習慣的なゴミ捨てを楽しく支援するゴミ箱型デバイスの試作

金野　文哉[1,a)]　塚田　浩二[1]

概要：
近年，持続可能な社会の実現に向けて，ゴミ問題に関する意識が高まっており，ゴミのポイ捨て等を防ぐために多様な提案が行われている．本研究では，家庭内でのゴミ捨てに着目し，習慣的なゴミ捨てを楽しく支援するゴミ箱型デバイスを提案する．本デバイスでは，複数のセンサを組みわせてゴミの状態を検出し，LED マトリクスを用いてリアルタイムに可視化することで，ユーザの行動変容を狙う．本研究では，様々な利用場面に対応するため，卓上サイズ／大型サイズの 2 種類にプロトタイプを作成した．さらに，主に小型のゴミ箱を利用した基礎的な性能評価と運用を通して，有効性や課題を調査した．

Prototyping of Smart Trash Box for Making Habit of Garbage Disposal Joyfully

Fumiya Konno[1,a)]　Koji Tsukada[1]

1. はじめに

近年，持続可能な社会の実現に向けて，ゴミ問題に関する意識が高まっており，ゴミのポイ捨て等を防ぐために多様な提案が行われている．例えば TetraBIN[1] では，ゲーミフィケーションの手法を用いてゴミ捨てを楽しく支援している．また The Fun Theory[2] では，ユーザに楽しさを感じさせることで行動変容を促すプロジェクトが多数行われており，ゴミ箱を利用したプロジェクト等が紹介されている．これらの事例は，公共の場でゴミ箱にゴミを捨てさせる（≒ポイ捨てさせない）ことを狙ったシステムである．

本研究では，家庭内でのゴミ捨てに着目し，習慣的なゴミ捨てを楽しく支援するゴミ箱型デバイスを提案する．複数のセンサを組み合わせてゴミの状態を検出し，LED マトリクスを用いてリアルタイムに可視化することで，ユーザの行動変容を狙う．例えば，ゴミの量が増えてくるとゴミ袋をまとめて捨てるように促したり，生ゴミのにおいを検出して可視化することで早めの廃棄を促すことができる．ゴミ箱型デバイスを使用している様子を図 1 に示す．

様々な利用場面に対応するため，卓上サイズ／大型サイズの 2 種類にプロトタイプを作成した（図 2）．さらに，主に小型のゴミ箱を利用した基礎的な性能評価と運用を通して，有効性や課題を調査した．

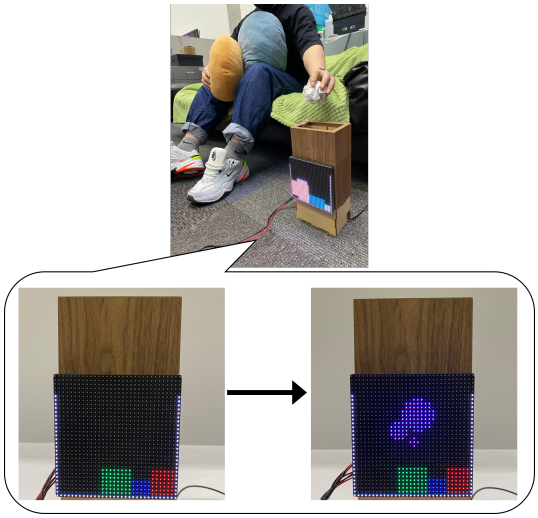

図 1　ゴミ箱型デバイスを使用している様子

[1] 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
[a)] g2123022@fun.ac.jp

© 2023 Information Processing Society of Japan

図 2 作成したゴミ箱型デバイス（左：卓上サイズ　右：大型サイズ）

2. 関連研究

本章では, 本研究に関連する研究事例として, ユーザとのインタラクションに関する研究事例を紹介する.

2.1 ユーザとのインタラクションに関する事例

TetraBIN[1] では，ゲーミフィケーションの手法でゴミ捨てを楽しく支援する．具体的にはゴミ箱にゴミが捨てられたことを赤外線センサにより検出し，ゴミ箱表面に搭載されたディスプレイ上にブロックが落下する．ブロックは一列分埋まると消えるようになっている．ディスプレイの上端を白いブロックが移動しており，その位置に応じてブロックが落ちるため，ユーザはタイミングよくゴミを捨てることで，ディスプレイ上のブロックを消すといったゲームを楽しむことができる．

The Fun Theory[2] では，ゴミ捨てに楽しさを加えることで行動変容を狙うプロジェクト群を紹介している．一例として，The World's Deepest Bin は，ゴミ箱にセンサとスピーカーを搭載し，ゴミを捨てた際に「ヒューン」と地中深くまでゴミが落下するような効果音を提示するシステムである．

松村 [3] は，仕掛けによって人の行動変容を促す「仕掛学」を提唱している．仕掛けは人が五感（視覚，聴覚，触覚，味覚，嗅覚）のいずれかで感知できる刺激である物理的トリガと，知覚された刺激によって引き起こされる「〜したくなる」といった心理的トリガ等の要素から成る．物理的トリガが心理的トリガを活性化させることで，ユーザの行動変容が促されるとしている．

