

# 温度刺激を使ったAR テーブルゲーム体験向上デバイスの提案

長谷川 傑\* 兼松 祥央† 三上 浩司†

**概要.** AR テーブルゲームでは、登場する物体を疑似的に触れることが可能である。そのため、通常のデジタルテーブルゲームに比べ、触れた時の温度や感触などの体験を与えることが可能である。しかし、AR テーブルゲームの多くはエフェクト等により没入感や臨場感を高める点に特化しているものが多い。そのため、触ることで得られる体験を活用できていない。本研究ではAR テーブルゲームにおいて温度を呈示するボード型温度呈示デバイスを開発し、触ることで得られる体験を付与することで、体験向上を図った。結果、温度呈示によりゲームオブジェクトの「存在感」「大きさ」に関して体験が向上・拡張した。

## 1 はじめに

昨今のデジタルゲームの増加に伴いデジタルテーブルゲームが増加している。その中で、AR を使ったデジタルテーブルゲームが登場している。通常のデジタルゲームに比べAR を活用したゲームやコンテンツの多くは、デジタル上のオブジェクトに疑似的に触れることができる。そのため、AR テーブルゲームではアナログテーブルゲームのように触れたものの温度や感触による体験を与えることが可能である。しかし、AR テーブルゲームの多くはエフェクト等により没入感や臨場感を高める点に特化しているものが多い。そのため、アナログテーブルゲームの面白さにつながる部分である「触る」時の体験をあまり活用できていない。

そこで、本研究では「触る」ことに注目し、触ることで得られる体験である「温度刺激」をAR テーブルゲームのデザイン上で用いることで体験を向上並びに拡張することを目的とした。この目的を達成するために、触る際にプレイヤーへ温度刺激を呈示するボード型温度呈示デバイスを開発した。

## 2 関連研究

本章では、本研究と関連する先行研究について取り上げる。

### 2.1 温度呈示によるユーザー体験についての研究

木村ら[1]はペルチェ素子を用いたデバイスを使い、デジタルゲーム上でユーザーの状態による温度変化を呈示し臨場感向上を図った。また、温度によ

りユーザーへ呈示できるゲーム内状況のサンプルの調査も行った。その結果、高温は比較的肯定的に、低温は否定的にとらえられることが示されていた。本研究では、木村の調査を参考に、呈示できる体験を決定した。高温は肯定的にとらえられる点から、ポジティブな言葉である「ある」「いる」を題材にし、温度呈示により「存在感」、「大きさ」を表現するとした。

湯村[2]は情報伝達に熱を利用する、熱紫外線 2D マーカーを提案した。この中で将来スマートグラスが普及した際、熱がユーザーへ様々な情報を伝達する可能性があることが示されていた。

### 2.2 デバイス実装に関する研究

朱ら[3]は熱刺激を用いてVR コンテンツ上の被弾に伴い出血感覚を再現するデバイスを開発しプレイヤーへよりリアルな被弾感覚を提示した。朱らは、温度呈示をする部分にアルミ箔フィルムヒーターを活用していた。理由として、ペルチェ素子に比べ、アルミ箔フィルムヒーターのほうが同電圧環境下における最大温度が高く、温度上昇速度が速いことが示されていた。本研究では、プレイヤーへ迅速な温度呈示を行う。そのため温度上昇速度が速いという観点から温度呈示にアルミ箔フィルムヒーターを使用することとした。

## 3 ボード型温度呈示デバイスの開発

本章では開発したボード型温度呈示デバイスの設計について述べる。

### 3.1 デバイス構成の検討

本研究では温度刺激をプレイヤーが触った際に温

Copyright is held by the author(s). This paper is nonrefereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

\*東京工科大学大学院

†東京工科大学

度呈示するデバイスを開発した。アナログテーブルゲームでプレイする際によく触れられるものとして、駒、盤（ボード）が存在する。その中でも今回はボード部分に着目し、デバイスを開発した。開発したデバイスの外観を図1に示す。

デバイスは 450mm×450mm の大きさで実装した。テーブルゲームはマス目を活用したものが多く、マス目ごとにアクションを起こす必要がある。そのため、今回はマス目上にヒーターを配置するデバイスを設計した。1マスにつき1つのヒーターを配置し、温度呈示を行った。

