

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 5 月 31 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26280074

研究課題名(和文) ライフログに基づくe-コーチングのための技能ログ分析

研究課題名(英文) Skill log analysis based on life-logging data for e-coaching

研究代表者

間瀬 健二 (KENJI, MASE)

名古屋大学・情報学研究科・教授

研究者番号：30345855

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円

研究成果の概要(和文)：ものづくりやスポーツの効果的な指導法の実現には技能評価方法の開発が重要である。そのためには、技能ログに自動的に注釈をつけ、分類し、要約する手法が望まれる。そこで、技能者の一人称映像、視線、視座、対象の位置・属性情報などを組み合わせたマルチモーダルデータをもちいた技能記録データの分節化と、映像要約技術を開発した。主に水彩画描画作業、サッカーコーチによる指導、サッカーの多視点視聴履歴を対象としてパターン認識および分析の技術開発を実施し効果を検証した。また、スポーツリハビリ、障害予防の観点から、体幹の安定性と身体動作との関連性を分析し、試作した布センサによるフィードバックの有効性を確認した。

研究成果の概要(英文)：Development of skill evaluation methods are very necessary to realize effective coaching in manufacturing and sports. Technologies of annotating, clustering and summarizing the performance log data are required for such skill evaluations with help of information technologies. We have developed segmentation and summarization methods of such performance log using multimodal data of first-person video, gaze, viewing position, object position and their attributes, etc. Water-painting process, soccer coaching, and multi-video soccer game viewing logs are used for the pattern recognition and analysis technology developments and evaluations. Experiments showed the effectiveness of the proposed methods. Also, we have analyzed the relationship between the body core stiffness and the body flexibility/stretch such as bowing for sport rehabilitation and injury prevention. We have demonstrated the effectiveness of our developing textile stretch sensor for visual feedback of physical exercise.

研究分野：マルチモーダルインタフェース

キーワード：人間情報学 ヒューマンインタフェース インタラクション マルチモーダルインタフェース ライフログ コーチング 多視点映像 一人称視点映像

## 1. 研究開始当初の背景

スマートフォンやモーションセンサ等の爆発的普及により、日常活動ログからの職場行動の分析や食事ログなど、生活の一部に焦点を当てたライフログの実利用が進んでおり、行動認識などの研究が盛んである。また、一人称視点やウェアラブルセンサを用いた主観的体験の記録と共有は、今後さらに注目を浴び、ライフログにもとづくサービスの研究も盛んとなると予想される。これらの技術は、スポーツ、ものづくり、医療およびリハビリ分野への応用など、広い範囲の社会的貢献も期待されている。

このような体験記録データは、様々な技能にかかわる行動ログとして、技能の評価・改善が可能である。しかしながら、評価分析対象のデータの自動抽出はまだまだ困難なため手動での切り出しに頼ることがある程度必要である。さらに、技能レベル評価方法は評価指標の試行錯誤で特定するなど、人的コストが高い。そのため、継続的な大規模データに基づく経年的な技能向上度合の評価や、選手・技能者間の比較の手法が確立されていない。

今後、ものづくり技能やスポーツはセンサデータの分析が進むであろう。その際、大量の技能ログが収集可能である現状を踏まえると、効果的な指導法の実現には経年的な技能獲得評価方法の開発が重要である。そのためには、長時間の技能ログに自動的に注釈をつけ、分類する手法が喫緊に望まれる。また、それらのデータを閲覧して分析をし、振り返りの支援をするためには、技能映像の多視点的な記録と視聴支援 [1][2] も不可欠である。それらを可能とする、映像やログの要約を行う自動編集編集の技術の研究開発が必要である。

本研究課題では、技能を記録したライフログの分析による、e-コーチングに資する技術の研究開発を実施する。

(引用文献)

[1] Mase, K. et.al, "Socially-assisted Multi-view Video Viewer", ICMI2011, pp. 319-322, Alicante, Spain, 2011.10.

