

# 温冷出力コントローラによる 感情表出ゲームシステムの構築

庄司りか<sup>†</sup> 馬場哲晃<sup>†</sup> 串山久美子<sup>†</sup>

著者らはこれまで温冷表示インタクションの応用として、ビデオゲームシステムの検討、開発を行ってきた。本研究では、温冷切り替え時間の大幅な削減等を目的とし、ソレノイドアクチュエータを内蔵したゲームコントローラを制作した。また、新たなアプリケーションとして、温度と感情に関する評価実験結果をもとに、温冷表示特性を生かしたキャラクタの感情を温度で体感する感情体感型シミュレーションゲームを制作した。

## Constructing Game System of Expressed Emotion by Controller for Outputting Thermo

RIKA SHOJI<sup>†</sup> TETSUAKI BABA<sup>†</sup>  
KUMIKO KUSHIYAMA<sup>†</sup>

We have been developed and evaluated a video game system as applied thermal interaction. The purpose in this research is to reduce offering thermo times by a game controller with a built-in solenoid actuator. Additionally, we made the simulation game that could feel character's emotion by thermo. It's based on the evaluation experiments for expression emotions.

### 1. はじめに

近年では、ゲームコントローラに、振動モータによる触覚刺激を付加することによって、ゲームの臨場感を増す演出があり、同様に温度刺激を呈示することで、ゲーム上のキャラクタのインタクションに温度刺激が利用できるのではないかと考え、著者らはこれまでに、温冷表示インタクションの応用として2枚のペルチェ素子を内蔵したビデオゲームコントローラの制作、開発を行ってきた[1][2]。しかし、従来のシステムでは、温冷の切り替えに大幅な時間的コストがかかる他、同一面のみによる温冷の触覚呈示は日常生活において、あまり例をみず、ユーザにとって馴染みにくい不自然なインタクションになることが考えられた。そこで、本研究では、ペルチェ素子を付随させたソレノイドアクチュエータをゲーム内のインタクションに合わせて駆動させ、瞬時にペルチェ素子をユーザの掌部に当てることで、より素早い温冷呈示を可能とした。

また、本稿では、ゲーム内キャラクタの新たな感情表出方法として、温度刺激を提案する。3DCGモデルの感情表出は、映画やゲームなどのエンターテインメントをはじめ、インターネットのアバター[3]やロボットの表情の開発研究分野[4]でより重要性が増している。その一方でシミュレーションゲームなどのリアルタイムコミュニケーションにおける感情表出は、フィードバックの遅延や誤った反応などがしばしば見られるように、3DCGモデルの感情表出には新たな出力方法や感性工学的なデータの検証が期待されている。

<sup>†</sup>首都大学東京大学院システムデザイン研究科システムデザイン専攻  
Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

る。そこで、本研究では、温冷表示の特性を生かし感情体感型シミュレーションゲームを制作した。

### 2. コントローラ実装

従来の温冷表示コントローラは、左右側面にペルチェ素子を2枚配置し、素子の1面のみがユーザの掌部に接触する状態で、モータドライバICにより電流を反転させることで、同一面から温冷を出力していた。そのため、温冷の切り替えに大幅な時間的コストがかかっていた。しかし、ゲーム上では画面更新速度が30fps、60fpsもしくはそれ以上の速度で処理される上、ユーザの温冷知覚は2s以内であり、より速い温冷出力システムへの移行が求められた。そこで、冷温用、高温用それぞれ2枚ずつ計4枚のペルチェ素子(15x15x2.9mm)を用意し、小型ソレノイド(SparkFun ROB-11015)に付随させ、ゲーム内の状況に応じて駆動させることで、より素早い温冷呈示を可能にした(図1)。

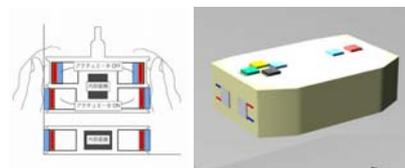


図1 左: コントローラの概要 右: 外観 3DCG モデル

Figure 1 Left: Controller System, Right: 3DCG model

コントローラ(外寸 151x43x111mm)に、I/O 汎用ボード(Arduino nano)を内蔵し、各ペルチェ素子4chをPWM制御する。また、小型ソレノイドには冷温、高温用2chを使用し、状況に応じて2つのソレノイドが同時に駆動する連動形式にした。コントローラの内部写真を図2に示す。

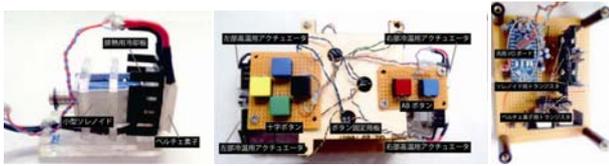


図2 左：アクチュエータ 左：上面図  
Figure 2 Left: Actuator, Center: Top figure,

### 3. 温度刺激と感情に関する評価実験

#### 2.1 目的

温度と感情の関係性を明らかにすることを目的とし、情動語のイメージに適する平均温度を求めた。方法として、温度出力デバイスを用いた実験を行い、評価対象を、ビジュアルアナログスケールを用いた調査で感情度の違いにより序列化し、温度と感情度を同空間上に布置、感情に対するイメージと温度の関係性を明らかにした。

