

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

末松 尚史、河合由起子、田中 宏喜、中島 伸介

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2年度の研究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、近年の情報化社会に続いて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して設立された。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にでき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以上に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・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、まず第一に、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と考えられる。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も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2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)~(3)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検討を、多角的に進める。

(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。その主要な研究手法の1つとして、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)の神経生理実験に着目する。具体的には、以下の5つに関して研究を実施した結果を本稿では報告する。

- a) 覚醒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
- c) 神経細胞集団活動の慢性記録の実施
- 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
- e) ブレイン・マシン・インタフェースの研究に関する概説論文の発表

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によって解明するためには、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。細胞活動と機能との関係を調べるために、ネコに方位マッチング課題を訓練し、BMIにより生じた適応的変化によって、課題の成績がどのように変化するかを研究する。動物の頭骨に電極マニピュレータを固定して長期に渡り細胞活動記録を継続するためには、小型軽量であり、かつ頭骨から剥脱しない強固な構造が必要となる。ラットの頭骨に試作した電極マニピュレータを固定して、どの程度安定して神経活動が記録できるかのデータを取得し、BMIの実験計画を具体化していく。

BMI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。最後に、現在までに報告されているBMIの実験および理論研究を整理して、本研究で目指すべき研究課題を十分に検討する必要がある。この目的のために、BMI研究の概説論文を発表し、この分野の研究の現状と将来性を広く科学コミュニティの場で検討する。

*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、赤崎）

ヒトの生体信号の計測データを用いて心身状態の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。脳波測定に関しては、奥田、伊藤が長年に渡って実験を行っているため、測定技術はすでに確立している。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。そこで、以下の新たな研究も導入する。

- a) 経頭蓋直流電気刺激(transcranial direct current stimulation; tDCS)装置の導入と非侵襲脳刺激実験の試行
- b) 拡張現実デバイス（magic leap）の導入とルーチン行動確認アプリの試作
- c) マルチモーダル生体信号計測の基盤技術の開発

非侵襲脳刺激装置としては、経頭蓋磁気刺激装置（transcranial magnetic stimulation; TMS）が多く用いられてきたが、実験装置の扱い方や安全性等に関して注意が必要であった。近年は経頭蓋直流電気刺激装置（tDCS）を用いて頭皮上に置いた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新たに開発されている。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においては、研究センターの立案段階からtDCSの導入を計画しており、このためにまず、機器の導入と試験的な脳刺激実験から開始している。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においては、近年の仮想現実

(virtual reality; VR) 技術の応用も有用である。特に、仮想現実世界の視覚情報を与えるだけではなく、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。そこで、XRデバイスであるmagic leapを新たに導入し、試験的なアプリケーションの構築を行っている。

(3) 空間周波数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)~(3)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) 覚醒ネコの方位マッチング弁別課題の訓練

1匹のネコを頭部固定して、赤外線カメラで視線の計測を行った。課題ではネコ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 (サツケード)、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ツケードを行う。正解するとペースト状の餌が報酬として与えられる。この訓練で用いるコンピュータプログラムは、以前に森が作成したも

のをベースとして末松が新たに開発した。また、赤外線カメラによる視線計測システムも末松が開発した。本年度の訓練の結果、60~70%の正答率まで訓練が進行した。

b) 慢性記録のための電極マニピュレータの開発

森と伊藤による過去3年ほどの電極マニピュレータの開発では、マニピュレータを格納したチェンバーをラットの頭骨に固定した後に、飼育中に動物がケージにチェンバーをおつけたりして、チェンバーが剥脱してしまう問題が生じていた。末松はチェンバーおよび電極マニピュレータの設計を再検討して、高さが低く、剥脱し難い構造を開発した。この構造を利用した実験では、チェンバーの剥脱は生じておらず、この構造を継承して実験を計画することにした。

c) 神経細胞集団活動の慢性記録の実施

末松はラットの視覚皮質に埋め込んだ2本のtetrode電極で細胞活動の慢性記録を行った。電極マニピュレータに装着したネジにより電極の刺入深度を変更することが出来る。BMI実験では同じ細胞の活動を長期間に渡って慢性記録することが求められるため、開発した電極マニピュレータとチェンバーでの細胞活動の記録能力の検証を行った。ラットの海馬からの慢性記録を長年行っている同志社大学の高橋晋教授から慢性記録技術に関するアドバイスをもらい、様々な改善を試みている。

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

以前に伊藤が先端情報学研究科大学院生の圓山と共にネコ視覚皮質から記録した複数細胞のスパイク活動データから、提示された視覚刺激の方位を復号化する統計モデルの開発を行った。伊藤は先端情報学研究科大学院生の田畑とサポートベクターマシンによる機械学習を適用し、従来の多次元ガウスモデルでの復号化での問題であった過学習を回避して、より高い正答率が得られることを示した。この研究成果は、田畑により2021年7月末に開催予定の日本神経科学大会で論文発表する予定である。

e) ブレイン・マシン・インタフェースの研究に関する概説論文の発表

BMI研究の原理的側面の基礎的検討としてまず、環境と神経活動との閉ループフィードバックに伴う神経活動の適応的变化に関する従来の実験報告と数理モデルの整合性を調査し、伊藤と森らによる総説論文 (Ito *et al.*, *Neurosci. Res.*, 2020) として発表した。

(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、赤崎)

a) 経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) 装置の導入と非侵襲脳刺激実験の試行

tDCS装置の機種選定を行い、拡張性の高さからNurostym (Neuro Device社) の購入を行った。tDCS装置を用いた実験を新たに開始するために、伊藤は現代社会学部の加藤も加えた論文読書会を行い、近年のtDCS研究の状況把握を行った。tDCS装置を用

