

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650051

研究課題名(和文) リフレクションを利用した疑似身体反応提示による感情喚起手法の構築

研究課題名(英文) Method of evoking emotions using reflection-based pseudo-body responses

研究代表者

谷川 智洋 (Tanikawa, Tomohiro)

東京大学・情報理工学(系)研究科・講師

研究者番号：80418657

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、自己知覚理論を中心とした心理学・認知科学の知見を応用し、VRにより生成・提示した感覚刺激によって身体知覚を変調することで身体イメージを操作し、感情を生起するための方法論を提案した。そして、この方法論に基づいて構築したインタフェースの評価を通じて、さまざまな感情を喚起可能なことを示した。具体的には、変形した表情、擬似心拍操作、温度感覚操作をフィードバックする手法を中心とし、VR技術で生成した刺激が自己の身体反応の変化であると感じられるような可体験化手法を構築し、複数の感情を喚起する基礎的な手法を開発した。

研究成果の概要(英文)：This study aims to evoke multiple emotions by presenting combinations of sensory stimulus using VR technologies. Based on the psychological knowledge, especially self-perception theory, we hypothesize that providing a variety of pseudo-physiological responses with contexts can be evoked a greater number of emotions as intended than the number of pseudo-physiological responses used. In this study, we focused on the relationship among facial expression, heartbeat, vital warmth, chest pressure and seven emotions. We implemented several systems to modulate user's bodily responses based on this hypothesis, and showed that these systems could influence the emotional states.

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：人間情報学・ヒューマンインタフェース・インタラクション

キーワード：バーチャルリアリティ 自己知覚理論 感情喚起 インタフェース 自己帰属感

1. 研究開始当初の背景

これまで、一般に感情喚起プロセスは、ある状況や行動など外界の刺激を知覚し、それを内的に処理することで感情が発生し、結果として表情や心拍など身体反応が変化するとされてきた(図1)。しかし、このような刺激知覚から感情が生じる内的処理メカニズムは解明されておらず、このプロセスを再現し感情を喚起させる工学的手法は存在しなかった。一方、自己の表情や心拍などの身体反応の変化を認知することで感情が喚起されるといふ内的処理過程(リフレクション)の存在が明らかになってきた(図2)。ただしこれらは限定条件下において現象が確認されているに過ぎず、汎用的に任意の感情を喚起する手法は確立されていない。

これを踏まえ、バーチャルリアリティ(VR)技術を用いて、あたかも身体が反応しているような人工的な刺激を生成・提示し、それが自己の身体反応の変化であると認知させることで、感情を人工的に喚起できる新たな工学的手法を構築できると考えた。

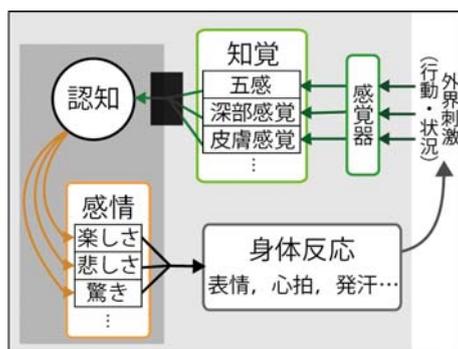


図1 一般的に考えられる感情喚起過程

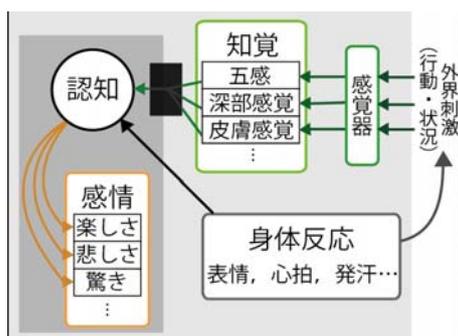


図2 リフレクション

2. 研究の目的

本研究の目的は、身体反応の変化を認知することで感情が喚起される認知メカニズム(リフレクション)を効果的に誘発する手法を明らかにし、任意の感情を喚起させるシステムを実現することである。感情喚起プロセスのメカニズムは解明されていないため、人工的に感情を喚起させる工学的手法は存在しなかった。一方で、“悲しいから泣く”のではなく“泣くから悲しい”という例のように、身体的な変化の認知により感情が喚起さ

