

令和 3 年 5 月 17 日現在

機関番号：14101
 研究種目：基盤研究(B) (一般)
 研究期間：2015～2019
 課題番号：15H02929
 研究課題名(和文) 弱い力による「誘発」に着目した動作教示手法の提案と一般手法に対する多次元比較

 研究課題名(英文) Proposal of a novel motion-instruction scheme employing weak force-induced voluntary movements and multi-dimensional comparison with ordinary schemes

 研究代表者
 野村 由司彦 (NOMURA, YOSHIHIKO)

 三重大学・工学研究科・リサーチフェロー

 研究者番号：00228371
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,100,000円

研究成果の概要(和文)：機械を用いてスポーツや身体的技芸などの動作を学習者に教示する方法を比較した。教示法は、従来の Indicate：運動非惹起刺激による随意運動の示唆， Enforce：強い外力での不随意運動の強制，提案法に加え，提案の Induce (trigger)：弱い外力による随意運動の誘発．提案法 Cooperate：中ぐらゐの外力と随意運動とで運動に必要なパワーを分担する共動である．特性関与因子は，(a)人と機械のパワー動員比，(b)ヒトが動員する感覚，(c)誤差フィードバックの有無と態様，(d)筋活性因子，(e)運動主体感因子など，動作教示特性は動作再現性能や動作学習効率などとした．

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の動作教示法は，運動の示唆(ビデオ学習のような，機械が学習者の非運動感覚を介して随意運動を示唆)や，運動の強制(外殻型パワードスーツのように，機械が大きな力学的パワーを発揮して不随意運動を強制)であった．これに対して，本研究では，新たに 随意運動の誘発(教示システムが弱い力を伝えることで，意識的な運動を学習者に「誘発」させる)や 随意運動の共動(教示システムと学習者が相補的に力を発揮して運動)を提案し，より効率的，効果的な動作教示法の開発に資する．

研究成果の概要(英文)：Four kinds of machine-based motion instruction methods were examined and compared.

The methods were "indicate"; non-force stimuli indicate motions to learners, "induce (trigger)"; weak external forces induce learners to move their body parts intentionally, "cooperate": both the machine and learner cooperatively move learner's body parts, and "enforce"; external forces enforce passive motions on learners.

The explanatory factors were (a) a power-charge ratio between man and machine, (b) man-employed sensations, (c) with/without error-feedback, (d) with/without muscle activities, and (e) a sense of initiative for motions, and the objective factors, i.e., the motion-instruction performance measures were motion reconstruction accuracies, and motion learning efficiencies.

研究分野：ヒューマン・インターフェース

キーワード：ヒューマン・インターフェース 動作学習 力学的インタフェース 教育工学 認知科学 動作教示

1. 研究開始当初の背景

まず、動作の教示と言えば、ビデオのような視覚的刺激など、運動代替感覚(求心性)を介して動作を示し、知覚させる手法が代表的である。これは、「随意運動の示唆(教示システムが運動代替感覚を通して学習者に随意運動を示唆)」に着目した“人中心の教示”であり、人から見れば“能動的な学習”となる。しかし、この枠組みでは、運動代替感覚を通して動作を教示するものである点で限界がある。

その他、運動感覚を通じて動作を教示する方式が、最近のロボット工学の発達の中で、多く試みられるようになってきた。この枠組みは、運動の能力の向上や機能訓練の補助など、産業応用、福祉によく応用されている。例えば、外殻型のロボットシステムであるパワードスーツは、それを着込んだ人の歩行動作や持上げ動作を補助する。それ以外の用途として、最近では、大きな力をかけることによって運動を強制し、もって動作を教示するものも提案されるようになってきた。これらは、「不随意運動の強制(教示システムが、力学的に大きなパワーを発揮して不随意運動を「強制」する)」に着目した“ロボット中心の教示”であり、人から見れば“受動的な学習”となる。受動的学習の場合、学習のパフォーマンスは上記の能動的な学習に劣ると考えられる。能動的であることが受動的であることに比して、知覚性能や学習性能が劣るとの知見は、数多く示されている。