いた試験的な実験として、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刺激の影響をコンピュータ理工学部学生と研究した。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を引き起こす。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の真上の頭皮に2つの電極パッドを置き、tDCS刺激を行った。実験は、運動皮質上の電極を陽極とする場合と、陰極とする場合、および刺激を行わない場合（シャム刺激）の3種類の実験をダブルブラインドの設定で行い、ボディイメージの変化を定量比較した。先行研究では、運動皮質の陽極刺激によりボディイメージの変化が促進されると報告があったが、我々の準備的な実験では、陽極刺激はシャム刺激と変わらず、むしろ陰極刺激がボディイメージの変化に有意な促進をもたらした。興味深い結果が得られたため、次年度もこの実験を継続する計画である。

また、tDCSによる脳刺激の効果が確認出来たことから、この装置を用いて発展的な実験を計画してゆく予定である。特に、tDCSをスポーツパフォーマンスの向上に応用する研究では、加藤（スポーツ科学）と情報理工学部の脳研究メンバー、および両学部学生も含めた学部横断共同研究の計画を進めている。また、tDCSを用いた本格的な実験研究の開始に先立って、「人を対象とする研究」として大学の研究倫理委員会からの承認を得る必要があり、その申請準備を開始した。

b) 拡張現実デバイス（magic leap）の導入とルーチン行動確認アプリの試作

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を導入した。このメガネ型デバイスの特徴は、本体にGPUが備わっているため、仮想環境の画像刺激を高速に作成できる点である。これは、リアルタイムで人間と仮想環境がインタラクションするためには有効な能力である。仮想環境およびアプリケーションの開発には3Dゲーム作成での標準言語であるUnityを用いており、直感的なプログラミングを行うことが出来る。日常生活でのルーチン行動（歯を磨く、散歩する、水を飲むなど）を忘れずに行うように装着者に促すアプリケーションを、コンピュータ理工学部学生の西村と開発した。装置のカメラにより、メガネデバイスに表示される現実世界にデバイスが構築する仮想現実世界が重なって表示され、手に持ったコントローラによるアクションで仮想現実世界内の物体を移動させてインタラクションすることが出来る環境が簡単に構築できることを確認した。今後は、このデバイスと脳波計測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研究を進めていく計画である。

c) マルチモーダル生体信号計測の基盤技術の開発

赤崎および情報理工学部学生を中心に、BMI研究において必須となるマルチモーダル生体情報計測の実験環境基盤として、心電図および脳波の計測情報を、人が理解しやすいテキスト形式で約10ms間隔で遠隔地にデータ転送する仕組みを整えた。

(3) 空間周波数信号伝達の最適化のための初期視覚野メカニズム (田中)

脳内の神経細胞に、様々な方位・空間周波数・位相からなるサイン波刺激を提示し、その応答に逆相関解析を施すことで、応答やチューニングの時間経過を詳細に測定できる。今回、麻酔不動化したネコ第一次視覚野 (V1野) において、この測定を様々な刺激コントラスト条件下で行った。その結果、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、広い空間範囲から信号を統合できる粗い特徴の伝達に特化し、信号強度の十分な高コントラストでは、より細かな特徴の信号伝達を行う。以上の結果は、空間周波数チューニングの時間変化が、感度と解像度のトレードオフにおいて最適化された空間周波数信号伝達に寄与することを示している。

V1野の空間周波数時間変化の神経メカニズムとしては、視床からのフィードフォワード回路とV1野内部の抑制性神経回路の両方が寄与している可能性が以前から指摘されてきた。今回、各コントラスト条件における空間周波数チューニングカーブに含まれる抑制成分を詳細に解析した結果、特に高コントラストでみられる大きな時間変化は、皮質内抑制に強く依存していることが明らかになった。一方で、低コントラストにおける時間変化には、フィードフォワード回路が主に寄与していることが示唆された。

また、空間周波数チューニング処理のためV1野がどのような機能構造をもつのかについて以前より調べてきた研究成果を、原著論文として出版した。近年の神経活動イメージング研究から、V1野には空間周波数マップが存在することが示されているが、3次元的な空間構造を持つ脳の皮質内における、空間周波数マップの垂直構造については不明な点が多く残っていた。今回、多点電極を用いた大規模な細胞記録により、垂直方向に0.6mm程度離れた細胞間でのチューニングが十分類似していることを示し、空間周波数処理もコラム構造として組織化されていることを示した。また、空間周波数チューニングの時間変化が、皮質6層構造のうち入力層 (第4層) において形成されていることも見出した。これは、入力層における抑制回路がチューニングの時間変化に重要な役割を果たしていることを示唆する。

以上の研究で、空間周波数情報処理最適化の脳機構について理解を進めることができつつあると考えている。次年度以降は、この回路をさらに詳細に解明するための研究を展開

する予定である。

論文・著書

Hiroyuki Ito, Soichiro Fujiki, Yoshiya Mori, Kenji Kansaku, Self-reorganization of neuronal activation patterns in the cortex under brain-machine interface and neural operant conditioning, *Neuroscience Research* 156, 279-292 (2020) 【査読有】

Hiroki Tanaka, Izumi Ohzawa, Local organization of spatial frequency tuning dynamics in the cat primary visual cortex, *Journal of Neurophysiology* 124, 178-191 (2020) 【査読有】

小原一毅, 新田清士郎, 田中宏喜, ネコ17野におけるコントラスト依存的な空間周波数チューニングダイナミクスとその神経メカニズム, 信学技報NC2021-01, 45-48 【査読無】

学会発表

小原一毅, 新田清士郎, 田中宏喜, ネコ17野におけるコントラスト依存的な空間周波数 チューニングダイナミクスとその神経メカニズム, 2020年度ニューロコンピューティング (NC) 研究会, 2021年1月22日, オンライン

その他 (発表予定)

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*, 39 (7) (2021) 【査読無】

田畑惟, 幸野怜歩, 森理也, 圓山由子, 伊藤浩之, ネコ視覚皮質での多細胞活動を用いた刺激方位復号化モデルの比較, 第44回日本神経科学大会 / CJK第1回国際会議, 2021年7月28日 - 2021年7月31日, 神戸コンベンションセンター, 神戸

