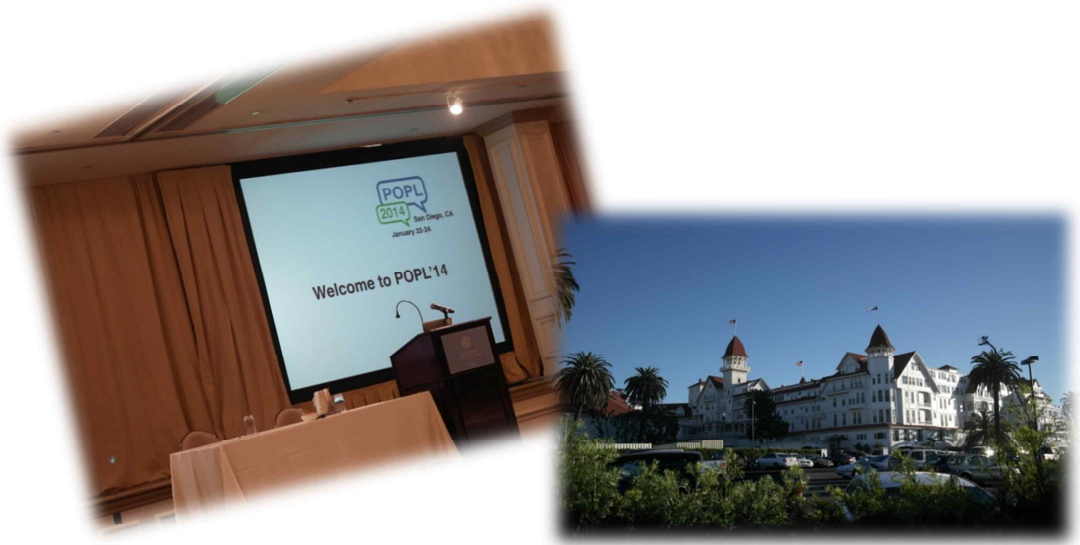




POPL/VMCAI 2014

SAN DIEGO, US

2014.01.19.-2014.01.26.

강동욱

서울대학교 프로그래밍연구실

1. 들어가며

POPL/VMCAI는 작년과 비슷하게 진행되었다. 일요일부터 화요일까지는 VMCAI가 열렸고 수요일부터 금요일까지 POPL이 열렸다. POPL은 작년과 똑같이 A/B 두 세션으로 나뉘어 진행되었으며 세션마다 좀 더 흥미로운 곳을 찾아다니며 발표를 들었다. 둘 다 듣고 싶은 것들이 있을 때에는 어디로 가야할지 갈등이 되기도 했다. VMCAI보다



는 POPL에 훨씬 많은 사람들이 몰렸다. VMCAI는 처음부터 끝까지 한 방만 켜으나, POPL은 아침엔 큰 세션으로 초청 강연등을 하였고 이후에 파티션을 나눠 두 개의 세션으로 진행되었다.

처음 경험해본 학회였는데 인상 깊은 것들이 많았다. 쉬는 시간만 되면 사람들이 우르르 복도로 쏟아져 나와 서로 섞여 이야기를 나누었다. 발 디딜 틈 없이 비좁은 속에서도 사람들은 줄곧 로비에 모여 옹기종기 이야기를 나누었다. 발표 후에 이어지는 질문들도 뜨거웠다. 단순한 내용 보충 질문보다 토론에 가까운 질문들도 자주 보였다. 질문을 하려면 마이크로 나와야 하기에 번거롭기도 할 텐데 질문을 위한 줄은 길었고 의장이 프로그램 진행을 위해 끊어야 하기도 했다. 아마도 못 다한 질문들이 로비에서 많이 오갔을 것 같다.

2. 학회장 주변

VMCAI가 진행되는 동안 샌디에고 다운타운거리는 이상하리만치 조용했다. 종종 문을 닫은 가게도 많이 보였다. 알고 보니 미국의 공휴일중 하나인 마틴루터킹데이여서 사람들이 많이 쉬는 것이었다. 마틴루터킹 데이에는 거리주차장도 무료로 이용할 수 있다고 하여 신기했다. 우리나라는 휴일에도 상점들이 많이 여는 것과는 조금 대조적이었다.