これらに対して、本研究の枠組みは、これらの二つの従来の枠組みの利点、すなわち、“運動感覚を通じた動作の教示”、および“能動的な学習”を組み合わせようとするものであり、“学習者に、スポーツや身体的技芸などの動作を機械的に教示する枠組みとして、随意運動の誘発(教示システムが弱い力を伝えることで、意識的な運動を学習者に「誘発」させる)、および中ぐらいの外力と随意運動とで運動に必要なパワーを分担する「共動」に着目している。

2. 研究の目的

(1) 弱い力をかけたときの外力、外的圧力、および運動の受動的変化への知覚特性解明：(a)個別の刺激に対する知覚性能(主観的当価値、閾値や丁度可知差異など)、(b)複数の刺激に対する知覚性能(直列的な系統、例えば、手・肘・肩の3関節、あるいは並列的な系統、例えば、右腕と左腕を同時に刺激するなど)

(2) 弱い力による誘発、および中ぐらいの外力と随意運動とで運動に必要なパワーを分担する「共動」により動作教示のできる外骨格型ロボットの開発(手・肘・肩の3関節7自由度の個別システムの開発。)

(3) 提案の弱い力による随意運動の「誘発」、および中ぐらいの外力と随意運動とで運動に必要なパワーを分担する「共動」の他、従来の随意運動の「示唆」、不随意運動の「強制」も含め、動作教示特性を調べる。具体的には、援用感覚、教示物理量などの説明変数、動作の再現精度、学習の効率速度などの目的変数等、多様な因子に着目して、多次元的視点で教示特性を比較する。

3. 研究の方法

H27年度、H28年度:

触覚による運動の示唆(Indicate)：指先滑り覚を介して滑り速度を提示する「指触覚イ

インタフェース」, アクティブホイールマウスを用い, さまざまな形状のホイールを用いた知覚特性を比較した.

また, 骨格型 2 リンク肘関節屈曲アクチュエータについては, 誘発(Induce) : 受動的運動条件の下で, 外力による速度変化の知覚に関する閾値などを調査した. 共動(Cooperation) : 等速で移動する参照点からの偏差に比例する外力を受けて, 随意運動を行う条件の下で, 共動が実現できることを確認した. 強制(Enforce) : 同じく, 等速で移動する参照点からの偏差に比例する外力により受動的運動を行わせる強制動作が実装できることを確認した. 動作知覚特性の評価対象は, 「位置制御による受動的動作としての屈曲動作の途中で速度が変化する動作」であり, 速度変化の知覚の閾値(絶対閾と丁度可知差異(just noticeable difference, JND))を測定した. 検討では, 筋活性度の 3 条件, すなわち屈曲筋高活性度条件, 伸展筋高活性度条件, 筋不活性条件を考慮した. さらに, 速度変化の知覚をもたらす刺激として, 屈曲速度変化(筋の筋紡錘による伸張/収縮速度覚を通して知覚される), 外力変化(接触部の皮膚受容器による圧覚を通して知覚される), 自己発揮筋力変化(腱の腱紡錘による力覚を通して知覚される)のいずれであるかを聞き取り調査した.

H29 年度, H30 年度:

肘関節屈曲動作, および運筆動作を対象として, 4 つの動作教示手法に関する基本的な知覚特性, および教示特性を調査した. 装置は, これまでの外骨格型 2 リンク肘関節屈曲アクチュエータを 3 リンク肩・肘関節屈曲アクチュエータに発展させた. また, アクティブホイールマウス(指先滑り覚を介した滑り速度提示デバイス)については, ギアボックスを組み込み, これまでより低速での駆動を可能にした. なお, 前年度の肘関節屈曲動作から肘・肩関節の屈曲を複合した手先の動作へと拡張した. これらを用い, 示唆(Indicate) : 視覚による示唆, アクティブホイールマウスによる触覚により示唆された運動の知覚特性, 誘発(Induce) : これまでの運動始動条件に加え, 運動変化にも注目し, 運動覚, および力覚を通しての外力による刺激の知覚の有無に関する閾値, 共動(Cooperation) : 外力を受けながら随意運動を行う条件に注目して, 人と機械のパワー動員比, 運動速度の加速・維持・減速に係る外的刺激の知覚機序, 強制(Enforce) : 受動的運動条件の下で, 外力による速度変化の知覚に関する閾値などを調査した.

