

令和元年6月18日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2014～2018

課題番号：26220003

研究課題名(和文) ヒューマノイド系列による行為観察と対人反復に基づく身体・道具環境・行動様式の獲得

研究課題名(英文) Acquisition of Body Schema, Tool Usages and Behavioral manner through Human Observation and Interactive Practice on Various Humanoid Series

研究代表者

稲葉 雅幸 (Inaba, Masayuki)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授

研究者番号：50184726

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 175,000,000円

研究成果の概要(和文)：身体サイズ・構造・構成法が異なるヒューマノイドを対象として知能ロボット基盤ソフトウェアの環境を構成し、その身体、それが扱う物体、道具、環境、それが行う行動のモデルを基盤にその環境での行動目的を実現するシステム研究を行っている。本研究では新しい状況や環境でもそれらを獲得して行動目的を達成してゆけるようにする方法論と構成法を明らかにした。多彩な行動実現研究を行いながら異なるヒューマノイド・道具環境・行動様式の共通基盤を統合することで各獲得手法の一般化を行っており、既知環境だけでなく多様に変化する家庭空間や災害現場等にロボットが順応するロボット知能の基盤を確立する構成法を明らかにしたことになる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒューマノイドは、物体操作と歩行移動だけでなく多様な全身行動が可能なロボットであり、知能ロボットの構成法研究の代表プラットフォームである。本研究開始までに、小型から等身大、関節駆動型から筋骨格型、それら全てに共通に利用可能な知能ロボットカーネルを構成し、模倣の構成論的研究として、箒の道具操作を観察し、人、道具、道具で操作される対象への注視点を順次制御する注視機構を内在させ、身体対応による動作模倣のレベルから行動プランナ機能による目的レベル模倣を行ってきた。さらに、人がロボットの傍にいて人からの制止や誘導に対応できる注意誘導機能と全身受動性をそなえた等身大ヒューマノイドへと進めてきている。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have constructed an intellectual software system for humanoid robots with different size, body configurations and structures, and have studied system architectures for achieving behavior objectives on the basis of body schemas, objects, tools, robot's environments, and behavioral manners. We have revealed a methodology for acquiring the basis and achieving the behavior objectives even in unknown environment. We generalize the methodology by integrating the common basis of various humanoid series, tool usages, behavioral manners through the studies for achieving a wide variety of behaviors. This means that we have revealed a strategy of establishing the basis of robot intelligence for adopting robots to ever-changing environments as well as known environments.

研究分野：情報学

キーワード：知能ロボット ヒューマノイド SLAM 腱駆動 身体図式

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ヒューマノイドは、物体操作と歩行移動だけでなく多様な全身行動が可能で、知能ロボットの構成法研究の代表プラットフォームである。これまでに、小型から等身大、関節駆動型から筋骨格型、それら全てに共通に利用可能な知能ロボットカーネルを構成し、模倣の構成論的研究として、幕の道具操作を観察し、人、道具、道具で操作される対象への注視点を順次制御する注視機構を内在させ、身体対応による動作模倣のレベルから行動プランナ機能による目的レベル模倣を行ってきた。さらに、人がロボットの傍にいて人からの制止や誘導に対応できる注意誘導機能と全身受動性をそなえた等身大ヒューマノイドへと進めてきている。

2. 研究の目的

本研究は、身体サイズ・構造が異なるヒューマノイドの各系列の実現研究において、身体・道具環境・行動様式のモデルを与えることでその多様な行動実現が可能となるシステム構成法研究の成果の上に、初期に与えるだけの形ではなくロボット自体がいかにか獲得できる形で行動実現の再構成が可能となるかを、人が提示する操作から学ぶ行為観察、人から評価を得つつロボットが反復学習を行う対人反復、人がロボットの行動に直接介入して評価を伝える割込修正等を通して、実ヒューマノイドが身体・道具環境・行動様式が変わっても適切に順応対応してゆけるようにする仕組みの基本構成原理とその評価を実証的に明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

ロボットの身体、物体、環境、道具操作のための知識モデルを構築し用いることで、行動目的を実行するモデルベースシステムを基盤とし、環境モデル地図を作り自己位置を知るSLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 技術を応用し、ロボットが自身の身体表象を獲得しながら自己身体状態を推定する体内SLAMを構成し、道具環境・行動様式それぞれの獲得へSLAMを拡張し、道具操作対象、人間の行為と対象の応答の関係を同時に観察して再利用可能な形で獲得してゆく方法を進める。

