

PLDI 2024 in Copenhagen, Denmark



2024.06.24~2024.06.30

이하영

개요

소프트웨어 분석 연구실 석사 2 년 차로서 프로그래밍 언어 분야의 최고 학술대회인 PLDI 에 참석하게 되었다. 연구실에 처음 들어온 이후로부터 나의 자리를 든든히 지키고 계시는 전민석 박사님의 논문이 이번 학회에 채택되었는데 나에게 감사하게도 선배 발표를 따라 덴마크 코펜하겐에서 열린 PLDI 에 참석할 기회가 생긴 것이다. PL 최고 학회인 만큼 많은 기대를 품고 다녀왔는데, 그곳에서의 경험과 느낀 점을 이 보고서에 담아본다.

PLDI Main Event

먼저, PLDI 2024 에서 진행된 많은 세션 중 가장 인상 깊었던 세 개의 발표를 소개하고자 한다.

| Keynote Session: AI-assisted programming today and tomorrow

둘째 날 진행된 keynote 세션에서는 작년 OOPSLA 23 학회장에서 흥미롭게 들었던 논문에 대한 발표가 진행되었다. 작년에는 논문 저자가 발표했다면, 이번에는 해당 논문의 지도 교수가 연구실 내 진행되고 있는 연구를 AI-assisted programming 이라는 주제로 묶어 발표했다.

이 발표는 AI-assisted 프로그래밍의 현재와 미래를 조명했는데, "Today"의 프로그래밍은 크게 'Acceleration'과 'Exploration' 두 가지 성향을 띠는다는 가설을 설정하고 사용자 스터디 결과를 다루었다. 조사 결과, 주로 패턴 매칭과 같은 코드 작성에서는 사용자들이 AI 를 통해 구현 가속화를 느꼈고, 구현에 어려움이 있거나 적절한 아이디어가 없는 경우에는 AI 가 추천하는 코드를 탐색(explore)하는 경향이 높았다. 사용자 스터디는 copilot 사용자인 나에게 너무나도 납득 가능한 결과였고 코딩할 때 나의 모습을 연구로 풀어낸 것 같아 발표를 듣는 내내 많은 공감을 했다.

"Tomorrow" 섹션에서는 앞으로의 AI-assisted 프로그래밍이 가져올 변화로는 코드를 작성하기보다 이해하는 쪽으로 변할 것이며, 코딩하는 시간보다 AI 가 추천한 코드를 검증하는 데 많은 시간이 소요될 것이라는 전망을 제시했다. "Tomorrow" 섹션을 들으며 copilot 이 주는 코드가 내가 의도한 바와 맞는 코드인지 테스트 돌리며 검증하는 나의 모습이 스쳐 지나갔고, 사용자 스터디를 정말 잘 담아낸 연구라고 느꼈다.

| Synthesis Session: Recursive Program Synthesis using Paramorphism

이번 합성 세션에서는 온라인 발표자가 두 명 있었는데, 그중 한 명이 위 논문의 저자였다. 온라인 발표여서 오프라인 발표들에 비해 전달이 아쉬웠지만, 현재 내가 진행하고 있는 연구의 접근 방식과 유사하여 주의 깊게 들었다. 논문의 키포인트는 재귀 프로그램을 합성할 때 프로그램의 합성 단계를 두 가지로 나누는 것이었다. 먼저 함수형 프로그래밍의 paramorphism 을 사용하여 multi-hole 템플릿을 합성한 후, 템플릿의 hole (non-recursive) 부분을 채우는 방식이었다.

위 방법은 현재 내가 진행하고 있는 양자 프로그램 합성 연구에서 시도하고 있던 접근 방식인데 도메인과 세부 접근 방식은 다르지만, 큰 틀에서 나와 같은 방법으로 성공적인 연구로 매듭지은 저자를 보며 나 스스로에게 잘하고 있다고 격려도 해주고 나의 연구도 멋지게 마무리 짓고 싶다는 동기부여를 얻은 발표였다.

| Solvers for Fun and Profit Session: SMT Theory Arbitrage: Approximating Unbounded Constraints using Bounded Theories

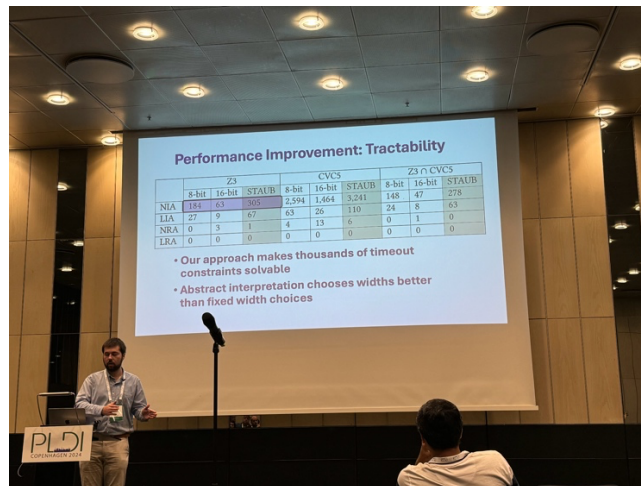


그림 1. SMT Theory Arbitrage 발표

이 연구는 SMT Solver의 unbounded 값을 bounded 값으로 변경하는 방식을 제안했다. 초기 연구 접근 방식으로는 이론적 접근을 시도했지만 도움이 되지 않았고, 고정된 폭의 경계 설정도 좋은 성능을 내지 못했다. 이러한 문제를 해결하기 위해 저자는 Abstract Interpretation 접근법을 도입했다. 추상 도메인은 표현식에 필요한 가장 큰 폭을 결정하는 데 사용되었고 여기서 추가된 검증 단계는 SMT Solver와 변환기를 동시에 사용하여 unbounded constraint를 bounded constraints로 변환한 뒤, 이를 해결하고 결과를 검증하는 과정을 포함했다.

