

KCC 2018

2018년 6월 20일(수) ~ 22일(금),
제주국제컨벤션센터 (ICC JEJU)

지능형 교통시스템의 사이버물리 시스템을 위한 요구사항 추적 모델 및 지원 도구

김의섭, 김민우, 유준범
(atang34@Konkuk.ac.kr)

건국대학교
(Dependable Software Laboratory)

Introduction

사이버 물리 시스템 (CPS – Cyber Physical System)

- 현실 세계의 다양한 물리, 화학 및 기계공학적 시스템(physical systems)을 컴퓨터와 네트워크(cyber systems)를 통해 → 자율적, 지능적으로 제어하는 시스템 - 네이버 백과사전
- **멀티도메인**: 다양한 개발 프로세스, 다양한 모델링 언어, 검증 기법 존재

요구사항 추적 및 관리 필요

- 개발의 Correctness & Consistency 를 위해 요구사항 추적 및 관리 필요

방법 및 지원도구

- 요구사항 추적을 위한 추적 모델 & 아키텍처 모델
- 요구사항 추적성 가시화 도구 & 추적성 기반 분석 기능 추가

사이버 물리 시스템의 요구사항

CPS 란?

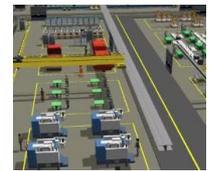
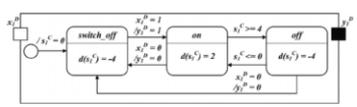
- 물리세계와 사이버 세계와의 융합을 추구
- 지속적으로 일어나는 변화에 능동적으로 대응 → 자율적, 지능적 제어 (새로운 특성과 능력)

Traditional Requirement

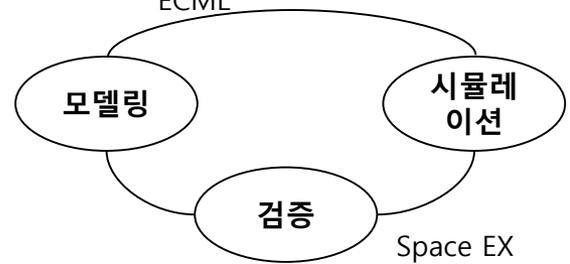
Functionality에 집중

- Continuous system 을 어떻게 모델링 하고 검증 할 것 인가?

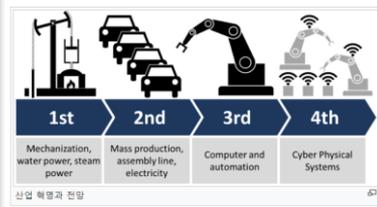
물리(Physical) 환경 : 시간의 흐름에 초점



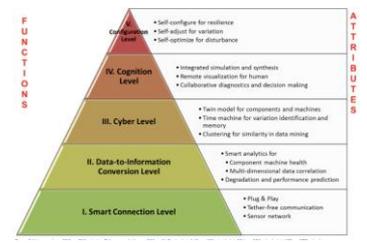
DEVS & DESS
ECML



Space EX
HyTech



Industrial 4.0



5C architecture

Advanced Requirement

새로운 특성과 능력: 자율적, 지능적 제어

기존 system의 기능 + 제어

- Prediction and Decision, Response, Self-Configuration, Human communication etc...
- EX) 최적 에너지 제어, 고효율 토로 통제