奥田次郎, 片岡大貴, 藤原正幸, 橋本敬, 記号列の階層構造を用いた意図表現に関わる脳システムの検討, 第44回日本神経科学大会 / CJK第1回国際会議, 2021年7月28日 - 2021年7月31日, 神戸コンベンションセンター, 神戸

田中宏喜, 小原一毅, 中尾祐麻, ネコ17野のチューニングダイナミクスはコントラストに適応した空間周波数情報伝達に寄与する, 第44回日本神経科学大会 / CJK第1回国際会議, 2021年7月28日 - 2021年7月31日, 神戸コンベンションセンター, 神戸

澤田凌平, 奥村直弘, 直地哲宙, 森安優樹, 田中宏喜, コントラスト依存性から示唆される第1次視覚野の空間周波数チューニングダイナミクスのハイブリッド機構, 第44回日本神経科学大会 / CJK第1回国際会議, 2021年7月28日 - 2021年7月31日, 神戸コンベンションセンター, 神戸

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）

1. 研究概要

近年の健康ブームの後押しもあり、健康改善や体力向上を目的にランニング人口が増加している。しかしながら、怪我の影響やモチベーションの低下によりランニングを継続して行うことは困難である。そのため、ユーザにマッチした運動強度とモチベーションを向上させる為のランニング支援システムを開発する意義は大きい。現在ある既存のランニング支援システムは、距離やペース、心拍数などのワークアウトの管理、そしてルート推薦やSNSを活用したアクティビティの共有を目的としたものが一般的である。しかしながら、実際にランニング中の活動自体を楽しくさせたり、ユーザの運動強度に合わせたペースメイクを行うシステムは少ない。そこで、本研究テーマでは、ユーザが音声情報により作り出した仮想現実空間内でVDOT（ランナーの能力を測る数値的指標）に基づいて生成された仮想ランナーと競争や伴走が可能なランニング支援システムのプロトタイプを生成する。また併せて、提案手法によるシステムの有効性について検証する。このような日常生活レベルでの実証実験を通して、ランニング運動中の人間の身体情報に付加価値を加えて分析した結果を運動者自身にフィードバックすることで、その人の感情やモチベーションといった内的状態に働きかけることを目的とした、新たな運動支援システムの可能性や課題を検討する。

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1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、過去の自身の記録や、ライバルとなるようなユーザの記録、リアルタイムで繋がっているユーザ等のGPS等の情報を元に作成された、拡張現実空間内でランニングを行う相手を指す。今回の実験では、被験者が行った過去のランニングのGPSを元に被験者のVDOTを算出し、被験者の能力に応じた仮想ランナーの作成を行った。ユーザは仮想ランナーの足音や息遣い、ナビゲーターの音声から、仮想ランナーとの相対的な位置関係を知ることが可能である。

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Havesine式を用いることで算出する。また、

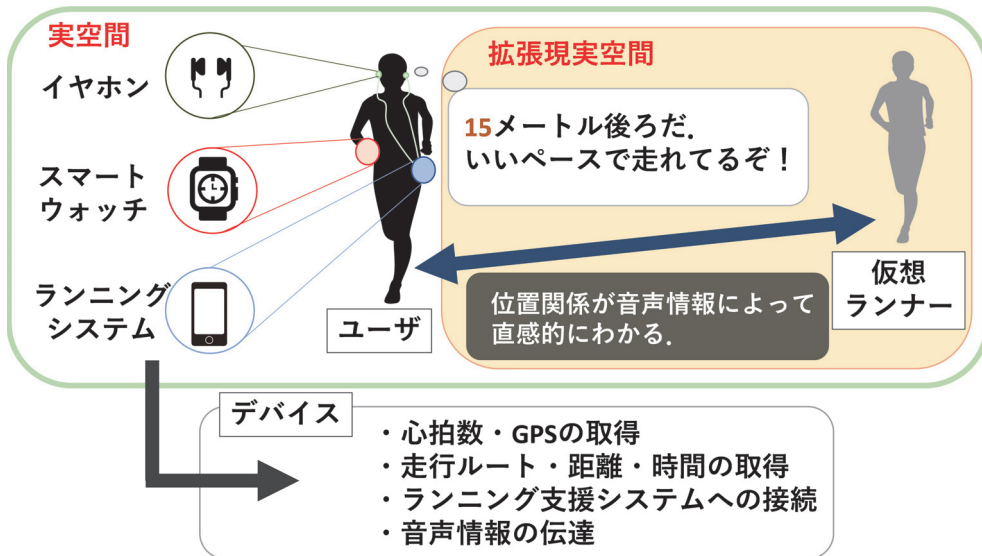


図1 音響型ARランニング支援システムのイメージ

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。

本稿で提案するランニング支援システムでは、仮想ランナーをVDOTに基づいて作成を行う。VDOTとはJack Danielsらがランニング時の最大酸素摂取量、最大下強度の速度におけるランニングの経済性、レースで走り続けられる距離別の%等の変数を利用して算出したランナーの能力のものさしであり、レース時のタイムにより算出が可能である。VDOTは、多くの市民ランナーからトップアスリートに至る様々なランナーがトレーニングを行う際の指標として用いられている。今回行った評価実験では、被験者には初日に1,500mのランニングを行ってもらい、そのタイムからVDOTの算出を行った。

仮想ランナーを作成するペース設定だが、本稿ではVDOTから算出可能なトレーニングの強度別の3種類のE (Easy) ペース、M (Marathon) ペース、T (Threshold) ペースを採用して、被験者にそれぞれ取り組んでもらった。各設定ペースの詳細を以下に示す。

- ①Eペース...話しながら走れるペース。怪我に対する耐性や心筋の強化、血液の酸素運搬能の改善などが目的である。

②Mペース...マラソンのペース。Eペースより少し速いペースで長い距離を走るための自信をつけるために行う。

③Tペース...息が苦しく、体がキツくなるペース。血中の乳酸を除去し十分処理できる濃度に抑えるために行う。つまりは持久力の向上が目的である。

被験者に対しては、Eペースを遅いペース、Mペースを普通のペース、Tペースを速いペースと説明を行い、ランニングを行う距離に対する制約を設けずランニングを実施してもらった。

