



UC 버클리 방문기

Berkeley, CA, US, Feb. 17th - Sep. 13th
소프트웨어 무결점 연구센터 이원찬

미국 UC 버클리에 방문연구를 다녀왔다. 반년, 참 길지 않을까 했는데 벌써 돌아와 이 글을 쓰고 있다. 학회로 잠깐씩 다녀온 미국과는 사뭇 다른 느낌이다. 버클리가 미국의 전형적인 도시와는 거리가 있기 때문이기도 하겠다. 배우고 느낀점들, 다 전달하기는 어렵겠지만 글로 남기 고자 한다.

연구 - 카우보이 스타일과 만나다

나를 초청해주신 분은 UC 버클리의 Dawn Song 교수님이다. 보안 분야에서 말그대로 종횡 무진 활약하시는 분이다. DBLP만 봐도 그분의 왕성한 연구 활동을 짐작할 수 있다. 연구 그룹은 내가 속한 안드로이드 보안 연구팀인 드로이드블레이즈 이외에도 웹 보안, 실행코드 보안을 넘어 인지과학과 온라인 교육을 연구하는 팀까지 다양했다. Dawn Song 교수님과 함께 일하는 박사 후 연구원도 어림잡아 열명은 족히 돼 보였다. 학부 안에 학부를 운영하신다는 우스개소리가 영 틀린말은 아닌듯 싶었다. 많은 일로 바쁘실텐데도 드로이드블레이즈 연구에는 꽤나 많은 시간을 할애하시는 모습이였다. 드로이드블레이즈 연구 성과를 가져다 사업을 추진하실 계획이셨기 때문이었으랴.

연구는 안드로이드 앱을 위한 정적 분석을 중심으로 했다. 진영이와 용호가 하고 있는 스캔달 프로젝트와 유사하게 들린다. 우리의 목표는 다양한 보안 분석을 손쉽게 빠르게 만드는 프레임워크를 만드는 것이었다. 개인정보 유출을 탐지하는 분석기를 만든다는 스캔달의 목표에 비하면 다소 추상적이었다. 이 같은 목표를 설정한 이유는 그간 안드로이드 앱을 대상으로 시도된 정적분석들이 단순하다는 점을 발견했기 때문이다. 안드로이드 보안 관련 연구를 공부해보니 의미를 따라가는 분석은 커녕 모양만 가지고 분석을 해왔던 사실을 알게 됐다. 탄탄한 분석 프레임워크를 다져 단순한 분석부터 의미를 세세히 좇는 분석까지 아우르자는 목표는 여기서 나왔다. 지난 7개월간 중간 언어부터 분석기 인터페이스, 함수간 고정점 계산기, 다양한 요약 도메인 틀과 같은 기반 다지고 그 위에 네트워크 지문 분석, 앱 부품간 통신 분석, 소스-싱크 분석을 엮었다. 아직 갈 길이 멀다고 생각하고 한국에 돌아와서도 계속 공동 연구에 정진중이다. 그동안의 연구 성과는 정리해서 조만간 세상에 알리려는 계획을 가지고 있다.

