

眼鏡型集中度計測端末による行動推定

南里 英幸[†] 中村 聡史[‡]

[†] [‡] 明治大学 総合数理学部 〒164-8525 東京都中野区中野 4-21-1

E-mail: [†] yuki.invetion0320@gmail.com, [‡] satoshi@snakamura.org

あらまし ライフログや記憶を記録としてデータを残しても、その記録を取り出すことができなければ意味のない情報となってしまう。こうした記録を取り出すにはその手がかりが重要であり、その手がかりを残すための様々な研究が取り組まれている。ここで記憶をたどる際、自身がどの程度その対象に集中していたのかというのが手がかりとなりえる。そこで本研究では、眼鏡型集中度計測端末である JINS MEME を使用して計測された集中度を計測することによって、ライフログに対する手がかり情報として利用できるかどうかについて日々の利用より検討を行い、実験により複数のイベントを抽出できる可能性を明らかにした。また、実際に行われたイベントにおいて数十人で同時に利用することにより、グループの行動や分割されたグループでの活動の分析および手がかりの可能性となることを明らかにした。

キーワード JINS MEME, 集中度, グループ行動推定, Scrapbox

1. はじめに

近年のインターネットやスマートフォンの普及により、我々は気軽に写真やファイルを記録することができるようになった。また、Google Drive や Scrapbox[13]などのウェブサイトを用いて、グループで作成したファイルやノート、知見などを記録・共有することが増えてきた。

このように、私たちが日々残している写真やファイル、インターネットの検索履歴などの多くのデータはその人自身の何らかの記録であり、ライフログの一種であるといえる。ライフログには様々な利点があるが、記録してあったライフログを見返すことにより昔を思い出すことができたり、ライフログから新たな着想を得ることができたりするなど、我々の生活において、便利に活用できる可能性が大きい。こうしたライフログは、残すだけでは死蔵されていくだけで意味がなく、このライフログを活用することが重要になる。

ライフログの活用において重要になるのが、ライフログとして残された写真やファイルなどの情報を適切なタイミングで即座に取り出すことができるという点である。その情報を取り出すうえで重要になるのが、それはいつなのか、どこでなのか、何をしていたときなのか、何が起こった前後なのか、といった手がかりである。

しかし、いざ記録したライフログが必要になったときに、参照する方法が自分自身の記憶や時間などのあいまいな情報を基にするしか方法がなく、発見が難しいという欠点がある。そのため、記録したライフログ

に対し、どういう状況だったのかといったタグ付けしていくという作業が必要になってくるが、この作業は手動でおこなうには手間であり現実的ではない。

こうした、ライフログの記録や検索を支援するため五味ら[16]や中村[17][18]は、写真探索において時間や空間に加え人間関係を利用した手法を実現している。堀ら[14]はライフログビデオからコンテキストを推定することによって、タグ付けをする手法を提案している。この手法は、ビデオの映像と音声に加えて、脳波計、GPS による位置情報、ジャイロ・加速度計センサからユーザの状態や行動を同時に取得することによって、ユーザが効率よく閲覧や検索ができるようになっている。また前島ら[15]はスマートフォンのスクリーンショットをライフログとしてとらえ、その探索において登場人物や、そのシーンにおける文字数から分類をおこなう手法を提案している。

ライフログのための状態推定として、高橋ら[11]はリストバンド型の簡易活動量計から収集した数日間のライフログを用いて、複数日にまたがって現れる生活リズムや周期性のパターンを抽出し、機械学習によって、心身の健康状態の推定を試みている。また、宮下ら[12]は、消費電力の小さな歩行認識デバイスを用いて、ユーザの2状態（歩行中・停止中）のみを認識し、その情報と地図情報をもとにユーザの位置を推定する手法を提案している。これらの研究のようにセンサなどを利用してユーザの状態を推定する研究がなされている。さらに徳網ら[19]は Bluetooth デバイスの検出情報に基づくグループのクラスタリングとそれ

に基づく写真の探索手法について検討を行っている。

そこで本研究では、眼鏡型集中度計測デバイスである JINS MEME[1]を用いて計測された集中度をから、個人の行動を推定することができるかどうかについての検討を行う。また、ライフログは記録するときは基本的に個人で記録することがほとんどであるが、集団内においてもライフログは重要であり、集団における情報管理を行う需要が存在している。そこで、本研究ではこうしたグループにおけるライフログのための手がかりとしての行動推定の可能性についても検討する。

