

# 空間プロジェクションによる室内センサ群の可視化 及びゲーミフィケーションによる改善促進

鈴木 陽太<sup>†</sup> 岩井 将行<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東京電機大学未来科学部情報メディア学科 〒120-8551 東京都足立千住旭町 5 番

E-mail: <sup>†</sup> yota@cps.im.dendai.ac.jp, <sup>†</sup> iwai@im.dendai.ac.jp

**あらまし** 自分の周囲の環境は常に変化するものであり、とりわけ室内では冷暖房をはじめとした様々な要素によって目まぐるしく変化し、時に屋内熱中症や一酸化炭素中毒などの重大な事故を引き起こす。そこで我々は、室内環境を可視化し認知を容易にするとともにゲーミフィケーションを取り入れ環境改善を補助するアプリケーションを作成し、利用者に対し評価アンケートを行った。

**キーワード** Arduino, Unity, 室内環境, ゲーミフィケーション

## Visualization of Indoor Sensor Group by Space Projection and Promoting Improvement by Gamification

Yota SUZUKI<sup>†</sup> Masayuki IWAI<sup>‡</sup> and Jiro TSUSHIN<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Department of Information Systems and Multimedia Design, School of Science and Technology for Future Life,  
Tokyo Denki University 5 Asahi-cho, Adachi-ku, Tokyo, 120-8551 Japan

E-mail: <sup>†</sup> yota@cps.im.dendai.ac.jp, <sup>†</sup> iwai@im.dendai.ac.jp

**Keywords** Arduino, Unity, indoor, gamification

### 1. はじめに

自分の周囲の環境は常に変化するものであり、とりわけ室内では冷暖房をはじめとした様々な要素によって目まぐるしく変化する。実際に夏場の熱中症発生場所では室内のケースが多かったり、冬場に七輪などの使用中に換気不足で二酸化炭素濃度の上昇に気がつかず、不完全燃焼により一酸化炭素中毒になったりする事件が発生している[1][2]。これは周囲の環境変化を細かく認知することの難しさや、仮に変化を認知しても対策を怠るなど原因は色々と考えられる。そこで本研究では、室内環境の認知を容易にするとともに環境改善を補助するアプリケーションを作成した。制作したアプリケーションでは、室内の気温、湿度、二酸化炭素濃度などを測定しそれを可視化するとともに室内環境の改善を目指す。その際プロジェクタを用いて仮想現実的に可視化することで意識せずとも周囲環境の変化を認知させるとともに、環境変化に対する対応をゲーミフィケーション的要素で誘導することで環境改善を促すことが可能になる。

### 2. 関連研究

鳥山詩織らによる空調環境可視化システムによる研究では、東京都市大学環境情報学部横浜キャンパス内の温度、湿度、空調機器の消費電力を測定し、データベースに蓄積及びグラフ化しモニタへの表示を行っている [3]。この研究では過剰な空調稼働を検知し空調機器による消費電力量の削減を目的としているが、本研究では室内環境の改善行動の誘導を目的としている。その際にゲーミフィケーションの要素を取り入れることでより効果的なシステムの作成を試みる。

松下卓矢らによる研究では、サイクリングの促進システムにプロジェクション型 AR を利用しゲーミフィケーションを取り入れている [4]。この研究では道路に向かってペットのグラフィックを投影するとともに走った距離に応じてペットのアクセサリが変化するというゲーミフィケーションを取り入れたアプリケーションを開発している。しかしプロジェクションを用いたゲーミフィケーションによるユーザへの影響の検証が行われていないため、本研究ではゲーミフィケーションにプロジェクタを用いるとともに、ゲーミフィケーションがユーザにどれだけ影響を与えるのかを検証する。

鳴海拓志らによる研究では、ゲーミフィケーションを利用し研究活動の可視化と活性化を試みている [5]。この研究ではゲーミフィケーションを実践により研究活動が活性化されたことを示しており、活性化に最も効果的であったのは特定の項目を達成した際に得られるバッジシステムであった。本研究では室内環境悪化に対し改善行動を行った際に何らかのリアクションを返すことで効果的に環境改善を促す。