れることが認知心理学の分野で明らかになっている。本研究では、VR技術を用いてリフレクションを誘発し感情を喚起させる身体感覚提示手法を構築し、定量的評価を通じてリフレクションを誘発する方法論を明らかにする。その上で、任意の感情を喚起させるシステムを構築し、提案する手法の提案と実証を行う。

(1) リフレクションを誘発するための感覚提示手法の構築

感情の変化に関連の深い身体反応と感情状態との対応付けを行う。この対応に基づき、VRによって擬似的な身体反応を生成・提示することで、自己の身体反応が変化しているかのように認知させる手法を構築する。表情筋の変形その他、触覚を用いた胸部への疑似心拍やペルチェ素子を用いた身体への温度提示を行なうウェアラブル装置などを作成する。これらを用い、自身の身体反応が変化したように認知させる感覚提示手法を構築する。

(2) 身体反応認知の変化による感情喚起効果の評価

(1)で構築した手法によって、リフレクションが誘発されるか、またどのような感情が喚起できるか、その効果についてアンケートによる主観評価や生理的指標の測定等の客観評価により定量的に評価する。また、提示刺激の強度と喚起される感覚の強さの関係性も評価し、適切な刺激強度を明らかにする。

(3) リフレクションを利用した感情喚起システムの構築

(2)で得られた知見を基に、複数の(1)で構築した手法を組み合わせ、リフレクションを誘発することで感情を任意に喚起させるシステムを構築する。

3. 研究の方法

(0) リフレクションの概念の拡張

研究の進展に伴い、身体反応だけでなく、その根本となる身体イメージに着目することで、より多様な感情喚起手法が実現可能となることが明らかとなった。そのため、当初の研究手法として考えたリフレクションの概念を拡張し、自己知覚理論に基づく感情喚起モデルを新たに構築した(図3)。

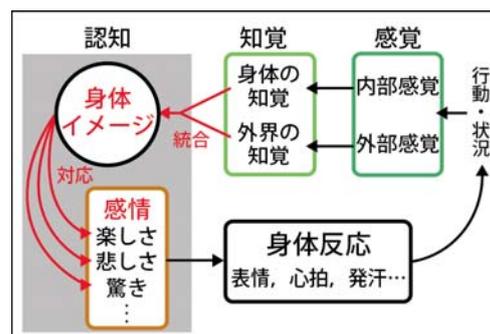


図3 自己知覚モデル

このモデルは、内部感覚（身体を知覚する感覚）と外部感覚（外界を知覚する感覚）が統合することで、最終的に脳内で認知される自己の身体の状態（身体イメージ）と経験的に結び付いた感情が喚起することを表す。

一方、申請者らが当初考えていた感情喚起の基盤は物理的な身体であるのに対し、自己知覚理論においては「自己の身体として認識されたもの」がその基盤であり、外界が身体と認識される場合や、身体が外界と認識される場合もある。一方、双方とも自己の身体の知覚が喚起される感情を決める条件となる点を考えると、自己知覚理論はリフレクションを包括する概念と考えることができる。

以下では、このモデルに基づいて本研究で実施した内容を整理し直した上で報告する。

(1) 身体イメージの変調による感情喚起のための感覚刺激提示手法の構築

本研究では、多感覚統合の過程における内部感覚と外部感覚の相互作用を利用し、VRによって生成した外部感覚刺激の提示によって内部感覚の知覚をも併せて変化させることで、新たに認知された身体イメージと結び付いた感情を喚起する手法を構築する。本研究では、以下の3種類の手法を構築する。

