

# 温度提示による情動制御手法の提案

牛尾 大翔<sup>1,a)</sup> 水口 充<sup>1,b)</sup>

**概要:** 多くのエンタテインメントコンテンツでは主に視覚と聴覚を通じて体験者の情動を引き起こしている。本研究ではそれらに加えて温度提示を提案する。身体的な変化の知覚が情動となるというソマティック説にもとづき、温度提示によって興奮状態などを体験者に与えることができると予想した。そこで温度提示を行うデバイスおよびソフトウェアを開発し有効性を調査した。結果として、温度によって情動の変化を起こす可能性、および温度提示を行う上での課題点等がわかった。

## 1. はじめに

近年、コンピュータを利用したエンタテインメント作品では様々なエンタテインメント性を向上させる手法が考えられている。その中でも主に音や映像、振動を利用して情動を引き出している例が多い。スロットゲームを一例に挙げると、当選する可能性が高い状態であると大きく派手な音を演出し、遊技者の興奮を煽るような映像によって人々の情動を突き動かしている。また、振動が利用されている例としてはPlaystation4 ゲームコントローラー、DUALSHOCK4 などがある [1]。

現在ではこのように分かりやすく、利用しやすい情動の引き起こし方として、音や映像など聴覚や視覚への提示が主となっている [2]。

しかし上記で挙げたもの以外にも、人間の五感には触覚、味覚、嗅覚があり、さらには力覚や痛覚などもある。現在、こうした感覚にも提示を行おうとするエンタテインメント手法は多数研究が進んでいる。例えば、橋本らの研究では「Conspiratio」はストロー用いたインターフェイスを開発し、味覚や香りといった要素と吸引するという触覚感覚を提示することにより、食品を吸い込む感覚がエンタテインメントとして有用であったことを確認している [3]。

上記のように聴覚・視覚以外の感覚提示による情動制御の手法は今後増えていくであろうことが予想される。そこで私はそのような従来とは異なる演出方法として、温感、冷感に着目した。

本研究では、温度提示による演出方法を提案、実際に作成し、その装置の検証を行ってみた。

## 2. アプローチ

### 2.1 情動制御手法の先行研究

情動制御の提案手法は視覚・聴覚以外にも数多く存在する。先ほども述べたが橋本らの研究では「Conspiratio」というストロー用いたインターフェイスを開発し、味覚や香りといった要素と吸引するという触覚感覚を提示することにより、食品を吸い込む感覚がエンタテインメントとして有用であったことを確認している [3]。

また、石橋らの研究ではマーベラス社のキャラクターであるスパイダーマンの特殊能力である蜘蛛の糸を使った移動手段に着目し、バーチャル都市空間を蜘蛛の糸を用いて自由に移動するといったVR作品「スパイダーヒーロー」というエンタテインメントVRを作成した。この作品の特徴として実際に蜘蛛の糸を模した張力提示を行っており、張力提示によるエンタテインメントとしての有用性を確認している [6]。

これらでは、それぞれが触覚などを主にした提案手法である。橋本らの研究である「Conspiratio」では一部温度提示が使用されていたがあくまで補助的なものであり、温度提示を主とした情動制御の提案手法は未だにない。

### 2.2 温度提示による情動の変化についての先行研究

身体変化による情動の変化について、例えば「手に汗握る」という諺がある。握った手がじっとり汗ばむ様子を言い、多くの場合は緊張感やハラハラドキドキの様子を表している。手のひらが汗ばむという身体反応は、一定であった体温が急激に上がったためにそれを冷やすために汗という水分を出している。つまりは、興奮などによる情動の変化による体温の向上と見ることができ、それが感情の高ぶりを表しているということがわかる。

<sup>1</sup> 京都産業大学大学院先端情報学研究所

<sup>a)</sup> i2086024@cc.kyoto-su.ac.jp

<sup>b)</sup> mmina@cc.kyoto-su.ac.jp

ここでジェームズとランゲを伝統にもつソマティック説を紹介する。ソマティック説によるところ、情動は身体的変化を基礎にする。悲しいという情動から泣くという身体変化につながるのではなく、泣くという身体変化から悲しいという情動に変化すると言った考えである [4]。このことより、外的な温度変化による身体変化によって情動が変化するのではないかと考える。このソマティック説を補強するように温度提示を行うことで情動が変化したと言った論文は複数存在する。