Self-Configuration
Human interaction
Digital Twin
Data 저장/관리
Data 획득

멀티 도메인
사이버/물리
/Continuous
/Discrete

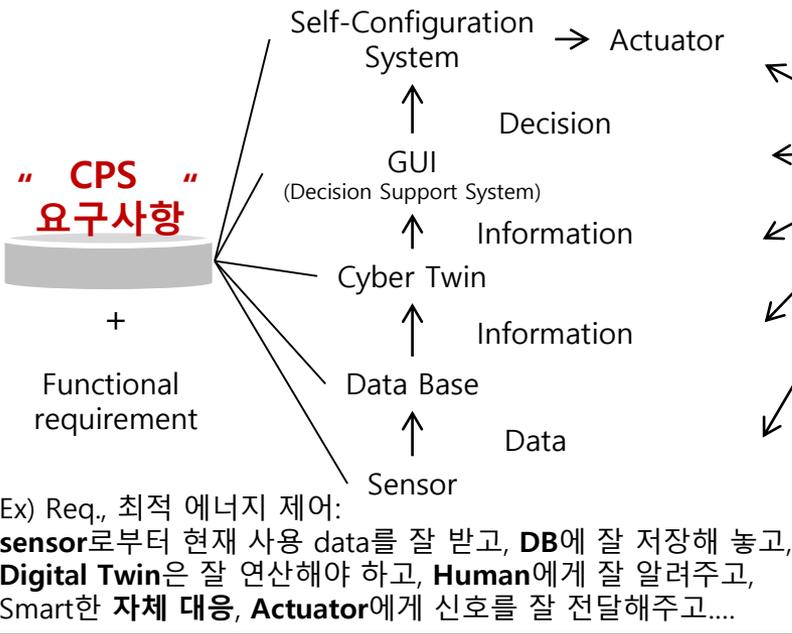
요구사항 추적의 필요성 (in CPS)

CPS의 특징

멀티도메인으로 구성 (EX,. Physical asset, SW, HW (IC), Continuous & Discrete system, etc.)

- 다양한 개발 프로세스, 다양한 모델링 언어, 검증 기법 존재
- CPS의 변경 발생: CPS의 복잡성, 가변성, 이종간의 협업

멀티 도메인의 컴포넌트로 구현



시스템의 변경

“ CPS ”
요구사항

개발

아키텍처 모델링,
 디자인 모델링,
 코드 생성,
 시스템 합성,
 검증



CPS 환경의 특징

가변성/다양성/복잡성
 이기종 시스템 간의 협업
 / 다이내믹 환경

CPS의 특징 상 시스템의 다양한 변경이 수반됨

요구사항 추적 목적: 개발의 일관성 유지
 요구사항 및 기술에 변경에 따른 대응

개발의 완전성
 (Completeness)

CPS의
 ← 요구사항 관리 필요 →

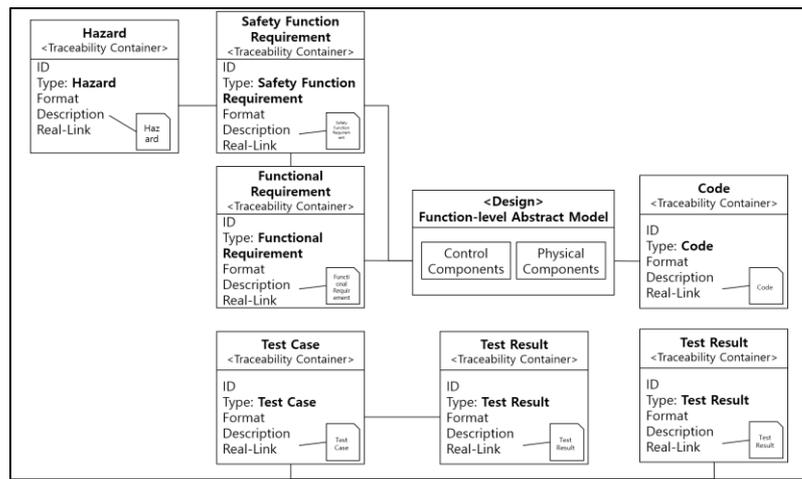
개발의 일관성
 (Consistence)

CPS 요구사항 추적 모델 (메타 모델)

요구사항 추적 모델

CPS의 요구사항 추적

- **문제:** CPS는 멀티 도메인의 혼용 (다양한 & 비정형적인 개발 산출물 존재)
- **방법:** 다양한 산출물들 → 상위 수준의 모델로 매핑 (요구사항을 추적하고 관리)

