



# POPL 2011 & VMCAI 2011

January 23-28, 2011, Austin, TX, USA

서울대학교 프로그래밍 연구실, 조성근

## 두근거림

제작년 APLAS'09를 서울에서 했기 때문에 국제학회 참가가 이번이 처음은 아닙니다만 이번에는 그때와 느낌이 아주 많이 달랐습니다. 그때는 갓 입학하여 학회가 어떤 것인지에 대한 감각이 거의 없었습니다. 친숙한 학교에서 했기 때문에 '외국인들이 우리 학교에서 발표를 하는구나.' 정도로 생각했습니다. 하지만 이번에는 달랐습니다. 학회에 논문을 제출하여 발표하기까지 얼마나 많은 노력이 필요한지 선배들의 모습을 통해 짐작할 수 있었고, 그곳에 모이는 석학들이 얼마나 유명한지도 알고 있었기 때문입니다. 저는 두근거리는 마음으로 인천공항을 출발하였습니다.

서울대학교 프로그래밍 연구실, 조성근 1

## 오스틴

오스틴의 날씨는 서울보다 훨씬 따뜻했습니다. 밤에도 반팔차림으로 밖을 돌아다니는 미국인을 쉽게 찾아볼 수 있었습니다. 음식은 치즈가 다소 많기는 했지만 대부분 입에 맞았습니다. 오스틴에 있는 텍사스 대학을 구경하였습니다. 땅이 넓어서인지 모든 건물이 널찍널찍하게 들어서 있었고 학생들은 대부분 당차게 걷고 있었습니다. 텍사스의 여유롭고 활기찬 분위기를 동시에 느낄 수 있었습니다.



## 만남

학회 참가는 다른 연구자들을 만나는 아주 좋은 기회가 되었습니다. Lucas Brutschy는 작년에 6개월 간 ROPAS에서 함께 생활했었고, 오학주 학생과 함께 연구하여 VMCAI에 논문을 합격시켰습니다. 함께 생활하던 Lucas를 만나 굉장히 반가웠고 많은 이야기를 나누었습니다. 최원태 학생과 함께 연구했던 Makoto Tatsuta 교수님, Baris Aktemur 교수님도 만나서 현재 제가 하고자 하는 연구에 대해 이야기하고 많은 조언을 얻을 수 있었습니다. 양홍석 교수님과 허충길 박사님도 만나 비어 학회에 임하는 자세에 대한 좋은 이야기도 들을 수 있었습니다.

예상했던 대로 인터넷으로만 보아오던 연구자들을 직접 볼 수 있었습니다. 요약해석을 만드신 Cousot 교수님 부부가 바로 옆에서 빵을 드시고 계셨는데 마치 제가 동화 속에 들어온 기분이었습니다. Coq을 공부하면서 알게 된 Xavier Leroy, Adam Chlipala, David Pichardie도 눈에 띄었습니다. 쉬는 시간에 Adam Chlipala가 계단 옆에 쪼그려 앉아 컴퓨터를 하고 있는 모습을 보았습니다. 잠시 후에 보았더니 그 짧은 쉬는 시간 동안 Coq 메일링 리스트에 답변을 달았던



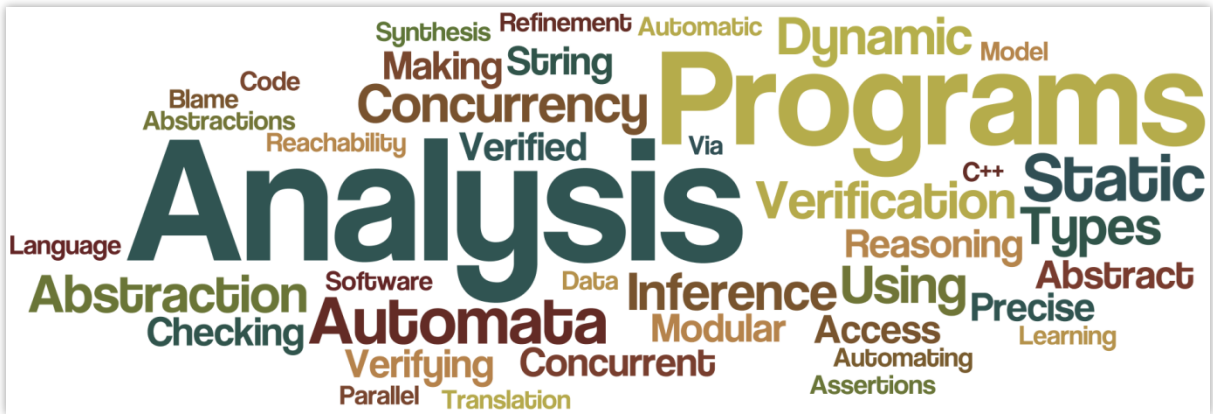
것이었습니다. 언제 어디서든지 자신의 일에 열정을 쏟는 모습이 인상적이었습니다. David Pichardie에게는 Coq을 이용한 분석기의 안전성 검증에 대한 질문을 하였습니다. 날카로운 인상에 약간은 무서웠지만 차근차근 친절하게 설명해 주었고 이메일로 관련 자료도 보내주었습니다.

