

平成 30 年 6 月 20 日現在

機関番号：37110

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K21570

研究課題名(和文)TD-SOMを用いたチームスポーツにおける状態クラスタリング器の開発

研究課題名(英文)Development of clustering algorithm for team member's relationship using TD-SOM

研究代表者

武村 泰範 (Takemura, Yasunori)

西日本工業大学・工学部・准教授

研究者番号：10581580

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、自己組織化マップを利用した団体スポーツにおける個々のポジションの適性やチーム内における関係性の評価を目的として行った。個々の能力を評価記述とするため、大学のバレーボール選手の身体的な特徴量と心理的な特徴量をデータ群として、入力しチーム全体の関係性を特徴マップに写像して評価を行った。身体的な特徴量は、ポジションに大きく関係しており、心理的な特徴量は、レギュラーメンバーの選抜に大きく関係することが明らかとなった。また、各特徴量単体でのデータを個々にマップ上に評価することで先行研究よりもデータの傾向をわかりやすく表示できる事ができた。

研究成果の概要(英文)：In this research, we aim that Development of clustering algorithm for finding relationship and individual role adaptation for team sports using Self Organizing map. In order to evaluate describing individual ability, physical characteristics and psychological characteristic amount as data groups were evaluated by mapping input to the feature map the entire relationship team by using university volleyball players. Physical feature quantity has been closely related to the position. And also, psychological feature quantity was found to be significantly related to the selection of the regular member. Further, by displaying each feature on the map, it was possible to display the tendency of the player by map more clearly than the previous research.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：自己組織化マップ スポーツ科学 スポーツ心理 クラスタリング 知覚情報処理

1. 研究開始当初の背景

団体で行う各スポーツにおける勝敗を決める原因の一つは、選手個人の技術や体力・精神的な心理状態、チームの戦術などである。このように、スポーツにおいて勝利を目標とする時、個々の特徴量がチームの状態に非常に影響を与える事は明らかである。身体的な特徴に関しては、古くから研究がなされており、A.J.Barry and T.K. Cureton[1], D.C. Nicks and E.A. Fleishman[2], L.A.Larson[3], C.H. McCloy and R.D. Youn[4]らの多くの研究者によって、運動能力の因子構造や運動能力テスト、身体及び運動適性検査などの報告がなされている。また、日本国内では、徳永らによってスポーツ適性の診断基準に関する研究が報告されている[5]。これらの研究は、スポーツの適性は、まず一つの重要な因子として、身体的な特性が重要である事を示している。一方で、松田らは、いかに優れた身体資質の持ち主であっても、苦しい練習に耐え、練習を継続して、目標を達成しようとする意欲が乏しい場合には、スポーツ選手としての適性があるとは言えないと述べている[6]。つまり、選手またはチームが目標を達成するためには、技術面で優れている事と同時に選手個人の精神的な特徴が非常に重要な要因の一つとなる事を示している。関連する研究としては、堀本らは、バスケットボール選手を対象に日本チームの選手の適性を示している[7]。また、葛川らは、松田らによって提案された日本体育協会競技動機検査(Taikyo Sport Motivation Inventory)[8]を用いて、ラグビー選手の心理的特性に関する研究を報告している[9]。申請者は、この双方の特徴量が関係している事に注目し、自己組織化マップ(SOM)を用いた身体的特徴量及び心理的特徴量双方を考慮したクラスタリング器の開発を行ってきた。しかし、現場では先行研究で開発したクラスタリング器を用いて、双方の特徴を2次元マップ化して提示したが、チーム全体における要因が2次元に写像しても理解し辛い事が成果として示された。

そこで、本研究は、身体的特徴量や心理的特徴量のような勝利を左右する要因を多方面から観察できるクラスタリング器の開発を目指す。そこで、本研究では、テンソル型自己組織化マップ(TD-SOM)[10]に注目し開発を行う。このように関係する要因のデータを代表的に解析する手法としては、テンソル分解(テンソル因子化)がある。この手法を用いて、主成分分析(PCA)や独立成分分析(ICA)などは、テンソル分解を拡張した手法が確立されており、この拡張手法を自己組織化マップ(SOM)に応用した手法をTD-SOMである。この技術を利用して先行研究で行われたクラスタリングと同様のクラスタリングをより理解しやすいように各項目毎の評価できると考えた。

