##### Project Document

Project Design Brief

|  |  |
| --- | --- |
| Project Name | **차세대 위성통신 보안 시뮬레이터** |

13 조

202002561 조영민

202002546 임우진

202002493 박민서

지도교수: 장진수 교수님

Document Revision History

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Rev# | Date | Affected Section | Author |
| 1 | 2023/03/14 | 팀원 전체의 의견 수렴과 개요서 작성 | 임우진 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Table of Contents

[1. 프로젝트 주제 이름 5](#_Toc129092293)

[2. 대상 이해당사자 (stakeholder) 5](#_Toc129092294)

[3. 이해당사자의 고충(pain point) 또는 니즈(needs) 6](#_Toc129092295)

[4. 이해당사자의 이유 6](#_Toc129092296)

[5. 프로젝트 수행자의 의도 7](#_Toc129092297)

[6. 탐구 내용 및 기대 결과 8](#_Toc129092298)

[7. 프로젝트 관련 학습 계획 9](#_Toc129092299)

[8. 프로젝트 관련 현장방문 / 인터뷰 / 관찰 계획 9](#_Toc129092300)

List of Figure

그림 목차 항목을 찾을 수 없습니다.

# 프로젝트 주제 이름

**"차세대 위성통신 보안 시뮬레이터"**  
(Next Generation Satellite Communication Security Simulator)

# 대상 이해당사자 (stakeholder)

| **이해당사자** | **역할 및 참여 목적** |
| --- | --- |
| **위성 운영사** | 위성 시스템 보안성 시뮬레이션 및 원격 패치 체계 테스트 |
| **국방 기관** | 군사용 위성통신의 재밍/스푸핑 공격 시뮬레이션 및 대응 훈련 |
| **통신 서비스 사업자** | 6G-위성 통신 연동 서비스 시뮬레이션 |
| **연구기관** | 위성 통신 프로토콜 및 보안 알고리즘 성능 검증 |
| **교육기관** | 위성 통신 보안 교육 및 실습 환경 제공 |

# 이해당사자의 고충(pain point) 또는 니즈(needs)

1. **기존 시뮬레이터 한계**:
   * 채널 손상(전파 지연, 도플러 효과) 미반영으로 실제 환경 대비 신뢰도 낮음
   * 실시간 위성-지상국 통신 시뮬레이션과 보안 취약점 테스트 환경 부재
2. **보안 시뮬레이션 요구**:
   * 위성-지상국 링크 스푸핑, 재밍 등 다양한 공격 시나리오 시뮬레이션 필요
   * 암호화 키 관리 및 갱신 프로세스 테스트 환경 부족
3. **비용 및 접근성 문제**:
   * 실제 위성 환경 테스트의 높은 비용과 접근성 제한
   * 위성 하드웨어 의존 없이 소프트웨어로 다양한 시나리오 검증 필요

# 이해당사자의 이유

* **위성 운영사**:
  + 실제 발사 전 다양한 보안 시나리오 시뮬레이션으로 위험 최소화
  + 지상국-위성 간 키 교환 및 패치 프로세스의 안전성 사전 검증 필요
* **국방 기관**:
  + GPS 스푸핑 및 통신 재밍 공격 시뮬레이션을 통한 대응책 개발
  + 실제와 유사한 위성 통신 환경에서 운용자 훈련 필요
* **연구기관**:
  + 다양한 암호화 알고리즘 및 프로토콜의 위성 환경 적합성 연구
  + 위성 네트워크 보안 기술 개발 및 검증 환경 필요

# 프로젝트 수행자의 의도

1. **고정밀 위성 통신 환경 시뮬레이션**:
   * GNU Radio와 Gr-Leo 기반 LEO 위성 통신 채널 모델링
   * HackRF 2대를 활용한 **이중 주파수 분할 모드** 실제 RF 신호 시뮬레이션
   * 도플러 효과, 경로 손실, 대기 감쇠 등 우주 환경 요소 실시간 모델링
2. **통합 보안 시뮬레이션 환경**:
   * 위성-지상국 간 키 교환 및 OTAR 프로토콜 시뮬레이션
   * 다양한 공격 벡터(재밍, 스푸핑, 중간자 공격 등) 시뮬레이션 모듈
   * ARM TrustZone 기반 TEE 보안 환경 시뮬레이션 (QEMU 가상화)
3. **NASA 표준 기반 소프트웨어 시뮬레이션**:
   * NASA cFS(Core Flight System) 및 Ground System 통합 시뮬레이션
   * CCSDS 표준 준수 통신 프로토콜 시뮬레이션
   * 실제 위성 임무 시나리오 기반 시뮬레이션 프로파일

# 탐구 내용 및 기대 결과

**탐구 내용**

| **분야** | **세부 기술** | **시뮬레이션 접근법** |
| --- | --- | --- |
| **위성 채널**  **특성 분석** | 도플러 효과, 경로 손실, 대기/강우 감쇠 | Gr-Leo 모듈을 활용한 ITU 표준 기반 채널 모델링 및 시뮬레이션 |
| **보안 프로토콜**  **시뮬레이션** | OTAR, 키 교환 메커니즘, 암호화 성능 | QEMU 기반 OP-TEE 환경에서 TEE-REE 통신 시뮬레이션 |
| **공격 시나리오**  **모델링** | 재밍, 스푸핑, 중간자 공격, 키 탈취 | SDR 기반 공격 패턴 생성 및 영향 시뮬레이션 |
| **위성 버스**  **시스템 동작** | ADCS, EPS, CDHS 간 통신 및 취약점 | NASA cFS 기반 위성 서브시스템 시뮬레이션 및 취약점 분석 |

**기대 결과**

**1. 시뮬레이터 성능 메트릭:**

* 채널 모델링 정확도: 실제 LEO 위성 환경 대비 90% 이상 유사도
* 시뮬레이션 처리 성능: 최대 10개 동시 위성 노드 시뮬레이션
* 암호화/복호화 성능: 실제 환경 대비 1.2배 이내 처리 시간
* 키 교환 시뮬레이션: BER 10⁻⁶ 환경에서 85% 이상 패킷 복호화 성공률

**2. 검증된 시뮬레이션 모델:**

* ITU 권고안 준수 위성 채널 모델 라이브러리
* CCSDS 355.0-B-2 호환 보안 프로토콜 시뮬레이션 모듈
* 20가지 이상의 표준화된 공격 시나리오 템플릿

**3. 시뮬레이터 활용 성과:**

* 위성 통신 보안 취약점 사전 발견 및 대응책 검증
* 키 교환 프로토콜 성능 최적화 데이터
* 운영자 대응 훈련 효과 측정 지표

# 프로젝트 관련 학습 계획

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 학습할 내용 | 기간 | 역할 분담 |
| **GNU Radio 프로그래밍, HackRF 인터페이스** | 3월 | 조원 전체 |
| **CCSDS 표준, NASA cFS**  **아키텍처** | 3월 | 조원 전체 |
| **TEE 시뮬레이션,**  **암호화 알고리즘** | 4월 | 조원 전체 |
| **위성 채널 특성,**  **도플러 효과,**  **경로 손실** | 4월 | 조원 전체 |

# 프로젝트 관련 현장방문 / 인터뷰 / 관찰 계획

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 조사할 내용 | 기간 | 역할 분담 |
| **위성 지상국 운영자 및**  **엔지니어** | 미정 | 미정 |
| **위성 보안/ 우주기상 전문가** | 미정 | 미정 |
| **실제 위성 신호 모니터링** | 4월-5월 | 조원 전체 |