샌디에고의 날씨와 햇빛은 정말 좋았다. 서울이 영하기온을 달리는 동안 샌디에고는 10도 이상의 기온을 보일 때가 많았다. 일교차가 커서 긴팔을 입고 있으면 낮에는 다소 덥고 밤에는 좀 추운 날씨였다. 한낮

에 내리쬐는 태양이 매우 강렬해서 점심을 먹기 위해 거리에 나오면 거리에 반사된 햇빛에 눈이 부시는 신기한 경험을 했다.

3. VMCAI

여행의 피로 때문에 첫날은 집중을 할 수가 없었다. 한국에서 낮에 출발했는데, 비행기에서 거의 잠들지 못한 채로 미국에 도착해 보니 아침이었다. 그리고 그 상태로 학회장에 들어가니 시차적응이 문제가 아니라 잠을 못자서 너무 피곤했다. 첫날이라 그런지 모두 열심히 착석해서 뒷자리에 앉게 되었는데 쿠조부부 옆에 앉아 오전엔 겨우 졸지 않으면서 들었다.

VMCAI 발표들을 들으며 우리분야에 더 공부 많이 필요 하구나 느꼈다. 요약해석과 관련된 발표들은 익숙해서 좀 더 발표 자체에 집중할 수 있었는데 자주 나오는 Synthesis와 Temporal Logic, Model Checking등은 무슨 내용인지 감을 잡기도 어려운 때가 많았다.

Modularly Combining Numeric Abstract Domains with Points-to Analysis, and a Scalable Static Numeric Analyzer for Java

Pietro Ferrara

지난번에 Rival이 서울대에서 세미나 했던 것과 비슷하게 두 분석을 합치는 것을 주제로 다룬 발표였다. 인터벌, 옥타곤과같은 Numeric 도메인을 Points-to 분석과 어떻게 합칠까에 대한 발표였다. 기존에 나와 있는 분석기들이 다소 단순한 방식으로 뭉쳐놓았거나 아니면 너무 복잡하게 결합해 놓아서 활용하기에 실



용적이지 못하다는 동기에서 출발한 연구이다. 이 발표는 힙을 활용하는 간단한 언어정의와 함께 기존의 Numeric 분석에 대한 인터페이스 도메인, Pointer 분석에 대한 인터페이스 도메인을 제시했다. 그리고 이것을 이용하여 요약해석기반 분석을 보여주었다.

실용적인 측면을 강조한 것이 인상적이었다. 기본적으로 이 연구 자체도 기존에 존재했던 자바 분석 라이브러리들을 조합하여 실험을 진행했다. 이처럼 모듈의 조합으로 분석기를 만들 수 있는 프레임워크이기 때문에 각각의 분석기를 갈아 끼워가며 손쉽게 합쳐진 분석기를 만들 수 있다는 게 인상적이었다. 그리고 모듈화 된 디자인이지만 속도와 정확도에 있어서도 이득을 얻고 있다고 주장한다.

Widening for Control-Flow

Ben Hardekopf, Ben Wiedermann, Berkeley Churchill, and Vineeth Kashyap

요약해석기반 분석기 디자인 시에 성능 튜닝이 쉽도록 디자인하는 방법을 제시한다. 일반적으로 Trace Partitioning을 활용하면 어느 수준의 분석 민감도든 충분히 얻을 수 있다고 생각한다. 그래서 이 발표를 들으면서 뭔가 당연한 것들을 정리해 놓은 느낌을 받기도 했다. 이 연구에서 주목하는 점은 Trace Partitioning을 튜닝해서 여러 민감도를 표현할 수 있지만 파라미터를 집어넣은 축지법(Widening)이 좀 더 민감도를 일반적으로 다루는데 좋다는 것이다. 이러한 접근방법으로 각종 민감 분석의 조합들을 쉽게 표현할 수 있다고 주장한다.