なお, 人の運動学習の枠組みを「応答: 装置×FB」の形式により整理した. すなわち, 示唆(Indicate) : V/T×No, 誘発(Induce) : FH×On, 共動(Cooperation) : FH×Off, 強制(Enforce) : RH×Off に関し, 動作学習・再現実験を実施し, それらの特性を明らかにした. ただし, FH; Flexible haptic, RH; Rigid haptic, V/T; Vision/Tactile, No; No FB, On; On-line FB, Off; Off-line FB である.

R1・R2 年度(期間延長):

指触覚インタフェースでの長期学習効果を調べた. その学習戦略は, 1 試行の学習過程を, Step1; 2 次元等速直線運動による目標滑りの被提示・指触覚知覚, Step2; 知覚した滑りを上肢運動で表現だけでなく, Step3; 自ら表現した滑りについて, 被提示・知覚による再認, Step4; 目標滑りの再度の被提示・知覚による自ら表現した滑りと目標滑りとの差異の理解, を追加し, 学習効果の向上を図った.

外骨格型肘関節屈曲 3 リンクアクチュエータを用いた実験については, 上腕三頭筋に関する肘関節屈曲速度変化の JND を測定した.

さらに、肘肩関節屈曲を複合した手先運動の実行の速度について、「ばらつき分散」に基づいて手先運動の速度の性能の関係を調査した。

松葉杖歩行動作学習については、様々な外乱に対処する動作(技能)の学習を支援するシステムを開発し、その有効性を調査した。

4. 研究成果

H27 年度:

アクティブホイールマウスのホイール形状については、凸点付ドラムを選定した。外骨格型 2 リンク肘関節屈曲アクチュエータについては、以下の傾向が観測された。(a)筋不活性条件では、変化前速度の増大、および加速度の減少に伴って、JND は増大(Weber 比は減少)。速度変化知覚の刺激として、屈曲速度が優位であった。(b) 筋活性条件では、速度変化前速度の増大に伴って、および加速度(速度変化の速さ)の減少に伴って、JND は増大(Weber 比は減少)。それに伴い、速度変化知覚の刺激は、自己発揮筋力優位から屈曲速度優位へと変化した。

H28 年度:

アクティブホイールマウスによる触覚による運動の示唆(Indicate)については、7 画までの多画線画が概ね知覚できることを確認した。また、HMD (head mount display) を用いた視覚によるポーズの教示については、視点設定法に関する「頭部連携/マウス連携/キー切替」の 3 水準、視野起点に関する「前方視野起点/後方視野起点」の 2 水準に対する知覚特性を検討する実験を行った。強制(Enforce)については、受動的運動条件の下で、外力による速度変化の知覚に関する閾値などを調査した。その結果、時々刻々の速度変化(すなわち加速度)ではなく、トータルとしての速度変化(すなわち最終的な速度変化量)が重要であることを見出した。

H29 年度, H30 年度:

人の運動学習の枠組みについて、これまでの「刺激への応答」に加え、新たな視点、「目標運動の提示装置」、および「動作の誤差のフィードバック」を加え、人の運動学習の枠組みを以下のように再編した。

「刺激への応答」: 示唆(Indicate): 装置動力 0%・筋活性あり・運動主体感あり。誘発(Induce): 装置動力あり・筋活性あり(時系列的変動, 大・負値あり)・運動主体感小。共動(Cooperation): 装置動力あり・筋活性あり(時系列的変動, 大・負値あり)・運動主体感あり。強制(Enforce): 装置動力 100%・筋活性なし(ありも可)・運動主体感なし