2. 研究の目的

申請者は、自己組織化マップ(Self-Organizing Map:SOM)[11]などのクラスタリング手法を用いて、団体スポーツにおける適性評価に関する研究(実績:業績を参考)を行っており、また、ロボティクス分野においても多次元の特徴量から環境を認識するアルゴリズムの開発(業績を参考)や、状態量からダイナミクスを推定して、コントローラを変化させるなど環境の多次元特徴量からの行動決定アルゴリズムを開発する研究(業績を参考)を行っている。このような過去の業績で培った技術を活かし、スポーツ科学の分野において、自己組織化マップを用いて拡張したシステムを利用してクラスタリング器を開発し、各スポーツ分野におけるポジションや役割における適性評価を行う。また、先行研究では行えなかった多次元の評価項目を各項目でわかりやすく理解できるマッピングをテンソル分解を行うTD-SOMなどの理論を利用して評価を行う事が目的である。

3. 研究の方法

様々な競技における評価実験を通じて、勝利を左右する要因を多方面から見ることが出来るクラスタリング器の開発には、各競技における身体的特徴量や心理的特徴量をまず明らかにする事が必要である。そこで、様々な競技に関して、先行研究でなされている[5-9]実験手法を用いて、各競技における多次元特徴量の獲得を行う(Step 1)。この特徴量をもとにTD-SOMを用いて、多次元情報量をクラスタリングするソフトウェアの開発を行う(Step 2)。この結果をもとに、各競技における勝敗を左右する要因に対するチーム内の状態を示す2次元の特徴マップをアルゴリズムから作成し、各競技における個々の役割や特性が示すクラスタリング器が開発できているかを検証する。各要因を示すマップにおける個々の特性からトレーニング指針やチーム内の状態をコーチ等に提示し、トレーニングの改善策を提示する(Step 3)。この実験を定期的に行い、特徴マップの更新を行う。このとき、指導による結果がどのように反映しているかを比較検討し、アルゴリズムの改良及び特徴量の更新を行う(Step 4)。以下に各ステップにおける実験の方法と必要な検討課題を挙げる。

- A. 個々の身体的特徴量や心理的特徴量のデータを収集し、調査を行い、統計学的手法を用いて、各特徴量に対して特徴があるかどうかを実験する。
- B. TD-SOMを用いて多次元のデータを利用した各要因のチーム状態が写像される特徴マップの作成を行いチームにおける各要因の状態を示すシステムを構築し、トレーニング指針の参考にしよう。
- C. コーチングにおける結果に対して必要なトレーニングやメンタルトレーニングの成果を定期的に記録し、どう影響がでるのかを示す。

4. 研究成果

データは、以下のデータを利用した。

4.1 身体的特徴データ

身体的特徴に関するデータは、2016年12月にN大学のバレーボール選手のデータを測定した。N大学のバレーボール部の部員数は22名である。ポジションの構成はライト(RT)が3名、レフト(LT)6名、センター(CNT)7名、セッター(ST)2名、リベロ(LBR)4名で構成されている。身体的特徴量としては、11項目を測定した。項目としては、身長[cm]、体重[kg]、握力(左手, 右手)[kg]、前屈[cm]、長座体前屈[cm]、9[m]ダッシュ(3往復)[秒]、垂直飛び[cm]、背筋[kg]、立ち幅跳び[cm]、反復横とび[回]の11項目である。代表的なデータとして、身長統計的なデータを図1に示す。身長は、LT, RT, CNTでは、比較的高い選手が選出され、STとLBRは、身長の低い選手が選出されている。