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、Apple Watch Series1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2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。

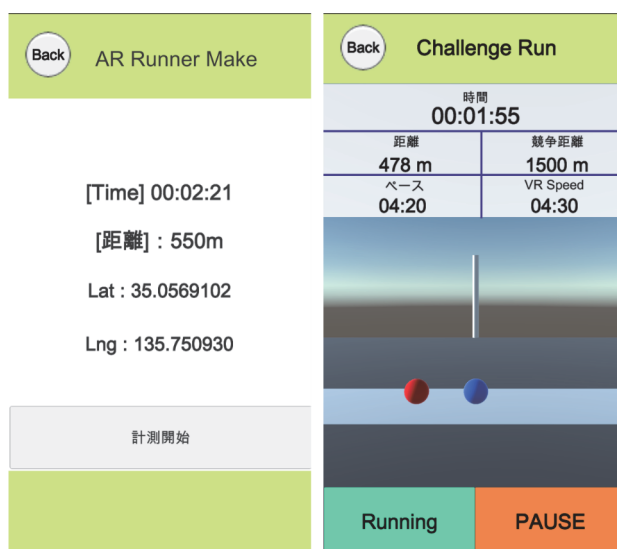


図2 音響型ARランニング支援システムのメイン画面：仮想ランナー作成のための計測モード（左）と仮想ランナーとのチャレンジモード（右）

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、1,500mランニングを行った段階で自動的に計測が終了する。

チャレンジモードでは、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、ランニングを行う。青い玉がユーザ、赤い玉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ーの音声として、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、臨場感や没入感のある競争を作り出している。チャレンジ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」と仮想ランナーの「ペース」を選択する。距離の選択は「1,500m」と「2,000m」から「10,000m」までの1,000m刻みで選択が可能である。ユーザが仮想ランナーと競争を開始する場合、「Start Run」ボタンを押すと3秒間のカウントが始まり、その後「Running start」のナビゲーターの音声と同時にランニングが開始される。競争が開始されると、図2のように「Running」と表示が変化する。また、ユーザがランニング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可能である。再度途中からランニングを行う際は、もう一度「PAUSE」ボタンを押すことで再開できる。ユーザはランニングの最中、仮想ランナーの足音や息遣い、現状の勝ち負けやユーザと仮想ランナーの相対的な距離を伝えるナビゲーターの音声によって、臨場感のあるランニングが行える。

(2) 提案システムの評価実験

本稿では、提案手法に基づき、音響型ARランニング支援システムのランニングのモチベーションに対する影響と身体的影響の検証、そしてUI (user interface) についての評価を行った結果を報告する。本実験では、音響型ARランニングシステムを使用しないグ



図3 ランニングルート

ループと使用する2つのグループに分けて、比較実験を行った。実験期間は8日間あり、実験初日に被験者は図3に示す往復1,500mの川沿いをランニングすることで、仮想ランナーの作成を行った。距離の設定を1,500mにした理由は、陸上競技に存在する種目ごとの距離でしかVDOTの算出を行えない上、ランニング初心者にとって過負荷にならず以降の実験に影響が出ない距離だと考えたからである。

a) 実験参加者

被験者は、本学に所属する大学生または教職員である男性17人、女性4人の計21人の被験者に対して実験を行った。システムありのグループの性別と年代の割合は、男性が9人(81.8%)、女性が2人(18.2%)、10代が2人(9.1%)、20代が8人(81.8%)、30代が1人(9.1%)となった。システム無しのグループの性別と年代の割合は、男性8人(80.0%)、女性2人(20.0%)、10代が4人(40.0%)、20代が6人(60.0%)となった。

b) 実験手順

評価実験の手順を図4に示す。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8日間実験を実施した。事前評価セッションでは被験者は川沿い1,500mのランニングを実施し、要した時間と心拍数の計測を行った。同時に被験者は音響型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。次にランニングセッションでは、被験者は指定された設定ペースの下7日間ランニングを行ってもらった。このとき被験者に対しては、設定ペースをペースメーカーとしてランニングを実施するよう説明を行い、ランニングの行う距離は自由に行ってもらった。また、被験者には設定ペースの持つ意味は伝えずに「遅いペース」「普通のペース」「速いペース」の3つに取り組むとだけ説明を行い、各設定ペースに取り組んでもらった。そして毎回のランニング終了後には、実施し



図4 実験手順

た日時と天気の記入を行ってもらった。事後評価セッションでは、事前評価セッションと同様の1,500m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 (Game GEQ) と、システムに対するアンケートを実施した。また、システムありのグループには、システムの仮想ランナーとの競争感に関するUIのアンケートを行った。

c) 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システムありとシステム無し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	退屈を感じた	Negative affect (ネガティブな影響)
12	面倒を感じた	
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、システムありとシステム無しを比較することで身体的影響を調べる。

我々はランニング中に仮想ランナーとの競争感を強く感じるほど音響型ARランニング支援システムに対する没入感が高まると考える。そこで、仮想ランナーとの競争感に関するUIについて、表2の5つの項目に対してアンケートを行った。システムありの被験者はそれぞれの項目に対して5段階のリッカート尺度を用いて評価を行う。

表2 仮想ランナーとの競争感に関するUIのアンケート

NO.	項目
1	仮想ランナーとの差の伝達は役に立った
2	仮想ランナーとの差を感じることができた
3	仮想ランナーと競争している感覚があった
4	ランニング中の勝ち負けの音声伝達は役に立った
5	ランニング中流れる音声は聞き取りやすかった

d) 音響型ARランニング支援システムの有効性の検証

GEQにおけるシステムありとシステム無しの各コンポーネントの平均値を図5に示す。「緊張感」はシステムありが0.22高く、「ネガティブな影響」はシステムありが0.19低くなり、システム無し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システム無しの方が高い結果となった。また、ランニングセッションでそれぞれ7日間ランニングを実施し、システムありとシステム無しの被験者が7日間でランニング実施した、走った距離と時間の平均値の比較を行った。各グループの被験者が行った距離はシステムありの平均が7.45km、標準偏差が3.79、システム無しの平均が