2. 関連研究

個人や集団の状況を認識する技術について、これまでに多くの研究がなされている。Olguin らの加速度センサから 4 種類の活動の分類を行っている研究[3]や、音声を認識、分析することができるパッチを装着し、加速度計から人がどのように活動しているか調べる研究[4]や、Bluetooth を用いて、人のソーシャルネットワークにおける個人やコミュニティから人がもつ日ごろの固有の行動を明らかにしている Eagle らの研究[5]などがある。また、これらを組み合わせることによって、社会的状況を色々な側面から計測することで、生産性および職務満足度などの結果を予測している[6]。奥野ら[7]は無意識的に行われている社会活動の定量化と可視化を目的に、一人称ライフログ映像を用いて、映像中に映り込んだ顔を数えることでカメラ装着者の社会活動を計測する手法を提案している。

JINS MEME を使用した研究は様々なものが存在している。高橋ら[8]や桑原ら[9]は、周辺視野における刺激が集中度に及ぼす影響を調査する研究を行っている。前者は周辺視野において、妨害刺激の減衰が集中度に影響がないか調査しており、後者は一点注視型タスクにおいて、周辺視野に提示する視覚刺激が種類によって集中度に影響がないかを調査している。両者とも JINS MEME の集中度を用いて、変化が無いかを調査している。木畑ら[10]は JINS MEME で取得されたデータとモーションキャプチャーで取得されたデータの相関性について調査している。Masai ら[2]は、JINS MEME と似た眼鏡型デバイスに埋め込まれた、センサデータから機械学習によって表情を予測するシステムを提案している。

3. データの収集と分析方法

本章では、ライフログのための索引化可能性を向上させるために集中度を利用することを考慮し、眼鏡型集中度計測端末である JINS MEME を使用した集中度の計測とその分析方法について述べる。

3.1. データの収集

集中度による行動分析およびライフログに対する手がかりを抽出可能とするため、本節ではそのデータの収集を行う。本研究では、まず研究室に所属している学生 5 名と指導教員 1 名について、1 か月、1 日 6 時間程度 JINS MEME を装着してデータを収集するように依頼した。また、JINS MEME を装着しているときにどんなこと（開発や通学など）をしてたかログを残すように指示した。

また、グループによる集中度の利用可能性を検証するため、明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科中村研究室（以下、中村研究室）に所属する学生 29 名（著者を含む）と指導教員 1 名の計 30 名を対象にデータの収集を行った。

データ収集期間は毎週木曜日に行われるゼミナール 3 時間 30 分を、11 月 22 日から 12 月 13 日の合計 4 日である。実験協力者には、ゼミナール中に JINS MEME を装着してもらった。なお、普段から眼鏡を利用している実験協力者向けには事前に眼鏡の計測を行い、適切な度入りのものを用意した。収集したデータは次の通りである。

- 集中度
- ゼミナールのタイムスケジュール
- 研究室で使用している共有ノートサイト「Scrapbox」に残されている議事録
- ゼミナールの全体を後ろから撮影した動画

これらを用いて、集中度とゼミ内の様子との関連性について、4 章および 5 章にて分析を行う。

3.2. 計測データの分析

分析に使用する集中度は、JINS MEME を用いて 15 秒間隔で収集を行った。本研究で定義している集中度とは、JINS MEME で瞬きの頻度や強度などから算出されるもののことを指し、これを利用した。図 1 は、ある期間の特定のユーザの集中度を時系列に沿ってグラフで表現したものである。ここで、集中度の収集には JINS MEME OFFICE というアプリケーションを使用しているが、それとの通信ができない状態になってしまい、集中度を取得できていない時間については、前後の間で補完した。次に、生のデータではぶれがあるため、図 2 のように平滑化を行った。なお、 n 個の集中

