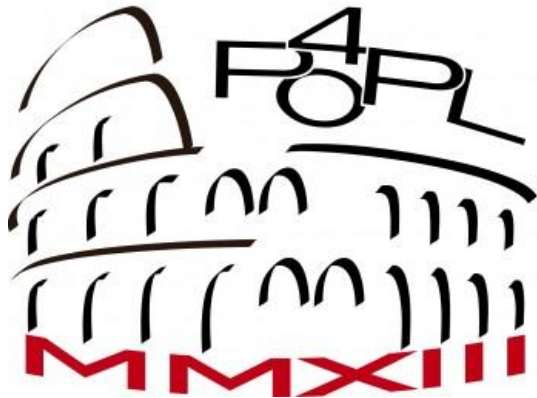


Trip Report on POPL 2013

Jan 21 – Jan 25, 2013, Rome, Italy

박형철(luscani@postech.ac.kr)



POPL 2013: 40th ACM SIGPLAN-SIGACT Symposium on Principles of Programming Languages

2013년 로마에서 개최되는 POPL과 학생들을 위한 교육 프로그램에 참가하게 되었습니다. 아직 발표한 논문도 없는 석사과정 학생으로서 이런 좋은 경험을 하게 된 것은 큰 행운입니다. 특히 PLMW와 TutorialFest는 연구를 시작하는 학생들을 위한 프로그램들로, PL 연구분야의 흥미로운 주제들과 새로운 시도들에 대해 소개하는 자리였습니다. 짧은 일정이었지만 많은 발표를 들을 수 있었고 로마라는 이국적인 도시를 느낄 수 있는 좋은 기회였습니다.

추위가 한창인 한국에 비해서 로마는 서늘한 정도였습니다. 학회 측에서 잡아준 숙소를 이용하였는데 학회장과 거의 거리가 상당하고 대중교통도 마땅하지 않아서 어려움을 겪었습니다. 처음에는 매일같이 걷는 거리에 불평을 하기도 했지만 로마를 누비는 즐거움이 되었습니다. 매일 지나가는 길을 달리하고 새로운 곳을 지나쳐서 걸었는데, 로마 시내 전체가 유적지 같고 오래된 도시의 분위기가 느껴져서 좋았습니다.

학회에서 발표를 듣는 것 이외에도 학계에 있는 사람들을 만나는 경험을 할 수 있었습니다. 한국에서 오신 서울대 학생들도 만났습니다. SIGPL 워크샵에서 봤던 익숙한 얼굴들도 있었고, 처음 만나 인사하게 된 학생들도 있었습니다. 저와 이지용군은 작년에 OPLSS 여름 학교에도 참여하였는데, POPL에서도 낯익은 얼굴들을 만나 안부를 묻기도 했습니다. OCaml에 관련하여 궁금한 점이 있었는데, OCaml의 개발자인 Xavier Leroy 교수님께 직접 질문도 하고 의견을 구할 수도 있었습니다. 공부를 하면서 이름만 봐왔던 교수님께 직접 질문 할 수 있다는 것이 신기하기도 하고, 질문을 잘 준비했다면 좋은 의견을 얻을 수도 있지 않았을까 생각했습니다.

이번 학회에는 삼성에서 일하시는 분도 참가하였습니다. 처음 보는 외국분이 한국에서 왔냐며 말

을 걸어와서 놀랐는데, 삼성의 수원 연구소에서 7년째 일하고 있는 분이라는 것을 알고 더욱 놀랐습니다. 학계에서 발표되는 연구가 삼성에서 하는 일에 어떻게 도움이 될 수 있는지 알아 보기 위해서 참여 했다고 합니다. 삼성에서도 소프트웨어 검증 쪽으로 수요가 있다며 나중에 이런 공부한 것을 삼성에서 써먹을 수도 있다고 알려주었습니다. 삼성이라는 회사가 규모가 크고 많은 일을 할 것이라고 추측하였지만, 내부에서 일하시는 분에게서 소프트웨어 검증에 대한 삼성의 관심을 들을 수 있었습니다.