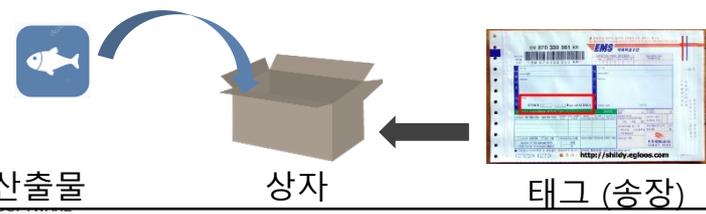


ID: 고유 식별 번호
Type: 산출물의 형태
 (Requirement, Design, Hazard, etc. ...)
Format: 산출물의 작성 형태
 (model, text, testing result, etc. ...)
Description: 다양한 설명
Real-Link: 실제 산출물의 위치

+ **연결선:** 추적
 (추후, 태그에 삽입 될 예정)

그림 1. 요구사항 추적 모델의 메타 모델

개
념



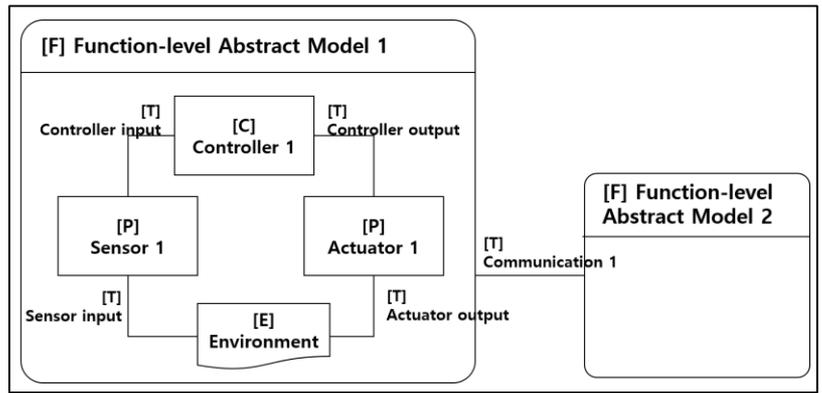
* **핵심:**
 얼마나 CPS의 특징을 잘 반영 하는가?
 얼마나 Requirement의 추적이 용이 하는가?
 → 추후 적합성 검증 진행 예정

CPS 요구사항 추적 모델 (기능 기반 추상화 모델)

기능 기반 추상화 모델

CPS의 상위 수준 아키텍처 표현 cost

- **문제:** 일반적으로, 선 physical asset 정의 후 software (control) logic 구현
→ CPS는 Physical 과 Cyber가 긴밀한 커뮤니케이션을 함 → 동시에 수행 되어야 함
- **방법:** 멀티 도메인을 상위 수준에서 모델링 가능하도록 하는 모델 제안



A Labeled Bidirectional Graph

- LDG = {F, C, P, T, E, L(A), L(C), L(P), L(T), L(E)}

- F** = Function-level Abstract Model
- C** = Controller
- P** = Physical asset
- T** = Trace (Safety & Development Trace)
- E** = Environment

그림 2. 기능 기반 추상화 모델의 예

개
념



* 핵심:

얼마나 CPS의 특징을 잘 반영 하는가?
P = Physical asset
E = Environment

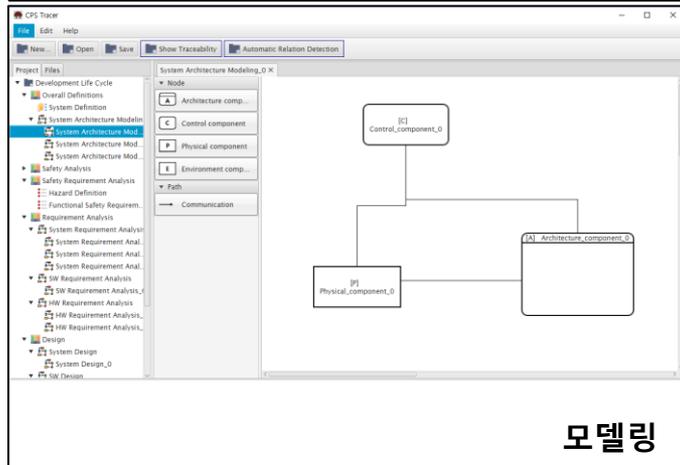
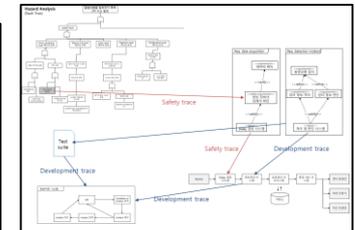
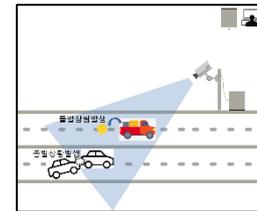
기능 및 안전 요구사항 추적 가시화 도구

지원도구

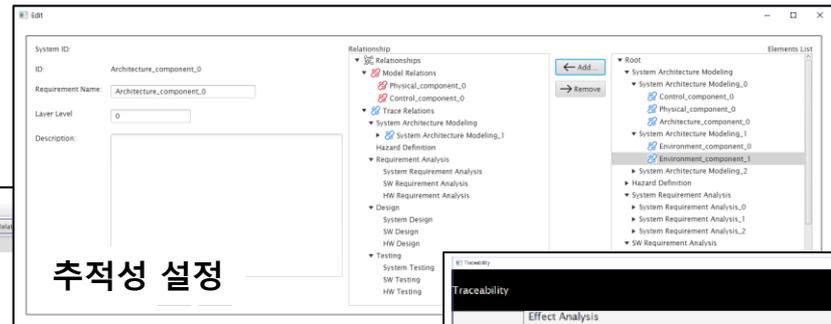
- 다양한 모델링 지원
 - 아키텍처 (기능 기반 추상화 모델) & 디자인 모델링 & Safety analysis
- 추적성 설정 지원
 - 요구사항 추적 모델
- 3D 가시화 지원
- Safety analysis 지원
 - FMEA, FTA, ETA

적용

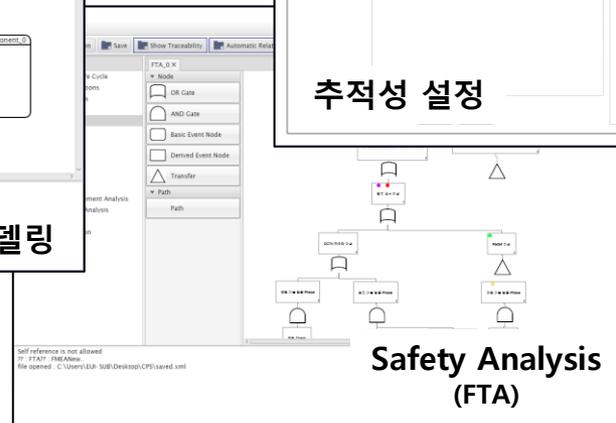
지능형 교통시스템
AIDS: 돌발상황 검지시스템
 (Automatic Incident Detection System)



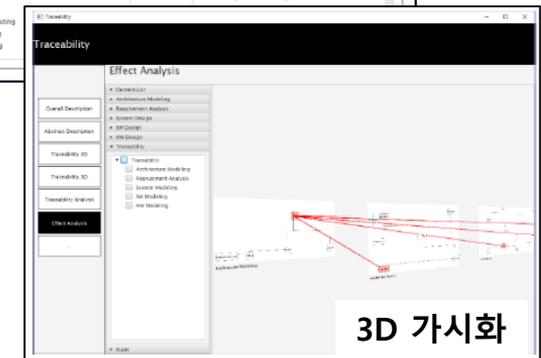
모델링



추적성 설정



Safety Analysis (FTA)