## 느낀 점

예전에 이원찬 학생이 trip report에서 지적한 부분들을 몸소 체험할 수 있었습니다.

1. 프로그래밍 언어 연구의 다른 분야도 알자.
2. 내 연구에 대한 소개를 준비하자.
3. 영어로 대화가 잘 될 수 있도록 하자.

다른 사람과 대화를 하려면 내 연구가 있어야 하고 이를 잘 소개할 수 있어야 합니다. 만약 아직 결과가 나온 연구 성과가 없는 경우에는 소개할 것이 없어 난감합니다. 그럴 때에는 상대방의 연구를 이해하고 궁금한 점을 물어볼 수 있어야 합니다. 막상 가서 보니 발표되는 논문의 분야가 생각보다 훨씬 많음을 느꼈습니다. 각 분야에 대한 기초지식을 알고 있었다면 더욱 많은 것을 이해하고 궁금해할 수 있었으리라 생각합니다.



POPL'11과 VMCAI'11의 논문 제목 중 여러 번 등장하는 단어를 모아 보았습니다. Automata나 Concurrency와 같이 저에게는 친숙하지 않은 단어가 상당히 크게 자리잡고 있었습니다.

### Practical Verification for the Working Programmer with CodeContracts and Abstract Interpretation (Invited Talk) - Francesco Logozzo

VMCAI'11의 첫 발표는 Francesco Logozzo의 튜토리얼이었습니다. 그는 precondition과 postcondition을 명세하고 검사하는 방법인 CodeContract을 소개하고 그를 위한 분석기인 Clousot을 시연하였습니다. 이 분석의 특징은 다음과 같습니다.

1. 정적 분석에 기반하고 있기 때문에 조건 명세를 제외한 모든 분석이 자동으로 이루어지며 종료가 보장됨
2. FunArray라는 요약 도메인을 사용함으로써 분석비용과 분석정밀도 사이에서 명세된 조건을 만족시키기 위한 적절한 균형을 찾아냄
3. .NET 프레임워크의 바이너리코드를 직접 분석하기 때문에 그 위에서 구현된 모든 언어에 대해서 분석이 가능함

발표에서 중점적으로 설명한 부분은 FunArray라는 요약 도메인이었습니다. 이 요약 도메인은 배열의 값을 효율적으로 표현하면서 정밀도를 잃지 않도록 하는 도메인입니다. 사용자가 약간의 precondition, postcondition만 입력해주면 언어의 의미를 이용하여 분석을 자동으로, 정밀하고, 빠르게 해 준다는 점에서 큰 의미가 있는 연구인 것 같습니다. .NET 프레임워크 위에서 프로그래밍을 할 기회가 생긴다면 한 번 사용해보고 싶다는 생각이 들었습니다.

### Access Analysis-Based Tight Localization of Abstract Memories - Hakjoo Oh, Lucas Brutschy, and Kwangkeun Yi

첫 날에는 ROPAS 오학주 학생의 발표가 있었습니다. 정적 분석기에 지역화 (localization) 기술을 적용하는 것입니다. 이 연구에서는 1)전분석(pre-analysis)을 통하여 분석할 때에 실제로 접근하는 메모리를 안전하게 어림잡아 이용하고 2)지역화를 적용시킬 적절한 코드 블록을 선택하는 알고리즘을 제안하였습니다. 이 두 방법으로 90% 이상의 분석 속도 향상을 이끌어낼 수 있었습니다. 국내에서의 연구가 세계 최고의 권위자들에게 소개되고 인정 받는다는 것에 큰 감동을 받았습니다.



