



# PLDI & ECOOP

2012년 6월 10일 ~ 17일, 북경

서울대학교 허기홍

베이징에서 열린 PLDI 2012에 다녀왔다. 우리 연구실에서 제출한 논문 두 편이 모두 당선되었고, 그 중 한 편의 저자로서 학회에 참가하게 되어 기쁜 마음으로 참가하였다. 올해 PLDI는 처음으로 ECOOP과 함께 열린 덕분에 두 학회 모두에 참가할 수 있는 기회였다. 또한 여러 워크샵과 튜토리얼이 준비되어 있어서 자기 입맛에 맞게 골라 들을 수 있었다. 또한 오랜만에 만난 연구실 선배 덕환 형, 홍콩과기대 방문연구기간에 내 옆자리에 앉았던 북경대 박사과정 Guangtai, 그리고 미국에서 연구하시는 여러 한국인분들, 처음 만났지만 반갑게 인사했던 여러 학회 참가자들과 많은 이야기를 나눌 수 있어서 즐거웠던 시간이다.



## 북경의 PLDI

명실공히 프로그래밍 언어 분야 최고 학회인 PLDI가 처음으로 아시아에서 열렸다. 그 중에서도 북경인 이유는 그동안 중국인들이 이 분야에서 뛰어난 성과를 많이 낸 것을 학계가 인정했기 때문일까. 미국 중심이던 컴퓨터 분야가 다원화 되고 경쟁하면서 서로 발전하는 것은 분명 좋은 일이다. 더욱 고무적인 것은 이번 PLDI에 한국인 저자들이 참 많았다는 것이다. 저자 이외에도 많은 r

한국인들이 학회에 참가해 학계의 한 축이 되면서 PLDI가 한국에서 열릴날을 조금씩 앞당기고 있었다.

허나 이번 학회의 전반적인 짜임새는 생각보다 실망스러웠다. 학회가 열린 호텔이 꽤나 비쌌고 방도 모자란 점이 아쉽다. 또한 학회의 꽃인 리셉션과 만찬이 특히 좋지 않았다. 리셉션은 호텔 뒷마당에서 맥주 한 잔을 제공하는 것이 전부였는데, 사람들이 쉽게 모여 이야기 할 수 있는 구성이 아니었다. 그러니 대부분 맥주 한 잔 먹고 가버려서 그 의미가 퇴색되었다. 또한 만찬은 학회장에서 한참 떨어진 어느 미술관에서 진행되었는데, 참가자에 비해서 공간이 너무 좁고 냉방이 안되어서 더웠다. 음식은 전병, 만두, 샐러드, 까나페 등을 직접 만들어서 주던데 사람이 많다보니 하나를 먹기 위해 몇분을 기다려야만 했다. 너무 답답하고 배가 고파서 중간에 나와버렸다. 독특한 시도였지만 기획자의 의도가 무엇인지 우리에게 충분히 전달되지 않은 아쉬운 행사였다.

## 음식

역시 중국하면 음식이고 음식하면 중국이다. 첫날부터 마지막날까지 학회가 끝난 저녁에는 여러 식당을 다니며 중국을 즐겼다.

북경에 오면 북경의 명물인 북경오리를 빼놓을 수 없다. 그 중에서도 가장 유명한 식당 ‘전취덕’으로 향했다. 지난 학기 홍콩을 방문했을 때 마지막으로 먹은 뒤로 늘 생각이 나던 맛이다. 살코기는 부드럽고 기름은 고소한 것이 아주 일품이다. 특히 바삭하게 구운 껍데기가 예술인데 말로 설명할 수가 없는 맛이다. 또한 오리 한 마리당 사람 한 명이 달라붙어서 주문자 바로 옆에서 살을 발라내준다. 그들의 숙련된 칼솜씨가 훌륭하여 보는 이로 하여금 잠시 배고픔을 잊게 해준다.

함께 갔던 중국 장사 국방대학교 교수님들 덕분에 오리 이외에도 다양한 요리를 먹어볼 수 있었다. 고맙게도 그 분들께서 계산까지 해주셔서 몸둘바를 몰랐다.



북경 오리의 감동이 아직 가시지 않은 늦은 밤. 호텔 방에서 인터넷으로 북경의 맛집을 검색하다가 ‘동래순’이라는 100년 전통 양고기 샤브샤브 전문점을 알게 되었다. 인터넷 논객들의 말로는 전취덕과 함께 북경에 오면 꼭 들러야 할 식당으로 꼽더라. 왕푸징 거리에 분점이 하나 있다는 소식을 듣고 그곳에 놀러 간 김에 길을 물어서 찾아갔다.