観察学習時には、観察者と演示者が同一視点である一人称視点、演示者が観察者へ向け教示する二人称視点、自由に行動する演示者を観察する三人称視点を考え、各ヒューマノイド系列での遠隔操縦、装着型センサ利用、対面型教示、長期行動履歴利用、異なるユーザによる利用体験獲得と利用観察などのロボットの利用形態状況を整理しつつ、実ロボットでの実環境での行為観察・対人反復・割込修正等の獲得手法の評価と全体の体系化を進めてゆく。

4. 研究成果

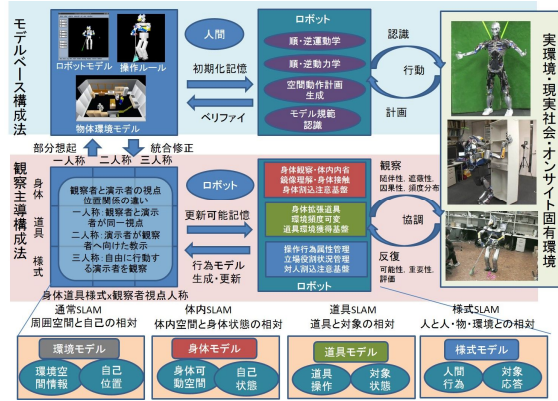
本研究は、5年間で卒論22編、修論32編、博論14編の研究成果から構成され、それらの学会発表において、5年間で36件の受賞(論文賞、研究奨励賞)を受ける評価を得た。

(1) 身体獲得(A)では、筋骨格ヒューマノイドの核心となる筋・身体間の位置、剛性、力の相互写像をオンライン獲得し、関節包効果、可変剛性五指ハンド操作を行い、筋骨格ヒューマノイド系列の身体設計原理をサイエンス誌のロボティクス版で発表し、その号の表紙に採用された(右図)。衝撃行動での身体耐性、摺り足動作の足裏摩擦、大出力高速動作での身体能力、自己能力と緊急度と状況制約に対応可能な統合システム構成法を示した。

(2) 物体・道具・環境獲得(B)では、大型重量物運搬で重量・摩擦依存下での可能動作の探索獲得、三輪車・スケータ等操作法獲得、能動搭乗機器への乗込みオンライン学習(右図)、大型重量物の重量・摩擦条件の観測推定動作、環境SLAMによって両腕で物を抱えた運搬行動で足元の視覚確認が困難な状況での行動立案実行可能システムを示した。軽量小型ロボット用3Dセンサユニットの開発、一般物体画像の深層学習による提示物体の追加学習、物体認識に基づ

づくセマンティック環境SLAM、力覚・近接センサ情報による環境の剛性や摩擦等の触覚情報を含む環境SLAMを構築した。これらにより異なるヒューマノイドで獲得したものを相互利用可能で環境の種類に対してよりロバストに動作可能な統合システムを実現した。

(3) 行動様式獲得(C)では、物の手渡しにおいて軸アフォーダンスの導入、人が物を扱う活動の観察からその抽出と、人と人の手渡し行動の観察から把持様式の獲得方式、幕の行動観察での幕とゴミとの位置関係変化から用具の利用目的情報の獲得法、ラケットの高速スイング動作の最適化獲得法、子供が対話移動ロボットを連れてゆき場所の獲得、長



期に生活環境での人の行動観察から物の配置情報の獲得、柔軟な縄梯子を用いた斜面登坂動作、シャベルによる土砂掘削動作など道具の操作方法、人の視線検知による反応の時系列変化の学習による人のロボットへの対話開始行動の獲得法を示した。

(4) 行為観察・対人反復法に関しては、生活環境での人の行動の三人称観察から獲得、ロボットへの物提示や動作割込みの二人称、脚も操縦する一人称の対人評価を獲得する方式を示した。小型系列では、空中ブランコ乗り移り、神輿担ぎなど複数台協調研究が進んだが、等身大により道具利用、対人獲得研究が進み、筋骨格身体により自己身体像獲得研究が進んだ。複数台の筋骨格ロボットによる協調運搬作業などがA,B,Cすべての獲得により実現が可能となるものであるが、未知環境、未知操作対象、外装や道具を装着した身体での活動などどの系列のロボットでもA,B,Cの獲得要素が必要となる。系列共通に利用可能なソフトウェア基盤の上にこれらすべての発表研究が実装されており、海外の招待講演等で評価を得ているものとなっている。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 15 件)

