

## 身体運動と言語を統一した人間・機械コミュニケーションの成立

Establishing Human-Machine Communication through  
Kinesiology and Linguistic Integration

中村 仁彦 (NAKAMURA YOSHIHIKO)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授



### 研究の概要

機械知能の根本問題の解明、ロボットの知能化の基盤技術の確立、人間に関する高度情報処理をもつマン・マシン・インタフェース原理の解明、脳科学の「こころ」の問題への身体と言語からの構成論的研究法の確立を目的として、(1)身体運動コーパスの構築、(2)深部身体感覚の推定、(3)自然言語と身体運動の情報処理の融合、(4)ヒューマノイドの開発、に取り組んでいる。

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：知能ロボット、統計推論、自然言語処理、脳型情報処理

### 1. 研究開始当初の背景

身体運動のパターン情報を記号化して構築した原始シンボル空間をヒューマノイドロボットと人間の実時間の身体的コミュニケーションへ応用して実験的に検証することができた。これまでの研究成果は「知能の力学情報処理モデル」を、人間と機械の身体感覚をもつコミュニケーションのための情報学へと展開すべき段階に来ていることを明確に示唆していた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の4点にある。

- ① 機械知能の根本問題を解明すること、
- ② ロボット知能化の基盤技術を与えること、
- ③ 人間に関する高度情報処理マン・マシン・インタフェースの原理を解明すること、
- ④ 脳科学の「こころ」の問題へ、身体と言語からの構成論的研究法を与えること。

### 3. 研究の方法

研究目標を達成するために、本研究では以下の5点を研究テーマと設定した。

- ① 身体運動コーパスの構築
- ② 人間の深部身体感覚の推定とその構造化
- ③ 自己とモノ、自己と他者間の関係性コーパスの構築

- ④ 自然言語の情報処理と身体運動の情報処理の融合
- ⑤ 自然言語と身体感覚でコミュニケーションするヒューマノイドの開発

### 4. これまでの成果

研究テーマ①では、人間の身体運動データを運動パターン毎に分節化、大規模な運動パターンを構造化する手法を確立した。

研究テーマ②では、内界感覚器で感じる身体感覚を全身の運動パターン情報から筋骨格モデルを用いて推論する技術を開発した。筋の活動指令を脊髄神経系の刺激と反射ネットワークから計算する方法を開発した。

研究テーマ③では、ロボットが人間の行動を観察し、行動の対象となる物体を推定すること、注視物体から行動を予測すること、を可能にする道具使用の情報処理モデルを提案した。

研究テーマ④では、文章を単語に分け運動記号を連想するシステムを開発した。また、文章に相当する運動の生成に成功した。単語や運動の逐次的学習法、自然言語の辞書を活用した計算の高速化・連想の多様化法を開発した。

研究テーマ⑤では、人間とヒューマノイドの物理的な接触を含むコミュニケーションを研究し、力制御性の良いアクチュエータの開発も行ってきた。

## 5. 今後の計画

大規模データベース、関係性コーパスなどのデータの大規模化について取り組む予定である。大規模な自然言語のコーパスを利用することが現在の重要課題である。ヒューマノイドロボットへの言語と身体運動の情報処理の統合と、力制御性の良いヒューマノイドロボット用アクチュエータの開発にも注力する計画である。

## 6. これまでの発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計8件)

- ① D. Kulic, W. Takano, Y. Nakamura, "On-line Segmentation and Clustering from Continuous Observation of Whole Body Motions," IEEE Trans. on Robotics, Vol.25, No.5, pp.1158-1166, 2009.
- ② D. Kulić, W. Takano, Y. Nakamura, "Incremental Learning, Clustering and Hierarchy Formation of Whole Body Motion Patterns using Adaptive Hidden Markov Chains," Intern. J. of Robotics Research, Vol.27, No.7, pp.761-784, 2008.