[2] Mase, K. et.al.: Ubiquitous Experience Media, IEEE Multimedia, 2006.

## 2. 研究の目的

本研究では、第1に、技能ログのパターン認識により、大量の技能ログデータから対象とする技能のスポッティング、技能種別の識別、技能者(群)の特定、および技能の質の評価を行う技術を研究開発する。第2に、マルチモーダルな技能ログ収集環境から得られたデータを分節化する技術を研究する。これらの組合せによって、技能系列の分析や、同一技能の技能者間比較、訓練効果比較などが大規模に実施できるようになる。

本研究で対象とする技能は、我々がこの数年実践的にデータを収集してきた分野として、ものづくり技能とその指導法、スポーツリハビリ指導法、スポーツコーチの技能、映像編

集技能を当初の分析対象の技能ログとした。とりわけ、大規模データの自動編集の対象としては、サッカーの多視点撮影映像からの自動視点選択をとりあげた。

ものづくり技能について、我々は、やすりがけに長年着目してきたが、今回は、多彩な手技と観察眼を使いこなす、「段取りの組み立て技能」ともいべき技に着目して、機械組み立てと水彩描画を対象とした。

一方、映像編集技能は、身体技能というより知識に基づく技能であるが、映像対象への理解と大局的な観点からの素材に対する興味や感性が技能評価の貴重ながかりとなる。そこで、映像編集履歴からの機械学習による自動編集に寄与する特徴を探索した。また、コーチらの指導時のデータ注目の様子を観察して何らかのパターンを見つけ出すこととした。これらの特徴やパターンが、いずれ技能として形式化できるという仮説のもと実験による評価を目指した。

体幹の使い方と鍛え方についてはスポーツリハビリ・障害予防の専門家(清水)の参画によりバイオメカニクスの知見をもとに分析評価を進め、対象スポーツ競技の技能発出との関連性を調べることを目指した。

## 3. 研究の方法

(1) ものづくりの技能ログを収集・分析し、技能パターンをスポッティング、技能分類、技能比較を試みる。まず、技能訓練の実フィールドにおいて、機械組み立て作業を記録し、一人称視点および視線データからの作業空間再構成を試み、課題抽出を行った。次に、技能分類技術検証のため、水彩画の作画作業を収集して、作業パターンマルチモーダル分析を行い、長時間作業の分節化技術の開発と、技能比較への有効性を確認した。

(2) データ(映像)編集要約を可能とする技術を、機械学習技術を中心に開発する。具体的には、i)映像中の動作認識基礎技術の開発、ii)多視点撮影によるサッカー試合コンテンツの自動編集技術、iii)サッカーコーチの視線分析によるゲームコーチングにおける視線配布の特徴分析、を実施した。

(3) 体幹の使い方と鍛え方について、スポーツリハビリ・障害予防の観点から、バイオメカニクスの知見をもとに分析評価を進めた。腰椎後弯、腹囲を自主開発の布センサで測定し、お辞儀動作やバードドッグ動作など体幹の安定性との関連性を調べ、布センサによるフィードバックの有効性を確認した。

## 4. 研究成果

(1) ものづくり技能のe-コーチング

まず、課題の焦点を絞るために、やすり技能訓練中のコーチの視線と発話の関係を分析する目的で、ウェアラブル型のアイカメラを現場で継続的に利用して、訓練中の一人称画像を収集した。現場のコーチらとカンファレンスを持ち、コーチ知の抽出を試みたところ、

視線情報の優位性は確認できたが、映像酔いが酷いため映像ゆれ防止の必要が顕在化し、まずその解決をはかることとした。手始めに一人称視点映像からのパノラマ化を試みた。その後、視野安定化にもとづく視線配布分析により、作業の技能が抽出できるのではないかとの仮説から、アイカメラによる一人称視点映像を手がかりにした分析に傾注した。また、一人称視点映像の分析に着目したことから、作業工程に対する知識などの技能分析の可能性が考えられ、機械組み立て作業訓練の場面を対象とすることとした。まず、Hyperlapse方式を参考にした釘付け視聴方式を検討した。視野における注目箇所が安定化するなど効果を提示できた(右図)。本件は国内シンポジウムでの発表賞を獲得した。



