

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501150

研究課題名(和文)複数身体スキルの習得支援コミュニティ環境の研究

研究課題名(英文)Research on a community environment for multiple motor-skills learning

研究代表者

松浦 健二(MATSUURA, Kenji)

徳島大学・情報化推進センター・准教授

研究者番号：10363136

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、身体性の能力開発を支援するコミュニティサイトの設計・構築を行った。特に(1)学習者自身で初期目標を設定する環境を提供し、その初期設定行為を支援する仕組み、(2)技術的な動作解析手法の提案、および(3)コミュニティサイトにおける身体知の多次元分類に基づく能力開発訓練手法の提案を行った。工学的にはセンサデータの特徴波形分析や隠れマルコフモデルの適用、画像処理の適用などによる身体知開発に一定の効果が得られているが、運用モデルとしては、複数スキルに適用可能な汎用的訓練環境をコミュニティサイトに適用した部分は設計論として独自のものであった。

研究成果の概要(英文)：This study describes designing issues and a proposal on implementation of a community site for online novice learners. We have proposed (1) a supporting function on target goal setting at an initial stage, (2) technical solutions on motion analysis and (3) a community site development based on multi-dimensional taxonomy of motor-skills. With technical perspectives, we have adopted sensor-based monitoring function and its analysis based on some traditional techniques such as image processing, wave-form analysis and applying hidden-markov model. Furthermore, our community site developed for the multiple-skills altogether provides several options flexibly from a sub-training position to the next position.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，教育工学

キーワード：メディアの活用 コミュニティ 教育工学 身体知 スキル

1. 研究開始当初の背景

(1) 1990年代以降、人間の知能に関する学問分野(認知科学や人工知能など)では、内的な表象に加え、身体性を扱う必要性が重視されつつある。つまり伝統的な(社会)構成主義などの学習観に対し、適用技術の多様化から、実世界指向が強化された学習支援研究として、身体性を加えた新しいアプローチとなっている。

(2) 各種学会の対象領域としても広がっており、電子情報通信学会や人工知能学会、教育システム情報学会、日本教育工学会など多数の学会で、身体性を伴う学習支援に関する動きが加速している。例えば、教育システム情報学会では、スキル関連の企画が全国大会や研究会等で盛況に開催されている。そこでの身体スキルの徒弟制に関する議論では、(I)身体スキルは一般に属人性が強く、かつその獲得・定着には、(II)反復練習が必須であるとの2点も議論となっていた。すなわち、あるスキルに特化したコミュニティ内で、個対個の局所コミュニケーション場面を通じたスキル伝播環境と、その個々のスキルを習得するためのオンライン・オフラインの継続的訓練蓄積環境が同時に求められる。

(3) 以上の背景から、身体性の学習支援について、本研究グループでは特にコミュニティ援用環境に数年来着目してきた。これは、ウェンガーらの実践コミュニティ(CoP: Community of Practice)やフィッシャーらによる関心コミュニティ(CoI: Communities of Interest)の議論としても、広く注目される所である。

(4) 研究代表者らの研究グループにおける具体的な研究対象のスキルとしては、反復運動を伴い、訓練の継続性が必要となる「縄跳び」や「ランニング」などであった。つまり、一定のカテゴリの中ではあるが、個々のコミュニティ内でのスキル伝播や、特定スキルを対象とした小規模コミュニティ環境を研究してきた。研究を通じて得られた知見の中には、異なる身体スキルにも、共通化できる訓練手法や身体活動の特徴、あるいはパフォーマンス評価時の共通変数が存在する事がある。そこで本課題では、複数のコミュニティに跨る身体知を対象として、コミュニティや個人間に跨る関連手法の設計・開発や、蓄積コンテンツの共有手法の設計・開発、それらの関係を分析するという着想であった。