この仕掛学の考え方を活用した，ゴミ箱型デバイスが提案されている．高橋ら [4] は，仕掛学における物理的トリガと心理的トリガを組み合わせたデバイスを制作し，そのデバイスを人々が使用した際にどのように感じるのかを調査した．具体的には，ペットボトルキャップを捨てることで投票に参加できるようにすることで，ペットボトルとキャップの分別を促すことを目的としたゴミ箱を提案している．宮崎ら [5] は，ゴミを捨てたくなる仕掛けとして，ゴミ箱にゴミを捨てるたびに，現在のゴミ捨て音と共に過去のゴミ捨て音がランダムで再生されるゴミ箱カバー型デバイスを提案した．ゴミを捨てた際に毎回異なる音を再生することで，ユーザの飽きの防止を狙っている．

Julia ら [6] は，幼児が部屋の片づけをする動機づけを行うことを目的として，おもちゃ箱を LED などを用いて加工しロボット化した．おもちゃを探して積極的に幼児とインタラクションを起こそうとするプロアクティブと，幼児の行動に反応を返すだけのリアクティブという二種類の行動パターンを設定し，幼児とのインタラクションにどのような違いがあるのかを調査した．

佐田ら [7] は，ゴミ箱ロボットと人とのインタラクションに関する研究として，ゴミ箱ロボットがゴミを拾い集めるのではなく，周囲の人にゴミを拾ってもらうための社会的表示や弱さの表出方法について議論した．ゴミや人に対するゴミ箱ロボットの振る舞いを 9 種類作成し，そのビデオクリップを実験参加者に主観評価してもらうことで，どのような振る舞いが人からのアシストを引き出すために効果的なのかを調査した．

倉本ら [9] は，EELF(Entertainment-for-Everyday-Life Framework) という日常的なつまらない作業にエンタテインメント性を導入することでユーザの意欲を維持向上させることを目的とするシステムの枠組みを提案している．また，EELF に基づいたデスクワークにおけるユーザの作業量によってキャラクタが成長していくというシステムを提案している [10].

浅井ら [8] は，ユーザがゴミをゴミ箱へ捨てる意識の向上を目的としたゴミ箱システムを提案した．ユーザのスマートフォンなどの端末とゴミ箱を連動させ，ユーザがゴミを捨てるとユーザ端末上で各個人の所有するキャラクターが成長し，周囲にいるユーザの人数によって成長の度合いを早めることで，協調してゴミ捨てを行う一体感を創出しようとした．

Mohammad ら [11] は，ドローンを使って路上のゴミを検出し，ユーザにゴミ箱にゴミを捨てるように動機づけるというアイデアを提案し，評価している．ドローンを用いてゴミを拾うようユーザを説得する方法として，視覚と聴覚，およびそれらの組み合わせによるユーザへのインタラクションを提案している．

2.2 本研究の特徴

本研究の特徴は，(1) 家庭内のゴミ捨て行為に着目する点，(2) ゴミ捨て行為だけでなく，重さやにおいもセンシングしてフィードバックする点，(3) ゴミ箱内のゴミをまとめて捨てる行為も支援する点の 3 点である．

© 2023 Information Processing Society of Japan

3. 提案

提案システムでは，ユーザのゴミの捨て方や内容等のゴミ捨て行為に関するデータを取得するため，複数のセンサをゴミ箱に設置する．また，ゴミ箱にディスプレイを取り付け，ゴミをブロックとして表現することで，ユーザに視覚的なフィードバックを行う．様々なゴミの状態をセンシングし，その状態に応じたフィードバックを行うことで，ユーザにゴミ捨てを楽しく感じさせつつ，ゴミ捨てや回収に関する行動変容を狙う．センサを用いて検出する項目として，ゴミの通過やかさ，重さ，におい等がある．使用するセンサと検出するゴミの状態の対応を図 3 に示す．ゴミの通過とかさについては，赤外線距離センサをゴミ箱の蓋に横向き／下向きに取り付けて測定する．ゴミの重さについてはロードセルを用いて測定し，ゴミの回収動作も併せて検出する．ゴミのにおいについては，ガスセンサを用いて，硫化水素やエタノール等を検出する．

