

船井情報科学振興財団 留学報告書

Long Pham
Carnegie Mellon University

January 4, 2024

2019年9月より Carnegie Mellon University (CMU) で Computer Science の博士課程に取り組んでいるファムです。今回の報告書では 2023 年後半を振り返ります。

1 研究

1.1 メインの研究プロジェクト

ここ最近メインの研究テーマとして取り組んでいるのが、プログラム資源量を解析するための静的手法に動的手法を組み込むことでハイブリッドの解析手法を開発する研究です。解析の流れは以下の通りです。最初に、ユーザーがプログラムを書き、どんな資源量 (e.g., 作動時間やメモリー量、電力) を知りたいかを指定します。次に、我々はそのプログラムを解析し、(プログラムのインプットサイズを変数とする) 多項式として表現される資源量の上限を推測し、それをユーザーにアウトプットとして返します。

資源量解析に限らず、プログラムの解析手法には大きく分けて二種類あります。一つ目は静的解析であり、プログラムを実際に走らせるのではなく、ソースコードを数学・論理的に解析します。ソースコードを解析するので、プログラムの理論上可能な挙動パターンを全て網羅することが可能です。私の指導教授は PhD 時代にプログラム資源量を静的解析する手法 (具体的には型システム) を研究しており、現在の研究室共通の研究テーマでもあります。

二つ目のプログラム解析手法は動的解析です。これはプログラムを実際に走らせている間に解析する、もしくは、走らせることで得られるデータを使って解析する手法です。例えば、プログラムを実際に作動させている最中に資源量を計測して、統計学的手法 (e.g., ベイズ推論) を用いることで資源量上限を推測できます。

静的解析と動的解析にはそれぞれ利点・欠点があるため、お互いの利点を生かしながら欠点を相殺し合うように二つの解析手法を組み合わせることが実現すれば画期的であり、私の研究目標です。

一つ目のプロジェクトを 2023 年 7 月に終え、POPL という学会に提出しました。9 月中旬に査読が返却され、それに対する返答 (rebuttal) を書いたのですが、残念ながら論文掲載には至らなかったため、11 月中旬に PLDI という別の学会に再提出しました。一つ目のプロジェクトを 7 月に終えた以降、ハイブリッド解析の別のアイデアを研究しています。

1.2 NSF の研究費申請

2023 年 9 月下旬から 10 月下旬にかけて、指導教授の研究費申請の手伝いもしました。申請先は National Science Foundation (NSF) という、アメリカ国内の大学・研究所に対して研究費を交付する政府機関です。アメリカでの研究費の申請先は、主に二つあり、医学・生物系の研究だと National Institute of Health (NIH)、それ以外の分野だと National Science Foundation (NSF) になります。加えて、国防に関連する研究だと、DARPA というアメリカ国防省管轄の研究支援機関があります。インターネットを（もともと軍事のために）最初に作ったのも、この DARPA（の前身）が支援したプロジェクトです。コンピューターサイエンスの場合、ドローンや自動運転など軍事技術に明らかに関連しているものに加え、一見軍事に関係なさそうなプログラミング言語理論の分野でも DARPA から研究費を交付して貰っているプロジェクトがあります。

研究費申請書は本来、プロジェクトの中心となる研究者（principal investigators）によって書かれるものなので、著者欄に乗るのは研究室を率いる教授だけです（稀にポスドクも入る）。そのため、PhD の学生が手伝っても申請書の著者欄に名前は載らないですが、博士課程の経験の一つとして、PhD 生に研究費申請の手伝いをさせることで経験を積ませ、申請書の書き方を学ばせるというのはよくあります。研究費申請書は論文とは書き方が異なりますし、学术界・企業に関係なく、新しいアイデアを提案する際のライティングスキルは貴重なスキルなので、今回の手伝いは貴重な経験になりました。