① 触覚を利用した疑似身体反応の提示による身体イメージの変調に基づく感情喚起

この研究では、外部感覚刺激によって誘発された感覚間相互作用により内部感覚知覚を変化させることで、身体イメージを変調させて感情を喚起する手法を検討してきた。

具体的には、外部感覚である触覚刺激を用いて生成した疑似身体反応を組み合わせ提示することで内臓の状態に対する知覚を変化させることで身体イメージを変化させる手法を構築した。本研究では、左胸部への



図4 疑似身体反応提示システム



図5 Comix: beyond

振動刺激提示、胸部および背部への温冷覚刺激提示、胸部全体への圧力提示によってそれぞれ擬似的な心拍、体温、体圧を生成するシステムを構築した(図4)。

このシステムを用いて3種類の疑似身体反応を刺激量や組み合わせを変えて提示すると同時に、漫画を用いて文脈情報を提示することで、限られた刺激によってマンガの文脈に沿った7種類の感情(ドキドキ感, 焦り, 緊張感, 恐怖, 胸が痛む感覚, 血の気が引く感覚, 安心感)を読者に喚起する“Comix: beyond”という作品を構築した(図5)。

② 表情変形フィードバックを利用した身体イメージの変調に基づく感情喚起

この研究では、内部感覚知覚が外部感覚を通じた身体の観察によって上書きされやすいという特性を利用し、外部感覚である視覚を通じて観察される自己の身体の見たい目を変えることで身体イメージを変調させて感情を喚起する手法を検討してきた。

具体的には、カメラで取得した自己の表情をリアルタイムに変形して異なる表情に見せる鏡様のシステムを構築し、内部感覚知覚である表情筋の動きに対する知覚を変化させることで、実際とは異なって認知された表情に応じた感情を喚起する手法を構築した(図6)。

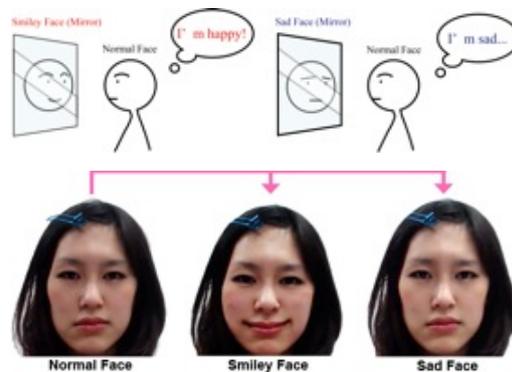


図6 変形した表情(元の表情(左)を笑顔(中央), 悲しい顔(右)に変形)

③ 風船を利用した拡張身体の生起による身体イメージの変調に基づく感情喚起

自動車を運転する際、自動車が自分の体の一部であるかのように感じられるように、内部感覚と外部感覚に時間的に一致した刺激が与えられた場合、内部感覚と外部感覚の連合学習によって身体イメージが実際の身体以外の対象にも身体の延長としてマッピングされることがある。この実身体以外に延長された身体イメージを拡張身体と定義し、拡張身体の変化と実身体の変化の対応関係を動的に変更することで、身体イメージを変調させて主観を喚起する手法を検討してきた。これは②の手法の拡張と捉えることができる。

本提案手法の実現可能性を検証する上で、

能動的な呼吸状態の変化に応じて動作が変わる風船の観察に応じて緊張感を喚起するアート作品“Interactonia Balloon”（図7）を制作した。本作品では、ユーザが呼吸を止めると風船が膨らみ、呼吸を行うと風船が萎むという、本来の風船の動作とは矛盾的な対応付けを行っている。ユーザが呼吸によって風船を制御できることを理解すると、風船が拡張身体として機能するようになる。一方で、風船がある程度膨張すると空気が抜けにくくなり、呼吸を止めていないにもかかわらず風船が萎まなくなるといった対応付けの変化が生じる。この拡張身体の変化と実身体の変化の対応関係の変化により、拡張身体である風船の動作の観察を通じて、「自己の意志に反した身体の変化」により呼吸状態が変化したように感じられる。この内部感覚の変化に基づいて身体イメージが変調されることで、緊張感を喚起する。