메뉴판을 펼치면 제일 첫 장에 화로의 크기가 나열 되어 있다. 제일 큰 것을 골랐는데 상상 이상으로 컸다. 화로 가운데는 불타는 숯이 들어가 있었다. 양고기의 질이 아주 좋고 냄새도 나지 않았다. 중국어를 잘 알지 못해서 그림만 보고 아무거나 시켜보았는데 아주 훌륭했다. 맛에 감동받은 나머지 그 집에서 파는 양의 모든 부위를 다 시켜서 먹어보았다. 양꼬치도 팔았는데 중국 길거리나 한국 양꼬치집에서 파는 것보다 훨씬 컸다. 맛도 물론 훨씬 좋았다. 그 맛을 잊지 못하여 다음 날 저녁에도 동래순을 찾았다. 샤브샤브는 먹어보았으니, 본격적으로 양꼬치와 기타 요리만으로 배를 채워보기로 하였다. 종업원 아줌마가 우리를 알아보고 아는 체를 했다. 첫날엔 주문만 하면 뭔가를 자꾸 물어보더니, 이제는 우리가 어차피 못알아드는다는 것을 알고 알아서 적적 음식을 내주었다. 북경에 다시 간다면 또 한 번 들러야 할 곳이다.







## 논문 발표

### *Design and Implementation for Sparse Global Analyses for C-like Languages* **Hakjoo Oh, Kihong Heo, Wonchan Lee, Woosuk Lee, Kwangkeun Yi**

이번에 PLDI 에 당선이 된 우리의 논문은 스파스 분석(Sparse analysis)를 안전하고 정확하게 디자인하는 일반적인 방법을 설명하는 논문이다. 이 스파스 분석은 프로그램 분석기가 아주 큰 프로그램을 빠르게 분석할 수 있도록 성능을 획기적으로 높일 수 있는 열쇠가 된다. 핵심 기술은 필요한 시점에 필요한 정보만 선별해 보냄으로써 계산량을 대폭 줄이는 것이다. 기존 프로그램 분석기는 이러한 성질을 제대로 반영하지 않아서 불필요한 정보를 많이 계산하고 저장하는 것이 문제였다. 사실 이러한 시도는 우리 이전에도 특정 몇몇 분석을 대상으로 연구가 되었다. 하지만 이 논문에서 우리는 그러한 과거 기술들을 모두 포괄하고 향후 비슷한 작업을 할 사람들에게 지표가 될수 있는 일반적인 틀을 제공한다. 이 틀이 제시하는대로 스파스 분석을 설계하면 올바르게 원래 분석의 정확도를 잃지 않고 큰 프로그램을 분석해 낼 수 있다.

우리 논문은 둘째날 아침에 오학주 선배가 구두 발표를, 오후에 내가 포스터 발표를 하기로 했다. 아침 구두 발표는 순조로웠다. 학회 오기전부터 연구실에서 교수님, 동료들과 함께 발표 내용을 다 듣고 학주형은 발표직전까지 끊임없이 연습을 했다. 그 결과 본 발표 때는 이전 연습때 보다 훨씬 부드럽고 유려하게 논문의 내용을 전달할 수 있었던 것 같다. 세부적인 기술을 설명할 때 수식이 좀 등장하자 몇몇 청중들은 잘 이해를 못하는 분위기였으나, 학주형이 앞서 동기와 핵심 아이디어를 잘 설명했기 때문에 문제 없었을 것이라 생각한다.

포스터 발표는 나에게 좋은 경험이었다. 학주형 발표를 참고하면서 설명 방식을 고민했고, 예상 질문도 머릿속에 그려보았다. 구두발표처럼 기승전결을 갖추도록 설명을 준비했는데 포스터는 상

황이 달랐다. 포스터 발표의 특성상 많은 사람들이 내 이야기를 먼저 듣지 않고 자기가 궁금한 것만 먼저 질문을 했다. 또한 질문의 내용도 보통 구두발표보다는 약간 달랐다. 아주 세세하고 기술적인 부분을 질문하는 사람이 있는가하면 굉장히 일반적인 질문을 하는 사람도 있었다. “이 논문이 다루는 기술을 ‘스파스 분석’ (Sparse Analysis) 라고 하는데 그런 분석을 왜 스파스라고 부르는지?” “우리 논문은 일반적인 틀 (General framework)을 제시했는데, 곧바로 적용되는 특정 개체들이 이미 많이 있는 와중에 다시 또 틀을 만드는 연구를 한 이유가 무엇인지?” 전날밤 예상했던 질문에는 없었지만 논문을 쓰면서 많이 논의 했던 사항이기에 아는 대로 성심성의껏 대답해주었다. 잘 전달되었기를 바란다.

