
Usecase Specification Document

Project Name	Fuzz Testing을 통한 위성 SW 분석
-----------------	---------------------------

05 조

202002473 김승혁

201902733 이정윤

202002699 조민기

지도교수: 이성호 교수님 (서명)

Document Revision History

REV#	DATE	AFFECTED SECTION	AUTHOR
1	2025/04/09	초안 작성	김승혁
2	2025/04/11	다이어그램 추가	김승혁

Table of Contents

INTRODUCTION.....	5
1.1. 연구 배경	5
1.2. 연구 목적	5
1.3. 연구 질문/ 가설	5
USECASE DIAGRAM	6
1.4. 소프트웨어의 사용 사례 DIAGRAM	6
1.5. 문제 해결에 대한 사용 사례 DIAGRAM	7
USECASE SPECIFICATION.....	8
1.6. 소프트웨어 활용 사례	8
1.7. 문제 해결에 대한 사용 사례	8
2. AI 도구 활용 정보.....	9

List of Figure

그림 1 FUZZER 적용 시스템	6
그림 2.....	7

Introduction

1.1. 연구 배경

최근 저비용 위성 발사와 소형 위성 기술의 발전으로 우주 산업의 문턱이 낮아지면서, NASA의 fprime과 같은 오픈소스 위성 비행 소프트웨어의 활용이 증가하고 있다. fprime은 컴포넌트 기반 아키텍처와 직접 통신(fpp) 방식을 특징으로 하며, 소형 위성 개발에 적합하지만, 검증 사례나 특화된 테스트 도구가 부족하다. 특히, 퍼징(Fuzzing)은 예기치 않은 입력값으로 소프트웨어의 잠재적 결함을 발견하는 효과적인 테스트 기법이지만, fprime의 고유 특성과 컴포넌트 기반 설계를 고려한 퍼징 연구는 초기 단계 수준이다. 따라서 위성 비행 소프트웨어에 특화된 효과적인 퍼징 전략을 연구하는 것이 중요한 과제가 된다.

1.2. 연구 목적

본 연구의 목적은 fprime 위성 비행 소프트웨어 환경에서 다양한 퍼징 도구들의 성능을 비교 분석하고, fprime의 특성을 고려한 효과적인 퍼징 적용 전략을 제시하는 것입니다. 특히, 위성 SW 개발자의 결함 탐지 문제를 해결하거나, 퍼징 기법의 효과성을 검증함으로써 실용적 기여를 목표로 합니다. 이를 통해 위성 SW의 신뢰성 검증을 강화하고, 초기 단계에서 잠재적 결함을 발견할 가능성을 높이고자 합니다.

1.3. 연구 질문/ 가설

본 연구는 다음과 같은 연구 질문에 답하고자 한다:

- RQ1.
fprime 위성 비행 소프트웨어 환경에서 다양한 퍼징 도구를 활용한 결함 탐지 활동이 기존의 테스트 방식에 비해 결함 탐지율에 어떠한 영향을 미치는가?
- RQ2.
퍼징 도구의 유형(예: Coverage-Guided, Generation-Based)이 fprime의 컴포넌트 기반 아키텍처와 통신 방식(fpp)에 따라 결함 탐지 성능에서 어떤 구체적인 차이를 보일 것인가?

본 연구는 다음과 같은 가설을 설정할 수 있다:

- H1.
fprime 환경에서 제안하는 퍼징 전략을 활용한 결함 탐지 활동이 기존의 테스트 방식보다 결함 탐지율을 유의미하게 향상시킬 것이다.
- H2.
Generation-Based 퍼징 도구는 fprime의 컴포넌트 간 통신 방식(fpp)을 고려할 때, 더 높은 상태 탐색 능력과 결함 탐지 성능을 보일 것이다.

