

船井情報科学振興財団

第九回報告書

白井 有樹

yukishirai4869"at"ucla.edu

<https://sites.google.com/view/yukishirai/>

2022年7月18日

1 はじめに

University of California, Los Angeles (UCLA) の機械航空宇宙工学専攻 Ph.D. 課程にて、ロボティクスを研究している白井有樹と申します。もう9回目の報告書ということで、時の流れ早すぎて、驚愕です。今回は、2022年の上半期についてご報告させていただきます。

2 研究

インターン先の研究^{*1}が、2022 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2022) にアクセプトされ、フィラデルフィアにて発表してきました！内容としては、マニピュレータの robust motion planning の研究です。uncertain physical parameters (e.g., mass Center of Mass location) がある場合でも、ヒトはモノを掴んだり、回転させたりすることが可能です。これは、摩擦力によって、”ある程度のエラーは摩擦力が勝手に compensate for” してくれるためです。そこで、この研究では、

1. 摩擦力が適切に不確かなパラメータに対して compensate for してくれる領域を求め、
2. その領域を最大にするような、contact-implicit trajectory optimization using bilevel optimization を提案し、
3. 実機にて検証

という、三つの contribution を出しました。アメリカに来て、初めての in person での学会で、とてもとても良かったです！具体的には、

- 今まで論文で知っていた人と直接議論できる
- internship や job hunting するためのネットワーキングも盛ん
- 面白いロボットのデモやブースを見ることができる

ということで、とても実りのある学会になりました。また、自身の研究のポスターセッションでは、多くの人に質問をしてもらい、とても良かったです。特に、この分野での第一人者の Prof. Kris Hauser からたくさん

^{*1} <https://www.merl.com/publications/docs/TR2022-045.pdf>

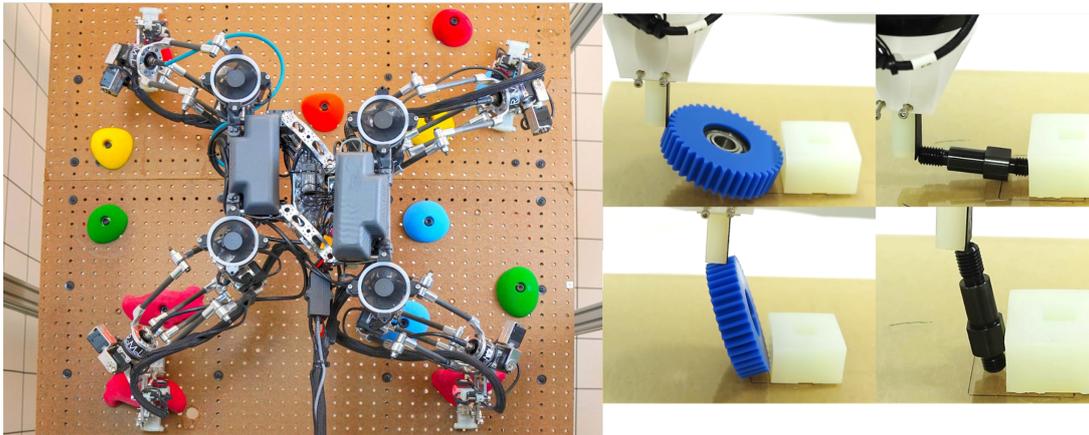
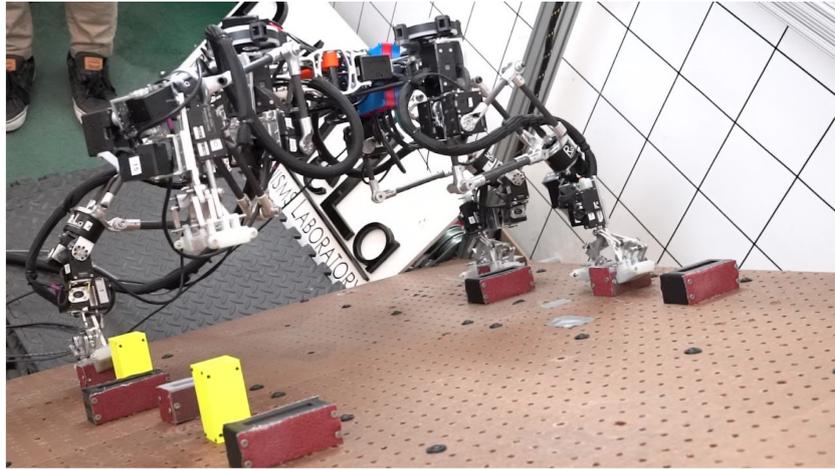


図1 Snapshots of free-climbing and reorientation of parts.