「目標運動の提示装置」: FH (Flexible haptic); バックドライバビリティーのある低剛性な(比較的 low output)サーボモータによる運動覚・力覚情報の提示。これは、一般に、動作教示に利用されていない特色ある方式。RH(Rigid haptic); バックドライバビリティーのない高剛性な(十分に大出力な)サーボモータによる運動覚・力覚情報の提示。これは、一般に、動作教示に利用されている方式。V/T (Vision/Tactile); 視覚/触覚情報の提示。

「動作の誤差のフィードバック」: No (No FB); 運動主体感あり。On (On-line FB); 動作中、時々刻々、誤差を認識すると同時に誤差を修正する。運動主体感なし。Off (Off-line FB); 動作全体を通して誤差を認識し、次の動作で FB された誤差を修正する。運動主体感あり。

さらに、動作学習・再現実験を実施し、それらに関する基本的な特性として、以下の結果

を得た。

示唆：アクティブホイールマウスを用いた触覚を介しての線画提示戦略として、After-Recognition Go Strategy（滑り知覚の後にマウス走査）と While-Perceiving Go Strategy（滑り知覚しながらマウス走査）を提案し、前者が優れていることを示した。視覚による動作教示に関して、手の動作への応答特性を調べたところ、注視点が唯一であることから注視可能な片手動作では前方/側方/後方視野の間でさほど違いはなかったのに対し、注視点が二つあって注視困難な両手動作においては後方視野が著しく優れていることを見出した。

誘発、共動：モータのバネ剛性を変えた時の筋活動や軌道などの応答特性を比較し、FH × On と RH × On の設計指針を与えた。

強制：動作途中、速度が躍度最小軌道または等加速度で変化するときの速度知覚の JND を調査した。

R1・R2 年度（期間延長）:

指触覚インタフェースでの長期学習効果については、1 日当たり 1 時間訓練 + 30 分休憩を 8 日間、試行を繰り返す長期訓練の結果、速さ・角度の知覚/再現性能が改善された。その一方で、時間については訓練効果が認められなかった。これは、長年の経験の結果、変容し難い時間経過の感覚が体得されていることによると考えられる。

外骨格型肘肩関節屈曲 3 リンクアクチュエータによる上腕三頭筋に関する肘関節屈曲速度変化の JND については、低筋活性・運動主体感あり(外力なし・短縮性収縮)、高筋活性・運動主体感あり(2N・m 外力あり・短縮性収縮)、高筋活性での運動主体感なし(2N・m 外力あり・伸張性収縮)なる 3 条件で JND を調査した。その結果、3 条件の JND に有意差が認められないことを確認した。

さらに、肘肩関節屈曲を複合した手先運動の実行の速度について、(a)受動的な運動単独での知覚、(b)能動的な運動単独での実行、(c)受動的運動知覚から能動的運動実行に至る知覚・実行の 3 条件で「ばらつきの分散」を調査した結果、いずれもウェーバー則に従った。また、実行の分散は知覚の分散に比べて小さかった。さらに、知覚・実行の分散は知覚および実行、それぞれを単独で行ったときの分散の和に概ね一致した。