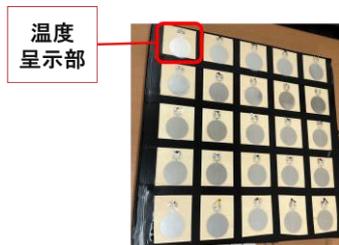


図 1. ボード型温度呈示デバイスの外観

#### 4 体験用コンテンツの開発

本章では実装したコンテンツについて述べる。

##### 4.1 コンテンツのシステム

コンテンツは、Unity[4]を使い実装し、AR かつ温度呈示をゲームデザイン上にとり入れたものを実装した。Unity と Arduino の連携にあたり、Uduino[5]を使用したシステムを構築した。アプリと温度呈示デバイスのシステム連携を図2に示す。

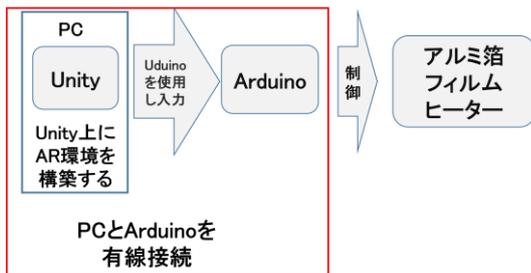


図 2. アプリとデバイスのシステム連携

##### 4.2 実装したコンテンツ

本研究では、ボードを触り、温度を確認しながらクリアを目指すゲームを開発した。プレイヤーは温度変化を頼りに動物を探すというゲームである。コンテンツをプレイしている様子を図3に示す。

動物が隠れているマスに温度呈示を行うことで「存在感」を表現した。またコンテンツには大きさの違う動物が3種類登場する。登場した動物の大きさにより温度呈示するマス数を変更することで「大

きさ」を表現した。



図 3. コンテンツをプレイしている様子

### 5 実験

開発したデバイスの評価並びに「存在感」、「大きさ」の体験を温度変化により呈示できているか確認することを目的とし評価実験を行った。実験参加者は21人である。

#### 5.1 実験結果・考察

アンケートの項目と結果を表1に示す。

「存在感」についての平均スコアが4.0、「大きさ」についてのスコアが3.7であった。このことから、温度提示により、ゲームオブジェクトの「存在感」「大きさ」が表現できていたと考えた。

表 1. アンケート項目と結果

アンケート項目	平均スコア
ボードの温度上昇について (5段階評価 1: 感じ取れなかった 5: 感じ取れた)	4.2
温度呈示によるゲームオブジェクトの存在感について (5段階評価 1: 感じ取れなかった 5: 感じ取れた)	4.0
温度呈示によるゲームオブジェクトの大きさについて (5段階評価 1: 感じ取れなかった 5: 感じ取れた)	3.7
温度呈示の違和感について (3段階評価 1: 違和感はなかった 3: 違和感があった)	1.2

### 6 まとめ・今後の展望

本研究では温度呈示により、AR テーブルゲームにおいて体験を向上、拡張することを目的とした。その方法としてボード型温度呈示デバイスを開発した。デバイスを用いることで、コンテンツ内オブジェクトの「存在感」、「大きさ」の体験を向上、拡張した。

今後の展望として、操作性を向上させるためにコンテンツをHololens2上で動作させることを目指す。

## 参考文献

- [1] 木村鷹, 伊藤淳子, 宗森純. ペルチェ素子を用いたゲーム向け温度知覚インターフェース. マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集, pp. 1248-1254, 2013.
- [2] 湯村翼. 熱は情報の伝達媒体になり得るか? 熱赤外線を用いた 2 次元マーカーの開発. WISS2021:第 29 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ予稿集, 2021.
- [3] 朱文イク, 三上浩司, 兼松祥央, 茂木龍太, 羽田久一. HaT Vest : 温度刺激を利用した被弾感覚呈示システムの開発. 情報処理学会インタラクション 2021 論文集, pp. 181-184, 2021.
- [4] Unity Unity. <https://unity.com/ja>. (2022/10/31 確認)
- [5] Uduino, Uduino. <https://mareteyssier.com/uduino/>. (2022/11/10 確認)

## 未来ビジョン

本研究は温度呈示を用いて AR テーブルゲームにおいて実際に触っている感覚等の体験を提供できるようにする. さらにはゲームデザインにおいて温度という視点を取り入れることで今までにない題材のゲームが生まれることが可能になると考えている.

最後には, AR デバイスが十二分に普及した未来において, デジタル化された世界の中でも, AR テーブルゲームを利用すれば実在するテーブルゲームと同じように体験や感覚を共有して遊ぶことが可能になる. これらの事柄に貢献していきたいと考えその第一歩としてこの研究を行っている.

デジタル化した世界においても現実世界と同じような体験を与えられる未来を目指して行きたいと考えた.