

Industry 4.0 時代の産業用ロボットに求められる物体操作計画と教示

一般社団法人 日本ロボット学会 第 97 回ロボット工学セミナー

日時： 2016 年 4 月 22 日（金）10:20–17:10

会場： 東京大学 山上会館 2 階 大会議室（東京都文京区本郷 7-3-1）

参加者数： 90 名（会場），20 名（遠隔）

オーガナイザ： 榎田諭（佐世保高専），サブ：中島茜（オムロン株式会社），新山龍馬（東京大学）

セミナー概要

ドイツ政府の施策として注目の集まる Industry 4.0 (I4.0) をはじめとする次世代オートメーションでは、産業用ロボットによる物体操作（マニピュレーション）の計画・教示，センサ情報処理にさらなる進化が求められます。来るべき新しい製造業にブレークスルーをもたらす技術者・研究者のために，現在の日本の製造業が抱える課題と I4.0 の概要，およびマニピュレーション技術，ディープラーニングと教示，センシングと動作計画の事例をそれぞれ解説いただきました。

本セミナーは初めての 4 月開催であり，講師の遠隔講演を実施することとなりました。6 か月前の 10 月中に講師の内諾を得て，1 か月間の日程調整後に会告を公示し，約 3 か月間の広報に努めました。会場申し込みは開催 3 週間前に定員に達し，追加の告知により遠隔配信も申し込み定員を確保しました。

第 1 話 ロボット産業の現状と動向「製造業の国際競争力とロボット」

三菱電機株式会社 小平 紀生

本講演では日本の製造業についてこれまでの歩みから，現状の課題，将来取り組むべき試みまで幅広く，特に産業用ロボットについては将来的に解決されるべき技術的課題も含め網羅的に解説いただきました。ロボット産業の市場規模などについてのデータ分析やロボット工業会の当事者ならではの具体的な事例紹介など，60 分では短いと思うほど情報量のある内容でした。今後の製造業は単なるコストカットばかりを考えるのではなく，ある程度の投資をしたうえで付加価値を創造しなければならないことを強調され，まだまだ



図 1 会場の様子

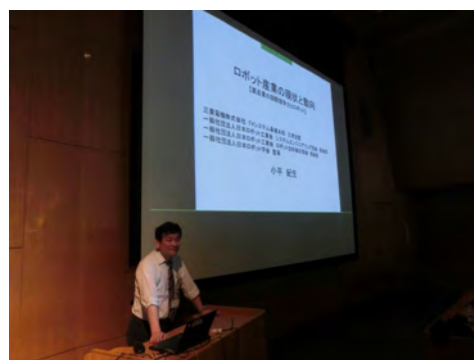


図 2 小平 紀生 様

伸びしろのあるロボット産業の今後の検討課題を明らかにされました。特に、セル生産などの高度で付加価値の高い生産システムに挑戦し続けることで日本の製造業は生き残ることができるという指摘は今後の研究・開発を進めるうえで重要な視点であると感じます。

第 2 話 Industry 4.0 の意味とそのインパクト 産業技術総合研究所 中坊 嘉宏

本講演では Industry 4.0 (I4.0) の概要とその実体、およびその到来に備えてこれから取り組むべき技術課題について解説いただきました。I4.0 の本質は情報革命にあり、すなわちビッグデータを集めてそこから有効なモデルを作り出す仕組みが今後の製造業に求められてきます。このとき重要なのは、さまざまな領域でハードウェアとソフトウェアがシームレスに融合する流れの中で、その境界線の線引き（標準化）にしっかりと日本の産業も関わっていかなければならないということを強調されました。情報を収集して蓄積、識別するだけでは不十分で、フィジカルな実体を伴う製造業においては、実空間へ応用可能なモデルを導きだすところまで取り組まなければならないということです。