2. 研究の目的

(1) 身体スキルは実世界での継続的な練習を要するが、それを電子化して蓄積される環境を他者と共有する事で、スキル伝播の媒介機能を提供する。このような環境では、社会的交流がオンライン・オフライン双方で実践される事になるが、その活動促進には、データ分析や誘導戦略、学習者モデル・コミュニティモデルといった概念での統合的アプローチを採る必要がある。

(2) スキル開発に際しては、身体訓練の原則の一つである個別性を重視する必要がある。可能な限り個人適応した環境を用意すべきである。そこで、本研究では、自己調整型の学習支援手法の設計も対象とする。

(3) さらに、複数のスキルをコミュニティ空間上で支援するには、共通的な訓練フレームワークが必要となる。このための単純化した汎用的な訓練手法を開発する。

3. 研究の方法

(1) 身体スキルに関しては、現在まで理学や臨床分野による、分析中心の科学的アプローチが主流といえる。分析した結果を学習に活かすべく、設計や実践運用に反映するには、個別議論が多く、一般に困難な領域と言える。しかし、本研究では、複数の事例データを収集し、その分析に基づき設計・実装を経て検証を行う工学的アプローチを採る点で特徴的である。

(2) その中で、複数コミュニティ間のデータや活動をモニタし、また個へのフィードバックモデルを実装設計する。これを実現するために、取り上げる個々のスキルをまず分析し、学習支援の枠組みを構築・検証する。それによって共通的な訓練のコースウェアを開発する手法を設計した。

(3) 具体的な方法論としては、以下の3つの側面からのアプローチである。これら3つを統合し、階層構造で表現したのが、図1に示す研究全体のフレームワークである。

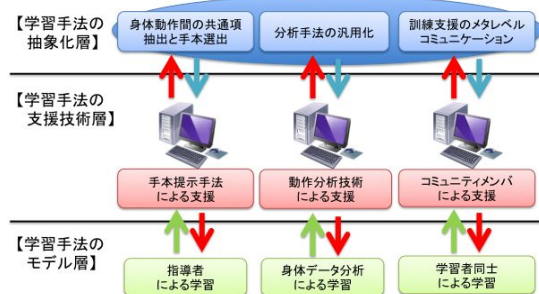


図1 研究全体のフレームワーク

(方法論) コミュニティ科学を基にした分析方法論を適用

(技術論) センサや映像解析等の技術をコミュニティ空間に統合

(運用論) 複数コミュニティのシステム運用モデルを提案

(4) 具体的に採用・開発した手法および個々のスキルとしては、同位置での反復運動学習を主な対象として取り上げ、技術的には以下の通り適用した。

コミュニティ環境: 方法論としての学習支援のコミュニティには、サブコミュニティ空間とコミュニティ全体の交流が図れるプラットフォームが必要となり、開発システムとしては、オープンソースソフトウェアである手嶋屋 OpenPNE(参照: www.openpne.jp)を採用した。

身体スキル開発コミュニティにおいては、直接的・間接的な参加者間での言語を通じたコミュニケーションを採用することが従来行われてきた。これに加えて、自己調整をスキル学習に実装する際には、その基準となる目標や達成判定上の妥当性をコミュニティに求めることも可能である。すなわち、コミュニティ内の他者のデータを集計し、それに基づき、学習目標値や達成度判定を行える可能性がある。

分析手法の一つとしては、複数スキル間における身体部位の相対的位置関係から、分析・分類する手法として、確率的状態遷移による隠れマルコフモデル(HMM)を採用して開発を行った。具体的には、全身運動の一貫として、腕振りを伴う野球のスローイング、バッティング、テニスのサーブ、フォア、バックハンドなどの動作を独自手法によりコード化し、このコードに対してHMMを適用した。

他の動作解析技術論としては、まず動作モニタリングにおいては、各種のセンサによる動作取得に限らず、OpenCVを用いた動画解析による外部からのモニタリングを行った。さらには、簡易脳波計(EEG)による内部モニタリングも実施し、運動時の環境要因について検討した。図2は、前者の一例としてフラフープ運動における腰部動作とフープに関する特徴波形の例(横軸：時間、縦軸：振幅)である。