연구의 주요 질문은 "이론적 중재(Theory Arbitrage)가 성능을 향상할 수 있는가?"와 "추상 해석을 통해 bounded 성능을 끌어낼 수 있는가?"였다. 이 접근법은 비싼 연산을 요구하는 unbounded 이론을 저렴한 bounded 이론으로 대체하여 성능을 향상하고자 했다. 연구의 전체 흐름은 unbounded constraints가 주어지면, abstract interpretation을 통해 적절한 bound를 선택하고, 이를 bounded constraints로 변환한 뒤 Solver를 통해 SAT/UNSAT 결과를 도출하는 방식이었다. 나도 연구를 진행하며 나의 도메인에 적합한 요약 도메인을 만들어보려 했기에, 풀고자 하는 문제의 범위를 모두 포함할 수 있으면서 확연히 낮은 cost로 sound한 분석을 하는 것이 쉽지 않음을 느꼈었는데, 이 연구는 현재 SMT solver의 한계를 잘 반영하여 효과적인 요약 도메인을 잘 디자인했다는 점에서 인상 깊은 발표였다.

Copenhagen, Denmark

5 일간 머물렀던 덴마크는 나에게 “낭만” 그리고 “자연”의 도시였다



(a) 일광욕하는 사람들 (b) 졸업을 기념하는 학생들 (c) 다이빙하는 사람들

그림 2. 코펜하겐의 낭만

“낭만”

나이를 불문하고 잔디만 보이면 냅다 수건을 깔고 일광욕을 즐기는 현지인들, 졸업을 기념하며 친구들과 버스 위에서 노래를 크게 틀고 도로 위 파티를 즐기는 학생들, 곳곳에 설치된 다이빙대에서 줄지어 다이빙하는 덴마크 사람들의 모습은 외국인인 나에게 낭만 그 자체였다. 그들의 삶을 조금이나마 느껴보고자 나도 땡땡 아래에서 그들처럼 여유를 즐기며 한국인과는 거리가 먼 일광욕을 즐겨보았고 서로를 격려하고 응원하며 줄지어 다이빙대에서 뛰어내리는 아이들처럼 다이빙대에 올라 차가운 바닷물을, 그리고 청춘을 온몸으로 느껴보았다. 짜릿했다.

비가 와도 우산 펴는 사람 하나 없고 태양이 너무 뜨거워 코가 까질 정도로 타버려도 양산 쓰는 사람 없는, 비가 내려도 해가 뜨거워도 날씨를 즐길 줄 아는 덴마크 사람들의 마음가짐을 닮고 싶다. 연구가 잘 되면 지치지 않고 그 기세를 이어 나가는, 잘 안되더라도 안 되는 대로 그 고뇌를 즐길 줄 아는, 마음이 여유로운 연구자가 되어보겠다고 다짐한다.

“자연”

덴마크에는 자전거를 타는 사람들이 아주 많다. 자전거 전용 도로가 잘 마련되어 있고, 차보다 자전거가 현저히 많다. 감히 덴마크는 자전거의 나라라고 불러본다. 자전거를 타는 사람이 많은 만큼, 자전거의 형태도 다양했다. 자동차에 카라반을 달고 다니듯, 이들은 자전거 앞/뒤로

유모차같이 생긴 좌석을 달고 다녔다. 그 좌석에는 아이들은 물론(아이 셋이 탄 경우도 보았다) 성인 남성, 그리고 어르신들도 타고 다녔다. 이들의 생활 양식에 맞게 각자의 성향이 잘 드러나는 자전거들을 관찰하는 것도 하나의 묘미였다. 자전거 덕분인지, 덴마크의 공기는 산뜻했고 쾌적했다.



그림 3. 코펜하겐 운하

앞서, 다이빙대가 있는 곳이면 덴마크 사람들이 줄지어 다이빙 하는 모습을 볼 수 있었다고 언급했는데, 그들이 그렇게 물놀이할 수 있는 데에는 깨끗한 물도 한몫한다고 본다. 서울의 한강과 다르게 도시 한 가운데 흐르고 있는 이들의 운하는 진주알 같은 윤슬이 가득했고 푸른 빛을 띠 정도로 깨끗해 보였다. 요트를 타는 사람, 카약을 타는 사람, 수영하는 사람, 다이빙하는 사람, 그들의 운하는 다양한 활동으로 활기가 가득했다.



그림 4. 푸르른 코펜하겐

푸르른 운하에 이어 이들의 잔디도 감탄스러웠다. 어디를 가든 잘 관리된 코펜하겐의 잔디는 일광욕을 즐기는 사람들 덕분에 부지런히 관리해 주시는 분이 따로 있는 걸까 소소한 궁금증을 품어본다.

마치며



그림 5. SAL

이번 PLDI 2024 학회를 통해 나는 여러 분야의 연구 동향을 파악할 수 있었고, 열심히 진행해 온 연구를 많은 사람들에게 잘 전달할 수 있는 발표의 중요성도 다시 한번 느꼈다. 연구실 첫 PLDI 시작을 쏘아 올린 전민석 박사님, 학회 기간 아직은 미숙한 후배들을 잘 챙겨준 도원, 원석 선배, 함께 성장해 가는 미령이와 동욱이, 그리고 이 모든 경험을 할 수 있도록 참석의 기회를 주신 오학주 교수님께 감사의 말을 전하며 PLDI 2024 트립 리포트를 마친다.