JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	運動の位相的類似による模倣の基礎理論の構築
Author(s)	日高，昇平
Citation	科学研究費助成事業研究成果報告書：1-4
Issue Date	2015-06-09
Type	Research Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/12822
Rights	
Description	研究種目：挑戦的萌芽研究，研究期間：2013～2014，課題番号：25560297，研究者番号：50582912，研究分野：認知科学

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成 ２７ 年　 ６ 月　 ９ 日現在

機関番号：１３３０２
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2013～2014
課題番号：２５５６０２９７

研究課題名（和文）運動の位相的類似による模倣の基礎理論の構築

研究課題名（英文）Building Fundamental Theory of Imitation Based On Topological Similarity in Bodily Movements

研究代表者

日高　昇平（Hidaka, Shohei）

北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科・助教

研究者番号：５０５８２９１２

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は社会的な学習メカニズムの解明を目指し、その一つの基礎となる身体動作の模倣の計算論的モデルの構築を目的として行った。身体模倣の実現には、複数の感覚器・効果器の間で、さらに自己と他者の間で表現を変換する必要があり、高度な計算過程を要する。制御理論に基づく既存手法では、十分な情報が与えられた下での、精密な運動制御を可能とする。しかし、既存手法では、完全な情報が得られない他者の運動から、身体的な制約の異なる自己の運動への対応付けは困難である。本研究は、異なる身体間の複数の感覚器・効果器上の運動パタンが、力学的な位相空間に変換できる事に着目し、この位相構造の類似性に基づく模倣学習理論を提案した。

研究成果の概要（英文）：Toward understanding the mechanism of social learning, the present study attempts to build computational model of bodily imitation as a basis for it. It is crucial to convert representation of bodily movements across sensory and motor systems and across self and other systems. The existing approach based the motor control theory requires sufficient information for controlling motor systems. It is, however, difficult to compute accurate mappings between sensory and motor systems on the basis of this existing theory, as it cannot have sufficient information on the other body. By exploiting the theoretical understanding that movements in different bodies can be identified on the basis of topological space of the dynamical systems, the present study proposes a computational theory of imitative learning based on the topological similarity of bodily movements.

研究分野：認知科学

キーワード：模倣　身体運動　フラクタル次元　点次元　ベイズ統計

１．研究開始当初の背景

身体模倣の実現には、複数の感覚器・効果器の間で、さらに自己と他者の間で表現を変換する必要があり、高度な計算過程を要する。制御理論に基づく既存手法では、十分な情報が与えられた下での、精密な運動制御を可能とする。しかし、既存手法では、完全な情報が得られない他者の運動から、身体的な制約の異なる自己の運動への対応付けは困難である。

２．研究の目的

本研究は社会的な学習メカニズムの解明を目指し、その一つの基礎となる身体動作の模倣の計算論的モデルの構築を目的として行った。

３．研究の方法

本研究は、異なる身体間の複数の感覚器・効果器上の運動パタンが、力学的な位相空間に変換できる事に着目し、この位相構造の類似性に基づく模倣学習理論を提案した。

４．研究成果

この研究目標に対し、力学系の不変量の一つであるフラクタル次元を推定する方法の開発に注力した。従来法と異なり、新たに開発したフラクタル次元推定法は、集合の各点の近傍の測度によって定義される点次元を理論的な基礎として、測度のフラクタル次元(あるいはフラクタル次元の分布)が推定できる。その結果、あるデータに反映される測度が複数の異なる次元を持つ場合、それらを近似的に検出し、その測度を次元的に異なる複数の系を検出することが可能となった。従って，この手法はモデルが明らかな対象のみならず、人の運動データなど多様な種類の非線形時系列に適用できる。実際の身体運動データに対して提案手法を用いることで，身体運動に潜在する認知特性を検出し、また異なる運動の分節化が可能であることを示した。また、年齢や障害の状態によって異なる身体運動の性質を調べるため、立位時の重心運動を計測する実験システムを構築した。この立位時の重心運動データから被験者の年齢や身体運動に影響を及ぼす病状を特定可能か検討を行った。これらの研究成果は複数の国内外の学会や研究会で発表を行った。

