

스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크 개발을 위한 사용자/시스템 요구사항 분석

조든솔, 김동연, 김재현, 신길중, 김원태*

한국기술교육대학교

{whemsth123, bk077711, haha3586, home05296, wtkim}@koreatech.ac.kr

Analysis of User/System requirements for developing the smart edge device reliability verification framework

Deun-Sol Cho, Dongyeon Kim, Jaeheon Kim, GillJong Shin, Won-Tae Kim*

KOREATECH University

요 약

본 논문에서는 가상 시험 환경 기반 스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크의 개발을 위한 선행 작업으로써 사용자 요구사항을 도출하고, 이를 기반으로 시스템 요구사항 분석한다. 사용자 인터페이스 및 기능 요구사항은 가상 시험 환경 기반 스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크의 직/간접적 사용자를 위해 도출된다. 시스템 인터페이스 및 기능 요구사항은 사용자 요구사항을 가상 시험 환경 기반 스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크에 반영하기 위해 분석된다.

I. 서 론

스마트 엣지 디바이스란 지능형 로봇 청소기, 자율 비행 로봇 등과 같이 초경량 인공지능 기술을 기반한 응용 SW를 통해 단말기 자체에서 지능형 서비스를 자체적으로 제공하는 시스템이다. 이러한 스마트 엣지 디바이스는 사람의 삶에 밀접하게 연관되어 있어 오동작 발생 시 사람에게 큰 해를 끼칠 수 있다[1]. 따라서, 사고를 미연에 방지하기 위해서는 스마트 엣지 디바이스의 지능형 응용 SW에 대한 신뢰성(Reliability: 주어진 환경 내에서 실패 없이 의도된 기능을 일관되게 수행할 수 있는 능력)을 검증하는 것이 필수적이다.

본 논문에서는 스마트 엣지 디바이스의 신뢰성 검증을 지원하는 스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크[2] 개발 시 참조할 수 있도록 사용자 요구사항을 도출하고, 이를 기반으로 시스템 요구사항을 분석한다.

II. 본론

1) 사용자 요구사항 도출

스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크의 사용자는 스마트 엣지 디바이스를 기반으로 응용 SW를 개발하는 벤더, 학생들에게 스마트 엣지 디바이스 응용 SW 개발 강의를 진행하는 교수 혹은 학생 등이 될 수 있다. 본 논문에서는 스마트 엣지 디바이스 검증 프레임워크에 대한 수요자들과의 회의를 통해 사용자 인터페이스/기능 요구사항을 각각 표 1, 표 2와 같이 도출하였다.

ID	Description
UIR.1	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW 시험을 위한 외부 인터페이스를 제공해야 한다
UIR.2	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW 시험을 위한 외부 인터페이스를 제공해야 한다
UIR.3	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스의 표준 정합성 검증을 위한 외부 인터페이스를 제공해야 한다
UIR.4	프레임워크는 사용자가 검증 기능(정합성 검증, 단위 기능/성능 시험, 통합 기능/성능 시험)을 선택할 수 있도록 사용자 인터페이스를 제공해야 한다

표 1. 사용자 인터페이스 요구사항(UIR) 상세

ID	Description
UFR.1	사용자는 프레임워크로 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW에 대한 신뢰성 시험을 요청할 수 있어야 한다
UFR.2	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW에 대한 신뢰성 시험을 수행할 수 있어야 한다
UFR.3	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW에 대한 신뢰성 시험 결과를 출력할 수 있어야 한다
UFR.4	프레임워크는 사용자가 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW 개발 시 고려하지 못한 정적 테스트 케이스를 생성할 수 있어야 한다
UFR.5	사용자는 프레임워크로 스마트 엣지 디바이스 응용 SW에 대한 표준 정합성 검증을 요청할 수 있어야 한다
UFR.6	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 응용 SW에 대한 표준 정합성을 검증할 수 있어야 한다
UFR.7	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 응용 SW에 대한 표준 정합성 검증 결과를 출력할 수 있어야 한다
UFR.8	사용자는 프레임워크로 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW에 대한 의도된 기능 안전성(SOTIF) 시험을 요청할 수 있어야 한다
UFR.9	프레임워크는 실제와 유사한 운영 환경에서 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW에 대한 의도된 기능 안전성을 시험할 수 있어야 한다
UFR.10	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW에 대한 의도된 기능 안전성 시험 결과를 출력할 수 있어야 한다
UFR.11	프레임워크는 사용자가 개발한 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW에 대해 대응하지 못하는 동적 시험 시나리오를 생성할 수 있어야 한다
UFR.12	프레임워크는 사용자에게 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW 시험 결과를 시각화할 수 있어야 한다
UFR.13	사용자는 프레임워크의 시험 및 검증 기능을 선택하여 실행할 수 있어야 한다

