

研究報告書

「提示系心理情報学」確立のためのウェアラブルシステムプラットフォーム」

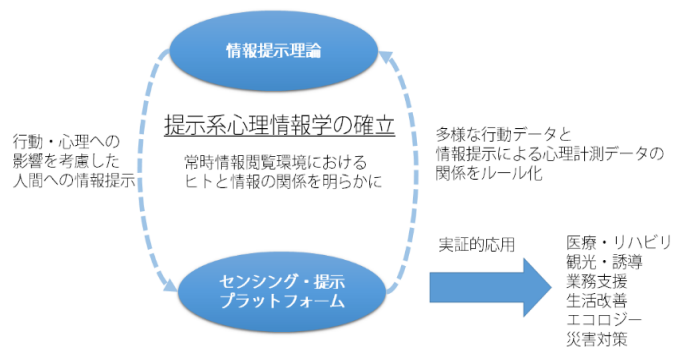
研究タイプ: 通常型

研究期間: 2015 年 10 月 ~ 2019 年 3 月

研究者: 寺田 努

1. 研究のねらい

本研究で解決を狙う社会的課題は「きたる常時情報閲覧環境において、我々はいかに提示情報に制御されるのか、またそれをうまく活用したときに我々は情報閲覧でいかに健康に、幸せに生きられるのかを明らかにし、その影響を予測可能な形で定式化すること」である。コンピュータは人間社会に深く入り込み、装着あるいは保持したコンピュータから常時情報を得ながら生活することは一般的になりつつある。例えば装着型ディスプレイを装着していると、画面を常時閲覧しながら生活するようになる。このような画面閲覧において、提示する数値やオブジェクトなどさまざまな要素が意図せずともユーザの心身に影響を与えている。提案者はこれまで、情報閲覧が心身および行動に影響を与えることを先駆的に示してきた。例えば、心拍情報をユーザに提示する際に、実際より高い値を提示すればその値につられて実際のユーザの心拍値が上がるといったように、提示内容に虚偽情報を含めることでユーザの生体情報が変化することを明らかにした成果である。これらの成果から、ウェアラブルコンピューティングにおいては情報提示が単に閲覧効率や認知負荷を評価軸にするのではなく、人間の心身に与える影響を考慮したものでなければいけないという着想を得た。本研究では以下の項目および下の概要図に示すような要素技術に基づき、「提示系心理情報学」と呼ぶ新たな研究分野を開拓することを目的とする。具体的には、ウェアラブルシステムにおける様々な情報提示方式と心理・身体影響の関係を定式化し、影響をポジティブに活用した学習・スポーツ等の支援システムを提供することおよび、ネガティブな影響を受けないための情報提供を行う。