図7 Interactonia Balloonにおける緊張感喚起のためのインタラクションデザイン

(2) 身体イメージの変化に基づく感情喚起手法の評価

(1)で構築した各手法について、被験者実験を通じて感情喚起効果の評価を行う。この際、アンケート等による主観評価の他、感情の喚起に伴って意志判断や行動も変化することを利用し、客観評価を併用することで、構築した手法の効果をはっきりさせる。

4. 研究成果

(1) 構築した身体イメージ変調手法の感情喚起効果の評価

① 触覚を用いた疑似身体反応の提示による感情喚起手法の効果検証

2013年11月に開催されたSIGGRAPH ASIA 2013において、Comix:beyondを展示し、50人以上の来場者が本作品を体験した（図8）。本展示では、体験者に自由に漫画を読んでもらい、体験終了後に本作品のコンセプトおよび仕様について説明した。その後、狙いとする7種類の感情について感じる事ができたか、あるいは、また、体験時に感じたことや気付いたことについて、体験者に対して口頭での質問および意見回収を行った。

結果として、疑似心拍および疑似体温については自己の身体の変化として感じさせることが難しかったため、感情喚起効果は低かったことが示唆された。一方疑似体圧を提示した場合は、自身の身体が締め付けられた、



図8 SIGGRAPH ASIA 2013におけるComix:beyondの体験の様子

あるいは解放された感覚を得られ、狙いとする感情が喚起された、あるいは感情の違いを理解できたという意見が多く得られた。

この結果から、疑似身体反応を単純に提示するだけでは、身体イメージに影響を与えることは難しいことが示された。一方、胸部全体への疑似体圧提示のみ効果が得られたことについては、ファントムセンセーション（皮膚の2点に同時に刺激を提示した場合、その中間の皮膚もしくは体内に本来与えられていない刺激が知覚される現象）により、体内が変化している感覚が強化されたものと考えられる。そのため、今後の課題として、体内に刺激を提示させる手法を実現することが考えられる。

② 表情変形フィードバックによる感情喚起手法の効果検証

変形した表情の映像の周囲に現れる的を順々にマウスでクリックするタスクを被験者に行わせ、無意識に目にする自己の表情がタスク時の感情に及ぼす影響を検証した（図9）。タスク終了後、J-PANAS法を用いて、被験者のポジティブ感情およびネガティブ感情の2種類の感情状態について評価する。J-PANAS法では、ポジティブ感情とネガティブ感情を示す11個ずつの言葉や表現について、自分の当てはまる状態を5段階（1:ほとんどまたは全く当てはまらない、2:少ししか当てはまらない、3:まあまあ当てはまる、4:かなり当てはまる、5:非常に当てはまる）で被験者に評価してもらった。以上のタスクの評価を3試行行い、頬を挙げた表情（Smile）、眉をしかめた表情（Frown）、被験者の元の表情（Normal）と、3試行ごとにディスプレイに表示される自身の表情を変化するように設定した。



図9 検証実験における的の表示

実験の結果、笑顔に変形させた場合は快感情を、悲しい顔に変形させた場合は不快感情を喚起できる有効性が示された(図10)。また、快感情を喚起した際に身につけた物に対する選好が強まり、不快感情喚起時には選好が弱まることを明らかにし、喚起した感情に応じて選好判断をも操作可能なことを示した(図11)。

本手法については、ACM SIGGRAPH 2013 のデモに採択された他、国内外のメディアにて多数報道された。

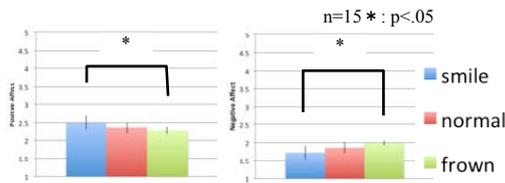


図10 感情の平均値と標準誤差 (左: ポジティブ感情, 右: ネガティブ感情)

