

船井情報科学振興財団 留学報告書

Long Pham
Carnegie Mellon University

June 29, 2022

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 2022 年前半を振り返ります。

1 研究

冬から4月にかけてゲーム理論を型理論 (type theory) に組み込む研究をしていました。応用として、ブロックチェーン上で作動するスマートコントラクトの検証が挙げられます。スマートコントラクトというのはブロックチェーン上の金銭取引を記述したプログラムであり、具体例として送金プロトコルやオークションがあります。お金を扱うプログラムなので、経済的セキュリティを満たすことを証明する必要があります。例えば、送金プロトコルで A から B 経由で C 宛てに送金する場合 (A から C に直接送金するのは難しいと仮定する)、B が勝手に送金途中のお金を横領できないことを証明する必要があります。オークションの例では、各参加者が評価額を正直に申告して入札するという「耐戦略性」が求められます。これら証明にはゲーム理論が使われており、ゲーム理論を type theory に組み込むことで、プログラムレベルでの経済的セキュリティの証明しようというのが目標です。

残念ながら具体的な応用例が乏しいため、4カ月ほど取り組んだ後にストップすることになりました。上記のようにスマートコントラクトの経済的セキュリティの検証という長期的な応用目標がありますが、現実的なスマートコントラクトに応用するためには型システム (type system) を大幅にパワーアップする必要があります。その代償として自動検証は不可能になります。そのため、論文を書く際、プロジェクトの動機として紹介できる現実的なスマートコントラクトがないというのが致命点でした。

指導教授と相談し、5月上旬には研究プロジェクトを全く別のものに切り替えました。テーマはプログラム資源量を推論する型システムにベイズ統計を組み合わせることです。ゲーム理論の研究とは具体的な接点はないですが、ベイズ推定のためのプログラミング言語である probabilistic programming languages の研究を以前からゲーム理論のプロジェクトと同時に進めていたので、型システムにベイズ統計を組み込むための基礎知識は既にありました。そのため、プロジェクトを変更する際も特に苦労はしませんでした (ゲーム理論のプロジェクトに別れを告げるのは惜しいが)。

2 TA

今学期は Bug Catching: Automated Program Verification と Programming Language Semantics の 2 つの授業の TA を務めました。CMU の博士課程では 2 回 TA をすることが義務付けられており、既に 2020 年の秋学期に一度 TA をしているので、本来であれば今学期 TA するのは一つのクラスで十分なはずでした。しかし、両クラスにおいて TA が必要であるが一人分ではなく半人分で足りるということで、両クラスの TA をやらないかとメールでお願いされました。理論上の両クラスの合計労働時間は TA 一人分だけ但实际上は 1.3 人分の仕事になるだろうと予想していたので、最初は辞退したのですが、上手いこと説得させられ、結局、両クラスの TA をそれぞれ半人分務めることになりました。

仕事内容は宿題の採点と毎週の office hour での生徒への質問対応です。自分自身では受講したことのないクラスなので（しかし基本的な知識は学部時代の授業や研究で身に着けている）、講義にも参加する必要がありました。予想通り、実際の合計仕事量は TA 一人分を超えていました（笑）。しかし、以下のメリットがあるので、無理やりポジティブ思考に切り替えました。

- 両クラスともにプログラミング言語理論関連のコースであり、自分の研究に役立つかもしれない。実際、2020 年秋学期に TA したクラス (Constructive Logic) はどのように自分の研究に役立つか当時は想像がつかなかったが、現在の研究に意外と役立っている。
- 将来、大学で自分のクラスを受け持ち、授業内容を新しくデザインする際、CMU での講義録や授業資料が参考になるかもしれない。

3 生活

3.1 コロナ対策の緩和

3 月下旬、CMU キャンパスの屋内・屋外でのマスク着用義務が撤廃されました（コロナワクチン接種を 3 回済ませた場合）。スーパーでの買い物やバスに乗る際は私は今でもマスクをしていますが、屋外とキャンパス内はマスク無しで過ごしています。

3.2 ワシントン DC への旅行

4 月下旬にワシントン DC を初めて訪れ、一泊しました。アメリカ首都は地図上ではピッツバーグに近い（ペンシルベニアの州都フィラデルフィアよりもワシントン DC の方がピッツバーグに近い）ですが、過去 3 年間一度も行ったことがありませんでした。今回は、現在ワシントン DC で働いている高校時代の親友が今年の夏にヨーロッパに引っ越してしまうので、アメリカを離れる前に会おうということで、ワシントン DC で 7 年ぶりに対面で会うことになりました。

昼に DC に到着し、翌朝にはピッツバーグに戻る旅程なので、DC での行動時間は半日だけでしたが、親友の案内のおかげで DC の主要観光名所を効率よく巡ることができました。当日は天気が良かったので、二人で自転車を借りて市内を観光しました。DC は自転車レーンが整備されているため自転車での観光は安全でした。ピッツバー

グでも自転車レーンは所々ありますが、DC ほど整備されていないのでピッツバーグで自転車に乗るのはお薦めしません（どでかいアメリカ車のすぐ横で自転車を漕ぐというスリルを味わいたい場合以外）。



(a) アメリカ国会議事堂。夕日で眩しかったです。



(b) Thomas Jefferson Memorial。東京からワシントン DC に贈られたサクラが春に辺り一面満開になる場所です。

Figure 1: ワシントン DC での写真

夕食はレストランでエチオピア料理を堪能しました。(パンケーキのように薄い)パンに肉・野菜の具を包み、手で食べるスタイルで、新鮮な体験でした。肉・野菜の具自体は特別なものではないのですが、パンに包んで一緒に食べることで醸し出される味、そしてそれを手で食べるという体験は印象深かったです。エチオピア料理、おススメです。