サブテーマ(1): 情報提示の心身影響調査とその理論化

本テーマはプラセボ効果、プライミング効果、心理的条件付けといった心理学的効果が、コンピュータシステムにおける情報提示に対してどう働くかを定式化する。

サブテーマ(2): 人間の状態認識・情報提示のための

ウェアラブルシステムプラットフォームの構築

情報提示機構を確立するために、ウェアラブルセンサを用いて状況認識および情報提示を行うシステムプラットフォームを構築する。

サブテーマ(3): 実証的評価のための応用研究

上記 2 テーマにおいて確立した理論とシステムを活用し、その実証的な応用研究を行う。

2. 研究成果

(1)概要

本研究で解決を狙う社会的課題は「きたる常時情報閲覧環境において、我々はいかに提示情報に制御されうるのか、またそれをうまく活用したときに我々は情報閲覧でいかに健康に、幸せに生きられるのかを明らかにし、その影響を予測可能な形で定式化すること」である。そのために、30個におよぶ情報提示と心理影響の関係を評価し、情報提示が人間の心身に与える影響を示した。例えば意味のない視覚刺激が人間の時間感覚を狂わせることを示したり、パブロフの犬的な学習を人間に適用することでメンタルスポーツの成績が向上することなどを明らかにした。さらに、そのような評価を行うために必要なセンシングデバイスおよび状態認識アルゴリズムを提案・実装した。これは例えば鼻腔情報を常時計測するウェアラブルデバイスを開発し、呼吸やストレスを常時計測できるようにしたり、睡眠中の眼球運動を常時計測できるようにした。これらの機器を用いることで、情報提示の影響を長時間にわたって継続的に計測できるようになった。さらに、実践的な応用として、モリサワフォント社と情報受容性の高いフォントの選別評価を行ったり、パラリンピックの日本代表選手に対してセンシング結果の情報提示を適切に行うことでフォームの改善を行うといった、現実社会での活用に近い取り組みを多数行った。

このように、提案する枠組みは、あらゆるユーザインタフェースにおけるデザインガイドラインを提示することになり、既存のインタフェースの体系的な分類も行えるようになるなど、社会に広く利用されるポテンシャルがあることを示した。一方で、実際にそれを行うための取り組みがまだ不足しており、情報提示の心身影響の体系化や情報提示ガイドラインの策定のために、今後の継続的な活動が重要になる。

(2)詳細

サブテーマ 1: 情報提示の心身影響調査とその理論化

本サブテーマではプラセボ効果、プライミング効果、心理的条件付けといった心理学的効果が、コンピュータシステムにおける情報提示に対してどう働くかを定式化し、またそれを活用して心身状態や勝負におけるメンタル維持、リハビリのモチベーション向上など実生活において役立つ情報提示技術としてどのように実現するかを構築した。提案・調査した情報提示の心身影響およびその応用システムは 30 以上におよび、どのような情報を誰に提示するのかで分けてまとめたものを下図に示す。

	自己情報を	他の情報を
自分に	(1)虚偽情報提示による生体情報制御 (2)心拍提示によるテンポ感維持 (3)表情自己提示による会話支援 (4)足圧提示による足圧バランス修正 (5)生身での着ぐるみ練習方法 (6)自転車ペダル情報提示によるペダリングスキル増強 (7)パブロフの犬効果によるメンタル制御 (8)歩数増加のための競争情報提示 (9)セルフカット向けカメラ情報提示 (10)非利き手練習のための反転情報提示 (11)偏咀嚼防止のための咀嚼情報提示 (12)自閉症者支援のための他者表情提示	(13)充実時程錯覚による時間感覚制御 (14)プライミング効果による行動制御 (15)ARテクスチャ変更による誘導 (16)HMD揺れ対応フォント評価 (17)HMD映像ずれ影響調査 (18)視覚変更による主観音量制御 (19)同期感による人物誘導 (20)遅刻防止のための時刻表変更 (21)観光ルート提示による人物誘導 (22)リップシンク映像によるカクテルパーティ効果生成 (23)リズム内在化によるドラム暗譜支援 (24)暗記支援のための替え歌生成
他者に	(25)LEDメガネを用いた情報発信 (26)自己行動を車メタファで他人に提示 (27)機械判定たるまさんが転んだ	(28)小型顔ロボット遍在 (29)見た目ディペンダビリティ (30)Mimebot

