

ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センター 研究報告

奥田 次郎、赤崎 孝文、伊藤 浩之、加藤えみか、河合由起子
末松 尚史、田中 宏喜、中島 伸介、栗 達
京都産業大学 ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センター

要 旨

ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センターは、我が国が目指すべき新しい未来社会の姿として提唱されている Society 5.0（各種情報技術と人間行動を統合した人間中心の社会）を視野に、人間と情報環境との調和的な共生の実現に向けた基盤研究を推進することを目的とする。特に、神経科学、データ工学、スポーツ科学の研究手法を基盤とした分野横断的な共同研究を組織し、脳生体信号を情報環境に活用するブレイン・マシン・インタフェース（Brain-Machine Interface; BMI）のための基盤研究と、人間の運動や健康データの人工知能（Artificial Intelligence; AI）分析をソーシャルネットワーク上で応用する研究を、並行して進める。具体的な研究テーマとして、1) 脳活動および各種生体信号に基づく情報環境の実現に向けた基盤研究、2) Health・Social データの AI 分析および社会的応用に関する研究、に取り組む。本稿では、令和3年度の研究の成果をテーマごとにまとめて報告する。

キーワード：Society 5.0、ブレイン・マシン・インタフェース、スポーツトレーニング、拡張現実ランニング支援、ソーシャルビッグデータ・人工知能分析

はじめに

ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センターは、近年の情報化社会の先に我が国が目指すべき新しい未来社会の姿として提唱されている Society 5.0（Internet of Things、人工知能技術、ビッグデータ分析、クラウドサービス、ソーシャルネットワークなどの各種情報技術と人間行動とを統合した人間中心の社会）の到来に向けて、人間（ヒューマン）、情報機器（マシン）とデータとの間の調和的な共生環境の実現に向けた基盤研究とその応用技術の開拓を目的とする。この目的のため、神経科学、データ工学、スポーツ科学を専門とする研究者の連携により、脳生体信号を情報環境に活用するブレイン・マシン・インタフェース（Brain-Machine Interface; BMI）のための基盤研究と、人間の運動や健康データの人工知能（Artificial Intelligence; AI）技術による分析をソーシャルネットワーク上で応用する研究を、並行して進める。

近年の情報機器および情報技術の目覚ましい発展は、私たちの生活環境を大きく変えつつある。身のまわりの様々な情報がインターネットを介して集約され、膨大な情報が瞬時に分析さ

れて、いつでもどこでも利用可能となるような環境が急速に整備されつつある。特に、深層学習の成功により、その実用性と波及効果が社会的に注目されている AI 技術は、労働環境を始めとする社会環境を大きく変革する可能性があり、インターネットの出現にも増して私たちの生活様式に影響をもたらすと考えられている。このような技術革新を踏まえて我が国が目指すべき未来社会の姿として内閣府が推進する科学技術政策では、狩猟社会 (Society 1.0)、農耕社会 (Society 2.0)、工業社会 (Society 3.0)、情報社会 (Society 4.0) に続く新たな社会として、モノのインターネット (Internet of Things; IoT)、AI、データサイエンス、クラウドサービスなどがソーシャルネットワーク上で統合されて人間の生活を様々に支援する社会である Society 5.0 の実現が提唱されている。

このような社会の実現においては、一方で、人間 (ヒューマン)、情報機器 (マシン) と、それを取り持つデータとの間の調和的な共生環境のデザインの検討が求められている。急速に拡大する新たな情報環境の出現により、私たち人間は、判断や行動のための情報を瞬時に得ることが出来るメリットを得た一方、自身にとって適切で有用な情報を検索したり、判断したりするために、多くの時間を割く必要にも迫られている。関連して、自己と情報環境との間の適切な関係や距離を築くことに支障をきたしてしまう、ネット依存症などの社会問題も指摘されている。企業の商業的な製品開発や行政などの公的な情報サービスにおいても、近年では、製品やサービスにユーザである人間が適応することだけを考えるのではなく、ユーザ側の人間個人の特性や状況に適応的に対応できる、「人に優しい」情報機器の開発に、大きな関心が向けられている。

来たるべき Society 5.0 において望まれる、「人間とより良く共生する情報環境のデザイン」のためには、第一に、人間自身の行動および知的活動に関する科学的分析が必要である。ここでは、知的活動を担う脳活動を始めとする多様な生体信号の計測を通じて、ユーザが現在置かれている環境や心身状態、感情、モチベーションなどを含めた複合的な情報を抽出して分析する研究が1つの大きな鍵となる。そして、この「人間」の特性を踏まえながら、機械や情報環境と人間との間の相互作用の様相を正しく把握し、適切な情報システムや情報分析の有り方を実証的に模索してゆくことが求められる。このような問題に対して、本研究では、神経科学、データ工学、スポーツ科学の研究アプローチを基盤として、実験動物の神経活動から人間の日常生活行動までの多様な研究対象を取り上げて生体信号データの計測と解析を行い、人間と情報環境とが相互作用する状況での実践的な研究に繋げることで、人間と情報機器、データとの間の調和的な共生の実現に向けた研究に取り組む。

具体的には、本研究センターでは、次の2つの大きなテーマに関する研究を、並行して進める。

テーマ1. 脳活動および各種生体信号に基づく情報環境の実現に向けた基盤研究

テーマ2. Health・Social データの AI 分析および社会的応用に関する研究

以降に、これらテーマごとの研究概要と、令和3年度の主な研究成果をまとめる。

テーマ 1. 脳活動および各種生体信号に基づく情報環境の実現に向けた基盤研究

(赤崎、伊藤、奥田、加藤、末松、田中)

1. 研究概要

主に以下の(1)~(4)の研究に分けて取り組んでいる。これらの研究により、動物からヒトまでの幅広い対象に対して、生体と様々な外界環境情報との間の閉回路ループに関する神経科学的小および情報科学的検討を、多元的に進める。

(1) ブレイン・マシン・インタフェースにおける脳活動の適応的変化の神経基盤

(伊藤、末松、森*)

人間と情報機器とのより良いインタラクションのデザインの構築のためには、人間の知的活動を生み出している脳（ブレイン）と情報機器（マシン）との間の双方向的なインタラクションにおける脳の適応現象の理解が必要である。我々は、実験動物の脳から記録した神経細胞活動を用いたブレイン・マシン・インタフェース（BMI）の神経生理実験のため、準備的研究を進めている。具体的には、以下の4つの研究を実施している。

- a) 覚醒下ネコの方位マッチング弁別課題の訓練
- b) 慢性記録のための電極マニピュレータの開発と検証実験
- c) 皮質脳波（Electrocorticography; ECoG）電極による局所脳波記録とニューロンオペラントコンディショニング（Neuron Operant Conditioning; NOC）
- d) 視覚皮質の複数細胞活動からの刺激方位推定の統計モデルの開発

BMIにおける細胞活動の適応的変化の神経基盤を神経生理実験で解明するためには、覚醒行動中の実験動物（マウス、ラット、ネコ）の大脳皮質から慢性的に複数の細胞活動を記録し、環境との閉ループフィードバックを課したときに、個々の細胞活動がどのように適応的に変化するかを調べる必要がある。細胞活動の同期現象と機能との関係を調べるBMI・NOC実験の準備として、ネコに方位マッチング課題を訓練する。BMI・NOC実験では、動物の脳皮質内に記録用 tetrode 電極を慢性的に埋め込み、長期間に渡って活動記録を行う必要がある。電極マニピュレータおよび電極チェンバーを開発して、ラットやマウスに適用し、慢性的な細胞活動記録の安定性の検証を行う。脳皮質内からの神経スパイク活動を用いたBMI・NOC実験と並行して、脳皮質表面に留置したECoG電極を用いた皮質局所脳波（Local Field Potential; LFP）の慢性記録を行い、LFPのガンマ帯域パワーの強度を制御変数とするNOC実験を進める。BMI・NOC実験では、同時記録した複数細胞の活動データから情報の復号化（デコーディング）を行い、環境変数（報酬量や外部デバイスの制御変数）の制御を行う。このためには、復号化モデルの能力の統計解析を行い、

復号化精度の高いモデルを構築する必要がある。

* 客員研究員

(2) 脳波測定および脳刺激を用いた知的情報処理の研究およびスポーツトレーニングへの応用

(伊藤、加藤、奥田)

