



PLDI 2024 in Copenhagen, Denmark

송도원

2024.6.24 - 6.30

1 개요

PLDI는 프로그래밍 언어 (PL)분야의 최상위 학술대회이다. PL 연구자로써 이 분야의 최고 학회인 PLDI는 언젠가 꼭 참석 하고싶었는데, 연구실 선배인 전민석 박사님의 논문이 이번 학회에 억셉되어 덴마크 코펜하겐에서 열린 PLDI 2024에 참여할 기회를 얻었다. 이번 학회에서 느낀 경험들을 연구실 일원들과 함께 공유하고자 본 여행기를 작성한다.

2 인상깊었던 발표들

작년 포르투갈에서 열린 OOPSLA 23에서 발표를 듣고 느낀 점은 내가 그래도 확실히 SE 쪽 보단 PL쪽 연구를 좋아한다는 사실이었다. 부정적으로 생각한다면 “이걸 대체 어디에 써 먹나?” 싶은 연구들도 문제를 푸는 방법론에서 감동이 느껴진다면 좋은 발표로 느껴졌는데, 이번 PLDI에서도 이론과 실용 중간 지점에서 밸런스를 잘 맞춘 재밌는 연구 발표들이 많았다. 한가지 특이사항은 키노트 발표 하나를 제외하면 내가 PLDI에서 들었던 어떤 발표도 AI와 관련이 없었다는 점이다 (내가 AI를 별로 안 좋아해서 그런가?). 확실히 SE에 비해 PL학회가 조금 더 엄밀하고 증명 가능한 내용을 다루다보니 AI의 활용이 적은 것이 보이는게 인상깊었다. 학회의 위상이 위상인지라 대부분 발표의 수준이 아주 높아서 거의 모든 발표를 재밌게 들었는데, 개중에서도 개인적인 경험과 함께 가장 인상깊게 들었던 발표 세개를 소개한다.

Key Note Speech: AI-Assisted Programming Today and Tomorrow AI기술이 본격적으로 대두된 이후 학회 키노트 발표에서 AI관련 내용을 많이 다루고 있다. 본 발표의 제목에서 Today는 현재 이용자들이 어떤식으로 생성형 AI를 코딩에 활용하는지에 관한 스터디 조사이다. 이 스터디는 작년 OOPSLA23에서 오프라인으로 들은 발표였는데 그걸 다른 학회에서 키노트 발표로 다시 들으니 여러모로 신기했다. 본 연구에서는 사용자가 AI를 활용하는 방식은 크게 두가지로 정의한다: (1) 개발자가 구현하려고 하는 내용에 대한 지식이 충분히 숙지되어 있어서 구현 속도를 향상시키기 위해서 AI를 활용하는 경우 (acceleration), (2) 개발자가 구현하고자 하는 내용에 대한 지식이 부족하거나 코딩이 익숙치 않아 AI에게 구현을 전적으로 맡기는 경우 (exploration).

작년에도 느낀 것이지만 이 연구는 굉장히 스터디를 철저하게 잘 한 연구라고 생각한다. 스터디 자체의 참여 인원은 우리 연구실 인원 수준으로 많지는 않았지만, 스터디의 목적과 진행 방식이 굉장히 체계적이라 제안하는 내용이 굉장히 납득이 되었다. 나도 이전에 연구를 할 때 유저 스터디를 한 경험이 있어서 스터디 규모에 대한 고민을 많이 했었고 “이게 정말 단순히 스터디 섹션을 쓰기 위한 스터디가 아닌가?”라는 생각도 했었다. 그러나 지금와서 돌아보면 그 내용이 실험에서 꽤나 유의미한 내용이었고, 실제 논문 리뷰에서도 꽤나 좋은 반응을 이끌어 냈었다. 반대로 규모는 거대하지만 방법론에 의문이 드는 스터디 논문들을 보면 “이게 탑티어 컨퍼런스에서 발표될 만한 신뢰도가 있는 연구인가?”라는 의문이 드는 경우가 많았는데, 결국 스터디의 핵심은 규모가 아닌 “스터디를 통해 전달하고 싶은게 무엇인가?”, 그리고 “그를 전달하기 위해 스터디를 어떻게 구성할것인가?” 인 듯 하다.