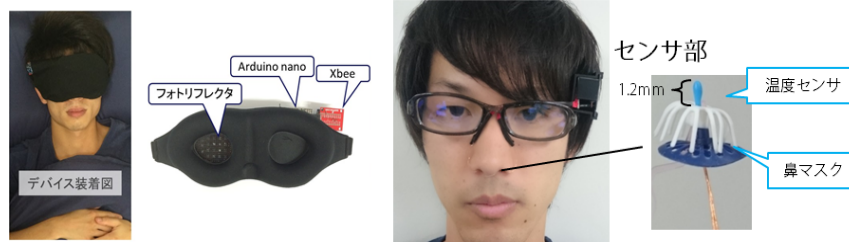
例えば(7)は、ダーツの投擲に対して、成功投擲にはポジティブ刺激、失敗投擲にはネガティブ刺激を与えて条件付け学習を行っておき、実際の本番投擲の際に先にポジティブ刺激を受けてから投擲すると優位にスコアが上がることを示した研究である。この研究では、上記学習を行わなかったとしても、投擲前に一般的にポジティブと思われる刺激(ファンファーレ音など)を提示するだけでも効果があることを示したが、上記学習を行うことでより大きな効果が得られることと、効果を引き起こすための学習数などの条件を明らかにした。さらに副次的な成果として、学習を行うことで極性が逆転し、ポジティブ刺激に対して大きくスコアを落とすタイプの被験者がいることを明らかにした。つまり、新たな情報提示機器や方式で情報を閲覧することで、一般とは異なる心理影響を大きく受けてしまうようなユーザを生み出してしまふ可能性を示唆した。このような結果はこれまでまったく知られていなかった新しい成果である。また、(13)は、装着型ディスプレイや装着型振動子などで無意味な刺激を人間に与えると、その主観的な時間感覚が狂ってしまうことを示した研究である。従来の心理学では、充実時程錯覚と呼ばれる理論により、人間に与えられる刺激量が多いほど主観的な時間が長くなるとされていたが、本研究の成果では、短時間であれば装着機器からの刺激で充実時程錯覚が起こるが、長時間の刺激では逆に主観的な時間が短くなることを示した。装着型機器は常時利用が想定されるため、後者の影響が大きく、従来の心理学とは逆の結論を導いていることが新しい成果である。また、ウェアラブルデバイスは便利なだけではなく、こういった刺激によって人間の主観感覚が狂ってしまうひとつの例を提示できた。

その他、上表の 30 個の成果それぞれに関して詳細に説明はできないが、さまざまな実験によって情報提示が人間に与える影響を明らかにし、ウェアラブル機器が情報提示を行うにあたって気をつけなければいけない要素を示した。また、自己情報を自分にフィードバックすることはバイオフィードバックなどの研究分野ですでに盛んに行われているが、そのような取り組みにおいても心理影響を十分考慮する必要があることがわかった。また、情報を自分にフィードバックする取り組みは我々も他の研究者も多数行っているが、自己情報を他者に開示するような取り組みはあまり行われていない。しかし、自己情報の開示はウェアラブル情報提示の大きな応用のひとつとなり得るため、今後この部分のシステム提案、応用提案が重要になっていくと考えている。

サブテーマ 2: ウェアラブルシステムプラットフォームの構築

サブテーマ 1 のような評価研究を行うために、心理学分野ではアンケートやビデオ解析などの手法を使うことになる。しかし、新たに登場する数々の情報提示機器の影響を適切に評価するためには、センサを用いてユーザの状況を客観的に適切に取得できるプラットフォーム構築すること、また、それらの心理効果を活用した情報提示プラットフォームを構築することが重要になる。そのために、本サブテーマでは、まずウェアラブルで常時計測可能な状況認識デバイスや認識アルゴリズムをいくつか提案・実装した。例えば鼻部表面温度を常時計測することでストレスを計測するメガネ型デバイスや、鼻腔内の温度を常時計測することで呼吸やストレスを計測するデバイス(下図左)、フォトリフレクタレイを備えたアイマスク型デバイスで睡眠中の眼球運動を計測し、睡眠状態を認識するデバイス(下図)、荷重セ

ンサを備えて机上での動作をかかっている力も含めて計測できる机、ストレッチセンサを備えて排泄を含めた状況を取得できる下着など、ユーザ状況計測するためのさまざまなデバイスを提案・実装した。これらのデバイスを用いることで情報提示がユーザに与えている影響を知ることができるようになった。また、状況に合わせて情報提示方法を動的に選ぶミドルウェアのプロトタイプを実装し、「提示系心理情報学」の考え方を取り込んだ情報提示機構を提案した。