図 一人称映像の釘付け安定化処理

さらに、作業工程の技能抽出に課題をしぼったことから、多数の実験用サンプルを得られる水彩画作画を対象とした。作画時の視線移動の分析を行い、作業状況における興味抽出・可視化方法について検討を進めた。最終的に得られた提案手法では、まず、一般物体検出のアルゴリズムにより検出した一人称映像中の物体と視線の交差情報から作業者の**注視対象**を特定した。一方、視線遷移方向と大きさに応じて、視線遷移状態を表す**視線遷移文字記号**を決定する。この注視対象と視線遷移文字記号の組み合わせを**特徴空間**とし、各特徴空間の出現回数をカウントしたヒストグラムを特徴ベクトルとして抽出する。このようにして抽出した特徴ベクトル集合に対し教師無しクラスタリング手法を適用し、映像シーンを分類した(下図)。また、この分類より得られるクラスタラベルの系列から抽出した系列特徴による映像シーンのクラスタリング



図 水彩画描画シーンのクラスタリング例

を行う手法を提案した。本研究では、水彩画を描く様子を撮影した映像のデータセットに対して、提案する映像シーン分類を適用する実験を行った。また、提案手法によりシーン分類した一人称映像をクラスごとに比較視聴可能なツールを試作し、分類結果の目視確認に用いた。本ツールの試作により、技能の解析・伝承を支援する際のインタフェースの基本設計の確認が可能となった。実験の結果、

定義した6種類の行動ラベルのうちの3種類の分類については、提案する視覚特徴と用いたシーン分類手法での効果を確認することができた。

## (2) 映像要約技術によるe-コーチング

自動編集のための基盤技術としては、動画像における人物動作の識別をおこなうHough変換手法を完成させ、編集のカット点検出手法に一定の成果があった。動作認識手法においては事前知識による予測誤差評価法に新規性のある手法を提案できた。

多視点撮影によるサッカー試合コンテンツの自動編集技術については、試合の状況(サッカーの試合におけるボールの位置)を用いた多視点映像(下図)の編集アルゴリズムを発展させた。同時刻多視点中の候補から最適映像素材を選ぶことは、自由度が増える分、視聴者には選択の手順が増えるというジレンマを与える。



図 10 数台のカメラでサッカーの試合を撮影

そこで、視聴者の視聴パターンを学習して、その視聴者向けのカメラ(映像素材)推薦手法を開発した。まず、興味対象(ボールなど)の軌跡パターンを特徴とする方法を提案し、効果を検証した。サッカーのような広域のスポーツゲームにおいては、ボールなどゲームの中心となる対象の位置(すなわちコンテキスト)によって、視聴の仕方が変わることを利用してコンテキスト依存の視聴推薦手法を考案した。機械学習によってパラメータを最適化すると、視聴者の視聴パターンを6, 7割再現できることを示した。

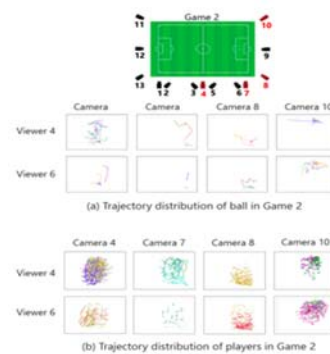


図 カメラ毎のボール移動履歴

また選手やボールなどの**主要興味対象物の移動履歴**

(右図)をもとに、推薦すべき視点遷移の確率過程モデルを機械学習によって獲得する手法を提案し、実験により効果を確認した。

さらに、個性5因子モデルを含む視聴者属性と多視点映像の視点選択傾向の関連性分析を行った。視聴者のサッカーに対する楽しみ方を含むプロフィールなどから個性5因子モデルを当てはめ、視聴者群をクラスタリングする手法を考案した。