ヒトの生体信号の計測データを用いて文脈情報の抽出や環境とのインタラクションを構築するためには、動物を用いた侵襲的記録実験とは異なり、非侵襲的な計測法の適用が不可欠である。本研究では、ヒトの脳活動の非侵襲記録で最も一般的な方法である脳波計測を用いて、知的情報処理と脳活動との関係を研究する計画である。一方、人間と環境との双方向性のインタラクションの研究のためには、生体信号計測に加えて、環境から生体に情報を入力する技術の確立が必要である。近年は、経頭蓋直流電気刺激 (transcranial Direct Current Stimulation; tDCS) のスポーツトレーニングへの効果に関して関心が高まっているため、昨年度に導入した tDCS 装置を用いた実験を継続する。

今年度は、以下の4つの研究を実施している。

- a) tDCSによる握力持続効果の検証
- b) tDCSによるボディイメージの変化の検証
- c) 拡張現実デバイス (magic leap) による双方向性ブレインコンピュータインタフェースの構築
- d) 脳波の位相同期指標を用いたヒトの感情状態の機械学習弁別

tDCSにより頭皮上に置いた2つの電極パッド間に微弱な電流を流すことにより、皮質活動の興奮や抑制に影響を与える方法が一般的になっている。電流量および刺激時間に関しては、安全基準を守ることで、被験者の安全性も確認されている。tDCSは脳疾患患者の治療やスポーツパフォーマンスの向上などへの応用が期待されており、世界的に多くの試験的実験が行われている。我々が目指す人間と環境とのインタラクションの実験のための知見を深めるために、tDCSによる非侵襲脳刺激の効果の研究を進める。また、人間と環境との双方向性のインタラクションの構築では、近年の仮想現実 (Virtual Reality; VR) 技術の応用も検討する。仮想現実世界の視覚情報を与えるだけでなく、視線やコントローラを用いたジェスチャーなどで仮想現実世界に影響を与える拡張現実 (Extended Reality; XR) は、双方向性のインタラクション構築のデバイスとしての可能性がある。昨年度に導入した magic leap を用いて、双方向性のインタラクション環境の構築を試みる。人間の頭皮上から計測した脳波の情報を分析して、その人の心身状態を推定することは、実用的な BMI システムにおいて基幹的な役割を果たす。脳波を用いた人間の知的情報処理の研究で

は特に、脳波の各電極の周波数パワーの局所的な情報に加えて、電極間の脳波波形位相同期のネットワーク結合情報も用いて、環境刺激に対して人間が感じる快と不快の感情状態を弁別するための機械学習モデルの新たな検討などを行う。

(3) 筋電を含む各種生体信号の測定とマルチモーダルデータ統合による文脈の抽出

(赤崎、加藤)

脳生体信号を情報環境に活用する BMI のための基盤研究を行う上で、出発点（原因）である脳活動－脳波－と、到達点（結果）である筋肉の活動－筋電図－の計測を実施していたが、さまざまな外的要因により、原因と結果が一致する場合もあれば、一致しない場合もある。一例として、骨格筋を動かすための運動情報は、運動を学習しているときには大脳皮質による制御が主たる要因となるが、運動の手続の学習が完了した後は、大脳皮質よりも小脳の制御により、運動は行われる。これらの例を踏まえ、BMI を長期的に活用するためには、（運動）学習の初期と完了後では制御パターンの調整が必要であると考え。制御パターンの調整方式を検討する上で、多面的な計測を行うために、脳と筋肉を連絡している情報伝達経路である脊髄の神経活動に着目する。脳の神経細胞（群）活動の結果生じる脳活動と比べて、脊髄の神経活動を伝導している軸索活動は微弱であり、神経活動を記録するためには、一般的には、針電極を体内に刺入して（侵襲的）記録を行う。皮膚表面から測定することは困難である。本稿では、ヒトへの適用を考える上で非侵襲的である皮膚表面脊髄電図を記録し、筋電図との関係を調べた結果を報告する。

(4) 空間周波数、方位信号伝達の最適化のための初期視覚野メカニズム（田中）

脳は、コンピュータに比べ、はるかに低コスト・低消費エネルギーで、高度な情報処理を遂行できる。これには、個々の神経細胞が環境に合わせてその信号伝達を最適化することが寄与していると考えられている。本研究では、このような最適化の機構を解明することで、新しい脳型コンピュータビジョンシステムの開発につなげていくことを大きな目的としている。

脳視覚情報処理経路において、初期視覚野の神経細胞は、信号伝達最適化のために、視覚環境条件（刺激コントラスト、明度など）に合わせて、空間受容野サイズや時間受容野形状を多様に変化させていることが知られている。一方で、細胞の重要な特性である空間周波数チューニングについては、刺激提示後の 100 ミリ秒程度の応答期間中に著しく時間変化することが知られているが、その機能的意義はまだよくわかっていない。これが何らかの機能最適化と関連しているのかを探ること、またこの時間変化を実現している神経メカニズムを解明することが、この研究の具体的な目的である。このメカニズムを応用して、外界からの視覚情報を直接脳に伝えて人工視覚を実現させるための感覚入力 BMI の回路網

モデルの原理確立に貢献することを目指す。

2. 本年度の研究成果

以下に、研究概要に挙げた(1)~(4)の各研究の主な成果についてまとめる。

(1) ブレイン・マシン・インタフェースにおける脳活動の適応的変化の神経基盤

(伊藤、末松、森)

a) 覚醒下ネコの方位マッチング弁別課題の訓練

2匹のネコに方位マッチング課題を訓練した。1匹は正答率80%程度まで訓練が進み、2匹目の訓練を開始した。課題では、眼前のモニターの中心に表示される注視点を一定期間に渡り注視し、上下に表示される2つの格子パターン（水平または垂直）が同じ方位の場合は、注視期間後に左右に表示されるターゲットの右側に視線を動かし（サックード）、2つの格子パターンが異なる方位の場合には左のターゲットにサックードを行う。

b) 慢性記録のための電極マニピュレータの開発と検証実験

電極マニピュレータおよび電極チェンバーの開発では、試行錯誤を繰り返し、小型の電極マニピュレータを3Dプリンタで自作し、ラットやマウスに適用した。開発した装置を用いて、慢性的な細胞活動記録の安定性の検証を行った。電極マニピュレータに装備したネジの回転により、電極の刺入深度を変更することが出来るため、微調整により、常に細胞記録にとって最適な条件を実現することが出来る。

c) 皮質脳波 (ECoG) 電極による局所脳波記録とニューロンオペラントコンディショニング (NOC)

ICコネクタで自作したECoG電極（4つの記録点）をマウスの皮質に慢性的に埋め込み、視覚皮質および運動皮質からのLFPの記録を行った。覚醒マウスには頭部固定に慣れさせた後に、ECoG電極の4つの記録点から実験者が選別した記録点でのガンマ波パワーの強度を制御変数とするNOC課題を訓練させた。ガンマ波パワーの強度に応じてモニター上のカーソル（白い円）が左右に動き、マウスは、左端または右端に提示されるターゲット（白い縦線）までカーソルを移動させることで、報酬が得られる。Volitional（随意的）なガンマ波パワーの増加は見られたが、安静時でのガンマ波パワーとのキャリブレーションや、他の周波数帯域のパワーの変化などを更に検討する必要があることが明らかとなった。

d) 視覚皮質の複数細胞活動からの刺激方位推定の統計モデルの開発

視覚刺激提示下での視覚皮質から同時記録された複数の細胞活動の単一試行データから、提示された刺激の特徴を判別する情報復号化（デコーディング）を研究した。複数細胞の発火数ベクトルを特徴変数とするサポートベクターマシンを適用し、交差検証

(cross-validation) により正答率を計算した。同一の刺激を複数回提示しても、細胞の活動度には統計的な変動が生じることが知られている（試行間変動性）。我々の先行研究では、細胞間の試行間変動は相関しており（発火数相関）、発火数相関は刺激依存の変動が生じることを報告している。今回の研究では、発火数相関をゼロとする Bootstrap サンプル、発火数相関の試行変動性を無くす Bootstrap サンプルをそれぞれ考案し、有限の発火数相関および発火数相関の刺激依存性が、個々の発火数が持つ情報とは独立に、付加的な情報を提供することを発見した。