### Access Nets: Modeling Access to Physical Spaces: Robert Frohardt - Bor-Yuh Evan Chang and Sriram Sankaranarayanan

물리적 공간의 접근 제어 정책을 모델 검사를 이용하여 검증하는 연구입니다. ACCESS NETS라고 하는 formal modeling framework를 이용하여 접근 허가, 물리적  
서울대학교 프로그래밍 연구실, 조성근 4

공간, 시간 제약 등을 기술하게 됩니다. 도달가능성(reachability) 분석을 통하여 보안 정책을 검증함으로써 모델 검사 기술이 물리적 접근 제어 정책 검사에 효과적임을 보이고 있습니다. 모델 검사가 프로그램이나 회로가 아닌 다른 분야에 적용된 경우를 쉽게 볼 수 없었기 때문에 흥미로운 연구라고 생각했습니다. 모델 검사의 응용에 대한 새로운 시각을 전달했다는 점에서 재미있는 연구였고, 요약해석 기술도 프로그램의 실행을 미리 어림잡는 곳이 아닌 다른 곳에서 유용하게 사용될 수 있지 않을까 하는 생각을 하게 되었습니다.

### Static Analysis of Finite Precision Computations - Eric Goubault and Sylvie Putot

---

이 연구에서는 유한한 정밀도의 수를 다루는 프로그램이 가지는 잠재적인 정밀도 손실에 대한 분석을 이야기하였습니다. 이러한 분석에서 얻고자 하는 것은 프로그래머가 의도한대로 프로그램이 동작하는가, 즉, 유한한 정밀도의 수를 다룸으로써 발생하는 에러가 어느 정도 되는지 프로그램 실행 전에 예측하는 것입니다. 이번 발표에서는 부동소수점의 정밀도 분석에 대한 이론적인 내용(SAS'01)과 더불어 zonotopic이라는 요약 도메인을 사용하여 값들 사이의 관계 정보를 유지하며 정밀도를 분석하는 방법에 대해서 설명하였습니다. 또한 부동소수점 분석기 Fluctuat를 시연하였습니다. 미리 분석기 실행 동영상을 촬영하여 발표함으로써 발표시간을 적절히 조절한 점, 실행 도중 중요한 부분을 빨간 원으로 미리 표시한 점이 인상적이었습니다. 이론적인 연구가 실제 분석기로 구현됨으로써 청중들에게 더욱 강한 인상을 남길 수 있었습니다. 이론과 실재가 공존하는 것이 얼마나 중요한 것인가를 다시 한 번 느낄 수 있었습니다.

### String analysis as an Abstract interpretation - Se-won Kim and Kwang-Moo Choe

---

요약해석에 기반하여 문자열을 분석하는 기술에 관한 내용입니다. 이 연구에서 요약된 문자열은 reference pushdown automaton의 configuration 변화를 기술하는 술어(predicate)들로 표현됩니다. 또한  $\epsilon$  bounded pushdown automata를 이용하면 모든 context-free 언어들을 표현할 수 있고 분석에 필요한 계산 가능한 operator들을 정의할 수 있습니다. 또한 완전하지 않은 프로그램 문자열에 대한 분석이 가능합니다. 이는 프로그램의 개발 도중에 오류를 찾아줄 수 있음을 의미합니다. 현재 카이스트에서 이 연구에 의한 구현이 이루어지고 있다고 합니다. 이처럼 이론적인 연구에서 시작하여 실용적인 분석 틀이 만들어지는 것은 매우 바람직한 연구의 흐름이 아닐까 하고 생각하였습니다.