松葉杖歩行動作学習については、振り子式トルク発生装置により歩行に物理的外乱を与えるシステムにより歩行乱れ修復動作の学習が支援できること、および HMD を介して障害物を提示するシステムにより障害物回避動作の学習が支援できることを、明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Naoaki Tsuda, Seiya Miyamoto, Yukiya Kado, Sojiro Uemura, Yoshihiko Nomura, Norihiko Kato	4. 巻 26
2. 論文標題 Design of a pendulum-type crutch-walk training device for presenting sensation to be falling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Artificial Life and Robotics	6. 最初と最後の頁 195-201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 勝田 洸紀, 野村 由司彦, 加藤 典彦, 稲垣 慎一	4. 巻 85
2. 論文標題 指触覚による滑り知覚と自己受容感覚によるストローク再現の: 利手/非利手への割当の比較	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本機械学会論文集	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshihiko Nomura, Shinichi Inagaki, Norihiko Kato, Tokuhiko Sugiura	4. 巻 12-3&4
2. 論文標題 Perceptual and Reproductive Learning for Line Drawing Strokes Using Active Wheel-Based Finger Tactile Interface	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal on Advances in Intelligent Systems	6. 最初と最後の頁 220-228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takaaki YASUI, Fumihiko AKATSUKA, Yoshihiko NOMURA and Tokuhiko SUGIURA	4. 巻 5
2. 論文標題 Human velocity-change perceptual characteristics in passive movements of shoulder and/or elbow joint	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the JSME, Mechanical Engineering Letters	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fumihiko Akatsuka, Yoshihiko Nomura, Tokuhiko Sugiura, and Takaaki Yasui	4. 巻 1-11
2. 論文標題 An exoskeletal motion instruction with active/passive hybrid movement - Effect of stiffness of haptic-device force feedback system -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Artificial Life and Robotics,	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshihiko Nomura, Yoshiaki Kashino, and Tokuhiko Sugiura	4. 巻 11-3&4
2. 論文標題 Line-Drawing Presentation Strategy with an Active-Wheel Mouse : After-Recognition-Go Strategy vs. While-Perceiving Go Strategy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal on Advances in Intelligent Systems	6. 最初と最後の頁 290-298
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 野村 由司彦, 櫻野 芳明, 大池 慧	4. 巻 83
2. 論文標題 アクティブホイール式指触覚インタフェースの提案及びその滑り提示性能	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本機械学会論文集	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshihiko Nomura, Hirotsugu Kato	4. 巻 9(2)
2. 論文標題 Raised-dot slippage perception on a fingerpad using an active wheel device	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Alternative Medicine Research	6. 最初と最後の頁 221-226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshihiko Nomura, Hiroaki Fukuoka, Ryota Sakamoto and Tokuhiro Sugiura	4. 巻 5-77
2. 論文標題 Motion Instruction Method Using Head Motion-Associated Virtual Stereo Rearview	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Technologies	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計38件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 Tatsunosuke Ikeda, Yoshihiko Nomura, Ryota Sakamoto
2. 発表標題 Both-hands motion recognition and reproduction characteristics in front/ side/ rear view
3. 学会等名 2019 IS&T International Symposium on Electronic Imaging (EI 2018) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takaaki Yasui, Fumihiro Akatsuka, Yoshihiko Nomura, Tokuhiro Sugiura
2. 発表標題 An effect of minimum-jerk acceleration on arm velocity-change perception
3. 学会等名 2018 12th France-Japan and 10th Europe-Asia Congress on Mechatronics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takaaki Yasui, Fumihiro Akatsuka, Yoshihiko Nomura, Tokuhiro Sugiura
2. 発表標題 An effect of acceleration on passively-changed arm-velocity perception
3. 学会等名 The ASME-JSME ISPS-MIPE2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takaaki Yasui, Fumihiro Akatsuka, Yoshihiko Nomura, Tokuhiko Sugiura
2. 発表標題 Comprehensive evaluation of velocity-change perception on elbow passive movement
