

令和元年6月17日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16H01740

研究課題名（和文）原因帰属の操作による情動アクチュエーション手法

研究課題名（英文）Emotional Actuation Method by manipulating Causal Attribution

研究代表者

谷川 智洋（Tanikawa, Tomohiro）

東京大学・大学院情報理工学系研究科・特任准教授

研究者番号：80418657

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、疑似的に生起させた生理学的変化を知覚させ、さらにその変化を情動的な判断の結果として認知させることで情動的な判断を変化させ、長期的な目標実行支援のため、任意の行動を促進ないし抑制する方法論を明らかにした。長期的な情動アクチュエーションを実現するため、聴覚フィードバックによる緊張緩和を実現すると共に、ライフログに基づいた長期的な行動誘発技術の実証を行なった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、情報技術による判断支援において見落とされがちな情報を受け取った際の人間の情動変化を踏まえた判断支援のメカニズムの解明を行なった点にある。情動的判断への直接的なフィードバック手法を実現した点でインパクトは大きい。また、情動を用いることで主観的な意思決定に委ねると生じにくい行動を誘発することができ、個人の社会的能力の拡張や社会システムの最適化を可能にする点で社会的意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：In this research, we make it possible to change an emotional judgment by perceiving a pseudo-evoked physiological change and then to recognize the change as a result of an emotional judgment, thereby promoting or suppressing any behavior. In order to realize long-term emotional actuation, we realized tension relaxation by auditory feedback and demonstrated long-term behavior induction technology based on lifelog.

研究分野：ヒューマンインタフェース

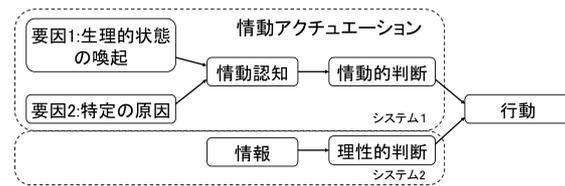
キーワード：バーチャルリアリティ 感情・情動 認知科学 行動誘発

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

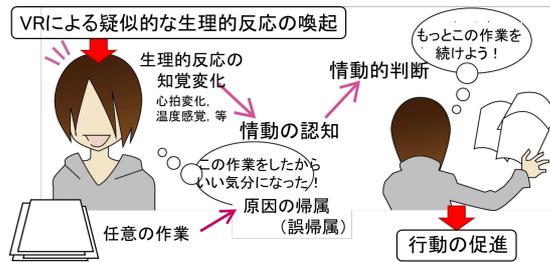
1. 研究開始当初の背景

近年、行動経済学分野などで、理性的な熟慮がならずとも合理的な判断を引き起こさない(認知バイアス)ことがよく知られてきている。これは理性と情動が相互作用的または並列的に判断や意思決定に関わっていることを示唆しており、心理学分野では二重過程理論と呼ばれ、遅く・制御的で・意識的な心理過程(理性、システム2)と、素早く・自動的で・無意識的な心理過程(情動、システム1)の2つを統合したプロセスであるとされている見方がある[1]。

一方、情報技術分野では、センシング技術やビッグデータ解析技術などの発展に伴い、情報技術を用いて人間の判断を支援しようとする情報システムの研究開発が活発に行われてきている。これらは先のモデルに照らせば人間の意識的な心理過程(システム2)による判断に必要な情報を処理し適切に提示することで理性的な判断を支援するものであり、情動という人間の無意識



的で自動的な心理過程(システム1)まで考慮してフィードバックを行い、情動的な判断を支援しようとする技術は、未だにほとんど試みられていないのが現状である。これは、情動をセンシングする工学的な手法が確立していないためだけでなく、提示される情報を人間がどのように自己の体験として認識・解釈し、その解釈を基にどのような情動が発生するかといった観点に立って情報システムの設計をすることがなかったためである。



