

# 지능형 자동화를 통한 풀스택 SW의 다중언어 검증 및 디버깅 3차 워크샵

2020.1.30

KAIST 전산학부

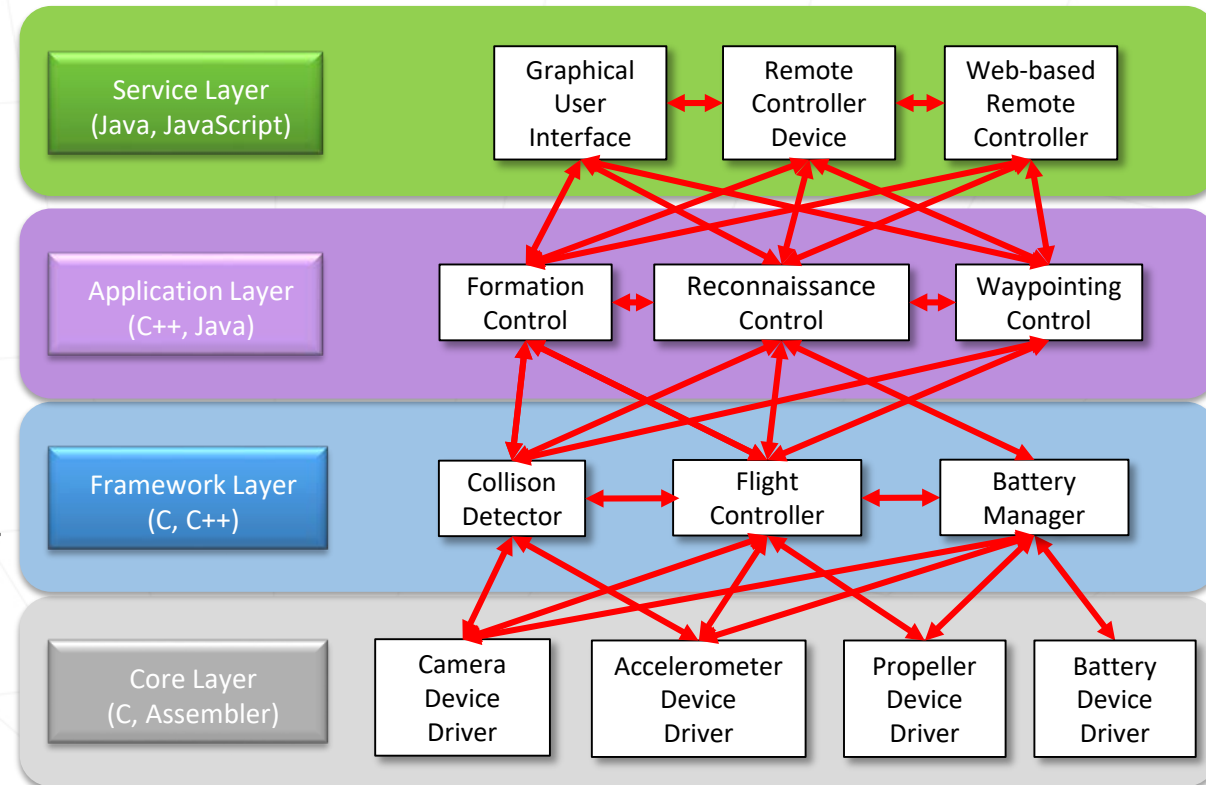
김문주



# 풀스택 SW의 다중언어 자동 검증 및 디버깅 연구의 중요성

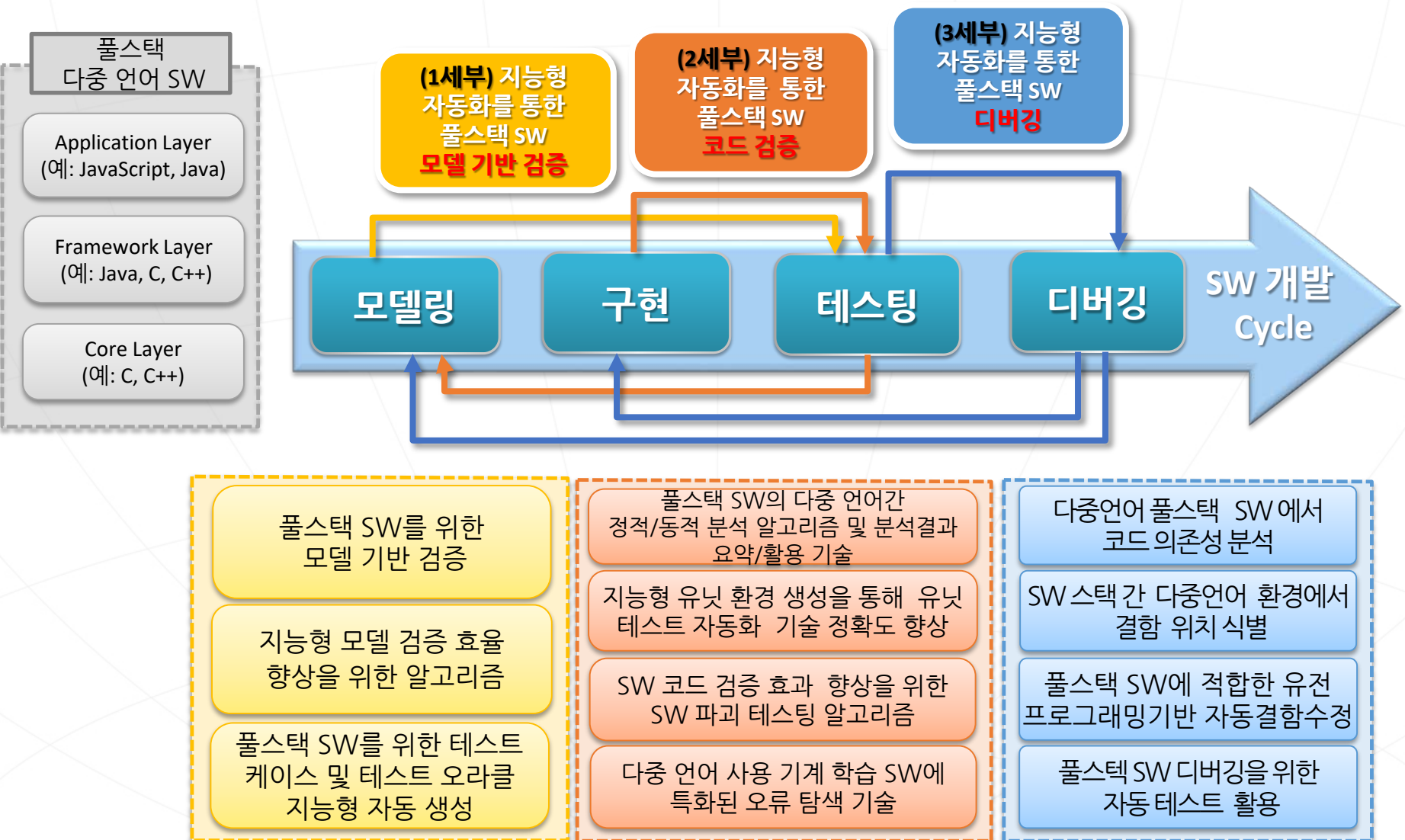
1. 연구개발의 중요성

- 다중 언어 풀스택 SW의 자동 검증/디버깅의 높은 난이도
  - 다중 언어 컴포넌트 간의 **복잡한 상호작용** 검증 필요
- 4 계층의 5개 언어로 작성된 13개 SW 컴포넌트 검증 필요
- SW 컴포넌트 간 31개 및 복잡한 transitive 상호작용 검증 필요



# 지능형 자동화를 통한 풀스택 SW 다중언어 검증 및 디버깅 연구

1. 연구개발의 중요성



# 지능형 자동화를 통한 풀스택 SW 다중언어 검증 및 디버깅 연구

3. 2단계 연구계획

**(1세부) 지능형 자동화를 통한  
풀스택 SW 모델 기반 검증**



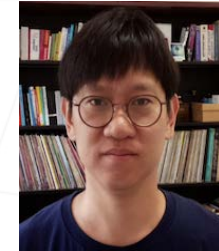
