



인공위성 통신 보안 시뮬레이터

유스케이스 명세서

13조

팀원:

- 202002561 조영민
- 202002546 임우진
- 202002493 박민서



목차

1 INTRODUCTION

발표의 배경 및 개발 목표

2 USECASE DIAGRAM

시스템 구성 요소 간 상호작용 모델링

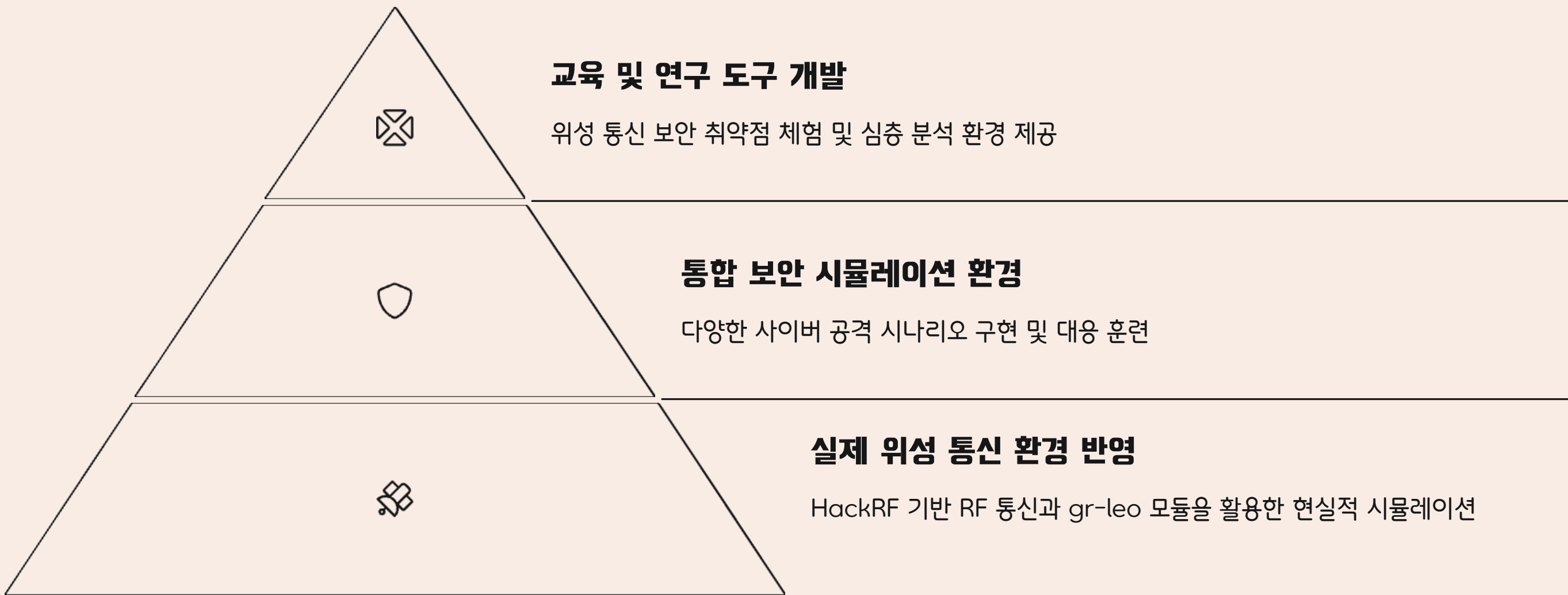
3 USECASE SPECIFICATION

각 기능별 요구사항 및 상세 프로세스

4 AI 도구 활용 정보

개발 과정에서의 AI 기술 적용 사례 및 성과

Introduction



현재 위성 통신은 상업 및 국방 분야의 핵심 인프라로 급속히 확산되고 있습니다. 그러나 기존 시뮬레이터들은 실제 통신환경의 물리적 현상과 보안 취약점을 종합적으로 반영하지 못하는 한계가 있어, 본 연구에서는 이러한 간극을 해소할 수 있는 통합 환경을 제안합니다.