TutorialFest

Alexey Gotsman — Consistency in Concurrent and Distributed Systems

학회의 많은 발표들과 멘토링 세션의 강좌들이 Concurrency와 관련되어 있었습니다. 그만큼 병렬화, 동시실행이 PL 연구 분야에서 중요하다는 것을 느꼈습니다. 첫 번째로 참여한 강좌에서는 동시실행이 어떻게 다루기 어려운지부터 시작해서 학계에서 접근하는 이론적 방법을 소개하였습니다.

동시실행이나 병렬화에서는 thread들이 실행되는 순서가 임의로 엮일 수 있어서, 그 경우의 수가 매우 많습니다. 또한 데이터의 일관성(consistency)가 문제를 더욱 복잡하게 만듭니다.

강한 일관성(Strong consistency)이 보장된다면 가장 좋겠지만 동시실행의 특성상 실제로는 약한 일관성(Weak consistency)만을 달성하게 됩니다. 강좌에서는 간단한 계수기(counter) 코드를 예로 들며 CAS atomic instruction을 이용하여 non-blocking concurrency를 구현해 보였고, 이러한 코드를 서술하는 상세(specification)로 Hoare logic을 보여주었습니다.

동시실행 환경뿐만 아니라 분산 시스템도 또 다른 문제가 됩니다. 규모가 큰 인터넷 관련 기업은 세계 각지에 분산된 저장 시스템을 가지고 있습니다. 분산된 저장 시스템이 잘 작동하기 위해서는 세 가지 속성(데이터의 일관성, 이용가능성, 분할에 대한 내성) 필요합니다. 그러나 세 가지 속성을 동시에 만족 시키는 것은 불가능하다는 것이 이미 증명 되었고, 세 가지 속성 대신에 어떤 완화된 조건을 만족하는 시스템을 설계하는 것이 문제입니다.

제 연구에 있어서도 동시실행이 큰 문제였는데 관련한 기초 이론을 들을 수 있어서 큰 도움이 되었습니다.

Matthew Flatt — Building Languages in Racket

Racket은 Lisp/scheme family에 속하는 프로그래밍 언어로 언어 자체를 점진적으로 설계할 수 있

는 기능을 제공합니다. 강좌에서는 Racket을 처음 접하는 학생들도 배울 수 있도록 설명해 주었습니다. 간단한 게임을 예제 프로그램으로 작성했습니다. Racket에서 언어를 정의하고 확장하는 기능을 활용해서 예제 프로그램의 코드를 점차 간결한 형태로 바꿔 나갔습니다. Lisp 언어가 어떤 것인지 알고 있었지만 접해본 경험이 없었는데, 언어를 정의하며 프로그래밍 하는 것을 배울 수 있었습니다.

주제가 학술적이라기 보다는 Racket이라는 언어에 대한 소개에 가까웠지만 유익한 경험이었습니다. 최근 개발되는 언어들을 보면, 좀 더 쉽게 배울 수 있도록, 배우는 과정에서 시각적으로 바로 경험할 수 있는 예제 프로그램을 작성하도록 하여 사용자들의 흥미를 이끈다는 것을 느낄 수 있었습니다. Racket에서 제공되는 IDE 만으로도 금세 게임도 작성할 수 있고, 역동적인 슬라이드 쇼를 작성할 수도 있습니다. 검은 화면에 Hello world를 띄우는 것으로 언어에 입문하는 시대는 지났다는 것을 실감합니다.

Adam Chlipala — A Taste of Effective Coq Proof Automation

Coq 전문가로 익히 알고 있었던 Adam Chipala 교수님의 강의를 직접 들을 수 있었습니다. 강의 주제는 Coq 증명을 어떻게 자동화 할 수 있는지 였습니다. 교수님이 직접 입력해 가면서 자동화를 시연해 보였습니다.