#### 2.2 評価対象

齊藤ら[5]により 5 つのグループ(「愛情」、「喜び」、「悲しみ」、「恐れ」、「怒り」)に分類された感情を表す情動語 20 語

#### 2.3 実験参加者

実験参加者は、首都大学東京システムデザイン学部学生、22~23 歳の男性 12 名、女性 12 名の計 24 名とした。

#### 2.4 手順

パソコンモニタに提示された評価対象を見ながら、温度調節機能を持つ温冷出力デバイス上のペルチェ素子に右手人差し指の腹の部分で触れる。この際、温度計を設置している金属部分には触れない様にする。実験者は、実験参加者に提示された評価対象のイメージに適する温度を感じた時点で、報告するよう指示。実験者は、実験参加者から報告された時点の温度を、汎用温度計を見て結果記録シートに記録する。この流れを各評価対象に2回、計50回行った。

#### 2.5 結果

評価実験より得られたグラフを図 3, 4 に示す。

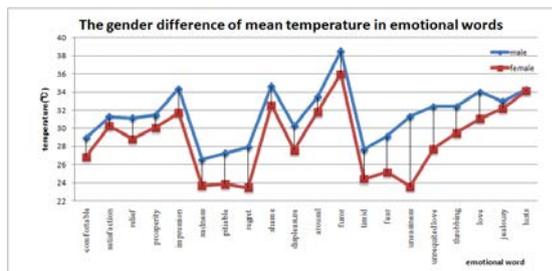


図 3 平均温度の男女差

Figure 3 The gender difference of mean temperature in emotional words.

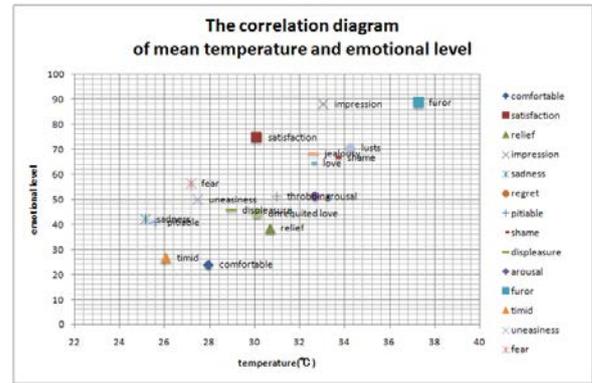


図 4 平均温度と平均感情度における相関図

Figure 4 The correlation diagram of mean temperature and emotional level.

図 3, 4 から、各温度に対するイメージから生じる具体的な温度数値の他、感情の起伏が高いとイメージする温度も高い傾向にあることや、心理的性差がイメージする温度にも生じることが明らかになった。

### 4. アプリケーション

実装したコントローラを使用し、ゲームソフトウェア「Thermo Emotion」を制作した。本ソフトは、ゲーム上でキャラクタとコミュニケーションを行うと、それに応じてキャラクタの感情が変化し、コントローラが温かくなったり冷たくなったりする感情体感型シミュレーションゲームである。尚、それぞれの感情による温度数値は評価実験の結果を参考にした。

### 5. 今後の展望

本研究では、ソレノイドを用いて、温冷の切り替え時間を大幅に削減することができた他、温冷呈示の特性を生かした新たな感情表出方法を構築した。今後、制作したゲームシステムを多数のユーザに体験してもらい、従来の温冷呈示コントローラとのユーザの知覚反応速度の比較や、最適なアクチュエータの押力を検証していきたい。

### 参考文献

- 1) 馬場哲晃、土井幸輝、串山久美子:冷温提示を利用したビデオゲームインタラクションの試作、インタラクション 2010 論文集, 情報処理学会, 2010
- 2) 馬場哲晃、笠松慶子、土井幸輝、串山久美子:冷温提示を利用したビデオゲームインタラクションにおける手法と開発, 情報処理学会論文誌, Vol. 53 No.3. pp1082-1091(2012)
- 3) 石井裕:遠隔での身体的インタラクションにおけるアバタの存在、電子情報通信学会技術研究報告.HCS、ヒューマンコミュニケーション基礎 108(317)、pp11-12、2008
- 4) 吉橋昭夫、長田純一:ロボットの表情としぐざのデザイン-パーソナルロボット PaReRo を事例とした基礎的研究-、デザイン学研究.研究発表大会概要集(49)、pp46-87、2002
- 5) 斎藤崇子、中村和靖:日本人における情動概念の階層構造、九州大学 大学院人間環境学研究院紀要、vol. 4、pp95-99(2003)