二重過程理論, 情動二要因理論に基づく情動アクチュエーション

2. 研究の目的

本研究では、疑似的に生じさせた生理学的変化を知覚させ、さらにその変化を情動的な判断の結果として認知させることで情動的な判断を変化させ、長期的な目標実行支援のため、任意の行動を促進ないし抑制する方法論を明らかにする。本研究では、原因帰属の認知が情動の種類を決定する情動二要因理論に基づき、(1)VR技術で生成した原因帰属を伴わない生理学的変化(心拍の変化など)を知覚させることで身体状態を認知させ、(2)認知された身体状態の変化の要因を実際の原因とは異なる事象に関連付ける(誤帰属)ことで、対象とする事象に対する情動的な判断を変化させる。さらに、短期的な情動判断だけではなく、長期的な目標実行の支援のため、(3)健康やタスク管理など情動的な判断の介入により実行の難しい行動を、情動の生起(情動アクチュエーション)により実行させる手法を提案し、実証を行う。

3. 研究の方法

(1) 生理的状态変化の認知を引き起こす技術の開発

情動二要因理論において、情動の認知には生理的状态の認知が必要であるとされている。生理的喚起の認知を引き起こす手法を、以下の2つのアプローチから研究し効果を検証する。

① 疑似的な身体反応の変化の生成・提示による情動喚起

VRによって、疑似的に身体反応を生成・提示する、現実の作業中にも適応可能な手法を構築する。すでに情動との対応について一定の知見がある表情筋の変形その他、導水による疑似的な涙提示などを行うウェアラブル装置などを作成する。これらを用い、落涙や心拍変化、温度感覚変化などの自身の身体の変化が起きたかのように認知させることで、情動の認知への効果を明らかにする。

② 実際の身体反応の誘発による情動喚起

VRによって実際の身体反応を誘発する手法を構築する。呼吸、瞬き等の情動の変化に関連して能動的にも受動的にも変化する身体反応と同期して映像を制御することで、それ以外の非随意的な身体反応を誘発し、情動の認知への効果や①による効果との関連や適応範囲を明らかにする。

(2) 原因帰属の操作手法

(1)により生じられた情動に対し、その原因を任意の行動に関連付ける手法を構築する。緊張・発汗・心拍増加などの生理的指標そのものが情動の種類を決定するわけではなく、生理学的変化から原因を類推しようとする『原因帰属の認知』が情動の種類や生起を決定している。この情動二要因理論のもう一つの要因である、生理的反応の原因がどういった情動や状況によるものなのかという『原因帰属』あるいは『情動のラベリング』を、VR技術による適切な刺激を提示することで被験者の行っている行動へ原因帰属へと操作する手法を実現し、適応範囲を明らかにする。

(3) 情動アクチュエーションによる行動変化の評価・検証

VR技術により情動を操作する刺激を与えると共に、情動に関連する様々な生理反応を計測

し、それらの反応がその後の行動に変化を与えるかどうかを評価する実験系を構成する。評価に基づき、提案手法の情動喚起効果および提示刺激の強度による行動変化の発生条件を精査し、適切な刺激提示手法や刺激強度を明らかにする。

4. 研究成果

長期的な行動の促進・抑制を可能にするために、ウェアラブル装置において安定した情動の誘発を実現するための手法の検討と実証を行った。習熟したタスクであっても自身の実力を常に発揮するのは難しく、様々なタスクに共通の問題であり、自信不足や集中力の欠如、緊張などの精神状態の不調が阻害要因となる。

(1) 生理的变化の認知を引き起こす技術と(2)原因帰属の操作手法の統合によるパフォーマンス向上の実現

他者の前で話す場面において緊張感はスピーチパフォーマンス低下の原因となり、相手に悪印象を抱かせることに繋がる。本研究では緊張感が意思伝達の円滑性を損なう問題を解決するため、緊張緩和システムの構築とその効果検証を行った。

人間の感情に作用する手法の1つとして変換聴覚フィードバック(altered auditory feedback, AAF)がある。AAFはマイクへの入力音声に変換処理を施し、発話者にリアルタイムで聞かせる手法である。人間の発話音声の音響パラメータと感情には関係性があり、発話音声を変換処理によって特定の感情が喚起された状態での発話音声に近づいてフィードバックすることで、その感情が発話者に喚起されることが知られている。