(2) 脳波測定および脳刺激を用いた知的情報処理の研究およびスポーツトレーニングへの応用
(伊藤、加藤、奥田)

a) tDCS による握力持続効果の検証

伊藤は加藤との共同研究で、握力の持続における tDCS の影響を調べた。実験は情報理工学部学生の中嶋が中心となり、現代社会学部の加藤研究室の学生を被験者として行った。運動皮質に陽極刺激、陰極刺激、シャム刺激（プラシーボ刺激）を与えた後に 30 回の握力測定を継続し、握力の低下における各刺激の影響を統計比較した。陰極刺激はシャム刺激と有意な差は無く、陽極刺激はシャム刺激と比べると握力測定の最初の 10 回程度では有意な握力の持続が生じていることが分かった。我々の検討では、陽極刺激は筋力を働かせることに対する精神的なリミッターを一時的に抑えるために握力が持続したと考えた。しかし、10 回以上の継続では実際の筋肉の疲労が生じるため、シャム刺激との有意差が無くなると理解する。この結果からは、スポーツトレーニングでの tDCS の活用は、短期的な精神的なリミッターの抑制を利用した短いインターバルでの tDCS とトレーニングの反復が有効である可能性を考える。

b) tDCS によるボディイメージの変化の検証

昨年度に引き続いてラマチャンドランのゴム手実験を行い、ボディイメージの変化における tDCS 刺激の影響を、情報理工学部学生の栗野と研究した。この実験では、被験者の左手を衝立で自身からは見えなくし、眼前に置かれたゴム製の手と実際の左手を同期して刺激することで、ゴム手が自分の左手のように感じられるという錯覚現象に着目する。実験では、実際の左手の触覚刺激にわずかに先行してゴム手への刺激を見せ、左手に刺激を感じた時刻が早まる効果を定量的に計測することで、ボディイメージがゴム手に移動していることを確認した。その後、右運動皮質と左前頭部に 2 つの電極パッドを置き、tDCS 刺激を行った。実験では、運動皮質の陽極刺激、陰極刺激、シャム刺激の 3 種類の実験を行い、ボディイメージの変化を定量比較した。tDCS 刺激はシャム刺激に対して有意なボディイメージの変化を生じさせることが確認できたが、被験者によって、陽極刺激と陰極刺激の影響が異なることも新たに示された。

c) 拡張現実デバイス (magic leap) による双方向性ブレインコンピュータインタフェースの構築

拡張現実デバイスを用いた人間と環境との双方向性のインタラクションの可能性の探求のために、米国 magic leap 社の magic leap 1 を昨年度に導入した。このデバイスと脳波計測とを組み合わせることで、脳活動と仮想現実空間とのインタラクションを実現する新たな BMI 研究に向けての準備的研究を、情報理工学部学生の北川と行った。脳波計で記録した左右半球の脳波の μ (ミュー) 波パワーを連続的に計算し、そのデータを UDP 通信で magic leap の仮想環境を制御する Unity プログラムにリアルタイム転送することで、仮想空間の物体の位置を変化させた。脳活動と magic leap の仮想環境との双方向性のインタラクション環境は構築できたが、 μ 波パワーを変動させることのできる被験者がごく少数であったため、十分な検証には至らなかった。また、脳活動により仮想空間の物体を移動させることは出来たが、仮想空間の環境変化により脳活動を変化させる閉ループ環境の実験にまでは至らなかった。

d) 脳波の位相同期指標を用いたヒトの感情状態の機械学習弁別

上述のように、脳波を用いた人間の心身状態弁別の研究では、頭皮上に設置した多数の脳波電極それぞれの脳波信号の周波数パワー値を用いた弁別モデルの構築が広く行われる。一方で、人間の言語や感情など、弁別しようとする対象が高次で複雑になればなるほど、脳の局所的な活動のみではなく、複数の脳領域の間の活動の関係性にも、重要な情報が表現されていると考えられる。そこで、本検討項目では、脳波の電極ごとの周波数パワー値に加えて、電極間の脳波波形の同期的な関係性を指標化した位相同期値 (Phase Locking Value; PLV) を用いて、刺激画像に対して人間が抱く快と不快の感情状態を弁別させる機械学習手法の検討を行った。特に、状態弁別に用いる判別式内での入力情報に対する重みパラメータの事前確率分布の推定から、弁別に関係する重要な入力情報を自動的に抽出・特定できる Sparse Logistic Regression (SLR) に着目し、快と不快の感情状態分離に関わる脳波位相同期ネットワークを具体的に同定することを新たに試みた。この SLR の特徴量自動抽出の能力と、従来より状態弁別問題に幅広く用いられている Support Vector Machine (SVM) とを組み合わせ、新たな弁別手法についての検討も行った。

画像に対する被験者 8 名の快・不快感情状態を弁別する SLR および SVM モデルの学習と評価を行った結果、位相同期値を用いた場合に、周波数パワー値のみを用いた場合より快・不快弁別の成績が向上し、感情の脳内表現に脳領域間の活動ネットワークの情報が関わることを確認した。また、SLR によって抽出した位相同期および周波数パワーの情報のみを用いて SVM の学習モデルを構築することで、80%を超える高い快・不快弁別正答率が得られることを、新たに見出した。さらに、SLR が抽出した快・不快弁別

の脳波ネットワークは、従来の感情の脳科学研究で示唆されていた脳活動の周波数特性や脳領域の空間パターンの知見を一部再現した。これに加えて、今回の感情弁別ネットワークの分析の結果からは、画像に対する感情生起の過程で、脳の短距離の同期ネットワークの形成が短期的に繰り返されることで、長時間に渡る長距離の大域的なネットワークへと発展することを示唆するような、新たな知見も得られた。このように、脳波を用いた人間の心身状態の機械学習弁別のアプローチが、BMIをはじめとする様々な応用における状態推定に役立つだけでなく、基礎脳科学的な新たな仮説を示唆する上でも意義を有することを改めて確認した。

(3) 筋電を含む各種生体信号の測定とマルチモーダルデータ統合による文脈の抽出

(赤崎、加藤)

脳からの運動情報を各骨格筋に伝達している脊髄神経の神経活動を脊髄の神経走行に沿った皮膚表面上から複数点で計測した表面脊髄電位と、腹臥位で膝（下腿）を屈曲・伸展した際の外側広筋の筋活動に伴う筋電図を、同時計測した。記録部位を図1に示す。記録では、多点同時記録装置 Polymate-V (AP518) を使用し、ディスプレイ表面電極を対象筋および脊髄上に貼付した。運動の状態および運動の結果、筋活動そして脊髄電位記録を得た。概要で述べたとおり、皮膚表面から脊髄神経活動を記録した場合、得られる脊髄電位は非常に微弱であり雑音に埋もれているため、運動の特徴を抽出することは困難で

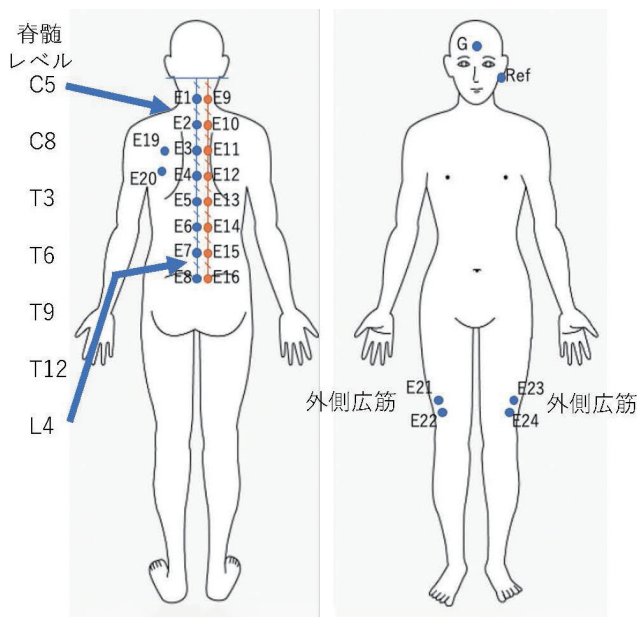


図1 下腿 皮膚表面筋電位計測部位（外側広筋）と
背部 皮膚表面脊髄電位計測部位

ある。一般的には、信号の対雑音比を上げるために、信号源の発生タイミング（開始点）を基準とした複数回の計測データを計測し、加算平均した結果から運動情報を信号として取り出すことが多い（順相間解析）。しかし、脳活動も含めた脊髄電位は、その発生タイミングはヒトの随意的脳活動が原因であるため、運動の開始点のタイミングは特定できない。本研究では、随意的運動意思の結果として生じる筋活動を基準として、脊髄電位から運動情報の抽出を試みた（逆相間解析）。

運動を複数回施行し、対象筋活動の発生時刻を基点として、表面脊髄電位の逆相間-加算平均解析を行った結果を、図2に示す。しかし、今回の解析では、運動情報の抽出はできなかった。これは、逆相間解析を個々の測定点に対して独立に行っており、神経走行の空間的連続性や時間的連続性を踏まえた解析まで行っていないことが、原因として考えられる。今後、多点記録による信号源推定や機械学習を利用した特徴量抽出の技法を導入した解析を行う。