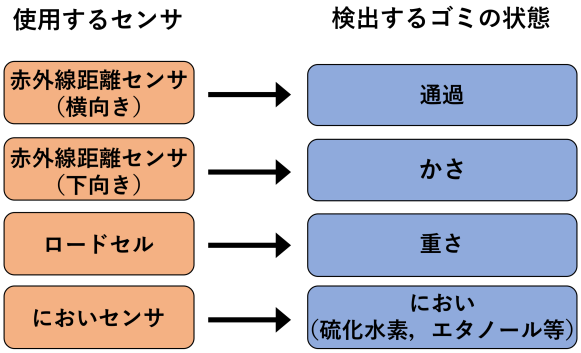

図 3 使用するセンサと検出するゴミの状態の対応

4. 実装

本章では，本研究で提案するシステムの実装について、小型プロトタイプと大型プロトタイプに分けて説明する．

4.1 小型プロトタイプ

小型プロトタイプの外観と組み込まれたデバイスを図 4 に示す．

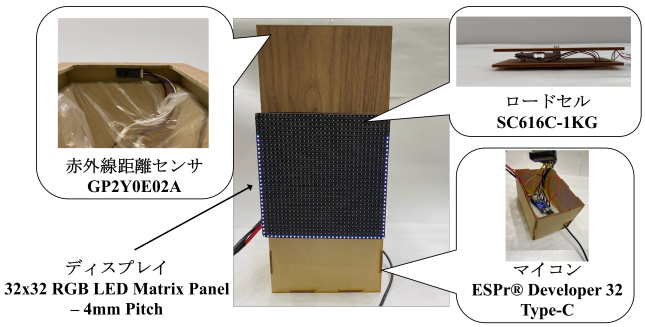

図 4 小型プロトタイプの外観と組み込みデバイス

システムのベースとなるゴミ箱として，バスク　ダストボックス　カバー付き（tatsu-cruft 製，幅 92mm，奥行き 130mm，高さ 212mm）を使用した．選定理由は，小型で卓上サイズとして利用できること，木製で加工が容易なこと，直方体の形状でディスプレイ（LED マトリクス）と馴染みやすいことである．ディスプレイやマイコンのケーブルを通すための穴を開けるなどの加工を行い，1.2L の容量を確保している．ゴミの通過の検出については，赤外線距離センサは GP2Y0E02A（SHARP 製）1 個を，ゴミ箱の蓋に横向きに設置して使用した．ゴミの重さの検出については，ロードセル　SC616C-1KG（Sensor and Control Company Limited. 製）とロードセル用 AD コンバータ　モジュール基板（秋月電子通製）を組み合わせて使用した．ロードセルは，MDF の板にネジ止めして固定し，ゴミ箱の底部に設置した．ディスプレイには 32*32 RGB LED Matrix Panel-4mm Pitch(Adafruit Industries 製，幅 128mm，高さ 128mm）をゴミ箱の正面に取り付けて使用した．センサとディスプレイの制御のためのマイコンとして ESPr® Developer 32 Type-C（Espressif Systems 製）を使用し，開発には Visual Studio Code の Platform IO を使用した．マイコンは，ゴミ箱の底と同サイズの箱を，二重底のようにして配置し，その中に設置した．箱はレーザーカッターで MDF を切断して作成した．

4.2 大型プロトタイプ

卓上サイズの小型プロトタイプは，容量が小さく利用場面がやや限定されたため，家庭やオフィスで汎用的に利用可能な大型プロトタイプを実装した．

システムのベースとなるゴミ箱として，木製ごみ箱（ottostyle.jp 製, 幅 30cm, 奥行き 30cm, 高さ 61cm）を使用した．選定理由は小型プロトタイプと同様に、加工が容易であることや、ディスプレイになじみやすいといったためである．また，ゴミ箱の中に配線やマイコン設置のための仕切り板，ロードセルを設置するための二重底などを設置しており，30L の容量を確保できるようにゴミ箱の加工を行った．模式図を図 5 に示す．

赤外線距離センサについては小型プロトタイプと同種のセンサを，ゴミの通過検出のために横向きに 2 個，ゴミのかさ検出のために下向きに 2 個設置した（図 6）．ロードセルについてはゴミ箱の容量の増加に伴い，定格容量が 10kg である同種のセンサを使用した．また，ゴミのにおい検出のために，においセンサ　TGS2450（フィガロ技研製）を使用した．このセンサは硫黄化合物ガス，エタノール，アンモニア等の生ごみの臭気成分に反応することから採用した．赤外線距離センサとにおいセンサについては，センサ設置用のアタッチメントを 3D プリンタを用いて作成し，ゴミ箱の蓋の溝を利用して固定した（図 6）．加えて，複数のセンサの配線を整理するための基板を作成した．基板

© 2023 Information Processing Society of Japan

データを EAGLE を用いて作成し，基板加工機を用いて基板を掘り出した．この基板を用いて，赤外線距離センサとにおいセンサの配線を集約する．ディスプレイには小型プロトタイプと同種の LED マトリクス（幅 190.5mm，高さ 190.5mm）をゴミ箱の正面に取り付けて使用した．マイコンは ESPr® Developer 32 Type-C だけではピン数が不足したため，追加で Arduino Uno を使用した，赤外線距離センサを Arduino Uno，その他センサとディスプレイを ESPr® Developer 32 Type-C を用いて制御し，マイコン間でシリアル通信を行うことで，データの処理を行う．