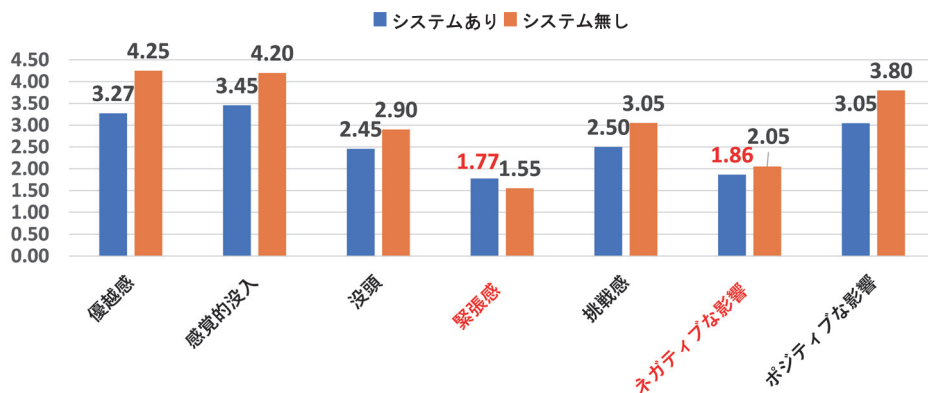


図5 GEQの実験結果

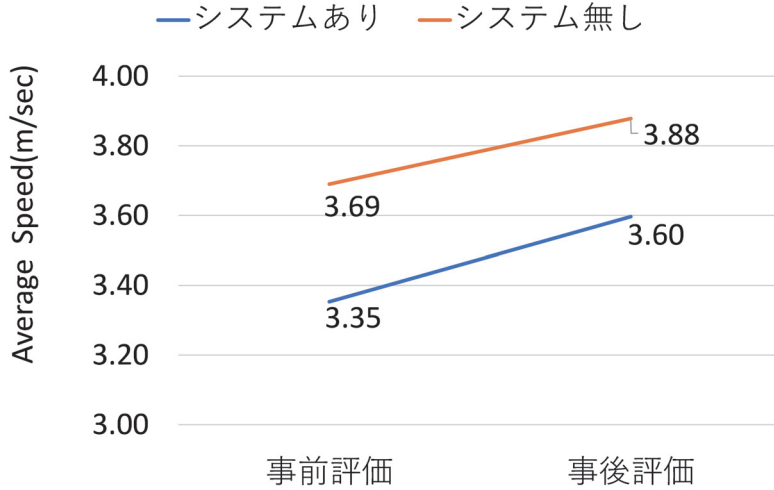


図6 速度の事前後評価の結果

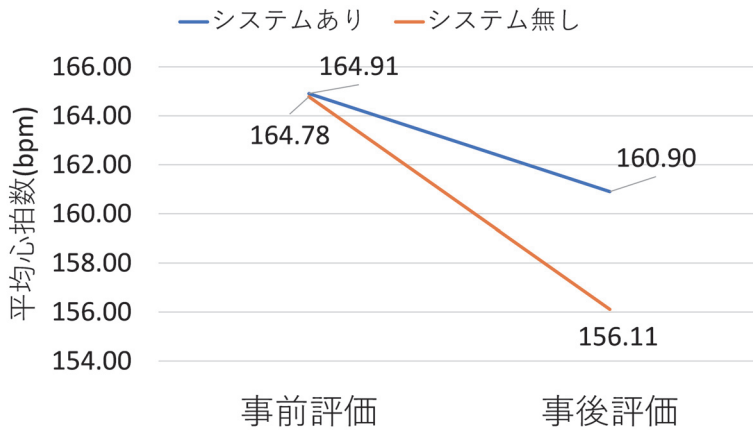


図7 平均心拍数の事前後評価の結果

10.28km、標準偏差が2.72であった。時間はシステムありの平均が45分、標準偏差が19、システム無しの平均が59分、標準偏差が16となり、システム無しの方がランニングを実施していた。

図6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1,500mのランニングの速度を示す。システムありの事前評価セッションの平均は3.35、標準偏差が0.75、事後評価セッションの平均が3.60、標準偏差は0.80であり、0.25 sec/m向上した。また、システム無しの事前評価セッションの平均は3.69、標準偏差が0.44、事後評価セッションの平均は3.88、標準偏差が0.53であり、0.19 sec/m速度が向上した。いずれのグループも速度の向上は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7に示す。システムありの事前評価セッションの平均が164.91 bpm、標準偏差が14.58、事後評価セッションの平均が160.90 bpm、標準偏差が13.14であり、4.01 bpm心拍数が減少した。また、システム無しの事前評価セッションの平均は164.78 bpm、標準偏差が15.31、事後評価セッションの平均が156.11 bpm、標準偏差が15.32であり8.67 bpm減少したことから、システム無しがシステムありよりも心拍数が大きく減少した。

表3に仮想ランナーとの競争感に関するUIの結果を示す。「ランニング中の勝ち負けの音声伝達は役に立った」と「ランニング中流れる音声は聞き取りやすかった」の2項目は点数が高い結果となった。しかしながら、「仮想ランナーとの差の伝達は役に立った」「仮想ランナーとの差を感じる事ができた」「仮想ランナーと競争している感覚があった」の3項目はどの項目も点数が3.0前後であり被験者はあまり競争感を感じていなかったという結果になった。