3. 学会等名 24th International Symposium on Artificial Life and Robotics AROB 24th (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takaaki Yasui, Fumihiro Akatsuka, Yoshihiko Nomura, Tokuhiko Sugiura, and Norihiko Kato
2. 発表標題 Comparison of active/passive motor learning characteristics with vision/haptic feedback
3. 学会等名 24th International Symposium on Artificial Life and Robotics AROB 24th (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshihiko Nomura, Yoshiaki Kashino, Koki Katsuta, Tokuhiko Sugiura
2. 発表標題 Line Drawing Perceptual Characteristics for the Number of Strokes Using an Active-Wheel Mouse
3. 学会等名 ACHI 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森川 亜美 (和歌山高専専攻科), 津田 尚明 (和歌山高専), 野村 由司彦, 加藤 典彦
2. 発表標題 圧覚を用いた書道の運筆動作の予測教示
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fumihiko Akatsuka, Yoshihiko Nomura, and Tokuhiko Sugiura
2. 発表標題 Velocity change perceptual characteristics in passive elbow flexion movement
3. 学会等名 The 23rd International Symposium on Artificial Life and Robotics 2018 (AROB 23rd 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ami Morikawa, Naoaki Tsuda, Yoshihiko Nomura, Norihiko Kato
2. 発表標題 Double Pressure Presentation for Calligraphy Self-training
3. 学会等名 HRI '17- Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshihiko Nomura, Hiroaki Fukuoka, Ryota Sakamoto and Tokuhiko Sugiura
2. 発表標題 Motion Instruction Method Using Head Motion-Associated Virtual Stereo Rearview
3. 学会等名 Digital Library Proceedings of PETRA 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Naoaki Tsuda, Ami Morikawa, Yoshihiko Nomura, and Norihiko Kato
2. 発表標題 Pressure Presentation Strength for Calligraphy Brushwork Instruction
3. 学会等名 Proc. 2017 IEEE International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors (IRIS2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fumihiro Akatsuka, Yoshihiko Nomura, Tokuhiko Sugiura, and Takaaki Yasui
2. 発表標題 An exoskeletal motion instruction with active/passive hybrid movement -Haptic-device force is applied to voluntarily-moving musculoskeletal system -
3. 学会等名 The 23rd International Symposium on Artificial Life and Robotics 2018 (AROB 23rd 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shin Kinoshita, Yoshihiko Nomura, Ryota Sakamoto, Tokuhiko Sugiura
2. 発表標題 Recognition and reproduction performance of hand motions with HMD-based motion learning method
3. 学会等名 Proc. 2018 IS&T International Symposium on Electronic Imaging (EI 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ami Morikawa, Naoaki Tsuda, Yoshihiko Nomura, Norihiko Kato
2. 発表標題 Attending and Observing Robot for Crutch Users
3. 学会等名 HRI '17- Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshihiko Nomura, Yoshiaki Kashino, Tokuhiko Sugiura
2. 発表標題 Line-Drawing Presentation Strategies with an Active-Wheel Mouse
3. 学会等名 Proc. ACHI 2018 : The Eleventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森川 亜美, 嶋田 胡太郎, 津田 尚明, 野村 由司彦, 加藤 典彦
2. 発表標題 書道独学練習システムにおける圧覚提示の強度
3. 学会等名 Proceedings of the 2017 JSME Conference on Robotics and Mechatronics
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 勝田 洸紀, 野村 由司彦, 杉浦 徳宏, 櫻野 芳明
2. 発表標題 アクティブホイール式指触覚インタフェースを用いた線画教示
3. 学会等名 日本機械学会2017年度年次大会講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安井貴昭, 野村由司彦, 杉浦徳宏, 赤塚史洋
2. 発表標題 "ヒトの上肢他動運動における速度変化の知覚特性：速度変化モードとの関係 "
3. 学会等名 日本機械学会2017年度年次大会講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安井 貴昭, 赤塚 史洋, 野村 由司彦, 杉浦 徳宏
2. 発表標題 強制的教示による動作学習における筋活動の効果
3. 学会等名 2017年度日本機械学会東海支部総会講演会予稿集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 勝田 洸紀, 野村 由司彦, 杉浦 徳宏
2. 発表標題 アクティブホイール式指触覚インタフェースを用いた提示・回答手法の研究
3. 学会等名 2017年度日本機械学会東海支部総会講演会予稿集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森井秀幸, 坂本良太, 野村由司彦
2. 発表標題 深層学習による麻酔科医の気管挿管手技熟練度判定
3. 学会等名 IIP2018演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 榎野芳明, 野村由司彦
2. 発表標題 先触覚刺激装置を用いた線画提示