Usecase Diagram



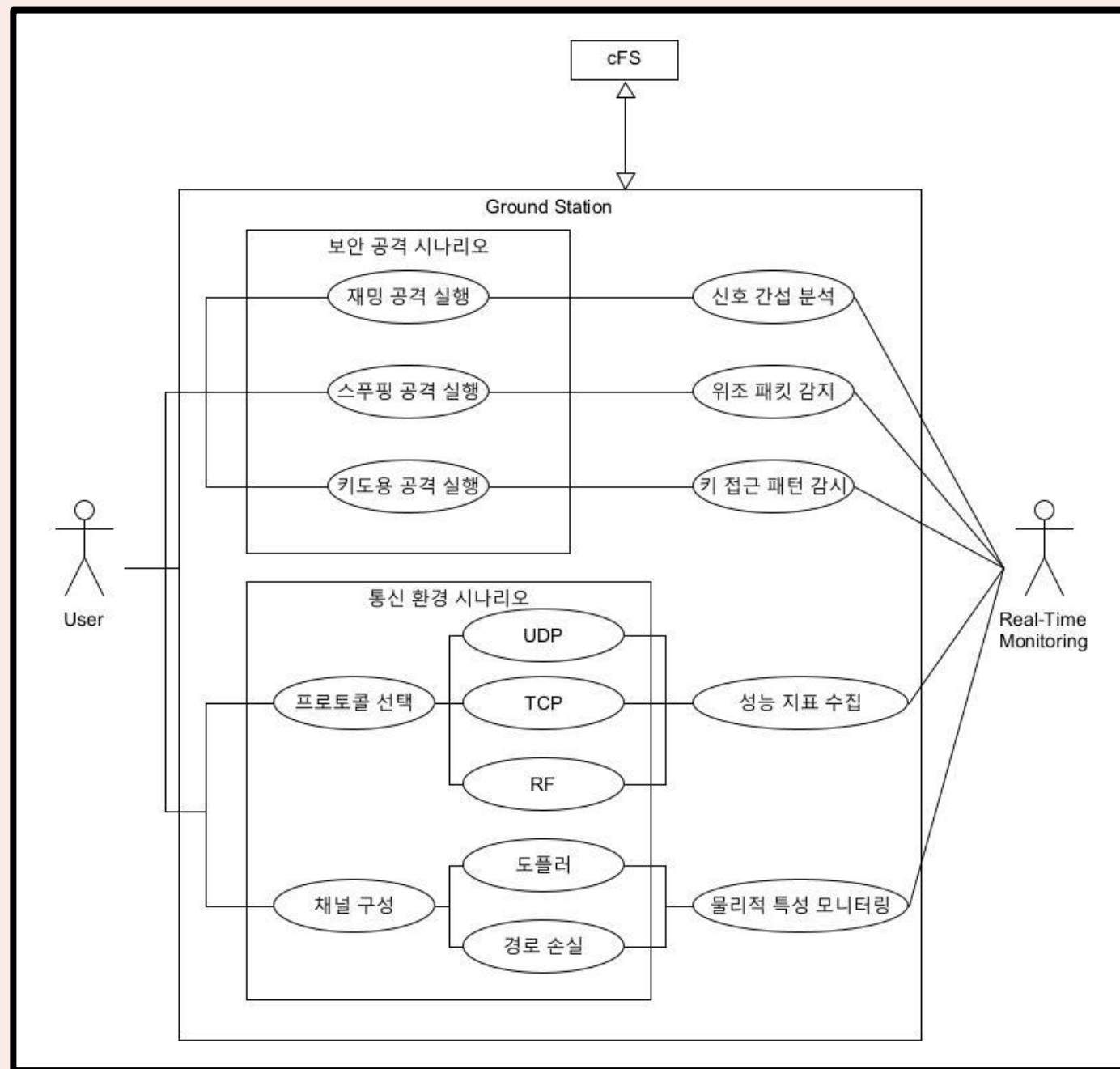
일반 사용자

모든 시뮬레이션 시나리오 실행 및 제어의 주체



실시간 모니터링

통신 데이터 흐름 및 보안 상태 실시간 분석 시스템



지상국

위성 통신 명령 전송 및 데이터 수신의 중추적 역할



cFS 컴포넌트

위성 미션 운영을 위한 확장 가능한 시뮬레이션 아키텍처

재밍 공격 실행



공격 파라미터 설정

주파수 대역폭 선택 및 전력 수준 최적화를 통한 RF 신호 간섭 환경 구성



공격 실행 및 모니터링

FFT 기반 실시간 스펙트럼 분석으로 간섭 패턴 확인 및 시간별 SNR 감쇠율 측정



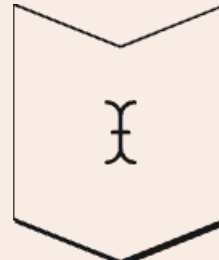
결과 분석

비트 오류율(BER) 변화 측정 및 통신 두절 시간 기반 취약점 심각도 평가 보고서 생성

ID: SA-01 | 사전조건: HackRF One 장비 2세트, Ubuntu 22.04 LTS 기반 가상머신 2대, GNU Radio 3.10 및 gr-leo 최신 모듈 설치 완료