図2は、反復横とびの回数を示している。反復横とびは、3[m]幅の間隔のものを利用して30秒間の回数をカウントしている。このデータを解析するとCNTのポジションの選手は能力値が高く俊敏性が他のポジションより必要とされていることがわかる。このように統計的な結果からも幾つかのポジションの適性に関する監督やコーチの思想を見いだすことができる。

4.2 心理的特徴データ

心理的特徴に関するデータは、2016年12月にN大学のバレーボール選手のデータを同様に測定した。心理的な特徴量の調査は、DIPCA. 3を用いて行う。DIPCA. 3は、スポーツ選手の一般的な心理傾向としての心理的競技能力を12の内容に分けて診断する検査方法である。この検査用紙では、スポーツ選手に必要な試合場面での心理的能力を表している48の質問項目と検査の信頼性をみる4項目の合計52の質問項目から構成された検査用紙である。この検査用紙により5つの因子と12の尺度を測定する。実験には12の尺度を利用し、検査用紙によって算出されるスコア値(0-20)のレベルを入力データとして利用した。尺度としては、忍耐力、闘争心、自己実現意欲、勝利意欲、自己コントロール能力、リラックス能力、自信、決断力、予測力、判断力、協調性、Lie Scale(嘘尺度)である。この中でLie Scaleに関しては、データのスクリーニングに利用した。今回はLie Scaleが特段低い選手はいなかったためデータとしてすべての選手を利用した。

図3に今回の実験結果をまとめたものを示す。図3で示した結果は、各ポジションにおけるデータの平均値を示している。図3から自信の項目に注目するとRTのデータが高い事がわかる。RTというポジションは、スパイクを多く打つポジションであり、得点を決める上で重要な役割を果たすポジションで

ある。そのため、自信の能力値が高い選手がポジションに適性があるとして選出しているのではないかと考えられる。このようにポジションにおいても幾つかの項目で特徴がある事が統計的な結果からもわかる。

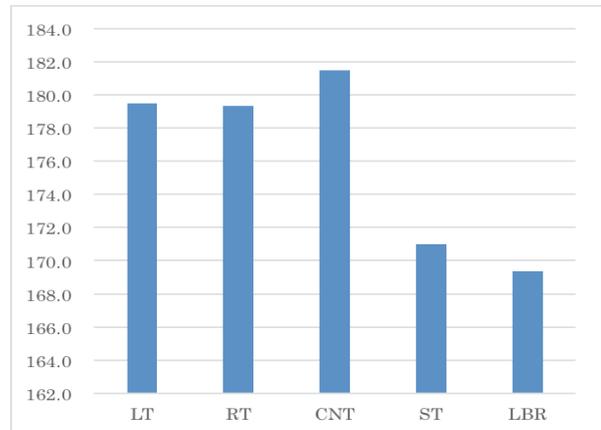


Fig. 1 Height of volleyball players (2016 data)