視点選択傾向と視聴者群クラスの関係から、推薦効果の高い群と低い群に分けられ、それぞれの適切な推薦方法を設定できることが判

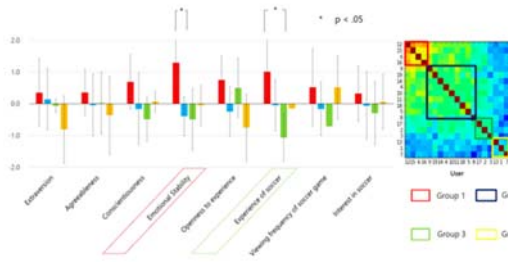


図 個性 5 因子を使った視聴者のクラスタリング

明した (上図). 将来は YouTube などがさらに個別化することを考えると, このような推薦手法が市場で用いられることも十分考えられる.

サッカーのコーチング技能については, 視線データ駆動型の熟練者-初級者比較アルゴリズムを完成し,



図 熟練者の視点(青)は初心者(赤)のようにボールを追っていない

サッカーの試合ビデオに対するコーチの熟練者と初心者それぞれの視線分析 (上図) を行い, 試合の場面によって視線配布が異なることを明らかにして, コーチの技能を評価する手法を提案した. 特に「優れたコーチはボールを目で追わない」と言われていることをデータにより検証し, さらに, ボールを追う代わりに次のプレーに備えているかどうかを視認している様子を観察できた (下図).

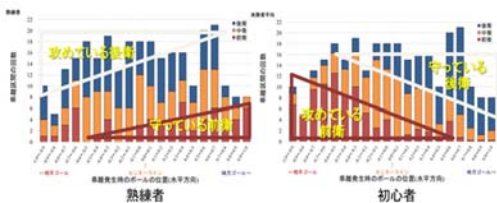


図 熟練者と初心者のポジションごとの味方選手への視線配布

### (3) スポーツリハビリの e-コーチング

試作中の, 導電性繊維を利用した伸縮布センサを用いたコーチングへの応用を念頭に置き, 布センサがヒトの動作の違いをモニターできることを確認した. とりわけ, 腰椎後弯, 腹囲のモニタリングは, 臨床で実際にモニタリング可能であり, 体幹の安定性に関連する動作パターンを区別する手段として有益である可能性を示すことができた. ヒトの動作としては①日常生活におけるお辞儀動作, および②体幹トレーニングとしてのバードドッグ

動作を分析対象とした. 股関節内転は布センサの特性から, 利用困難であることがわかった.

#### ① 日常生活におけるお辞儀動作

四肢を動かさず動作では, あらかじめ体幹固定のフィードフォワード機構が存在する. 我々は, 腹横筋が収縮することが腹圧を高め, 体幹固定を行い, 四肢の筋の起始部である骨盤, 胸郭などを安定させて, 筋収縮を有効に作用させると解釈している. 仮説として我々は, 「お辞儀動作において, 腰痛を有する者は体幹固定に問題があり, 股関節伸筋群の伸張性収縮を有効に行うことができず, 腰椎の後弯が生じやすくなっている」と考えている. 以上を布センサが腰痛の有無によりお辞儀動作の差を明らかに出来るのかを目的とした.



図 お辞儀動作を計測する布センサ

腰痛群として実験を行う日から1ヶ月前までの期間において腰痛があった男性 10 名, 対照群として過去 1ヶ月前までの期間において腰痛がなかった男性 10 名とした. 布センサの装着位置は第 7 胸椎と仙骨とした(右図). 少しの張力を持たせるようにした. お辞儀は異なる指示で 2 回行われた. 1 回目は明確な指示をせず「お辞儀をしてください」と指示をし, お辞儀を行った 2 回目は「体幹を固定し, 股関節を起点にしてお辞儀をしてください」と指示をし, 実験者がデモンストレーションを見せた上でお辞儀を行った.