미국 연구자들과 함께 생활하면서 교수님이 말씀하시던 ‘카우보이 스타일’을 체험해 볼 수 있었다. 내가 바라본 로파스에서 연구 스타일은 이렇다: 우리 주위에서 문제를 찾으려 애쓰고 찾은 문제도 진짜로 문제가 되는지 다시 생각해본다. 문제의 해결책을 배운 지식을 바탕으로 엄밀히 접근한다. 이론도 실험도 탄탄해질 때까지 정진하며 결과가 자랑스러울 때야 세상에 알린다. 방망이 짚는 노인의 자세다. 나도 돌이켜보면 설익은 연구로 조금해하다가 교수님께 혼난 기억이 많다. 현대, Dawn Song 교수님 연구실의 분위기는 사뭇 달랐다. 재밌다고 생각하는 문제에 일단 달려든다. 최대한 빨리 한, 두 가지의 사례에 대해서 동작하는 해결책1을 만든다. 빨라야 하는 이유는 항상 다음 학회 제출 마감일이 기다리고 있기 때문이다. 그러고 나서는 해결책1을 고치고 고쳐서 마감 전까지 최대한 많은 경우에 대해 동작하게 만든다. 이러한 접근 방법은 처음 미국에 당도한 나를 다소 어리둥절하게 만들었다. 내가 가기전 Dawn Song 교수님의 박사과정 학생들을 통해 그동안 만든 정적 분석기라는 것을 소개 받았다. 현대, 요약 의미 함수는 커녕 어떤 분석을 하는지조차 명료하게 내게 설명하지 못하는 모습이 참 실망스러웠다. 덕분에 처음부터 다시 정적분석 프레임워크를 만들어야 했다. 게다가 내 방문기간 중에 두 차례의 학회 제출 마감일이 겹쳐 여유있게 프레임워크를 생각하며 디자인할 시간이 없었다. 제출 마감 전까지 되든 안되는 논문이 될 만한 일을 해야했고 그 만큼 프레임워크 개발은 늦어졌다(우여곡절 끝에 두 편의 논문을 준비했지만 한 편은 미숙해서 내지 않기로 결정했고 다른 하나는 최근 떨어졌다는 소식을 들었다). 7개월간 분석기 프레임워크를 만들어왔지만 어느것 하나 엄밀하게 정의될 여유조차 없었다. 어떤 아이디어든 주저없이 용감하게 돌진하는 그곳 친구들의 모습은 본받을

만 했다. 다만, 생각 끝에 엄밀한 토대를 만들고 구체화하는 것을 선호하는 나로서는 내가 원하는대로 연구를 진행할 수 없는 것이 안타까울 뿐이었다.

노파심에서 하는 말이지만, UC 버클리의 모든 그룹이 이런 ‘카우보이 스타일’의 연구를 좇는 것은 아니다. 원태가 속한 Koushik Sen 교수님 그룹만해도 엄밀하게 생각하고 탄탄히 구현하는 그룹으로 알고 있다. 내 개인적인 경험이 일반화되는 일이 없기를 바랄 따름이다.

소통과 교류

드รอย드블레이즈 그룹은 매주 연구 회의를 했는데, 돌아가며 자신의 연구 진행 상황을 다른 사람에게 알린다. 크든 작든 자신이 하고있는 일이 무엇인지, 잘되면 왜 잘 되는지, 안되면 왜 안되는지 다른사람들과 교류한다. 이런 빈번한 교류 방식은 내 발표하는 방법에도 변화를 가져



왔다. 로파스에서는 짧게는 한 달, 길게는 한 달 보름마다 한 번 꼴로 세미나 발표를 하게 된다. 그러니 연구한 내용이 어느정도 쌓이게 되고 그에 맞춰 발표 자료도 시간을 들여 준비하곤 했다. 허나, 매주 소통을 해야했던 UC 버클리에서는 슬라이드 같은 형식적인 것보다는 내용에 더 집중해야 했다. 짧은 시간안에 상대가 알아야할 내용만 어떻게 전달할 것인가를 생각해야했다. 한 사람에게 주어지는 발표시간 또한 길어도 15분을 넘지 않아 장황한 내

용을 늘어놓을 수 없었다. 여기서도 로파스에서의 가르침은 변함없이 통용되었다. 두괄식으로 말할 것. 분석 결과가 있는 날에는 결과를 정리한 차트나 분석 결과 얻어지는 그래프를, 분석이 막히는 경우를 발견한 날에는 안되는 경우를 잘 드러내는 예제를 준비했다. 그러곤 준비해온 자료를 화면에 띄워놓고 정리했던 생각을 말로 풀어나갔다. 안되는 영어로 떠듬떠듬하고 있으면 같이 일했던 Vijay가 도와주곤 했다. 내용에 집중한 덕분에 적어도 발표 시간을 공허하게 보내는 일은 없었던 것 같다. 이런 발표 경험은 로파스에서의 발표를 다시금 돌아보게 만들었다. 발표 자료 만들기에 치중한 나머지 본질인 내용 전달을 소홀히 하고 있지는 않았는지 반성했다.

