日本ロボット学会 第 101 回 ロボット工学セミナー 実施報告書

やわらかいロボット、やわらかいデバイス

～ソフト・ロボティクス入門～

2016 年 10 月 7 日

オーガナイザー：新山 龍馬（東京大学）

1．開催概要

日時：2016 年 9 月 16 日（金）9:30～17:00（開場 9:00）

会場：東京大学 本郷キャンパス 工学部 2 号館 1 階 213 講義室（定員 340 名）

口上：本セミナーでは新興分野であるソフトロボティクスに関連する国内研究の最新動向を紹介する。三部構成で、アクチュエータやセンサなどの要素技術から、やわらかさを活かした応用まで、学際的な知識の提供を目指す。関連分野の研究者や、ソフトロボット研究を始めようとする学生、ビジネスの観点からロボット技術の新展開に興味のある企業人を対象とする。

オーガナイザー：新山 龍馬（東京大学）

サブオーガナイザー：山野辺夏樹（産総研）、藤本純也（富士通研究所）

会場の様子

2．準備

開催日については、関連する日本機械学会年次大会、日本ロボット学会学術講演会、計測自動制御学会年次大会の会期と重ならない日を選択した。

学際的な正確の強いソフトロボティクスの現状を踏まえ、幅広い話題を提供するために講師数は 9 名（うち導入を担当する 1 名はオーガナイザーの新山）とした。話数が多いため、休憩をはさまない 3 講演×3 セットという 3 部構成として、各部にサブタイトルをつけて体系化を図った。これまでのロボット工学セミナーは講師 5 名、合計 5 話で構成する形式が多かったので、例がない構成だった。講師の方々のスケジュール調整の難航が危惧されたが、幸い全ての講師候補の方々に当初の開催候補日の講演の承諾をいただくことができた。

3. 当日運営

参加登録人数が 100 名を超えたため、受付バイトを学生 4 名に依頼した。また、会場が広いため、質疑時間のマイク係を 2 名配置した。会場建物が傾斜地にあり、玄関階が 2F の場合があって会場フロアがわかりにくいため、案内板を出入り口や会場周辺の廊下に配置した。

事前に講義室のネットワーク利用申請を行なっていたが、同じ東京大学の武田ホールと違い、有線 LAN の申請は別部署の管轄であることが当日判明し、WiFi を使った遠隔配信を行なった。それに伴い、参加者向けに予定していた WiFi 提供を中止した。

遠隔配信用の機器を通した音声を会場スピーカーに出力すると、肉声とスピーカ音声の間の遅れが顕著になり、講演者・聴衆双方にとって聞きづらい状況となった。会場音声用に会場設備のマイクを利用し、遠隔配信用の音声はロボット学会設備のマイクで拾うこととした。質疑には、会場マイクと遠隔配信用マイクの 2 本を使用した。

参加定員は 80 名としていたが、会場収容人数に余裕があったため（収容定員 340 名）、参加登録は開催前々日まで受け付けた。実際には、参加者が持ち物などを隣に置いて 2〜3 席を 1 名で利用することになるため、120 名程度の参加者に対して 300 名程度の定員の会場はちょうどよい状況だった。

各話、質疑含めて 40 分間、導入となる 1 話目のみ質疑含めて 30 分間という進行とした。十分な講演時間がないため、講師の方々には無理を申し上げて準備していただいたが、聴衆にとっては新しい話題を 30 分程度に持参したノート PC での講演を希望された講師の方が 2 名ほどいらっしゃったため、遠隔配信のための切り替えに最大 5 分程度を要した。休憩時間の調整によって、各部は予定通りの時刻に開始するようにした。