度に関するデータが存在しているとき、時刻 t における集中度を $C(t)$ とし、時刻 t における平滑化した集中度を $C_s(t)$ とするとき、 $C_s(t)$ は次のように定義した。

$$C_s(t) = \frac{C(t-1) + C(t) + C(t+1)}{3} \quad (1 \leq t \leq n-1)$$

本研究では、研究室におけるゼミナールでの分析を行うため、研究室で使用している共有ノートサイト Scrapbox に残されている議事録から、だれがどの時間にメモなどを残したのかを取得した。Scrapbox にはあるページに対して表 1 のようなデータが保存されている json のページが提供されているため、分析にはこれを抽出し利用した。

表 1 分析に利用したデータ

| カラム | 説明 |
|---------|-----------------------|
| Id | 行 ID |
| text | 行に書かれている内容 |
| userId | 最初に行を書いたユーザ ID |
| created | 最初に行に書かれた時刻(unixtime) |
| updated | 最後に行に書かれた時刻(unixtime) |

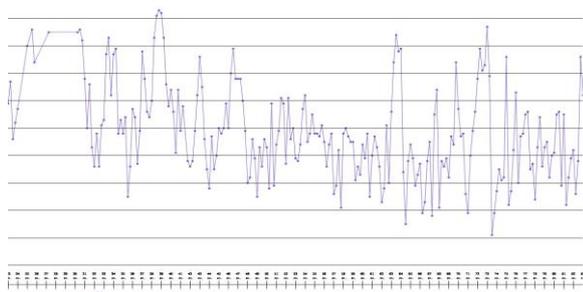


図 1 集中度の時系列変化

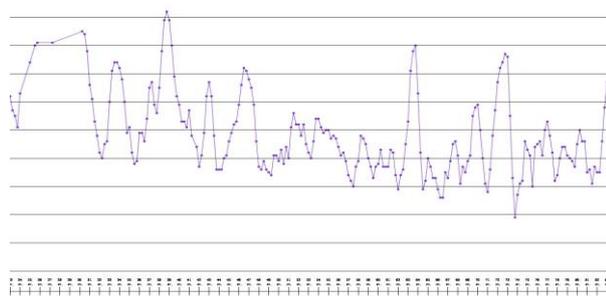


図 2 集中度の時系列変化(平滑化後)

4. 個人ライフログの集中度利用可能性検証

本章では、前章で述べたように、JINS MEME で収集した個人ライフログと集中度について、様々な観点での分析について述べる。

図 3 は 12 月 10 日の実験協力者 A の 1 日中の集中度を表したグラフである。図 3 のように橙色で囲んだ部分がアクティビティごとに分割したものとなっている。実験協力者 A は学生であるが、授業の部分で最後の方で集中度が急降下している様子から、授業が終わり移動し始めた様子が見られた。

また、実験協力者 A のこの日のアクティビティには 2 回の作業があるが、作業①と作業②とで比較すると全体的な集中度が②の方が低い傾向が見られた。①は研究室内で、②は開放的な空間で作業をしていたためその影響が考えられるが、②の直前に飲み会を行っていたため、集中度が①と比べて集中度が下がっているのではないかと考えられる。

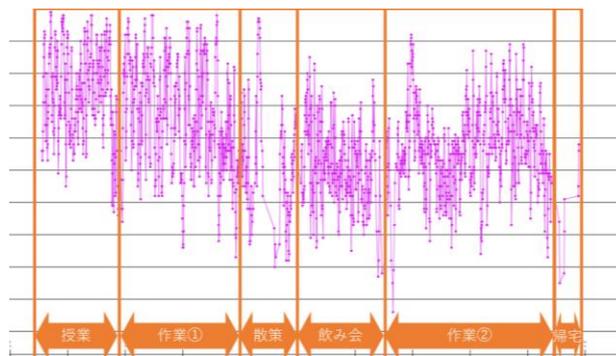


図 3 実験協力者 A のある日の集中度変化

図 4 は、12 月 7 日の実験協力者 B の 1 日の集中度を表したグラフである。図 4 も図 3 と同様に橙色でアクティビティごとに分割したものとなっている。アクティビティの一つに試験というものがあるが、その試験の中で集中度が極めて高まっている部分がある。この部分は試験開始直前であるため、集中を高めている様子が見られた。