책임: 최윤자 교수  
경북대학교

**(2세부) 지능형 자동화를  
통한 풀스택 SW 코드 검증**



책임: 김문주 교수  
KAIST

**(3세부) 지능형 자동화를 통한  
풀스택 SW 디버깅**



책임: 유신 교수  
KAIST



참여: 오학주 교수  
고려대학교



참여: 배경민 교수  
POSTECH



참여: 양홍석 교수  
KAIST



참여: 류석영 교수  
KAIST



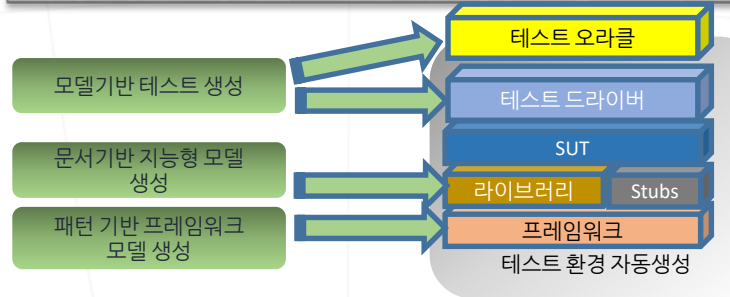
참여: 이은석 교수  
성균관대학교



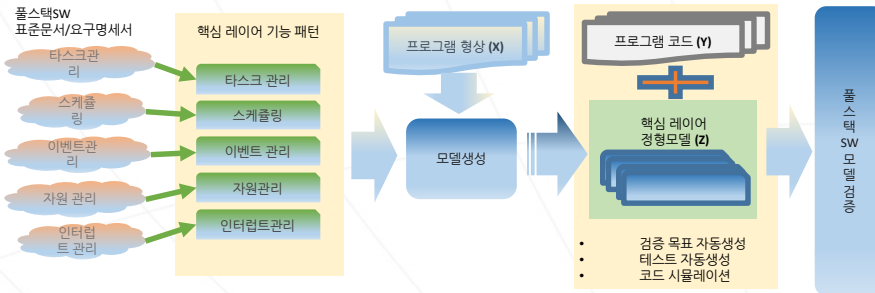
참여: 홍신 교수  
한동대학교

# 풀스택 SW 모델 기반 검증 상세

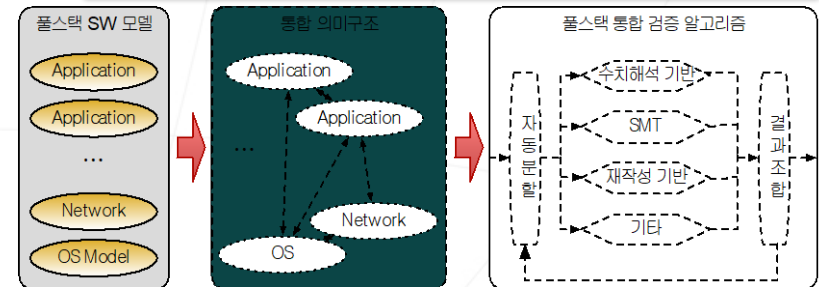
## 모델검증을 활용한 모델기반 테스트 및 테스트 오라클 자동생성



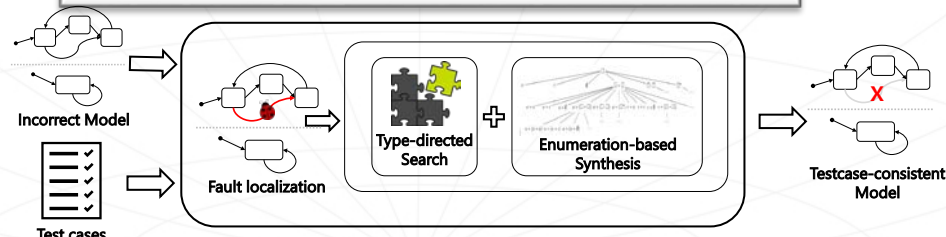
## 풀스택 SW 계층간 상호작용을 고려한 정형모델링 자동화 및 자동검증



