

● 研究室紹介



早稲田大学

先進理工学部応用物理学科

橋本研究室

橋本周司

1. はじめに

物理的な手段で物の量を測ることから始まった計測工学は、測定対象をスカラー量からベクトル量へ拡げて、形を測る、状況を測るといった問題に取り組み、情報工学と結びついて、単なる数量化ではなく記号化という認識の世界へ入り、現在では人間の心の状態やその変化を測ることまでその射程に入っている。また、我々の五感をつないで、情報を伝達する手段として、画像、音響、触・力覚など、多様なメディアが自由に使用できるようになってきており、計測、処理、制御、表示の対象や方法論も大きく変わりつつある。本研究室は1991年の開設以来、メンバーの特性に合わせて、人間の感性までを視野に入れた様々な情報技術の基礎理論から応用研究までを幅広く行っている。ここでは、最近の研究を紹介する。

2. 研究紹介

研究拠点は、理工キャンパスの学科研究室に加えて、喜久井町キャンパスのヒューマノイド研究所および今年度採択されたGCOE「グローバルロボットアカデミア」の研究施設内にあるが、岐阜県各務ヶ原市のテクノプラザ内のWABOT-HOUSE研究所にもメンバーが常駐している。平成20年度末で、助手・客員研究員などが7名、大学院博士課程学生4名、修士課程学生10名、学部卒業生7名が在籍しており、それぞれのテーマに取り組んでいる。それぞれのメンバーは、個別の課題を持ち自主性に基づいた研究を行うことが求められるが、以下のようなグルーピングで、互いに助け合いながら研究を進める体制を取っている。

1) 画像情報処理グループ

画像処理とCGの基礎及び画像の計測・認識、画像生成の研究を進めている。最近の主なテーマは、直感的な理解のための4次元空間提示システム、パーコレーシ

ョンモデルによる高精度ひび割れ検出、複数画像を用いた高階調画像の生成、姿勢推定によるパターンマッチングの高速化、ロボット用近接画像センサの開発、などである。これらの成果は後述のロボットに应用されることも多い。タイトル枠内の図は、4次元ディスプレイシステムである[1]。このシステムは、4次元空間を自由に移動して4次元物体やデータをインタラクティブに観察できる一種の望遠鏡(あるいは顕微鏡)である。

2) 音響・マルチメディアグループ



図1 リズムインタラクションシステム
*口絵にカラー版掲載

古くから指揮者のジェスチャーによる音楽演奏システム、歌声に合わせて伴奏を生成する適応型カラオケシステムなどインタラクティブ音楽システムの開発を行ってきたが、最近ではCREST研究

領域「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」の渡辺グループ「人を引き込む身体性メディア場の生成・制御技術」の一員として「身体的音響メディア技術」に取り組み、マルチメディア処理とロボティクスを援用した音楽音響の生成と制御の研究を行っている。図1は、リズムの適応的連想ネットワークを用いた人間と機械のリズムセッションの様子である[2]。また、音響工学的な問題にも取り組み、複数のマイクロホンと同じ位置に集中的に配置したアレイによる音響フォーカス手法、モノラル音響のスペクトル変動に着目したブラインド音源分離、時間・周波数領域での非線形フィルタリングによる雑音除去などで成果を挙げている。

3) メタ・アルゴリズムグループ

ニューラルネットワーク、強化学習、GAなどアルゴリズムを自動生成する新しい情報処理の原理を探求する基

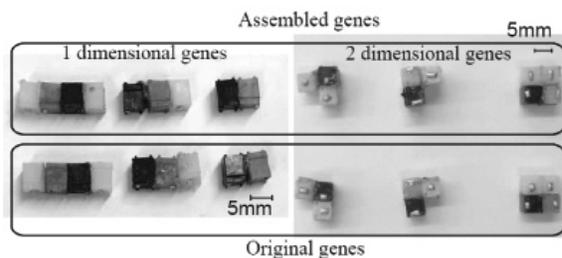


図2 ハードウェア自己複製 *口絵にカラー版掲載

礎的な研究グループである。具体的なテーマは、リカレント型ニューラルネットワークによる複雑システムの故障診断、重要度の順番を保持する非線形主成分分析、実機とシミュレータを併用するハイブリッド型機械学習アルゴリズム、強化学習によるロボットの動作獲得と故障診断、環境制御によるハードウェア自己増殖、などであるが、理論ばかりでなく実際のシステムに適用する試みも行うところが特長である。図2は、温度と環境攪乱の制御による DNA 型のハードウェアの自己複製である [3].