### 3. 原稿の書き方

#### 3.1. アプリケーション概要

作成したアプリケーションはセンサ部分を **arduino** で、ソフトウェア部分を **Unity** にて開発した。**arduino** から複数のセンサ値を計測し、**Unity** にて作成したソフトウェアでその値をまとめて取得及びそれらの値から室内環境を可視化しグラフィカルに表現する。その際複数センサの値から室内環境の悪化及び改善を検知し、グラフィカルなイベントを発生させることで利用者の環境改善行動を誘導する。それらを部屋の壁面にプロジェクタを用いて描写することで、まるで拡張された室内でそれらの出来事が起きているかのように錯覚させ、より直感的に理解可能なシステムを目指す。

#### 3.2. センサ値の取得方法

**arduino** に接続した Grove センサから得られた値をまとめてシリアル通信で送信するプログラムを作成し、**arduino** に実装する。シリアル通信にて送られてくるセンサ値を **Unity** 側で取得するために DLL と呼ばれる **Unity** のプラグインを作成する。これは単に **Unity** 上でシリアル通信を行ってしまうと、動作が遅くなってしまいリアルタイム性を損なうためである。このプラグインにて取得された複数のセンサ値がまとめられたものを **Unity** アプリケーション上でそれぞれ識別して可視化に利用する。

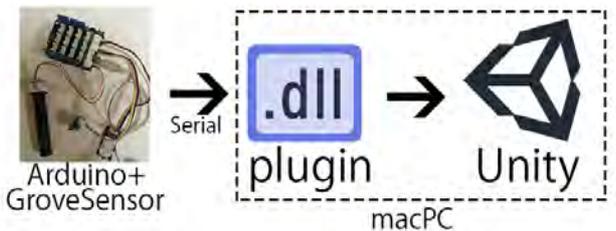


図1.Arduino から Unity へのシリアル通信

#### 3.3. ゲーミフィケーションの利用

本アプリケーションでは室内環境の可視化とともに、その改善促進を目的としている。その際にゲーミフィケーション

要素を取り入れることで利用者の室内環境改善を誘導する。具体的にはキャラクタをグラフィック中に用意し、室内環境に応じてリアクションやコメントを行う。室内環境が劣悪になれば改善を求め、改善されれば感謝のリアクションを取らせることで利用者はキャラクタとコミュニケーションをとる中で環境改善行動を誘導することができる。

#### 3.4. 各種機能

本アプリケーションは室内環境の変化に応じて、キャラクタ及びその周囲のグラフィックが変化する。例えば室内の気温が高くなるとグラフィック全体が赤く、気温が低くなると青く変化したり、室内の照度に応じてグラフィックの明るさも変化したりする。

室内環境の変化及び対応のパターンは以下の通りである

- (1)二酸化炭素濃度が一定値を超えた場合、換気を促す
- (2)気温の変化に応じて、空調の使用を促す
- (3)照度が一定値を下回った場合、照明をつけることを促す
- (4)室内環境：湿度が一定値を下回った場合、注意喚起を行う

具体的例として(1)の場合を示すと、二酸化炭素濃度が高まると図2のようにグラフィック中の黒い球体が増加し、キャラクタがリアクションをとる。また、改善を検知すると図3のようにリアクションをとる。

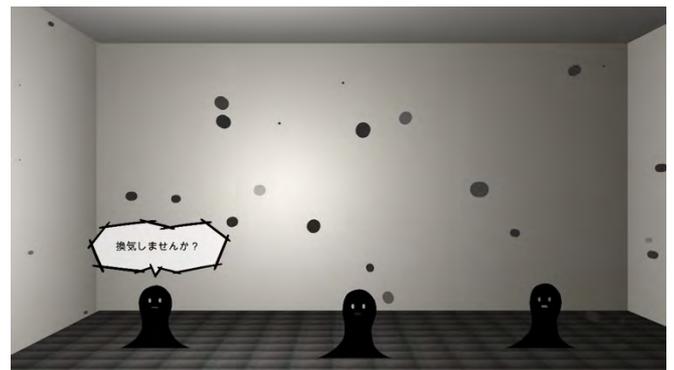


図2. 二酸化炭素濃度が高い場合



図 3. 改善を検知した場合

## 4. アプリケーション評価

### 4.1. アンケート

本研究にて作成したアプリケーションを評価するために、実際にアプリケーションを使用し壁面にプロジェクタでグラフィックを描画した部屋に滞在したユーザにアンケートを実施した。アンケートは本アプリケーションの有効性を調べるものとする。Q1, Q2, Q3, Q4 は“はい”, “どちらかと言えばはい”, “どちらとも言えない”, “どちらかと言えばいいえ”, “いいえ”の5択回答, Q5 は記述回答とした。今回行ったアンケートは以下の通りである。