발표 제목의 Tomorrow는 “생성형 AI를 활용한 프로그래밍에서 앞으로 요구되는 것이 무엇인가?”에 관한 내용이었다. 발표에서는 앞서 정의한 두 가지의 AI 활용 방식 모두에서 사용자가 AI가 생성해준 코드를 검증하는데 굉장히 많은 시간을 사용한다는 문제를 지적했다. 한가지 재미있는 점은, AI가 굉장히 취약한 코드를 제공해주는 경우가 많았지만, 사용자들은 보통 AI가 작성한 코드를 대체로 신뢰한다는 점이었다. 발표를 들으니 최근에 AI를 활용해 코딩을 하는 사람들이 점점 늘어나고 있는데, “프로그램의 오류는 점점 더 흔해지는게 아닐까? 그렇다면 내가 계속 하고있는 PL 그리고 프로그램 자동 수정 연구의 가치가 앞으로 더 높아지지 않을까?”라는 행복회로를 조금 돌려보았다.

Associated Effects 제목이 단 두 글자인 논문이다. 이전까지의 학회 참여 경험을 비추어볼 때 보통 이런 논문 발표는 재밌었고, 이번에도 마찬가지였다. 논문 제목에서 말하는 effect는 일반적으로 생각 가능한 예외 처리, 객체의 상태변화와 같은 계산과정에서 생기는 effect를 의미한다. 함수의 정의에서 이러한 effect 또한 type으로 표현할 때 특정 함수가 여러 sub-type에 따라 overriding으로 정의 될 때 생길 수 있는 type inconsistency 문제를 해결하는 연구이다. 예를 들어 t 타입의 object 두개를 입력으로 받아, t 타입의 나눗셈 결과와 그에 따른 effect ef 를 발생시키는 함수 $\text{add} : t \rightarrow t \rightarrow t * ef$ 를 생각해보자. 만약 이때 입력의 타입이 int 라면 Division By Zero 라는 ef 를 고려해야하고, float 라면 고려할 effect가 없다. 이런식으로 부모 클래스에서 정의한 effect type이 sub-type에 따라 달라져 consistent하게 정의 할 수 없다는 문제가 생기는데, 이를 언어 레벨에서 사용자가 parameterize 할 수 있는 associated effect라는

새로운 Language feature를 도입하여 해결하겠다는 지극히 PL스러운 연구였다. 이 연구팀은 덴마크의 Aarhus 대학교에서 계속해서 개발하고 있는 Flix라는 언어 위에서 계속해서 이러한 기능을 추가하며 진행하고 있는데, 개인적으로 이렇게 굉장히 큰 규모의 연구를 꾸준히 진행하는 과정이 인류 전체를 한 걸음씩 진보하게 하는 것이라고 생각하는 사람이라 더 감동을 느꼈던 발표였다.

