

ESEC/FSE 2022 TRIP REPORT

NUS U-Town, Singapore
13 - 18 November 2022

JISEONG BAK

싱가포르에서 열린 ESEC/FSE 학회에 다녀왔다. 학회 일정은 11월 14일부터 18일까지였다. 이번 FSE는 작년 여름, 내 연구가 어떻게 진행될 지에 대한 감이 없을때 즈음에 막연하게 목표로 잡았었던 학회였다. 나의 연구는 그렇게 순조롭진 않았는데, 그로 인해 낙담하고 있을 시기에 학회를 참석하게 되었고, 결과적으로 아주 좋은 경험이 되었다. 특히, 논문 PDF 파일에 있는 저자 목록을 통해서만 알고 있었던 연구자들을 실제로 보는 것이 재미있었던 것 같다. 또한, 이번 학회는 COVID-19으로 인해 버추얼로만 진행되었던 작년과 재작년 학회 논문들의 발표도 있었다. 내가 실제로 읽었던 논문들이 이쪽에 더 많았어서, 개인적으로 반가운 소식이었다. 첫 학회 참석 후기를 공유하고 기억에 남는 논문 발표들을 소개해보고자 한다.

학회 전반

학회 참석은 내가 생각했던 것보다는 많은 체력을 필요로 했다. 학회 프로그램을 다 듣고 나면 초저녁이 되었고, 그 이후에 돌아다니며 놀고 나서 숙소로 돌아오면 몸이 남아나질 않았다. 싱가포르의 더운 날씨 탓이기도 했을 것이다. 거기에 호텔과 학회장까지의 거리를 생각하면 늦지 않게 일어나야 했다. 학회를 풀로 참석하고 얻을 수 있는 걸 전부 전부 얻으려면 정말 몸이 강해야 할 것 같다. 언젠간 나도 내 논문으로 학회에 참석하여 발표도 하고, 여러 연구자들과 적극적으로 소통해 볼 수 있었으면 좋겠다.



학회장. 학회는 싱가포르 국립 대학교(이하 NUS)의 메인 캠퍼스 북쪽에 위치한 University Town에서 열렸다. 주변에 몇몇 기숙사들을 끼고 있었고, 각종 부대시설이 있는 곳이었다. 여러 강의실에서 동시에 발표 세션들이 진행되었고, 바깥에 음식들이 장만되어 있었는데, 전반적으로 맘에 드는 배치였다. 편의점, 식당 등 부대시설이 많아 학회와는 상관없는 학생들도 많이 왔다갔다 하는게 보여서 구경하는 재미도 쏠쏠했다. 캠퍼스도 굉장히 깔끔하고 예쁘게 꾸며져 있었다. 싱가포르에 난양 공대도 그렇다고 들은 것 같은데 NUS보다 훨씬 더 먼 곳에 있어서 가볼 수는 없었다. 이렇게 다른 나라 대학교의 캠퍼스를 구경할 수 있는 것 또한 학회 참석의 묘미인 것 같다.

세션 진행. 첫 학회라 비교 대상은 없지만, 진행 방식은 내 기준으로는 만족스러웠다. 또한, 온라인 동시 송출을 위해 Whova 라는 플랫폼이 쓰였는데, 공식 홈페이지보다 이 앱을 통해 일정을 확인하는 것이 더욱 편했다. 프로그램 분석/테스팅/자동 수정 등 여러 세션이 동시에 진행되는데, 스케줄을 실시간으로 확인하며 이동하며 듣기도 했다. 다소 불만이었던 점은 세션 분류가 좀 불안전했다는 점이다. 예를 들면, 한 테스팅 세션은 프로그램 합성 연구와 자동 수정 연구 발표가 절반이었다. 그래서 듣고 싶은 발표를 찾으려고 눈에 불을 켜고 일정을 정독했다.

발표. 좋은 학회라고 해서 모든 발표가 다 훌륭하진 않았다. 연구를 혼자 열심히 하는 것뿐만 아니라, 이걸 남들에게 전달하는 연습도 충분히 많이 되어야 한다고 느꼈다. 원하던 내용을 다 전달하지 못하고 끝내신 분들도 종종 보였는데, 이런 시간 관리도 중요한 요소라는 걸 깨달았다. 연구실 세미나를 하면서 나도 이런 훈련을 계속 해오고 있었다는 걸 알게 되었고, 학회에서 발표를 할 기회만 생긴다면 나도 잘 할 수 있을 거라는 자신감도 일부 생겼다.