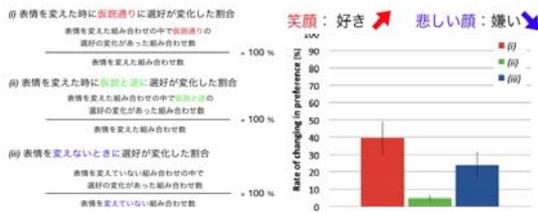


図11 選好の変化と表情の変化の関係

さらに、クリエイティビティ(知的作業能力)が感情に左右されるという知見に基づき、提案手法を応用し、遠隔で協調作業を行う相手の顔を変形して見せるシステムを構築した(図12)。このシステムを用いて、クリエイティビティが必要な作業であるブレインストーミングをタスクとして設定し、その回答数を計測する実験を行った。結果、双方の表情を笑顔に見せることで協調作業の効率を向上できることを明らかにした(図13)。

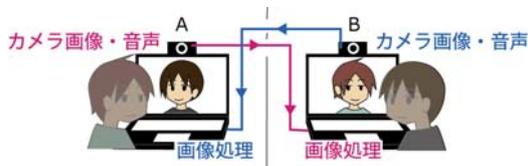


図12 遠隔通信を想定した表情フィードバックシステムの構成

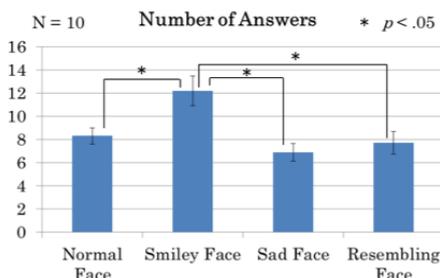


図13 回答数の平均値と標準誤差

本手法については、CSCW2014に採択された他、2013年度6月のMVE研究会においてMVE賞を受賞している。

③ 拡張身体を生起による感情喚起手法の効果検証

2012年11月に開催されたSIGGRAPH ASIA 2012において、Interactonia Balloonを展示し、100人以上の来場者が本作品を体験した(図11)。本展示において、呼吸を止めると風船が膨らむことを予め説明し、来場者には「風船を膨らませてください」とのみ指示を行い、本作品を体験してもらった。この際、体験者の様子について観察を行った。体験終了後、風船を膨らませることができたかどうかを問わず、緊張感を感じたか、何か気付いたことがあったかについて、口頭で質問および意見回収を行った。

質問の結果、風船に対して自己帰属感を感じられた人には緊張感を喚起できる可能性が示唆された。また、緊張感が感じられたという人は全員笑顔が生じていた。これは、緊張の緩和理論(生理的な緊張が起こり、それが緩和されると笑いが生じるという理論)により、能動的な身体制御によって喚起された緊張感が一定以上の水準に達し、そこから解放されたことで笑いが生じたと考えられる。

本手法については、上述のACM SIGGRAPH ASIA 2012におけるデモやVR学会論文誌に採択された他、第18回VR学会大会にて学術奨励賞を受賞している。



図11 SIGGRAPH ASIA 2012におけるInteractonia Balloonの体験の様子

(2) 身体イメージの変調による感情喚起手法の分析・考察

①は直接内部感覚の知覚を変化させる手法であり、従来研究の疑似身体反応提示に基づく感情喚起手法の改良と位置づけることができる。この手法は生起したい感情と結び付いた身体反応が知られている場合には有効に機能するものの、必ずしも身体反応と感情が一对一对応ではないことから、狙いとする感情の喚起が難しい場合がある。

それに対し、②の外部感覚を通じた身体の観察によって内部感覚知覚を上書きするというアプローチでは、感情だけでなく、選考判断という意志や、クリエイティビティという知的能力までも含む幅広い主観を生起・操