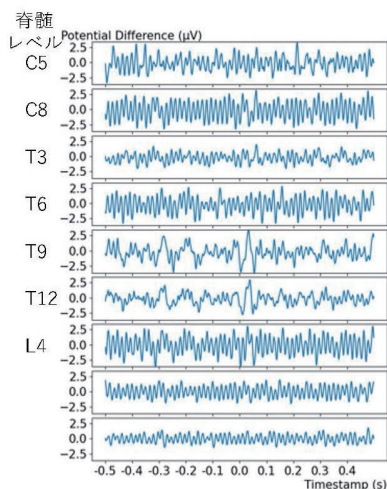


図2 各測定点の表面脊髄電図
(対象筋の活動に基づく逆相間加算平均)

(4) 空間周波数、方位信号伝達の最適化のための初期視覚野メカニズム（田中）

空間周波数と方位は、画像情報における最も基本的な視覚特徴であり、その伝達様式を理解することは、脳視覚情報処理を理解する上で重要である。昨年度の研究では、様々な空間周波数のサイン波刺激に対する細胞応答の時間経過を解析することで、低コントラストでは細胞がチューンする空間周波数はあまり時間変化しないのに対して、高コントラストでは急激に高くなることを見出した。この時間変化により、細胞は、信号の弱い低コントラストでは、粗い特徴の伝達に特化し、高コントラストでは、より細かな特徴の信号伝達を行っていると考えられる。

今回、高コントラストにおける空間周波数チューニングの時間変化には多様性があり、チューニングのピークがあまり変化しない細胞はバンド幅を広げていくことで、ピークが大きく変化する場合はバンド幅を狭めていくことで、高空間周波数領域の伝達を増強していることがわかった。このことから、空間周波数ダイナミクスには、特性が大きく異なる2つの機構が関与していることが示唆された。

さらに、方位チューニングに関する解析も行った。その結果、空間周波数の場合と同様、高コントラストのみで方位チューニング幅が時間とともにシャープ化していくことがわかった。つまり、方位の情報伝達においても、コントラストに依存して解像度を変えながら情報伝達を行っていると言える。

以上の結果から、空間周波数や方位を含めて、V1野では、チューニングダイナミクスという効果を用いて、最適な情報伝達を効率よく行うための一般的な機構があると考えられる。今後は、この回路機構を、さらに詳細に明らかにしていく。

論文・著書

伊藤浩之, ニューロフィードバックの原理と臨床応用, Clinical Neuroscience (臨床神経科学), Vol.39, No.7, 843-846 (2021) 【査読無】

奥田次郎, 赤崎孝文, 伊藤浩之, 加藤えみか, 末松尚史, 河合由起子, 田中宏喜, 中島伸介, ヒューマン・マシン・データ共生科学研究センター 研究報告, 京都産業大学 先端科学技術研究所所報 第20号, 29-54 (2021) 【査読無】

廣岡郁弥, 奥田次郎, 脳波位相同期値による感情状態弁別のための機械学習手法の検討, 信学技報 NC2021-74, 143-148 (2022) 【査読無】

学会発表

Yui Tabata, Reo Kohno, Yoshiya Mori, Yoshiko Maruyama, Hiroyuki Ito, Comparison of decoding models of stimulus orientations from neuron populations in cat visual cortex, The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society / The 1st CJK International Meeting, July 28-31 (2021), Kobe, Japan

Jiro Okuda, Hiroki Kataoka, Masayuki Fujiwara, Takashi Hashimoto, Brain systems involved with intention expression by using hierarchical structures of symbol strings, The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society / The 1st CJK International Meeting, July 28-31 (2021), Kobe, Japan

廣岡郁弥, 奥田次郎, 脳波位相同期指標を用いた機械学習弁別による感情の脳ネットワーク表現の検討, 第24回 日本ヒト脳機能マッピング学会, 2022年2月28日 - 2022年3月1日, 浜松

廣岡郁弥, 奥田次郎, 脳波位相同期値による感情状態弁別のための機械学習手法の検討, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 2022年3月2日 - 2022年3月4日, オンライン

Hiroki Tanaka, Kazuki Kohara, Yuma Nakao, Tuning dynamics of area 17 neurons mediate contrast-adaptive spatial-frequency information transmission, The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society / The 1st CJK International Meeting, July 28-31 (2021), Kobe, Japan

Ryohei Sawada, Akihiro Naochi, Yuki Moriyasu, Naohiro Okumura, Hiroki Tanaka, A hybrid model of mechanisms generating spatial frequency tuning dynamics in the primary visual cortex implicated by its contrast dependence, The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society / The 1st CJK International Meeting, July 28-31 (2021), Kobe, Japan

その他

奥田次郎, 伊藤浩之, 中島伸介, 田野中瞭, 小西侑樹, 京都産業大学オープンキャンパスにおける研究センター活動紹介, 2022年3月26日, 京都【研究紹介】

テーマ2. Health・Social データのAI分析および社会的応用に関する研究（河合、中島、栗）

1. 研究概要

近年、健康改善や体力向上を目的としたランニング人口が増加しているが、ランニングを継続することは容易では無い。そのため、ランニング支援システムを開発する意義は大きいと考えている。我々は、先行研究において、音響型拡張現実空間にて自身のランニング記録に基づく仮想ランナーとの伴走を可能にするランニング支援システムを構築した。ただし、より臨場感を持ってランニングを行うためには、良きライバルとなる他のユーザの記録による仮想ランナーとの競争が可能なシステムの開発が重要であると考えた。

本研究テーマでは、ライバルランナーの推薦を行うランニング支援システムの前段階として、対戦仮想ランナーが複数人である場合にユーザのモチベーションにどのような影響を与えるか、検証を行った。

2. 本年度の研究成果

(1) 音響型 AR を用いたランニング支援システム

a) 提案手法の概要

本稿で提案するシステム概要を図3に示す。ユーザは、拡張現実（Augmented Reality; AR）空間内で生成された仮想ランナーと音響型 AR を用いて、競争や伴走が可能である。仮想ランナーとは、過去の自分の記録、ライバルとなるユーザの記録、リアルタイムで繋がっているユーザ等の GPS 等の情報を基に作成された、拡張現実空間内でランニングを行う相手を指す。

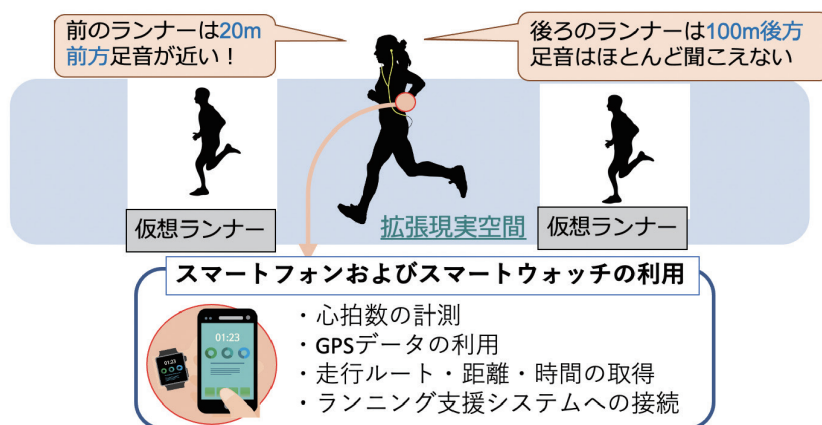


図3 音響型 AR ランニング支援システムのイメージ

b) 取得する情報および取得方法

GPS は、ユーザのランニング時の速度と距離を算出するために用いる。ここでは、「FUJITSU arrows M4 Android smartphone」の GPS 機能を使用し、GPS の取得する時間の間隔は 1 秒で行う。

GPS で取得した各緯度経度の座標の距離は、Haversine 式を用いることで算出する。また、ランニングで行ったスタートからゴールまでの距離は、それらの総和とした。

本稿で提案するランニング支援システムでは、仮想ランナーとユーザの速度の算出方法は異なる。ユーザの競争時の速度は、仮想ランナーと競争を行うため、リアルタイムで算出する必要がある。そのため、ランニング時に取得した側近同士の緯度経度の差分の距離を元に速度を算出する。それに対して、仮想ランナーの速度は、過去にランニングを行った際の距離とかかった時間から算出した平均速度を用いる。

なお、心拍数を取得することで、音響型 AR ランニング支援システムが身体的負荷をどの程度与えるのか検証する。今回の検証では、Garmin ForeAthlete 235J を用いて、心拍数を取得した。

c) プロトタイプ

開発したシステムのプロトタイプを図 4 に示す。主な機能として、ユーザが競争を行う仮想ランナーを作成するための計測モードと、ユーザが作成された仮想ランナーとランニングを行うためのチャレンジモードがある。