사람들. 이름만 알고 얼굴은 모르는 사람들을 보는 재미가 있었다. Program Co-chair셨던 Cristian Cadar 교수님이랑은 종종 같은 테스팅/분석 세션에서 발표를 듣고 있었는데, 낯을 가리는 편이라 말은 걸지 못 했다. 이전에 차수영 교수님과 함께 KLEE 위에서 연구를 할 때 읽었던 Chopped Symbolic Execution¹ (이하 Chopper)의 저자 분도 오셔서 FSE 2020에 제출했던 논문을 발표하셨다. Chopper에서 해당 기술을 활용하도록 하는 실험을 진행하셨던데, 이렇게 이전 연구 결과물을 후속 연구에서 계속 활용되고 있었다는 점이 인상 깊었다. 가장 반가웠던 분은 EvoSUITE에 들어간 가장 기본적인 아이디어(SBST에 유전 알고리즘 적용)를² 제시하셨던 Paolo Tonella 교수님이었는데, 첫 날 테스팅 세션에서 진행을 맡으셨었다. 연회장에서 다른 젊은 연구자들이 테스팅과 분석에 대해 떠드는데 살짝 듣고 있다가 끼어드는 모습도 목격했다. 나도 완성 지은 연구가 하나 있었다면 이런 상황에서 좀더 적극적으로 질 수 있었을까 하는 마음도 들었다. 다음을 기약할 것들이 많은 학회 참석이었던 것 같다.

¹<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3180155.3180251>

²<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1013886.1007528>

논문 발표

Fuzzing Deep-Learning Libraries via Automated Relational API Inference

입출력 형태가 비슷한 라이브러리가 DL 라이브러리에 많다는 것을 이용하여 퍼징을 하겠다는 연구이다. (올해 ISSTA에서 Documentation에 기술되어 있는 스펙을 잘 활용하여 DL 라이브러리를 테스트하는 DocTer³ 라는 논문이 나왔었는데, 점점 관심을 받고 있는 영역인가 싶다.) 이 연구는 초록에서 DL 모델에 대한 테스트에 비해 DL 라이브러리에 대한 테스트는 잘 안 이뤄지고 있다는 점을 이야기 하는데, 생각해보니 특정 종류의 라이브러리를 타겟팅하여 집중적으로 테스트하는 것은 많이 못 본 것 같다.

이 연구에서는 비슷한 입력을 받아 비슷한 출력을 받는 API를 잘 추론하는 걸 핵심으로 삼고 있다. 이 부분이 내가 하는 일반적인 Java 테스트를 하면서도 생각을 했었던 부분인데, Java는 개발자들의 프로그래밍 패턴이 굉장히 체계적으로 잡혀있는 생태계를 구축하고 있기 때문이다. 따라서, API의 역할을 잘 추론하여 그에 해당하는 입력을 만들 때, 비슷한 역할의 다른 API를 테스트할 때 썼던 객체 생성 시퀀스의 형식을 힌트로 쓸 수 있지 않을까 고민을 해봤었는데 구조화된 아이디어로까지 이어지진 않았었다. 상당히 직관적인 논리로 접근법을 선택한 연구인데, 이런 생각을 할 때 잘 정리된 정량적인 근거가 있었는지, 아니면 그냥 대뜸 시작했는지 궁금하기도 했다. 학회장은 다른 연구자와 실제로 대화해볼 기회도 많은 자리인데 그러지 못했어서 아쉽다.

Input Invariants

복잡한 구조의 입력을 받는 프로그램을 테스트할 때 흔히 쓰이는, *language-based fuzzer*를 개선하기 위한 연구이다. 이러한 접근법은, *Context-Free Grammar*로 표현된 명세를 바탕으로 입력을 생성하는데, 이것이 입력의 *validity*를 일반적으로 완벽하게 보장하는 것은 아니다. 실제로 이 문장을 예시를 보기 전에는 몰랐었다. 논문에서 제공하는 예시는 XML인데, 가령 XML 문서에 대한 CFG는 “<<name>text</name>”의 여는 태그와 닫는 태그가 매칭되어야 한다는 것을 표현할 수 없다. 저자는 이에 대해 “CFGs are often too coarse”라고 표현했다.