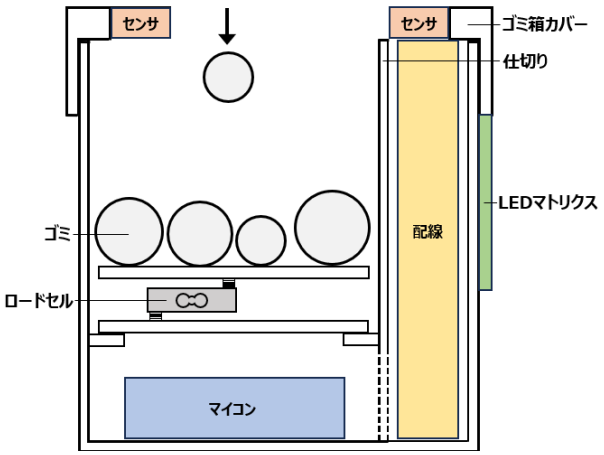

図 5　大型プロトタイプの模式図

図 6　大型ゴミ箱の蓋の溝に設置した赤外線距離センサ（左）とにおいセンサ（右）

4.3　フィードバック事例

ここでは，小型プロトタイプを例として，本システムのフィードバック事例を説明する．

まず，ユーザがゴミを投げ入れるとゴミ箱入口に設置された赤外線距離センサを用いてゴミの通過を検出することで，ディスプレイ上にブロックが落下するように表示される（図 7）．

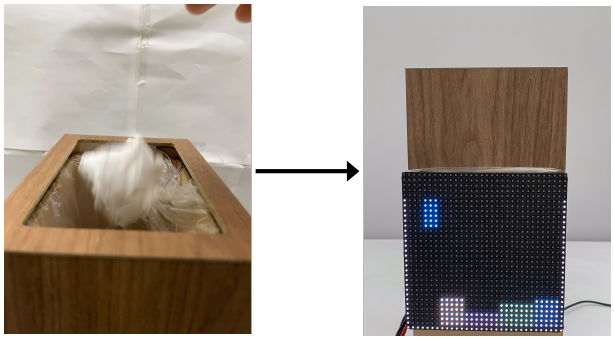

図 7　ゴミの通過を検出しブロックが表示される様子

ディスプレイにはゴミ袋を表す枠が表示されており，赤外線距離センサによってゴミが捨てられたことを検出するとブロックが上から下へ落ちるように表示される．また，ブロックは右端から左端に向かってディスプレイを埋めるように表示される．ディスプレイの左端までブロックで埋まると，再び右端から繰り返す．この際，元々表示されているブロックの上に積み重なる（図 8）．現在，ブロックの大きさはロードセルによって取得したゴミの重さによって変化させており，重いゴミが捨てられた時は大きく，軽いゴミが捨てられた時は小さくなる（図 9）．これにより，ゴミ捨てに楽しさを感じさせることを目指す．今後は，下向きの距離センサで取得したゴミのかさも併用することで，ブロックの大きさを調整していく．このようにブロックの数や密度によってゴミがたまっていく様子をユーザに提示することで，ユーザにゴミ箱内のゴミを定期的にまとめて捨てることを促す．

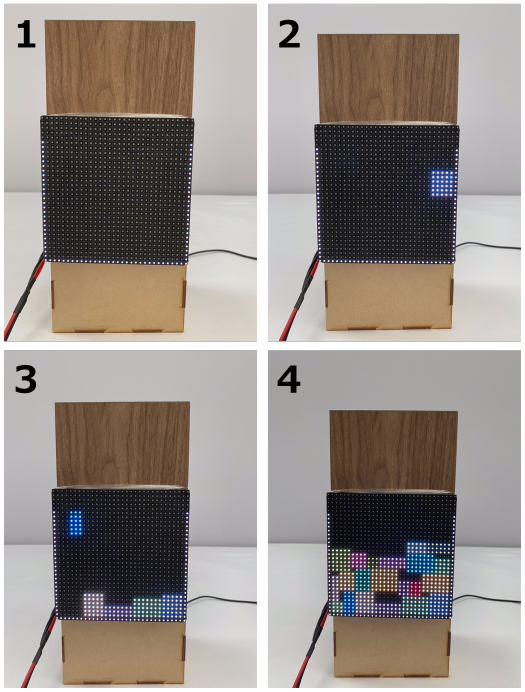

図 8　ブロックが溜まっていく様子

© 2023 Information Processing Society of Japan

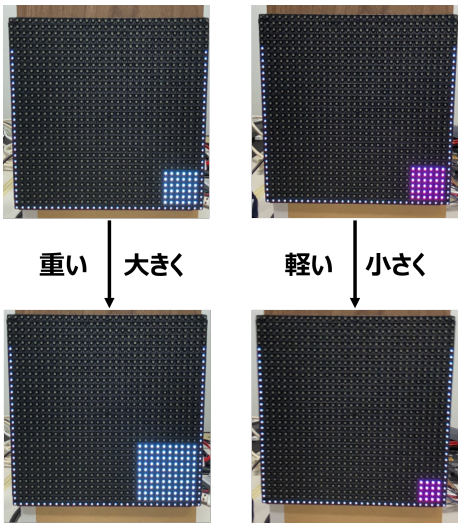

図 9　ブロックの大きさがゴミの重さによって変化する様子

また，ガスセンサを用いて硫化水素やエタノール等を検出した際に，ディスプレイ上に毒のようなアイコンを表示したり，表示されていたブロックの色が変化する等といったフィードバックを行う（図 10）．これにより，ユーザが汚れのついたゴミを洗ってからゴミ箱に捨てるようになったり，ゴミ袋の回収を早く行う等の行動変容を狙う．

