

제38권 제4호 통권 제371호

# 정보과학회지

Communications of the Korean Institute of  
Information Scientists and Engineers

## 2020. 4

### AI기반 소프트웨어 개발

- 심층신경망의 정형검증 기법 소개
- 자율주행 제어소프트웨어의 안전성을 위한 지능 기반 테스트 기법
- 인공지능기반 자동 프로그램 수정 연구 동향
- 의미기반 자동 프로그램 수정
- 사용자 피드백 분류를 위한 자연어 처리 및 머신러닝 기법 적용에 대한 문헌 연구
- 기계학습 기반 기호실행



한국정보과학회

KOREAN INSTITUTE OF INFORMATION SCIENTISTS AND ENGINEERS

## 목차

- 3 “시 기반 소프트웨어 개발” 특집을 내면서 / 유신·류덕산
- 4 특집계획
- 5 특집원고모집
- 6 월별 학술행사 개최계획
- 7 학회동정

### 특집원고

- 8 심층신경망의 정형검증 기법 소개 / 배경민
- 16 자율주행 제어소프트웨어의 안전성을 위한 지능 기반 테스트 기법 / 이남희·김형호·홍장의
- 28 인공지능기반 자동 프로그램 수정 연구 동향 / 정호현·김미수·Phung Quang Ngoc·이은석
- 35 의미기반 자동 프로그램 수정 / 이주용
- 43 사용자 피드백 분류를 위한 자연어 처리 및 머신러닝 기법 적용에 대한 문헌 연구 / 이선아·조희태
- 53 기계학습 기반 기호실행 / 차수영·오학주

### 기관담방

- 60 V+Lab - AI를 이용한 SW 자동 테스트 / 유신

### 논문초록

- 63 정보과학회논문지 3월호

### 게시판

- 67 우수 해외학술행사 논문 모집 안내
- 68 우수 해외학술행사 개최 안내

### 학외소식

- 71 회의개최결과
- 73 임원 및 위원 명단
- 77 특별회원기관
- 78 입회안내
- 79 정보과학회지 투고규정

# V<sup>+</sup>Lab - AI를 이용한 SW 자동 테스트

한국과학기술원 | 유 신

## 1. V<sup>+</sup>Lab 소개

소프트웨어가 백색가전에서 통신기기, 자동차, 사회 인프라에 이르기까지 거의 모든 장치에 탑재되는 현대 사회에서 소프트웨어의 완성도는 아무리 강조해도 지나치지 않다. 올바르게 동작하지 않는 소프트웨어는 일상 생활의 편의를 해치는 것은 물론 경제적 손실을 가져오고 사회 전체의 안전에도 큰 영향을 줄 수 있기 때문이다. 하지만 역설적으로 소프트웨어의 품질과 안정성 향상에 가장 큰 역할을 하는 소프트웨어 테스트 활동은 아직까지 수작업 의존도가 매우 높은 고난도 업무로 남아 있다. V<sup>+</sup>Lab은 노동집약적인 소프트웨어 테스트 업무를 고도의 자동화 기술을 통해 혁신하는 것을 목표로 KAIST 전산학부 김문주 교수가 창업한 스타트업 기업이다. 김문주 교수는 2001년 University of Pennsylvania에서 소프트웨어 정형 분석 기법에 관한 논문으로 박사학위를 수여받은 뒤 2006년부터 KAIST 전산학부 교수로 재직하며, 국내 소프트웨어 테스트 자동화 연구의 선구자 중 한 명으로 널리 인정받아왔다. 학문적으로는 지금까지 100여 편의 학회 및 학술지 논문을 발표하여 피인용 횟수 2,500회 이상, h-index 26의 세계적 수준의 성취를 이루었을 뿐 아니라, 꾸준히 국내 기업과의 산학 협력을 통해 연구 결과의 실질적 파급 효과를 넓히는 데에도 힘을 쏟아 왔다. 2020년 한국 개최가 예정되어 있는 소프트웨어 공학 분야 최고의 학회인 International Conference on Software Engineering (ICSE 2020)에서 산학협력 연구를 발표하는 Software Engineering In Practice (SEIP) 트랙의 프로그램 좌장을 맡아 실용적인 연구에 대한 기여를 국제적으로 인정받기도 했다. 본 탐방기에서는 V<sup>+</sup>Lab에 축적된 그간의 연구 내용과 이를 바탕으로 V<sup>+</sup>Lab이 추구하는 차세대 소프트웨어 테스트의 모습이 무엇인지 소개하고자 한다.