Kento Kawaharazuka, Yuki Asano, Kei Okada, Masayuki Inaba, 他 2 名: Online Learning of Joint-Muscle Mapping Using Vision in Tendon-Driven Musculoskeletal Humanoids, IEEE Robotics and Automation Letters, Vol.3, No.2, pp.772-779, 2018, 査読有. DOI:10.1109/LRA.2018.2789849

木村 航平, 溝花 弘登, 野沢 峻一, 岡田 慧, 稲葉 雅幸: 制御実行中にオンラインで PID ゲインをチューニングする学習制御に基づく等身大ヒューマノイドロボットの平行二輪電動スクーター上での调速行動, 日本機械学会論文集, Vol.84, No.864, pp.18-00032, 2018. 査読有. DOI:10.1299/transjsme.18-00032

Krishneel Chaudhary, Kentaro Wada, Xiangyu Chen, Kohei Kimura, Kei Okada, Masayuki Inaba: Learning to Segment Generic Handheld Objects Using Class-Agnostic Deep Comparison and Segmentation Network, IEEE Robotics and Automation Letters, Vol.3, No.4, pp.3844-3851, 2018. 査読有. DOI:10.1109/LRA.2018.2856917

Yohei Kakiuchi, Masayuki Kamon, Nobuyasu Shimomura, Sou Yukizaki, Shunichi Nozawa, Kei Okada, Masayuki Inaba, 他 3 名: Development of Life-Sized Humanoid Robot Platform (RHP2) with Tough Contact Point for Continuing to Perform After Falls, Journal of Robotics Society of Japan, Vol.36, No.10, pp.703-712, 2018

Yuki Asano, Kei Okada, Masayuki Inaba: Design principles of a human mimetic humanoid: Humanoid platform to study human intelligence and internal body system, Science Robotics, Vol.2, No.13, eaaq0899, 2017. DOI:10.1126/scirobotics.eaaq0899

Kunio Kojima, Yasuhiro Ishiguro, Fumihito Sugai, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba: Rotational Sliding Motion Generation for Humanoid Robot by Force Distribution in Each Contact Face, IEEE Robotics and Automation Letters, Vol.2, No.4, pp.2088-2095, 2017. 査読有. DOI:10.1109/LRA.2017.2719765

野田 晋太郎, 野沢 峻一, 垣内 洋平, 岡田 慧, 稲葉 雅幸: 複数の接触遷移方式を統合する全身行動計画法とヒューマノイドの滑り接触遷移行動への応用, 日本ロボット学会誌, Vol.35, No.5, pp.393-402, 2017. 査読有. DOI:10.7210/jrsj.35.393

Masaki Murooka, Ryohei Ueda, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba: Global planning of whole-body manipulation by humanoid robot based on transition graph of object motion and contact switching, Advanced Robotics, Vol.31, No.6, pp.322-340, 2017. 査読有. DOI:10.1080/01691864.2016.1266965

木村 航平, 野沢 峻一, 垣内 洋平, 岡田 慧, 稲葉 雅幸: 能動機能と受動機能の切替制御システムを備えたヒューマノイドの双腕双脚による三輪車操作行動, 日本ロボット学会誌, Vol.34, No.7, pp.468-477, 2016. 査読有. DOI:10.7210/jrsj.34.468

木村 航平, 浅野 悠紀, 上月 豊隆, 白井 拓磨, 岡田 慧, 稲葉 雅幸: 能動脚と受動脚の協調システムに基づく腱駆動ヒューマノイドによるペダリング操作の実現, 計測自動制御学会論文集, Vol.52, No.8, pp.428-436, 2016. 査読有. DOI:10.9746/sicetr.52.428

室岡 雅樹, 小椎尾 侑多, 野沢 峻一, 垣内 洋平, 岡田 慧, 稲葉 雅幸: 等身大ヒューマノイドにおける接触姿勢計画と歩行動作修正に基づく大型重量物全身押し操作行動の実現, 日本ロボット学会誌, Vol.34, No.7, pp.448-457, 2016. 査読有. DOI:10.7210/jrsj.34.448