1.3 二つ目の研究プロジェクト

2022 年前半から一年以上続けている、同じ研究室の元先輩（2022 年夏に卒業し、現在は北京大学で教授）との共同研究プロジェクトを 11 月中旬に終え、PLDI に提出しました。このプロジェクトの研究テーマは、確率的プログラミング言語（probabilistic programming languages）で書かれたプログラムが正しいかをチェックするための型システムの構築であり、私のメインの研究テーマ（ハイブリッド解析手法の開発 §1.1）とは全く異なります。唯一の共通点は、両方とも型システムと確率的プログラミング言語を使うことでしょう。メインの研究テーマと並列で研究を進めていたので予想以上に手間がかかりましたが、なんとか論文に仕上げることができホッとしています。

2 生活・文化

2.1 ピッツバーグでのオーケストラ鑑賞

2023 年 3 月にピッツバーグでオーケストラの生演奏を（人生初！）鑑賞し、数十人の音楽家が息を揃えて一つの旋律を紡ぎ出す姿を見て、「これが芸術なのか」と感動しました。本来混沌としている自然界のなかに秩序を作り出すのは、さすが人間のなせる業だなと思います。それ以来、数カ月に一回の頻度でピッツバーグでクラシック音楽のコンサートに行っています。チケットは一人 20 から 30 ドルで購入できる（学生割引込み）ので、100 ドル前後かかるミュージカルよりは断然お得です。

ちなみにピッツバーグのオーケストラ (Pittsburgh Symphony Orchestra) は全米でトップ 15 に入る実力らしいです。でも伝統的にトップ 5 はニューヨーク、ボストン、シカゴ、フィラデルフィア、クリーブランドらしいです。そういえば、シカゴを拠点としているデルタ航空を利用した際、機内の安全ビデオのテーマがオーケストラだったのですが、シカゴがクラシック音楽の都だからなんだと納得しました。

今学期は 1923 年に設立されたディズニー 100 周年記念のポップコンサートや、Celtic Woman (アイルランド発の女性 4 人組のボーカルグループ) とオーケストラによるクリスマスコンサートに行きました。おかげで欧米のクリスマスソングに詳しくなりました (笑)。

2.2 イスラエル情勢

2023 年 10 月上旬にイスラエル南部がハマスに襲撃され、私の所属するカーネギーメロン大学も含め、全米の大学において、この襲撃を非難する声明を出しました。しかし、ハマスをはっきりと言及し非難しなかった場合が多かったため、多くの大学に対してユダヤ系コミュニティから非難が上がりました。カーネギーメロン大学では、最初の声明の 3 日後に再度、学長が声明を出し、ハマスをはっきりと言及し非難すると同時に、ハマスがガザの人々を代表しているわけでないこと (アメリカ国務長官のスピーチを引用) や、イスラエルとイスラムに対する差別は断じて許されないことを強調しました。

多様な人が集まるアメリカではこのように公平さに敏感で、不公平はすぐ非難されます。声明・スピーチの細かい言葉に気を付けないといけないのは大変かもしれませんが、一つ一つの言葉が社会を変えることのできる強いものだからこそ、細部まで正確に表現しないとイケないのかもしれません。多民族国家アメリカと言葉のパワー (とその使い方の難しさ) を実感させられました。

2.3 ジムでの筋トレ

二年前から同じオフィスの同僚たちと一緒に週 3 回ジムに通い、筋トレをしています。2023 年 8 月にスクワットで左右それぞれ 40 kg、バーも含めて合計で 100 kg の重量を持ち上げられるように成長しました。その際、友人が記念に写真を撮影してくれたので、以下に添付します。8 月以降、査読返信や研究費申請、論文の締め切りで忙しくなり、食事管理 (特にタンパク質の摂取量の管理) がおろそかになったので、2024 年 1 月現在でも 8 月の時点と同じ重量しか持ち上げられていないです (笑)。



(a) 友人の Hugo Sadok が突然スマホを取り出し、記念すべき人生初 100 kg のスクワットの写真を撮ってくれると言うので、爆笑する私。



(b) 本来、6 レップするはずですが、2 レップで潰れました。写真はおそらく最初のレップ。

Figure 1: 大学ジムでの人生初 100 kg のスクワット。