처음에 Coq을 배우면 명령 활용을 배우게 됩니다. 증명하려고 하는 목표를 다른 형태로 바꾼다거나, induction을 적용하거나, 이미 증명된 또는 가정된 명제를 적용하는 등의 작업을 각종 명령으로 진행할 수 있습니다. 문제는 명령을 적용하는 것이 매우 반복적인 작업이 될 수 있다는 것입니다.

Coq에서는 자동화에 도움이 되는 기능들이 있습니다. 가장 간단하게는 명령을 반복적으로 시도하는 것도 있고, 현재 구문 환경을 살펴보고 양식에 맞추어 보는 기능도 제공합니다. 간단한 몇 가지 기능만을 활용하여도 반복적이고 지루한 작업을 한번에 해결해 버릴 수가 있습니다. 다만 Coq에서 제공하는 자동화는 실행 속도가 매우 느립니다. 자동화된 증명은 간단한 것이라도 약간의 계산 시간이 필요했습니다.

작년에 modal logic IS5 체계에 대해서 공부하고 Coq으로 증명하는 과정에서 이미 익혔던 내용에서 크게 벗어나지는 않았습니다. 혼자 공부하기 전에 강좌를 수강 했더라면 더 좋았을 거라는 아쉬움이 남았습니다.

Coq의 권위자라는 분이 시연하는 것도 제가 하는 방식과 크게 다르지 않다는 것을 알게 됐습니다. 자동화 코드를 작성하고 그것으로 풀리지 않는 목표를 따로 증명해서, 일반화된 자동화 코드

가 되도록 수정하고, 디버깅의 목적으로 print명령을 이용하는 것도 볼 수 있었는데, 대단한 방법을 기대했던 거에 비하면 평범하게 느껴졌습니다.

PLMW

TutorialFest뿐만아니라 PLMW도 학생들이 PL 분야에 흥미를 가지고 연구를 시작할 수 있도록 도움을 주고자 하는 노력이 보였습니다. 복잡한 이론을 소개하고 정의들을 나열하는 것이 아니라, 어떤 연구 분야들이 있고, 왜 이 분야가 흥미로운지, 어떤 문제들을 다루는지 소개하여 연구의 방향을 잡는데 도움을 줍니다.

특히 PLMW는 제가 생각했던 것보다 파격적이었습니다. 처음 참가하는 해외 학회라서 어렵고 딱딱한 주제만 계속될 것이라고 겁을 먹었는데, 학생들을 위한 준비가 많고 재미있는 발표들이 많았습니다. 발표에서 사용하는 용어나 발표 슬라이드들도 학문적이고 현학적인 것이 아니라 친근하게 느껴졌습니다. 연구에 대한 솔직한 견해를 들려주어 선배들로부터 조언을 받는 기분이었습니다.

많은 강좌가 쉴 틈 없이 계속 되었는데 그 중에 몇 가지 인상 깊은 발표가 있었습니다. You and Your Research & The Elements of Style 라는 강좌에서는 작문에 대해서 주로 다루었습니다. 작문에 도움이 되는 원칙들을 소개한 유명한 책, The elements of style을 꼭 읽어야 할 필독서로 소개하였습니다. 저의 지도 교수님에게서 추천을 받았던 책인 터라 한번 공부해 보았던 익숙한 원칙들이었습니다. 연구에 있어서 작문이 얼마나 중요한지 다시 한번 느낄 수 있었고, 발표를 하신 Phil Wadler 교수님의 연설조의 강연에서 학생들을 이끄는 강한 힘을 느꼈습니다.