上月 豊隆, 茂木 陽太郎, 白井 拓磨, 浅野 悠紀, 中西 雄飛, 岡田 慧, 稲葉 雅幸: 筋骨密着構造に着目した人体模倣筋骨格上肢構造の設計, 日本ロボット学会誌, Vol.33, No.9, pp.704-711, 2015. 査読有. DOI:10.7210/jrsj.33.704

室岡 雅樹, 小椎尾 侑多, 野沢 峻一, 垣内 洋平, 岡田 慧, 稲葉 雅幸: 等身大ヒューマノイドにおける物体状態・操作力オンライン推定制御法に基づく大型重量物ピポット運搬行動の実現, 日本ロボット学会誌, Vol.32, No.7, pp.595-602, 2014. 査読有. DOI:10.7210/jrsj.32.595

茂木 陽太郎, 川崎 宏治, 上月 豊隆, 白井 拓磨, 浅野 悠紀, 中西 雄飛, 岡田 慧, 稲葉 雅幸: 筋骨格ヒューマノイドにおける頸部筋群負荷を支持可能な剛性可変脊椎構造の開発, 日本ロボット学会誌, Vol.32, No.7, pp.615-623, 2014. 査読有. DOI:10.7210/jrsj.32.615

浅野 悠紀, 中西 雄飛, 岡田 慧, 稲葉 雅幸, 他 5 名: 終末強制回旋機構を備えた人体模倣膝機構の実装と筋骨格ヒューマノイドによる環境接触下における動作実現, 日本ロボット学会誌, Vol.32, No.10, pp.887-894, 2014. 査読有. DOI:10.7210/jrsj.32.887

[学会発表](計 54 件)

Masayuki Inaba: Robotics Studies from Humanoid Series, The Munich School of Robotics and Machine Intelligence at the Technical University of Munich (招待講演), 2018.

Kento Kawaharazuka, Yuki Asano, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 3 名: Online Self-body Image Acquisition Considering Changes in Muscle Routes Caused by Softness of Body Tissue for Tendon-driven Musculoskeletal Humanoids, in Proceedings of The 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2018.

Krishneel Chaudhary, Xiangyu Chen, Kei Okada, Masayuki Inaba: Predicting Part Affordances of Objects Using Two-Stream Fully Convolutional Network with Multimodal Inputs, in Proceedings of The 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.3096-3101, 2018.

Masahiro Bando, Masaki Murooka, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 1 名: Walking on a Steep Slope Using a Rope by a Life-Size Humanoid Robot, in Proceedings of The 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.705-712, 2018.

20 Kohei Kimura, Shunichi Nozawa, Hiroto Mizohana, Kei Okada, Masayuki Inaba: Riding and Speed Governing for Parallel Two-Wheeled Scooter Based on Sequential Online Learning Control by Humanoid Robot, in Proceedings of The 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.7997-8004, 2018.

Kim-Ngoc-Khanh Nguyen, Shintaro Noda, Yuta Kojio, Fumihito Sugai, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba: Robust and Stretched-Knee Biped Walking Using Joint-Space Motion Control, in Proceedings of The 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.1247-1254, 2018.

Kanae Kochigami, Kei Okada, Masayuki Inaba: Behavior Design of a Robot in a Public Place for Enriching Child-Robot Interaction in a Group, in Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, pp.155--156, 2018.

Kanae Kochigami, Kei Okada, Masayuki Inaba: Does an Introduction of a Person in a Group by a Robot Have a Positive Effect on People's Communication?, in Proceeding of the 2018 IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN 2018), pp.692-698, 2018.

Kazuhiro Sasabuchi, Katsu Ikeuchi, Masayuki Inaba: Agreeing to Interact: Understanding Interaction as Human-Robot Goal Conflict, in Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, pp.21-28, 2018.

Ayaka Fujii, Shinsuke Nakashima, Masaya Kawamura, Kento Kawaharazuka, Shogo Makino, Yuki Asano, Kei Okada, Masayuki Inaba: Development and Functional Evaluation of a Deformable Membrane Capsule for an Open Ball Glenohumeral Joint, in Proceedings of The 2018 IEEE RAS/EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics, pp.853-858, 2018

Yasuhiro Ishiguro, Kunio Kojima, Fumihito Sugai, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba: Bipedal Oriented Whole Body Master-Slave System for Dynamic Secured Locomotion with LIP Safety Constraints, in Proceedings of The 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2017.