발표를 통해 다른 사람들과 교류하는 일도 한국에 있을 때보다 더 잦았다. 가자마자 Dawn Song 교수님 그룹 전체 사람들에게 스파스 분석을 발표할 기회가 있었다. 로파스의 자랑스런 연구성과인 만큼 공을 들여 발표를 준비했다. 보안 분야 사람들을 대상으로 하다보니 그 사람들도 이해할 수 있도록 준비를 해야 했다. 그래서 최대한 수식을 빼고 예제와 그림 위주로 준비하려 애썼다. 그 덕분인지 발표 중에 꽤나 많은 질문을 받았고 다들 관심있게 듣는 모습이였다. 개중에는 정적 분석을 꽤 잘 아는 사람들도 있어 날카로운 질문들을 받기도 했다. 원태네 그룹의 점심 세미나 모임에도 초대를 받아 종료 분석을 발표했는데, 원활하지는 않았다. 분석을 잘 알 것으로 예상하고 준비를 했는데 예상보다 청중들이 분석에 문외한이었기 때문이다. Sanjit Seshia 교수님 그룹에서도 같은 주제로 또 발표를 할 기회가 생겼다. CAV 학회의 리허설을 위해 Sanjit Seshia 교수님께 무작정 발표하겠다고 메일을 보냈는데 선뜻 허락해주셨다. 리허설 발

표다보니 기합이 들어가 있어서 첫 번째 발표에 비하면 양호했던 것 같다. Sanjit Seshia 교수님의 꼼꼼한 조언이 무척이나 기억에 남는다.

몇 차례의 발표를 하면서 느낀점은 평소에도 자신의 연구를 잘 정리해놓아야 겠다는 점이다. 연구하는 도중에는 목표도 진행 상황도 흐트러져있는 경우가 많다. 나 같은 경우에는 로파스 주간 세미나를 준비하면서 한 번씩 다잡는 시간을 가지게 된다. 그래서인지 나는 참 체계가 없이 연구를 하는구나 하는 생각이 들 때가 많다. 그러다보니 누가 내 연구를 묻거나 발표를 해야 하는 상황이 생기면 우물쭊물하게 되는 것 같다. 체계가 없다보니 길을 잃거나 흐지부지되는 일도 부지기수다. 하지만, 일하면서 만난 박사 후 연구원들을 보면 참 체계가 있다는 인상을 받는다. 우연히 인사를 건네며 근황을 물어보곤 하면 이 친구들은 수도꼭지를 튼 것처럼 자신의 연구를 술술 늘어놓는다. 내가 문외한인 이야기도 알아들을 수 있는 것을 보면 자신의 연구를 잘 이해하고 쌓아나가는 것임에 틀림없다는 생각이 들었다. 연구의 체계를 세우고 정리하는 습관. 박사 희망자가 박사가 되기 위해서 꼭 함양해야 하는 능력이 아닐까.

생활

환경

내가 7개월간 생활한 곳은 버클리과 맞닿아있는 에머리빌이라는 작은 도시다. 거기에서 유학 생활을 하고 있는 두 살 많은 형과 함께 한 아파트에서 살았다. 수영장과 헬스장이 딸려있던 아파트는 방 자체도 꽤나 크고 쾌적했다. 형이나 나나 살림살이가 많지 않아 거실은 항상 내 자전거를 주차하는 용도로 쓰였다. UC 버클리까지는 자전거로 20분정도의 거리였는데, 가는길이 꾸준한 오르막이었던 점만 빼면 다닐만 했다. 집들이 높지 않아 탁 트인 하늘을 보며 내내 달리면 출근길인데도 참 마음이 설레곤 했다.

날씨는 내가 도착한 2월을 제외하고는 거의 매일 맑았다. 우리나라로치면 초가을 날씨가 매일이라고 생각하면 된다. 별로 습하지 않은 기후라 햇빛이 강렬히 내리쬐는 날에도 그늘 아래로 가면 추울 정도였다. 다른 건 몰라도 이 날씨 하나 만큼은 참 탐이 났다.