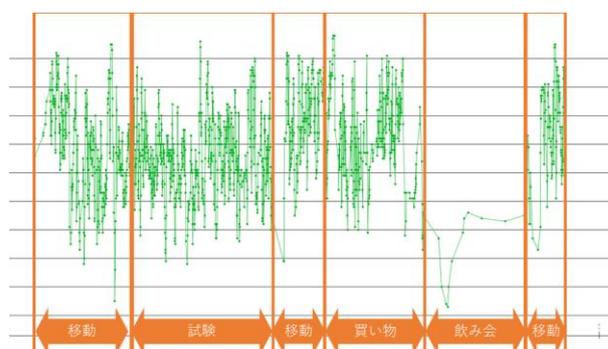


図 4 実験協力者 B のある日の集中度変化

また、飲み会での集中度は非常に低くなっている様子が見られた。このことから、飲み会を非常に楽しんでいた様子が見られた。

実験協力者 A, B はそれぞれ飲み会という同じようなアクティビティをしているが、集中度の変化の傾向は異なっている。これは、実験協力者の飲み会でのふるまいの様子が違うことが見られた。

一方、日々の娯楽における可能性についても見出すことができた。図 5 は実験協力者 C のある日の 2 種類の音楽ゲームをプレイした時の集中度の変化の様子である。オレンジ色で囲まれた部分と水色で囲まれた部分はそれぞれの音楽ゲーム「SOUND VOLTEX[20]」、 「beatmania IIDX[21]」におけるプレイしている時間(本研究では、1 クレジット分のプレイ時間を指し、最大で 10 分程度)を表している。本研究ではそれぞれを音楽ゲーム S, B と略すことにする。

枠内ごとの音楽ゲーム S と音楽ゲーム B の集中度の変化の比較をしてみると、集中度の変化の仕方が異なっていることが分かる。音楽ゲーム S は比較的正弦波のようなグラフの形状をしていて、音楽ゲーム B はギザギザしたグラフになっていることから、同じ音楽ゲームでもゲームごとで違いが現れていることが分かる。

次に、オレンジ色の枠で囲まれている音楽ゲーム S について、枠が 4 つあるが、左から 1 つ目の枠内のように 3 つの山ができていることが分かる。実際にプレイをする際、ノルマを達成すれば 1 クレジット 3 曲までプレイすることができるので、その様子がグラフとして出ていることが分かる。一方で、左から 2 つ目のオレンジ色枠は 1 つ目とは異なり、2 つの山で途切れてしまっていることが分かる。これは目標を達成することができず、1 クレジット分が終了してしまったことがログからわかり、その様子が山の数が減っていることから読み取れるその後、左から 3 つ目のグラフは 3 つの山が観測できるが、一つ目の山(1 曲目)が他の山(2, 3 曲目)と比べて、低くなっている。これは集中度が特に下がっているのは、1 つ前のクレジットで、2 曲目でノルマを達成できず、クレジットが終わってしまったので、やる気が下がってしまった結果、集中度が下がってしまった様子がうかがえる。しかし、1 曲目が比較的調子よかった影響で、2, 3 曲目は他クレジットのように楽曲ごとに高い集中度を記録している様子が分かる。

水色の枠で囲まれている音楽ゲーム B については、1 クレジット 4 回プレイとなっているので、音楽ゲーム S と同じように 4 つの山ができることが予想されたが、音楽ゲーム S と比べて、明らかな差異は見られませんが、4 つの山ができる傾向はみられた。

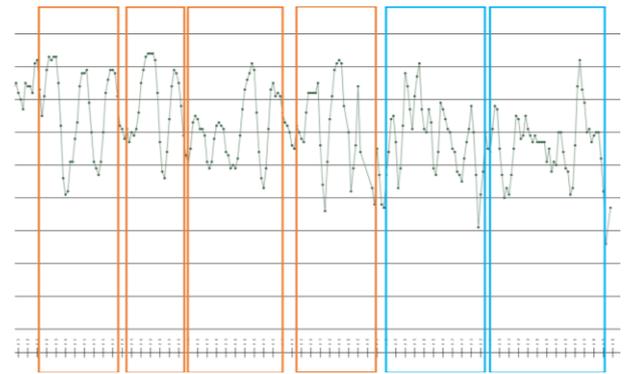


図 5 実験協力者 C のある日の集中度変化

5. グループライフログ集中度利用可能性検証

本章では、3 章で収集したグループライフログと集中度の分析結果について述べる。

3.1 節にて収集したデータをもとに集中度と実際におこなっていた行動との関連性が無いか分析を行っていく。中村研究室のゼミナールでは、論文紹介やグループワーク、アイデアソン、ハッカソン、発表練習、講演など多様なことが実施されている。論文紹介中には発表担当者(1 名)と書記担当者(2 名)、その他全員の 3 種類に分かれるが、他の人たちも状況に応じてリアルタイムにコメントなどを書き入れていく。本研究では、集中度の値の変化と Scrapbox の議事録から分析をおこなっていく。