**結果及び考察** 体幹固定を指示する前のお辞儀動作において有意差は見られなかったが, 体幹固定を指示した後のお辞儀動作においては有意差が見られた( $p=0.004$ ). すなわち, お辞儀動作の屈曲動作の前半に生じる後弯の大きさについては健常者と腰痛者において体幹固定の指示後に有意な差が見られた.

このことから腰痛者では体幹固定の指示により動作パターンに変化は見られないが, 健常者では動作パターンを変化させることができることが示された. 体幹固定を指示した後のお辞儀において健常者ではその意識通りの動作ができたが, 腰痛者では, 体幹固定を指示する前のお辞儀動作から変更ができなかったことが考えられる. 今回の研究では, お辞儀動作のような単純に見える動作においてですら, 体幹固定をするという意識をしても, 腰痛者では意図通りの動作を行うことができなかったことをある程度示すことができたと考えている. このようなことは, 動作を教育するコーチングの場面でも起こりうる. 布センサはパソコン画面でリアルタイムにその変化量を観察できる. このことは動作のパターンを認識することを視覚化して, コーチングなどの応用につながる可能性を有している.

## ② 体幹トレーニングとしてのバードドッグ動作

近年、スポーツ傷害の治療や予防の目的で、体幹の安定性を向上させることが大きく注目され、そのトレーニング方法も散見されるようになった。回旋に対する体幹の安定性には、腹横筋の収縮による腹斜筋群の筋腱複合体の長さの安定化が必要と考えられる。すなわち、体幹の回旋に対する安定性のためには腹壁形態が安定すること、つまり腹囲が安定することが必要であると推測できると考えている。前述した仮説に基づき、腹部形態の変動がないことが、体幹の安定性に寄与しているならば、結果的に骨盤や胸郭の動きも安定していると推測できる。

今回は、より体幹の安定性が求められる回旋に対するトレーニングの1つであるバードドッグ動作(下図)を用い、3次元動作解析システム(以下Vicon)を用いて骨盤の動きを計測した。さらに、布センサを腹部



図 バードドッグ動作での腹囲計測

に装着し、腹部形態の変動を計測した。つまり、「腹囲が安定しているものほど、骨盤の安定性が高い」という仮説を横断的に検証することを目的とする。対象は腰痛、脊椎等の既往・手術歴がない一般健康男性8名である。

**結果及び考察** 胸郭に対する動きも含めて、骨盤前後傾変位量、骨盤最大前傾角度が大きくなるほど、腹囲周径の最大変位量及び総変位量は小さくなった。腹部周径の変位量を、バードドッグ動作における各区間の最大変位量と総変位量のそれぞれに対して、骨盤、胸郭の動きと比較した。これは、動作を行う際の腹部周径の変動パターンとの関係を検討するためである。最大変位量が大きいのことは、仮説で述べた腹斜筋群の筋腱複合体の長さが大きく短縮することになり、出力も大きく低下することが予想され、骨盤の動きが大きくなることが想定される。また、総変位量が大きいのことは、動作の各区間において、常に腹部周径が変動していることを意味するため、腹斜筋群の起始、停止が安定せず、結果的に出力が低下することが考えられる。

本研究の結果からは、最大変位量及び総変位量ともに同様な相関の結果を示していたことから、腹囲周径が大きく変動しても、常に変動していても、一樣に骨盤の動きに相関することが明らかになった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計13件)

- ① Xueting Wang, Kensho Hara, Enokibori Yu, Takatsugu Hirayama and Kenji Mase, "Personal Viewpoint Navigation based on

Object Trajectory Distribution for Multi-view Videos", IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E101-D, No.1, pp.193-204, Jan. 2018.