まず、隈元の研究により、事前検証において手掌部に氷刺激を行なった際、その温度提示によって「ストレス」「冷たい」といった、心理状態に変化をもたらすことも確認している [5]。また、Yoona Kang らの研究では人の信頼行動に影響を与える一つとして、温度に着目した。経済的な信頼に関するゲームをやってもらう前に暖かいものと冷たいものに触ってもらった結果、暖かい方に触れた人の方が信頼行動を多く行っていたという結果が出ている [7]。

上記の研究から、外部からの何かしら温度提示によって被験者の心理状況ないし情動が変化させることが可能であること裏付けられた。そこから、温度提示によって興奮などの状態を引き起こせるのではないかと考え、結果としてそのような情動の変化によるエンタテインメント性向上が期待できると推察する。また、温度は極端に熱い場合や冷たい場合だけでなく、暖かみやひんやりなどといった弱い温感・冷感のような強弱をつけることにより、情動の幅を細かくコントロールできるのではないかと期待している。

### 2.3 提案手法

上記の先行研究を踏まえ、現在の主流である視覚・聴覚への提示のような情動制御を温度提示を主として行うことによって、他の提案手法とは異なるメリット・デメリットの発見、また温度提示では利用者によって情動を変化させ、コントロールすることが可能なかどうか考える。

本段階ではその評価用装置の実装とその装置の検証を行う。

## 3. 実装

### 3.1 ハードウェア

まず、今研究では温度提示を行う装置は温度を自在に変更でき、さらに温感・冷感ともに扱えることが要求される。そのために、熱電素子の一つであり、軽量かつ温感・冷感ともに提示可能であるペルチェ素子を採用した。

ペルチェ素子の制御には Arduino UNO を使用し、ソフトウェアとのシリアル通信によって温度提示の切り替えができるように設計した。なお、使用時にはサージカルテープを用い、提示したいペルチェ素子の面が皮膚に接着するように固定を行って使用するが、ペルチェ素子を置き、その上に対象部位を重ねて利用する。

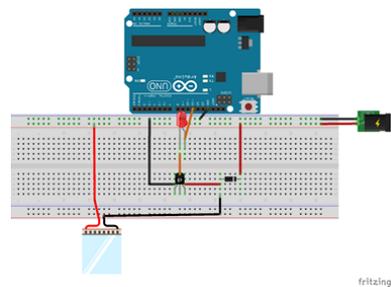


図 1 ハードウェアの回路図

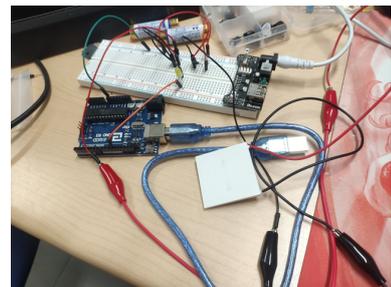


図 2 ハードウェアの全体図

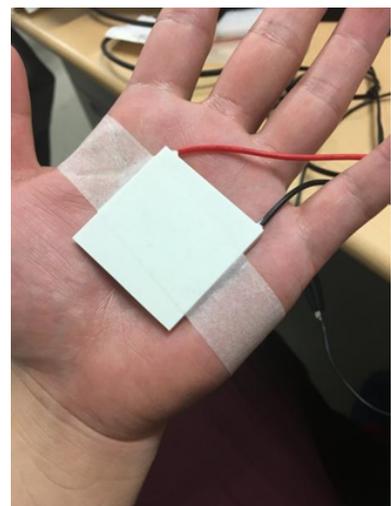


図 3 実際にペルチェ素子を使用する図

### 3.2 ソフトウェア

作成した温冷感提示デバイスを利用するアプリケーション例としてスロットゲームを、プログラミング言語兼統合開発環境である Processing を用いて実装した。作成したスロットゲームはそれぞれ絵柄が三つの列に並んでおり、中央部分に赤枠がある。この赤枠内に 7 の図柄が揃えば当たり (Excellent)、それ以外の図柄が揃えば当たり (Good)、揃わなければ外れ (Bad) となっており、スロットゲーム上部に当選回数が表示される。