4) ロボティクスグループ



図3 屋外移動ロボット

人間共存型ロボットの実現に必要な基盤技術の研究と種々の実ロボットの製作を行っている。人間とロボットのインタフェースとインタラクションについては、積荷をインタフェースとした搬送ロボット、いなし行動を有する移動ロボット、人間-ロボットインタラクションのための発光視覚セン

サ、光ビームインタフェースによるロボット制御、ロボットのための触力覚デバイスの開発、などであり、ナビゲーション関係では、無線センサネットワークを用いた案内ロボット、RFIDを用いたロボットナビゲーション、GPSによるロボットの自律移動制御などがある。また、ロボットに対する地形評価基準「不整地度」の検討、IRTのための意味センサネットワーク、太陽エネルギーを活用するサバイバルロボット、回転加速度によるロボットのバランス制御、Passive Walkerの歩行安定化などにも取り組むとともに、ヒューマノイド研究所の他の研究室と共同で、NEDO 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクトのなかの「高齢者対応コミュニケーション RT システム」の開発にも参加した。図3は、岐阜県の WABOT-HOUSE 研究所で製作した屋外ロボットである [4]。これは、未来画像の提示により画像伝送遅延の影響を回避して遠隔制御が可能である。

5) ケミカルロボティクスグループ

数年前から、化学実験室を整備して、化学反応によるロボットを実現する研究を行っている。化学的なアクチュ

エータと情報処理の方式を検討しているが、振動的に反応が進み周期的な空間パターンを生み出すことでよく知られている Belousov-Zhabotinsky(BZ) 反応と高分子ゲルを

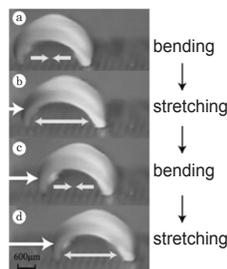


図4 ゲルロボット

結び付けることにより化学反応だけによる歩行に成功した(図4). 動作環境、動作速度など多くの課題が残っているが、金属の身体とシリコンの脳を持つロボットとはまったく異なる生き物のようなロボットを実現する可能性が示せたと考えている [5].

3. おわりに

以上の他に、国際共同研究として EC の FP7 調査プロジェクトの「CAPSIL」の一員として、高齢化社会における ICT 利用のロードマップ作成の議論にも参加している。それぞれのテーマは一見、バラバラに見えるかもしれないが、すべては、「人間と機械の新しい関係」を構築する試みであり、「物と情報の意味と価値」に係わる根本問題の探求という点で一つに括ることができる。たとえ学部生でも、すべてのテーマに関心を持って、この基本課題を考え続けて欲しいと考えている。

参考文献

[1] Y. Sakai, S. Hashimoto : Interactive Four-Dimensional Space Visualization Using Five- Dimensional Homogeneous Processing for Intuitive Understanding, The Journal of the Institute of Image Information and Television Engineers, Vol.60, No.10, pp.(108)1630-(125)1647 (2006)
 [2] 笠原俊一, 三枝 亮, 橋本周司 : 連想型自己組織化マップを用いたリズム演奏支援システム, 情報処理学会論文, Vol.48, No.12, pp.1506-1511 (2007)
 [3] M. Matsumoto, S Hashimoto : Passive Self-Replication of Millimeter-Scale Parts, IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2009 (to Appear), Digital Object Identifier 10.1109/TASE.2008.2006625.
 [4] M. Tominaga, H. Ohta, S. Hashimoto : Image Sequence Prediction for Remote Robot Control, 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2006), pp.1134-1139 (2006)
 [5] S. Maeda, Y. Hara, R. Yoshida, S. Hashimoto : Self-walking gel, Advanced Materials, Vol.19, pp.3480-3484 (2007)

【連絡先】

早稲田大学
 橋本研究室
 〒 169-8555 新宿区大久保 3-4-1
 TEL : 03-5286-3233 , FAX : 03-3202-7523
 E-mail : shuji@waseda.jp
 URL : http://www.shalab.phys.waseda.ac.jp/index-j.html