Equivalence by Canonicalization for Synthesis-Backed Refactoring 이번 PLDI에서 가장 재밌게 들은 발표이다. 발표 전달력도 전달력이었지만, 연구 자체에서 감동을 느낀게 정말 얼마만인가. 이 연구는 직접 구현한 “direct” 스타일의 함수형 프로그램을 라이브러리 component를 활용한 스타일로 refactoring하는 연구이다. 언제나 refactoring이 그렇듯 “변화된 프로그램이 원본 프로그램의 semantics를 보존하느냐?”를 보이는게 가장 어려운 문제이고, 이를 해결하기 위한 가장 일반적인 방법은 테스팅과 정형 검증으로 알려져 있다. 하지만 테스팅은 사용이 쉽지만 unsound하고 정형 검증은 증명에 여러가지 노력이 많이 필요하다는 근본적인 문제가 있다. 본 연구는 완전히 시각을 바꿔서 “Syntactically 동일한 프로그램은 Semantically 동일하다”라는 명제를 바탕으로 두 프로그램의 동일성을 증명한다. 이를 위해 원본 프로그램과 refactoring이 적용된 프로그램에 대해서 semantics를 보존하는 canonicalization을 적용하고, 두 프로그램이 완전히 동일한 syntax로 transform이 된다면 두 프로그램의 equivalence가 증명된다는 것이다. 굉장히 당연한 논리라서 설득이 아주 쉽게 됐고, 그걸 실제 검증에 활용한다는 점이 아주 놀라웠다. 특히 나도 이전에 학생이 제출한 프로그래밍 과제 코드를 교수자의 모범 답안과 비교해 정답 유무를 확인하는 연구를 진행한 경험이 있어 (OOPSLA19: TestML) 이 연구가 더 인상깊었다. 당시엔 결국 equivalence 검증을 못해서 counter-example을 생성하여 제출한 과제가 “진짜 틀렸다”만을 증명하는 연구로 마무리가 됐는데, 학생 제출물 코드라면 코드도 짧고 패턴도 굉장히 다양해 이 연구의 방법론을 적용할 수 있지 않을까? 실제로 TestML기술이 반례를 찾지 못한 프로그램의 correctness가 보장되지 않음을 지적하고, 이를 해결하는 연구가 PLDI 2023에 나왔는데, 해당 연구도 high-order 함수에 대해서는 정확히 증명을 못하고 또한 증명 성공률이 100%가 되지 않는다는 한계가 있다. 아직도 이쪽 분야 연구에 할 일이 많은 것 같고, 나 또한 TestML연구가 완벽하게 끝났다는 느낌을 아직 받지 못했는데, 그 연구를 제대로 마무리해보고 싶다는 동기가 강하게 생긴 연구였다.



그림 1: 한국인의 밤, 많은 한국인들이 이번 PLDI에 참석했다.

3 그 외 학회 관련 내용

Korean in PLDI 이번 PLDI는 한국인들의 발표가 굉장히 많았다. 우리 연구실의 전민석 박사님이 1편, 그리고 카이스트의 류석영 교수님 연구실과 강지훈 교수님 연구실에서 각각 2 편과 3편으로 한국에서만 총 6편의 논문을 PLDI에서 발표했다. 여러모로 국제 사회에서 한국의 위상과, 한국 연구자들의 PL분야에서의 경쟁력이 나날히 높아지고 있음을 느꼈다. 그와 반대로 나 자신을 좀 돌아보는 시간을 가졌다. 나는 언제나 스스로를 PL연구하는 사람으로 정의하고 있으나, 가장 최근에 학회장에서 발표한 논문도 SE학회에 제출했고, 이 글을 쓰고 있는 시점 제출한 논문도 SE에 제출한 상태다. PL하는 사람이라면 누구나 OOPSLA, PLDI, 그리고 POPL과 같은 탑티어 PL 컨퍼런스에 대한 욕심이 있을 것이라고 생각하고 그래서 더욱이 한국인 연구자들이 PLDI에서 멋진 발표를 하는 모습을 보며 “나도 다시 좀 PL분야에 논문을 내야 할텐데...”라는 아쉬움이 계속 들었다. 한국인들이 워낙 많아서 첫날 리셉션 대신 한국인의 밤에 참가해 함께 식사를 했는데, 다른 학교 연구원들과 이야기를 많이 하지 못한 점은 아쉬웠다. 어찌됐건 이 분야에 계속 몸담고 있다면, 앞으로도 계속 이런 연구자들과 교류할 시간이 있을 것이고, 나 또한 그들에게 부끄럽지 않은 한국 PL 연구자가 되도록 정진해야겠다.

Banquet 학회에서 가장 큰 이벤트라고 하면 역시 둘째날 열리는 banquet이다. 이전에 참석했던 학회마다 banquet의 컨셉이 다양했는데, 이번 PLDI 24의 banquet은 “Award” 였다.