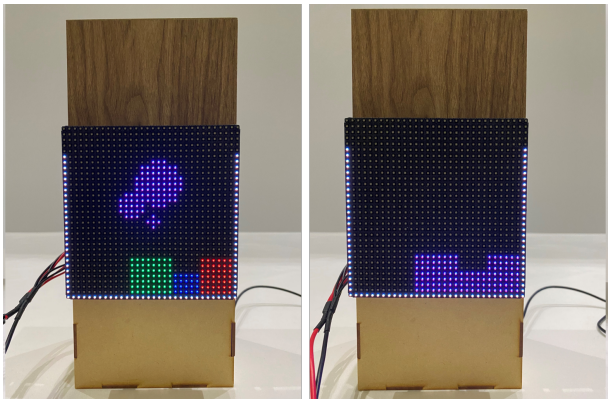

図 10　ゴミのにおいを検出した際のフィードバック例

加えて，ゴミ箱に横向きに設置された赤外線距離センサが常に反応する場合，ゴミが満杯になっていると判定し，ゴミが満杯であることをユーザに知らせるようなフィードバックを行う（図 11 左）．これにより，ゴミが満杯になった際に，早めにまとめてゴミを廃棄することを促す．また，最終的なゴミ捨てのためにゴミ箱内のゴミ袋を回収すると，ロードセル等を用いてゴミの回収を検出する．その結果ディスプレイ上でもゴミを回収するアニメーションが表示され，新しいごみ袋をセットすることをユーザに促す（図 11 右）．

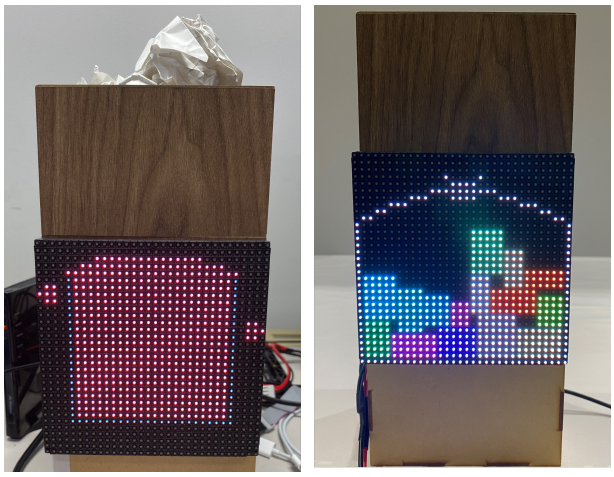

図 11　ゴミが満杯／回収時のフィードバック例

5.　性能評価

本実験では主に小型プロトタイプを対象として，赤外線距離センサ，ロードセル，においセンサの性能評価を行った．また，中長期的な運用実験のための予備実験として，小型プロトタイプを約 2 か月間，研究室に設置し，実際に使用した際の印象や課題について調査した．

5.1　赤外線距離センサの性能評価

5.1.1　目的と手法

赤外線距離センサにおける性能評価の目的は，ゴミ箱の蓋に設置された赤外線距離センサによるゴミの通過の検出率の調査である．

ゴミ箱の幅が 92mm，捨て口の幅が約 70mm である辺のゴミ箱の蓋に図 4 のように赤外線距離センサを設置した．実験条件は，ゴミの大きさと投げ方の異なる 4 種類とした．以下，各条件を箇条書きで示す．

条件 1：　大きいゴミ（直径約 3cm の紙ごみ）をゴミ箱の真上から落とす．

条件 2：　大きいゴミを斜め上から無造作に投げ捨てる．

条件 3：　小さいゴミ（直径約 1.5cm の紙ごみ）をゴミ箱の真上から落とす．

条件 4：　小さいゴミを斜め上から無造作に投げ捨てる．

なお，ゴミを捨てる際のゴミ箱との距離は，約 20cm とした（図 12）．各条件ごとに紙ごみを 10 回ずつ捨て，ゴミの通過と判定された回数を調査した．また，通過判定には赤外線距離センサのアナログ値（0〜1023）に対して閾値を設定し，その閾値以上の値が得られた際にゴミが通過したと判定した．ゴミが通過していない状態の，反対の壁との距離は約 12.5cm，距離センサの初期値は約 570 であった．本実験では閾値を 200，300 と 2 パターン設定し，それぞれの閾値について検出率を調査した．

