the methodologies of resource allocation for satellite networks by investigating widely adopted metrics and mathematical tools. For a resource allocation problem, we consider performance metrics of maximum throughput, fairness, system stability, and multiple objective optimization. Mathematical tools of network utility maximization, convex optimization, Lyapunov stability, and game theory are then presented for system design and performance analysis of resource allocation. We provide a high-level overview of how each metric is coupled with specific mathematical tools, specifically in satellite networking. State-of-the-art schemes are focused on cross-layer optimization and on-board processing (OBP) satellites, and further directions are suggested for mobility support at high frequency and the integration with terrestrial networks.

key words: Resource allocation, Performance metrics, Mathematical tools, Satellite networks.

1. Introduction

nel conditions, connectivities between users and servers in satellite networks are changing randomly (or at least pseudo-randomly), which makes the problem more complicated. Also, the error rate is higher and more bursty in general than in wireline communications. Thus, the metrics and mathematical tools used in the terrestrial network may not be applied directly to satellite cases. A modified or new approach is needed for the optimum performance in different topological environments.

In this paper, we provide a survey of the resource allocation problem in satellite data networks. We present metrics and mathematical tools widely used for resource allocation and user scheduling. The metrics of our interests are maximum throughput, fairness, system stability, and multiple objective optimization, and the mathematical tools discussed in this paper are utility maximization, convex optimization, Lyapunov stability, and game theory. Our main

<게재 논문 Lists>

번호	논문명	저자명	저널명	일시	국내/국제
01	UDP 터널링 기반 3-segment splitting PEP 설계 및 구현	박만규, 오덕길	한국통신학회 하계학술대회	2016.06.23	국내
02	TFRC에 기반한 적응형 AL-FEC에 관한 연구	김민혁, 오덕길	한국통신학회 하계학술대회	2016.06.23	국내
03	위성통신용 리턴링크 적응형 전송 기술에 대한 연구	유준규, 오덕길	한국통신학회 하계학술대회	2016.06.23	국내
04	듀얼모드(MF-TDMA/SCPC) VSAT 시스템	박만규, 오덕길	한국위성정보통신 학회	2016.08.25	국내
05	고신뢰도 UHD 방송서비스를 위한 MMT 기반 하이브리드 전송 시스템	박만규, 오덕길	ICTC 2016	2016.10.20	국내
06	강우 적응형 위성통신에서 고정 비트율 서비스 제공 기법	장대익, 신민수, 오덕길	한국국방기술학회 추계학술대회	2016.10.22	국내
07	최신 위성방송 규격의 저 복잡도 LDPC 복호기 구현에 관한 연구	김민혁, 오덕길	한국전자과학회 추계학술대회	2016.12.02	국내
08	Proposal of an Algorithm for an Efficient Forward Link Adaptive Coding and Modulation System for Satellite Communication	유준규, 오덕길, 김현호, 홍성용	Journal of Electromagnetic Engineering and Science	2016.4.30	국제
09	협력 LTE-D2D 기반 V2V 통신 성능 분석	이종근, 장대익	ICTC 2016	2016.10.20	국제

3) 기고서

번호	구분	기고서명	표준기고명	회의명	기고반영일	관련번호
1	국내	주파수 공유를 위한 Ku 대역 고정형 VSAT 안테나의 기술적 특성	TTA	PG805	2016.12.08	TTAK.KO-06.00 19/R3
2	국내	멀티미디어 재난구조 위성인프라 무선접속 규격 제정 방향 기술보고서	TTA	PG805	2016.12.15	2016PG805-038

정보통신단체표준(국문표준)
TTAK.KO-06.0019/R3 개정일: 2016년 12월 xx일

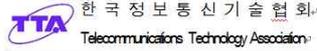
주파수 공유를 위한 Ku 대역 고정형 VSAT안테나의 기술적 특성

The Technical Characteristics of Fixed VSAT Antenna for Frequency Sharing in Ku-band