## 주요 논문과 발표

### *Proving Acceptability Properties of Relaxed Nondeterministic Approximate Programs*

*Michael Carbin, Deokhwan Kim, Sasa Misailovic, Martin C. Rinard*

문제가 아주 흥미로운 논문이다. 이 논문은 느슨한 프로그램 (relaxed program) 을 기술할 수 있는 언어를 제공하고, 그 느슨함을 얼마나 용인할 수 있는 지 가늠할 수 있는 증명방법을 제시한다. 느슨한 프로그램이란 기존 프로그램을 조금 부정확하지만 빠르게 동작하도록 변환한 것을 말한다. 어떤 경우에 명령문을 아예 수행하지 않거나 동기화를 빼먹기도 하고, 이전에 계산했던 함수의 인자와 비슷한 인자로 다시 그 함수를 호출하면 이전에 계산해놓았던 값을 그냥 쓰거나.

느슨한 프로그램이라는 개념은 정말 충격적이다. 프로그램 변환은 원래 프로그램의 의미를 당연히 보존해야 한다는 통념을 무너뜨려버렸다. 많은 사람들에게 사기라는 혹평도 듣는 다던데 조금 수궁이 가긴 한다.

처음에는 이상했지만 그 응용 분야에 관해 듣고 나서는 절로 수궁이 갔다. 데이터가 빠르게 만들어지고 소비되는 상황, 인간의 감각이 인지하지 못하는 영역이거나 인지하더라도 충분히 용인할 수 있는 범위에서는 굳이 정확한 계산에 목숨걸 필요가 없다는 것. 요즘 특히 그런 일들이 많이 벌어지고 중요해 지고 있다. 음악이나 영상같은 멀티미디어, 실시간으로 새 값이 들어오고 소비되는 내장형 시스템같은 분야에서 정확도를 약간 잃더라도 성능을 개선하는 것이 중요하다면 이런 연구가 좋은 해결책이 될 것 같다.

## *Self-Stabilizing Java*

*Yong hun Eom and Brian Demsky*

이 논문도 새로운 영역에서 재미난 문제를 발견한 터라 흥미로웠다. 이 논문은 어떤 프로그램이 자기 치유 (self-stabilizing) 능력을 갖추고 있는지 검사하는 방법을 제시한다. 특정 소프트웨어는 오류가 생겨도 자기 치유가 가능한 경우가 있다. 이 논문에서 대상으로 하는 프로그램처럼 큰 순환문으로 이루어져 있는 프로그램이 매 순환마다 새 입력을 받아 새 값을 계산하는 경우이다. 이런 상황에서는 프로그램이 잘못된 값으로 의도치 않은 동작을 하더라도, 큰 문제를 일으키기 전에 늘 새로운 값이 들어와서 그 값을 덮어 쓴다. 예를 들어, 센서에서 값을 받아 기계 상태를 변화시키는 일을 반복하는 프로그램이 있다고 하자. 만약 잘못된 값이 계산되어서 기계 상태가 이상하게 변하더라도 얼마 지나지 않아 센서에서 새 값이 들어오면 정상 상태로 곧 돌아갈 것이다.

이 논문에서는 프로그램이 자기 치유능력을 갖고 있는지 검사하기 위해서 메모리 주소를 몇 가지 타입으로 요약한다. 이 주소 타입은 래티스를 이루는데 각 변수가 어떠한 타입에 속하는지는 프로그래머가 소스에 명시적으로 지정해주어야 한다.

이 시스템은 먼저 프로그램에서 값이 항상 래티스상의 높은 타입 요약 주소에서 낮은 타입 요약 주소 값이 흘러가는지 검사한다. 순환문 안에서 값이 누적되지 않고 늘 한 방향으로만 흘러가는 경우를 찾아내기 위해서이다. 이는 요약 주소 타입을 다루는 타입 시스템으로 검증한다.

두번째로 순환문 안으로 한 번 들어온 값이 그 순환문을 한정된 수만큼 반복한 이후에는 반드시 사라지는가를 검사한다. 순환문안에서 읽어들이는 모든 값이 순환문 밖에서 만들어 진 값이거나 현재 순환문 혹은 바로 직전 순환문에서 만들어 진 값인지 알아보면 된다. 이것은 간단한 정적분석을 설계하여 검증하였다.