\* shin.yoo@kaist.ac.kr

## 2. AI기반 소프트웨어 자동 테스트

### 2.1 핵심 기술과 개발 과정

V<sup>+</sup>Lab의 핵심 솔루션은 CROWN 2.0이라는 자동 테스트 도구이다. CROWN 2.0은 인공지능 기술을 기반으로 소프트웨어의 오류를 자동으로 검출하는 도구이다. 소프트웨어 테스트는 소프트웨어를 실제 입력을 이용해 실행한 뒤 그 동작을 관찰함으로써 오류를 검출하는 동적 분석 기술이다. 실제로 실행하지 못한 부분에 존재하는 오류는 동적으로 검출할 수 없으므로, 테스트의 일차적인 목표는 존재하는 코드의 가능한 많은 부분을 실제로 실행하는 입력을 생성하는 것이다. 단순히 코드를 실행하는 입력을 만드는 것이 목표라고 하면 간단하게 들릴지 모르겠으나, 상용 소프트웨어의 크기와 복잡도를 고려할 때 결코 쉬운 일이 아니다. 테스트하고자 하는 소프트웨어의 동작 및 그 의미를 이해해야만 특정한 부분의 코드를 실행하기 위해 필요한 조건을 만족하는 입력값을 역산해 낼 수 있기 때문이다. 많은 경우 테스트 입력을 작성하는 것은 개발자 또는 테스터가 수동으로 해야 하는 작업으로 남아 있는데, 노동 집약적인 테스트를 수행할 경우 비용이 높을 뿐 더러 오류 검출 효과가 높지 않다는 단점이 있다. 사람이 쉽게 생각해 낼 수 있는 입력값의 다양성에는 어느 정도 한계가 있기 때문이다.

CROWN 2.0의 기반을 이루는 Concolic 테스트는 소스 코드 분석과 동적 테스트, AI 기반의 SMT 솔버를 동시에 이용하는 자동 테스트 기법이다. Concolic 테스트는 소스 코드 분석과 동적 테스트에서 얻은 정보를 복합적으로 사용하여, 코드 내의 특정 위치를 실행하는 데 필요한 입력값의 제약 조건을 구한 뒤 SMT 솔버를 이용해 이 제약 조건을 만족하는 입력을 구하는 방식으로 작동한다. 이론적으로, 또 실험적으로는 구현 가능한 기술임이 오래전부터 밝혀져 왔지만 실제 산업 현장에 100% 자동화된 형태로 적용하기에는 도전적인 요소가 많다. V<sup>+</sup>Lab은 소스코드 분

석 및 실제 단위 테스트를 자동화하는 데 필요한 드라이버(Driver)와 스텝(Stub) 코드를 모두 자동으로 생성하는 등 테스트 생성 과정을 전자동화 하는 토털솔루션이다.

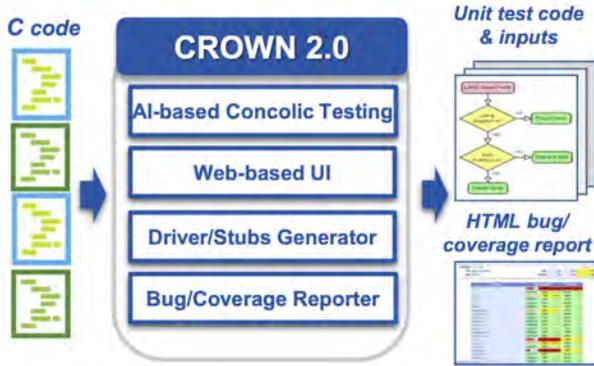


그림 1 CROWN 2.0의 전체 구성도

CROWN 2.0이 실무에 적용 가능하면서도 자동화된 솔루션을 만들어낼 수 있었던 본바탕은 다년간의 Concolic 테스트 연구를 바탕으로 다져진 기술력이다. 김문주 교수가 이끄는 연구팀은 지난 10여년간 소프트웨어 공학 부문 최고 수준의 학술대회인 ICSE, FSE, ASE 등에 꾸준히 Concolic 테스트와 관련된 연구 논문을 발표해 왔다. 지난 2018년에는 IEEE가 주관하는 테스트 분야 전문 학술대회인 ICST에서 우수 논문상을 수상하기도 했다. 발표한 논문들의 면면을 자세히 살펴보면 산업 현장에 필요한 연구를 하고 싶었다는 김문주 교수의 평소 의지가 드러나는 듯 하다. 실험실에서 진행한 연구 결과 뿐 아니라 다양한 주제에 대한 산학 협력 연구가 함께 섞여 있기 때문이다. V+Lab 창업에는 김문주 교수 연구팀이 오랫동안 수행해온 산학협력 연구의 경험이 큰 기여를 했다. 연구팀은 꾸준히 프로토타입을 이용한 산학 협력 과제를 수행해 왔다. 2012년에는 S사의 통신 모듈에서 수십건의 crash 오류를 검출했고, 2014년에는 L사의 백색가전 컨트롤러 소프트웨어에서 사용자의 입력이 무시되는 경우가 있음을 검출해 냈다. 2016년에는 H사의 전장 소프트웨어에서 구현과 명세서간에 불일치하는 작동이 가능하다는 것을 발견하기도 했다. 가장 최근에는 M사의 전장 소프트웨어 테스트에 Concolic 테스트 기술을 적용하여 고품질 테스트를 자동으로 생성하며 테스트 인건비의 80%를 절감하는 효과를 달성하여 언론에 널리 보도된 바 있다.