에머리빌과 버클리는 이스트 베이 지역으로 불리는데, 샌프란시스코를 기준으로 동쪽 만에 위치해 있어서다. 그래서 자전거를 타고 조금만 나가면 바다를 볼 수 있었다. 연구실이 위치한 소다 홀은 서울대 302동 같이 지대가 높은 곳에 위치해 있는데, 오르막에서 동쪽을 바라보면 저 멀리 바다가 보였다. 비록 자주 가보지는 못했지만 바다가 보인다는 사실 만으로도 들뜬 기분에 자주 즐거웠던 기억이 난다.



음식

출국 전 음식 걱정은 좀 났었다. 뭐든 가리지 않고 잘 먹는 성격이지만 맛이 없는 음식에는 인내가 부족한 나인 탓이다. 방문 전 내 기억속 미국에서 먹을 수 있는 음식이라고는 짜고 기름진 못먹는 것이었다.

우려와는 달리 버클리에는 먹을 것이 좋았다. 원태에게 물어보니 버클리가 괜찮은 음식점이 많은 편이기 때문이란다. 한국에서는 본 적도 없는 중동 음식들이나 Vijay가 추천한 인도 음식들이 나를 사로잡았다. 송별회를 가졌던 중국 사천 음식점에서는 한국에서는 보기 힘든 중국 음식

식들을 맛볼 수 있었다. 그 중에 곱창을 매콤하게 볶아낸 요리가 있었는데, 씹을 때마다 고소한 맛이 나는 것이 맛이 괜찮았다.

그 중에서도 가장 기억에 남는 요리는 이디오피아 음식이다. 커피 마실때나 들어보던 나라인데 그 나라 음식을 파는 식당이 버클리에서 있었다. ‘인제라’라고 부르는 평평한 밀떡위에 여러가지 볶음이 얹혀진 요리다. 인제라는 깔려있는 것 말고도 롤케익처럼 돌돌 말아놓은 것도 내어왔는데, 이것을 풀어서 조금 뜬 다음 볶음을 싸서 먹는다. 손으로 음식을 먹는 것도 낯설거니와 그런 맛을 내는 음식도 처음이었다. 여러가지 볶음은 어느것을 막론하고 조금 시큼한 맛이 났는데, 발표된 밀로 만든 밀떡 맛과 잘 어울렸다. 볶음이 어느정도 바닥을 보이기 시작하면 밀에 깔려있던 인제라를 찢어서 먹는 재미도 쏠쏠했다. 버클리에서 간다면 꼭 한 번 다시 먹어보고 싶은 맛이다(안타깝게도 먹는데 열중한 나머지 사진 한 장 남기질 못했다. 옆의 사진은 위키피디아에서 발췌한 것이다).



샌프란시스코에서 먹었던 ‘푸푸사’도 기억이 남는다. 샌프란시스코의 미션 가에서 발견한 엘 살바도르 음식이다. 우리로 치면 빈대떡인데 안에 치즈와 간 소고기, 간 콩, 로로코 같은 것을 넣었다. 담백하면서도 심심하여 맛이 그만이었다.



미국 음식중에도 내 마음을 설레게하는 것이 있었다. ‘검보’가 바로 그것이다. 미국 남부 루이지애나 지역에서 먹는 음식이란. 토마토와 사사프라스 향료로 만든 스프에 소세지, 새우를 넣어 스투로 만든 음식인데 밥도 들어있었다. 향료 덕분인지 카레나 하이라이스를 연상케 하는 맛이였다. 입안에 넣으면 향신료의 맛과 향이 퍼져 입안을 가득 채우는 느낌이었다. 정말 정신 없이 먹었던 기억이 난다. 아주 빼어난 맛이랄까 보다는 먹고있어도 먹고 싶은 그리운 맛이랄까. 그 맛을 잊지 못해 한국에 돌아와 미국 남부 가정식 요리집을 찾았지만 그 때의 감동을 되살리기에는 역부족이었다. 이디오피아 음식과 더불어 꼭 한 번 다시 먹어보고 싶은 음식이다.