Kento Kawaharazuka, Shogo Makino, Masaya Kawamura, Yuki Asano, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba: Human Mimetic Forearm Design with Radioulnar Joint Using Miniature Bone-Muscle Modules and Its Applications, in Proceedings of The 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2017.

Shogo Makino, Yuki Asano, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 2 名: High-Power, Flexible, Robust Hand: Development of Musculoskeletal Hand Using Machined Springs and Realization of Self-Weight Supporting Motion with Humanoid, in Proceedings of The 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2017.

Yuki Furuta, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 4 名: Bring me manju from the drawer: Task Acquisition Framework under Incompleteness and Ambiguity using Interaction and Semantic Knowledge-enabled Perception, in 2017 IEEE/RSJ IROS Workshop Machine Learning Methods for High-Level Cognitive Capabilities in Robotics, 2017.

Krishneel Chaudhary, Xiangyu Chen, Wesley P. Chan, Kei Okada, Masayuki Inaba: STAIR3D: Simultaneous Tracking And Incremental Registration For Modeling 3D Handheld Objects, in IEEE AIM2017, pp.185-192, 2017.

Iori Kumagai, Fumihito Sugai, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 2 名: Complementary Integration Framework of Localization and Recognition for a Humanoid Robot Based on Task-Oriented Frequency and Accuracy Requirements, in Proceedings of the 2017 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, pp.683--688, 2017.

- 16 Shintaro Komatsu, Yohei Kakiuchi, Fumihito Sugai, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 2 名: Tool Force Adaptation in Soil-Digging Task for Humanoid Robot, in Proceedings of the 2017 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, pp.378--383, 2017.
- 17 Masahiro Bando, Masaki Murooka, Iori Yanokura, Shunichi Nozawa, Kei Okada, Masayuki Inaba: Rappelling by a Humanoid Robot Based on Transition Motion Generation and Reliable Rope Manipulation, in Proceedings of the 2017 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2017), pp.129--135, 2017.
- 18 Ryo Terasawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 4 名: Achievement of Dynamic Tennis Swing Motion by Offline Motion Planning and Online Trajectory Modification Based on Optimization with a Humanoid Robot, in Proceedings of the 2016 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, 2016. (Mike Stilman Award).
- 19 Yuki Asano, Youhei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 9 名: Human Mimetic Musculoskeletal Humanoid Kengoro toward Real World Physically Interactive Actions, in Proceedings of the 2016 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, pp.876-883, 2016. (Best Interactive Paper Award Finalist).
- 20 Yuki Furuta, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 3 名: Transformable Semantic Map Based Navigation using Autonomous Deep Learning Object Segmentation, in Proceedings of the 2016 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, 2016.
- 21 Iori Kumagai, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 2 名: Achievement of localization system for humanoid robots with virtual horizontal scan relative to improved odometry fusing internal sensors and visual information, in Proceedings of The 2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.666-673, 2016.
- 22 Toyotaka Kozuki, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 4 名: Skeletal Structure with Artificial Perspiration for Cooling by Latent Heat for Musculoskeletal Humanoid Kengoro, in Proceedings of The 2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.2135-2140, 2016.
- 23 Yuta Kojio, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 4 名: Walking Control in Water Considering Reaction Forces from Water for Humanoid Robots with a Waterproof Suit, in Proceedings of The 2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.658-665, 2016. (IEEE Robotics and Automation Society (RAS) Japan Chapter Young Award).
- 24 Shintaro Noda, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba: Redundancy Embedding for Search Space Reduction using Deep Auto-Encoder: Application to Collision-Free Posture Generation, in Proceedings of The 2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.3698-3705, 2016. (IEEE Robotics and Automation Society (RAS) Japan Chapter Young Award)
- 25 Noriaki Takasugi, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 1 名: Real-Time Skating Motion Control of Humanoid Robots for Acceleration and Balancing, in Proceedings of The 2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.1356-1363, 2016.
- 26 Kohei Kimura, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba: Tricycle Manipulation Strategy for Humanoid Robot Based on Active and Passive Manipulators Control, in Proceedings of The 2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.5797-5804, 2016.
- 27 Masaki Murooka, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 1 名: Planning and Execution of Groping Behavior for Contact Sensor based Manipulation in an Unknown Environment, in Proceedings of The 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.3955-3962, 2016.
- 28 Yuki Furuta, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 1 名: Self-improving Robot Action Management System with Probabilistic Graphical Model based on Task Related Memories, in Proceedings of the 14th International Conference on Intelligent Autonomous Systems, 2016.
- 29 Yohei Kakiuchi, Ryohei Ueda, Iori Kumagai, Shunichi Nozawa, Kei Okada, Masayuki Inaba: Evaluation-controlling Mechanism of Perception, Planning, and Execution for a Life-Sized Humanoid Robot, in Proceedings of the 2016 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, 2016.
- 30 Wesley P. Chan, Masayuki Inaba 他 2 名: Characterization of Handover Orientations used by Humans for Efficient Robot to Human Handovers, in Proceedings of The 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2015.
- 31 Kunio Kojima, Kei Okada, Masayuki Inaba 他 1 名: Shuffle Motion for Humanoid Robot by Sole Load Distribution and Foot Force Control, in Proceedings of The 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.2187-2194, 2015. (IEEE