### 〔国際会議発表〕(計35件)

- ③ K. Ayusawa, Y. Nakamura, "Identification of Standard Inertial Parameters for Large-DOF Robots Considering Physical Consistency," Proc. of IEEE/RSJ Intern. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp.6194-6201, 2010.
- ④ W. Takano, Y. Nakamura, "Associative Processes between Behavioral Symbols and a Large Scale Language Model," Proc. of IEEE Intern. Conf. on Robotics and Automation, pp. 2404-2409, 2010.
- ⑤ A. Murai, K. Yamane, Y. Nakamura, "Modeling and Identification of Human Neuromusculo-skeletal Network Based on Biomechanical Property of Muscle," Proc. of IEEE EMBS Annual Intern. Conf., pp. 3706-3709, 2008.

### 〔学会発表〕(計36件)

### 〔特許出願〕(計5件)

- ⑦ 「運動データベース構造、および当該運動データベース構造のための運動データ正規化方法、並びに当該運動データベース構造を用いた検索装置及び方法」(発明者：中村仁彦、山根克、山口能迪)  
出願番号：PCT/JP2009/059037  
出願年月日：2009/5/15  
公開番号：WO2009/145071  
公開年月日：2009/12/3
- ⑧ 「筋張力データベースの構築方法、筋張力データベース、筋張力データベースを用いた筋張力計算方法及び装置」(発明者：中村仁彦、村井昭彦、高屋定裕、山根克)

出願番号：PCT/JP2009/063147

出願年月日：2009/7/23

公開番号：WO2010/013631

公開年月日：2010/2/4

- ⑨ 「力学パラメータの同定法」(発明者：中村仁彦、Venture Gentiane、鮎澤光)

出願番号：PCT/JP09/052885

出願年月日：2009/2/19

公開番号：WO2009/147875

公開年月日：2009/12/10

- ⑩ 「筋張力推定法及び装置」(発明者：中村仁彦、黒崎浩介、山根克、村井昭彦)

出願番号：PCT/JP2010/052322

出願年月日：2010/2/17

公開番号：WO2010/095636

公開年月日：2010/8/26

- ⑪ 「逆運動学を用いた動作・姿勢生成方法及び装置」(発明者：中村仁彦、鮎澤光)

出願番号：2010133431

出願年月日：2010/6/10

### 〔受賞〕(13件)

- ① 福田大輔, 山根克, 中村仁彦, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門ロボメック賞
- ② Ch. Ott, Y. Nakamura, Best Conference Paper Finalist, IEEE International Conference on Robotics and Automation 2008
- ③ 神永拓, 日本ロボット学会若手研究奨励賞, 第25回日本ロボット学会学術講演会
- ④ 神永拓, 小野惇也, 山本泰地, 中村仁彦, 計測自動制御学会 SI部門研究奨励賞, 第13回ロボティクスシンポジウム
- ⑤ 鮎澤光, 計測自動制御学会 SI 部門賞若手奨励賞, 第13回ロボティクスシンポジウム
- ⑥ G. Venture, NIH/NIBIB EMBC08 Conference Support Award
- ⑦ D-H. Lee, Ch. Ott, Y. Nakamura, KUKA Service Robotics Best Paper Award Finalist, IEEE International Conference on Robotics and Automation 2009
- ⑧ 鮎澤光, ベンチャー・ジェンチャン, 中村仁彦, ロボティクスシンポジウム賞ファイナリスト
- ⑨ 村井昭彦, 黒崎浩介, 山根克, 中村仁彦, ロボティクスシンポジウム賞ファイナリスト
- ⑩ 中村仁彦: 日本ロボット学会、フェロー
- ⑪ 鮎澤光: 第25回日本ロボット学会研究奨励賞(第14回ロボティクスシンポジウムで発表)
- ⑫ 黒崎浩介: 第25回日本ロボット学会研究奨励賞(第27回日本ロボット学会学術講演会で発表)
- ⑬ 中村仁彦: IEEE Fellow for contribution to robotics, January 1, 2011.

### 〔招待講演〕(21件)

ホームページ等

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