Usecase Diagram

1.4. 소프트웨어의 사용 사례 Diagram

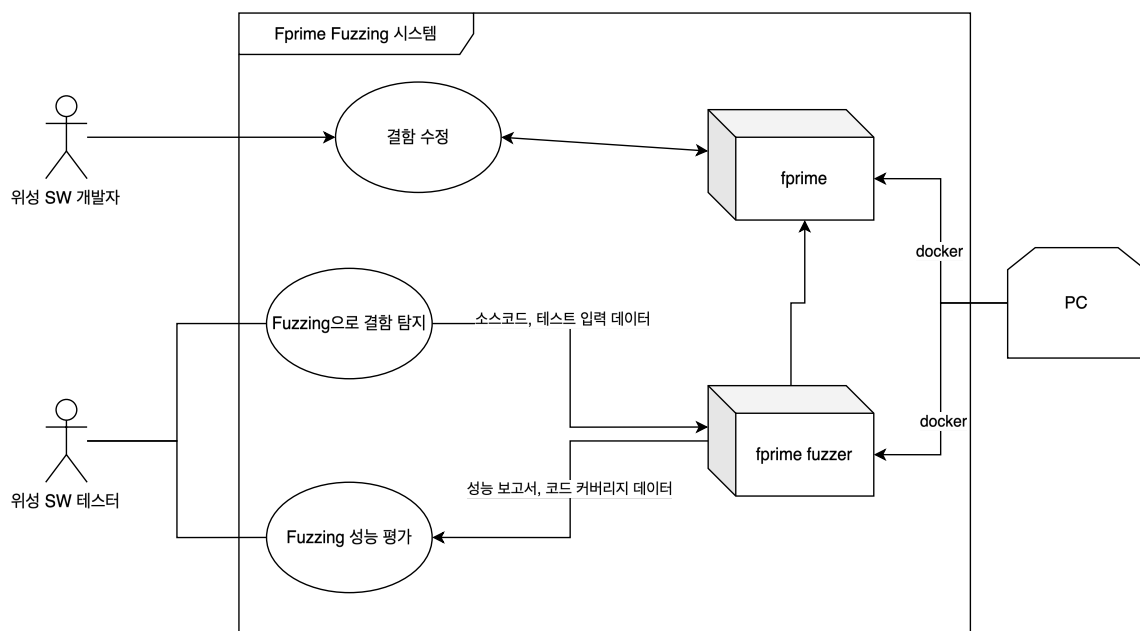


그림 1 Fuzzer 적용 시스템

1.5. 문제 해결에 대한 사용 사례 Diagram

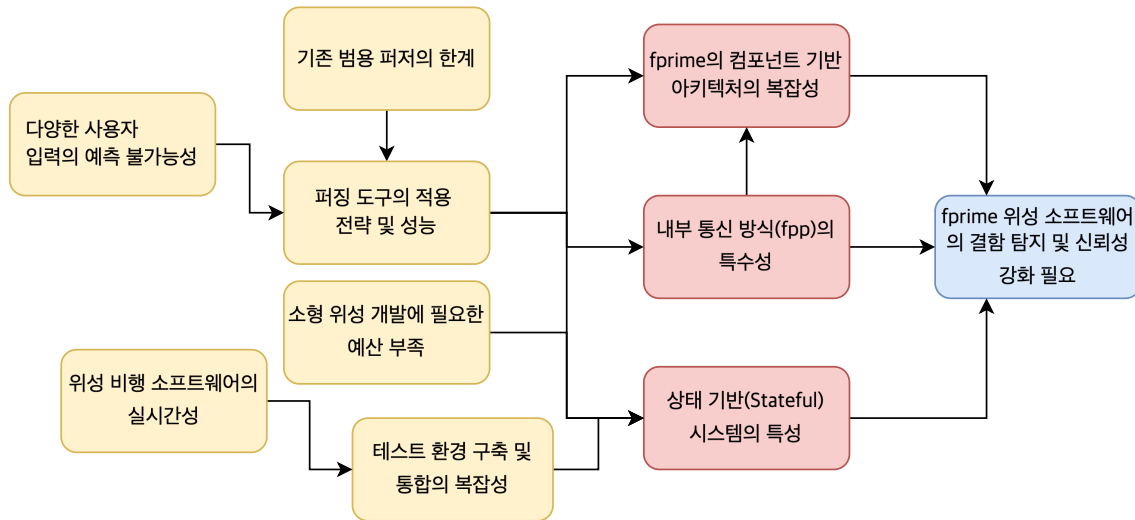


그림 2

Usecase Specification

1.6. 소프트웨어 활용 사례

주요 Actor	위성 소프트웨어 개발자, 테스트 엔지니어
주요 기능 구성 요소	- 퍼징 도구를 활용한 위성 소프트웨어의 결함 탐지 - fprime 환경에서 퍼징 도구의 성능을 평가하고 최적화
입/출력 데이터	입력 데이터: 위성 소프트웨어의 소스 코드, 테스트 입력 데이터 출력 데이터: 결함 탐지 보고서, 코드 커버리지 데이터
데이터 Flow	1) 위성 소프트웨어의 소스 코드가 퍼징 도구에 입력됨 2) 퍼징 도구가 다양한 입력을 생성하여 소프트웨어를 테스트 3) 결함 탐지 결과와 코드 커버리지 데이터가 생성됨
외부 시스템 연계	웹 클라우드 서비스(AWS 등)를 통한 테스트 자동화

1.7. 문제 해결에 대한 사용 사례

핵심 문제	fprime 위성 소프트웨어의 결함 탐지 및 신뢰성 강화 필요
직접 요인	fprime의 컴포넌트 기반 아키텍처의 복잡성 내부 통신 방식(fpp)의 특수성 상태 기반(Stateful) 시스템의 특성
간접 요인	퍼징 도구의 적용 전략 및 성능 기존 범용 퍼저의 한계 다양한 사용자 입력의 예측 불가능성 테스트 환경 구축 및 통합의 복잡성 위성 비행 소프트웨어의 실시간 성 소형 위성 개발에 필요한 예산 부족
활용 맥락	위성 발사 전 지상 테스트에서의 결함 탐지 및 수정 소프트웨어 신뢰성 검증을 위한 초기 단계에서의 테스트 적용

2.AI 도구 활용 정보

사용 도구	Claude 3.7, GPT-4o
사용 목적	문장 흐름 보조
프롬프트	<ul style="list-style-type: none"> ● 오타 수정해줘 ● 가설 문장을 다듬어줘
반영 위치	1. 1.3 연구 질문 목록
수작업	있음(논리 보강, 사례 교체 등)
수정	