앞으로 분석기 디자인 시에 제시한 프레임워크를 활용하여 디자인해보는 것도 재미있을 것 같다. 분석기를 만들면서 고민이 됐던 점은 여러 분석 민감도를 도입하기에 디자인이 경직되어버려서 다른 기술을 고려하기 어려워지는 것이다. 이 연구가 그런 면에 유연성을 더해줄 지는 알 수 없지만 한번 적용해 보는 것도 재미있을 것 같다. 잘 적용이 된다면 분석기를 튜닝 할 때 유용할 것 같다는 생각이 들었다.

4. POPL

POPL은 VMCAI보다 훨씬 많은 사람들이 와 흥이 나는 잔치였다. VMCAI는 다소 정적인 느낌을 받았는데 POPL은 좀 더 활동적인 것 같았다. 아침마다 다같이 큰 홀에 모여서 듣는 발표들도 재미있었다. 나머지 본격적인 세션들은 A/B로 나누어져 있어서 어떤 발표인지 미리 살펴보고 고르는 재미도 있었다.

인상 깊었던 것은 둘째 날에 The Essence of Reynolds 시간이었다. 나는 사실 Reynolds라는 이름을 이날 처음 들었는데 알고보니 분리논리(Speration Logic)를 만드신 어마어마한 분이였다. 이분이 작년 4월에 작고하셔서 그분이 지금까지 해왔던 연구들, 그분의 삶 이야기를 들으며 추모하는 시간이었다. 이 분야의 한명의 위대한 학자가 수많은 연구자들에 의해 기려지는 모습이 참 인상적이었다.

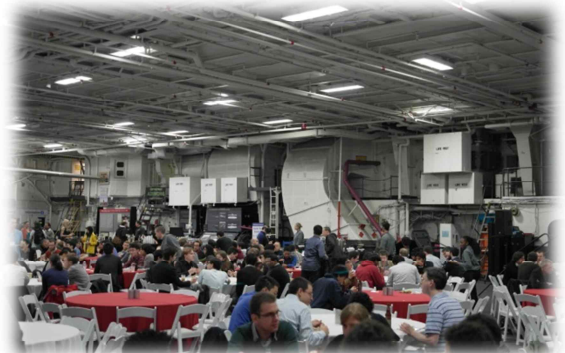


Abstract Satisfaction

Vijay D'Silva, Leopold Haller, and Daniel Kroening

이 연구는 SAT,SMT Solver를 요약 분석의 영역에 어떻게 활용할 수 있는지 이론적인 기반을 제공하는 흥미로운 발표였다. 제목도 흥미롭고 원찬이형과 버클리에서 친분이 있는 Vijay가 발표하여 더 몰입해서 들었다. 이 발표에서는 요약 해석 이론에 대응하여 lattice, 고정점 계산(fixpoint)등이 Solver를 활용할 때 어떻게 정의되는지 제시했다. 주요하게는 Solver를 활용하여 Backward Semantic을 쓰는 방법을 이야기했다.

재미있는 발표였지만 어떤 의미가 있는지는 조금 의문이 들었다. 이미 요약 해석 이론을 이용해서 다양한 수준의 요약을 하는 분석기를 만들 수가 있다. 그런데 구지 Solver를 abstract한 영역에 활용해야 하는



이유가 무엇일까? 발표에서는 결정불가능(Undecidable) 문제는 요약해석으로 풀고 요약SAT은 결정가능(decidable)하지만 NP-hard인 문제를 풀 때 유용하게 쓰일 수 있다고 했다. 그렇지만 그렇다고 해도 결정가능 문제에도 얼마든지 요약해석을 활용할 수 있다.

좀 더 장점을 드러내는 실제 구현이 있으면 좋을 것 같다. 분명 처음부터 요약도메인을 디자인 하고 분석기를 새로 만드는 것 보다는 기존의 Solver를 활용하는 것이 이득이 있을 것 같다. 또 Solver는 실제 예제를 줄 수 있기 때문에 결정 불가능 문제가 아닌 NP-hard인 문제에 대해서는 좀 더 유용할 여지가 많다. 앞으로가 오히려 기대되는 연구이다.

