

Trip Report on OPLSS 2012

Logic, Languages, Compilation, and Verification

Jul 16 - Jul 28, 2012, Eugene, OR.

박형철(luscani@postech.ac.kr)

한국에서는 한창 무더위가 기승이던 7월 말 2주 동안, 오레곤 대학에서 개최된 Oregon Programming Language Summer School(OPLSS)에 참가하였습니다. 학부를 마치고 석사과정으로 입학하는 문턱에서 제가 공부하게 될 분야에 대한 이해를 넓힐 수 있는 좋은 기회였습니다. 수업에서도 많은 것을 배울 수 있었지만, 외국에서 프로그래밍 언어를 연구하는 학생들이 어떤 자세로 연구에 임하는지 엿볼 수 있어 더욱 좋았습니다.



그림 1 강의동 앞에서 필자와 이지용군

Type theory foundations — Robert Harper

작년 OPLSS 커리큘럼과는 다르게 Amal Ahmed 교수님께서 logical relation 강의를 맡으시고, Robert Harper 교수님께서 타입이론 기초에 대해 전반적으로 다루셨습니다. Intuitionistic logic과 judgment의 의미부터 시작하여 Heyting algebra, dependent type, internal/external type theory를 다루셨습니다. 마지막 강의는 아직 이론이 확립되지 않은("bleeding edge"라고 표현하였습니다) higher inductive types, Univalence 개념에 대해 소개하였는데, 타입 이론으로 모든 이론을 포괄하

려는 노력이 엿보였습니다. Harper 교수님이 과학의 어머니는 수학이 아니라 타입 이론이 되어야 한다는 말씀을 하시는 것을 듣고, 타입 이론의 힘과 그것에 대한 Harper 교수님의 믿음을 느낄 수 있었습니다.

Proof theory foundations — Frank Pfenning

Pfenning 교수님은 박성우 교수님의 지도 교수님이신데, 수업하시는 내용과 스타일이 저희 학교에서 들었던 수업과 비슷하여 수업을 따라가기에 수월하였습니다. Pfenning 교수님은 natural deduction, lax logic, sequent calculus, proof search, focusing 등을 다루셨는데 제가 현재 진행하고 있는 cut elimination, theorem prover 연구와 관련이 있는 내용을 포함하여 더욱 도움이 되었습니다.

Polarization and focalization — Pierre-Louis Curien

Curien 교수님은 System L을 소개하셨습니다. Polarization, focalization을 Linear logic에 도입한 시스템을 설명하였는데, Linear Logic에 대한 기본적인 설명 없이 바로 복잡한 시스템을 소개하여 많은 학생들이 혼란을 느꼈고, 첫 수업 후에는 학생들 중 몇 명이 자발적으로 보충 강의를 진행하기도 하였습니다. 수업에서 잘못 되었다고 느끼는 것은 적극적으로 항의하고, 스스로 강의를 진행할 정도로 능동적인 학생들의 모습이 정말 인상적이었습니다.

Proofs as Processes — Robert Constable

Completeness of iFOL, proofs as process에 대해 발표하셨습니다. 첫 강의에서 논리 연구의 전반적인 역사와 추세에 대한 설명이 재미있었습니다. 또한, 교수님의 동료 교수들과 연구들에 얽힌 재미있는 이야기들을 많이 들려주어 편한 마음으로 들을 수 있었습니다. 다만, 방대한 흐름을 다루다 보니, 핵심 내용을 알기가 어려운 편이었습니다.

Category theory foundations — Steve Awodey

Awodey 교수님은 논리 연구에 중요한 수학기론인 범주론(Category theory)을 다루셨습니다. 마치 대학에서 수학과목 수업을 듣듯이 많은 수학적 정의를 보게 되었습니다. 범주론은 매우 추상적인 과목인데다가 단시간에 진도를 많이 나가셔서 따라가기 벅했습니다. 범주론의 추상적인 이론이

어떻게 논리 연구에서 활용되는지, 범주론을 공부할 동기에 대해서도 소개해 주었다면 좋았을 것 이라는 아쉬움이 들었습니다.

Software foundations in Coq — Benjamin Pierce

Coq 교재로 유명한 Software foundation을 작성하신 Pierce 교수님의 직강을 들을 수 있었습니다. 프로그래밍 언어 분야에서 화두가 되고 있는 증명보조기 Coq에 대한 소개부터 시작해서 simple imperative program, simply typed lambda calculus를 모델링하고 그것들의 성질들을 증명하는 것 을 보였습니다. 특히 simply typed lambda calculus는 Ahmed 교수님의 logical relation 수업에서 배운 내용이었는데, 그 증명을 Coq에서 확인해 볼 수 있었습니다. Coq을 이용하여 시스템을 검증 하는 증명을 mechanize 해보는 연습을 해 볼 수 있었습니다. Coq 프로그래밍을 미리 경험해 보 고 사전지식도 있었지만, 수업을 통해서 다시 한번 정리해 볼 수 있는 기회였습니다. 교재의 설명 과 코드만으로 접하던 지식을 교수님의 언어로 설명을 들을 수 있어서 좋았습니다.