5.1. 全体の集中度からの分析

2018 年 12 月 6 日のゼミナールにおける各ユーザの全体的な集中度の分布を図 6 に示す。この図の横軸は時間、縦軸は各ユーザの集中度を表しており、色によってユーザを区別している。まず、この集中度の上下より、図 7 の赤線で囲まれた部分のように、赤く囲まれた部分が終わると集中度が落ちる人が複数いることから、この日のゼミナールが 3 部構成でできていることが推察される。実際のゼミナールも 3 部構成になっており、1 つ目と 2 つ目が発表練習で、3 つ目が外部の方による講演に該当していた。つまり、全体の集中度の変化からどのような構成だったのかを大まかに分かるといえる。また、それぞれのイベントがどれくらいの時間をかかっていたかについても集中度から観察できることが分かった。前半二つの発表練習で所要時間が違うことが図 7 から分かるが、実際の発表練習でも最初の発表練習にて、質疑応答の時間で議論が白熱し、発表練習自体が長引いていたので、その様子も大

まかではあるが、結果として表れている。

図7の3つ目の赤枠内を拡大したものを図6に示す。図8のように、赤枠で囲まれた部分で、講演の参考になるような資料を見つけるために、検索行動をおこなっている青色のグラフの人の集中度が特に高いのに対し、青色のグラフの人は集中度に特徴的な様子が見られておらず、別の傾向が見られていた。以上のことより、集団の中で別の行動をしている人も検出できる可能性が示唆された。

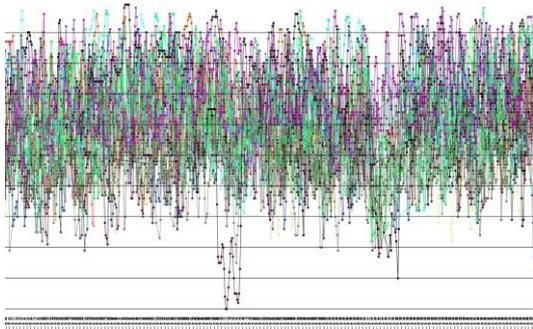


図6 ある日のゼミの全体の集中度変化

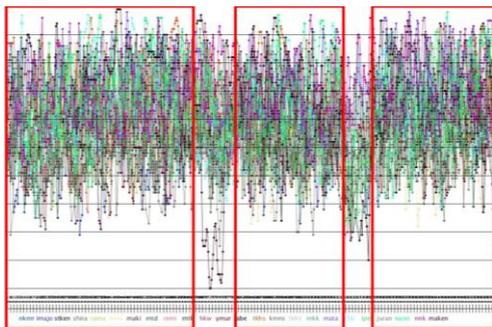


図7 ある日のゼミの全体の集中度変化

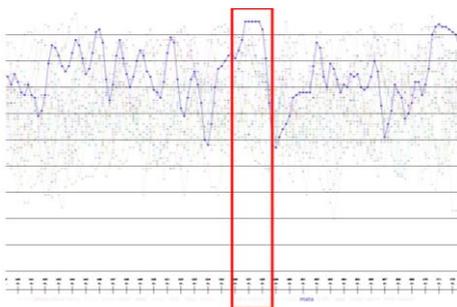


図8 公演中に検索行動をしている時の集中度

5.2. グループワークの分析

図9、10は、2018年11月22日のゼミナールの後半で、グループワークを行ったときのある2つのグループA、Bについて集中度の変化を表したグラフである。図9や図10のような時間の中では、グループごとに分かれて、探索行動を行っているが、グループによ

て探索行動の方法が異なるため、グループごとで集中度が高まって部分が異なっていることが分かる。このことより、集中度の同期性を使うことによって、ユーザのクラスタリング、つまりグループ推定をおこなえると考えられる。