## POPL

---

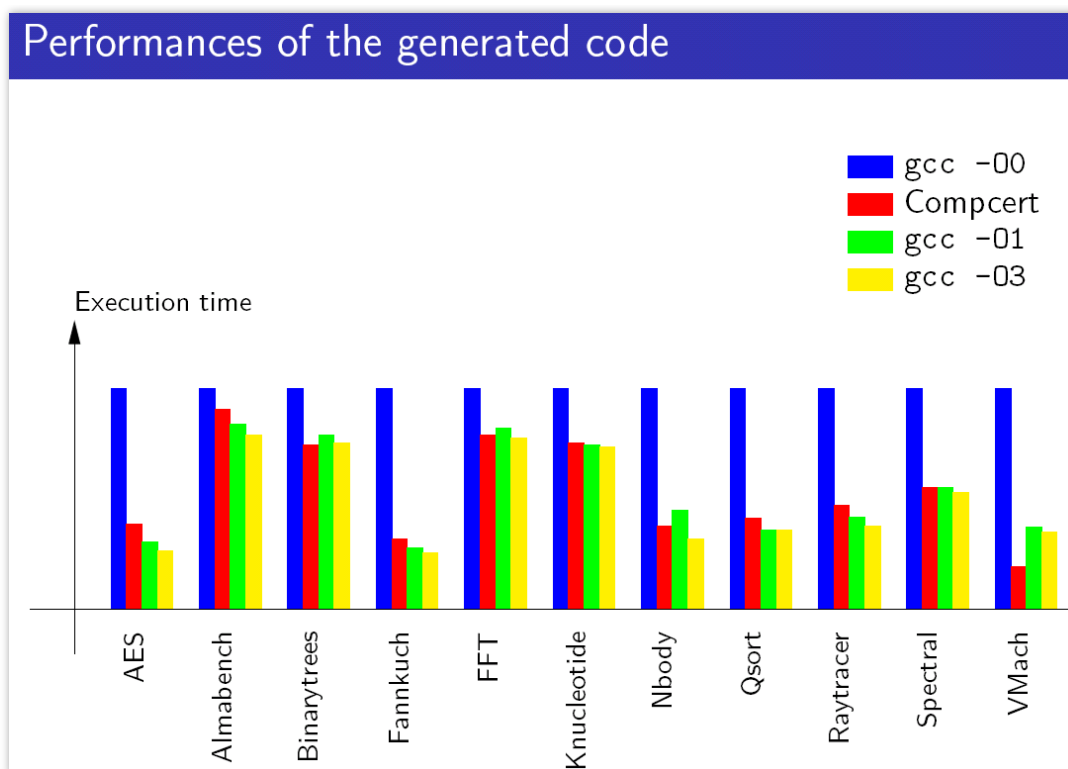
POPL은 VMCAI와 사뭇 분위기가 달랐습니다. VMCAI의 배가 넘은 사람들이 학회에 참가한 듯 보였습니다. 쉬는 시간에는 학회장 앞에서 커피를 마시며 이야기를 하는데 발디딜 틈이 없을 만큼 짝 차 있었습니다. 발표 이외의 프로그램도 훌륭했습니다. 학회 의

장인 Thomas Ball을 비롯한 여러 연구자들이 음악을 연주하는 시간도 있었습니다. 맥주를 마시며, 음악을 듣고, Xbox 게임을 하고, 사람들과 이야기하고. 매우 즐거운 시간이었습니다.

## Verified Squared: Does Critical Software Deserve Verified Tools? (Invited Talk) - Xavier Leroy

개인적으로 상당히 기대하고 있었던 발표였습니다. 프로그램 검증 분야에서 두드러진 업적을 보이고 있는 Xavier Leroy의 발표이기도 하였고, POPL'11의 첫 발표이기도 하였습니다.

발표 내용 중 가장 인상적이었던 부분은 Coq으로 안전성이 검증된 C컴파일러에 관한 내용이었습니다. 이미 알고 있던 내용이기도 하였지만 컴파일러의 성능이 이렇게 좋을 것이라고는 생각하지 못했습니다. CompCert라는 컴파일러는 gcc의 최적화 옵션을 주는 것에 비하여 크게 떨어지지 않는 성능을 보였고 일부 프로그램에 대해서는 더 나은 성능을 보이기도 했습니다. Coq으로 검증된 프로그램이 이렇게 실용적일 수 있다는 것에 놀라며 실용적이고 안전한 프로그램을 Coq으로 만들어보고 싶다고 생각했습니다.



<Xavier Leroy의 LCTES'08 Invited Talk 슬라이드로부터>

매끄러운 발표 진행과 적절한 도표 사용이 또한 인상적이었습니다. 중요도 순으로 나열된 프로그램, 프로그램의 안전성을 위한 여러 기술들과 프로그램의 관계, 컴파일러의 동작 순서와 검증된 부분에 대한 도표 등은 이 분야에서 진행되고 있는 연구들의 큰 그림을 이해하는 데에 도움이 되었습니다.