<별지 제9호 : 요령 제7조 관련>

위원회회의 기고서



문서번호: 2016PG805-038.
2016년 12월 15일

위원회명	PG805	(실무반명) 해다없음
문서종류	표준초안 (), Information (), Comments (), 기타 (O)	
출 처	한국전자통신연구원	
제 목	멀티미디어 재난구조 위성인프라 무선접속 규격 제정 방향	
작성 자	<성명> 장 대 익	<Tel> 042-860-5219
(Contact)	<직위> 책임연구원	<Fax> 042-860-6949
	<소속> 한국전자통신연구원	<E-mail> dchang@etri.re.kr
내용요약	본 문서에서는 2016년 TTA PG805의 신규과제로 채택된 "멀티미디어 재난구조 위성인프라 무선접속" 표준 규격 작성에 관한 사항으로서, 표준의 제목을 포함하여 내용 제정(개정) 방향을 제시한다.	
특허포함 유무	무	
저작권	본 문서의 저작권(copyright)은 TTA에 허여합니다.	
<이하 내용 기재>		

[위성 VSAT표준, TTA.KO-06.0019/R3]

[위성재난통신 규격 제정방안 기술보고서(2016PG805-038)]

4) 기술이전

번호	기술이전 내역	대상국명	대상기관명	이전일시	수입금액(백만원)
1	위성통신용 DVB-S2기반 변조기 기술	한국	(주)에이셋	2016.12	

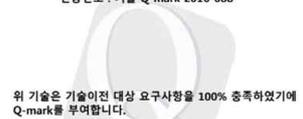
기술이전계획신청 상세

대안기술명	국문	위성통신용 DVB-S2기반 변조기 기술
	영문	DVB-S2 Modulator Technology for Satellite Communication
기술전수 책임자	[03950] 유준규 책임연구원 방송-미디어연구부 > 위성항공ICT연구부 > 위성방송통신연구실	
계획번호	4302-2016-00771	
작성자	유준규	작성일 2016-10-24
수용자(담당자)	윤주화 [윤주화]	수정일[연승일] 2016-11-08 [2016-10-27]

개발개요	내역 및 범위	사업개요	공동연구/유역	기술료/기술지도	기술자료	지적재산권	참여자	기술이전확약서	전수책임자변경내역	
이전기술에 대한 기술/상업 분야	전파방송위성									
이전기술연구기간	2016-01-01 ~ 2016-10-24 호른소스5W(055) 사용 이니오									
이전기술 개요	국문	가. 기술이전의 목적 및 필요성 - DVB-S2 표준기반의 위성통신 및 방송 전송기술 개발 - Ku/Ka 대역 위성중계기를 통한 장거리 고정데이터 통신 서비스 시장확대에 기여 나. 활용 방안 및 기대효과 - 고정궤도 위성을 이용한 DVB-S2 표준기반 위성통신 서비스를 제공할 수 있음. - 위성 IP기반 전송시스템을 활용한 방송서비스와 인터넷기반 전송시스템을 활용한 초고속 양방향 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 공공통신망 기술 확산 - 위성방송통신 전송기술의 대중화를 통해 공공성 위주의 위성통신시장이 민간영역까지 확대되어 위성통신시장의 활성화에 기여								
	영문	1. The purpose and necessity of technology - DVB-S2 standard development of satellite-based communications and broadcast transmission technology - High-speed bi-directional data communication services, contributing to market expansion through a Ku/Ka-band satellite transponder 2. Utilization and expected outcomes - It can provide the DVB-S2 based satellite communication service using a geostationary satellite. - High-speed bidirectional satellite IP-based transmission systems Internet services using the Internet-based service and a broadcast transmission system utilizing - With the popularity of satellite communications transmission technology it is expanding the market for satellite communications-oriented public service to the private sector contribute to the revitalization of the satellite communications market.								
이전기술 유통분야	국문	위성통신 및 방송								
	영문	Satellite Communication & Broadcasting Services								
	DVB-S2 표준 지침									

Q-mark 인증서

기술명 : 위성통신용 DVB-S2 기반 변조기
수행부서 책임자 : 오덕길
인증번호 : 기술 Q-mark 2016-088



위 기술은 기술이전 대상 요구사항을 100% 충족하였기에 Q-mark를 부여합니다.

2016. 10. 10.