- ② Xueting Wang, Yu Enokibori, Takatsugu Hirayama, Kensho Hara, Kenji Mase, "User Group based Viewpoint Recommendation using User Attributes for Multiview Videos," ACM Multimedia workshop MUSA2 2017 (ACMMM17), Mountain View, USA, 2017.10.
- ③ Inami, T., Tsujimura, T., Shimizu, T., Watanabe, T., Lau, W. Y., Nosaka, K., Relationship between isometric contraction intensity and muscle hardness assessed by ultrasound strain elastography, Eur J Appl Physiol, 117. 843-852, 2017
- ④ Inami, T., Shimizu, T., The change in muscle hardness after static stretching evaluated by different ultrasound elastography techniques may be equivalent, J Sports Med Phys Fit, 57. 161-162, 2017
- ⑤ Inami, T., Baba, R., Nakagaki, A., Shimizu, T., The relationship between changes in flexibility and total peripheral vascular function in older adults, Gazz Med. Ital. Arch. Sci Med, 175. 496-497, 2016
- ⑥ Kensho Hara, Takatsugu Hirayama, Kenji Mase, "Vote Distribution Model for Hough-based Action Detection", IEICE Trans. on Information and Systems, Vol.E99-D, No.11, pp.2796- 2808, 2016-11.
- ⑦ Xueting Wang, Kensho Hara, Yu Enokibori, Takatsugu Hirayama, Kenji Mase, "Personal Multi-view Viewpoint Recommendation based on Trajectory Distribution of the Viewing Target," ACM Multimedia 2016 (ACMMM 2016), short paper, pp.471-475. (2016/10)
- ⑧ 富安 史陽, Wang Xueting, 間瀬 健二, "ボール-カメラ間の位置関係を用いた広視域角多視点映像のためのカット抽出方法", 画像電子学会論文誌 (IEEEJ), ビジュアルコンピューティング論文特集. Vol.45, No.3, pp.305-317. (2016.7)
- ⑨ Atsushi Iwatsuki, Takatsugu Hirayama, Junya Morita, Kenji Mase, "Skilled Gaze Behaviors Extraction Based on Dependency Analysis of Gaze Patterns on Video Scenes", ACM Symposium on Eye Tracking Research and Applications, Charleston, SC, US, 2016.3.
- ⑩ Yuma Kabeya, Fumiharu Tomiyasu and Kenji Mase, "Semi-automatic Multiple Player Tracking of Soccer Games using Laser Range Finders", The Seventh

