

第五回報告書：近況報告と研究への取り組みの変化について

清原 明加 (Haruka Kiyohara) / Cornell University, Computer Science

こんにちは。コーネル大学コンピュータサイエンス (CS) 学科の Ph.D. 課程に在籍している清原明加 (きよはら・はるか) です。近頃、留学も二年目が終わり徐々に研究への取り組み方が変化してきたように感じます。ということで、今回は研究報告の他に、取り組みや考え方の変化についても記します。

1. 研究・授業などの近況報告

[論文 1] まずは前回の報告書で研究内容にあまり触れられなかった論文の紹介です。ICML という、NeurIPS や ICLR と並んで機械学習分野の最重要と認識されている国際学会に採択されたので、7月にカナダのバンクーバーにて発表してきます！（何気にコーネルで一本目の国際学会採択でした）

- **Haruka Kiyohara, Fan Yao, Sarah Dean.** Policy Design for Two-sided Platforms with Participation Dynamics. *International Conference on Machine Learning (ICML)*, 2025. (to appear)

この論文が考えているテーマを一言で表すと、ステークホルダーが複数いる意思決定での配分方策の設計とその長期的影響についてです。例えば動画配信サイトのように、動画を見る人 (viewer) とコンテンツを提供する人 (provider) の2つの異なるタイプの参加者がいる “two-sided platforms” と呼ばれる媒体が実社会には多く存在します。動画配信サイトの他には、ニュースの投稿・閲覧サイトや、SNS、求人募集サイトなどもそうです。こうした “two-sided platforms” において閲覧者 (viewer) と提供者 (provider) がそれぞれ自分たちの獲得する利益によってプラットフォームに参加する人口を増やしたり減らしたりする際に、プラットフォームの長期的な繁栄や収益最大化のためにはどのようなコンテンツ割り当て方策をプラットフォームに実装するべきか？ というのが今回の研究課題でした。

今回の研究では重要な仮定として、閲覧者と提供者がそれぞれ幾つかのグループに分かれており、閲覧者は各提供者グループから、所属する提供者の人口に対応して大きくなる利益を受け取ることという仮定を導入しました。これは例えば、動画配信サイトにスポーツの動画が沢山投稿されるほど、クオリティの高い動画に出会える可能性が高くなるような状況をモデル化したもので、非常に現実的な仮定かと思います。論文ではまず、“population effect” と呼ばれる人口の増減による利益の増減効果が (1) 提供者グループによって異なる効果をもつ、または、(2) 人口が大きくなるにつれていずれ何かの定数に収束する（上界がある）時に、現在の利益だけを参考にして貪欲的に推薦（配分割り当て）を行う一般的な手法だと、「パイを広げる」ためのコンテンツ割り当てができずにうまくいかない可能性をゲーム理論や制御理論に基づく分析と実験の両面から指摘をしました。そして、長期的ダイナミクスを考慮したシンプルなアルゴリズムが、先の貪欲的なアルゴリズムがうまくいく場合もそうでない場合も、状況に対して適応的に長期的効用の最大化をできることを示しています。この論文はこれまで人口の増減をほとんど考慮していなかった意思決定最適化分野への課題提起の内容になっており、こうした長期的な因果関係を考慮した意思決定システムの最適化に今度も取り組んでいきたいです。

[論文 2] もうひとつの論文は第四回報告書で随分詳しく紹介したので詳細は省こうと思いますが、ついにプレプリントを公開しました！ 実は前回の報告書にプレプリントを公開した主旨のことを記載していたのですが、結局査読などの関係で公開を延期していたのを忘れて修正していませんでした（すみませんでした）。ということで、論文のリンクを貼れるのは今回が初めてになっているはずです。

- **Haruka Kiyohara, Daniel Yiming Cao, Yuta Saito, Thorsten Joachims.** Prompt Optimization with Logged Bandit Data. *arXiv preprint & under review*, 2025.

実は今年の5月に日本に一時帰国していたのですが、そのときにも顔見知りの研究室や企業の方々などに沢山紹介させていただきました。この論文は少々色々あって本会議の方はまだ査読中なのですが、前述のICMLに併設されているワークショップに採択されているので、宣伝したて来たいなと思っています。これまでにも企業の方々を中心にかなり興味を持っていただけていて発展可能性も大きい研究なので、論文採択や今後の共同研究に繋げていきたいです。

[新規研究 1] 上記の2人の指導教官それぞれとの最初の論文がまとまったため、新しいプロジェクトを始めました。この研究は着想自体は前の学期に練っていたもので、ざっくり言うと推薦システムでよく使われる2段階推薦やより広範な2段階意思決定で使われる“candidate retriever”というものをどうやって最適化しようかという話に興味を持っています。2段階推薦というのは、100万点などアイテムが多い推薦システムにおいて、まずは“candidate retrieval”と呼ばれる比較的簡単なモデルでアイテム数を100や1000くらいに絞り、その後“ranker”と呼ばれるもう少し複雑なモデルで選ばれた候補アイテムを順位づけるなどして推薦するアイテムを決めようというものです。また、似たような枠組みでまずは参照する情報源を絞り込み、それらの情報をもとに大規模言語モデルなど“generator”で文章を生成する“retrieval-augmented generation (RAG)”と呼ばれるプロセスを最適化することもできます。実社会のおそらくほとんどの推薦モデルや大規模言語モデルがこの仕組みを使っている一方で、“candidate retriever”を研究する論文が“ranker”や“generator”の論文に比べてアプローチが一遍通りという由々しき状況があり、そのせいで「同じようなアイテムばかりがcandidateに選ばれてしまうため、“ranker”や“generator”による意思決定が狭まる」という問題があります。これを、とあるシンプルかつ納得感ある方法で解決しようというのが論文の内容です。この2段階推薦モデルは実社会でよく使われていることもあり、指導教官と関わりのある企業の研究者の方々にも既にかかなりの興味を持っていただいています。進行中の研究ではありますが、前述の論文群と同じICMLにてワークショップで“Off-Policy Learning for Diversity-aware Candidate Retrieval in Two-stage Decisions”というタイトルで採択されアイデアを紹介してくる予定なので、実りある議論が出来ればと思います。