CakeML: A Verified Implementation of ML

Ramana Kumar, Magnus O. Myreen, Michael Norrish, and Scott Owens

이 연구는 ML의 사소한 일부 특징을 제외하고는 통으로 ML을 검증했다는 발표였다. 심지어 파서부터 기계 코드를 내 주는 부분까지 모두 증명보조기를 활용하여 증명된 ML을 만들었다. 중간에 타입검증과 바이트 코드 컴파일도 포함하고 있다. 무엇보다 JIT 컴파일 파트마저 검증을 했다고 해서 조금 놀라웠다. 검증된 컴파일을 하는 컴파일러를 검증하여 만드는 기법을 활용해서 증명했다.

앞으로 Coq을 검증하는 게 목표라는데 조금 의아하다. Coq이 ML로 구현되어있기 때문에 Coq을 믿을 수 있느냐는 ML이 제대로 컴파일을 해주는지에 기대고 있다. 따라서 먼저 ML을 검증해야 검증된 Coq을 만들 기반이 생긴다. 하지만 이것은 마치 닭이 먼저냐 알이 먼저냐는 문제를 떠올리게 하는데, 이 CakeML을 검증한 Isabelle은 또 어떻게 믿을수 있느냐가 문제이다. 물고 물리며 검증하다보면 검증 정도가 정제(refined)된다는 이론이 있을까?

Profiling for Laziness

Stephen Chang and Matthias Felleisen

소극적인 계산법(Lazy Evaluation)을 활용하는 언어의 프로그래밍을 잘 할 수 있게 도와주는 연구이다. OCaml을 주로 활용하는 터라 직접적으로 와 닿지는 않았지만 발표 내용 자체는 매우 흥미로웠다. 소극

적인 계산이 때로 이득을 가져다주기도 하지만 오히려 계산 효율이 떨어지는 경우도 많다. 그렇기 때문에 소극적으로 계산해야 할 부분을 최소화 하고 나머지 부분은 적극적으로 계산하도록 만들 필요가 있다. 기존에는 프로그래머의 경험적 지식에 따라 노련하게 해야 했지만 이 연구에서는 자동으로 소극적 계산이 좋은 지점을 알려준다.

평가 방법이 흥미로웠다. 기존의 전문가들이 책에 짜놓은 모범 코드를 Profile 결과에 따라 수정한 코드와 비교하였다. 이를 통해서 코드 수준을 전문가 수준으로 끌어올려준다는 점을 보였다. 혹은 시간적으로 오히려 전문가가 짠 코드보다 더 향상된 결과도 보였다.

Gradual Typing Embedded Securely in JavaScript

Nikhil Swamy, Cédric Fournet, Aseem Rastogi, Karthikeyan Bhargavan, Juan Chen, Pierre-Yves Strub, and Gavin Bierman

안전성 뿐 아니라 보안성도 지닌 자바스크립트 타입 도입 방법을 제시한다. 자바스크립트는 타입이 자동으로 결정되고 잘 변하기 때문에 너무 자유분방하다. 그래서 타입을 도입해서 프로그래머의 프로그래밍 안전성을 도모할 수 있다. 그러나 이 연구는 이러한 프로그래머의 안전성을 위한 보조 타입 시스템이 아니라 실제 자바스크립트 실행시에도 정한 타입을 침범할 수 없도록 막도록 Wrapper를 싸는 방법을 제시한다. 따라서 타입을 써서 자바스크립트 코드를 생성하면 실제 실행시 보안성도 생긴다. 누군가 다른 이들이 함부로 권한을 침범하는 악성 행동을 할 수 없다. 자바스크립트를 분석하는 사람으로서 한번 이 도구를 사용해보고 싶다는 생각이 들었다.



A Proof System for Separation Logic with Magic Wand

Wonyeol Lee and Sungwoo Park

로젝워크샵 포스터발표에서도 들었지만 학회에서만 들었던 딱딱딱한 소식도 더해져 재미있었던 발표였다. Magic Wand를 포함하는 증명 시스템으로는 처음으로 고지에 오른 연구라는 것은 익히 들어왔었다. 박성우 교수님께서 POPL에 와서 토론을 하다가 알게 된 것이 발표 내용에 추가가 되었다. 처음 Reynolds가 고안했던 Standard Heap 모델에 적용했을 때는 맞지 않는데 실제로 쓰일 수 있는 Global Heap 모델에는 맞는 시스템이라는 것이다. 분리논리를 제대로 다룰 수 있는 시스템도 생겼으니 분리 논리는 앞으로 더 뜨거운 분야가 되지 않을까 하는 생각이 들었다.