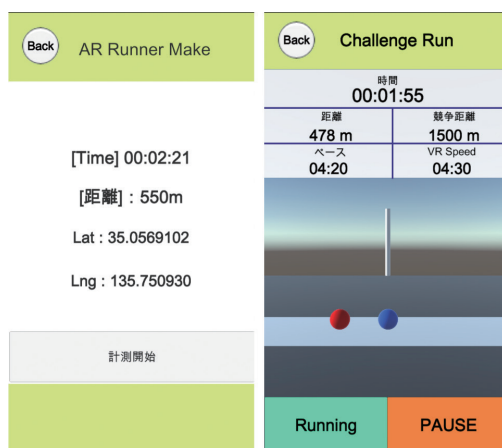


図 4 音響型 AR ランニング支援システム的主要画面：仮想ランナー作成のための計測モード（左）と仮想ランナーとの競走モード（右）

計測モードでは、仮想ランナーの作成を行うための GPS の測定を行う。ユーザがランニングを開始するときには、「計測開始」ボタンを押すことにより、計測が開始される。また、ランニングを終了する際には、「計測終了」ボタンを押すことにより、計測を終了する。

競走モードでは、計測モードで記録したGPSを元に作成した仮想ランナーと音響型ARを使用して、競走を行う。青い球がユーザ、赤い球が仮想ランナーである。ユーザは仮想ランナーの存在を、足音や呼吸の音、現状の勝ち負けや進行状況を伝達するナビゲータの音声として、装着したイヤホンを通して知ることが可能である。足音や呼吸の音は、HRTFアルゴリズムを利用した3D立体音響により提示し、臨場感や没入感のある競走を作り出している。

競走モードで仮想ランナーと競争を開始する前に、ユーザは、ランニングを行う「距離」を選択する。距離の選択は、ユーザの任意で距離を入力することで、自由に距離の選択が可能である。

ユーザが仮想ランナーと競走を開始する場合、「Start Run」ボタンを押すと3秒間のカウントが始まり、その後、ランニングが開始される。競走が開始されると、図4のように、「Running」と表示が変化する。また、ユーザが競走中に危険を伴う場合を考慮し、「PAUSE」ボタンを押すことで、ランニングを一時停止することができる。再度途中から競走を行う際は、もう一度「PAUSE」ボタンを押すことで、再開できる。ユーザまたは仮想ランナーが選択した距離を走り終えると、勝ち負けを判定する音声流れ、競争が終了する。

(2) ライバル推薦手法の提案

a) 概要

本研究では、より臨場感を持ったランニングを行うため、他のユーザの記録に基づく仮想ランナーとの競争が可能なランニング支援システムを提案する。ランニングは健康促進や体力向上に効果があると言われているが、楽しくないなどの負の感情がモチベーションを低下させ、継続を困難にさせる。つまり、ユーザにとって効果的であり、精神的にも楽しみながらランニングに取り組める工夫は重要である。そこで我々は、過去の先行研究で行った、自身の記録に基づいた仮想ランナーとの競争に加え、ユーザの目的に合わせたライバルや仲間を推薦し、競争や伴走を行うことで、ユーザにとってより臨場感のあるランニング支援システムを目指す。

本研究で実現を目指すランニング支援システムの概要図を図5に示す。提案手法では、まず、複数人のランナーの記録タイムやGPS等の情報を、サーバに保管する。そして、ユーザの目的に合わせてサーバに記録されている情報を参照し、ライバルの推薦を行う。

b) サーバとの連携

複数のランナーの記録情報をランニング支援システムからサーバに送信する。サーバが保管する情報としては、GPS、記録タイム、タイムスタンプ、ユーザID、勾配等の地形データ等とする。ユーザが仮想ランナーとの競争を行う際は、ランニング支援システ

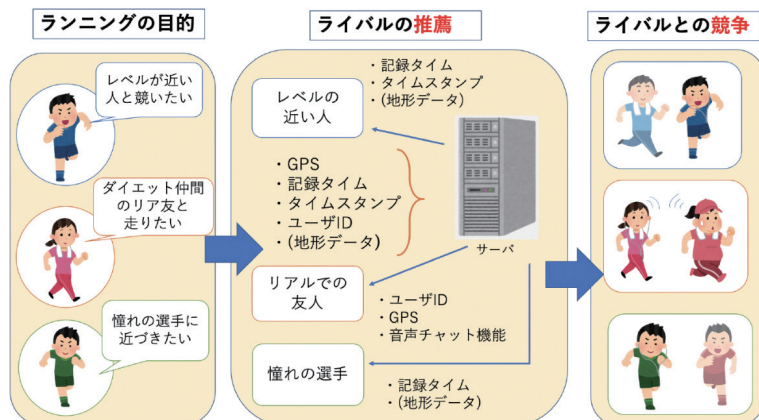


図5 提案システムの概要図

ムから入力された条件を基に、サーバに記録されたデータから、ユーザの能力や地形情報等にマッチした仮想ランナーの推薦を行う。

c) ユーザ目的に合わせたライバル推薦方式

サーバに保存された情報に基づいた、ユーザのランニング目的に合わせたライバル推薦方式について説明する。例えば、レベルの近い人と競争がしたい場合は、サーバに保存されている記録タイム、タイムスタンプ、地形データを参照し、ユーザの記録タイムに合ったライバルの推薦を行う。また、ダイエット仲間である現実世界での友人と共に走りたい場合は、音声チャット機能などを用いて、友人とのリアルタイムでの伴走を行う。上記のように、ユーザそれぞれの目的にあったライバルや仲間の推薦を行う。

d) 複数の仮想ランナーに対する特性生成

本システムでは、ユーザにより没入感を与えるため、ランナーごとに異なる特徴を持つ複数の仮想ランナーを用意する。具体的には、砂利道の上であったり、アスファルトの道上の音であったりと、仮想ランナーごとに異なる足音を発生させる。さらに、走行する路面状態以外にも、仮想ランナーそれぞれが歩幅も異なるように、ピッチの異なる足音を用いて、仮想ランナーの違いを表現する。

(3) 複数人仮想ランナーの実験

本稿では、目指す提案システムの前段階として、対戦する仮想ランナーの人数を従来の一人のみでなく複数人にした場合にユーザのモチベーションにどのような影響が出るかを検証するため、予備実験を行った。本実験では、先行研究にて作成した、対戦する仮想ランナーの人数が一人のシステムを使用するグループと、今回作成した、対戦する仮想ランナーの人数が複数人のシステムを使用するグループに分けた。今回、複数人の仮想ランナーの人数は五人とした。各グループの条件を以下に示す。

- i) 一人の仮想ランナーとの対戦 (SINGLE)
- ii) 複数人の仮想ランナーとの対戦 (MULTI)

実験期間は7日間あり、SINGLEは実験初日に仮想ランナーの作成を行った。被験者は、本学に所属する大学生である20代の男性4名の被験者に対して実験を行った。

a) 実験手順

評価実験の手順を示す。被験者には「事前評価セッション」、「ランニングセッション」、「事後評価セッション」の3つのセッションに分けて、7日間実験を実施した(図6参照)。事前評価セッションでは、被験者は1000mのランニングを実施、要した時間と心拍数の計測を行った。同時に、SINGLEの条件の被験者は、音響型ARランニング支援システムの計測モードを利用して、仮想ランナーの作成を行った。次に、条件別のランニングセッションでは、被験者は指定された条件の下、7日間ランニングを行う。被験者には、ランニング後に、実施した日時と天気の入力を行ってもらった。事後評価セッションでは、事前評価セッションと同様の1000mのランニングを実施し、ゲーム経験を計測するためのアンケート Game Experience Questionnaire (GEQ) と、ユーザビリティの側面とユーザエクスペリエンスの側面の両方を測定可能な評価指標である User Experience Questionnaire (UEQ) を実施した。

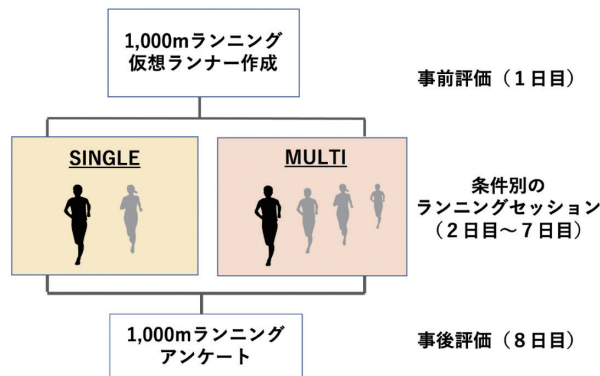


図6 実験手順

b) 評価方法

ランニングに対するモチベーションの評価は、表1のゲームの経験を評価するGEQを被験者に対して実施し、評価を行った。それぞれ各項目ごとに、1「全くそう思わない」、2「少しそう思う」、3「そう思う」、4「とても思う」、5「非常に思う」の5段階のリッカート尺度を用いて評価する。また、表1のGEQでは、これら14個の要素を用いて、アンケート項目に対応する7つの「Competence (有能感)」、「Sensory and Imaginative

