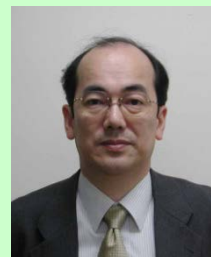


全身受動性と注意誘導性を備えた 等身大ヒューマノイドへの発展的身体行動構成方法 Developmental Approach in Configuring Body and Behavior Of Life-size Humanoids with Whole-body Passivity and Attention Inductivity

稲葉 雅幸 (INABA MASAYUKI)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授



研究の概要

本研究では、動くセンサノードであるモバイルセンサノードを用いて、環境に対して柔軟かつ効率的にデータ処理を行う機構の実現を目的とする。そのために、モバイルセンサネットワークのためのデータ配置技術、データ配信技術、および通信技術について、それぞれ研究を推進した。また、これらの研究で提案した手法を実現するため、センサデータを蓄積、提供するシステムを開発した。

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：スマートセンサ情報システム、移動体通信、ネットワーク、情報通信工学

1. 研究開始当初の背景

ロボットの身体設計構成法、動作生成法、身体制御法といった理論研究の発展に基づき、産業用ロボットだけでなく、人の生活空間で触れ合いながら生活支援する等身大ヒューマノイドの研究開発が可能となってきたが、実用化には至っていない。これは、日常空間における適切な認識判断機能や人と触れ合える柔軟な身体構造が未熟であるためであり、人や環境への安全性を保证する技術が必要となってきている。

2. 研究の目的

人の生活空間において、等身大ヒューマノイドが人の存在に気づき、不意の動作制止や注意喚起の働きかけに反応でき、その働きかけを行なった人がロボット行動を誘導できることが不可欠と考え、そのために必要な全身受動性と注意誘導性を身体ハードウェアと行動制御ソフトウェアの両面から段階的に発展の差異を明示的に記述可能な形で構成する発展的構成法を実ロボット環境において検証可能な形で明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

等身大ヒューマノイドプラットフォームで進めてきた知能ロボットカーネル[基盤研究(S)16100002]を基盤とし、身体ハードウェアと行動ソフトウェアを図1のように筋骨格、柔軟外装、環境注意と反応行動の統合処理を段階的に評価してゆくことで全身の受動性と注意誘導性の構成法を明らかにする。

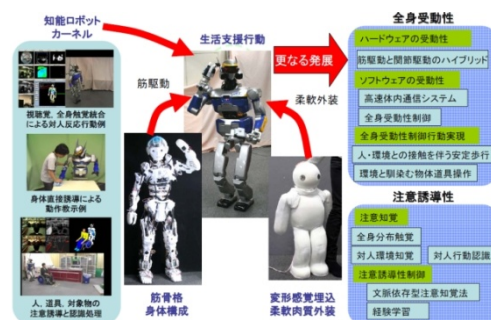


図1. 身体行動構成法の解明アプローチ

4. これまでの成果

柔軟筋駆動・軸駆動、多節体幹機構、柔軟肩関節、柔軟外装を適宜交換可能で各機構の部位性能を比較可能な身体ハードウェアとして、大出力関節駆動脚部[1]、大出力関節駆動筋駆動統合脚部、柔軟関節筋骨格ヒューマノイド[2, 3, 4, 7, 8]、関節モジュール型筋骨格ヒューマノイド(図2)、全身触覚内包柔軟外装を開発した。検証用ヒューマノイドプラットフォームを一体購入し改造するのではなく、自ら試作開発を行うことで、より多様な身体構成を検証可能となり、当初の開発目標を超える成果を達成することができた。

中でも特に重要な研究成果は、拮抗駆動系や柔軟外装等の様々なハードウェア機構をロボットプラットフォーム上に搭載して検証評価を行う際に、重量負荷増加によっても運動性能が十分維持可能な大出力駆動系基盤であり、これにより運動性能が飛躍的に向上したヒューマノイドが構築可能となり、人