4．講演内容について

各講師の方にお話いただいた内容について概要を紹介する。

第 1 話 ソフト・ロボティクス入門

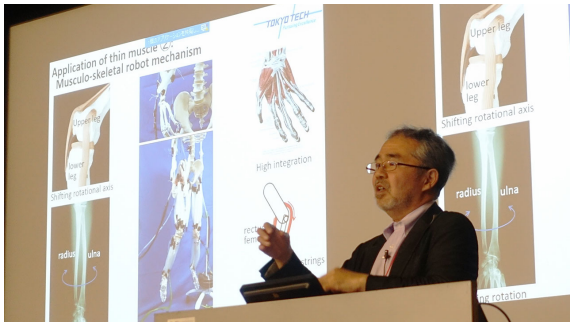
東京大学 新山 龍馬

本セミナーのオーガナイザーによる導入である。ソフトロボティクスの簡単な定義や、北米での研究動向を紹介した。ソフトロボティクスの前史として、空気圧人工筋、柔軟フィンガー、連続アームの、数十年に渡る研究の例をまとめた。また、ソフトロボティクスのスタートアップおよび製品例を紹介した。

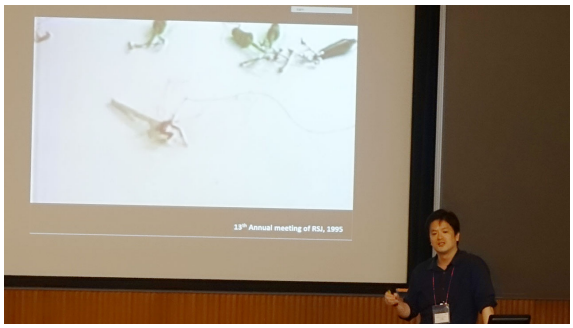
第 2 話 空圧ラバーアクチュエータの応用展開

東京工業大学 鈴森 康一

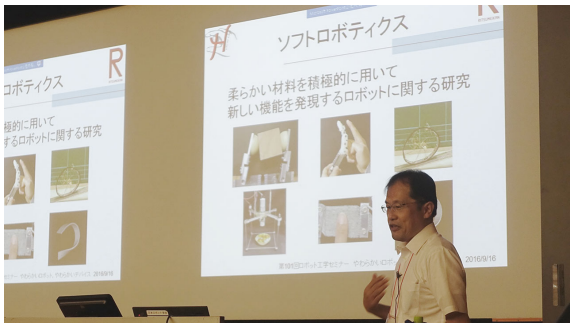
従来使われていた McKibben 型人工筋を直径 2mm 程度に細径化したアクチュエータと、その応用について説明があった。ソフトアクチュエータの医療応用としては、撮影時の腹部圧迫装置や、自走大腸内視鏡の例があった。空気圧駆動におけるエア源の問題への取り組みとしては、燃料電池を使った取り組みが紹介された。



第 3 話 バイオハイブリッドデバイス
東京大学 竹内 昌治
細胞や生体分子を応用したセンサとして、匂いセンサの例が紹介され、構造のよく似た分子を区別できる成果が紹介された。また、生きた細胞を使った組織の構築における課題への取り組みとして、細いひも状の細胞ファイバーや、細胞ビーズを使った高密度の 3 次元形状組織の製作法が紹介された。今後の展望として、血管網や神経入力を備えた 3 次元の人工指のビジョンが示された。

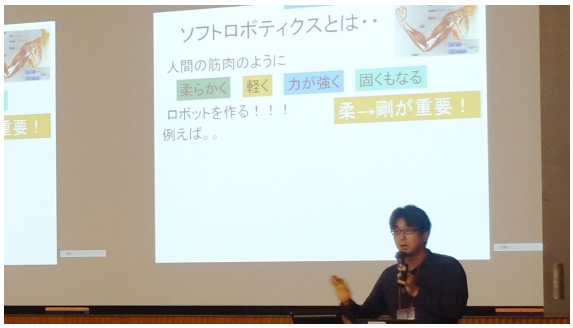


第 4 話　柔らかい対象物を操作する柔らかいロボットハンド
立命館大学 平井 慎一
従来自動化が難しかったやわらかいもののハンドリングについて、弁当詰め作業のための新しい機構のロボットハンドが紹介された。大きさの変わるひものリングで弁当カップを囲むような新機構で、ひもをセンサにすることで把持力の調整が可能である。その他、導電糸を使ったパイル生地の触覚センサが紹介された。