표 2. 사용자 기능 요구사항(UFR) 상세

2) 시스템 요구사항 분석

시스템 요구사항은 사용자 요구사항을 개발하고자 하는 스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크에 반영하기 위해 2가지로 구성된다. 첫째로, 표 3에서 기술한 바와 같이 스마트 엣지 디바이스 검증 프레임워크의 주요 사용자와 시스템 내/외부의 구체적인 통신 방법 등 시스템 인터페이스 요구사항이다. 둘째는, 표 4에서 기술한 바와 같이 단위/통합 응용 SW의 신뢰성 시험, 정합성 검증 등의 기능을 수행하기 위한 시스템 동작이 상세하게 기술된 시스템 기능 요구사항이다.

각각의 시스템 요구사항은 사용자 요구사항에 밀접한 관계를 맺고 있으며, 하나의 사용자 요구사항에 대하여 하나 이상의 시스템 요구사항이 대응된다. 만약 사용자 요구사항이 변경된다면, 시스템 요구사항 또한 그에 맞게 조정되어야 한다.

ID	Description	REF ID
SIR.1	프레임워크는 단위 시험 테스트 케이스를 스마트 엣지 디바이스로 전송하기 위한 Socket 통신 인터페이스를 제공해야 한다	UIR.1
SIR.2	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW의 추론 결과를 수신하기 위한 Socket 통신 인터페이스를 제공해야 한다	UIR.1
SIR.3	프레임워크는 통합 시험 시뮬레이션 데이터(스마트 엣지 디바이스 센서, 상태 정보)를 스마트 엣지 디바이스로 전송하기 위한 Pub/Sub 미들웨어 인터페이스를 제공해야 한다	UIR.2
SIR.4	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW의 추론 결과를 수신하기 위한 Pub/Sub 미들웨어 인터페이스를 제공해야 한다	UIR.2
SIR.5	프레임워크는 정합성 검증 표준 정보 수집을 위한 XML Script 업로드 인터페이스를 제공해야 한다	UIR.3
SIR.6	프레임워크는 사용자가 설계한 스마트 엣지 디바이스 개발 명세 정보를 수집할 수 있는 XML Script 업로드 인터페이스를 제공해야 한다	UIR.3
SIR.7	프레임워크는 사용자가 검증 기능을 선택할 수 있도록 Web 기반 GUI를 제공해야 한다	UIR.4
HIR.1	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스와 연동하기 위한 이더넷 인터페이스를 제공해야 한다	UIR.1, UIR.2

표 3. 소프트웨어/하드웨어 인터페이스 요구사항 상세

ID	Description	REF ID
SFR.1	프레임워크는 사용자의 스마트 엣지 디바이스 응용 SW 신뢰성 시험 요청을 확인할 수 있어야 한다	UFR.1
SFR.2	프레임워크는 데이터 레포지토리의 테스트 케이스들을 불러올 수 있어야 한다	UFR.2
SFR.3	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW 시험에 적합한 테스트 케이스를 샘플링 할 수 있어야 한다	UFR.2
SFR.4	프레임워크는 단위 응용 SW 시험을 위해 샘플링된 테스트 케이스를 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW로 전송할 수 있어야 한다	UFR.2
SFR.5	프레임워크는 테스트 케이스에 대한 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW의 추론 결과를 수집할 수 있어야 한다	UFR.2
SFR.6	프레임워크는 수집한 추론 결과와 테스트케이스 label 값을 비교하여 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW의 성능 평가를 수행할 수 있어야 한다	UFR.2
SFR.7	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW의 성능 평가 결과를 데이터 레포지토리의 시험 결과 DB로 저장할 수 있어야 한다	UFR.2
SFR.8	프레임워크는 단위 응용 SW에 대한 시험을 완료한 이후 시험 결과를 그래프를 기반으로 정량적으로 시각화할 수 있어야 한다	UFR.3
SFR.9	프레임워크는 테스트 케이스에 대해 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW의 오동작을 유도하도록 노이즈를 생성 및 학습시킬 수 있어야 한다	UFR.4
SFR.10	프레임워크는 생성된 노이즈를 기 확보된 테스트 케이스와 정합하여 오동작 유도 테스트 케이스를 생성할 수 있어야 한다	UFR.4
SFR.11	프레임워크는 생성된 오동작 유도 테스트 케이스를 스마트 엣지 디바이스 단위 응용 SW로 전송할 수 있어야 한다	UFR.4
SFR.12	프레임워크는 생성된(최종 학습 완료된) 오동작 유도 테스트 케이스를 데이터 레포지토리의 테스트 케이스 DB에 저장할 수 있어야 한다	UFR.4
SFR.13	프레임워크는 사용자의 스마트 엣지 디바이스 응용 SW 정합성 검증 요청을 확인할 수 있어야 한다	UFR.5
SFR.14	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 응용 SW 개발 표준 데이터를 기반으로 정합성 검증 지식과 규칙을 추출할 수 있어야 한다	UFR.6
SFR.15	프레임워크는 추출된 검증 규칙을 데이터 레포지토리의 정합성 검증 지식베이스로 저장할 수 있어야 한다	UFR.6
SFR.16	프레임워크는 인터페이스 및 SW 연동 규격에 대한 지식을 데이터 레포지토리의 인터페이스 규격, SW 연동 규격 DB에 저장할	UFR.6