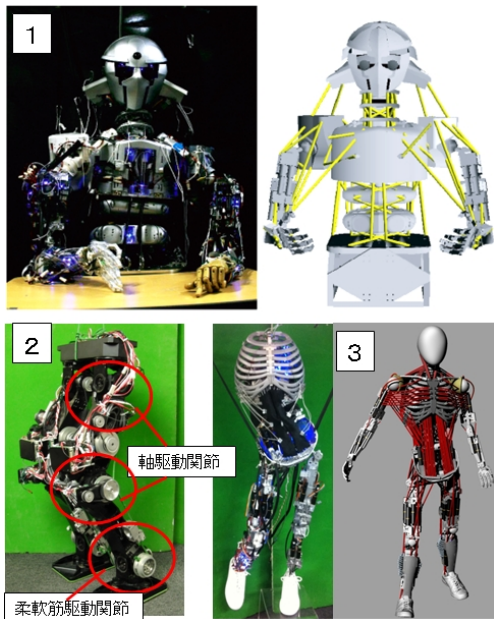


図2. 柔軟上半身プラットフォーム(1), 筋駆動関節駆動統合脚部プラットフォーム(2), 関節比較交換可能筋骨格ヒューマノイド体幹脚部(3)

間を支えながら瓦礫などの不整地でも転倒回避しつつ歩行可能な災害救助現場で実際に活躍可能なヒューマノイドを実現する要素技術として注目されている[1]。

一方、注意行動ソフトウェアについても、関節駆動型等身大ヒューマノイド上において、環境認識に基づく操作対象物体切替え、道具操作作用点の着目[5]、対人接触時の柔軟性調整[6]、移動時の環境衝突回避自律移動機能といった、基本行動タスクの行動制御モジュールを非同期並列システム上に統合配置することで、変化に富んだ実生活環境下における着実なタスク実行が可能となってきた(図3)。人が行き来する大学建屋内のフロアを越えて安全に移動でき、人がいつでも行動制止可能な移動行動タスクが可能となる等、研究計画目標を超える多様な行動展開が達成できている状況にある。実際にヒューマノイドによる家事支援動作の実現については、学術研究分野だけでなく、国内外から多くの報道取材を受けており、社会的注目が高い成果を達成している。

5. 今後の計画

関節駆動型ヒューマノイドでの代表的支援タスクである、1) 人観察に基づく働きかけ支援動作、2) 全身物体受け渡し動作、3) 布展開動作、4) 着衣支援、5) 車椅子移乗支援[9]、における注意誘導機能を、受動性機能改造を加えたヒューマノイド上で試行することで、有効となる受動性機能構造とそ

のための行動ソフトウェアの構成法を明らかにし、差異記述の発展的構成法として本研究課題の総括を行う。

6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

[1]浦田, 中西, 岡田, 稲葉: 高速・高トルク動作のための大出力2脚ロボットの開発, 日本ロボット学会誌, Vol.28, No.7, pp.91-97, 2010.

[2]Nakanishi, Izawa, Osada, Ito, Ohta, Urata, Inaba: "Development of Musculoskeletal Humanoid Kenzoh with Mechanical Compliance Changeable Tendons by Nonlinear Spring Unit", In Proceedings of the 2011 IEEE Robotics and Biomimetics, 2011

[3]Ohta, Hongo, Nakanishi, Mizuuchi and Inaba: "Improvement of Performance for Musculoskeletal Robots by Mountable Actuator Unit, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol22, No4, 2010

[4]稲葉: 知能ロボットフロンティアとしての筋骨格ヒューマノイド, 日本ロボット学会誌, Vol. 28, No. 6, pp.666-671, 2010.

[5]垣内, 岡田, 稲葉: 色ヒストグラムを用いたカラー距離画像の高速位置合わせによる未知物体のモデリングを伴う生活環境地図作成, 日本ロボット学会誌, Vol. 29, No. 8, pp. 694-701, 2011

[6]Nozawa, Ueda, Kakiuchi, Okada, Inaba: SensorBased Integration of Full-BodyObject Manipulation Based On StrategySelection in aLife-Sized Humanoid Robot, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 23, No. 2, pp. 239-248, 2011.

[7]伊東, 浦田, 中西, 岡田, 稲葉: ヒューマノイドの為に超小型センサ統合大出力モータドライバの開発, ROBOMEC2011, (JSME若手優秀講演フェロー賞受賞)

[8]本郷, 吉田, 中西, 水内, 稲葉: 筋型アクチュエータモジュールによるバイラテラル型ウェアラブルロボット操縦デバイスの開発, ROBOMEC2009 (JSME若手優秀講演フェロー賞受賞)

[9]Nozawa, Kakiuchi, Okada, Inaba: Controlling the Planar Motion of a Heavy Object by Pushing with a Humanoid Robot using Dual-arm Force Control, ICRA2012, (IEEE RAS JP Young Award受賞)

ホームページ等

<http://www.jsk.t.u-tokyo.ac.jp>