## 2.2 시장 전망과 미래를 위한 계획

V+Lab이 목표로 삼는 시장은 국내외 자동차를 비

롯한 안전필수 시스템 SW 시장이다. 해당 시장의 경우 소프트웨어 테스트 제품이 B2B로 거래되기 때문에, 가장 효과적인 마케팅은 앞선 기술과 꾸준한 노력이라고 생각하고 있다. V+Lab은 현재 시장에 존재하는 소프트웨어 테스트 도구들에 대해 진행한 성능 평가를 바탕으로 CROWN 2.0이 달성할 수 있는 자동 테스트의 완성도에 확고한 자신감을 가지고 있으며, 이미 현대자동차 SW를 검증하는 과제에 CROWN 2.0 공급 계약을 체결하였고, L사, M사등 다양한 업체와 CROWN 2.0 공급을 협의중이다.

일반적으로 소프트웨어 공학에서 소프트웨어의 전체 개발 비용 중 테스트에 소요되는 비용이 전체의 50% 이상을 차지하는 것으로 보기 때문에, 이를 줄일 수 있는 자동화 도구에 대한 산업현장의 수요도 확실하다고 전망하고 있다. V+Lab이 추산하는 2020년 기준 해외 자동차 소프트웨어 테스트 시장의 규모는 연 40조 원에 달한다. 지금은 국제화의 첫 단계로 일본 시장 진출을 목표로 삼고 있다. 일본 JAIST의 Toshiaki Aoki 교수, Denso의 Yuki Chiba 박사 등 그간 자동차 SW 테스트/검증 연구를 적극적으로 수행한 해외 연구자들과의 인적 네트워크를 활용하여 현지 진출을 준비하고 있다고 한다.



그림 2 2019년 KAIST Tech Day에 참여한 V+Lab

V+Lab의 경쟁 상대는 기술로만 따지고 보면 Microsoft이다. Microsoft Research가 Concolic 테스트 연구를 오랜 기간 동안 진행해왔고, 이를 바탕으로 Visual Studio와 같은 상용 개발 도구에 관련 기술을 탑재하고 있기 때문이다. 하지만 MS의 주된 타겟이 범용 소프트웨어 시장이라면, V+Lab은 안전 필수 시스템을 타겟으로 하고 있다. V+Lab의 목표는 10여년 동안 축적된 산학 협력 경험을 바탕으로 안전 필수 시스템

---

시장에서 독보적인 존재가 되는 것과 동시에, 우수한 소프트웨어 인재들이 꿈을 펼칠 수 있는 넓은 마당이 되는 것이다. 실리콘 벨리의 Amazon, Microsoft, Google 과 같은 기업들이 전 세계의 우수 인재들을 영입해 가치를 창출하듯, 한국의 젊은 인재들이 기술로 사회에서 인정받고 사회에 기여할 수 있는 인재로 성장할 수 있도록 지원을 아끼지 않겠다는 것이 회사의 포부이다.

### 3. 탐방을 마치며

세계 최고 수준의 IT 인프라를 보유한 것에 비해 한국의 전문 소프트웨어 시장의 규모나 수준은 아직

상대적으로 아쉬운 것이 사실이다. 만약 성공한다면 V+Lab은 한국 소프트웨어 시장에 여러 가지 메시지를 던질 것이라 기대된다. 첫째, 기존의 노동집약적인 소프트웨어 테스트 양태를 인공지능 기반의 자동화 솔루션으로 발전시켜 소프트웨어 산업의 고도화에 기여할 수 있다. 둘째, 세계적 첨단 기술을 산업 현장에 직접 활용할 수 있는 소프트웨어 기업의 존재를 통해 한국의 젊은 소프트웨어 엔지니어들에게 좋은 자극을 줄 수 있다. 셋째, 산학 협력 연구를 통해 학문적, 현실적 성취를 모두 이룩한 이상적인 사례로 남을 수 있다. 아무쪼록 V+Lab이 한국 소프트웨어 시장에 의미있는 자극이 되기를 기원하며 탐방기를 마친다.