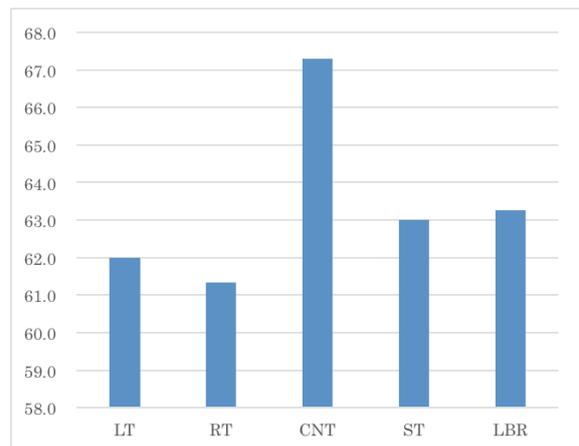


Fig. 2 Jumping side to side result of volleyball players

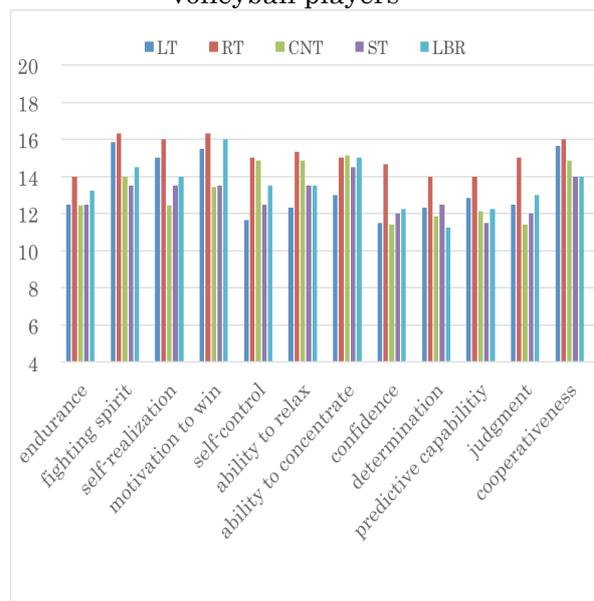


Fig. 3 Result of DIPCA. 3

4.3 アルゴリズムの検証

データは、選手データ数が 22 [person] であり、身体的特徴量の次元数及び心理的特徴量のデータ数は 11 と設定した。

4.4 身体的特徴量を用いた解析

身体的特徴量を入力して、特徴マップを作成し、解析を行った。図 4 に示すのが今回作成した特徴マップである。特徴マップの格子は 1 つのユニットを表しており、ベストマッチングユニットと選択された場合は、その選手の選手番号とポジションを記述している。各格子の色は隣接するユニットとの距離を示しており、青色が近く、赤色が遠い事を示している(中間値が緑としている)。以上の結果をみると LBR の選手は、19 番と 14 番が非常に身体的に近い特徴を示している。一方で選手番号 2 番の LBR の選手は、RT や CNT の選手に近い身体的な特徴であることから他のポジションでも活躍できる可能性があることがわかる。また、左側には、LT や RT, CNT といった前衛で活躍する選手が集まっており、右側には LBR, ST といったサポートが得意な選手が集まっている。

図 5, 6 は同じマップに対して、身長や反復横とびの項目について評価をしたもので色分けしたものを示している。色は、能力値が高いほど青から赤に変化する傾向になっている。図 5 は、身長に関して評価したもので、色は図 4 と同じような評価で色分けしている。この図からは左下に向かうほど身長が高い選手が集まっていることがわかる。

つまり、前衛的なポジションには身長が高い事がこのチームにおける選出のポイントである事がわかる。次に、反復横とびに関する結果を図 6 に示す。反復横とびにはさほど大きな差が見受けられない事がわかる。