이 논문은 앞서 이야기한 느슨한 프로그램 연구와 비슷한 문제 의식에서 출발한 것으로 보인다. 두 논문 다 프로그래밍 언어, 분석 분야의 전통적인 관점과 다르다. 데이터가 빨리 만들어지고 금세 소비되는 상황을 잘 파악하고자 이 시대에 유용한 것이 무엇인지 잘 정리한 점에서 본받을만하다.

## *Chimera: Hybrid Program Analysis for Determinism*

*Dongyoon Lee Peter M. Chen Jason Flinn Satish Narayanasamy*

정적 분석과 동적 분석의 장점을 결합해서 좋은 결과를 낸 것이 인상적인 논문이다. 병렬 시스템에서 경합조건(race condition)을 찾아내기 위해 실제 실행을 기록하고 재현하는 일(deterministic replay)을 많이 한다. 그런데 일반적으로 기록해야 될 사항이 너무나 많기 때문에 성능저하가 엄청난 것이 문제이다. 그리하여 이 논문에서는 경합조건을 찾아내는 정적 분석기를 이용해서 굳이 조

사하지 않아도 되는 안전한 명령문들을 먼저 가려낸다. 그리고 나서 남은 명령문들은 프로파일링을 통해서 어떤 두 함수가 병렬적으로 수행되는지 추가적으로 검사한다. 프로파일링 결과 병렬성이 없다고 나타나면 두 함수 내부에 있는 명령어들 사이의 경합 조건은 기록하지 않는다. 비록 프로파일링이 두 함수의 병렬성을 완전히 나타내지는 못하지만, 이 작업은 오류를 찾아내는 작업이 아니라서 상관이 없다. 오류는 어차피 나중에 재현할때 나타날 것이기 때문이다. 다만 재현시 사용자에게 주는 정보의 정밀도가 달라질 뿐이다. 또한 병렬적으로 수행되는 코드가 배열의 각기 다른 영역을 접근하는지 정적분석을 이용해 검사한 후 그 부분도 걸러낸다. 그렇게 기록할 사항을 줄였더니 1.3 배에서 53 배 부하가 줄어들었다고 이야기한다.

병렬 시스템에서 발생하는 오류에 관심을 갖게 되었다. 병렬 프로그래밍은 이제 대세가 되었는데 거기서 발생하는 오류를 잡기 위한 정적 분석 기술은 어느 수준인지. 굉장히 어려운 문제라서 당장 유용한 것이 나오기 힘들수도 있을 것이다. 그렇다면 이 논문처럼 동적 분석과 정적분석을 결합하는 방식도 염두에 두고 살펴볼 가치가 있다.

### ***Application-Only Call Graph Construction*** ***Karim Ali and Ondrej Lhotak***

좋은 논문은 어려운 기술이 담겨 있어야 하는 것이 아니라 많은 사람들의 요구를 충족시켜주어야 한다. 이 논문 발표를 보고 느낀 점이다. 함수 호출 그래프는 거의 모든 분석기가 기본적으로 필요로 한다. 그러나 자바 프로그램같은 경우에 수많은 라이브러리가 한데 엉켜 있어서 함수 호출 그래프에 사용자가 원하지 않는 정보가 지나치게 많이 포함된다. 발표자가 말하길, 간단한 Hello, World 프로그램의 안전한 함수호출 그래프를 그리는데 30초가 걸리고 5313개 노드가 엮여 있다고 한다. 비단 발표자만이 아니라 SOOT 메일링 리스트에서도 많은 사람들이 이런 현상에 불만을 갖고 있다 말한다.

이 논문에서는 사용자 코드의 호출 관계를 중심으로 나타내되, 안전하게 함수 호출 그래프를 그리는 방식을 설명한다. 핵심은 라이브러리 코드에서 얹히고 설켜있는 호출 관계를 한데 요약해버리는 데 있다. 그 결과 기존 방식보다 3.5배에서 7배 빠른 성능을 보여준다.

자바 분석을 제대로 해본적이 없어서 저런 문제가 있는줄 몰랐다. 너무나도 당연하고 자연스러운 방식인데 그동안 실현되어 있지 않다는 것이 놀라웠다. 또한 발표를 듣고 그들의 해결책이 크게 대단한 방식이 아니라서 잠시 황당했다. 어려운 풀이만이 훌륭한 것이라 착각하고 있었다. 해답이 간단하지만 파급효과가 큰 문제들이 우리 주위에 늘 있을지 모른다. 불편함이 익숙해지고 당연해져서 우리의 시야를 좁게 만드는지 모른다. 연구자에게는 어린 아이의 눈이 필요한 것 같다.