図 3 中坊 嘉宏 様

第 3 話 多品種少量生産のロボット化におけるマニピュレーション研究 産業技術総合研究所（現・大阪大学） 原田 研介

本講演ではセル生産システムにおけるロボットの活用、オートメーション化のための物体操作（部品ハンドリング・組み立て）の戦略と動作計画について研究事例を解説いただきました。特に双腕ロボットによる持ち替え動作などの具体的な手法を解説いただき、また企業と大学・研究機関との産学共同研究の取り組み方などは、どちらの方々にも有益な情報だったのではないのでしょうか。少品種大量生産、多品種少量生産の時代を経て、今後は変種変量生産が求められる状況下で、流れ生産からセル生産へのシフトも求められます。セル生産を人手からロボット化する上で、これまで以上に高度なマニピュレーション技術の確立が必要です。そのために必要なセンシング技術、把持・



図 4 原田 研介 様

操作戦略，動作計画手法などを網羅的にご説明いただいたことで，マニピュレーション研究の一つの方向性が見えました。

第 4 話 ディープラーニングを用いた感覚運動統合によるロボットの行動学習 日産自動車株式会社 野田 邦昭

本講演はビジョン，サウンド，関節角といった複数のセンシング情報をマルチモーダルに利用し，ディープラーニングによって次元圧縮と特徴量の抽出を行う手法を解説いただきました。これによって，あるセンサ情報をもとにロボットの行動を学習履歴から自律的に決定することができます。ニューラルネットワークは膨大な情報の抽象化に有利な一方で，その内部で何が起きているのかが見えにくい構造のため，そこから行動を生成するような実世界応用のためには，適切な行動方策の決定法を検討しなければならないと説明されました。なお，本講演は講師の都合により遠隔配信

による講演となりました。途中，会場内の講師 PC のディスプレイ電源が切れるアクシデントがあった以外は（すぐに復帰しました），大きなトラブルなく実施できました。音声については会場のスピーカを通さない分，遠隔視聴のほうがクリアに聞こえていました。

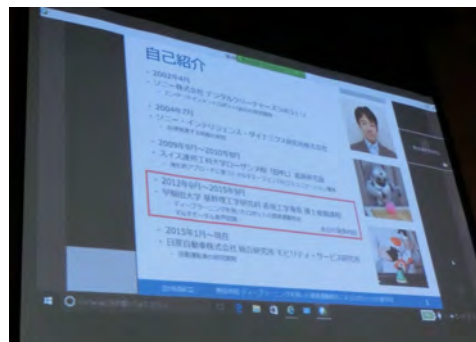


図 5 野田 邦昭 様

第 5 話 多品種物体を操作するためのビジョンと行動計画 三菱電機株式会社 堂前 幸康

本講演はビジョンによる物体認識からロボットの把持動作を生成する手法について，企業内外での取り組み事例を交えながら解説いただきました。産業用ロボットの活用において長年の懸案であったピンピックングについて，ビジョン認識だけによらないマニピュレーション視点でのアプローチを組み合わせた手法はさまざまな実用事例によってその有用性を検証されていました。今日の製造業ではかなり一般的になっていたビジョンセンシングですが，ばら積み状態での認識や汎化性能の向上には多くの課題がありました。提案の手法ではいかにそれを高速かつ正確に実行するかを目指しており，その具体的事例を多く交えた解説は応用をイメージしやすいものだったのではないのでしょうか。



図 6 堂前 幸康 様

まとめ

いずれの講演も非常に内容が深く、示唆的な分析や参考になる事例が数多く紹介されたので、私自身、大変勉強になりました。特に、聴講者の 6 割以上が民間企業からの参加であったことから、産業界からも注目されていて今後も需要が高まっていくと予想される分野であることを再認識しました。また、初めて遠隔配信による講演を実施しましたが、中断するほどの大きなトラブルもなく実施できました。

改善点として、講師あたりの講演時間を一律にしなくてもよかったのではないかと考えます。第 1, 2 話は全体のオーバービュー的な性質があったため網羅的に話していただくには時間が少なかった印象です。一方、研究の具体例紹介はやや早く終わり、質疑応答の時間が長くなりました。あとの 3 講演を短縮して、その分を前半の延長に当てればよりよいバランスとなったかもしれません。