한국전자통신연구원장



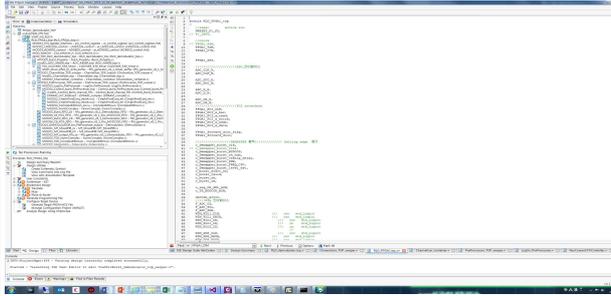
[기술이전 신청 내역]

[기술이전을 위한 Q-Mark]

5) 기술문서

번호	문서명	등록일	유형
01	위성재난통신 VSAT 중심국 리턴링크 복조 모듈 상세설계서	2016.12.13.	TDP
02	대역확산기술 변복조 알고리즘 분석서	2016.12.06.	TM
03	위성재난통신 시스템 형상관리 계획서	2016.12.01.	TDP
04	위성재난통신 시스템 사업프로세스	2016.12.01.	TDP
05	위성재난통신 시스템 시험계획서	2016.12.01.	TDP
06	TDMA_FDMA 능동형 자원할당 기법	2016.12.01.	TM
07	위성재난통신 시스템 요구사항 분석서	2016.12.01.	TDP
08	위성재난통신 시스템 요구사항 정의서	2016.12.01.	TDP
09	위성재난통신 시스템 규격서	2016.12.01.	TDP
10	위성통신용 DVB-S2 기반 변조기 요구사항 정의서	2016.10.17.	TM
11	위성통신용 DVB-S2 기반 변조기 시험절차결과서	2016.10.17.	TM
12	DVB-S2 변조기 상위설계서	2016.10.17.	TM
13	위성재난통신 시스템 상위설계서	2016.10.17.	TDP
14	TDMA/FDMA 최적화 알고리즘 분석서	2016.10.17.	TM
15	위성무선 연동시스템 상위 설계서	2016.12.15.	TDP
16	위성무선 연동시스템 상세 설계서	2016.12.15.	TDP
17	동적 자원관리 모듈 설계서(DRM)	2016.12.15.	TDP
18	리턴링크 복조 모듈 설계서(RLD)	2016.12.15.	TDP
19	단말국 STB 설계서(STB)	2016.12.15.	TDP

6) 연구시제품

순번	시제품명	형상(사진)
1	VSAT 테스트 베드 용 RLD 코드	 <p data-bbox="1034 707 1251 734">[RLD RTL ISE 화면]</p>
2	해상용 VSAT 안테나	 <p data-bbox="954 1099 1331 1126">[해상용 VSAT 일체형 안테나 형상]</p>
3	위성무선연동 모듈	 <p data-bbox="975 1603 1315 1630">[위성 PS-LTE 연동 모듈 형상]</p>

7) 위성재난통신 시스템 언론 홍보자료

- DVB-RCS2기반 위성재난통신 시스템 위성전송 시험 성공, 2016.05.13., KBS, MBC 등 4개 방송사, 전자신문 등 23개 신문사 보도
- 지상망 붕괴되도 위성통신 끊김없이 ‘빵빵’



8) 위성재난통신 시스템 시연(5건)

순번	시연기관	시연내용
1	육군본부('16.07.18 ~ 08.20)	2세대 VSAT 24H 운용 시험(적용형 전송, 영상통화, 인터넷 접속, 동영상 전송)
2	육군본부와 전방부대('16.08.31)	'16 을지훈련 기간 위성전송 시연(영상통화, 인터넷 포함 상용위성 운용성 검증 시험)  [참모총장 영상통화 시연(육본-전방부대)]
3	제주소방본부/육본@대전('16.09.21)	 [가반형 안테나 시연]
4	제주소방본부@제주('16.11.7~8)	제주소방본부에서 가반형 단말 위성전송 시연

		 <p data-bbox="938 656 1310 689">[가반형 안테나 설치 및 시연]</p>
5	<p data-bbox="280 790 730 875">군수사령부(군수사 및 보급부대 2곳) ('16.12.15~' 17.6.30)</p>	<p data-bbox="802 790 1422 875">천리안 통신위성 활용 2세대 VSAT 단말의 군수 재고 관리 적용시험</p>