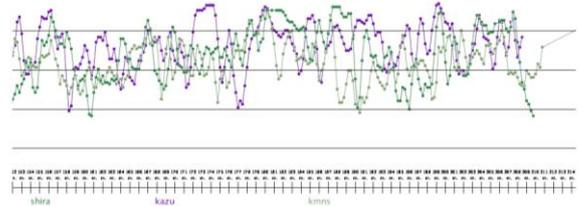


図9 グループAの集中度変化

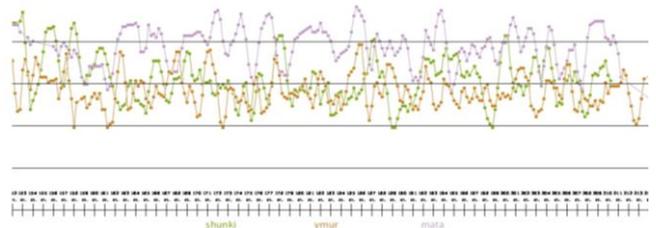


図10 グループBの集中度変化

6. 分析まとめ

4章、5章の分析結果から収集した集中度から個人のライフログやグループライフログの様子を推定できるかについてまとめる。

個人のライフログについては、集中度の変化、時間と出来事から、以下のことが検出することができる可能性が示唆された。

- 似たようなの出来事でも実施した内容が異なるときにそれぞれを区別できる可能性。
- 同じ行動をしていても、その中身によって大まかな違いを検出できる可能性。

また、グループライフログについて、収集したグループの集中度と、記録した議事録、撮影した動画から以下のことを検出可能性があることが分かった。

- 全体の構成が大まかに検出することができる可能性。
- 集団の中で、別の行動をしている人を検出することができる可能性。

以上のことより、JINS MEMEのような視線から計測される集中度を収集することで、個人や集団内で起こっている事柄をより詳細に推定することができる可能性が示唆された。

7. 応用例

前章の分析結果をもとに応用例を述べる。視線による集中度を収集することによって授業での講義で分からなくて困っている人の検出することで大学の講義内で受講している学生のサポートをしている TA にサポートするように促すことができる応用例が考えられる。また、ポスターセッション等でのグループアクティビティの様子を予測することで、参加者全体の満足度がより詳細に予測でき、グループごとでのアクティビティのの違いを検出することで、どのようなアクティビティが参加者にとって良かったか予測するなど、幅広い応用例が考えられる。

また、機械学習を用いて、集中度の変化からどの時間からどの時間までが、どんなイベントかを推定し、タグ付けを自動で行うことで、検索のクエリとして利用できるの可能性が考えられる。

グループワークに限らず、個人のアクティビティにも応用例が考えられる。例えば、プレゼンテーションにおいて、発表が上手だと思われる人のプレゼンテーション中の集中度情報から自分のプレゼンテーションとどう違うかを視覚的に提示することで、自分のプレゼンテーションの改善を促すことができる仕組みが考えられる。

8. まとめ

本研究では集中度が個人またはグループライフログに対する手がかり情報として利用できるかどうかについて、実際の日常的な利用やゼミナールにおいてデータを収集し検討を行った。

その結果、こういった時間配分でプログラムが行われたかが視覚的に確認することができることが分かった。また、議事録や動画を併用した分析から、基準となる人を決めることで「全体の構成が大まかに検出」や、「集団の中で、別の行動をしている人を検出」、「同じ行動をしていても、その中身によって大まかな違い」を検出することができるのではないかと予想された。

こうした知見から、授業での講義で分からなくて困っている人の検出することや、ポスターセッション等でのアクティビティの様子を予測すること、プレゼンテーションの質の向上するための方法を分析することができるなど、様々なことに応用することがかとうであると考えられる。