- Robotics and Automation Society (RAS) Japan Chapter Young Award)
- 32 Yuki Asano, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他4名: Spine Balancing Strategy Using Muscle ZMP on Musculoskeletal Humanoid Kenshiro, in Proceedings of The 2015 International Symposium on Robotics Research, pp.1-16, 2015.
 - 33 Soichi Ookubo, Kei Okada, Masayuki Inaba 他3名: Learning Nonlinear Muscle-Joint State Mapping Toward Geometric Model-Free Tendon Driven Musculoskeletal Robots, in Proceedings of the 2015 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2015), pp.765-770, 2015.
 - 34 Iori Kumagai, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他3名: Achievement of Recognition Guided Teleoperation Driving System for Humanoid Robots with Vehicle Path Estimation, in Proceedings of the 2015 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2015), pp.670-675, 2015.
 - 35 Kanae Kochigami, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他3名: Walking Together Hand in Hand: Design and Evaluation of Autonomous Robot System That a Robot Recognizes Moving Direction with a Child's Assistance of Pulling Its Hand, in Proceedings of the 2015 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, pp.738-743, 2015.
 - 36 Shintaro Noda, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba 他2名: Generating Whole-body Motion Keep Away From Joint Torque, Contact Force, Contact Moment Limitations enabling Steep Climbing with a Real Humanoid Robot, in Proceedings of The 2014 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.1775-1781, 2014.
 - 37 Masaki Murooka, Shunichi Nozawa, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, Masayuki Inaba: Manipulation Strategy Decision and Execution Based on Strategy Proving Operation for Carrying Large and Heavy Objects, in Proceedings of The 2014 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.3425-3432, 2014. (Best Conference Paper Award, IEEE Robotics and Automation Society (RAS) Japan Chapter Young Award, Best Manipulation Paper Award Finalist).

[図書](計1件)

Masayuki Inaba and Peter Corke, Robotics Research, The 16th International Symposium ISRR, Springer, 2016.

[その他]

ホームページ <http://www.jsk.t.u-tokyo.ac.jp/research/projects/kibans2014.html>

6. 研究組織

研究分担者氏名: 岡田 慧

ローマ字氏名: OKADA, Kei

所属研究機関名: 東京大学

部局名: 大学院情報理工学系研究科

職名: 教授

研究者番号: 70359652

研究分担者氏名: 垣内 洋平

ローマ字氏名: KAKIUCHI, Yohei

所属研究機関名: 東京大学

部局名: 大学院情報理工学系研究科

職名: 特任准教授

研究者番号: 70501328

研究分担者氏名: 矢口 裕明

ローマ字氏名: YAGUCHI, Hiroaki

所属研究機関名: 東京大学

部局名: 大学院情報理工学系研究科

職名: 特任講師

研究者番号: 00568155

研究分担者氏名: 野沢 峻一

ローマ字氏名: NOZAWA, Shunichi

所属研究機関名: 東京大学

部局名: 大学院情報理工学系研究科

職名: 特任講師

研究者番号: 80707620

研究分担者氏名: 浅野 悠紀

ローマ字氏名: ASANO, Yuki

所属機関名: 東京大学

部局: 大学院情報理工学系研究科

職名: 助教

研究者番号: 40783080

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。