理論構築の基礎となる不変量推定に関して、既に理論構築、アルゴリズムの実装、その実データに対する応用・分析，などの段階まで達成できた。

本研究で提案する次元推定法の理論的な内容は，ジャーナルに投稿し，査読中である(プレプリントは以下で公開：Hidaka, S. & Kashyap, N. (2013). On the Estimation of Pointwise Dimension., eprint arXiv:1312.2298.)．また、この推定法を実際に身体運動データに適用し，その応用範囲を確かめた研究を研究会および学会で発表した(日高　昇平 (2013). リズム運動の次元：不変量による協調運動の分析. ，第 16 回身体知研究会予稿集，9-15. Hidaka, S., et. al. (2014). Characterizing Rhythmic Movements by Pointwise Dimensions., The 28th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 1M5-OS-05b-5. Hidaka, S., el. al. (2014). Dimensional Clustering: Analyzing Cognitive Processes by Fractal dimensions of Bodily Dynamics., The 31st Annual Meeting of the Japanese Cognitive Science Society., ほか主な発表論文等を参照)．

５．主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計　1　件）

1. 日高 昇平 (2013). 人の多感覚コ

ミュニケーションにおける情報ネットワークの可視化., 電子情報通信学会誌., Vol.96 No.12 pp., 945-950. (査読なし)

〔学会発表〕(計 11 件)

1. 日高 昇平 (2015). 身体動作から行為を切り出す方法論. 第 163 回 HCI 研究会, 2015 年 5 月 14 日, 和倉温泉はまづる(石川県七尾市).
2. 日高 昇平 (2015). 身体動作の意味論に向けて：からだのことばを読み取る. 第 46 回 VNV 研究会, 2015 年 2 月 28 日, 国立情報学研究所(東京都).
3. 日高 昇平, Kashyap, N., Buated, W., & 藤波 努(2015). フラクタル次元による立位重心運動の分析. 第 29 回人工知能学会全国大会, 1L4-2, 2015 年 5 月 30 日, はこだて未来大学(北海道函館市).
4. 日高 昇平 (2015). 身体動作の意味論に向けて. 第 2 回間合い研究会, 2015 年 2 月 26 日, 慶応大学三田キャンパス(東京都).
5. Hidaka, S. & Kashyap, S. (2014). The Generalist Approach to Frame Problems., In Proceedings of The Third Asian Conference on Information Systems, 318-325, December 1st, 2014, Nha Trang, Viet Nam.
6. 日高昇平, Kashyap, N., Buated, W., 藤波努 (2014).次元クラスタリング：身体情報のフラクタル次元に基づく認知過程の分析.日本認知科学会第 31 回論文集. O1-3. 2014 年 9 月 18 日, 名古屋大学(愛知県名古屋市)
7. 日高 昇平 (2014). 最適化ではない計算論：統計的モデリングと非線形力学的解析法の融合., Young Perceptionist Seminar・若手会ジョイントセミナー, 2014 年 9 月 5 日, 休暇村志賀島（福岡県福岡市東区）.
8. 日高昇平, KASHYAP Neeraj, 藤波努 (2014). 点次元推定法によるリズム運動の分析., 第 28 回人工知能学会全国大会, 2014 年 5 月 12 日, ひめぎんホール(愛媛県松山市).
9. Hidaka, S. & Fujinami, T. (2013). Topological Similarity of Motor Coordination in Rhythmic Movements. In Proceedings of The Thirty Fifth Annual Meeting of Cognitive Science Society, 2548-2553, August 2nd, 2013, Humboldt-Universitat, Berlin, Germany.
10. 日高 昇平 (2013). リズム運動の次元：不変量による協調運動の分析. , 第 16 回身体知研究会予稿集, 8-13, 2013 年 10 月 24 日, 慶応大学三田キャンパス(東京都).
11. 日高 昇平 & 藤波 努(2013). サンバ運動の力学的位相構造による不変的表現., 第 27 回人工知能学会全国大会, 2013 年 6 月 4 日, 富山国際会議場(富山県富山市).

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
http://www.jaist.ac.jp/~shhidaka/

６．研究組織
(1)研究代表者
日高　昇平（HIDAKA, Shohei）
北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科・助教
研究者番号：50582912

(2)研究分担者
藤波　努　（FUJINAMI, Tsutomu）
北陸先端科学技術大学院大学・ライフスタイルデザイン研究センター・教授
研究者番号：70303344