## 이종 SW 통합적 모델 검증 기술 개발



## 열거식 탐색기반 코드 및 모델 자동수정 알고리즘 개발

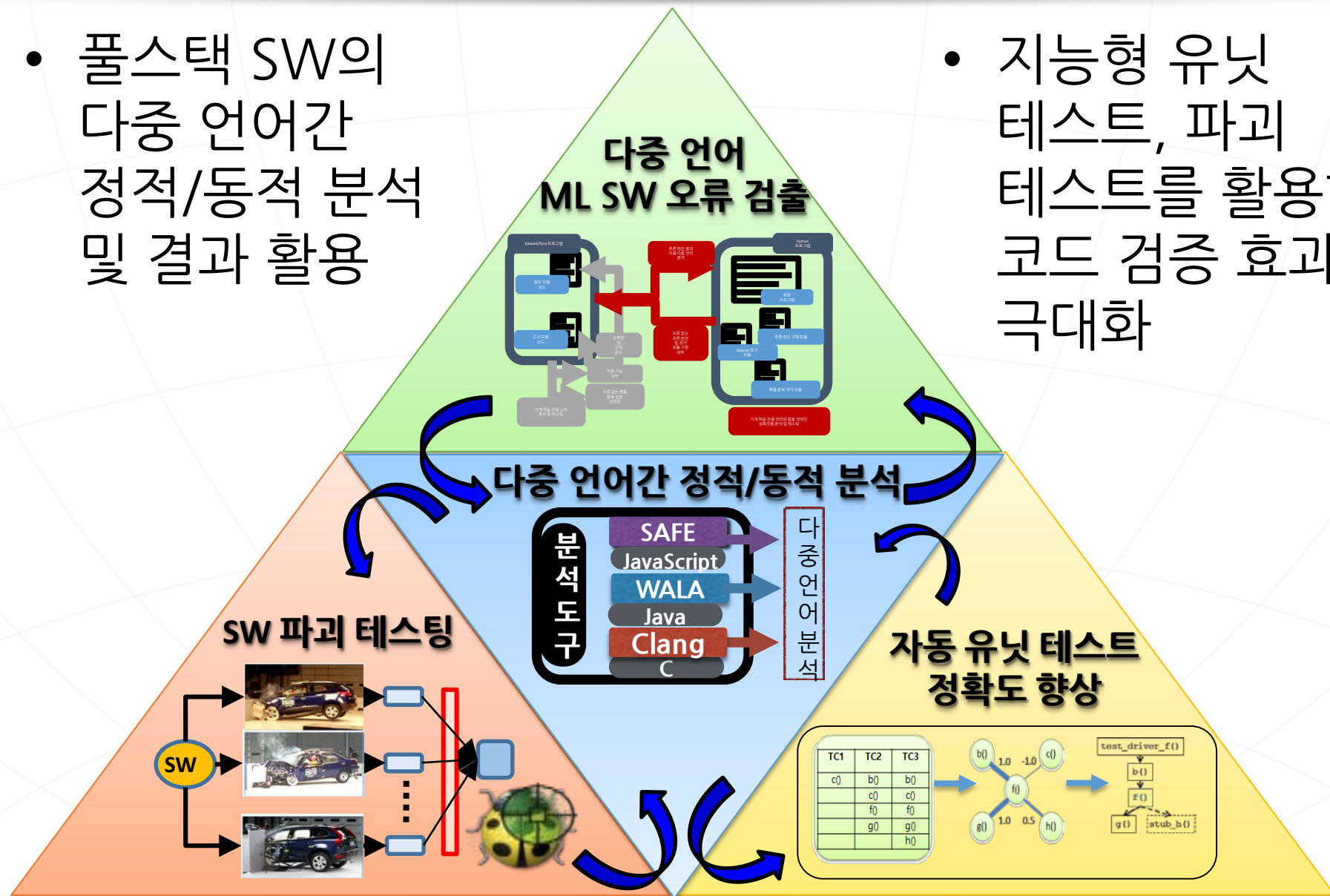


# 풀스택 SW 코드 검증 상세

3. 2단계 연구계획

- 풀스택 SW의 다중 언어간 정적/동적 분석 및 결과 활용

- 지능형 유닛 테스트, 파괴 테스트를 활용한 코드 검증 효과 극대화

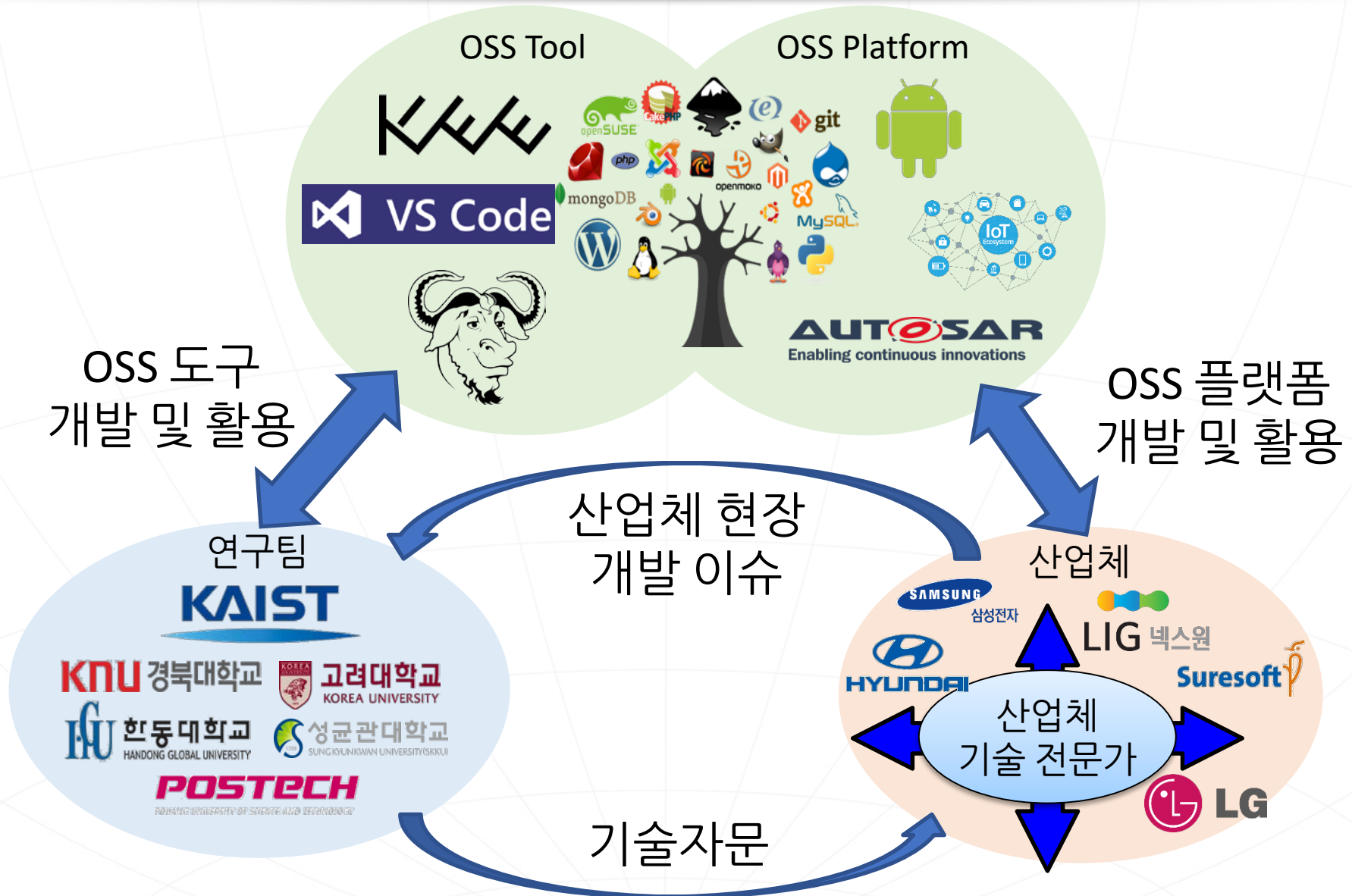


- 다중 언어 풀스택 SW에서 결함 SW가 있는 계층 (수직계층) 및 결함 SW 구성 요소 자동 식별
- 결함 수정을 위한 자동 패칭 기술

다중 언어/풀스택 시스템



# 산학협동 모델



# 2단계 기술 연구 계획

기술개발단계

2-4차  
년도

## 기술 고도화 및 도구 개발

- 지능형 자동화를 통한검증 및 디버깅 기술 효과성, 정확도, 효율성 고도화
- 현업 풀스택 SW 대상 시범 적용 가능 도구 개발
- 현업 적용 및 평가를 통한 기술 실용화

## 파급 효과 극대화

- 오픈소스 도구** 공개를 통해 전 세계 연구자 및 개발자에게 도구 보급 및 피드백 확보
- 최고수준 국제학회** 및 저널 논문 발표
- 산학협력/기술이전** 통한 현장 문제 해결 능력 극대화

기획연구단계

1차  
년도

## Proof-of-Concept 연구 단계

- 지능형 자동화를 통한 풀스택 SW의 다중언어 검증 및 디버깅 아이디어 검증
  - 1세부: 패턴 기반 풀스택 SW 모델 자동 생성
  - 2세부: Java-JavaScript 다중언어 상호작용 분석 및 함수 연관도 측정
  - 3세부: 의존성 분석 및 다중언어 결함 위치 식별
- 벤치마크 대상 아이디어 검증

# 대표 연구 성과

| 국제 학술대회                 | 수상실적 | SCI저널 | 국내 특허<br>출원 | 산학과제 | SW등록 | 교수 창업 |
|-------------------------|------|-------|-------------|------|------|-------|
| 36 (SW NSC급<br>탐학회 14편) | 17   | 11    | 7           | 12   | 10   | 1     |

- 배 경 민 , “Bounded Model Checking of Signal Temporal Logic Properties using Syntactic Separation” POPL, 2019