表3 仮想ランナーとの競争感に関するUIのアンケート結果

NO.	項目	平均 (標準偏差)
1	仮想ランナーとの差の伝達は役に立った	3.00 (1.00)
2	仮想ランナーとの差を感じる事ができた	3.36 (1.12)
3	仮想ランナーと競争している感覚があった	3.18 (1.17)
4	ランニング中の勝ち負けの音声伝達は役に立った	3.73 (1.35)
5	ランニング中流れる音声は聞き取りやすかった	4.27 (0.90)

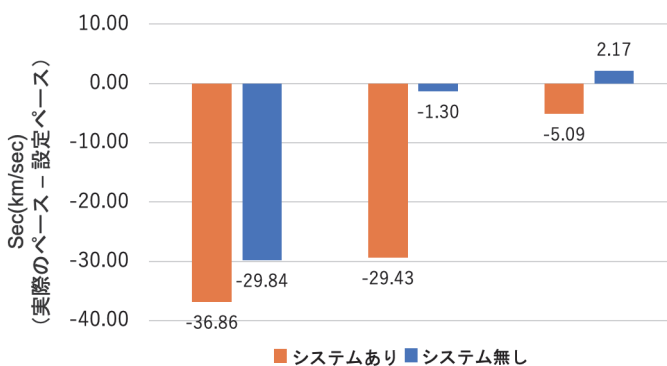


図8 設定ペースと実際のペースの誤差

図8はユーザが事前評価セッションでランニングを行った際にVDOTに基づいて算出した設定ペースと実際にランニングを行っていたペースの差を示したものである。システムありとシステム無しを比較するとシステム無しの方が設定ペースを守ってランニングを行っていることがわかる。また、システムありとシステム無しの条件に限らず、設定ペースが遅いほどそれよりも速く走ってしまう傾向がみられた。

e) 考 察

モチベーションに対しては、仮想ランナーとランニングを行うことで「緊張感」を高め「ネガティブな影響」を下げるという可能性を示すことができた。しかしながら、ランニングに対する楽しさや継続性を向上させるための「優越感」や「感覚的没入」、「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。また、システムのUIのアンケート結果からは、仮想ランナーとの競争感をあまり被験者が感じていないことが結果から分かった。加えて、各被験者に行ったシステムに対する自由記述のアンケートの中では、仮想ランナーと競争する際にGPSが十分に取得できておらず、実際のランニングの速度とアプリ内の速度に乖離を感じたなどの意見があった。このことから、仮想ランナーとの競争感が下がってしまいランニングに対するモチベーションを減衰させているのではないかと我々は考える。

次に、身体的影響について述べる。7日間ランニングを実施したことでシステムありとシステム無しの条件に限らず速度や心拍数が改善することが確認できたが、有意な差ではなかった。実験に参加した被験者がランニングに対して初心者であったことから、事後評価セッションで被験者の能力が向上したことは当然のことだと推測できる。また、今回の結果を受けて、身体的影響の有効性を評価するためにはより長い期間で評価を行う必要があると考える。

今回の実験では、被験者にEペース、Mペース、Tペースの3種類の設定ペースでランニングを行ってもらった。また、今回ランナーの身体能力にあった設定ペースを用いることで、走る距離にどの程度影響を与えるのか確認を行った。我々の予想では、速度が遅いEペースほど長い距離、速いTペースほど短い距離を走ると予測し、それぞれのペース設定に適したアスリートが取り組むようなトレーニングに被験者を自然に促すことができると考えていた。しかしながら、システムありとシステム無しのどちらの条件においても、ペースにより実施するランニングの距離が変わることがなかった。また、速度についても、遅いペースだと速く走ってしまうことから、自身の行うトレーニングの意味を理解して初めて設定ペースでのランニングが行えるのだと知見を得ることができた。

今回行った評価実験では、主にシステムの競争感に関わるUIの設計に問題があり、被験者のランニングに対するモチベーションを減衰させてしまった。今後は仮想ラン

ナーと競争する上で、使用する端末のGPSが十分に取得できていることを確認した上で競争を行えるUIに改善し、ランニングに対する競争感を高めることで、再度モチベーション向上や身体的に有効なシステムを目指していく。

(3) まとめ

本研究では、ゲーミフィケーションに基づく音響型ARを用いたランニング支援システムの提案を行うと共に、音響型ARランニングシステムを利用した時と使用した3つの条件に対してのモチベーションに対する影響や身体的影響、システムの有効性について調査を行った。結果として、システムを利用した際に、ユーザのランニングに対する緊張感が高まったことが確認でき、身体的影響では自身の記録を強化した仮想ランナーが最も被験者の身体的負荷が大きく、速度が速くなったことが確認できた。

今後は、GPSにより生まれる誤差の精度向上と、音響型ARやUIの改善を行い、より他者の存在を感じながらランニングを行えるシステムの構築を目指す。

論文・著書

Sayaka Yabe, Mayumi Ueda, Shinsuke Nakajima, A Comparative Method Based on the Visualization of Cosmetic Items Using Their Various Aspects, Proceedings of the 39th IEEE International Conference on Consumer Electronics (IEEE ICCE 2021), January 10-12 (2021), Online 【査読有】

Takanobu Omura, Kenta Suzuki, Panote Siriaraya, Mohit Mittal, Yukiko Kawai, Shinsuke Nakajima, Proceedings of Ad Recommendation Utilizing User Behavior in The Physical Space to Represent Their Latent Interest, The 5th IEEE International Workshop on Big Spatial Data (BSD 2020), December 10 (2020) 【査読有】

Panote Siriaraya, Yuanyuan Wang, Yihong Zhang, Shoko Wakamiya, Péter Jeszenszky, Yukiko Kawai, Adam Jatowt, Beyond the Shortest Route: A Survey on Quality-Aware Route Navigation for Pedestrians, IEEE Access 8, 135569-135590 (2020) 【査読有】

Yihong Zhang, Panote Siriaraya, Yukiko Kawai, Adam Jatowt, Automatic latent street type discovery from web open data, Information Systems 92, 101536 (2020) 【査読有】