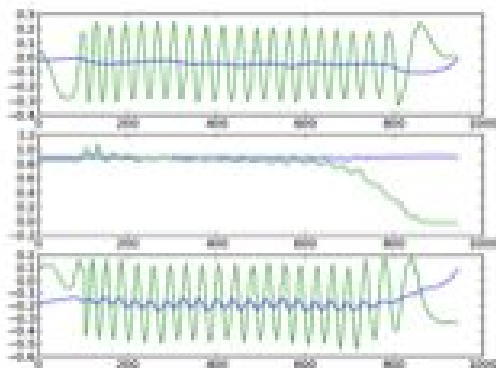


図2 特徴波形の例

(5) これらを通じた個別の分析、学習支援を連携する部分は、前述のコミュニティ空間上に、Gentileによるスキルの多次元分類手法を採用し、分類に基づくスキル開発支援を実現した。Gentileの多次元分類は、従来のOpen/Closeといった単一的視点に依らず、スキルを体現する際の環境的要因と身体動作の主眼的要因を直行させて用いる。さらには、対象の有無(例えば、野球のバッティングにも、バットを持つ訓練と持たない訓練がある)や試行間変動の有無など、もう一段細かな分類が行われる。

4. 研究成果

研究の成果詳細は、雑誌論文9件と学会発

表9件として、後述の通り挙げているので、適宜参照されたい。ここでは、その具体的な成果を、下記の通り幾つか抽出する。

(1) 自己調整学習環境の設計・構築

身体訓練における自己調整学習においては、目標設定の方法とそれに対する経過経過観察が重要である。Zimmermanらの定義からは、事前検討からパフォーマンス、リフレクションのサイクルとして説明されるが、本研究では、特に目標設定の支援に着目した。具体的には、初期値から一定期間内の目標値想定までの成長予測カーブを、それまでの複数回の試行から線形予測し、その予測の範囲に収まるような調整を支援することとした。ただし、複数種の目的をもっても対応できるようにシステム上は柔軟性を持たせている。例えば、ダイエットや累積走行距離などを対象に実験を行ったところ、統制群の達成率に対して、実験群の達成率が高い様子が示された。(発表論文等記載の雑誌論文等)

(2) 動作分析に関する方法論の提案

身体性の学習における動作分析の総論として、動作解析を行う目的には、動作パターンをその学習者のモデルとして採用するということがある。特に、既知のモデルが学習者として追従すべきモデルとして所与である場合には、その既知のモデルをシステムとして静的に保有することで、それとの差異を図る単純な方法が実現できる。一方で、追従すべきモデルが所与ではなく、未知の動作データが与えられた際に、それを分類する必要があることもある。例えば、運動の目的に対する達成手段が定式化されていないために、未知のデータ保有者と近い成功者をもって追従対象と代替する場合などがある。以下は、これら二つの側面に対して実装した動作分析の研究成果である。

センサデータからの動作分析(5.発表論文等記載の雑誌論文等): 身体動作を、全身に付与した動作モニタ用のタグから取得し、左手位置、右手位置を体幹における上下三分割した領域内位置のいずれにあるかによって、確率遷移モデルを構築する。隠れマルコフモデルは、単純なLeftToRightモデルであるが、これによって、既知のデータに対する認識率を算出した。結果、5つの動作を被験者5人によってそれぞれ100データ集めてモデル化を行ったところ、4/25のカテゴリにて認識率100%を示す結果を得た。また、平均認識率では82%強が示された。改善の余地はあるものの、複数種に渡るモーションデータ系列の分析手法として一定の分解能を示している。

動画からの動作分析(5.発表論文等の学会発表等): 縄跳び動作を動画で取得し、それを画像解析によって分析の上で、フィードバックを行った。動画解析の手法自体は、本研究グループにて過去に提案したものであったが、そのフィードバックをビジュアルイメージで実現(デフォルメ画像)すること