[新規研究 2] 最後に、6月から3ヶ月間、FacebookやInstagram、VR技術や大規模言語モデルの研究などで知られるMetaの、Central Applied Science (CAS) チームで研究インターン（推薦システム周りの応用研究）を行なっています。こちらは少し期間が短く忙しいですが、論文採択に持っていけるように励んでいるところです。また、勤務地のサンフランシスコは初滞在なので楽しみたいと思います。

2. 研究への取り組みの変化について

留学開始から2年が経ち徐々に折り返しに近づいていますが、最近 Ph.D. 進学当初とはなんとなく研究への取り組み方が変わってきた気がしています。そこで、今回は研究への取り組みがどのように変わったのか、自分なりに言語化してみます。

まず、直感的な言葉でまとめるなら、私の感じている変化は以下の3点です。

- 短距離走から長距離走へ。
- 飛び石から川の流れるように。
- 個の技術から集合知の共演へ。

ちょっと（だいぶ）何を言っているか分からないと思いますので、以下で簡単に書き下します。

[短距離走から長距離走へ。] これは端的に言えば研究のペースの話です。ワークライフバランスなども関わってくるかもしれませんが。私は Ph.D. 課程に進学してすぐの1年目などは楽しい気持ちのままに授業に研究にとリソース配分をあまり考えることなく詰め込んでいたのですが、時々勢いだけで空回ってしまったり、じわじわと疲れが蓄積したりしていたのを1年目が終わるくらいのタイミングで自覚しました。その際に、思っていたより5年間は長いことに気付いて、このままだと燃費の悪い研究の仕方では長期的な持続性がないと思ったので、生活を見直して土日は極力完全な休みにするようにしたり、ゆとりを持つことを心がけるようになりました。結果として趣味などの研究以外のアイデンティティを持つことで気持ちに余裕ができたり、以前は煮詰まってしまうことに対し発想の転換ができるようになったりと（これは単純に研究力が上がったのもあるかもしれませんが）良い変化が得られたように思います。これからは、人生の一部として研究を捉えていけたらいいなと思っていますところ。

[飛び石から川の流れるように。] 次の話は研究のテーマに関する内容です。最初の1,2年の間は、とにかく興味があることに何でも取り組んでみよう！という感じで割と探索的に授業や研究テーマを決めていました。ちょうど最近あるきっかけでこれまでの研究を見直す機会があり、自分自身がどのような深層心理（興味関心）で一见バラバラに見える研究に取り組んできたのか、これからどんな研究に取り組んでみたいのかを出願以来で初めて研究計画書（SoP; Statement of Purpose, [リンク](#)）にまとめ直したりしました。2年目の終わりということで Ph.D. 課程も（5年間での修了を仮定するなら）そろそろ折り返しに近づいている時期ですし、まだ柔軟性を残しながらも、博士論文の構成がどんなものになり得そうか、その後のキャリアまで考えた上では今どんな研究をしておきたいかなどを最近少しずつ考え始めています。まだ答えは全然出ませんが、研究の流れを意識しつつ良いテーマを見つけていきたいです。

[個の技術から集合知の共演へ。] 最後は研究をどの立ち位置やスケールでやるかという話です。学部 の頃も含め、今までは主著者として自分が手を動かして進めることが多かったのですが、それを来年くらいから共著として関わる研究を増やしていきたいなと思っています。いくつか理由はあるのですが、まず主著者として自分で手を動かすことのメリットとしては、研究の一連の流れや能力・技術といったものが一番身につくやすいというのがあります。研究能力は経験値に応じて一生向上していくものだと私は認識しているので、指導教官など周りの研究者を見ていれば私程度の技量で「研究能力が天井に達した」などとは間違っても言えないですが、それでも主著者として一通りの経験は積むことができたの

ではないかと思っています。一方で、主著の研究は時間の制約がある以上どうしても取り組める論文やテーマの数が限られてしまうという欠点があると思っています、これを例えばマスターの学生をメンターすることなどでスケール化しつつ、ついでに自分の研究知見を言語化することで違う角度から研究能力の向上を図れないかと思っています。また、メンターという形以外でも、対等な関係で違う知見をもつ研究者と共同研究することは研究の幅を広げてくれると思うので、興味的一致があれば積極的に取り組んでいきたいです。とはいえ主著の論文もまだまだ取り組んでいきますが、指導教官も概ね上記の方針に賛同してくれているので、これから色々とコネやきっかけを作っていきたいと思います。

最後になりましたが、留学の機会が得られることはとてもありがたいことだと近頃改めて感じます。留学先での研究を見守りご支援くださる船井情報科学振興財団の皆様に、深く御礼を申し上げます。