Abstract Acceleration of General Linear Loops

Bertrand Jeannot, Peter Schrammel, and Sriram Sankaranarayanan

온도조절 시스템과 같은 선형 시스템에서 루프를 정확하게 분석해내는 연구이다. 단순히 하나의 매트릭스로 표현될 수 있는 루프 뿐 아니라 온도조절 장치같이 가드가 있는 루프를 포함한다. 기본적인 아이디어는 루프를 매트릭스로 만든 다음에 Polyhedron 도메인에 맞도록 변형하여 요약 분석을 수행하는 것이다. 발표에서는 특정한 형태의 루프에 대해 정확히 분석할 수 있다고 이야기 했다. 다른 분석기들이 무한대의 결과를 내놓을 때 유한한 범위의 인터벌 값을 내놓고 있었다.

여전히 좀 더 생각해볼 점들은 있다. 발표 후에 쿼조가 질문을 했는데, 실수를 여러 번 곱해서 변형하는 연산이 있는데 어떻게 안전성을 보장 하냐는 질문이었다. 이에 대해 제대로 답변하지 못했다.

또 정확성은 확실히 좋아졌지만 시간이 약 1000배정도 느려져서 이 부분은 다소 아쉬웠다.

Consistency Analysis of Decision-Making Programs

Swarat Chaudhuri, Azadeh Farzan, and Zachary Kincaid

물리 엔진과 같이 실수연산으로 이산적인 결정을 내리는 프로그램에 오류가 있을 가능성을 검증하는 연구이다. 예를 들어 사각형 상자 안에 공이 튈 때 당연히 공은 바깥으로 빠져나갈 수 없다. 그렇지만 실수 계산의 오차가 누적되다 보면 반사가 아니라 벽을 뚫고 직진하는 오류를 범할 수도 있다. 이러한 프로그램에 대해 일관성 있게 동작하도록 프로그래밍하여 예방할 수 있는데, 이것이 지켜지고 있는지를 검증하는 연구이다.

5. 사람들

의외로 학회에 가서 여러 사람들을 만날 수 있었다. 처음 경험하는 학회로 받은 인상은 학회는 발표의 장이자 인맥을 넓히는 장이라는 느낌이었다. 적극적으로 대화하기에는 다소 수줍게 있어서 자유롭게 섞여 이야기를 나누는 속에 잘 끼지 못할 것 같았다. 하지만 대부분 열려있고 대화할 수 있는 시간들도 있었다.



학회 기간 동안 여러 한국인들을 만났다. 자연스럽게 박성우교수님 연구실에 이원열 학생과 같이 온 학부생 박진언 학생 그리고 임현승 박사님을 만날 수 있었다. 그리고 메릴랜드에서 오신 정진성씨와 여러 가지 이야기를 나눌 기회가 있어 좋았다. 특히 비슷하게 안드로이드 쪽에 Taint 분석을 하고 있어서 골치 아픈 라이브러리에 대해 Synthesis로는 어떻게 대응하는지 들을 수 있어서 좋았다. VMCAI 뱅킷에서는 서울여대에서 오신 김형종 교수님을 뵈 수 있었다. 안식년으로 미국에 와 계셨는데 교수생활이나 연구에 대한 조언, 이야기들을 들을 수 있었다.

학회에서 만난 일본인들은 상냥한 모습이 인상적이었다. 동경대에서 포닥을 하고 있는 타쓰야 아베는 박사 때 타입 연구를 하다가 포닥하면서 슈퍼컴퓨터 관련된 부분을 하고 있었다. 관심있으면 오라고. 학회 기간동안 자주 마주쳐 들은 발표에 대해 이야기 나눴다. POPL뱅크에서는 옆자리에 오신 나카자와 코지 교수님과 이야기를 나눌 수 있었는데

매우 유쾌하신 분이였다.