## *The Sketching Approach to Program Synthesis*

### *Armando Solar-Lezama*

요즘 각광받고 있는 프로그램 합성 기술에 관한 튜토리얼이다. SKETCH는 프로그램 조각과 만족해야 하는 조건을 제시해주면 그 조건에 맞는 프로그램을 합성해주는 틀이다. 이 강연에서는 SKETCH 틀을 사용하는 방법과 대략적인 원리에 관해 설명하였다. 핵심은 사용자가 제공한 코드 조각들을 이리저리 끼워 맞추어 조건을 만족시키는 방법을 잘 탐색하는 것. 이를 위해서 SMT 풀이기를 사용하여 검사하고 반례도 찾아가며 효과적인 탐색을 꾀하는 기술이다. 튜토리얼이라서 그런지 기술적으로 깊은 내용은 다루지 않고 예정보다 빨리 끝내서 아쉬웠다. 허나 요즘 관심을 두고 있는 분야에 관해 더 자세히 알게되어 만족한다.

프로그램을 컴퓨터가 만들어준다니 정말 꿈같은 일이다. 오픈 소스의 버그 리포트를 뒤져본적이 있는데, 정말 말도 안되는 버그가 가득했다. 대부분은 피곤에 지친 사람들의 아주 사소한 실수. 변수이름을 잘못 쓴다거나 조건문을 반대로 쓴다거나 하는 실수들이다. 이런부분은 컴퓨터가 프로그래밍에 끼어들면 많이 해결될 것 같다. 번뜩이는 창의력이 필요한 부분은 사람이 맡고 자질구레한 부분은 기계가 맡아서 프로그램을 만드는 시대가 하루씩 가까워 오고 있다.

## 느낌

PLDI는 정말 다양한 분야를 다루었다. 우리처럼 정적 프로그램 분석을 하는 사람들은 일부였고, 컴파일러, 병렬 프로그래밍, 테스트 등 아주 다양했다. 그래서 용어조차 생소한 발표와 논문도 많이 있었다. 허나 몇몇 연구에서는 다른 분야의 기술을 접목해서 꼭 필요한 문제를 효과적으로 해결한 것을 볼 수 있었다. 니 분야 내 분야를 나누는 것이 우리의 사고를 나누어 버리는게 아닌지.

막연한 두려움이 없어진 것은 소득이다. 좋은 학회에 가면 왠지 뿔달린 괴물들이 다들 페르마의 마지막 정리 같은 어마어마한 문제를 풀었다고 야단법석일것 같았는데 꽤나 인간적이었다. 주위에서 흔히 접할 수 있는 현상에 관한 문제 의식이고, 해결 방법을 들으면 대부분 쉽게 수공이 갔다. 조금 더 열심히 한다면 언제든 세계 최고 무대에 설 수 있다는 자신감을 얻었다.

공부를 더욱 진지하게 해야겠다는 반성도 한다. 생소한 분야는 제외하고, 분석 분야에서도 이름은 몇번 들어봤지만 제대로 파악하지 못한 개념들이 많았다. 자주 듣던 것들이라 나도 모르게 익숙한 것과 아는 것을 착각하는 경우가 있는데 정말 조심해야함을 여실히 느꼈다. 남에게 쉽게 설명할 수 있을 정도로 공부를 하자.

좋은 문제를 잘 찾아 깔끔하게 정의하는 것이 중요하다. 좋은 문제를 찾기 위해서는 타성에 젖지 않고 늘 깨어 있어야겠다. 그 어떤것도 당연한 것은 없다는 마음이 중요한 것 같은데, 조금이라도



의심스러운 것은 제대로 파고 들어야 하겠다. 또한 지저분한 현실 문제를 깔끔히 정리하고 해결하는 기술은 좋은 논문을 통해서 꾸준히 익혀야 할 것 같다.

## 마무리

일주일 동안 프로그래밍 언어 분야의 최전선에 있는 사람들과 함께 호흡한 자극은 꽤 오래 지속될 것 같다. 자신감과 부족한 점을 함께 느끼면서 점차탁마하는 계기가 된 좋은 경험이었다. 학주형, 원찬형, 우석이와 고생하며 좋은 논문을 함께 쓰고 학회에 같이 참석해서 즐거웠다. 학회에서 만난 훌륭한 연구자들이 직,간접적으로 전해준 지식과 경험은 늘 간직해야겠다. 마지막으로 좋은 기회를 갖도록 지원해주신 이광근 교수님과 소프트웨어 무결점 연구센터에 이 고맙다는 말씀을 드리고 싶다.