- 류석영, “Polymorphic Symmetric Multiple Dispatch with Variance,” POPL, 2019
- 오학주, “Automatic and Scalable Detection of Logical Errors in Functional Programming Assignments”, OOPSLA, 2019
- 오학주, “Concolic Testing with Adaptively Changing Search Heuristics”, FSE, 2019
- 김 문 주 , 홍 신 , “Target-Driven Compositional Concolic Testing with Function Summary Refinement for Effective Bug Detection”, FSE, 2019
- 최 윤 자 , “Model checking embedded control software using OS-in-the-loop CEGAR”, ASE, 2019
- 류 석 영 , “Towards Understanding and Reasoning about Android Interoperations.”
- 오학주, 양홍석, “Resource-aware Program Analysis via Online Abstraction Coarsening”, ICSE, 2019 (**Best paper award**)
- 유 신 , “Guiding Deep Learning System Testing Using Surprise Adequacy”, ICSE, 2019
- 김문주, “Concolic Testing for High Test Coverage and Reduced Human Effort in Automotive Industry”, ICSE SEIP track, 2019
- 김문주, 최윤자, “Precise concolic unit testing of C programs using extended units and symbolic alarm filtering”, ICSE 2018
- 유신, “Are Mutation Scores Correlated with Real Fault Detection? ...”, ICSE, 2018
- 오 학 주 , “Automatic diagnosis and correction of logical errors for functional programming assignments”, OOPSLA, 2018
- 양홍석, “Reparameterization Gradient for Non-differentiable Models”. NeurIPS. 2018.