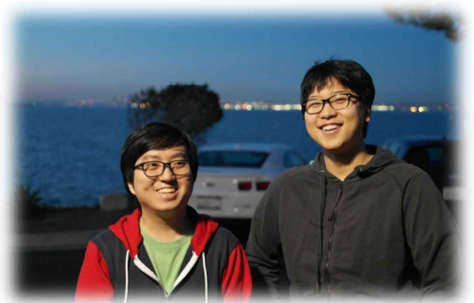
A Trusted Mechanised JavaScript Specification이라는 주제로 발표했던 INRIA대학의 Martin Bodin과도 이야기 나눌 수 있었다. 학회장에서 옆자리에 앉게 되어 이야기를 나눌 수 있었다. 무척 유쾌한 친구였는데 프랑스 발음으로 빠르게 말하니까 몇 번을 다시 물어봐야 했다. 함께 자바스크립트의 악덕함에 대해 이야기를 나누다가 점심때가 되어 DOM의 악독함에 대해 이야기 나눠보자고 같이 식사도 했다. 문득 카이스트에서 만든 SAFE도 ECMAScript의 모호함을 제거하는 연구였다는 게 생각나서 소개해주었다. 중간에 Ryan Becket이라는 프린스턴 1년차 학생도 만나서 셋이 식사하며 이야기 나눌 수 있었다. 아쉬웠던 것은 둘이 빨리 말하면 잘 못 알아들으니까 농담어린 이야기를 시작한 뒤로는 대화에 끼지 못하고 지켜봐야만 했다. Ryan Becket이라는 친구는 네트워크 패킷에 대한 연구를 하는 친구였는데 연구에 대해 깊이 물어보기 어려웠던 것도 좀 답답했다.

6. 음식 & 볼거리

샌디에고에서 가장 맛있었던 음식들은 멕시코 음식과 아시아 음식이었다. 우리가 머물던 브리스톨 호텔 맞은편에 Chipotle이라는 곳이 있었는데 원하는 재료들을 고르면 빠르게 브리또나 보울등을 만들어 주는 곳이었다. 나는 브리또를 먹었는데 한국에서 먹던 크기와는 비교가 안 되게 푸짐하게 넣어줬다. 미국에서 쌀국수는 두 번이나 먹었다. 소고기가 미디움으로 담겨 나오는데 정말 부드럽고 맛있다. 미국에서 가장 맛있었다. 아쉬웠던 것은 이름난 스시집들이 모두 만석이어서 예약을 하지 않고 갔더니 들어가지 못한 것이다.



아메리칸 식당들은 생각보다 나와 잘 맞지 않았다. 오믈렛, 스테이크, 햄버거 하나같이 모두 다소 간이 짝다. 게다가 밥이 없으니 밥 먹은 느낌이 나지 않아서 In-N-Out을 다녀온 뒤에는 일본 식당에 가서 스시 롤을 더 먹었다.



샌디에고에서는 5불짜리 일일 이용권이 있어서 이것만 있으면 대중교통을 마음껏 이용할 수 있다. 학회 끝 무렵 하루정도 돌아다닐 수 있었는데 이때 이 교통카드를 구매했다. 트롤리는 탑승하여 몇 정거장 가다보면 경찰이 지나가며 탑승권을 찍는다. 잘만하면 짧은 거리는 안 걸리고 탈 수도 있을 것 같았다. 트롤리를 탈 때 주의할 점은 한국의 지하철과 달리 밖에서는 안에서든 문 열기를 눌러야 탈 수 있다. 트롤리는 외관에 비해 누추하다는 느낌을 받았는데 버스는 상당히 잘 되어있다는 느낌을 받았다. 유모차나 휠체어를 위한 배려도 잘 되어있었고 무엇보다 옆에 줄줄이 달린 끈을 아무데서나 잡아당기면 하차 벨이 울리는게 편리했다. 한국에서는 벨이 띄엄띄엄 있어 낭패를 볼 때가 종종 있는데 끈 방식이 도입되는 것도 괜찮을 듯하다.