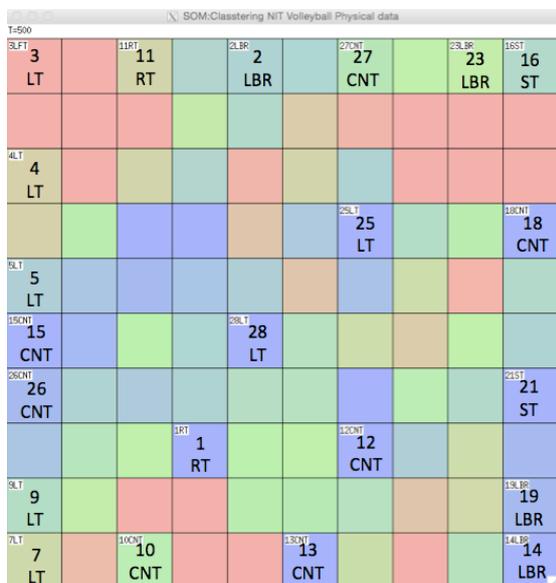


Fig. 4 the feature maps which is inputted physical data sets

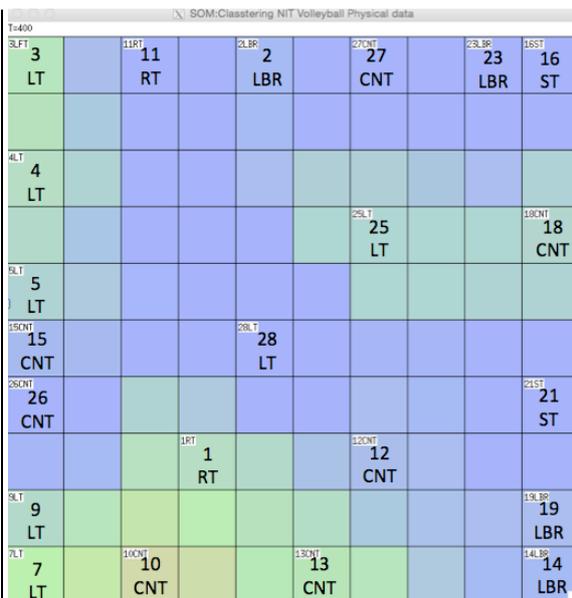


Fig. 5 the feature maps of physical data sets which is colored by height data

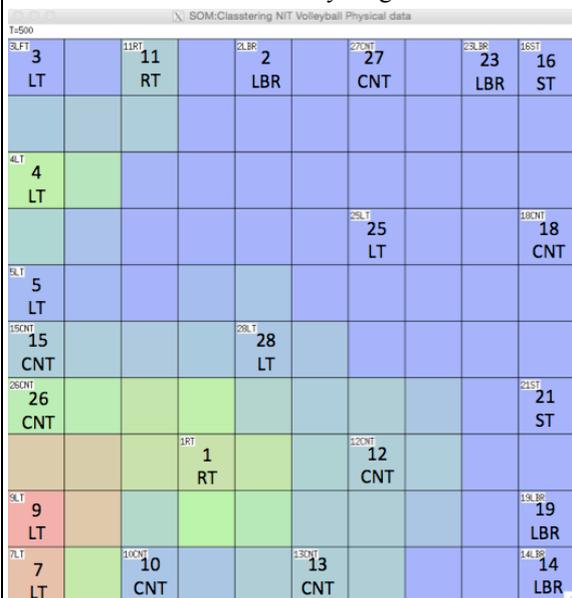


Fig. 6 the feature maps of physical data sets which is colored by jump side to side

マップ下側に CNT の選手が配置されており、比較的能力が高い選手が配置されている。このように身体能力が全体的に高い選手が左下に配置されている。つまり、全体的に能力値として、左下の選手の能力を参考にトレーニングを行えば全体的なチームの底上げになる事がわかる。ただし、身長など先天的なものは成長が難しいためそれ以外の能力をトレーニングによって改善する目標値として取り組むと良いと考えられる。このように以前のアルゴリズムでは全体的な特徴しか示す事ができなかったが、今回は、特徴量を各項目で評価する事で、どのような選手がどのポジションに適正を示しているかをよりわかりやすく解析する事が可能である。

4.5 心理的特徴量を用いた解析

心理的特徴量を入力して、特徴マップを作成し、解析を行った。図7に特徴マップを示す。この図も4.4節で説明した特徴マップと同様の方法で示している。DICPA. 3では、身体的能力を総合評価として5段階のレベルに評価する事ができる。ラベリングとしてベストマッチングユニットには、選手番号とポジション、2行目にDIPA. 3の総合評価レベルを示している(注意:入力としては入れていない)。この時に総合評価を調べると左下に心理的能力値が高い選手が選出されている事がわかる。つまり、LBRの選手は心理的能力値が高い選手が選ばれている事がわかる。一方で、身体的特徴量が高い選手を調べると図6で身体的能力が高かった選手番号7番の選手は、心理的能力値では、低い事がわかる。つまり、7番の選手は身体的な能力は高いが心理的能力が低い事が問題である事がわかる。7番の選手は、個々の能力を引き上げるために心理的なトレーニングをする必要があると考えられる。このように各選手におけるトレーニングの方針をSOMのマップから読み取る事も可能である。