Rikuya Yamamoto, Yuanyuan Wang, Masatoshi Shibata, Panote Siriaraya, Yukiko Kawai, Multiple Tour Guide Recommendation for the Sharing Economy, Proceedings of the 39th IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE 2021), January 10-12 (2021), Online 【査読有】

Huaze Xie, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Analyzing Diabetics for Food Access Training on the Map with CBAM, Proceedings of the 2020 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference On Web Intelligence And Intelligent Agent Technology (WI-IAT 2020),

December 14-17 (2020), Online 【査読有】

Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Kazutoshi Sumiya, Extracting User Interests from Operation Logs on Museum Devices for Post-Learning, Proceedings of the 22nd International Conference on Asia-Pacific Digital Libraries (ICADL 2020) , LNCS 12504, 1-11, November 30-December 1 (2020), Online 【査読有】

Yuanyuan Wang, Panote Siriaraya, Mohit Mittal, Huaze Xie, Yukiko Kawai, Understanding Multilingual Correlation of Geo-Tagged Tweets for POI Recommendation, W2GIS 2020, 135-144 (2020), Online 【査読有】

Itsuki Hashimoto, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Kazutoshi Sumiya, An Interaction-based Video Viewing Support System using Geographical Relationships, ACM Multimedia 2020, 4556-4558 (2020), Online 【査読有】

Tohma Okafuji, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, SNS Fatigue Extraction by Analyzing Twitter Data, Proceedings of the 9th IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2020) , 288-292, October 13-16 (2020), Online 【査読有】

Muhammad Syafiq Mohd Pozi, Adam Jatowt, Yukiko Kawai, Temporal Summarization of Scholarly Paper Collections by Semantic Change Estimation, Case Study of COVID-19 Dataset, Proceedings of the ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries (JCDL 2020) , August 1-5 (2020), Online 【査読有】

Takuya Yonezawa, Yuanyuan Wang, Yukiko Kawai, Kazutoshi Sumiya, Dynamic Video Tag Cloud: A Cooking Support System for Recipe Short Videos, The 25th ACM International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI 2020), 122-123, March 17-20 (2020), Online 【査読有】

Toyokazu Akiyama, Yukiko Kawai, Takumi Kiri, Shinsuke Nakajima, Panote Siriaraya, Shinji Shimojo, Research and development of Personal Data Store (PDS) with access control for advanced PLR of running data, IEICE Technical Report vol.120 no.177, IA2020-9, pp.29, October 1 (2020), Online 【査読有】

学会発表

安達駿太, 鈴木健太, パノット シリアーラヤ, 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, 情報処理学会 第83回全国大会, 7L-01, 2021年3月20日, オンライン, <全国大会 学生奨励賞>を受賞

有澤隆生, 桐生拓海, パノット シリアーラヤ, 秋山豊和, 河合由紀子, 中島伸介, 音響型ARランニング支援システム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, 情報処理学会 第83回全国大会, 7L-07, 2021年3月20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の自動スコアリングの提案, 情報処理学会 第83回全国大会, 7L-06, 2021年3月20日, オンライン

談議所孝汰, 鈴木健太, パノット シリアーラヤ, 中島伸介, 家族介護者の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, 情報処理学会 第83回全国大会, 7L-04, 2021年3月20日, オンライン

鶴田和土, 上田真由美, 中島伸介, ユーザの直感に基づく動画検索のための評価項目別自動スコアリング手法の提案, 情報処理学会 第83回全国大会, 6L-02, 2021年3月20日, オンライン

矢部沙也加, 上田真由美, 中島伸介, 評価項目別スコアを用いたコスメアイテム間の相違点可視化システム, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), C14-2, 2021年3月1日, オンライン, <DEIM学生プレゼンテーション賞>を受賞

山内克之, 石坪史帆, 桐生拓海, Panote Siriaraya, 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口コミ分析に基づくエリア評価手法, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), J33-2, 2021年3月3日, オンライン

大村貴信, 鈴木健太, Panote Siriaraya, 栗 達, 河合由起子, 中島伸介, 実空間行動範囲の店舗属性分析と潜在的興味推定に基づく広告推薦方式, 第13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 2021), F24-4, 2021年3月2日, オンライン

鈴木健太, 田中涼太郎, Panote Siriaraya, 栗 達, 中島伸介, HappyRec:幸せ推薦システムの実装及び評価手法の検討, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), C24-2, 2021年3月2日, オンライン

田中涼太郎, 鈴木健太, Panote Siriaraya, 栗 達, 中島伸介, Happy Button:幸せ体験認識システムにおける幸福度向上効果の検証, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), C24-1, 2021年3月2日, オンライン

桐生拓海, Panote Siriaraya, 栗 達, 河合由起子, 中島伸介, VDOTに基づく仮想ランナーを用いた音響型ARランニング支援システムの有効性の検証, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), C21-2, 2021年3月2日, オンライン