© 2023 Information Processing Society of Japan

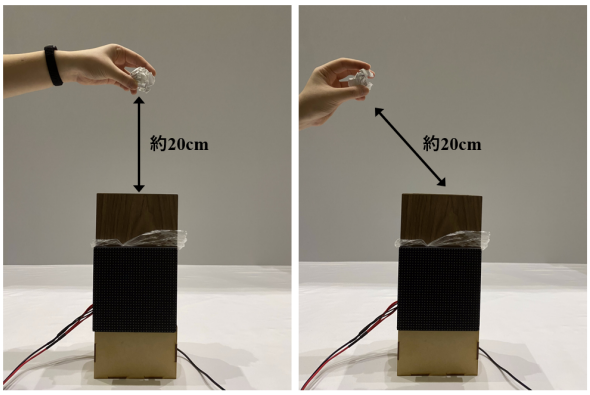

図 12　ゴミを捨てる際の様子（真上（左）と無造作（右））

5.1.2　結果と考察

実験結果を表 1 に示す．

表 1　各条件でのゴミの通過の検出率

閾値：200

条件	1	2	3	4
検出率（%）	100	100	100	50

閾値：300

条件	1	2	3	4
検出率（%）	100	50	90	40

まず，閾値に注目すると，閾値 200 の場合がどの条件でも検出率が高かった．条件 1〜3 の場合は 100%，条件 4 の場合は 50%であった．次に，ゴミの大きさや投げ方による変化に注目する．閾値 200 において，唯一検出率が低かった条件 4 は，小さなゴミ（直径約 1.5cm）を斜め上から無造作に投げ捨てる条件であった．条件 2（大きいゴミ／斜め上）や条件 3（小さいゴミ／真上）ではともに検出率が 100%であったことから，ゴミの落下位置が安定せず，センサの検出可能範囲を通過していなかったためだと考えられる．これらの結果から，センサを複数用いて検出可能範囲を拡大したり，検出アルゴリズムを工夫する（例：通過時の継続時間を考慮する）等の対策をする必要があると考えられる．

5.2　ロードセルの性能評価

5.2.1　目的と手法

ロードセルを用いた，ゴミ箱内のゴミの重量の測定精度について調査する．ロードセルを MDF の板にネジ止めして固定し，ゴミ箱の底部に設置した．実験条件として，5.0g に重量を揃えた紙ごみを投げ方の異なる 2 条件においてそれぞれ 10 回捨てることを 5 セットずつ行う．各条件を以下に示す．

条件 1：　5.0g の紙ごみをゴミ箱の真上から落とす．

条件 2：　5.0g の紙ごみを斜め上から無造作に投げ捨てる．

ゴミが捨てられた際，毎回総重量を記録し，実際のゴミの重量に対してどの程度の重量をロードセルによって測定できているかを調査する．図 13 のようにゴミを捨てた瞬間の値と，次にゴミが捨てられるまでの値の平均を求めた．図 13 の縦軸はセンサの値（g），横軸は時間（ms）となっており，ゴミを捨てた瞬間の値を赤丸，平均を求めた値の範囲を赤矢印で示している．また，ゴミを捨てる際の距離は，いずれの条件においても約 20cm 程であった．

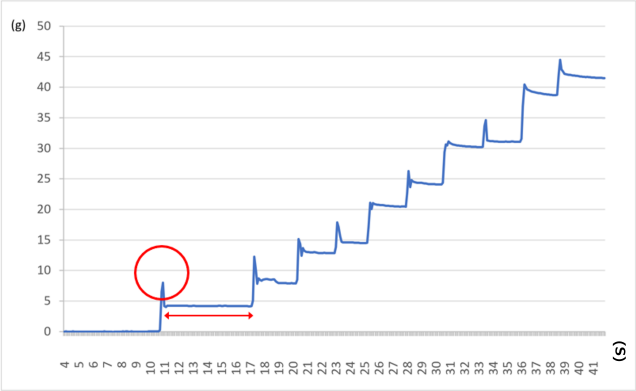

図 13　ロードセルの値の変化の様子

5.2.2　結果と考察

実験結果を図 14，図 15 に示す．縦軸はセンサの値（g），横軸は捨てたゴミの数（個）となっている．図 14，図 15 から，どちらの条件においてもロードセルの値は捨てたゴミの個数におおよそ比例していることがわかる．また、ゴミの重量の合計値は実際の重量の 70%から 80%程度の重量が測定された．加えて，条件 1 では 7 個目以降，条件 2 では 5 個目以降で標準偏差が大きくなっている．これは，直前に捨てられたゴミの重量が検出できず，一度に二回分のゴミの重量が検出されるケースがあったためである．また，どちらの条件においてもゴミの個数が増加するにつれ，標準偏差が大きくなっている．これは誤差が累積している側面もあるが，ゴミの数が増加するとゴミ同士やゴミ箱の側面に接触して重量が分散しやすくなることも一因だと考えられる．