What is a PhD? What is research? How do you succeed as a scientist? 라는 주제로 강좌가 있었는데, 이번에 들었던 강좌들 중에서도 가장 재미있고 편안한 강좌였습니다. 박사란 이 세상의 지식의 범주를 조금, 아주 조금 더 늘리는 것이라는 아이디어를 그림으로 재미있게 소개했습니다. 또한 연구가 무엇인지 교수가 되는 것은 어떤 것인지 유쾌하게 설명했습니다. 마지막으로 연구자로서 학생으로서 성공하기 위한 조언들을 나열했는데 매우 공감이 갔습니다. 올해 대학원 생활에서 적극 실천해야겠다고 느꼈습니다. 제 입장에서 학회 발표자들은 이미 연구에 있어서 성공적이고 많은 논문을 발표한, 저와는 다른 세계의 사람들처럼 느껴졌습니다. 하지만 학계의 사람들도 많은 실패를 겪고, 그 과정에서 저와도 같은 생각을 공유하게 된다는 것을 알게 되었습니다. 연구라는 것을 솔직하고 담백하게 말해주고 현실적인 조언을 들려주는 최고의 강연이었습니다.

From POPL to the Jungle and back라는 강연에서는 PL 연구의 방향을 크게 네 가지로 나누고, 각각의 연구 스타일이 어떤 것인지 소개하였습니다. 아름답지만, 근본적이고 관계가 없는(실용성이 떨어지는) 수학 원리부터 철저히 현실적인 문제에 해법을 찾고 구현하는 스타일까지 있습니다. 강

연에서는 절충안을 추천하였습니다. As-principled-as-you-can-manage 방법이라고 표현하였는데 연구가 아름답지 않을 수 있다는 것을 인정해야 한다고 조언하였습니다. 그런 면에서 principle에서는 벗어나 jungle 갈 수도 있다는 것입니다.

PL 분야를 공부하면서 원래 이 분야의 연구가 다 이런 것 일까라는 질문을 혼자 해보곤 했었는데, 강연을 통해서 어느 정도 답을 찾을 수 있었습니다.

그 밖에도 PL 연구의 기초 원리를 소개하는 강연들이 있었습니다. Coinduction으로 어떻게 무한에 해당하는 객체를 표현하고 다룰 수 있는지 소개하는 강연도 있었고, Coq으로 PL 이론을 검증하는 것에 대해 소개한 Xavier Leroy 교수님의 강의도 역시 빠지지 않았습니다. Coq으로 증명을 하면서 연구하는 것의 장단점을 나열했는데 Coq을 많이 사용해본 입장은 아니지만 충분히 공감이 갈 만 하였습니다. 특히 단점으로 든 Coq의 중독성에 모두들 웃었습니다.

Amal Ahmed 교수님의 Logical relations, Robert Harper 교수님의 Computational Trinitarianism 같은 강의들을 OPLSS에서도 이미 들었던 익숙한 강의였습니다. 학계에서 단골로 등장하는 중요한 개념임을 다시 한번 확인할 수 있었습니다. PLMW의 마지막 세션에서는 젊은 교수들이 패널로 나와서 간단하게 자신의 연구 경력에 대해서 소개하고 학생들의 질문을 받는 시간을 가졌습니다.

POPL

다른 행사들을 마치고 본 학회인 POPL에 참가하게 되었습니다. 안타깝게도 POPL의 발표들을 따라가는 것은 저로서는 힘들었습니다. 학회에 발표되는, 학계의 첨단을 달리는 이론을 한번에 이해하는 것도 말이 안 되겠지만, 아직은 이 분야에 대해서 아는 부분이 적어서 그렇지 않나 싶습니다.

이번 학회에는 저희 연구실에서 발표한 논문이 게재되었습니다. 이번에 박사 졸업을 하시는 박종현 선배와 석사 졸업을 하시는 서정봉 선배가 교수님과 함께 거두어 낸 성과였습니다. 저는 연구에 기여한 바도 없지만 좋은 기회로 참가하게 되어 정말 감사한 마음입니다. 논문의 저자인 선배들이 함께할 수 있었으면 좋았을 것이라는 아쉬움이 남았습니다. 저희 지도 교수님이신 박성우 교수님께서 영어로 발표하는 것을 들을 수 있었습니다. 다른 발표를 통해서 먼저 들어본 발표이지만 POPL이라는 자리에서 하는 발표라서 그런지 감회가 새로웠습니다.