그림 2 Natural Deduction에 대해 강의중인 Pfenning 교수님



그림 3 Coq 프로그래밍 시범을 보이시는 Pierce 교수님



그림 4 Linear Logic에 대해 강의하고 있는 학생

Language-based security — Andrew Myers

보안의 기본 개념인 confidentiality, integrity부터 보안이 요구하는 기준이 어떤 것인지부터 확인하였습니다. Non-interference 속성을 만족시키기 위해 보안 정도에 따른 label을 표시한 언어를 설계하고, 이 언어에서는 정보의 흐름이 보안 정책을 위배하지 않는다는 것을 확인했습니다. 다른 수업들의 내용이 추상적인 논리에 가까웠던 반면에 Myers 교수님의 수업은 보안이라는 실용적인 목표에 초점을 맞추었다는 느낌을 받았습니다.

Compiler verification — Xavier Leroy

Leroy 교수님은 컴파일러 검증에 대하여 강의하셨습니다. C 컴파일러와 같이 큰 시스템을 검증한다는 것이 놀라웠고, 검증이론과 증명보조기가 실제로 컴파일러를 검증하는데 사용할 수 있다는 것을 확인할 수 있었습니다. Software foundation의 imperative program에 대한 검증을 연습문제로 제공하여 컴파일러 검증을 하는 Coq 코드가 어떻게 설계되는지 확인해 볼 수 있었습니다.

Monads and all that — John Hughes

Hughes 교수님은 pure functional 언어인 Haskell에서 monad를 이용하여 어떻게 effect를 다룰 수 있는지 설명하셨습니다. Maybe, List의 예부터 시작하여 monad에 대한 설명을 발전시켰습니다. Haskell에 대한 사전지식이 없어 따라가기가 어려웠지만, 교수님은 예제를 많이 들어가며 쉽게 설명하였고, 이모티콘과 더불어 재미있는 몸짓까지 동원하며 수업을 풀어 나가셨습니다.

Formal verification at Intel — John Harrison

다른 강의들은 학계에서 연구하시는 교수님들의 강의였던 반면에, Intel에서 formal verification을 담당하시는 Harrison 박사님은 업계에서 이론을 활용하여 검증을 하시는 분이었습니다. 한 시간의 강연으로 시작하였지만, 학생들의 질문이 잇달아 두 시간이나 진행되었습니다. 실제로 인텔에서 CPU의 동작을 검증하는데 Coq을 사용하기도 하며, Intel에서 자체 개발한 Light HOL를 사용하여 검증을 하기도 한다고 하였습니다. Formal verification이 실제 산업계에서 어떻게 활용되고 있는지 엿볼 수 있는 좋은 강연이었습니다.

학교 생활

미국 대학교에서 묵는 것은 이번이 처음이었는데 쾌적한 캠퍼스의 환경이 인상적이었습니다. 오레곤 대학의 학생식당에서 식사를 하였는데 질 좋은 음식을 마음껏 먹을 수 있어서 좋았습니다.

2주간의 빡빡한 일정 동안 많은 수업을 들으며 피곤하기도 하였지만, 수업 후에 학생들과 어울리며 좋은 시간을 보낼 수 있었습니다. 새로 사귄 친구들과 운동도 하고, 처음으로 인공암벽 등반도 체험해 볼 수 있었습니다. 바에서 맥주 한잔을 들고 이야기를 나누면서 외국 친구들의 생각을 들을 수 있었습니다. 연구나 학교 생활을 어떻게 하는지, 일상과 여가를 어떻게 보내는지 공유할 수 있었습니다. 미래에 학계를 이끌어갈 학생들과 친목을 다질 수 있어 좋은 시간이었습니다.



그림 5 난생 처음 암벽등반을 시도하는 이지용군과 줄을 잡아주는 Julien



그림 6 매일매일 신선하고 맛있는 학생식당 음식



그림 7 바베큐 파티를 향하는 학생들

맺음말

2주간의 짧은 일정에 빠른 진도로 진행되는 수업을 따라가는데 어려움을 겪기도 하였고, 부족한 영어 실력 때문에 어려움을 느끼기도 했지만 정말 유익한 경험이었습니다. 저명한 교수님들의 수업을 직접 들을 수도 있었고, 우수 대학에서 박사과정을 하고 있는 학생들과 함께 할 수 있었습니다.

가장 인상적이었던 점은 교수님들과 학생들의 열정이었습니다. 학생들은 정말 많은 질문을 하며 꼼꼼하게 공부하고, 쉬는 시간만 되면 배운 내용에 대해 토론하였습니다. 모두들 프로그래밍 언어라는 공부에 큰 열정을 가지고 재미있게 공부한다는 것을 느꼈습니다. 학부과정을 마치고 석사과정을 시작하는 저에게 자극이 되었습니다.