# 수상 실적 17건

## Impact Awards

1. Cristiano Calcagno, Dino Distefano, Peter W. O'Hearn, 양홍석, Most Influential POPL Paper Award, 201901
2. 김문주, Sampath Kannan, Insup Lee, Oleg Sokolsky, Mahesh Viswanathan, RV19 Test of Time Awards, 201910

## 국제 우수 학술대회 수상

1. D. Binkley, N. Gold, M. Harman, S. Islam, J. Krinke, 유신, SCAM 2017 Best Paper Award, 201709
2. 배경민, FACS 2017 우수논문상, 201710
3. 허기홍, 오학주, 양홍석, ICSE 2019 ACM SIGSOFT Distinguished Paper award, 201905
4. 김윤희, 홍신, 고봉석, Phan Duy Loc, 김문주, Distinguished paper award (ICST 2018), 201804

## 국내 학술대회 수상

1. 최한솔, 홍신, 2018 한국컴퓨터종합학술대회 우수논문상, 201806
2. 박건우, 송형곤, 이주현, 조규태, 김윤희, 김문주, 최우수논문상(한국소프트웨어 종합학술대회 2018), 201812
3. 김동우, 최윤자, 2019 한국 소프트웨어공학 학술대회 우수논문상, 201901
4. 최한솔, 홍신, 한국정보과학회 KCC 2019 우수논문상, 201906
5. Phan Duy Loc, 고봉석, 김윤희, 김문주, 2017 한국컴퓨터종합학술대회 우수논문상, 201712
6. 김경원, 류석영, 2017 학부생/주니어 논문경진대회 우수상, 201712
7. 최영서, 류석영, 2017 학부생/주니어 논문경진대회 최우수상, 201712
8. 임현수, 김윤희, 김문주, 2017 한국컴퓨터종합학술대회 최우수논문상, 201712
9. 홍재민, 류석영, 2017 학부생/주니어 논문경진대회 최우수상, 201712
10. 정유희, 최윤자, 2018 한국 소프트웨어공학 학술대회 우수단편논문상, 201801
11. 김현우, 김윤희, 김문주, 우수논문상 (한국 소프트웨어공학학술대회 2018), 201801

# SCI 저널 논문 11편

1. 류석영, A Theoretical Foundation of Sensitivity in an Abstract Interpretation Framework, ACM TOPLAS, 40(3), 2018
2. 최윤자, A Two-step Approach for Pattern-based API-call Constraint Checking, SCP, 163(0), 2018
3. 유신, A Comparison of Tree- and Line-oriented Observational Slicing, ESE, 24(5), 2019
4. 이은석, VFL: Variable-based Fault Localization, IST, 107(0), 2019
5. 유신, Empirical Evaluation of Mutation-based Test case Prioritization Techniques, STVR, 29(1), 2019
6. 류석영, Retinal Blood Vessel Caliber Estimation for Optical Coherence Tomography Angiography Images Based on 3D Superellipsoid Modeling, International Journal of Image and Graphics, 19(2), 2019
7. 류석영, Weakly Sensitive Analysis for JavaScript Object-manipulating Programs, SPE 49(5), 2019
8. 배경민, Symbolic State Space Reduction with Guarded Terms for Rewriting Modulo SMT, SCP, 178(0), 2019
9. 김문주, 유신, Precise Learn-to-Rank Fault Localization Using Dynamic and Static Features of Target Programs, ACM TOSEM, 28(4), 2019
10. 홍신, DEMINER: Test Generation for High Test Coverage through Mutant Exploration, STVR, to appear
11. 김문주, MAESTRO: Automated Test Generation Framework for High Test Coverage and Reduced Human Effort in Automotive Industry, IST, to appear

# 특허 출원 7건

1. 최윤자, 사물인터넷 디바이스의 제어 소프트웨어 검증 장치 및 그 방법, 10-2018-0049936, 20180430
2. 배경민, 신호 시제 논리의 구문 분리 방법 및 장치, 10-2018-0050150, 20180430
3. 류석영, 이성호, 황성재, 액티비티 삽입 검출을 위한 정적 분석 방법 및 장치, 10-2018-0050252, 20180430
4. 김문주 김윤호 Loc Duy Phan, 설정 변경이 자유롭고 확장성이 좋게 변이 프로그램을 생성하는 방법 및 장치, 10-2018-0053145, 20180509
5. 김문주;최윤자;김윤호, 대상 프로그램에 포함된 대상 함수를 테스트하는 방법 및 장치, 10-2018-0052680, 20180508
6. 김문주;김윤호;홍신, 변이 프로그램을 사용하여 대상 프로그램을 테스트하는 방법 및 장치, 10-2018-0053140, 20180509
7. 김문주;판 듀이 로크;김윤호, 설정 변경이 자유롭고 확장성이 좋게 변이 프로그램을 생성하는 방법 및 장치, 10-2018-0053145, 20180509

# 산학과제 12 건

1. LIG넥스원, 요구사항 기반 동적 신뢰성 시험 개발 방법론 연구, 18-03-01~18-10-31
2. 삼성전자, Windows 멀티쓰레드 프로그램을 대상으로 하는 동적 동시성 결함 검출 도구 개발, 17-11-15~18-11-14
3. 현대모비스, 경로 탐색 알고리즘(Concolic)을 활용한 코드 테스트 자동생성 및 판정 솔루션 개발, 17-10-30~18-07-30
4. 삼성전자, SW 변형 분석 기법을 사용한 정확한 SW 결함 위치 추정, 17-07-01~18-06-30
5. 지티원 (GTOne), 보안강화코드 자동변환 기술 분석 및 동등성 검증기법 개발, 17.05.01.-18.04.30
6. 삼성전자, 결함 관리 이력 기반 신규 결함 자동 분류 기법 연구, 17-03-24 ~ 18-12-23
7. 슈어소프트테크(주), Alternating Variable Method를 이용한 테스트 데이터 자동생성 알고리즘 개발, 17-04-01 ~ 18-02-28
8. 현대모비스, 코드 테스트 자동생성 도구(MAIST) 추가 개발, 18-12-10~19-07-10
9. (주)만도, SW testing 생산성 향상을 위한 Concolic testing 기법 적용, 18-12-17~19-05-31
10. 삼성전자, 다양한 SW Feature를 활용하여 정확한 SW 결함 위치 발견 기술, 18-07-01~19-06-30
11. 현대자동차, SW 요구사항 기반 동적 검증 자동화 기법 연구, 19-06-17~20-12-16
12. 삼성전자, 테스트 케이스 품질 정량화 기술, 19-05-06~19-12-27