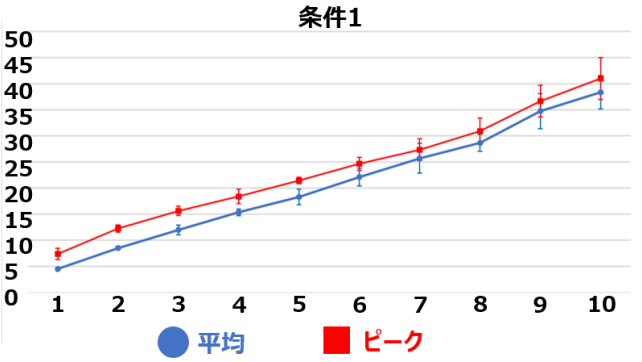

図 14　条件 1 におけるロードセルの値．セット 1 からセット 5 の平均値と標準偏差．

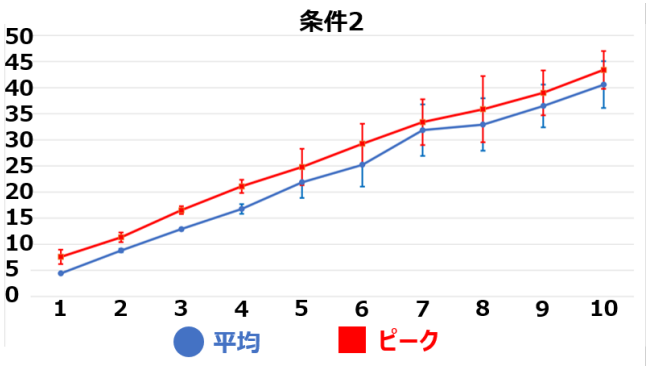

図 15 条件 2 におけるロードセルの値．セット 1 からセット 5 の平均値と標準偏差．

これらの結果から，ロードセルを用いてゴミの重量をおおよそ取得することが可能であると考えられる．

5.3 においセンサの性能評価

5.3.1 目的と手法

においセンサにおける性能評価の目的は，検出可能な生ごみの種類の調査である．においセンサは，赤外線距離センサと同様にゴミ箱の蓋に設置することを想定し，実験を行った．においセンサを横向きに設置し，においセンサの真下に約 10cm 程の位置に約 30 秒間，紙ごみ，生ごみ，料理酒，酢，鯖の缶詰を近づけセンサの反応を調査した（図 16）．料理酒，酢については約 5ml をティッシュに染み込ませ，そのティッシュを用いて実験を行った．また，鯖の缶詰は食べ終わった後に洗浄していない状態で使用した．

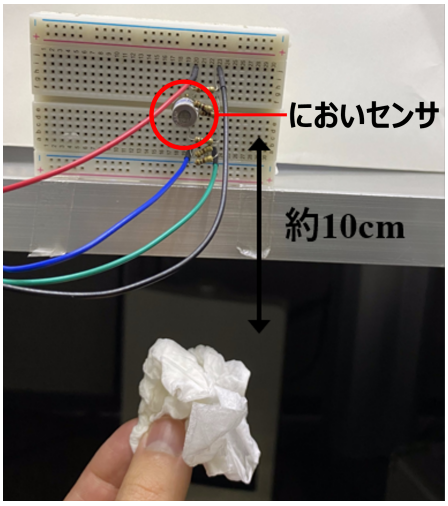

図 16 においのするゴミをにおいセンサに近づけている様子

5.3.2 結果と考察

取得した各データを図 17 に示す．図 17 の縦軸はセンサの値，横軸は時間（ms）となっており，ゴミを近づけた時を赤矢印，離した時を青矢印で示している．生ごみ，料理酒についてはゴミを近づけた際に大きく値が変化していることから，においセンサを用いて検出可能であると考えられる．特に料理酒については値が急激に上昇していることから，アルコールの検出性能について特に優れていると予想される．また，生ごみについては，生ごみの臭気成分に含まれるメチルメルカプタンや硫化水素，アンモニアが混合したガスを検出したのではないかと考えられる．また，アルコールと比べると反応が上昇，下降共に緩やかであった．これらの結果から，においセンサを用いて検出できる物質の中でもアルコールとその他の物質で反応の仕方に違いがあるため，分離して区別できる可能性がある．それ以外の紙ごみ，缶詰，酢については，酢のみ多少の値の上昇を示しているが，値の変化量が小さいことから，今回のにおいセンサを用いてこれらのゴミのにおいを検出することは難しいと考えられる．