Copatterns: programming infinite structures by observations.

A. Abel, B. Pientka, D. Thibodeau, A. Setzer

Coinduction과 copattern 모두 무한한 객체를 다루기 위한 체계입니다. 익히 공부해서 알고 있는 induction의 경우, 생성자constructor를 구성하여 유한한 객체를 만들 수 있게, 또한 그것을 패턴 분석으로 경우를 나누어 분석하고, induction을 통한 증명을 가능하게 해 줍니다. Coinduction에서는 생성자가 무한하게 적용된 객체를 정의할 수 있는 것입니다.

이 연구에서는 coinduction의 한계를 제기하고 이 부분을 해결하기 위한 대안으로 copattern을 소개합니다. 생성자를 통해 정의하는 것이 아니라, 생성될 객체를 분석한 결과(observation)로 정의하게 해 주는 방법입니다.

Coinduction에 대한 이해가 없어서, 이 연구 주제에서 언급하는 문제의식, 연구동기를 이해하기는 어려웠으나, coinduction과 copattern의 차이점을 확인할 수 있었고, 논문이 제시하는 type system을 확인해 볼 수 있었습니다.

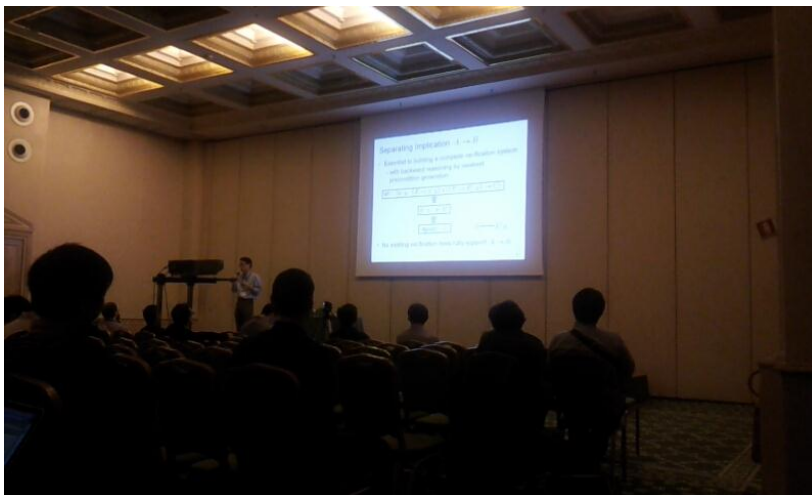


그림 1 발표중인 박성우 교수님

A theorem prover for Boolean BI.

J. Park, J. Seo, S. Park

저희 연구실에서 발표한 연구 결과였습니다. Separation logic은 프로그램 검증을 위한 논리 체계로 POPL에서도 하나의 세션을 차지할 만큼 중요한 부분입니다. 이 주제에 대해서 깊이 공부한 것은 아니었지만 전에도 교수님께서 하시는 발표를 들어보았습니다. Boolean BI prover는 separation logic에서 빠지는 부분이 없이, separating implication까지 포함하여 시스템을 설계하였다고 합니다. Heap의 구조를 나무 구조로만 국한 시키지 않고 그래프 형태로 다루면서 그것이 가

능했다는 점이 핵심적입니다.

맺음말

제가 참여한 첫 해외 학회로 POPL이라는 저명한 학회를 참가할 수 있어서 기쁩니다. 포항의 학교 생활에서 벗어나 로마라는 도시를 즐길 수도 있었고, 학생들을 위한 강연을 통해서 많은 것을 느낄 수 있었습니다. 우리 연구실에서 POPL 논문이 나오기까지 고생하셨을 교수님과 박종현, 서정봉 선배에게 감사합니다. 언젠가 제가 POPL에 논문을 발표할 수 있을까 상상해 보면서 이 글을 마칩니다.



그림 2 학회장 앞에서 필자