3. 学会等名 IIP2017 情報・知能・精密機器部門 (IIP部門) 講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森川 亜美, 嶋田 胡太郎, 津田尚明, 野村由司彦, 加藤典彦
2. 発表標題 圧覚提示を用いた書道独学練習システムの開発
3. 学会等名 2016年度日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 榎野芳明, 野村由司彦
2. 発表標題 ホイール回転による指腹部滑りの知覚特性
3. 学会等名 日本機械学会2016年度年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 福岡広晃, 野村由司彦, 坂本良太
2. 発表標題 運動スキルを上達させる視覚ベース動作教示
3. 学会等名 日本機械学会2016年度年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ami Morikawa, Naoaki Tsuda, Yoshihiko Nomura, Norihiko Kato
2. 発表標題 Self-Training System of Calligraphy Brushwork
3. 学会等名 The 2017 Conference on Human-Robot Interaction (HRI2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fumihiro Akatsuka, Yoshihiko Nomura
2. 発表標題 The acceleration effect to the perception of velocity difference in passive elbow flexion movement
3. 学会等名 Intelligent Robotics and Industrial Applications using Computer Vision 2017 (EI 2017): (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fumihiro Akatsuka and Yoshihiko Nomura
2. 発表標題 VELOCITY DIFFERENCE PERCEPTION BY PROPRIOCEPTOR IN ELBOW FLEXION MOVEMENT
3. 学会等名 the 23rd Tri-U International Joint Seminar and Symposium (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yoshihiko Nomura, Satoshi Oike
2. 発表標題 Active-Wheel Mouse for Human-Computer Interface: Slippage-Perception Characteristics on Fingerpad
3. 学会等名 Proc. of 10th International Conference, UAHCI 2016, Part II Part of HCI International 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Naoaki Tsuda, Sho Ozak, Yoshihiko Nomura and Norihiko Kato
2. 発表標題 Hand motion training system by inducing pressure presentation
3. 学会等名 12th IASTED International Conference Biomedical Engineering (BioMed 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Naoaki Tsuda, Hiroumi Funatsu, Noboru Ise, Yoshihiko Nomura and Norihiko Kato
2. 発表標題 Measurement and Evaluation of Crutch Walk Motions by Kinect Sensor
3. 学会等名 2015 JSME-IIP/ASME-ISPS Joint Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Shin Kinoshita, Yoshihiko Nomura and Yoshiaki Kashino
2. 発表標題 COMPARATIVE STUDY OF ACTIVE AND PASSIVE MOTION LEARNING SCHEME WITH HAPTIC INFORMATION
3. 学会等名 2015 JSME-IIP/ASME-ISPS Joint Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 大池 慧, 野村 由司彦, 木下 真
2. 発表標題 アクティブホイールマウスにおける指腹部滑り知覚特性
3. 学会等名 日本機械学会2015年度年次大会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 小林 龍太郎, 坂本 良太, 野村 由司彦
2. 発表標題 簡易モーションキャプチャによる投球動作抽出システム
3. 学会等名 シンポジウム：スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2015
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 赤塚史洋, 野村 由司彦
2. 発表標題 肘関節強制屈曲運動における速度知覚特性
3. 学会等名 日本機械学会東海支部第65期総会講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Sojiro Uemura, Seiya Miyamoto, Naoaki Tsuda, Yoshihiko Nomura, and Norihiko Kato
2. 発表標題 Design of Pendulum-type Falling Sensation Device for Crutch Walk Training
3. 学会等名 25th International Symposium on Artificial Life and Robotics AROB 24th (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuya Ehiro, Naoaki Tsuda, Yoshihiko Nomura, and Norihiko Kato
2. 発表標題 AR training for obstacle avoidance of crutch walk
3. 学会等名 25th International Symposium on Artificial Life and Robotics AROB 24th (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Rio Sugiyama, Naoaki Tsuda, Yoshihiko Nomura, Norihiko Kato
2. 発表標題 Lumbar Posture Correction by Vibratory/Auditory Stimulation
3. 学会等名 Proc. ISAECT 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Yoshihiko Nomura and Hirotsugu Kato (分担執筆8ページ)	4. 発行年 2016年
2. 出版社 Nova Science Publishers	5. 総ページ数 206
3. 書名 Recent Advances on Using Virtual Reality Technologies for Rehabilitation	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	津田 尚明 (Tsuda Naoaki) (40409793)	和歌山工業高等専門学校・知能機械工学科・准教授 (54701)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	加藤 典彦 (Kato Norihiko)		
研究協力者	松井 博和 (Matsui Hirokazu)		
研究協力者	杉浦 徳宏 (Sugiura Tokuhiko)		
研究協力者	坂本 良太 (Sakamoto Ryota)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関