*Context-Free Grammar*가 아닌 *Unrestricted Grammar*로 문제를 정의하면 되지 않느냐는 질문에 대해서 도입부에서 미리 반박을 하고 있는데, 매우 짧게만 서술하고 있다. 이에 대해 바로 이해가 되지 않는 이유는 아무래도 나의 배경지식 문제일 것 같다. 어쨌든, 이 연구는 CFG에 기반하지만, *input constraint*를 추가적으로 표현할 수 있는 명세 언어를 지향하고 있고 그 결과물이 여기서 제안하는 ISLa이다. CFG에 기반한 퍼징 방법에 대해 이러한 문제를 제기할 수 있다는 것을 전혀 몰랐어서 새로 배운게 많은 논문이었다. 또한, 예시를 풍성하게 보여주는 방식으로 발표를 하셨는데 굉장히 프로페셔널했다. 어떻게 보면 나 또한 테스트를 하면서 입력 데이터가 갖는 성질을 완성도 높게 표현하는 방법을 계속 찾고 있다고 볼 수 있다는 점에서, 귀감이 되는 발표이기도 했다.

³<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3533767.3534220>

Neural Termination Analysis

Termination analysis 에 대한 내용을 교과서에서만 본 것 같은데 최신 논문으로는 처음 본 것 같아서 신기했다. 이러한 분석은 *ranking function*을 찾는 과정으로 진행되는데, *ranking function*은 각 프로그램의 상태를 값으로 매핑하는 함수이며, 각 값은 프로그램이 실행됨에 따라 작아지는 방향이 되어야 한다. 이러한 함수가 존재하면 프로그램의 종료는 보장된다.

전산 논리 수업에서 간단한 정렬 프로그램에 대해서만 이런 문제를 다루어서 *ranking function*이 얼마나 복잡하게 표현될 수 있는지에 대한 감은 없다. 어쨌든 이 연구는 *ranking function*을 뉴럴 네트워크로 표현하고 학습하는 것을 목표로 한다. 만약 학습이 된다면, 프로그램의 종료가 검증된다. 이 연구는 몇 가지 종료한다고 알려진 여러 프로그램에 대해 실험을 진행하였는데, 이런 벤치마크가 있다는 것도 굉장히 흥미로웠다. 사람이 작성한 대부분의 프로그램은 잘 종료하고 있을텐데, 이것 수학적으론 확실히 증명하는게 어느 정도로 중요한 문제인지에 대해서는 잘 모르겠다. 하지만 책에서만 보고 실무적으론 본 적이 없었던 개념에 대해 진행된 연구라 흥미롭게 감상했다. 개인적으로 실용성 이외에도, 이런 신기함 내지는 재미 자체도 연구에서 중요한 동기라고 생각한다.

A Retrospective Study of One Decade of Artifact Evaluations

이 논문에 대한 발표는 일정을 착각하여 듣지 못 했다. 출국 전날 꼭 들어보고 싶다고 노트를 해 놓았던 논문인데 완전히 까먹고 있다가, 3일차에 이 발표가 첫 날에 진작에 끝났다는 것을 깨달았다. 개발을 꼼꼼하게 하는 편이라, 실제 출판되는 연구 논문들이 제공하는 툴들의 평균적인 퀄리티가 어떨 지에 대한 궁금증이 많았었다. 이 논문이 그에 대한 스터디를 제대로 한 것처럼 보이는데, 이후에 필독해볼 생각으로 여기에도 기록삼아 남겨놓는다.

논문 발표(FSE 2021)

Graph-Based Seed Object Synthesis for Search-Based Unit Testing

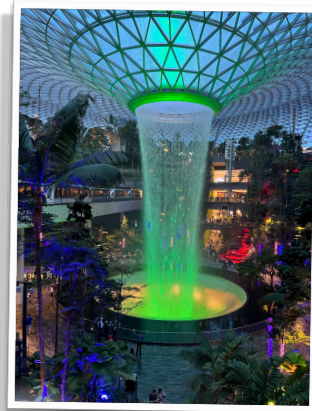
이 논문은 작년 FSE에 발표된 것으로, EvoSuite을 열심히 돌려볼 당시에 알게 된 논문이다. Java 유닛 테스트 기술 중에서도, 탐색 기반 테스트(SBST)에 관한 연구들은 현재 유전 알고리즘 기반의 접근법으로 수렴한 상태이다. 테스트 수트를 *chromosome*으로 인코딩하여, *mutation operator*들을 정의하고 유전 알고리즘으로 최적의 테스트 수트를 찾는 방식으로, EvoSuite 내부에 각종 복잡한 알고리즘들이 구현되어 있다.