여가 활동

미국에 있으면서 좋았던 점 중에 하나는 음악을 접할 수 있는 기회가 많다는 점이다. 이상하게도 버클리에는 재즈를 들을 수 있는 피자집이 많았다. 원태와 희종이형과 즐겨 찾던 치즈 보드라는 피자집에 가면 종종 스탠다드 재즈를 연주하는 밴드를 볼 수 있었다. 만원 정도만 내면 맛있는 피자 와 맥주에 흥을 돋우는 음악까지 즐길 수 있어 참 좋았다. Vijay와 자주 찾던 트리에스테라는 카페에 가면 매주 토요일 재즈를 비롯 다양한 장르의 음악을 들을 수 있었다. 음악을 찾아 샌프란시스코로 나가기도 했다. 재즈로 유명한 필모어 거리에 요시스라고 하는 공연장 겸 레스토랑이 있었는데, 여기서 존경하던 드러머들을 실제로 볼 수 있는 기회가 있었다. 데이브 웨클이라든지 잭 디조넷이라든지 하나 같이 영상으로밖에는 접할 수 없었던 분들이다. 특히나, 내가 주로 사용하는 드럼 스틱이 잭 디조넷 소프트웨어 무결점 연구센터



그녀쳐 스틱이다보니 그 분의 공연을 실제로 보니 가슴 뭉클한 감동이 일었다.

해후와 만남

원태

UC 버클리에서 박사과정을 밟고 있는 원태를 다시 만난 것은 참 반가운 일이었다. 떨어져있던 기간이 그리 짧지 않음에도 우리는 만나자마자 곧바로 미식을 하며 즐거운 한 때를 보냈다. 원태는 Koushik Sen 교수님께 지도를 받고 있는데, 혼자서 안드로이드 테스트 기법에 대한 연구를 진행한다고 한다. 역시, 어디에 있어도 그 연구가 능률한 것이 원태다웠다. CAV 학회 때 Koushik 교수님과 점심을 먹을 기회가 있었는데, 원태에 대해 살짝 여쭙았던 기억이 난다. 돌아온 대답은 “Wontae is special” 이었다. 로파스에서든 UC 버클리에서든 엄지손가락을 지켜들게 하는 원태의 모습에 자랑스러우면서도 부러웠다.



재호형

지척에 있는 스탠포드 대학에서 박사과정에 있는 재호형도 간간히 볼 수 있었다. 재호형은 분석 연구에서 데이터베이스로 분야를 옮긴 모양이었다. 내가 석사를 데이터베이스 연구실에서 마치고 분석 연구실에 합류한 것과는 반대로 가고 있는 셈이다. 덕분에 짧게나마 지닌 내 관련 지식과 형의 최근 관심사가 만나 이야기 꽃을 피웠다. 형의 작업장, 맥북에는 손수 만든 (주로 생산성 향상에 초점을 맞춘) 이런저런 도구들이 가득했다. 재호형의 작업장을 둘러보면 언제나 경이와 존경심이 솟아오른다.

두 번째 만났을 때는 형이 페이스북에서 인턴을 하고 있었는데, 형의 안내로 페이스북 사내를 둘러볼 수 있었다. 공장같은 외관에 성처럼 둥글게 둘러싸인 건물이 밖에서 봤을 때는 굉장히 적막해보였는데, 내부는 마을처럼 꾸며져 있어 느낌이 묘했다. 사내 식당 뿐 아니라 팔로 알토 인근의 유명한 카페와 일식집도 들어와있었다. 일에 몰두하고 있는 사람들 모습이 참 즐거워 보였던 기억이 난다. 손 뻗으면 닿을 거리에 먹을거리가 상시 준비되어있던 점은 식탐에 일가견이 있는 나로서는 참 부러웠다. 형이 망을 보는 사이 적지않은 수의 과자를 가방에 담았던 모습에 얼굴이 화끈하다.

순호형

정말 뜻밖의 만남은 저 멀리 CMU에 계신 순호형과의 만남이다. 버클리 인근의 멘로 파크에서 열린 정형기법 여름학교에 오시면서 만날 수 있었다. 순호형과는 진정 오랜만의 해후라 가슴이 뜨거워졌다. 옆에 앉아 같이 수업을 듣고 있노라니 로파스에서 함께하던 날들로 돌아간 기분이 들었다. 근황 이야기도 나누었는데 이제 막 수업을 다 듣고 연구를 시작하셨다고 했다. 비선형 제약식의 풀이기를 같은 그룹의 사람이 만들었는데, 이를 프로그램 검



증이나 수학 명제의 자동 증명에 적용해보려고 한다고 한다. 형의 졸업이 머지 않았음을 감지했다.