本研究ではAAFの心理的効果を利用して発話者の緊張感の緩和を図った。ピッチシフトによって発話音声の基本周波数を下げ、フィルタリングによって高周波数成分のエネルギー比率を減少させることで、緊張状態での特性を打ち消した音声を作り、それを発話者にフィードバックするAAFシステムを構築した。

緊張緩和効果の検証

概要 提案手法の効果を検証するため、スピーチ実験を行った。参加者は3分間安静状態をとった後、5分間でスピーチの準備をし、AAFを使用しながら実験協力者1名の前で5分間のスピーチを行った。緊張状態での声の特性を打ち消したAAFを使用した安静声条件、特性を強調したAAFを使用した緊張声条件、フィードバックなし条件の3条件について、参加者間計画で実験を行った。参加者は20代男性8名(安静3名、緊張3名、フィードバックなし2名)だった。

評価方法 緊張感は状態不安検査と皮膚電位反応(skin potential reflex, SPR)の計測により測定した。SPRに関しては、安静状態、スピーチ準備時間、スピーチ本番の各タイミングについて反応量(基線からの振幅の積算量)の1分間(たりの平均)を求めた。

実験結果・考察 安静状態終了時とスピーチ課題終了時での状態不安検査の点数差を図3に示す。クラスカル・ウォリス検定を行った結果、有意差は得られなかったが($p=0.4243$)、AAFを使用した2条件は共に点数の増加が抑えられた。また、SPRの推移を図4に示す。AAFを使用した2条件では準備時間と比較してスピーチ本番での反応量が減少する傾向が見られた。以上の結果から、AAFにより緊張感が緩和される可能性は示唆されたが、変換パラメータの違)による効果の変化は確認されな=た。これは、AAFシステムの音声入出力間の遅延によって使用者のスピーチへの集中が妨害され、フィードバック音声の声質が十分に意識されな=かったためと考えられる。

漸次的音声変換 効果検証

概要 発話中に変換パラメータを漸次的に変化させるようにAAFシステムを改変し、同様のスピーチ実験を行った。安静変化条件、喜び感情を表現したAAFを使用した歓喜変化条件、無変換条件の3条件を用意した。参加者は19歳から32歳の男女12名(各条件4名ずつ)だった。

評価方法 1・2回目の実験と同様に、緊張感の評価は状態不安検査とSPRの計測により行った。また、参加者はスピーチ課題終了時の自信度を7段階で評価した。

実験結果・考察 安静変化条件と無変換条件では緊張緩和効果に大きな差が見られな=たが、図4に示すように歓喜変化条件ではAAFの使用に伴)SPRに増加傾向が見られ、変換パラメータの違)が緊張感に影響した可能性が示唆された。また、Fig.4に示すように安静変化条件ではスピーチ課題終了時の自信度が高くなる傾向が見られた。安静声のAAFにより、発話者は明瞭に話している感覚を

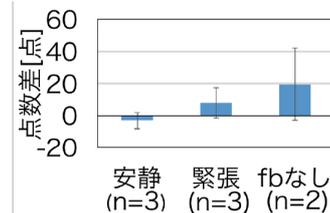


図3 不安検査結果

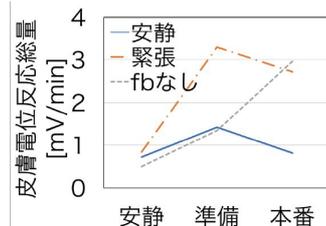


図4 実験中のSPR推移

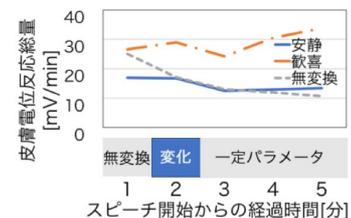


図5 スピーチ中のSPR推移

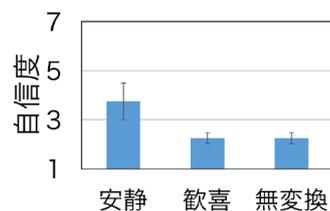


図6 自信度

知覚し、自信向上に繋がる可能性が示唆された。

本研究では、他者の前で口頭発表を行う場面における緊張感の緩和を目的とした AAF システムを構築し、効果検証を行った。検証実験の結果、AAF により緊張感の調整や自信の向上が可能になることが示唆された。今後も技術の改善や使用性の追求と円滑な意思伝達を支援するためのシステム開発を計画している。