で、従来法よりも高い学習効果が得られた飛び方があった。実際には、一重飛びをシングルノードで行うような基本的な飛び方でこの様子が観察され、複雑な飛び方、高度な飛び方では有意な差とまでは言えなかった。

(3) 多様な訓練に適用可能なコミュニティ援用環境の設計・構築

身体スキル訓練用の汎用的なコースウェアとして、コミュニティサイトを独自に開発した。これは、所謂ソーシャルネットワークサービスが提供しているユーザ間コミュニケーションやサブコミュニティ空間を提供しつつ、スキル訓練のメニューとして、単純(基本的)スキルから開始して少しずつ複雑化していく訓練パスを提供するものである。特に、一つの訓練ノードから次の訓練ノードへ遷移するモデルとして、複数の選択肢から抽出する部分を、特定スキルに依存しない形で実装を行った。特に、スキルのノード間をカテゴリ毎(遷移方向別)にまとめて、5段階に分け、その間の遷移状況に対して、被験者の学習曲線をプロットした。つまり、実データから学習空間への軸変換を行い、縄跳びやリフティング等の複数のスキルにて試用を行った。結果、本環境を適用した際に、特定の学習者特性に対しては、高原状態が現れ、他方現れないケースもあった。これらはインタビューによって、固定した閾値の設定についての改善が必要という観点が見られている。(5.発表論文等記載の雑誌論文等)

(4) 今後への展望

本研究成果は、スキル横断的であり、継続的かつより多種のスキルに展開することによって、さらなる成果が期待できる。一方で、個別のスキルについては、初学者から中堅ではなく、より高度なスキルへの社会的需要もあるため、このような上位層を対象とする際には、現アプローチでは困難も予想される。したがって、今後の研究展開としては、これら初学者向けの継続研究と、高度な身体能力開発に向けた新規研究の両面が必要である。また、身体知としての身体性の能力開発には随意運動と非随意運動があり、前者については特に知的な学習支援の枠組みとの連携をさらに強化していく必要も見込まれる。

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 9 件)

Kenji Matsuura, Hiroki Moriguchi and Kazuhide Kanenishi, Supporting self-control of individual training for motor-skill development with a social web environment, International Journal of Knowledge and Web Intelligence, 査読有, Vol.4, No.2/3, pp.201--216, 2013. (DOI: 10.1504/IJKWI.2013.056372)

Kenji Matsuura, Hirofumi Inui, Kazuhide Kanenishi and Hiroki Moriguchi, Training-Course Design for General Purpose of Motor-Skill Learners on a Web, Workshop Proceedings of the International Conference on Computers in Education, 査読有, pp.202-207, 2013.

Keita Yamada, Kenji Matsuura, Keisuke Hamagami and Hirofumi Inui, Motor skill development using motion recognition based on an HMM, 17th International Conference in Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems - KES2013, 査読有, pp.37-45, 2013.

後藤田 中, 松浦 健二, 大塚 真二, 田中 俊夫, 矢野 米雄, ランニングの自己ペース調整を支援する Web 訓練システム, 教育システム情報学会誌, 査読有, Vol.29, No.3, pp.152-164, 2012.

Keisuke Hamagami, Kenji Matsuura, Kazuhide Kanenishi and Naka Gotoda: Support on Repeating Skill Development - Modulating from monitored data to a target, Workshop Proceedings of the 20th International Conference on Computers in Education, 査読有, pp.491-498, 2012.

Kenji Matsuura, Kazuhide Kanenishi and Hiroki Moriguchi, Supporting Development of Motor-Skills in a Comfortable Environment, Tokuro Matsuo, Kiyota Hashimoto, Sachio Hirokawa. (Eds.) IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics, 査読有, pp.89-92, 2012.

Kenji Matsuura, Kazuhide Kanenishi and Hiroki Moriguchi, Supporting Self-Regulated Training on a Web-based Community Environment for Runners, M. Graña et al. (Eds.) Advances in Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, 査読有, pp.1081-1090, 2012.