サブテーマ 3: 実証的評価のための応用研究

提案した方式や知見を活用し、実証的・実践的な活動を多数行った。例えばモリサワフォント社とは、装着型ディスプレイが歩行時等に振動により揺れることが従来と異なる環境であることを明らかにし、情報受容性の高いフォントの選別評価や、ウェアラブルデバイス向けフォントの条件を明らかにする実験を共同で行っている。また、他者表情の提示システムを、他者表情を読み取りにくいことが知られている自閉症者に使用させ、自閉症者が周囲の状況を理解することで生きやすい世の中にするための情報提示システムを国立リハビリテーション研究センターと共同で開発している。さらに、あたかも着ぐるみを着ているかのように情報提示を行う着ぐるみアクターのためのトレーニングシステムは、着ぐるみアクター養成学校と共同で導入に向けて取り組んでいる。神戸異人館街では、提案した提示方式により人物流を混雑をさせて誘導する仕組みを備えた iPhone 用観光案内アプリケーションを作成し、実際に配布している。その他にも、化粧品会社と肌状態の常時計測およびフィードバックを行う仕組みの開発や、コンサル会社との、人によって適切な休憩の取り方を明らかにし、会社のパフォーマンスを高める取り組みを行うなど、本研究課題によって取り組んできた情報提示技術を、教育・観光・スポーツ・仕事・演出などさまざまな分野の現場において活用するための取り組みを推進し、いくつかはすでに成果が挙げられている。引き続き、電飾パフォーマンスのためのシステム開発会社等を含めて多数の連携を開始し、提案する考え方を応用したシステムやサービスを実世界投入していく。

3. 今後の展開

今後の展開としては、まず提示系心理情報学の枠組みに「影響予測技術」を加えることが挙げられる。本研究で提案したさまざまな情報提示技術は、統計的にみたとときにその影響は予想通りに発生することを確認している。しかし、情報提示が人間の心身に与える影響には個人差があり、同じ情報提示によっても人によって全く逆の効果を引き起こす可能性がある。例えば、心拍数を増やすある情報提示によって、想定通りに心拍数が一貫して上昇するユーザもいれば、逆に心拍数が一貫して減少してしまうユーザも例外的に存在する。もし情報提示の適用前

に、その影響を個人ごとに予測できれば、情報提示を安全に、効率よく利用できる。このような認知プロセスの個人差は従来定量化・可視化する事が不可能なものである考えられていたが、近年では人の脳機能と認知機能の詳細な関連性解明が進んできた。そこで、脳機能解析の技術を発展的に応用することで、情報提示に伴う心理影響(認知プロセス)の個人差を事前に予測することを狙う。これまで本研究で明らかにしてきた心理的効果は、例外となる逆向きの効果を受ける人にとってとても危険な状況を生み出していたが、本技術によって提示系心理情報学の安全性が飛躍的に高まると期待できる。

次に、提示系心理情報学の体系化・ガイドライン化が大きな目標となる。もともと本研究課題において情報提示のガイドライン作成を初期目標としていたが、扱う情報提示技術が幅広いため、研究開始時点で、ガイドライン化を目標とするのではなく、調査したものを列挙してガイドライン化に使えるようなデータを示すことを目標にしていた。今後、引き続き新しい情報提示と心理影響の関係を調査する活動は進めていくが、4～5年程度経過したタイミングですべての成果をまとめて、情報提示ガイドラインを策定することを狙う。