Immersion (感覚的没入感)、「Flow (没頭)」、「Tension (緊張感)」、「Challenge (挑戦感)」、「Negative affect (ネガティブ感情)」、「Positive affect (ポジティブ感情)」などのゲーム経験を評価する。コンポーネントは、対応するアンケート項目の平均を用いて算出を行った。また、ランニングセッションでは、SINGLE と MULTI のランニングを行った回数や時間、距離を、ランニング用スマートウォッチ (Garmin 社製) から取得している。これらの評価項目から、音響型 AR ランニング支援システムがランニングのモチベーションに与える影響を調べる。

表1 Game Experience Questionnaire (GEQ)

NO.	項目	コンポーネント
1	達成感があった	Competence (優越感)
2	アプリを使いこなせた	
3	ランニングに興味を持った	Sensory and Imaginative Immersion (感覚的没入)
4	印象的だった	
5	全てを忘れるぐらい没頭した	Flow (没頭)
6	夢中になった	
7	不満を感じた	Tension (緊張感)
8	イライラした	
9	挑戦しがいがあった	Challenge (挑戦感)
10	使うのに努力が必要だった	
11	退屈に感じた	Negative affect (ネガティブな影響)
12	面倒に感じた	
13	幸せを感じた	Positive affect (ポジティブな影響)
14	良かった	

事前評価セッションと事後評価セッションから、被験者のランニングの速度や平均心拍数を取得し、SINGLE と MULTI を比較することで、身体的影響を調べる。

システムのユーザビリティに関する評価は、UEQ アンケートを被験者に実施し、評価を行った。UEQ は、Laugwitz によって制作された、ユーザビリティの側面 (効率、目立ちやすさ、信頼性) とユーザエクスペリエンス (独創性、刺激) の両方を測定可能な評価指標である。「楽しい-楽しくない」、「わかりやすい-わかりにくい」等の計 26 の項目があり、それぞれ各項目ごとに 1 から 7 のリッカート尺度を用いて、評価をする。

c) 音響型 AR ランニング支援システムの有効性の検証

GEQ における SINGLE と MULTI の各コンポーネントの平均値を図 7 に示す。「Competence (優越感)」は、MULTI が 0.75 高く、「Positive affect (ポジティブな影響)」においても MULTI が 0.25 高くなり、SINGLE と比較して良い結果となった。「Sensory and Imaginative Immersion (感覚的没入)」「Flow (没頭)」では、SINGLE と MULTI 共に同じ結果となった。また、他のコンポーネントの結果においては、SINGLE の方が高い結果となった。各コンポーネントは正規分布を示していなかったため、Mann-

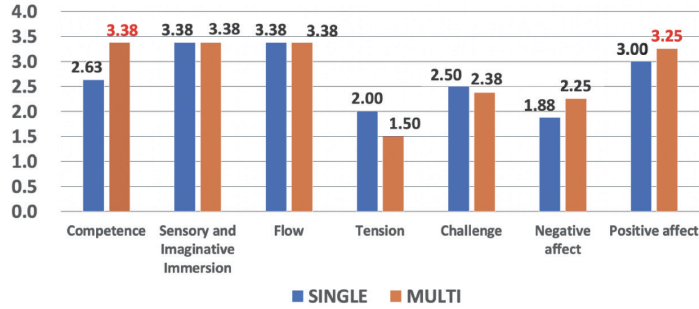


図7 GEQの実験結果

Whitney tests を行ったが、いずれも有意差は見られなかった。

図8に、事前評価セッションと事後評価セッションで実施した1000mのランニングの速度を示す。SINGLEの速度の事前事後評価の差の平均は0.41、標準偏差は0.46となり、MULTIの速度の事前事後評価の平均は0.21、標準偏差は0.24となった。MULTIよりもSINGLEでの走行の方が速度の向上が見られたが、有意な差は見られなかった。

事前評価セッションと事後評価セッションの平均心拍数の結果を図9に示す。SINGLEの心拍数の事前事後評価の差の平均は-8.5、標準偏差は16.03となり、MULTIの心拍数の事前事後評価の平均は11.5、標準偏差は10.28となった。心拍数においては、

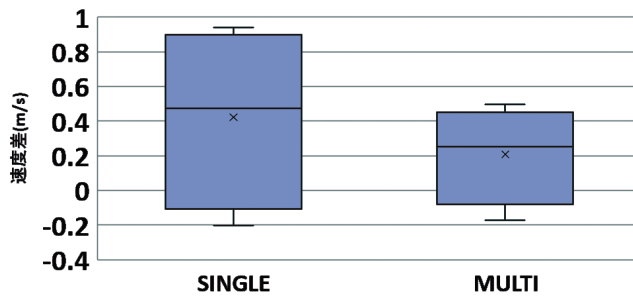


図8 速度の事前事後評価の結果

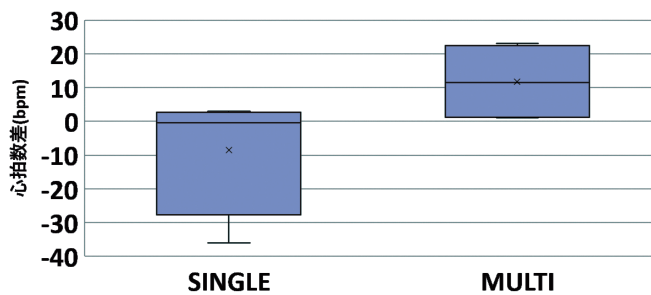


図9 平均心拍数の事前事後評価の結果

SINGLE よりも MULTI の方が向上が見られたが、有意な差は見られなかった。

UEQ における SINGLE と MULTI の各コンポーネントの評価値を図 10 に示す。「ノベルティ」に関して MULTI が 0.125 高くなり、SINGLE と比較して良い結果となった。また、他のコンポーネントの結果においては、SINGLE の方が高い結果となった。各コンポーネントは正規分布を示していなかったため、Mann-Whitney tests を行ったが、いずれも有意差は見られなかった。

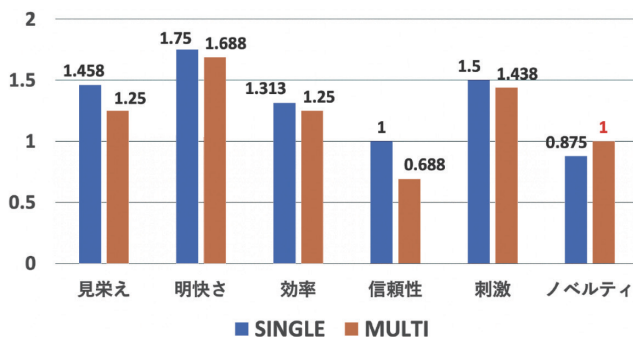


図 10 UEQ の実験結果

d) 考察

モチベーションに対して、MULTI では SINGLE よりもランニングに対する楽しさを示す「優越感」を高め、「ポジティブな影響」が高まるという可能性を示すことができた。この結果から、対戦する仮想ランナーの人数が一人よりも人数が多いことで、モチベーションの向上に繋がる可能性があると考えられる。しかしながら、「感覚的没入感」や「挑戦感」等の他の項目に対しては、有効性を示すことができなかった。この原因については、今回の MULTI システムでは、ユーザ自身が走行中に自分が何番目に走っているかが分かりにくかったことが、競走の緊張感等に影響を与えていたと考える。

ランニングの速度について、いずれの条件も速度の向上は見られたが、MULTI よりも SINGLE の走行の方が速度の向上が見られた。この原因については、今回の予備実験の被験者が少ないことから、SINGLE の条件下にてある 1 名の被験者の記録が大きく伸びたことが影響を与えたのではないかと考えている。また、ランニング中の心拍数については、SINGLE よりも MULTI の方が心拍数の向上が見られた。このことから、対戦する仮想ランナーの人数が増えることで、身体への負荷が高まる可能性があると考えられる。

UEQ の結果より、「ノベルティ」の項目にて、従来の SINGLE よりも MULTI の方がスコアが高い結果を得た。このことから、従来の 1 対 1 で行うランニングよりも、対戦する仮想ランナーの人数が増えることで、システムとしての新規性があると考えられる。