第 5 話　軸方向繊維強化型人工筋肉の開発と生物型ロボットへの応用
中央大学 中村 太郎
繊維強化型人工筋で、McKibben 型空気圧人工筋とは異なる、軸方向繊維強化型空気圧人工筋の特長が紹介された。ソフトロボティクスにおいて、粘弾性の

調節が重要な課題であるという指摘があった。空気圧アクチュエータによる蠕動運動の生成の応用例として、ミミズ型の配管検査ロボットや、大腸に類似したポンプ機構が紹介された。



第 6 話　極軽量ソフトアクチュエータおよびその応用

滋賀県立大学 西岡 靖貴

ソフトアクチュエータの一種として、フィルムで製作する超軽量アクチュエータが紹介された。プリーツを加えることで、膨張時に望みの屈曲が得られる。ソフトアクチュエータの応用例としては、アクティブな形状変化を実現した腰痛予防のためのコルセットや、自動で巻き付く血圧計のカフなどが紹介された。

第 7 話　やわらかいパワーアシストロボット

香川大学 佐々木 大輔

通常の空気圧人工筋は収縮力を発生するが、構造の工夫によって加圧したときに伸長したり、湾曲したりするタイプの空気圧筋が紹介された。ベルト状の織りゴムを利用すると、シート状の湾曲型空気圧筋も製作できる。ウェアラブルデバイスへの応用として、パワーアシストグローブや、下肢用のシンプルなパワーアシストウェアの製作例が示された。

第 8 話　ソフトロボットの力学と制御

筑波大学 望山 洋

弾性体の飛び移り座屈を利用することで、俊敏な動きが可能になる。両端を拘束された弾性体のモデル化とシミュレーションの手法が紹介された。例えば、弾性体の根元の 6 軸力センサの情報から、弾性体の形状が推定できることが示された。「ロボットの力学と制御」の理論体系がこれまでのロボット工学を支えてきたことのアナロジーとして、「ソフトロボットの力学と制御」の必要性が提起された。

第 9 話　伸縮性センサと柔らかいロボット

東京大学 染谷 隆夫

フレキシブルエレクトロニクスと呼ばれる分野の概要と、薄型大面積の有機デバイスの研究が紹介された。薄いフィルム上に圧力センサアレイを形成する技術では、当初はロボットに皮膚を与える研究であったが、最近は人間の皮膚に貼付けることが可能になってきている。装着感がなく、曲げに強い薄さがその要である。フィルム上に形成した有機 LED や、圧力センサ、温度センサの例が紹介された。

5. アンケート結果について

アンケートの回収率は 72%で様々なフィードバックが得られた。

音響についての不満が多かった。朝のマイクチェックでは問題ないように思われたが、実際に参加者が入ると、前部と後部の座席で聞きやすさに差があったり、長い文章をしゃべろうとすると遅れて届く音声によって話しづらかったりした。1 話目がオーガナイザーによるものだったので、2 話目以降は肉声のみで講演するなど一時的に対処し、午後にはマイクの入れ替えでほぼ解決できたと思われる。利用実績のない会場で、準備不足であった。

「寒かった」という点については、昼前には空調を調整したので午後には比較的緩和されたと思われる。

全体としては、有効回答の 87%から「期待通り」という回答が得られ、総じて高い評価が得られた。また、バイオハイブリッドシステムやフレキシブルエレクトロニクスなどの学際的な話題の講演が高評価であった。

6. おわりに

日本国内ではまだ体系化が進んでいない新興分野であるソフトロボティクスの振興に本セミナー企画が少しでも貢献できれば幸いである。セミナーをきっかけとして講師の間の交流も進み、定期的な合同研究会の開催が提案されるなど、セミナー後の継続的な取り組みも期待される。

謝辞

ご多忙の中、講演をご快諾いただいた講師の方々、そして熱心に聴講いただいた参加者の皆様にお礼申し上げます。また、運営にあたっては、事業計画委員会の皆様はもちろん、ロボット学会事務局の水谷様、サブオーガナイザーをお引き受けいただいた山野辺様、藤本様には大変お世話になりました。感謝申し上げます。