3D 가시화

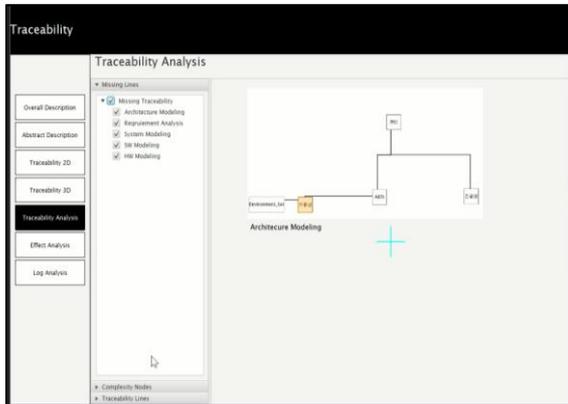
기능 및 안전 요구사항 추적 가사화 도구

지원도구

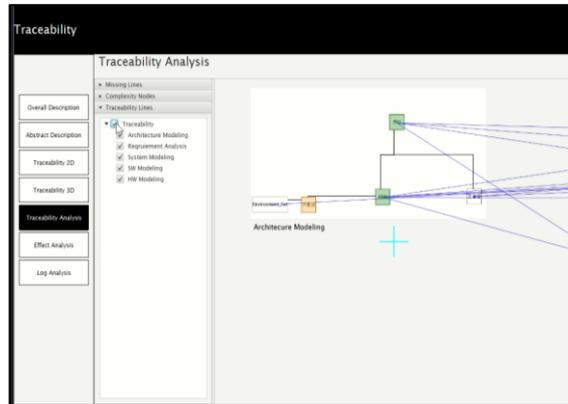
요구사항 추적 모델 + 기능 기반 추상화 모델
 → 다양한 SE 기법 적용 가능

추적성 기반 분석 기능 지원

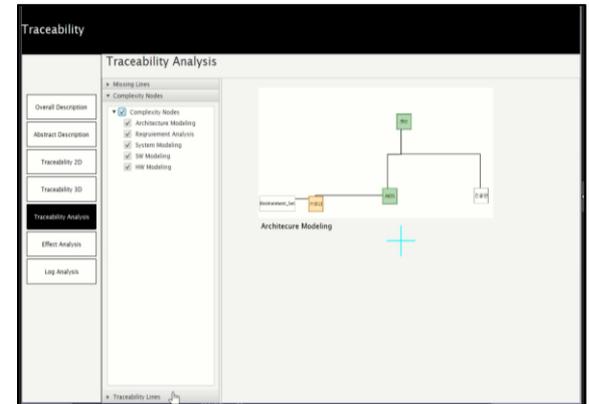
- 1) 디자인간 연결 누락 분석
 - 사용자의 실수 or 미 구현 or 시스템에서 동작되지 않는 부분 피드백
- 2) 다중 요소와 복잡하게 연결된 부분 분석
 - 변경에 대한 수정 복잡도 해소
- 3) 변경이 필요한 요소로부터 연결되어 있는 요소 분석
 - 변경에 대해 개발자가 어떤 요소를 주의 깊게 살펴보아야 하는지 피드백



(1) 연결 누락



(2) 복잡한 연결



(3) 변경이 수반되는 요소와 연결되어 있는 요소 피드백

결론

정리

- CPS 요구사항 추적 필요
 - 개발의 Completeness & Consistency 를 위해 필요
- CPS 요구사항 추적을 위한 모델과 아키텍처 모델 제시
- 지원도구 개발 + 추적성 기반 분석 기능 포함
 - 지능형 교통시스템 (AIDS) 적용

앞으로

- 1) 적합성 검증
 - 제시한 모델이 충분히 적용가능하고 의미 있음을 다양한 적용을 통해 검증
- 2) 안전성 측면 보완
 - Safety analysis (model) 과의 연계 보완
- 3) 사용성 향상
 - 실제 변경에 대한 피드백 중심의 다양한 기능 추가
- 4) 프레임워크화
 - 다양한 모델의 모델링 및 테스트, 시뮬레이션, 코드 생성과 같은 다양한 소프트웨어 공학 기술을 사용할 수 있도록 통합 프레임워크로 확장