Q1:室内環境を直感的に理解できたか

Q2:室内環境を改善しようと思えるか

Q3:各種センサの値を数値で表示して欲しいと思ったか

Q4:今後このアプリケーションを使いたいと思うか

Q5:意見などあれば教えてください

### 4.2. アンケート結果及び考察

Q1, Q2 の回答より、室内環境の可視化による変化の直感的理解及びゲーミフィケーションによる改善促進は一定の評価を得ていると言える。Q3 の回答より、グラフィカルに可視化するとしてもセンサ値を数値やグラフで表示する機能の必要性はあると言える。Q4 の回答より、本アプリケーションの需要は非常に高いと言える。得られたアンケート結果を以下に示す。

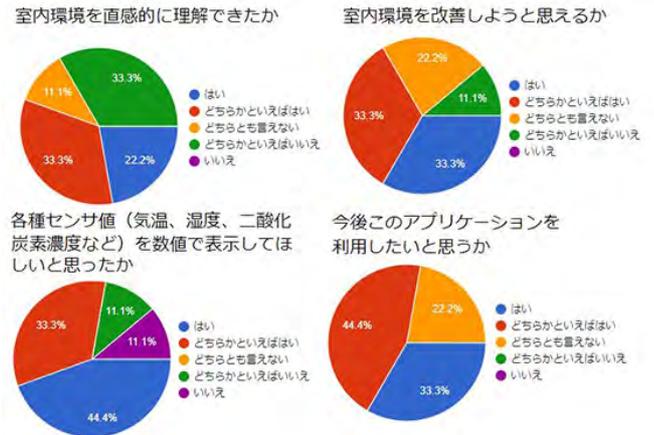


図 4. アンケート結果

## 5. おわりに

本研究では各種 Grove センサと arduino, Unity を組み合わせ、プロジェクタを利用した室内環境の可視化及び室内環境悪化の改善の促進を試みた。アンケートによる評価から本研究にて作成したアプリケーションは室内環境の可視化及びその改善誘導双方の面で一定の評価を得られたと言える。アプリケーションの需要が高いことから室内環境の可視化やその改善誘導は有用である。

これからの展望として、アンケートの Q5 にて要望の多かったセンサにて取得した値及びそのグラフを表示する機能の実装、同じく Q5 にて気温に応じて色が変化する機能が好評であったことから、室内環境の表現にもっと色を利用することを考える。また改善誘導の際、現在の季節や時刻を利用することでより適切な改善誘導を行うことが可能になると考えられる。ゲーミフィケーションの面では適切な環境改善を行った際にキャラクタの満足度が上昇し、それに応じたアクションを行う機能の実装を予定している。

## 文 献

- [1] 東京消防庁 HP.6.熱中症の発生場所  
<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/lfe/topics/201505/heat.html>
- [2] 東京消防庁 HP. 2. 月別発生状況  
[http://www.tfd.metro.tokyo.jp/lfe/topics/2014\\_11/co.html](http://www.tfd.metro.tokyo.jp/lfe/topics/2014_11/co.html)
- [3] 鳥山詩織, 石渡智子, 村松映美, 諏訪敬祐,  
空調環境可視化システムを用いた教室環境の改善と省エネ評価, 東京都市大学横浜キャンパス情報メディアジャーナル, 2012
- [4] 松下卓矢, 濱川礼, ゲーミフィケーションを取り入れたサイクリング促進システムの構築~CyclePet G+~, IPSJ Interaction, 2016
- [5] 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝, ゲーミフィケーションを利用した研究活動の可視化と活性化, JSAI, 2015