Soichiro Takaiwa, Kenji Matsuura, Naka Gotoda, Kazuhide Kanenishi, Hiroaki Ogata and Yoneo Yano: Integrating Electroencephalogram Analysis for Improving Mental Condition in Physical Skill Learning, Mohd Ayub A.F. et al. (Eds.), Workshop Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education, 査読有, pp.516--522, 2011.

Masafumi Kosaka, Kenji Matsuura, Naka Gotoda, Hiroaki Ogata, Toshio Tanaka, Kazuhide Kanenishi and Yoneo Yano: System Design to Improve Running-form

with Motion-capture, Proceedings of ICISS2011, 査読有, pp.260--264, 2011.

〔学会発表〕(計 9 件)

山田 慶太, 吉岡 真也, 松浦 健二, 動画像解析を用いた縄跳びフォーム改善支援環境の構築, 人工知能学会研究会資料, 査読無, Vol.SIG-ALST-B303, pp.35-38, グランヴィア太宰府(福岡県), 2014年3月9日.

乾 博文, 松浦 健二, 森口 博基, 金西 計英, 後藤田 中, 濱上 佳祐, 山田 慶太, 身体スキルの分類に基づく学習者別の段階的学習支援環境の構築, 教育システム情報学会第38回全国大会講演論文集, 査読無, pp.317-318, 金沢大学(石川県), 2013年9月2日.

濱上 佳祐, 松浦 健二, 乾 博文, 山田 慶太, 金西 計英, 反復運動学習における安定化支援の一検討, 教育システム情報学会第38回全国大会講演論文集, 査読無, pp.315-316, 金沢大学(石川県), 2013年9月2日.

松浦 健二, 森口 博基, 金西 計英, 乾 博文, 後藤田 中, コミュニティ内での身体スキル訓練方法に関する一考察, 教育システム情報学会研究報告, 査読無, Vol.27, No.7, pp.21-26, 山口大学(山口県), 2013年3月16日.

山田 慶太, 松浦 健二, 濱上 佳祐, 乾 博文, 身体動作間の類似度を用いた身体スキル獲得支援, 電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, 査読無, p.344, 四国電力高松(香川県), 2012年9月29日.

濱上 佳祐, 松浦 健二, 金西 計英, 反復運動における運動特性の改善支援機構の構築, 教育システム情報学会第37回全国大会講演論文集, 査読無, pp.188-189, 千葉工業大学(千葉県), 2012年8月22日.

Naoya Ishizaka, Kenji Matsuura and Shinji Otsuka, An SNS environment supporting interaction with different skilled members to solve plateau, Journal of Shikoku-Section Joint Convention of the Institutes of Electrical and Related Engineers, 査読無, p.337, 阿南工業高等専門学校(徳島県), 2011年9月23日.

Keisuke Hamagami and Kenji Matsuura : Learning support of multiple physical skills with a motion capture system, Journal of Shikoku-Section Joint Convention of the Institutes of Electrical and Related Engineers, 査読無, p.336, 阿南工業高等専門学校(徳島県), 2011年9月23日.

小坂 真史, 松浦 健二, 後藤田 中, 緒

方 広明, 矢野 米雄, モーションキャプチャを用いたランニングフォーム改善支援, 教育システム情報学会第36回全国大会講演論文集, 査読無, pp.70-71, 広島市立大学(広島県), 2011年8月31日.

〔その他〕

ホームページ等

<http://ma2lab.ait.tokushima-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松浦 健二 (MATSUURA, Kenji)

徳島大学・情報化推進センター・准教授

研究者番号: 10363136

(2) 研究分担者

森口 博基 (MORIGUCHI, Hiroki)

徳島大学・ヘルスバイオサイエンス研究部・

教授

研究者番号: 50335808

金西 計英 (KANENISHI, Kazuhide)

徳島大学・大学開放実践センター・教授

研究者番号: 80204577