今後は、応用に向けて、本研究での分析結果から、機械学習を用いて、集中度からの自動推定をできないか検討を行い、それを利用したシステムの開発をおこなう予定である。

謝辞

本論文の作成にあたり、JINS MEME を提供して下さった株式会社ジンズ様。この場を借りて厚くご御礼申し上げます。

参考文献

- [1] JINS MEME | TURN IT ON – 見るから、知るへ(最終閲覧日 2019年1月9日) <https://jins-meme.com/ja/>
- [2] Masai, K., Sugiura, Y., Ogata, M., Kunze, K., Inami, M. and Sugimoto, M.: Facial Expression Recognition in Daily Life by Embedded Photo Reflective Sensors on Smart Eyewear, Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent User Interfaces, pp.317–326, ACM (2016).
- [3] Olguin, D.O. and Pentland, A.: Human activity recognition: Accuracy across common locations for wearable sensors, Proceedings of 2006 10th IEEE International Symposium on Wearable Computers, Montreux, Switzerland, pp.11–14 (2006).
- [4] Olguin, D.O., Paradiso, J.A. and Pentland, A.: Wearable communicator badge: Designing a new platform for revealing organizational dynamics, Proceedings of the 10th International Symposium on Wearable Computers, Student Colloquium, pp.4–6 (2006).
- [5] Eagle, N. and Pentland, A.: Eigenbehaviors: Identifying structure in routine, Behavioral Ecology and Sociobiology, vol.63, pp.1057–1066, Springer (2009).
- [6] Olguin, D.O., Waber, B.N., Kim, T., Mohan, A., Ara, K. and Pentland, A.: Sensible organizations: Technology and methodology for automatically measuring organizational behavior, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics), vol.39, pp.43–55 (2009).
- [7] 奥野茜, 角康之. 一人称ライフログ映像からの顔検出に基づいた社会活動計測. インタラクシオン 2018 論文集, pp.173-182.
- [8] 高橋 拓, 福地 翼, 山浦 祐明, 松井 啓司, 中村 聡史. 周辺視野における妨害刺激の減衰が集中度に及ぼす影響. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクシオン (HCI) ,2017-HCI-175(7), pp.1-8.
- [9] 桑原 樹蘭, 高橋 拓, 中村 聡史. 一点注視型タスクにおける周辺視野への視覚刺激提示が集中度に及ぼす影響. 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI) ,2018-UBI-60(13), pp.1-7.
- [10] 木畑実麻, 橋本健史, 勝川史憲. 加速度計を内蔵したメガネ型ウェアラブルセンサーとモーションキャプチャーによるデータとの相関性について -ランニングフォーム異常の早期発見にむけて-. 日本臨床スポーツ医学会誌 26(3): pp.423 -430, 2018.
- [11] 高橋雄太, 荒川豊, 安本慶一. 生活リズムの類似性や周期性に基づく心身の健康状態の推定と予測. 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム(UBI), pp.1-7, 2018.
- [12] 宮下浩一, 寺田努. 歩行・停止情報を用いたユーザーの移動経路推定手法. 情報処理学会論文誌, 57(7), pp.1601-1610, 2016.
- [13] Scrapbox -チームのための新しい共有ノート(最終閲覧日 2019年2月11日) <https://scrapbox.io/product>
- [14] 掘鉄郎, 相澤 清晴. ライフログビデオのためのコ

ンテキスト推定. 情報処理学会研究報告オーデイ
オビジュアル複合情報処理 (AVM), pp.157-162,
2003.

- [15] 前島 紘希, 阿部 和樹, 中村 聡史. スマートフォン上のスクリーンキャプチャ探索支援手法. 研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM), pp.1-8, 2017.
- [16] Ai Gomi, Takayuki Itoh: A personal photograph browser for life log analysis based on location, time, and person Proc. of SAC '11,, pp.1245-1251.
- [17] 中村聡史: ライフログによる記憶拡張のための探索手法とその実践, 第 21 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS 2013).
- [18] 中村 聡史: 主観写真ライフログ探索のための時空人間の活用, ARG SIGWI2 研究会 (2012年12月)
- [19] Ryosuke TOKUAMI, Yasuyuki KONO, Satoshi Nakamura: Contextual Photo Browser: Photo Viewer Based on Participants and Situations, UIST 2011.
- [20] SOUND VOLTEX IV HEAVENLY HAVEN (最終閲覧日 2019年2月12日)
<https://p.eagate.573.jp/game/sdvx/>
- [21] beatmania IIDX 26 Rootage (最終閲覧日 2019年2月12日)
[https://p.eagate.573.jp/game/2dx/26/top/index.html?
__REDIRECT=0](https://p.eagate.573.jp/game/2dx/26/top/index.html?__REDIRECT=0)