# SW등록 10 건

1. 최윤자, Understand 기반 C 프로그램 AST 분석 도구 (C-2019-010894)
2. 최윤자 내장형 시스템의 모델 기반 검증을 위한 운영체제 모델 자동 구성 및 응용 프로그램 소스코드 자동 수정 도구 (C-2019-028516)
3. 김문주 동적 기호 실행을 사용한 프로그램 자동 테스트 생성 도구 (C-2019-017025)
4. 최윤자 차량전장용 운영체제 표준 오색기반 소프트웨어의 환경설정 파일 파서 (C-2018-010757)
5. 배경민, 하이브리드 동기화 에이에이디엘 도구 (C-2018-011439)
6. 류석영 한글 자바스크립트 웹 어플리케이션의 정적 분석 도구 (C-2018-012229)
7. 김문주 부동산소수점 연산을 지원하는 동적 기호 실행 도구 (C-2018-012104)
8. 김문주 설정이 자유롭고 확장성이 높은 변이 프로그램 생성 도구 (C-2018-012103)
9. 김문주, 최윤자 확장 유닛과 호출 맥락을 활용한 정교한 유닛 테스트 생성 도구 (C-2018-011712)
10. 유신 플렉스 (FLUCCS) (C-2018-011714)

# 실제적인 연구 성과로 교수 창업

- 총괄 김문주 교수  
**브이플러스랩(주)**  
창업  
- 19.10 법인 설립
- 자동차/항공/국방  
안전필수 SW  
자동 테스트 도구  
**CROWN 2.0**  
개발/판매



[About](#)[Products & Solutions](#)[Resources](#)[Contact](#)

## CEO message



Short bio of Moonzoo Kim  
[Education](#)

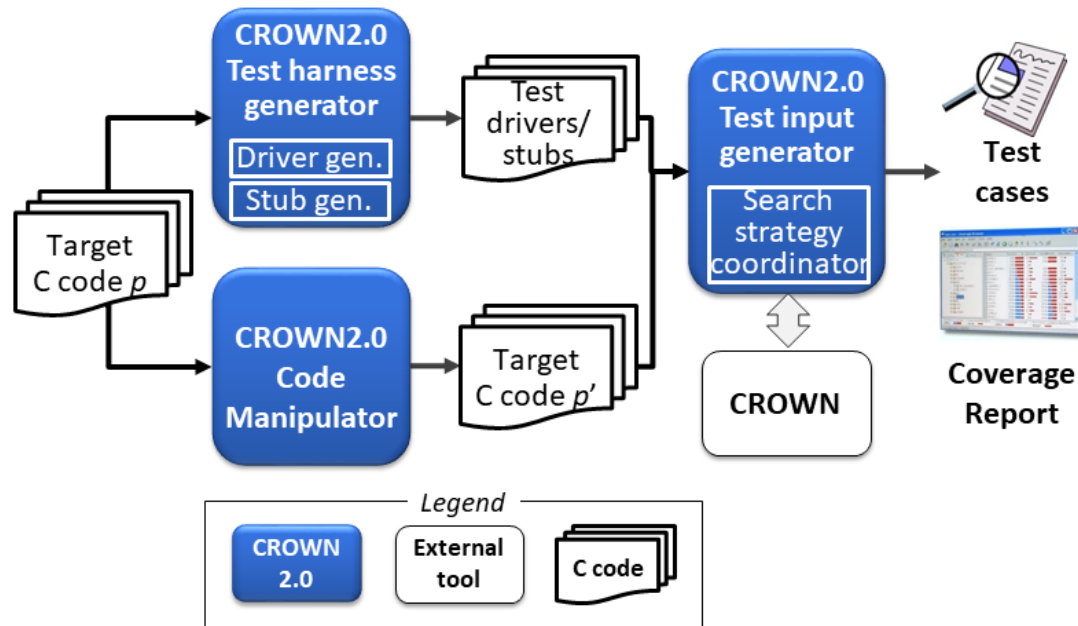
V Plus Lab (V+Lab) Inc. is founded by [KAIST](#) professors and researchers of [Software Testing and Verification Group \(http://swtv.kaist.ac.kr\)](http://swtv.kaist.ac.kr), who has developed automated software testing/debugging techniques and tools with industries for decades.

Our mission is to support industries to improve SW quality and reliability cost-effectively by adopting automated SW testing and debugging tools, which have following advantages over conventional manual SW testing practice:

- **Highly increased SW code coverage and bug detection ability**, by testing all possible corner-case scenarios identified by advanced static and dynamic SW analysis techniques.
- **Significantly decreased SW testing cost and time**, because of automatically generating millions of effective test inputs by running automated SW testing tools 24 hours/day.

Since 2009, we have worked with dozens of companies and showed the effectiveness of AI based Concolic testing techniques, by Automatically achieving 90% of branch coverage (80% of MC/DC coverage), and Detecting numerous critical bugs.

### CROWN 2.0 AI를 활용한, 저비용 고효율 SW 자동 테스트 도구



AI기술로 높은 테스트 커버리지를 자동으로 달성하여, SW 오류를 빠르게 발견하는 SW 자동 테스트 도구

SW 개발/테스팅 비용절감  
및 SW 품질 향상

V+Lab에서 능력 있는 SW  
분석/테스팅 전문가 구합니다!!!