스푸핑 공격 실행 프로세스



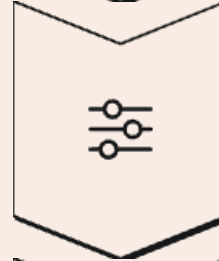
위성 식별자 및 명령 파라미터 설정

스푸핑할 위성 신호의 핵심 속성 및 데이터 구조 정의



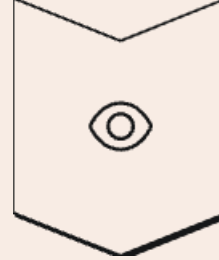
위조 텔레메트리 패킷 생성

표준 동기화 마커 0x1ACFFC1D 패턴 및 체크섬 알고리즘 적용



신호 전력 및 타이밍 최적화

정상 위성 신호 대비 3-6dB 높은 전력으로 전송 설정



지상국 시스템 응답 분석

명령 수락/거부 패턴 및 재인증 프로토콜 작동 방식 기록

ID: SA-02 | 사전조건: cFS 텔레메트리 패킷 구조 역공학 분석 완료, RF 프론트엔드 교정 및 기본 통신 세션 정상 확립

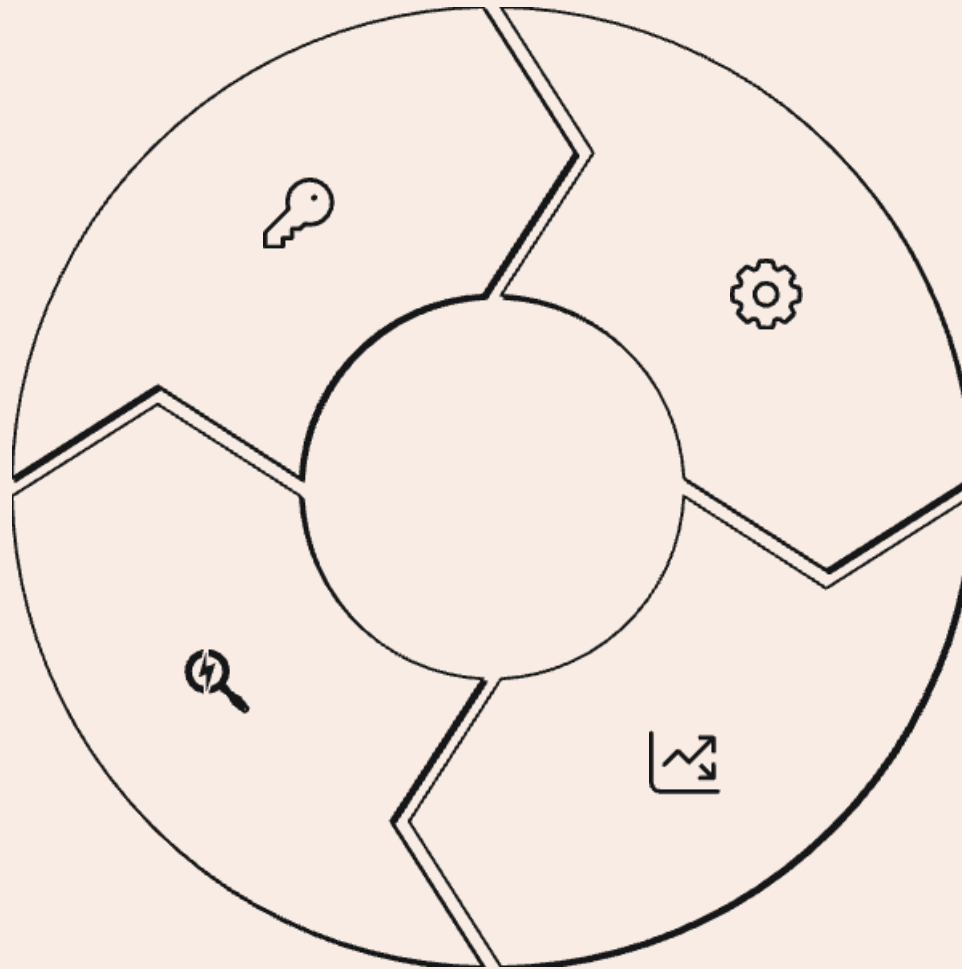
키 도용 공격 실행

공격 대상 키 유형 선택

세션 키(일시적) 또는 인증 키(장기적) 중 취약성 분석 후 최적 타겟 선정

탐지 시스템 반응 관찰

침입 탐지 시스템(IDS)의 경고 패턴 분석 및 대응 메커니즘 효율성 평가