石坪史帆, 山内克之, Panote Siriaraya, 中島伸介, 河合由起子, 感情と風景を考慮した情景的経

- 路推薦システムの提案, 情報処理学会第83回全国大会, 1L-01, 2021年3月18日, オンライン
秋山豊和, 中島伸介, 河合由起子, シリアーヤ パノット, 春本 要, 下條真司, 横手靖彦, 菅 真樹,
Kubernetes上でのIoT実証実験向けデータ収集・分析環境の提供方式に関する一検討, 電子
情報通信学会総合大会2021, B16-7, 2021年3月12日, オンライン
- 橋本 樹, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, 視聴操作を考慮した地理的關係性に基づくビデオ視聴
支援システムの提案, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会,
情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), D21-5, 2021年3月1日-2021年3月3日, オンライン, <
学生プレゼンテーション賞>を受賞
- 山内克之, 石坪史帆, 桐生拓海, Panote Siriaraya, 栗 達, 河合由起子, 中島伸介, ウォーキング経
路推薦のためのロコミ分析に基づくエリア評価手法, 電子情報通信学会データ工学研究専門
委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), J33-2, 2021年3月1日-
2021年3月3日, オンライン
- 小川 航, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, 博物館におけるユーザの学習行動に基づく事後学習の
ための映像視聴支援方式の提案, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データ
ベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), C31-4, 2021年3月1日-2021年3月3日, オ
ンライン
- 大村貴信, 鈴木健太, Panote Siriaraya, 栗 達, 河合由起子, 中島伸介, 実空間行動範囲の店舗属性
分析と潜在的興味推定に基づく広告推薦方式, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会,
日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), F24-4, 2021年3月1日-2021年3
月3日, オンライン
- 岡藤十馬, 王 元元, 河合由起子, ツイートの感情分析に基づく時間帯によるSNS疲れ抽出手法
の検討, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学
会データベースシステム研究会 第13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 2021), C21-3, 2021年3月1日-2021年3月3日, オンライン
- 山口汐音, 王 元元, 角谷和俊, 河合由起子, 体調と関係性を考慮したレシピ推薦システムの検討,
電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会デー
タベースシステム研究会 第13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 2021), C11-4, 2021年3月1日-2021年3月3日, オンライン, <学生プレゼンテー
ション賞>を受賞
- 柴田将寿, 王 元元, Panote Siriaraya, 山口琉太, 下條真司, 河合由起子, 栗 達, 観光ガイドプラン

- ニングのためのユーザ特性と社会的距離に基づく最適化手法の提案, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), A21-1, 2021年3月1日-2021年3月3日, オンライン
- 山本陸矢, 王 元元, 角谷和俊, 河合由起子, 郵便番号による地点間の意味的・物理的距離の算出方式の提案, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), J14-2, 2021年3月1日-2021年3月3日, オンライン
- 桐原牧紀, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, e-Learningにおける講義コンテンツの階層構造に基づくスライド推薦方式の提案, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), H14-4, 2021年3月1日-2021年3月3日, オンライン
- Xuezhe ZHANG, 王 元元, 河合由起子, 料理レシピテキストの構造化のための形式言語の提案, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), C13-2, 2021年3月1日-2021年3月3日, オンライン
- Huaze XIE, Yuanyuan Wang, Da LI, Yukiko Kawai, Visualization of the COVID-19 Spread in Universities and the Strategies of Flattening the Curve by GNNs, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), G11-4, 2021年3月1日-3日, オンライン
- 京光佳奈美, 王 元元, 河合由起子, メタデータの特徴分析に基づく料理レシピ推薦の提案～楽しいと感じる料理レシピ検索～, 電子情報通信学会データ工学研究専門委員会, 日本データベース学会, 情報処理学会データベースシステム研究会 第13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 2021), C11-5, 2021年3月1日-2021年3月3日, オンライン
- 桐原牧紀, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, 講義コンテンツの階層構造を用いた参照スライド抽出方式, 国立情報学研究所 情報学研究データリポジトリ (IDR) ユーザフォーラム 2020, S10, 2020年11月24日, オンライン, <企業賞: dwango, cookpad, LIFULL, Sansan, T.M.Community>を受賞
- 小川 航, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, 博物館の事後学習のための映像コンテンツの提示方式, 国立情報学研究所 情報学研究データリポジトリ (IDR) ユーザフォーラム2020, S08, 2020年11月24日, オンライン, <奨励賞>を受賞

橋本 樹, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, 視聴操作を考慮した地理的關係性に基づく補足情報提示方式, 国立情報学研究所 情報学研究データリポジトリ (IDR) ユーザフォーラム2020, P22, 2020年11月24日, オンライン

米澤拓也, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, ショートレシピ動画を用いた補足レシピ動画推薦手法, 国立情報学研究所 情報学研究データリポジトリ (IDR) ユーザフォーラム2020, P19, 2020年11月24日, オンライン

山口汐音, 王 元元, 角谷和俊, 河合由起子, 投稿動機に基づく料理被提供者の体調と關係性を考慮した癒しレシピ推薦の提案, 国立情報学研究所 情報学研究データリポジトリ (IDR) ユーザフォーラム2020, P11, 2020年11月24日, オンライン

Toyokazu Akiyama, Yukiko Kawai, Takumi Kiri, Shinsuke Nakajima, Panote Siriaraya, Shinji Shimojo, Research and development of Personal Data Store (PDS) with access control for advanced PLR of running data, IA2020 - Workshop on Internet Architecture and Applications 2020, 2020.10.1, Online

橋本 樹, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, 視聴操作を考慮した意味的・空間的距離に基づく映像の補足情報提示方式の提案, 第11回ソーシャルコンピューティングシンポジウム講演論文集, DE2020-8, pp. 41-46, 2020年6月27日, オンライン

米澤拓也, 王 元元, 河合由起子, 角谷和俊, ショートレシピ動画の視聴動作に基づく動的な補助レシピ動画の提示方式, 第11回ソーシャルコンピューティングシンポジウム講演論文集, DE2020-7, pp. 35-40, 2020年6月27日, オンライン

山口汐音, 王 元元, 角谷和俊, 河合由起子, 投稿動機に基づくレシピ推薦の提案 ~癒しを感じられるレシピ検索~, 第11回ソーシャルコンピューティングシンポジウム講演論文集, DE2020-8, pp. 31-34, 2020年6月27日, オンライン

その他

無し

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

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

Abstract

Center for Sciences towards Symbiosis among Human, Machine, and Data aims to promote basic studies towards realizing harmonic interaction between humans and information environments. Consequently, the center organizes interdisciplinary research projects on neurosciences, data engineering, and sports sciences. Through collaboration among these approaches, the center performs basic studies on brain-machine interfaces (BMI) that involve direct interaction across information systems and biological signals including brain activities, as well as advanced studies for the development of human-oriented information systems that utilize big data analyses on human health and social activities on social media. In this report, we will summarize the research progress and outcomes of the year 2020.

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