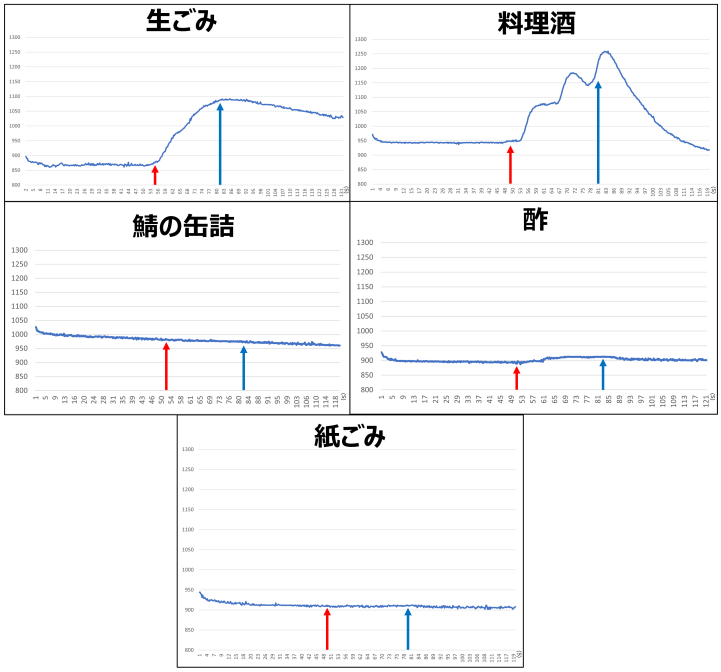

図 17 各ゴミを近づけた際のセンサの値

6. 運用に向けた予備実験

6.1 目的と手法

本実験の目的は，中長期的な運用実験に向けた，ディスプレイによるフィードバックに対する印象や，運用についての調査である．図 18 のように小型プロトタイプを約 2 か月間研究室に設置し，実際に使用した際の印象や課題について調査した．

図 18 設置された小型プロトタイプ

6.1.1 結果と考察

ユーザからの印象として，「ディスプレイが光っていると捨てたくなる」，「ブロックの大きさが変化するのが面白い」，「ディスプレイが少し眩しい」，「ゴミ箱のサイズが大きかったらもっと使うと思う」，「ゴミを捨てた時間や回数が保存できていない」などの知見が得られた．これらのフィードバックから，ディスプレイの輝度の調整や大型プロトタイプを用いた運用実験，ゴミ捨てデータの保存機能の実装などが必要であると考えられた．この結果から，ゴミが捨てられた時間やゴミが回収された時間などのゴミ捨てデータを，Google スプレッドシートに保存する機能を実装した．

7. まとめ

本研究では，家庭内のゴミ箱に複数のセンサを取り付けてゴミの状態を検出し，LED マトリクスを用いてリアルタイムにフィードバックすることで，楽しく行動変容を促すシステムを提案した．赤外線距離センサでゴミの通過時間を検出して LED マトリクス上にブロックを順次落下させたり，ゴミの回収を検出した際に LED マトリクス上でもブロックが回収されていくようなフィードバックや，ゴミのにおいをガスセンサで検出した際にブロックの色を変化させるようなフィードバックを構築した．今後は，大型プロトタイプにおけるゴミの通過及びかさの検出について性能評価を行う．また，大型プロトタイプの運用実験を行い，ユーザのゴミ捨てデータを取得し，ユーザへのフィードバックの有無によって，ゴミ捨て習慣に関する行動変容を調査していきたい．

謝辞

本研究の一部は,JST 未来社会創造事業 JPMJMI21J6 の支援を受けた．

参考文献

[1] TetraBIN—Sencity, http://www.stevenbai.net/#/tetrabin/, (参照 2024-02-14).
[2] The Fun Theory, https://www.facebook.com/thefuntheory/?locale=ja_JP, (参照 2023-02-14).
[3] 松村真宏: 仕掛学概論: 人々の人々による人々のための仕掛学 (＜特集＞仕掛学), 人工知能学会誌, 2013, 28(4), pp.584-589.
[4] Masayuki Takahashi, Namgyu Kang: Proposal and Kansei Evaluation of a Garbage Can to Change Human Behaviour Based on Fun Theory. In: Advances in Industrial Design, pp.717-724(2020).
[5] 宮崎仁美, 小松伸之輔, 栗原渉, 有山大地, 串山久美子: 音を蓄積するゴミ箱カバー型デバイスを利用したゴミを捨てたくなる仕掛けの提案, 情報処理学会インタラクション 2021 論文集, pp.503-504.
[6] Julia Fink, Séverin Lemaignan, Pierre Dillenbourg, Philippe Rétornaz, Florian Vaussard, Alain Berthoud, Francesco Mondada, Florian Wille, Karmen Franinović: Which robot behavior can motivate children to tidy up their toys?: design and evaluation of “ranger”, Proc. of HRI’ 14, pp.439-446(2014).
[7] 佐田和也, 山際康貴, 岡田美智男: ゴミ箱ロボットにおける＜弱さ＞の表出について, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 2016, 18(3), pp.219-228.
[8] 浅井駿, 井村誠孝: “みんなで捨てたくなる” ゴミ箱システム, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集, 2015, pp.278-280.
[9] 倉本到, 柴田裕也, 島田卓哉, 渋谷雄, 辻野嘉宏: 日常生, 活の日常生活による日常生活のためのエンタテインメント, エンタテインメントコンピューティング 2006 講演論文集, pp117-118(2006).
[10] 倉本到， 片山拓馬, 渋谷雄, 辻野嘉宏: 懐優館：作業意欲を持続的に維持向上させる EELF に基づく主観的比較型エンタテインメントシステム, 情報処理学会論文誌, 2009, 50(12), pp.2807-2818.
[11] Mohammad Obaid, Omar Mubin, Christina Anne Basedow, A. ayça Ünlüer, Matz Johansson Bergström, Morten Fjeld: A Drone Agent To Support a Clean Environment, Proc. of HRI’ 15, pp.55-61(2015).

© 2023 Information Processing Society of Japan