また、「見栄え」や「明快さ」等の項目にて、SINGLE よりも MULTI の方が低いことから、システムのユーザインタフェースには改良の余地があると考えられる。

今回行った予備実験では、対戦する仮想ランナーの人数を増やすことでランニングが楽しく感じる達成感が上がったことや、運動負荷が高まったことが確認できた。しかし、走行中の音声アナウンスが不足しており、ユーザが走行中に自身が何番目に走っているのか分かりにくいなど、システムの UI 等の改善点も見つかった。今後は、「現在順位は 2 位です」、「前方 50m にランナーがいます」等の走行中の音声情報の追加、被験者を増やした本実験の実施、ユーザが直感的に操作可能な UI の改善を行っていく。

3. まとめ

本研究では、音響型 AR ランニング支援のためのユーザ走力を考慮したライバル推薦手法の提案と、提案手法の前段階として、対戦する仮想ランナーが複数人になった場合の予備実験を行った。予備実験の結果として、対戦する仮想ランナーの人数を増やすことで、ユーザのランニングに対する優越感が高まり、ポジティブな影響があることが確認でき、身体的影響では、複数人で行う方が運動負荷が高まることが確認できた。

今後は、推薦手法をもとに、システムの構築や UI の改善、評価実験にて提案手法の妥当性の検証を行い、より臨場感のあるランニング支援を目指す。

また、推薦システムの構築や検証を行った後、サーバを用いてランナーの走行データをデータベース化し、近年開催されることが増えているオンラインマラソンへ応用することも検討している。

論文・著書

大村貴信, 鈴木健太, シリアーラヤ パノット, 栗 達, 河合由起子, 中島伸介, 実空間のユーザ行動分析に基づく潜在的興味分析方式, 情報処理学会論文誌データベース (TOD92), Vol.15, No.1, 1-11 (2022) 【査読有】

王 元元, 橋本 樹, 河合由起子, 角谷和俊, ユーザの視聴操作と地理的關係性に基づく映像視聴支援システムの提案, 日本データベース学会和文論文誌, Vol.20-J, Article No.4 (2022) 【査読有】

学会発表

Ryusei Arisawa, Panote Siriaraya, Da Li, Kazutoshi Sumiya, Yukiko Kawai, Shinsuke Nakajima, A rival recommendation approach for acoustic AR running support system considering the athletic ability of users, 2021 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData2021), pp.3500-3502, December 15-18 (2021), Online 【査読有】

- Kenta Suzuki, Panote Siriaraya, Wan Jou She, Ryotaro Tanaka, Da Li, Shinsuke Nakajima, HappyRec: Evaluation of a “Happy Spot” recommendation system aimed at improving mental well-being, 2021 International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), pp.889-892, December 7-10 (2021), Online 【査読有】
- Mayumi Ueda, Yuna Taniguchi, Da Li, Panote Siriaraya, Shinsuke Nakajima, A research on constructing evaluative expression dictionaries for cosmetics based on Word2Vec, The 23rd International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2021), pp.84-90, November 29-December 1 (2021), Online 【査読有】
- Jianwei Zhang, Taiga Otomo, Lin Li, Shinsuke Nakajima, Automatic cyberbullying detection on twitter using bullying expression dictionary, Proceedings of the 13th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (ACIIDS2021), LNAI 12672, pp.314-326, March 7-10 (2021), Online 【査読有】
- 大塚智貴, シリアーラヤ パノット, 中島伸介, 立体音響 AR を用いたリラクゼーション支援システムの提案, 2022 年電子情報通信学会総合大会, B-15-47, 2022 年 3 月 15 日 - 2022 年 3 月 18 日, オンライン
- 高島友貴, シリアーラヤ パノット, 中島伸介, 認知症ケアを目的とした回想法における VR 活用方法の検討, 2022 年電子情報通信学会総合大会, B-15-48, 2022 年 3 月 15 日 - 2022 年 3 月 18 日, オンライン
- 山口史弥, 上田真由美, 中島伸介, オンラインショッピング支援を目的としたレビュー動画特徴量分析手法の提案, 2022 年電子情報通信学会総合大会, D-5-5, 2022 年 3 月 15 日 - 2022 年 3 月 18 日, オンライン
- 須山瑠万, 栗 達, 河合由起子, 中島伸介, 賃貸物件に関する周辺環境を考慮した Personalized Scoring 方式の提案, 2022 年電子情報通信学会総合大会, D-9-8, 2022 年 3 月 15 日 - 2022 年 3 月 18 日, オンライン
- 談議所孝汰, 鈴木健太, シリアーラヤ パノット, 中島伸介, 心理的支援を目的としたソーシャルサポートマッチングシステムの提案, 第 14 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2022), A21-3, 2022 年 2 月 27 日 - 2022 年 3 月 2 日, オンライン
- 鶴田和土, 上田真由美, 中島伸介, 動画に対する評価項目別スコアを用いた直感的動画検索システム, 第 14 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2022), C21-5, 2022 年 2 月 27 日 - 2022 年 3 月 2 日, オンライン
- 安達駿太, 鈴木健太, シリアーラヤ パノット, 中島伸介, Progression 型ゲーミフィケーションが ユーザモチベーションに与える影響, 第 14 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2022), F24-3, 2022 年 2 月 27 日 - 2022 年 3 月 2 日, オンライン
- 山内克之, シリアーラヤ パノット, 栗 達, 河合由起子, 中島伸介, ウォーキング経路推薦の

- ための周辺スポット評価手法の妥当性検証, 第14回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2022), A31-2, 2022年2月27日 - 2022年3月2日, オンライン
- 小西侑樹, 有澤隆生, シリアーラヤ パノット, 栗 達, 河合由起子, 中島伸介, 音響型 AR ランニング支援システムのライバル推薦における複数仮想ランナーの影響に関する検証, 第14回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2022), A31-3, 2022年2月27日 - 2022年3月2日, オンライン
- 大村貴信, 鈴木健太, シリアーラヤ パノット, 栗 達, 河合由起子, 中島伸介, スポット属性を考慮した実空間のユーザ行動分析に基づく潜在的興味分析の検証, 第14回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2022), D33-4, 2022年2月27日 - 2022年3月2日, オンライン
- 西川大斗, 上田真由美, 中島伸介, 商品レビュー分析に基づく販売店舗自動スコアリングを用いた店舗評価システム, 第14回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2022), F34-5, 2022年2月27日 - 2022年3月2日, オンライン
- 山中拓哉, 栗 達, 中島伸介, 過敏性腸症候群 (IBS) の改善を目的とした食事管理支援方式の提案, 第14回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2022), I44-10, 2022年2月27日 - 2022年3月2日, オンライン
- Ryuta Yamaguchi, Da Li, Panote Siriaraya, Tomoki Yoshihisa, Shinji Shimojo, Yukiko Kawai, E-bike navigation system for safer data collection on real-time by using mobile phone, The 20th International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom2022), March 21-25 (2022), Online 【査読有】
- Da Li, Ryuta Yamaguchi, Keisuke Ato, Tomoki Yoshihisa, Shinji Shimojo, Yukiko Kawai, A sentiment strength extraction method considering the effect of memory for bicycle navigation, The 20th International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom2022), March 21-25 (2022), Online 【査読有】
- Huaze Xie, Da Li, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Visualization method for the spreading curve of COVID-19 in universities using GNN, The 2022 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (IEEE BigComp2022), January 17-20 (2022), Online 【査読有】
- Huaze Xie, Da Li, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Analysis and forecast of the COVID-19 spreading curve for the resumption of in-person classes, IMCOM 2022: International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, January 3-5 (2022), Online 【査読有】
- Ryuta Yamaguchi, Panote Siriaraya, Da Li, Tomoki Yoshihisa, Shinji Shimojo, Yukiko Kawai, A proposal of data collection by mobility users on real-time for e-bike navigation system,