4. 自己評価

本研究課題で提案した「きたる常時情報閲覧環境において、我々はいかに提示情報に制御されるのか、またそれをうまく活用したときに我々は情報閲覧でいかに健康に、幸せに生きられるのかを明らかにし、その影響を定式化すること」という目標は、現在でも前例のほとんどない研究課題であり、発展的なテーマが別の予算に採択されたことから、研究課題設定自体はよかったと感じている。得られた成果のうち、情報提示の心理影響の明確化に関しては多数の新たな情報提示影響を発見し、それぞれがトップカンファレンスに採択されるなど研究としての成果は十分挙げられている。また、その技術を応用したシステムやサービスを企業との共同研究により実施し、数年内にも実サービスへの展開が見えている点についても目標通りの成果が得られたといえる。今後、さらに新たな情報提示機器や情報提示方法が提案されていくと思われるが、そういった新しい情報提示に関して、本課題で提案しているような評価の考え方が浸透し、あらゆる情報提示の評価に我々の考え方が利用されるようになることを期待している。また、そうなるような活動を継続的にやっていく。

一方、いくつか目標通りにならなかった点もある。まずは、情報提示と心理影響の関係の定式化を大量に行ったものの、現状ではそれを簡単に分類して列挙した状態になっており、体系化できていないことである。これはさきがけ研究として個人で進めるよりは、心理学、脳科学、法律等の専門家とチームを組んで進めるべきであり、今後の課題となった。

また、このような技術をOSの機能として取り込んだ、「心理影響の少ない情報提示を行うOS」を構築することも目標であったが、簡単なプロトタイプミドルウェアを構築したのみであり、このプロトタイプは実践的な現場では利用されていない。これらの情報提示メカニズムの確立及び現場利用が、社会実装のためには大きな課題となるが、そのためにはプログラマや普及団体との協力が必要になり、こちらも今後の課題である。

まとめると、提案する枠組みは、あらゆるユーザインタフェースにおけるデザインガイドラインを提示することになり、既存のインタフェースの体系的な分類も行えるようになるなど、社会に広く利用されるポテンシャルがあることを示せたが、実際にそれを行うための取り組みがまだ不足しており、今後の継続的な活動が重要になる。

5. 主な研究成果リスト

(1) 論文(原著論文)発表

1. 菅家浩之, 寺田 努, 塚本昌彦, ``フリーズ内在化のための学習フェーズ分離による打楽器学習支援手法,” 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 1, pp. 236–245 (2018 年 1 月)
2. Shuhei TSUCHIDA, Tatsuya TAKEMORI, Tsutomu TERADA, and Masahiko TSUKAMOTO, ``Mimebot: Sphere-shaped Mobile Robot Imitating Rotational Movement,” International Journal of Pervasive Computing and Communications, Vol. 13, Issue 1, pp. 92–111 (Aug. 2017).
3. 双見京介, 寺田 努, 塚本昌彦, ``条件づけ刺激を用いたメンタル機能制御支援システム,” 情報処理学会論文誌, Vol. 58, No. 5, pp. 1025–1036 (2017 年 5 月).
4. Naoya ISOYAMA, Masahiro KINOSHITA, Ryo IZUTA, Tsutomu TERADA, Masahiko TSUKAMOTO, ``YOUPLAY: Designing Participatory Theatrical Performance using Wearable Sensors,” Journal of Mobile Multimedia, Vol. 12, No. 1&2, pp. 52–75 (Apr. 2016).
5. 奥川 遼, 村尾和哉, 寺田 努, 塚本昌彦, ``聴覚フィードバックを利用したペダリングトレーニングシステム,” コンピュータソフトウェア(日本ソフトウェア科学会論文誌), Vol. 33, No. 1, pp. 41–51 (2016 年 2 月).

(2) 特許出願

研究期間累積件数: 0 件

(3) その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

主な受賞

1. International Journal of Pervasive Computing and Communications, Highly Commended in the 2018 Emerald Literati Awards (Jul. 2018)
2. 2018 International Conference on Cognitive Computing, Best Paper Award (Jun. 2018).
3. International Journal of Pervasive Computing and Communications, 2017 Outstanding Paper (Aug. 2017).
4. 13th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia (MoMM 2015), Best Paper Award (Dec. 2015).

以上