샌디에고에서 가장 인상 깊었던 건 하늘과 날씨 그리고 바다이다. 적도에 가까운 바닷가여서 겨울에도 날씨가 온화하고 햇빛이 참 아름답다. 특히 해질 무렵에는 전문가들이 포토샵으로 조작한 줄만 알았던 사진과 같은 밤하늘의 모습을 실제 눈으로 볼 수 있다. 샌디에고에는 코로나도라는 곳이 있는데 마치 영화 엘리시움 마냥 길쭉한 지형이 바닷



가에 길게 펼쳐져 있다. 새만금 방파제의 넓은 버전 느낌. 코로나도에 가서 바다를 보면 강렬한 햇빛이 바다에 반사되어 유려하게 빛나고, 수평선 부근에는 희안한 구름안개들이 보여 신비로운 느낌이 난다. 길게 뻗은 해안선을 향해 높이 다가오는 파도도 장관이다. 코로나도는 다시 샌디에고에 와보고 싶다는 느낌이 들게 한 곳이다. 코로나

도에서 나올 때 한 백인 노부부가 내 뒤에서 카메라를 매고 아이패드를 들고 가는 나를 보며, “저 녀석은 카메리에 또 하나의 카메라를 들고 있군.”라는 속닥거렸다.

POPL 뱅킷은 박물관으로 쓰이는 옛 항공모함 선상 파티였다. 국수, 햄, 스테이크, 샐러드, 홍콩음식등 각 나라의 음식들이 여기저기 차려져 있고 뷔페식으로 가져다 먹을 수 있었다.

멕시코 국경 근처에 가보면 커다란 아울렛이 있다. 리바이스, 토미 힐, 라코테, 반스, 나이키.. 익숙한 브랜

드가 모여 있다. 코치 매장같은 몇몇 매장을 제외하면 대부분 의류를 판매하고 있다. 멕시코 국경도 구경하고 싶었지만 거기까지 가는데 너무 오래 걸려서 국경을 코앞에 두고 가보지는 않았다.

떠나기 전날 밤에는 올드 타운이라는 곳에 갔다. 올드 타운은 미국에 건너와 살던 멕시코인들의 옛 생활 양식들을 보존해놓은 곳이었다. 우리나라로 치면 민속촌+인사동 느낌이다. 낮에 갔으면 더 좋았을 거 같은데, 밤에는 축제 분위기가 나서 나름 흥이 있었다. 야외 공연도 있었는데 시간이 없어서 보지 못한 게 아쉬웠다. 올드 타운 입구에는 캔디샵이 있는데 안파는 사탕, 젤리가 없는 것 같다. 정말 갖가지 캔디를 팔고 각종 초콜릿과자와 케이크도 판매한다.

시간이 부족해서 제대로 구경하지 못한 게 좀 아쉬웠다. 갔던 곳도 좀 오래 정취를 즐기지 못하고 서둘러 떠나야 했다. 발보아 파크는 박물관들이 많이 모여있는 성당처럼 생긴 공원인데 밤에 가서 박물관에 들어가 보지는 못했다. 시립도서관과 펫코파크를 가보고 싶었는데 아쉽게도 시간이 되지 않았다. 그래도 먼발치나마 버스 안에서 펫코파크의 불이 켜져있는 것을 볼 수는 있었다.



7. 마치며

처음 경험해보는 학회로 매우 흥미로운 경험이었다. 여러 연구자들이 활발하고 열정적으로 서로의 연구에 대해 이야기하고 나누는 모습이 인상적이었다. 정말 공부해야 될 것이 많구나, 재미있는 것들이 많구나 느끼고 돌아온 학회였다. 이렇게 쉽게 경험하기 어려운 귀한 기회를 주신 이광근 교수님께 감사하다. 그리고 학회를 무사히 다녀올 수 있도록 출장과 관련해 여러 가지를 도와주시는 ROSAEC 센터 행정원 분들에게도 감사하다. 같이 동행했던 진영이형이 호텔이나 항공권 예약등 그리고 그 외에도 미국에서 여러 가지로 도움을 주셔서 감사하다.