유전 알고리즘은 일반적으로 초기 시드의 질에 의존하고, EvoSuite은 이를 무작위로 생성한다. EvoObj은 무작위로 생성된 *initial population*으로는 아무리 유전 알고리즘을 돌려도 커버할 확률이 낮은 브랜치가 있다는 점에서 출발한 연구이다. 정적 분석으로 그런 브랜치를 커버하기 위해 필요한 객체들과 이들 간의 관계를 그래프로 표현하고, 이에 기반하여 코드 생성 템플릿을 만들고 이 위에서 빈칸들을 탐색으로 찾아내는 방식이다. 계산 비용이 꽤 크기 때문에, EvoSuite을 실행하면서 시간이 지나도 커버가 안 되고 있는 브랜치들을 대상으로만 이 방법으로 탐색을 진행한다.

이 발표는 이번 학회에서 들은 발표 중 가장 잘 한 발표 중 하나이다. 발표자가 저자가 아니라 해당 그룹에서 일을 하고 있는 다른 사람이었는데, 내용을 잘 정리한 것 뿐만 아니라 발표 속도, 말투, 제스처 등을 활용한 완급 조절도 수준급이었다. 과거에 이 틀로 실험을 해보려 했는데, artifact의 퀄리티 문제로 활용하지 못 했어서 부정적인 인상을 갖고 있었었다. 하지만 과거의 내가 미숙했기 때문일 수도 있고, 현재는 Java 프로그래밍 노하우도 많이 쌓였기 때문에 조만간 한번 더 탐구해볼 생각이다. 발표를 듣고 다시 검색을 해보니 저자들이 해당 구현체를 지속적으로 유지보수하고 있는 것으로 보인다.

싱가포르

싱가포르는 인공적인 매력을 가진 곳이다. 굳이 꾸미지 않아도 될 것 같은 것들을 엄청난 돈을 부어 꾸며놓았다. 대표적으로 크루즈에서 바라본 마리나 베이 샌즈의 야경과, 창이 공항의 인공 폭포에서 그런 느낌을 받았다. 여기저기 다니다 보면 내가 부자가 된 느낌이 살짝 들 정도다.



싱가포르는 여러모로 여행하기 좋은 곳인 것 같다. 그 이유에 교통에 편리함이 8할은 차지한다. 비접촉 결제 서비스가 있는 비자/마스터 카드가 있다면 별도의 교통카드 구매 없이 모든 대중교통을 이용할 수 있다. 해외 여행이 점점 편해지고 있음을 실감했다. 이번에는 졸업논문 심사 직전이기도 해서 마음이 지쳐있느라, 하루는 점심까지 호텔에서 쉬기도 했다. 그러느라 아주 많이 돌아다니진 못 했는데 다음에 기회가 된다면 한 번 더 가보고 싶다.

음식은 전반적으로 좋았다. 원체 가리지 않는 편이라 걱정할 것도 없었던 데다가, 거의 대표 요리 격인 카야 토스트까지 맛있었다. 돌아오는 비행기를 타는 당일에 카야잼을 살 시간을 못 낸게 다소 아쉬웠다. Bacha 커피 또한 상당히 맛있었는데, 찾고 있는 상품 하나를 끝내 찾지 못해서 안 사고 돌아왔다.



마무리

학회를 참석할지 말지를 정할 당시에는, 11월 말까지의 여러 바쁜 일정들 때문에 고민이 많았었다. 일정의 가짓수가 많지는 않았지만 연구가 제대로 진행이 안 되고 있었던 것이 결정적 문제였다. 하지만 가서 재미있는 발표도 많이 들었고, 학회장에서 연구 발표를 하는 사람들이 나랑 그렇게 거리가 멀지 않다는 점도 깨달아서 자신감도 생겼으니 수확이 있는 여정이었다. 앞으로는 내 연구 결과를 학회에서 발표할 수 있도록 하자는 새로운 목표와 함께 더 열심히 정진해야겠다.

유익한 경험을 할 수 있도록 학회 참석 기회를 주신 오학주 교수님께 감사드립니다.