희종이형

희종이형은 내 방문을 외롭지 않게 해준 든든한 아군이였다. 형과는 사실 로파스에 있던 기간이 겹친 적이 없어 이전에는 얼굴만 아는 상태였다. 미국에서 같이 지내며 친해질 수 있었고, 여기저기 다니며 미식도 함께했다.

희종이형의 실력은 명불허전이였다. 같이 일하고 있으면 어느샌가 푹푹뚫뚫 개발을 끝내버리곤 했다. 지금 프레임워크의 초기 디자인을 희종이형이 혼자 다 했다고 해도 과언이 아니다. 덕분에 나는 항상 ‘형의 발목을 잡고 있구나’ 하는 기분에 초조해지곤 했다. 물론, 아무리해도 나는 형만큼 빨리 개발을 할 수는 없었다.

Vijay D'Silva

함께 일하면서 정이 많이 든 친구다. 옥스포드에서 박사를 받고 Dawn Song 교수님 그룹에 합류한 박사 후 연구원이다. 지도교수님인 Daniel Krönig 교수님이 모델 검증을 주로 하시는데 비해 이 친구는 요약 해석을 깊이 공부했다. 최근 연구 성과중에 가장 주목받는 것은 요약 해석으로 SAT 풀이기 알고리즘을 설명한 연구다. SAT 풀이기가 답을 찾는 과정이 결국 요약 해석에서 설명하는 가장 정확한 요약 의미함수로 고정점을 구하는 과정이라는 것이다. 이 결과를 사용하면 요약 해석 기반의 SMT 풀이기도 만들 수 있고, 나아가 더 정확한 분석기도 만들 수 있게 된다. SAT 풀이기 학계 뿐 아니라 프로그램 분석, 모델 검증 학계에서도 관심을 보이는 연구 결과다.



요약 해석을 잘 알고있는 덕분에 함께 일하기가 참 수월했다. 같이 분석기를 만드는 과정에서 참 많이 배운 것 같다. 무엇보다 공부한 깊이와 해박함이 혀를 내두를 정도였다. 문제의 본질을 파악하고 이해하는 능력도 참 날카로웠다. 알고 있는 내용을 논리적으로 잘 정리해서 설명하는 능력도 탁월했는데, 덕분에 주간 회의는 항상 Vijay의 주도 하에 진행되곤 했다. 참 든든한 아군이라는 생각이 들면서도 한편으로는 내가 공부를 열심히 해서 이 친구만큼 잘 할 수 있을까 하는 겁도 났다. 존경과 자극을 동시에 자아내는 친구다.

작별 선물로 편지와 책을 받았다. 남자에게 편지를 받아보는 건 해병대간 내 친구에게 받아본 이후로 처음이다. 뜻밖이면서도 기쁘고 한편으로는 아무것도 준비하지 못한 마음에 미안했다. 편지지는 본인이 즐겨입는 인도 전통 의상 만큼이나 인도풍이었다. 편지에는 함께 지낸 시간 즐겁고 고마웠다는 말과 함께 수학자 William Thurston이 한 말이 인용돼 있었다. 수학이 생각을 소통하는 간결한 도구가 될 수있다는 믿음에 대한 내용이었다. 함께



받은 책은 “How to Write Mathematics”다. 수학을 글로 어떻게 쓸 것인가에 대한 네 수학자의 에세이집이다. 수학 공부와 글쓰기를 게을리하지 말라는 뜻으로 듣고 정진해야겠다고 다짐했다.

맺으며

지난 7개월간의 방문 연구는 내게 큰 경험이 되었다. 미국 연구자들과 연구하고 교류하면서 세상을 보는 눈도 마음가짐도 달라진 것 같다. 귀중한 경험 허락해주신 이광근 교수님께 진심으로 감사드린다.