(3) 長期的な情動アクチュエーション手法の評価検証

予測提示による行動誘発が困難な行動に関して、実行に伴う心理的負荷と必要性の 2 軸での分類を行なった(図 7 左)。本研究での対象は必要性が高く心理的負荷も高い行動(第 1 象限)と心理的負荷は低い個人の見解からは実行する必要性が伴わない行動(第 3 象限)とする。手法の構築にあたって、行動誘発には「行動内容」、「(行動を実行する)状況」、「(行動の結果得られる)報酬」の 3 要素が必要とした(図 7 右)。心理的負荷が高い行動はいつ、どんな行動をとるべきか想定するのが難しく、必要性が伴わない行動は、報酬が不明瞭なため実行に移されにくい。

よって、それらを補うシステムを構築することで、行動誘発が実現できると考えた。具体的には、ライフログや社会インフラから得られるデータに基づいて、目標を達成するのに必要な行動である実行計画を、実施する状況や得られる報酬とともに提示することで誘発を図る。以上が本研究の提案手法である。状況の指定には実行意図、報酬の可視化にはゲーミフィケーションを用いた。実行意図は状況と行動を連合させることで反応喚起を自動化する認知科学的手法であり、ゲーミフィケーションはゲームデザインを用いた動機付け手法である。提案手法の有効性の検証のため、第 1 象限の行動としてタスク処理行動、第 3 象限の行動として高速道路上での休憩行動を対象に、システム的设计と構築、実証実験を行なった。図 8(左)にタスク処理行動誘発アプリ「ShallDo」、図 9(右)に休憩行動誘発アプリ「東名クエスト」の画面を示す。

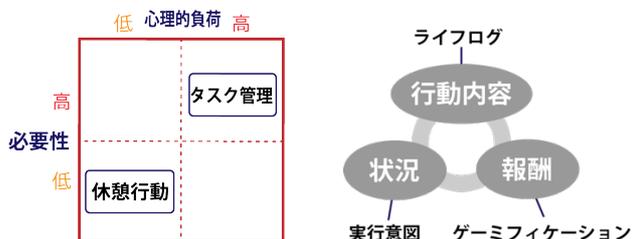


図 7 誘発困難な行動分類(左)と必要な要素(右)



図 8 行動誘発手法を実装したアプリ

実行意図に基づくタスク処理行動誘発システム

実行意図を用いて、実行に心理的負荷を伴う行動であるタスク処理行動を誘発するシステムを構築した。タスク処理の達成自体が「報酬」となるため、ライフログに基づいてとるべき「行動内容」を導出し、実行意図が形成されるよう「状況」と共に提示すれば行動誘発が可能となると考えた。過去のライフログを用いて未来のある 1 日にタスクに割ける最大の時間 t_{max} 、および抱えているタスクを期日までに完了させるために推奨されるタスク実行時間 t_{rec} を算出する。また、タスクの実行記録からユーザの 1 日の生産性を算出し、その高低に合わせて、タスクに取り組む時間と余暇を過ごす時間を指示する。時刻(when)と行動を指定することで実行意図の形成を図った。本研究ではこれらの設計を iOS アプリ「ShallDo」として実装した。構築システムがユーザのタスク処理行動に与える影響を調査する実験を行った。実験参加者は 20 代の男女 14 名であり、実験期間は 2017/12/20 から 2018/1/20 の 4 週間とした。12/20~12/26 は実行計画が提示されない統制期間、12/27~1/20 は実行計画期間として、比較を行った。図 9 は、実験期間中に提示された 2,594 個のタスク処理に関する行動指示と、1,539 個の