スロットゲームでは大当たり、または当たりの図柄が揃う可能性がある場合にはペルチェ素子が演出として反応するようになっている。

2 種類のペルチェ素子の演出を実装した。一つ目のパターンはリールが回り始めたと同時にだんだんとペルチェ

素子による温感提示が始まり、次のゲームが始めるまでずっと提示が続くパターンである。このパターンは大当たりまたは当たりが確定している場合のみ出現するように設定した。二つ目はリールが回り始めると温感提示を行うが2つめのリールが止まる時点で温感提示も停止するパターンである。このパターンでは二つ目のリールまでは大当たり、または当たり図柄であるが（いわゆるリーチ状態）三つ目のリールでは外れるようになっている。

以下、一つ目を当たり演出、二つ目を外れ演出とそれぞれ呼称する。当たり演出、外れ演出はそれぞれ一定の確率で発生するようになっている。

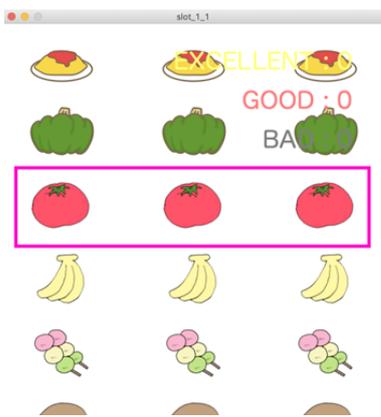


図 4 ソフトウェアの初期画面

#### 4. 動作検証

今回使用したペルチェ素子の温度だが赤外線式の温度計を使用し計った場合、通常時 28℃ほどの表面が起動後、温感を提示する面は最大 36℃になり、冷感を提示する面は最大 23℃になった。さらに電圧等を上げればこれ以上に暖かく、または冷たくなるが人が火傷や凍傷を起こさない程度の温度にすることを心がける必要がある。

利用者が感じるハードウェアの温度提示のスピードを、著者を含めた 3 名（被験者 3 は著者）によって検証した。温感、冷感それぞれを手掌部と腕に二回ずつ提示し、ペルチェ素子の反応開始から、十分な温度を体感できた時点までを計測した。

表 1 それぞれの温度知覚速度

	被験者 1	被験者 2	被験者 3	平均
温感手掌部 1 回目	8.13	1.95	1.71	3.93
温感手掌部 2 回目	2.90	2.05	1.76	2.24
温感腕部分 1 回目	4.03	2.15	3.02	3.07
温感腕部分 2 回目	3.85	1.78	1.90	2.51
冷感手掌部 1 回目	4.76	1.45	1.52	2.58
冷感手掌部 2 回目	2.10	1.61	1.28	1.66
冷感腕部分 1 回目	3.95	2.00	1.60	2.52
冷感腕部分 2 回目	3.13	1.56	1.70	2.13

結果として、平均して 2~3 秒ではっきりと知覚できる程度の温度となることが確認できた。

平均 2~3 秒での認知は視覚・聴覚などの従来の提示よりも大きく遅い。しかし、今回のように提示まである程度の猶予があるスロットゲームではこの認知の差は気にならない。逆に温度が徐々に高くなっていくこの温度提示では従来とは異なり、例えば格闘ゲームなどの体力ゲージのようにだんだんとゲージが減っていくものを段階的に提示したり、イラストなどを書く際のペンの色彩を変更するとき、その変化を温度として提示するなど、他の提示よりも有用に提示ができるのではないかと考える。

また、被験者の一人は他 2 名よりも全体の反応がかなり遅れていることが確認できる。これには皮膚の厚さや、温度に対する過敏さなどの個人差であると考えられる。この点から、複数人で同タイミングで提示したい場合などは不向きではないかと考えられる。