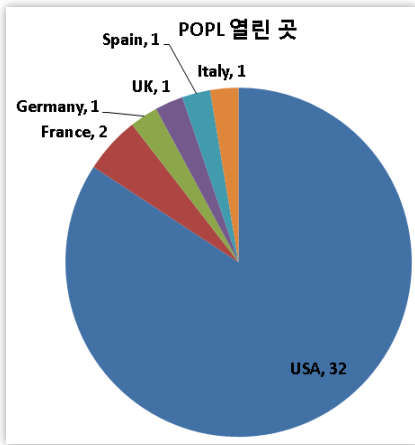
## Static Analysis of Multi-Staged Programs Via Unstaging Translation - Wontae Choi, Baris Aktemur, Kwangkeun Yi, and Makoto Tatsuta

ROPAS의 최원태 학생의 발표가 있었습니다. 내용은 이전에 ROSAEC 워크숍에서 발표한 내용과 같습니다. 이 논문에서는 멀티스테이지 언어로부터 단계가 없는 언어로의 변환을 정의하고 변환이 실행의미를 보존함을 증명하였습니다. 또한 변환 결과물을 이용하여 원본 프로그램을 검증할 수 있다는 사실을 증명하였습니다. 발표는 성공적이었습니다. 주어진 시간을 잘 활용하여 준비한 내용을 모두 발표하였습니다. Patrick Cousot 교수님께서 밝게 웃으며 코멘트를 하려고 뛰어 나오셨습니다. 세계 최고의 석학들에게 자신의 연구를 소개하고 코멘트와 질문을 받는 일, 열심히 훌륭한 연구를 한 연구자에게 주어지는 선물이라는 생각이 들었습니다.



## Automating String Processing in Spreadsheets using Input-Output Examples - Sumit Gulwani

Spreadsheet에서 편리하게 쓰이는 문자열 변환에 관한 연구입니다. Sumit Gulwani는 문자열의 입력과 출력의 예를 바탕으로 변환 함수를 자동으로 만들어 내기 위한 언어와 알고리즘을 제안하였습니다. 또한 해당 알고리즘을 Microsoft Excel에 장착하였고, 발표 시간의 상당 부분을 프로그램 시연에 사용하였습니다. 덕분에 이 연구가 정말 유용하고 유용하며 훌륭한 연구라는 생각이 들었고 논문을 한 번 자세히 읽어보고 싶어졌습니다. 학회에서의 발표는 논문의 내용을 그대로 읊는 것이 아니라 발표자의 논문을 읽고 싶어 하도록 유도하는 것이라 하는데, 그러한 점에서 정말 훌륭한 발표였다고 생각합니다. Spreadsheet는 다양한 직종의 사람들에 의해서 사용되는데 그들 모두가 프로그래밍에 능한 것이 아니기 때문에 이 연구가 더욱 유용하다고 할 수 있습니다.



## 마치며

POPL'11 피드백 조사에서 “환태평양 지역에서 POPL이 열리면 참가하시겠습니까?” 라는 질문이 있었습니다. 확인해보니 지금까지 POPL의 84%가 미국에서 열렸고 나머지 16%가 유럽에서 열렸습니다. 지극히 미국과 유럽 중심의 학회가 아시아의 연구에 귀를 기울일 준비를 하고 있다는 점에서 한국에서 연구를 하고 있는 우리에게 희망적인 이야기가 아닐까 생각합니다.

## 감사합니다

세계 최고 수준의 예술을 만들고자 하는 예술가에게 세계 최고 수준의 예술 작품을 보여주는 것만한 선물은 없을 것이고, 세계 최고 수준의 기업가가 되고자 하는 사람에게 세계 최고 수준의 기업가와 만날 수 있는 기회를 주는 것만한 선물은 없을 것입니다. 이번 학회 참가는 석사 2년 차 꼬마인 저에게 그런 느낌으로 다가왔습니다. 세계 최고 수준의 연구를 직접 보고 느낄 수 있는 기회. 덕분에 많은 것을 생각하고 배울 수 있었습니다.

제가 이러한 선물을 받을 수 있도록 도움을 주신 ROSAEC 센터에 깊은 감사의 뜻을 전하고 싶습니다. 이에 보답하는 길은 훌륭한 연구를 열심히, 즐겁게 하는 것이겠지요.