作可能なことを示した。ただし、②では自己を視覚的に観察する状況が必要という制約があり、応用可能な場面が限られるという問題がある。これに対し③では、連合学習によって身体として認識される範囲を任意の対象に拡張することで感情を生起する手法の実現可能性を示した。現状では実現可能性の検証を行った段階ではあるが、③が基本的には②のアプローチを踏襲したものであることから、連合学習のための時間を要するという制約はあるものの、③を利用することで幅広い主観を生起・操作可能で、かつ観察対象を自己の身体に限らない応用可能性の高い主観生起手法を実現できると考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 櫻井翔, 鳴海拓志, 勝村富貴, 谷川智洋, 廣瀬通孝: Interactonia Balloon: 風船を用いた能動的呼吸の誘発による緊張感の喚起・増幅. 日本 VR 学会論文誌. Vol.18, No.3, pp.361-370. 2013年9月. [査読有]

[学会発表] (計9件)

- ① S. Sakurai, T. Katsumura, T. Narumi, T. Tanikawa, M. Hirose: Comix: beyond: Evoking and Enhancing Multiple Emotions by Providing Combination of Limited Number of Pseudo Body Responses. In Proc. of SIGGRAPH Asia 2013 E-Tech, Article No. 3:1-3. Hong Kong, Nov 19-22, 2013.
- ② 中里直人, 吉田成朗, 櫻井翔, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝: 協調作業における創造性向上のための対話相手の容貌変化手法の検討. 日本 VR 学会大会論文集, Vol.18, 13B-1, CD-ROM. 第18回日本 VR 学会大会. 大阪府, 2013年9月18日-20日.
- ③ 櫻井翔, 鳴海拓志, 勝村富貴, 谷川智洋, 廣瀬通孝: Interactonia Balloon: 能動的呼吸による緊張感の喚起のための風船を用いたインタラクティブアート. 日本 VR 学会大会論文集, Vol.18, 13C-4, CD-ROM. 第18回日本 VR 学会大会. 大阪府, 2013年9月18日-20日.
- ④ S. Yoshida, S. Sakurai, T. Narumi, T. Tanikawa, M. Hirose: Incendiary reflection: evoking emotion through deformed facial feedback. In Proc. of SIGGRAPH 2013 Talks, Article No. 35:1. Anaheim. Jul 21-25, 2013.
- ⑤ 中里直人, 吉田成朗, 櫻井翔, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝: ビデオチャットを用いたブレインストーミングにおける表情変形の効果. 信学技報, Vol.113,

No.109, MVE2013-7, pp.7-12. 東京都, 2013年6月25,26日.

- ⑥ S. Yoshida, S. Sakurai, T. Narumi, T. Tanikawa, M. Hirose: Manipulation of an Emotional Experience by Real-time Deformed Facial Feedback. In proc. of AH2014. Stuttgart. Mar 7-8, 2013.
- ⑦ T. Tanikawa, Y. Muroya, T. Narumi, M. Hirose, "Reflex-Based Navigation by Inducing Self-motion Perception with Head-Mounted Vection Display", Proceedings of 9th International Conference, ACE 2012, pp.398-405, Kathmandu, Nepal, Nov 3-5, 2012.
- ⑧ 吉田成朗, 櫻井翔, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝: リアルタイムな表情変形フィードバックによる選好判断の操作. 日本 VR 学会大会論文集, Vol.17, 32B-2, CD-ROM. 第17回日本 VR 学会大会. 東京都, 2012年9月12日-14日.
- ⑨ 吉田成朗, 櫻井翔, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝: リアルタイムな表情変形フィードバックによる快・不快感情の喚起の検討. 日本電子情報処理学会心理学研究会. 北海道, 2012年6月30日-7月1日.

[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.shigeodayo.com/incendiary_reflection.html

<http://sakuarisho.info/works/comixbeyond>

<http://sakuarisho.info/works/interactoniaballoon>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷川 智洋 (TOMOHIRO TANIKAWA)
東京大学・大学院情報理工学系研究科・講師
研究者番号: 80418657

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

廣瀬 通孝 (MICHITAKA HIROSE)
東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授
研究者番号: 40156716
鳴海 拓志 (NARUMI TAKUJI)
東京大学・大学院情報理工学系研究科・助教
研究者番号: 70614353