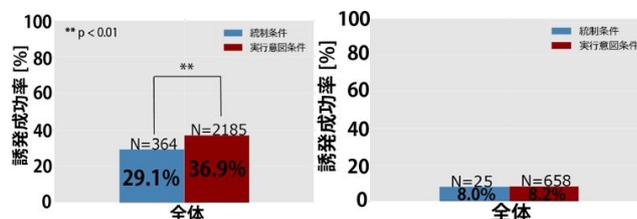


図 9 タスク行動(左)/レジャー(右)行動指示の成功率

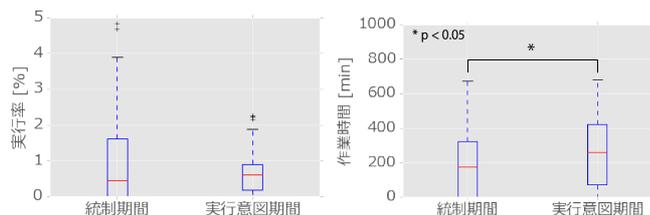


図 10 期間ごとの実行率と作業時間

余暇の行動指示の達成率を、期間ごとに示したものである。統制条件下では提示はないので、偶然達成される割合を示している。実行計画提示によりタスク処理行動の達成率は有意に上昇した($p < .01$)。

また、1日ごとのタスクの実行率 R を $R = t_{done} / t_{rec}$ として算出した。図 10 は期間ごとの R と t_{done} を示す。 R の代表値に関して有意差は得られなかったが($p = .45$)、分布に関しては有意差が得られ、日ごとの作業の実行率の分散が低減されたことが示された($p < .01$)。 t_{done} は有意に上昇した ($p < .05$)。

以上の結果より、ライフログに基づく行動内容の提示と実行意図による状況の指定を用いることで、実行に心理的負荷が伴う行動の誘発が可能だと示された。一方で余暇行動には、提案手法は効果がなかった。これは、タスク実行には直接関係のない必要性が低い行動だったからだと考えられる。

2つの検証の結果から提案手法による行動誘発の有効性が示され、ある程度行動の制御が可能となった。状況に応じた行動規則の提示が習慣化に結びつくことで、意思決定能力の拡張への寄与も考えられる。Shalido で「指示を達成したら報酬が欲しかった」という意見が複数あり、実行意図とゲーミフィケーションを統合することでの相乗効果も期待される。一方で「自分で計画は考えたかった」という意見も得られており、対象行動へのこだわりがある場合には効果が薄く、状況に応じて未来予測提示との併用が必要となる。

提案手法を現実の問題に適用するに当たって、解決すべき問題と、そのために誘発すべき行動を具体的に必要がある。またユーザが得られる効果と、その達成のための設計を導出するためのデータを明らかにする必要もある。誘発に際しては、状況と報酬が明示的かどうかを考慮して提示手法を設計する必要がある。よって「提示する行動内容」、「状況」、「報酬」、「行動分類」、「元データ(ライフログ)」、「効果」を考慮する必要があるという設計指針が得られた。これを用いることで、食習慣や運動習慣改善、混雑時の移動行動や節電行動の最適化、学習行動の達成など様々な分野で提案手法を活用することができる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 5件)

鈴木啓太、横山正典、吉田成朗、望月崇由、布引純史、鳴海拓志、谷川智洋、廣瀬通孝、同調的な表情変形技術を用いた遠隔コミュニケーションの拡張、情報処学会論文誌、査読有、59(1)、2018、52-60

櫻井翔、クロスモーダル知覚を応用した情動インタフェース、映像情報メディア学会誌、査読有、72(1)、2018、17-21

Nomiyama Masato、Takeuchi Toshiki、Onimaru Hiroyuki、Tanikawa Tomohiro、Narumi Takuji、Hirose Michitaka、Xnavi: Travel Planning System Based on Experience Flows, Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, 査読有、2、2018、1-25。