の質問を頂いたのが、とても嬉しく、刺激的でした。

また、この研究は、RSS という、少数精鋭的な学会のあくまでワークショップ*2ですが、そこでの oral presentation に選ばれ、7月1日にニューヨークにて発表してきました。その workshop は僕の研究分野である、”planning/control through contact”という、コンタクトをどう、manipulation や locomotion に”積極的に”活用していくかというものすごく面白かったワークショップでした。個人的な考えですが、現在の脚型ロボットや、特にマニピュレーションは、コンタクトを積極的に使うことが様々な理由で難しく、ヒトのような rich な dexterity を出すのがまだまだ難しいので、このあたりの研究が今後の肝になっていくと思うので、とても楽しかったです。またポスターセッションや上記の oral presentation でも、Kevin Lynch 先生はじめ有名な先生たちにたくさん質問され、とても勉強になりました。また、ICRA であった学生や先生から、”Hey Yuki!”といったような、前回の学会であったから発生したコミュニケーションを体験し、コロナで大変でしたが、やっと望んでいたような発表やネットワーキングの機会を頂き、とても嬉しいです。余談ですが、コロンビア大学のキャンパスは今まで訪れた大学で個人的に一番好きになりました（現代的なめちゃくちゃかっこいいガラス張りの建物と、古い講堂が見事に調和している）。

また、前回のレポート時にお話させて頂いた論文*3が、無事、IROS 2022 という、ロボティクスの著名な学

*2 https://aaronjoh.github.io/bumping_into_things/

*3 <https://arxiv.org/pdf/2207.01418.pdf>



図2 Cape Cod に遊びに行ってきました。ビーチが綺麗で、ご飯がめちゃくちゃ美味しかったです。

会で無事アクセプトされました！内容としては、脚型ロボットのダイナミクスは非線形ハイブリッドシステムで、最適化を用いて可能な限り一般的に解こうとすると、MINLP (Mixed-Integer Nonlinear Programming) の問題へと帰着します。そこで、この研究では、ADMM というという、分散最適化問題を解く手法を用いて、MIQP と NLP を再帰的に”同時に”解き、consensus が取れるまで、二つの最適化問題を解くというふうに、最適化問題を立式しました。また、クライミングロボットでは、microspine という、非常に小さな爪を用いて、摩擦係数を疑似的に上げ、摩擦力を大きくし、クライミングを実現することがあります。この研究では、そのモデルをより丁寧に議論し、かつ、シンプルなモデルを提案および実証しました。これにより最適化はこの爪の摩擦力学を考慮した planning を実現しました。実験の動画^{*4}もあるので、よろしければ見てみてください！また、共著で、自分たちのグループが研究開発してきたロボットの論文^{*5}も IROS にアクセプトされました！従来のクライミングロボットは、重力補償をされた火星や月といった環境下では踏破可能ですが、地球といった、より重力が厳しい環境では崖を登ることは難しいです。また、クライミングに特化しているものが多く、歩行やランニングが苦手なロボットも多くあります。そこで、僕たちのロボットは、地球環境や、さらに天井でも踏破が可能です。また、走破性能も高く、自身の体重の2倍以上のペイロードも運ぶことが可能です。動画^{*6}も刺激的なので、是非見てみてください。学会は京都なので、研究室のお金で日本に一時帰国できるので、楽しみでしかありません。

*4 <https://youtu.be/QLH1shghqQ0>

*5 <https://arxiv.org/pdf/2207.01180.pdf>

*6 <https://youtu.be/WLG8f8I2Le4>



図3 ICRA 2022. ポスターと研究室での夜ご飯

今後の研究ですが、卒業を念頭に置いて、より自身のスキルがあがるような研究を行いたいと思います。現在インターン中のため、まだ考えはまとまっていませんが、keywordとしては、”contact-implicit trajectory optimization”, ”feedback control”, ”robustness”, ”learning”といったものに関わる研究をしたいと思っています。

また、インターンも去年と同じく、Mitsubishi Electric Research Laboratories に行っています。詳しくは話せませんが、上記の keyword に近いものをマニピュレーションを対象に行っています。論文提出する予定なので、楽しみです。また、確率最適化問題を、hybrid system に応用した研究がまとまったので、それもロボット系か制御系の学会へ提出予定です。また、去年と比較して、今年は、多くの学生が in person でインターンがあって交流が深まり楽しいです。イベントでボストンレッドソックスの試合を見に行けたりして、ボストンを楽しんでいます。

3 おわりに

長いと思われた博士課程も後半戦に入ってきました。4年目も終わりに近づき、就職活動が視界に入ってきました。研究で成果を出しながら、ネットワーキングもしつつ、自身のスキルアップに注力し、でも楽しみながら、日々生活していきたいと思います。

最後となりますが、このような充実した留学生活を送ることができているのは、ひとえに船井情報科学振興財団の支援のもとです。財団のご期待にかなうように、さらに精進して参ります。