今回の検証では手のひら以外に腕や首回りなどに装置を同じようにつけて同じく検証を行ってみた。結果として、手のひらが一番温度を感じたがサージカルテープではペルチェ素子を完全には密着できなかった。そのため、どの部位でもペルチェ素子が十分に密着できるような方法を考案すべきであるだろう。

最後に、ソフトウェアも含めた装置全体を使用した際、確かに従来の視覚や聴覚に行っていた提示のようなわかりやすさがあると感じた。また、その部位の温度が変化していくにつれ、温感なら興奮を覚え、逆に冷感では不安感に似た感情を覚えたため、少なからず心理的な効果も期待できるのではないかと考える。

今回の実験では PWM 駆動などによるペルチェ素子の温度変化の強弱を実装していない為、それらの導入の検討も視野に入れておく。人間が感じる温度とは各個人で違い、その日の外気温によっても感じる温度の強弱は変わってしまう。温度の段階によって面白さは変わるのであれば、温度提示による情動制御の幅が広がると考える。

#### 5. おわりに

本研究では情動制御手法の一つとして温度提示の提案を行った。

温度提示は従来の視覚・聴覚提示などとは異なる提示提案と、温度提示によって被験者の情動を変化、制御することが可能ではないかと考え、ここでは評価を行うための装置の実装とその検証を行った。

結果として、装置は各部位にペルチェ素子が十分に密着できるような方法や、PWM 駆動による温度変化の強弱の実装が必要であることがわかった。また、温度提示には従来の提示よりも提示までの時間が長いというデメリットがある反面、段階的に温度が変化するため、それを利用した演出が有用であることが考えられた。心理的な変化では、

その部位の温度が変化していくにつれて、温感なら興奮を、逆に冷感では不安感に似た感情を覚え、心理的な効果も期待できるのではないかと考える。

今後は、それらの評価実験を通してメリット・デメリットのさらなる発見や温度提示による心理的变化をより詳細に検証する必要がある。また、温度提示を利用した応用として格闘ゲームのゲージの提示などといった段階的に変化するものを提示する応用アプリや既存の手法に温度提示を組み合わせた場合などに関して研究していく必要があるだろう。

**謝辞** 本研究はJSPS 科研費 18K11608 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] Ps4 用ワイヤレスコントローラー (dualshock 4) - playstation. <https://www.playstation.com/ja-jp/explore/accessories/gaming-controllers/dualshock-4/>. (Accessed on 08/04/2020).
- [2] 釜江尚彦. エンタテインメントコンピューティング：1. エンタテインメントコンピューティングとは何か. 情報処理, Vol. 44, No. 8, pp. 1-4, 2003.
- [3] 悠希橋本, 稔小島, 知晴三谷, 悟宮島, 直久永谷, 暁夫山本, 大瀧順一朗, 昌彦稲見. Conspiratio(コンスピラチオ):吸飲感覚提示によるインタラクティブなエンタテインメント. 2005.
- [4] 紘史太田. 身体知覚はいつ感情になるのか?—視覚意識と情動意識の中間レベル説に対する疑問—. 京都大学文学部哲学研究室紀要：Prospectus, Vol. 12, , 2 2010.
- [5] 美貴子隈元. ストレスの評価法に関する研究：鼻部皮膚温度と心理状態. 山陽論叢, Vol. 16, pp. 39-48, 2009.
- [6] 賢石橋, Luz Toni Da, Remy Eynard, 直樹北, 南姜, 宏瀬木, 圭介寺田, 恭平藤田, 一乗宮田. スパイダーヒーロー：張力提示によるエンタテインメント vr. 映像情報メディア学会誌, Vol. 66, No. 1, pp. J11-J16, 2012.
- [7] Yoona Kang, Lawrence Williams, Margaret Clark, Jeremy Gray, and John Bargh. Physical temperature effects on trust behavior: The role of insula. *Social cognitive and affective neuroscience*, Vol. 6, pp. 507-15, 09 2011.