小川奈美、鳴海拓志、伴祐樹、櫻井翔、谷川智洋、廣瀬通孝、えくす手: パーチャルな拡張身体を用いたピアノとのインタラクション、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、査読有、23巻、2018、91~101。

長野瑞生、櫻井翔、野嶋琢也、広田光一、オフライン運動観察における VR アバターの外見や動作が自己身体認識に及ぼす影響、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、23巻、2018、169~177。

[学会発表](計 34件)

Keisuke Seta, Masanori Yokoyama, Shigeo Yoshida, Takuji Narumi, Tomohiro Tanikawa and Michitaka Hirose: Divided Presence: Improving Group Decision-Making via Pseudo-Population Increase, HAI2018, 2018.

Toshiki Takeuchi, Shinsuke Izumida, Hiroyuki Onimaru, Tomohiro Tanikawa, Takuji Narumi, Michitaka Hirose: Reconstruction of Travel Movies Using Emotional Arcs, Proceedings of the 2018 ACM International Joint Conference and 2018 International Symposium on Pervasive and Ubiquitous Computing and Wearable Computers, pp. 267-270, 2018.

Tomohiro Tanikawa, Junichi Nakano, Takuji Narumi, Michitaka Hirose, Case Study of AR Field Museum for Activating Local Communities, International Conference on Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions, pp. 428-438, 2018.

Takeru Hashimoto, Takuji Narumi, Ryohei Nagao, Tomohiro Tanikawa and Michitaka Hirose: Effect of Pseudo-haptic Feedback on Touchscreens on Visual Memory during Image Browsing, Eurohaptics 2018, 2018.

Zihjia LIU, Masato NOMIYAMA, Toshiki TAKEUCHI, Tomohiro TANIKAWA, Takuji NARUMI, Michitaka HIROSE: Study on Travel Planning Method through Must-visiting Planning by Using Bidirectional LSTM, 信学技報 Vol. 118 No.95, pp. 47-52, 2018.

成瀬加菜、吉田成朗、世田圭佑、鳴海拓志、谷川智洋、廣瀬通孝: リアルタイムな変換聴覚フィードバックによる緊張緩和効果の基礎的検討、研究報告 エンタテインメン

トコンピューティング (EC), 2018(17), pp.1-8. 2018.

谷川智洋, VR と人間と能力拡張, Integrated Innovation Lab for Psychiatry 研究会 (招待講演), 2018.

Keita Suzuki, Masanori Yokoyama, Shigeo Yoshida, Takayoshi Mochizuki, Tomohiro Yamada, Takuji Narumi, Tomohiro Tanikawa, Michitaka Hirose, FaceShare: Mirroring with Pseudo-Smile Enriches Video Chat Communications, ACM SIGCHI2017 (国際学会), 2017.

田上翔一, 吉田成朗, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝, 擬似成功体験を用いたスポーツパフォーマンス向上手法の提案, 第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会 (VRSJ2017), 2017.

吉永亮佑, 櫻井翔, 伴祐樹, 野嶋琢也, 広田光一, 時間的制約下での創造的作業における時計の認識調査, 第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会 (VRSJ2017), 2017.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.cyber.t.u-tokyo.ac.jp/ja/projects/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 渡邊 克巳

ローマ字氏名: (Katumi, Watanabe)

所属研究機関名: 早稲田大学

部局名: 理工学術院

職名: 教授

研究者番号 (8 桁): 20373409

研究分担者氏名: 尾藤 誠司

ローマ字氏名: (Seiji, Bito)

所属研究機関名: 独立行政法人国立病院機構 (東京医療センター臨床研究センター)

部局名: 政策医療企画研究部臨床疫学研究室

職名: 室長

研究者番号 (8 桁): 60373437

研究分担者氏名: 広田 光一

ローマ字氏名: (Koichi, Hirota)

所属研究機関名: 電気通信大学

部局名: 大学院情報理工学研究科

職名: 教授

研究者番号 (8 桁): 80273332

(2) 研究協力者

研究協力者氏名: 桜井 翔

ローマ字氏名: (Sho, Sakurai)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。