- Augmented Human International Conference, Geneva, 2016.2, Poster (Best Poster Award)
- ⑪ Xueting Wang, Takatsugu Hirayama, Kenji Mase, "Viewpoint Sequence Recommendation Method based on Contextual Information for Multi-view Video", IEEE Multimedia, vol.22, no. 4, pp. 40-50, Oct.-Dec. 2015.
- ⑫ Takatsugu Hirayama, Toshiya Ohira, Kenji Mase, "Top-down Visual Attention Estimation Using Spatially Localized Activation Based on Linear Separability of Visual Features," IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E98-D, No.12, pp.2308-2316, 2015.
- ⑬ Kensho Hara, Kenji Mase, "Hough-based Action Detection with Time-warped Voting", 3rd Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR), Nov. 3-6, 2015.
- 〔学会発表〕 (計 28 件)
- ① Yuki Umezawa, Takatsugu Hirayama, Yu Enokibori, Kenji Mase, "Egocentric Video Multi-viewer for Analyzing Skilled Behaviors based on Gaze Object", ACM IUI 2018 Demos and Posters, Tokyo, Japan, 2018.3.
- ② 中宿伸哉, 清水卓也, 布センサによる腹囲周径の変動と体幹・骨盤安定性の関係について, 第 22 回日本体力医学会東海地方会学術集会, 2018 年 3 月
- ③ 間瀬健二, 未来社会における共生インタラクシヨンの科学技術, HCG シンポジウム, 2017.11
- ④ Wataru Hashiguchi, Junya Morita, Takatsugu Hirayama, Kenji Mase, "Proposal and Evaluation of An Adaptive Agent for Stress Control Training using Multimodal Biological Signals", 5th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI2017) Workshop "Representation Learning for Human and Robot Cognition", 2017.10
- ⑤ 汪雪婷, 榎堀優, 平山高嗣, 原健翔, 間瀬健二, "個性 5 因子モデルを含む視聴者属性と多視点映像の視点選択傾向の関連性分析", メディアエクスペリエンス・バーチャル環境基礎研究会(MVE), 北見, 2017.10
- ⑥ 梅澤佑生, 平山高嗣, 榎堀優, 間瀬健二, "注視対象に基づく作業比較可能な複数一人称映像の視聴インタフェースの提案", メディアエクスペリエンス・バーチャル環境基礎研究会(MVE), 2017.10
- ⑦ 梅澤佑生, 平山高嗣, 榎堀優, 間瀬健二, "視覚的注意に着目した一人称視点映像の釘付け視聴方式の提案", HCG シンポジウム 2016, 高知, 2016.12
- ⑧ 清水卓也, 菊地光, 中宿伸哉, 倉持梨恵子, 布センサによるお辞儀動作のモニタリング - 腰痛者と正常者の比較 -, 第 43 回日本整形外科学会スポーツ医学学術集会, 共同, 2017 年 9 月
- ⑨ 長尾 茉珠, 倉持 梨恵子, 村田祐樹, 清水卓也, 「陸上競技跳躍選手における足部機能と足部傷害の関係」, 第 27 回日本臨床スポーツ医学会, 2016 年 11 月
- ⑩ Wataru Hashiguchi, Junya Morita, Takatsugu Hirayama, Kenji Mase, Kazunori Yamada, Mayu Yokoya, "Multimodal Biofeedback System Integrating Low-Cost Easy Sensing Devices", 18th ACM International Conference on Multimodal Interaction (ICMI2016), Demo, (2016/11).
- ⑪ Sho Kodama, Yu Enokibori, Kenji Mase, "Examination of Safe-Walking Support System for "Texting While Walking" Using Time-of-Flight Range Image Sensors", The 2016 ACM UbiComp 2016, Poster, (2016/09)
- ⑫ 荒川 真吾, 倉持 梨恵子, 村田 祐樹, 清水卓也, 「FMS を用いたウェイトリフティング選手の評価と機能的動作の改善による競技力向上について」, 第 71 回日本体力医学会大会, 2016 年 9 月
- ⑬ 荒川 真吾, 倉持 梨恵子, 村田 祐樹, 清水卓也, 「肩関節の機能的動作の獲得を目的とした介入によるウェイトリフティング選手の競技力向上について」, 第 5 回アスレティックトレーニング学会, 2016 年 7 月  
(他 15 件)
- 〔図書〕 (計 1 件)
- ① 間瀬健二, 北岡教英: 人工知能学大事典 人工知能学会編 総説「画像・音声メディア」, pp. 696-705, 共立出版, 2017 (総頁数: 1579)
6. 研究組織
- (1) 研究代表者  
間瀬 健二 (MASE, Kenji)  
名古屋大学・情報学研究所・教授  
研究者番号: 30345855
- (2) 研究分担者  
清水卓也 (SHIMIZU, Takuya)  
中京大学・スポーツ科学部・教授  
研究者番号: 60273223
- 森田 純哉 (MORITA, Junya)  
静岡大学・情報学部・准教授  
研究者番号: 40397443
- 平山 高嗣 (HIRAYAMA, Takatsugu)  
名古屋大学・未来社会創造機構・特任准教授  
研究者番号: 10423021
- 榎堀 優 (ENOKIBORI, Yu)  
名古屋大学・情報学研究所・助教  
研究者番号: 60583309