- 2021 IEEE International Conference on Big Data (IEEE BigData2021), December 15–18 (2021), Online 【査読有】
- Huaze Xie, Da Li, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Visualization of POI competitiveness using extracted Kyoto map tiles from social media response since COVID - 19, The 20th IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, December 14–17 (2021), Online 【査読有】
- Takuya Yonezawa, Shion Yamaguchi, Yuanyuan Wang, Kazutoshi Sumiya, Yukiko Kawai, IYASHI Recipe: Cooking recipe recommendation for healing based on physical conditions and human relations, CEA2021 The 13th Workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activities, in conjunction with ICMR2021, November 16 (2021), Online 【査読有】
- Da Li, Shiho Ishitsubo, Katsuyuki Yamauchi, Panote Siriaraya, Shinsuke Nakajima, Yukiko Kawai, A sentiment-aware delightful walking route recommendation system considering the scenery and season, 2021 International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), pp.867–872, December 7 (2021), Online 【査読有】
- Itsuki Hashimoto, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Kazutoshi Sumiya, Topic detection for video stream based on geographical relationships and its interactive viewing system, IEEE 4th International Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (IEEE MIPR2021), September 8–10 (2021), Online 【査読有】
- Takuya Yonezawa, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Kazutoshi Sumiya, An interactive cooking support system for short recipe videos based on user browsing behavior, IEEE 4th International Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval (IEEE MIPR2021), September 8–10 (2021), Online
- 矢野英人, 義久智樹, 下條真司, 瀧崎 尚, 木戸善之, 河合由起子, 山口琉太, 社会課題解決のための利用者誘引型低遅延 MaaS 基盤の設計と実装, 電子情報通信学会 研究会, IA セッション 6 (55), 2022 年 3 月 7 日, 京都
- 羽倉 輝, 山口琉太, 栗 達, 義久智樹, 下條真司, 河合由起子, 社会貢献意識向上のための道路画像分析に基づく貢献度マップ, 電子情報通信学会 2022 総合大会, ISS-SP-034, 2022 年 3 月 15 日 – 2022 年 3 月 18 日, オンライン
- 杉橋真輝, 栗 達, 河合由起子, メディア検索特性を考慮した携帯端末向け横断型検索提示手法, 電子情報通信学会 2022 総合大会, ISS-A-031, 2022 年 3 月 15 日 – 2022 年 3 月 18 日, オンライン
- 森田陸斗, 栗 達, 河合由起子, スレッド生成による映像・音声放送番組におけるツイートの補完手法の提案, 電子情報通信学会 2022 総合大会, ISS-A-030, 2022 年 3 月 15 日 – 2022 年 3 月 18 日, オンライン

- 小山慎哉, 河合由起子, 学生の理解度や興味に応じた遠隔／対面受講推薦システム, 電子情報通信学会 2022 総合大会, D15-4, 2022 年 3 月 15 日 - 2022 年 3 月 18 日, オンライン
- 中辻佑弥, 栗 達, 中島伸介, 河合由起子, 他言語学習におけるフレーズの多様なニュアンス抽出手法の提案, 電子情報通信学会 2022 総合大会, D-4-4, 2022 年 3 月 15 日 - 2022 年 3 月 18 日, オンライン
- 林 伸宇, 河合由起子, 栗 達, スポットにおけるアーティストの話題性抽出による多様な曲推薦, 電子情報通信学会 2022 総合大会, D-4-3, 2022 年 3 月 15 日 - 2022 年 3 月 18 日, オンライン
- 安田莉子, 栗 達, 熊本忠彦, 河合由起子, コスメを対象とする利用時期のスポットを想起させる商品推薦システムの提案, 情報処理学会第 84 回全国大会, 1P-08, 2022 年 3 月 3 日 - 2022 年 3 月 5 日, オンライン, 〈学生奨励賞〉を受賞
- 阿藤圭佑, 山口琉太, 栗 達, 下條真司, 河合由起子, 二輪車運転時の走行風景に対する表情の快適さを考慮した経路推薦の提案, 情報処理学会第 84 回全国大会, 1P-04, 2022 年 3 月 3 日 - 2022 年 3 月 5 日, オンライン
- 長谷恵人, 山口琉太, シリアーラヤ パノット, 河合由起子, 二輪車によるデータ収集基盤を用いた経路の特徴抽出による地域特性の可視化, 情報処理学会第 84 回全国大会, 7N-03, 2022 年 3 月 3 日 - 2022 年 3 月 5 日, オンライン
- 岩上瑛子, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, オンライン授業における学生の質問入力に対する回答支援方法の提案, 第 14 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum 2022), I44-11, 2022 年 2 月 28 日 - 2022 年 3 月 2 日, オンライン
- 井上沙紀, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, オンデマンド授業のスライド構造を用いた質問サジェスト方式の提案 - 批判的思考を促進する学習支援 -, 第 14 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum 2022), K43-4, 2022 年 2 月 28 日 - 2022 年 3 月 2 日, オンライン, 〈DEIM 学生プレゼンテーション賞〉を受賞
- 山口琉太, 栗 達, シリアーラヤ パノット, 義久智樹, 下條真司, 河合由起子, 二輪車走行中の安全なデータ取得ナビによる潜在的快適性分析と快適な経路推薦手法の提案, 第 14 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum 2022), A41-5, 2022 年 2 月 28 日 - 2022 年 3 月 2 日, オンライン
- Huaze Xie, Da Li, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, A POI trend prediction for rasterized map zooming levels by ST-GAT using geo-tagged tweets, 第 14 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum 2022), D21-2, 2022 年 2 月 28 日 - 2022 年 3 月 2 日, オンライン
- 井上沙紀, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, 講義スライドの階層構造を用いた批判的思考を促進する質問サジェスト方式, 情報学研究データリポジトリ (IDR ユーザフォーラム 2021), S11, 2021 年 11 月 22 日, オンライン, 〈奨励賞〉を受賞

安田莉子, 栗 達, 熊本忠彦, 河合由起子, コスメ商品購入時の利用スポットを想起させる商品推薦の提案, 情報学研究データリポジトリ (IDR ユーザフォーラム 2021), S03, 2021年11月22日, オンライン

井上沙紀, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, 学生の批判的思考を促進するオンライン学習支援, FIT2021 (第20回情報科学技術フォーラム), D-015, 2021年8月25-2021年8月27日, オンライン, 〈FIT ヤングリサーチャー賞〉, 〈FIT 奨励賞〉を受賞

井上沙紀, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, オンライン講義における質問生成とスライド自動提示による学習支援システム, 2021年度情報処理学会関西支部 支部大会, G-64, 2021年9月19日, オンライン

下條真司, 山口琉太, 瀧崎 尚, 矢野英人, 木戸善之, 義久智樹, 河合由起子, 増田欣之, 山本松樹, Cloud native IOT architecture の提案とその応用, 電子情報通信学会 インターネットアーキテクチャ研究会 (IA), IA2021-22, 2021年9月8日, オンライン

栗 達, 山口琉太, 阿藤圭佑, 義久智樹, 下條真司, 河合由起子, 快適二輪車ナビのための記憶の影響を考慮した画像の感情強度抽出手法の提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2021) シンポジウム, 7D-2, 2021年6月30日-2021年7月2日, オンライン

山口琉太, 義久智樹, シリアーラヤパノット, 下條真司, 河合由起子, 安全快適二輪車ナビに向けた画像取得・分析システムの検討, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2021) シンポジウム, 7D-3, 2021年6月30日-2021年7月2日, オンライン

その他

Shinsuke Nakajima, Development of location based applications to support physical and mental healthcare, The 16th Korea-Japan Database Workshop 2021 (KJDB2021), December 3-4 (2021), Yamagata, Japan 【講演】

河合由起子, 情報処理学会第84回情報処理学会全国大会, 学生奨励賞受賞 (指導学生受賞), 論文名: コスメを対象とする利用時期のスポットを想起させる商品推薦システムの提案 【受賞】

河合由起子, 第14回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum2022), 学生プレゼンテーション賞受賞 (指導学生受賞), 論文名: オンデマンド授業のスライド構造を用いた質問サジェスト方式の提案—批判的思考を促進する学習支援— 【受賞】

河合由起子, 第20回情報科学技術フォーラム (FIT2021), FIT 奨励賞受賞, 論文名: 学生の批判的思考を促進するオンライン学習支援 【受賞】

河合由起子, 第20回情報科学技術フォーラム (FIT2021), FIT ヤングリサーチャー賞受賞 (指導学生受賞), 論文名: 学生の批判的思考を促進するオンライン学習支援 【受賞】

Performance Report for the Center for Sciences towards Symbiosis among Human, Machine, and Data

Jiro OKUDA, Takafumi AKASAKI, Hiroyuki ITO, Emika KATO, Yukiko KAWAI,
Naofumi SUEMATSU, Hiroki TANAKA, Shinsuke NAKAJIMA, Da LI

Abstract

The Center for Sciences towards Symbiosis among Human, Machine, and Data aims to promote basic studies towards the realization of harmonious interaction between humans and information environments. To this end, the center organizes interdisciplinary research projects on neuroscience, data engineering, and sports science. Through a collaborative methodology integrating these approaches, the center performs basic studies on brain-machine interface (BMI) that involves direct interaction across information systems and biological signals including brain activity, as well as advanced studies on the development of human-oriented information systems that utilize big data analyses of human health and social activities based on information collected from social media. In this report, we summarize the progress of this research and present outcomes achieved in 2021.

Keywords: Society 5.0, brain-machine interface, sports training, augmented reality running aid system, social big data and artificial intelligence