# 워크숍 오전 프로그램

| 시간             | 일정                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9:30-10:00 AM  | 3차년도 자세정 과제 진행 상황 보고                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10:00-11:30 AM | <p>연구발표 Session :</p> <p>"지능형 자동화를 통한 플스택 SW 모델 기반 검증" (1세부 과제 연구 성과 발표)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>경북대 최윤자 교수 연구실: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Model checking embedded control software using OS-in-the-loop CEGAR (김동우)</li> <li>- 포스터1: IoT 운영체제 모델 기반 파벤드 어플리케이션 안전성 검증 (양승)</li> <li>- 포스터2: 임베디드 소프트웨어 테스트 자동화 도구의 개발 문제점 및 해결 방안 (김동영)</li> </ul> </li> <li>POSTECH 배경민 교수 연구실: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modeling and formal analysis of cyber-physical systems in AADL (이재훈)</li> <li>- 포스터1: StMC: a signal temporal logic model checker for cyber-physical systems (이지아)</li> <li>- 포스터2: Formal semantics of cyber-physical system programs (이재서)</li> </ul> </li> <li>고려대 오학주 교수 연구실: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatic and Scalable Detection of Logical Errors in Functional Programming Assignments (송도원)</li> <li>- 포스터1: Automatic and Scalable Detection of Logical Errors in Functional Programming Assignments (송도원)</li> <li>- 포스터2: Learning Fast and Precise Heap-abstraction Heuristics for Java (정세훈)</li> </ul> </li> </ol> |
| 11:30-11:40 AM | 휴 식                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 11:40-12:40 PM | <p>연구발표 Session :</p> <p>"지능형 자동화를 통한 플스택 SW 코드 검증" (2세부 과제 연구 성과 발표 1/2)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>KAIST 김문주 교수 연구실: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Precise Learn-to-Rank Fault Localization using Dynamic and Static Features of Target Programs (김운호)</li> <li>- 포스터1: Block-Aware Traversal Strategy (BATS) for Fast Block Encoding based Model Checking (이낙원)</li> <li>- 포스터2: 함수 관련도를 이용한 퍼징의 커버리지 향상 (이아청)</li> </ul> </li> <li>KAIST 류석영 교수 연구실: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gap between Theory and Practice: An Empirical Study of Security Patches in Solidity (황성재)</li> <li>- 포스터1: JISET: JavaScript IR-based Semantics Extraction Toolchain (박지희)</li> <li>- 포스터2: Towards Multilingual Program Analysis: Semantic Summary Extraction from C Code for JNI Program Analysis (이효건)</li> </ul> </li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                       |