また、各項目についても同じマップ上に記す事ができる。図8に示すのは闘争心の項目を評価できるように色分けしたマップである。色分けについては、能力のレベルが低い(青)から高い(赤)に色が変化するように示している。図8では、左側の選手は青から緑のため能力値が低い選手が集まっており、右側の方には、比較的緑から赤の選手が集まっているため、上部分にいる選手は闘争心にかけており、闘争心を促すトレーニングメニューが必要である事がわかる。次に図9には、自己実現欲についての評価を示すマップを示している。

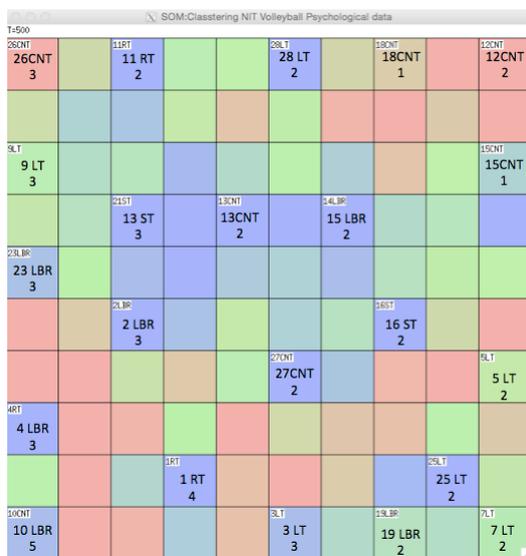


Fig. 7 the feature map of psychological data sets result

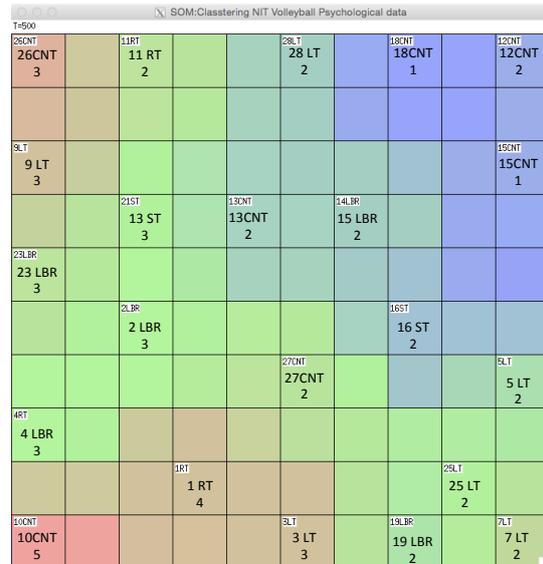


Fig.8 the feature map of psychology fighting sprits data clustering result

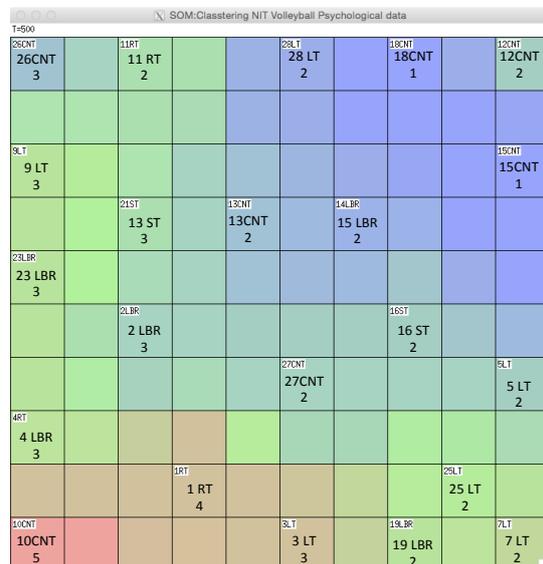


Fig. 9 the feature map of psychology self-realization data clustering result

図9も同様に赤色が能力がたかく、青色が引く選手を示している。図9に比べると上側の選手は、低い値を示している事がわかる。つまり、右上に示すセンターの選手は、闘争心はあるが、自己実現欲にかけているため能力の高い選手との差がある事を容易に示す事ができる。以前の先行研究では、このような傾向を示す事が出来なかったが、ほん研究課題において、よりわかりやすく傾向を示す事ができるシステムを構築する事が可能になった事が示された。