	수 있어야 한다	
SFR.17	프레임워크의 정합성 검증 지식베이스는 인터페이스 규격, SW 연동 규격 DB를 참조할 수 있어야 한다	UFR.6
SFR.18	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 개발 명세 정보를 전처리하고 전처리된 데이터를 지식베이스로 쿼리할 수 있어야 한다	UFR.6
SFR.19	프레임워크는 출력된 검증 결과를 데이터 레포지토리의 정합성 검증 결과 DB에 저장할 수 있어야 한다	UFR.6
SFR.20	프레임워크는 사용자가 개발한 스마트 엣지 디바이스 응용 SW에 대해 표준 정합성 검증 결과를 출력할 수 있어야 한다	UFR.7
SFR.21	프레임워크는 사용자의 스마트 엣지 디바이스 응용 SW에 대한 의도된 기능 안전성(SOTIF) 시험 요청을 확인할 수 있어야 한다	UFR.8
SFR.22	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW를 시험할 때 데이터 레포지토리의 기능/시험 시나리오 DB에서 시험 시나리오를 불러올 수 있어야 한다	UFR.9
SFR.23	프레임워크는 불러온 시험 시나리오를 통해서 가상시험 환경의 설정을 변경하고 시험 시나리오를 제어할 수 있어야 한다	UFR.9
SFR.24	프레임워크의 가상시험 환경은 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW와 연동되어 동시 시뮬레이션을 수행할 수 있어야 한다	UFR.9
SFR.25	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스의 안전성 평가는 가상 시험 환경에서의 스마트 엣지 디바이스 운영 정보를 기반으로 한다	UFR.9
SFR.26	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW의 시험 결과를 데이터 레포지토리의 시험 결과 DB로 저장할 수 있어야 한다	UFR.9
SFR.27	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW의 매 시간 단계별 시험 경과를 정량적으로 출력할 수 있어야 한다	UFR.0
SFR.28	프레임워크는 가상시험 환경 내 스마트 엣지 디바이스 외의 객체(외부 객체)를 제어할 수 있어야 한다	UFR.9, UFR.11
SFR.29	프레임워크는 인공지능을 기반으로 외부 객체를 제어하여 스마트 엣지 디바이스가 대응하기 어려운 시험 시나리오를 생성할 수 있어야 한다	UFR.11
SFR.30	프레임워크는 시험 시나리오가 정상적으로 동작하는지 확인할 수 있어야 한다	UFR.11
SFR.31	프레임워크는 생성된 시나리오를 데이터 레포지토리의 시험 시나리오 DB로 저장할 수 있어야 한다	UFR.11
SFR.32	프레임워크는 스마트 엣지 디바이스 통합 응용 SW의 최종 시험 결과를 그래프를 기반으로 출력(시각화)할 수 있어야 한다	UFR.12
SFR.33	프레임워크는 사용자가 선택한 기능에 대해서 실행할 수 있어야 한다	UFR.13

표 4. 시스템 기능 요구사항 상세

III. 결론

본 논문에서는 스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크의 개발 참조를 위해 스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크의 사용자 요구사항(인터페이스, 기능)을 도출하고, 이를 기반으로 시스템 요구사항(인터페이스, 기능)을 분석하였다. 본 논문에서 명시된 시스템 요구사항은 스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크의 설계, 구현, 시험에 이르는 개발 전 과정에서 참조되며, 추후 사용자 요구사항 변동 및 시스템 요구사항 반영 가능 여부에 따라 변경될 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 스마트엣지디바이스기술개발사업(2022-0-00454)의 지원으로 수행되었음

참 고 문 헌

- [1] Cho, Deun-Sol, et al., "Autonomous driving system verification framework with FMI co-simulation based on OMG DDS," 2020 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE). 2020.
- [2] 조든솔, et al., "가상 시험 환경 기반 스마트 엣지 디바이스 신뢰성 검증 프레임워크," 한국통신학회 하계학술대회논문집 pp. 323-324, 2022.