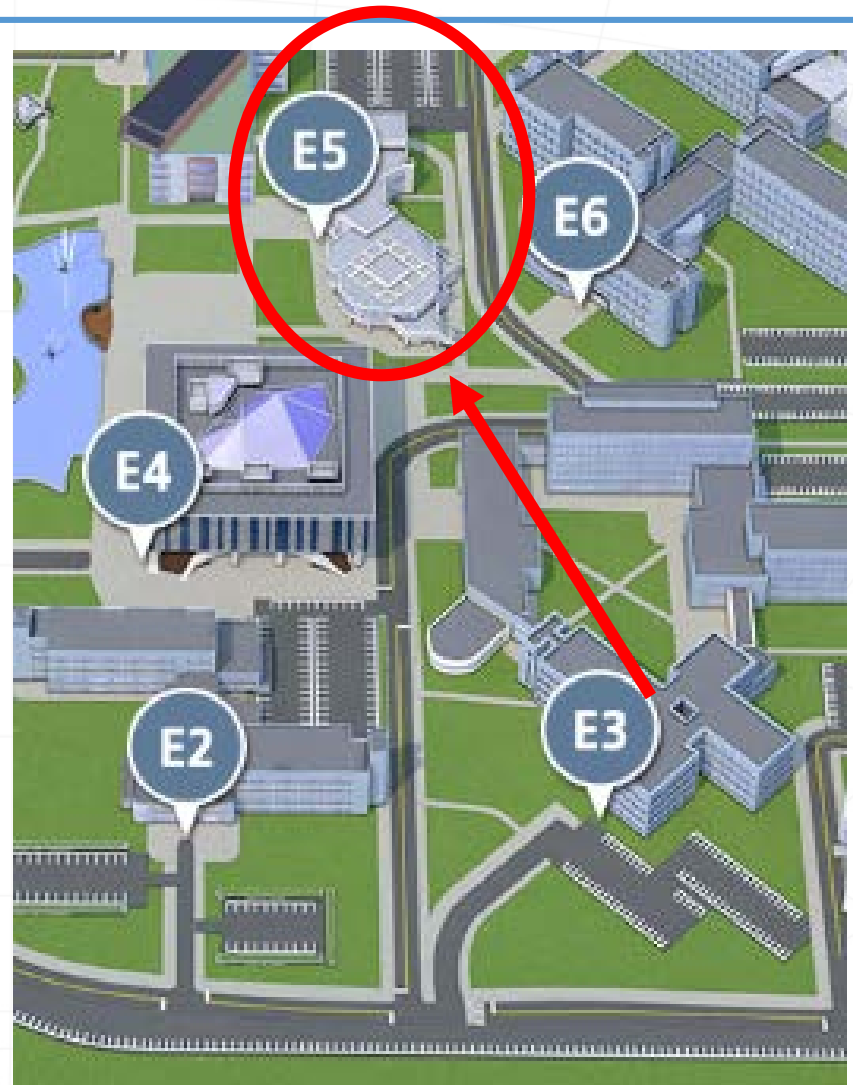
# 워크숍 오후 프로그램

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12:40-1:40 PM | 점심식사                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1:40-2:10 PM  | <p>연구발표 Session :</p> <p>“지능형 자동화를 통한 풀스택 SW 코드 검증” (2세부 과제 연구 성과 발표 2/2)</p> <p>3) KAIST 양홍석 교수 연구실:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Towards Verified Stochastic Variational Inference for Probabilistic Programs (이원열)</li> <li>- 포스터: Differentiable Algorithm for Marginalising Changepoints (임형진)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2:10-3:40 PM  | <p>연구발표 Session :</p> <p>“지능형 자동화를 통한 풀스택 SW 디버깅” (3세부 과제 연구 성과 발표)</p> <p>1) KAIST 유신 교수 연구실:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Language Agnostic Dependency Analysis (이성민)</li> <li>- 포스터 1: Search Based Repair of Deep Neural Network (손정주)</li> <li>- 포스터 2: Ahead-of-time Mutation Based Fault Localisation using Statistical Inference (김진한)</li> </ul> <p>2) 성균관대 이은석 교수 연구실:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다계층 시스템 결함 식별을 위한 GUI기반 테스트 자동화 연구 (정호현)</li> <li>- 포스터1: 스테이트먼트 유형 정보를 활용한 옴은 패치 생성을 증대 연구 (허진석)</li> <li>- 포스터2: Angelic Refinement Driven Incremental Formula-based Fault Localization (Ngoc Phung)</li> </ul> <p>3) 한동대 홍신 교수 연구실:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Toward Fixing Omission Faults (홍신)</li> <li>- 포스터1: Evaluating Test Requirement Extraction Techniques for Javadoc Documents (김지웅)</li> <li>- 포스터2: Accelerating Concolic Testing of Embedded Software by Remote Computation (최한솔)</li> </ul> |
| 3:40-4:00 PM  | 휴식 (및 포스터 세션 준비)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4:00-5:00 PM  | 포스터 세션                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5:00-7:00 PM  | 이동 및 저녁 회식                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

# 워크샵 점심

## 점심 식사 장소 안내

- 학생 : E5 1층 학생식당
- 교수/외부참가자:  
E5 2층 교직원 식당



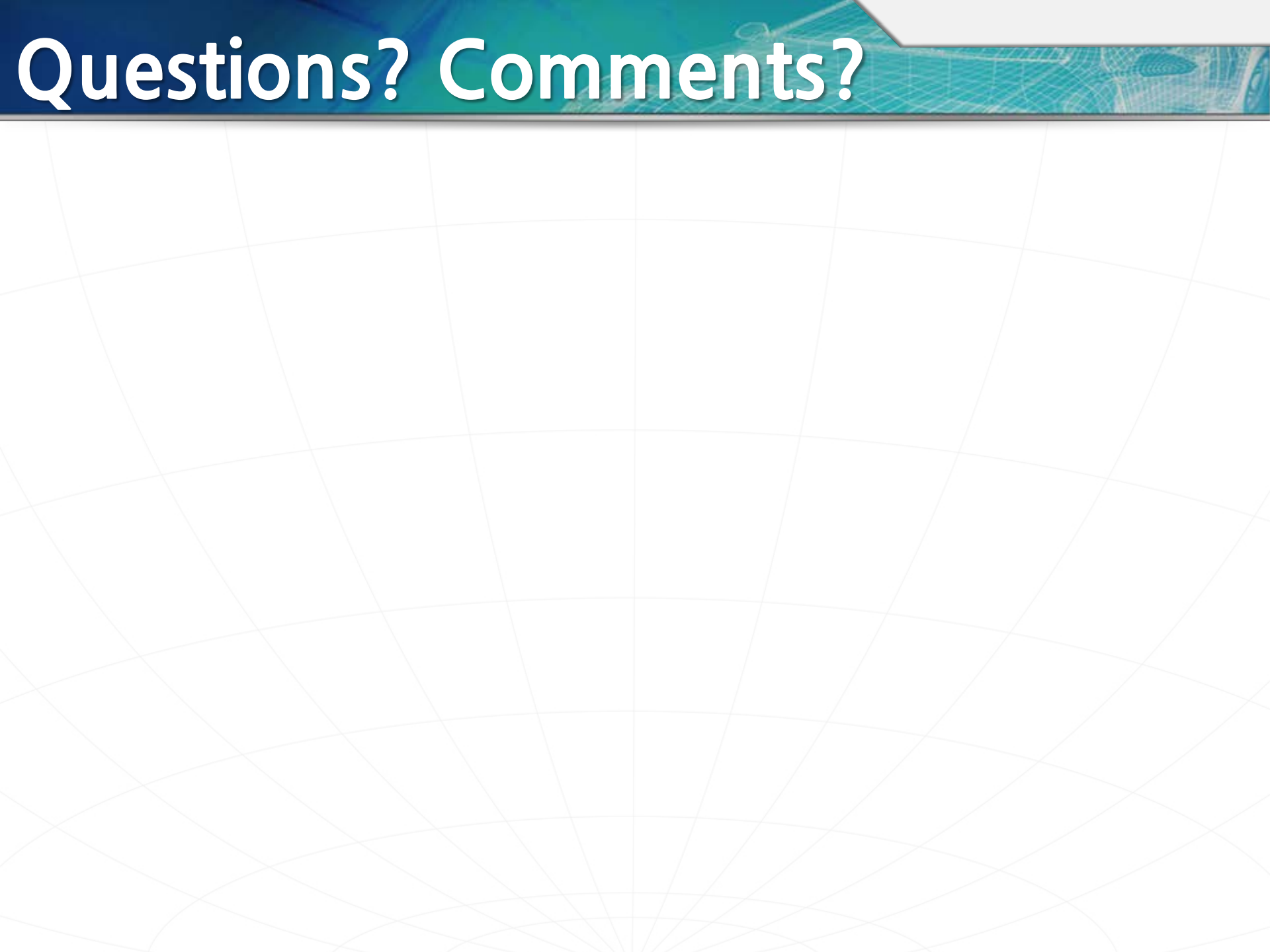
# 워크샵 저녁회식

## 저녁 회식 장소 안내

- 장소 : 자연마을
- 종류 : 샤브뷔페
- 주소 : 대전광역시 유성구  
대학로60 매드블럭 2층  
(지하주차장 2시간 무료이용)



# Questions? Comments?

The image features a blue header bar at the top with the text "Questions? Comments?" in white. Below the header, the background is white with a faint, light blue grid pattern. The grid consists of vertical lines and horizontal lines that curve upwards towards the top of the slide, creating a sense of depth and perspective.