(a) 제공된 식사



(b) 가장 영향력 있는 젊은 연구자 Armando

그림 2: 둘째날 Banquet

단순히 올해 제출 된 논문 중 가장 우수한 distinguished paper뿐 아니라 근 10년간 가장 PL 분야에서 영향력 있던 논문, 가장 영향력 있던 연구자, 그리고 가장 영향력 있던 기술과 같이 우수한 결과에 대한 수상뿐 아니라 가장 영향력 있던 리뷰어나 커뮤니티에 발전에 이바지한 인물 등 PL 이라는 분야 전체에서 의미있었던 모든것에 대한 수상을 하는 자리였다. 확실히 최고의 PL 학회이기에 가능한 banquet이 아니었나 싶다. 수상 내역도 보면 누구나 납득할 수 있었는데, 예를 들어 가장 영향력 있는 젊은 연구자로 CEGIS 프레임워크로 유명한 Armando 가 뽑혔고, 가장 영향력 있는 프로그래밍 언어로는 Rust가 선정되었다. 연구자로서 최고의 자리에서 최고로 인정받는 그 기쁨이 어느정도일까? 언젠간 나도 나의 연구로 이런 그런 영광을 누릴 수 있을까? 꾸준히 정도를 걸으며 정진하는 수 밖에 없다.

4 관광: 코펜하겐

이번 출장에선 코펜하겐을 둘러 볼 시간이 제법 많았다. 학회날에도 빠르면 3시정도에 모든 발표가 끝났고, 후술하겠지만 해가 떠있는 시간이 굉장히 길어서 늦은 시간까지 밖을 돌아다녀도 큰 문제가 없었다. 코펜하겐은 굉장히 계획적으로 설계된 도시로 뚜렷한 랜드마크는 없었지만, 날씨가 굉장히 좋고 거리의 풍경이 예쁜 도시였다. 개인적으로 해외에서 어떤 목적을 가지고 관광을 하는 것 보다 길거리를 돌아다니며 그 나라의 삶을 구경하는 것을 좋아해서 아주 즐



(a) 코펜하겐 거리 전경

(b) 왕립 도서관 정원

그림 3: 한낮의 코펜하겐

거운 시간이었다. 아주 잠깐의 경험에었지만, (엄청나게) 살인적으로 비싼 물가를 제외하면 정말 살기 좋은 곳이라고 생각된다.

해가 지지 않는 나라 덴마크 첫날 덴마크에 도착하자마자 놀란 점은 해가 굉장히 길다는 것이었다. 덴마크 땅을 처음으로 밟은게 오후 10시가 넘은 시간이었는데, 그때 막 석양이 지고있었다. 여름 덴마크는 새벽 4시정도에 해가 떠서 오후 11시 즈음 해가진다. 날씨가 덥지 않고, 미세먼지도 없고, 햇볕도 아주 강해서 햇볕을 즐기며 돌아다니기에는 최고의 나라였다. 처음에는 “이렇게 햇볕을 잘 받아서 덴마크인들이 행복지수가 높은건가”라는 생각도 하고, 날씨가 너무 좋아서 돌아다니다가 대충 찍은 사진도 예술적으로 나와서 만족도가 높았는데, 나중에는 해가 너무 길어서 미쳐버릴 것 같았다. 저녁 8시즈음에 저녁 식사를 마치고 하루의 마무리를 준비하고 있는데 한낮같이 밝을 때의 그 기묘한 느낌, 그리고 겨우 잠에 들었는데 새벽 3시부터 밝아지는 하늘에 강제로 기상해서 느껴지는 피로감. 아무리 좋은 햇볕과 날씨라고 해도 뭐든지 적당히가 중요한 것 같다.