공격 방식 선택

중간자 공격, 사이드 채널 분석, 메모리 덤프 또는 브루트포스 기법 중 결정

키 유출 임계값 설정

시스템 알람 회피를 위한 점진적 데이터 추출 속도 및 볼륨 최적화

ID: SA-03 | 사전조건: 핸드셰이크 프로토콜 설정 완료, 암호화 키 교환 세션 활성화, 실시간 키 모니터링 도구 구성 완료

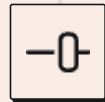


통신 프로토콜 선택



프로토콜 유형 결정

UDP/TCP/RF 프로토콜 중 임무 요구사항에 적합한 유형 선정



패킷 구조 및 대역폭 최적화

512B-2048B 패킷 크기 조정, 1-20MHz 대역폭 할당



성능 테스트 수행

실시간 데이터 처리량, 지연 시간, 패킷 손실률 종합 분석



프로토콜 성능 평가

처리량, 안정성, 오류 복구 능력 기반 최적 프로토콜 선정

ID: COM-01 | 사전조건: 네트워크 스택 초기화 완료, 테스트 파일 준비, 프로토콜별 기준 성능 데이터 수집 완료



채널 모델링

궤도 설정

- 궤도 고도: 300-1000km 범위 최적화
- 이심률 및 경사각 파라미터 정밀 설정
- 시간별 궤도 변화 시뮬레이션 구간 지정

주파수 설정

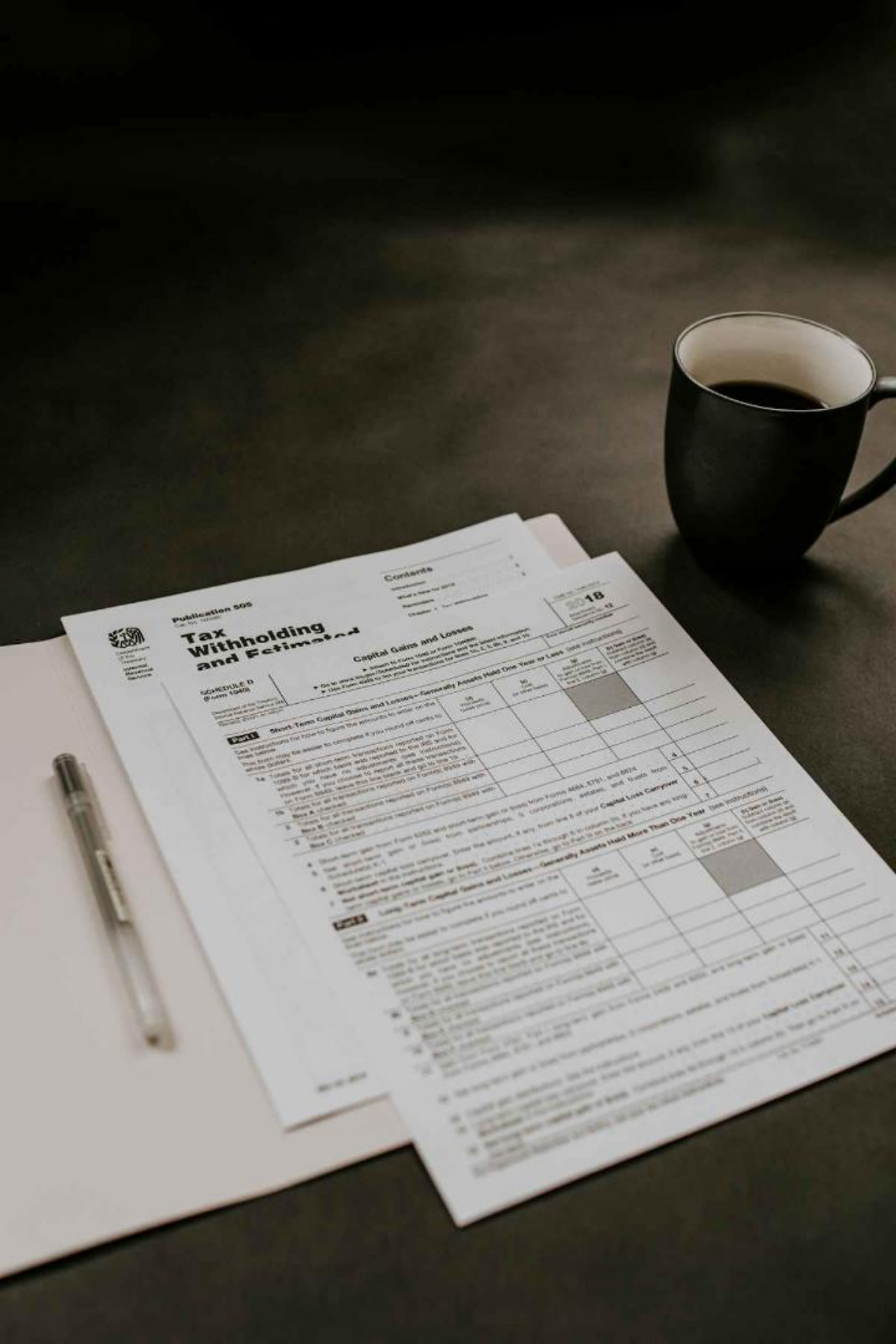
- UHF/VHF/S-Band 주파수 대역 선택
- 송수신 안테나 이득 및 패턴 구성
- 송신 전력 레벨 및 마진 최적화

채널 효과

- 상대 속도에 따른 도플러 시프트 분석
- 자유 공간 및 다중 경로 손실 계산
- 대기 조건에 따른 신호 감쇠 모델링

AI 도구 활용 정보

활용 AI 도구	GPT-4.0, Claude 3.7 Sonnet, Perplexity
적용 목적	문서 구조 최적화, 사례 분석 리서치, 유스케이스 명세서 체계화
핵심 프롬프트	"유스케이스 명세서 표준 템플릿 제안" 외 2건
주요 적용 영역	유스케이스 다이어그램 최적화, 명세서 표준 템플릿 구현
수작업 과정	프로젝트 특화 용어 정제, 기술적 정확성 검증 및 내용 보강





감사합니다

5

유스케이스 분석

시나리오별 상세 명세

3

보안 위협 시나리오

신호 재밍, 스푸핑, 키 도용

2

통신 핵심 기능

프로토콜 선택, 채널 모델링