参考文献

- [1] Barry, A.J. and T.K. Cureton, "Factor Analysis of Physique and Performance", Res. Quart.,23-3:100~108, 1961
- [2] Nicks, D.C. and E.A. Fleishman, "What Do Physical Fitness Test Measure?," A Review of Factor Analysis Studies, Educational and Psychological Measurement, 22-1:77-95, 1962

- [3] Larson, L. A., "A Factor Analysis of Motor Ability Variables and Tests for College Men," Res. Quart., 12: 499~517, 1941
- [4] Mcloy, C. H. and R. D. Young, "Test and Measurement in Health and Physical Education", New York, Applention-Century-Crofts, Inc., pp.51-65, 1954
- [5]徳永幹雄, "スポーツ特性の診断基準に関する因子分析", 体育学研究, 第22巻, 第2号, pp.71-80, 1977
- [6]松田岩男他: スポーツ選手の心理的特性に関する研究, -第1報, 第2報, 昭和55年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1980
- [7]堀本宏他: 中国ジュニア女子世界選手権大会代表チームと日本ユニバーシアード代表バスケットボール選手のTSMIの特徴, スポーツ心理学研究, 12(1), 58-60, 1985
- [8]松田岩男他: スポーツ選手の心理的特性に関する研究, -第3報-, 昭和56年度に日本体育協会スポーツ科学研究報告, 1981
- [9]鳶川譲: ラグビー選手の心理的特性について, -社会人ラグビー選手のTSMIの特徴について-, Buuls. Kobe C. Col. Of Nursing, Vol.8, pp.155-163, 1989
- [10] 岩崎亘, 和田沙織, 古川徹夫, "テンソル分解型自己組織化マップの開発 ~非線形テンソル分解の実現~, ニューロコンピューティング研究会, 函館, Vol.111, No.419, pp.101-106, Japan, 2012

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 0 件)
2018年6月現在 1件申請中

[学会発表] (計 件)

武村泰範, 磯貝浩久, "自己組織化マップを用いた団体スポーツにおける個々の役割適正及び関係性の評価 (第2報: 大学ラグビー選手における適性評価)", 日本スポーツ心理学会第42回大会, 2015, Proc.

磯貝浩久, 夏目季代久, 堀尾恵一, 武村泰範, "スポーツ心理学の研究と実践へのテクノロジーの活用", 日本スポーツ心理学会 第42回大会, 2015, Proc.

Mallikarjun Yelameli, Blair Thornton, Tomoko Takahashi, Tharindu Weerkoon, Yasunori Takemura, Kazuo Ishii, "Support vector machine based classification of seafloor rock types measured underwater using Laser Induced Breakdown Spectroscopy, IEEE International Conference on OCEANS, 2016, China

Yasunori Takemura, "Development of SOM algorithm for Relationship between Roles and Individual's Role in Rugby 2nd Reports: University Rugby teams analysis using Physical and Psychological data", International Conference on ICAROB2017, Japan

Moeko Tominaga, Yasunori Takemura and Kazuo Ishii, "Strategy Analysis of RoboCup Soccer Teams Using Self-Organizing Map", International Conference on ICAROB2017, Japan

武村泰範, 小田一八, 小野路美, "身体的特徴量及び心理的特徴量を用いた団体スポーツの適性評価 第2報 大学バレーボール選手の解析", 第33回ファジィシステムシンポジウム, 2017, 山形

Yasunori Takemura, Kazuya Oda, Michiyoshi Ono, "Analysis of Team Relationship using Self-Organizing Map for University Volleyball Players", International Conference on Artificial Life and Robotics 2018 (ICAROB2018), Oita, Japan

Moeko Tominaga, Yasunori Takemura, Kazuo Ishii, "Strategy Analysis of Multi-Agent Games Using Self-Organizing Map", International Conference on Artificial Life and Robotics 2018 (ICAROB2018), Oita, Japan

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

武村泰範 (Yasunori TAKEMURA)

西日本大学・工学部・総合システム工学科
准教授

研究者番号: 10581580