HYGGE Life 출장 전에 찾아보니 덴마크 국민들은 평균적으로 세계에서 가장 높은 행복도를 가지고 있다고 한다. 그런 덴마크 사람들의 행복한 삶의 방식을 휘게 라이프 (HYGGE Life)라고 한다. 아직도 나는 휘게가 뭔지 모르겠는데, 대충 이해한 바로는 대낮에 공원에 누워



그림 4: 아무튼 휴게

일광욕을 하고, 저녁에 맥주를 마시며 사랑하는 사람들과 이야기를 나누는 등 여유를 즐기는 삶의 방식인 것 같다. 실제로 평일 대낮에도 굉장히 많은 사람들이 공원에 누워 선텐을 하거나 독서를 하거나 운동을 하고 있었다. 우리야 관광객이니 그렇다 치고, 대체 덴마크 현지인들은 이 시간에 일을 안하고 뭘 하는건가 싶어서 조사를 해보니, 덴마크는 유럽 3위의 산유국이라고 한다. 그렇다 역시 압도적인 여유는 압도적인 부에서 나오는 법이다. 아무튼 휴게의 나라인 만큼 우리도 휴게를 하려고 했다. 공원에 앉아서 햇볕을 쬐며 책을 읽고 사진을 찍고, 다같이 자전거를 타며 도시를 구경하고, 밤에는 함께 맛있는 음식과 음료를 마시며 이야기를 나눴다. 짧은 휴게였지만, 즐거운 시간이었고 함께 간 연구실 동료들과 더 돈독해지는 것 같았다. 참고로 덴마크는 자전거 도로가 굉장히 잘 정비되어 있다. 덴마크에 올 일이 있다면 꼭 자전거를 타는 것을 권하고 싶다.

덴마크의 졸업시즌 이번 덴마크 여행에서 가장 눈에 띄던 것은 해군모 같은 모자를 쓴 덴마크 청년들이었다. 처음에는 무슨 축구팀 응원 문화인가? 싶었는데 찾아보니, 6월은 덴마크의 졸업식 시즌이라고 하며 해당 모자를 쓴 사람들은 졸업생들이라고 한다. 졸업의 기쁨이 너무 커던 것일까? 시내에 나가면 술에 진탕 취한 졸업생들을 잔뜩 볼 수 있었고, 더 나아가 그림 5처럼 음악을 빵빵하게 튼 트럭 위에서 신나게 노래를 부르며 거리를 활보하는 졸업생들도 정말 많이 볼 수 있었다. 여려모로 신기한 구경거리이기도 했고, 대학원생으로써 졸업이 얼마나 기쁜 일인지 크게 공감하는 바였기에, 그들의 흥에 한껏 호응해주었다. 어쩌다보니 덴마크



그림 5: 덴마크의 졸업생들

졸업생들이랑 하이파이브도 했는데, 그들의 기쁨과 에너지를 제대로 느낄 수 있었다. 짧은 시간이었지만 좋은 기억을 남겨준 그들이 앞으로도 그렇게 행복하기를 바란다.

5 마치며

내 논문으로 PLDI를 오지 못한 것은 아쉬웠지만 그래도 많은 것을 배우고 느낄 수 있는 시간이었다. 멋진 논문 발표로 이런 좋은 기회를 마련해 준 민석이형과, 출장 계획을 짜는데 큰 도움을 주고 함께 동행해준 원석, 하영, 동욱, 미령에게도 감사를 전하고 싶다. 언제나 그랬듯 동행해준 모두 덕분에 학회 참석이 더 좋은 경험으로 남는 것 같다. 특히나 이번 학회 참석은 유난히 더 연구 동기가 많이 솟아난다. 이번에 제출한 논문이 잘 되서 빨리 발표를 하고 싶다는 생각이 들었고, 다시 PL연구로 PL학회에서 발표하고 싶다는 열정도 생겨났다. 아직까지 내가 연구에 대한 욕심이 많이 있는 것 같고, 매번 그런 욕심과 열정을 긍정적으로 점화해 주시는 오학주 교수님께도 감사를 전하며, 이상 이번 여행기를 마친다.