

PoiPet: ペットボトルゴミの分別を促進する インタラクティブなゴミ箱

高田 峻介^{1,a)} 奥村 彩水^{1,b)} 木邑 和馬^{1,c)} 神武 里奈^{1,d)} 茅田 一貴^{1,e)} 山路 大樹^{1,f)}
鶴田 真也^{1,g)}

概要: ペットボトルゴミのボトル・キャップ・ラベルの3点への分別を促進するために、キャラクター性を持たせたインタラクティブなゴミ箱 PoiPet を示す。PoiPet は、ボトル・キャップ・ラベル専用の捨て口と液晶ディスプレイに表示するキャラクターの反応を対応づけることでゴミの分別を促し、正しく分別を行ったユーザにはお礼や天気・気温の情報の提示などのポジティブな反応を返す。また、ゴミを捨てた日時・場所、ゴミを分別して捨てたかを記録し、ライフログとしてユーザのスマートフォンに提示することでゴミの分別意識の向上を促す。実際に PoiPet と従来のペットボトル専用ゴミ箱とを併設した場合の分別率の計測実験を行ったところ、従来のゴミ箱に比べて PoiPet の分別率が向上した。本稿では、PoiPet の構成、実験、応用例および今後の展望について述べる。

PoiPet: Interactive Trash Box That Promotes the Separation of Plastic Bottles

RYOSUKE TAKADA^{1,a)} SAYAMI OKUMURA^{1,b)} KAZUMA KIMURA^{1,c)} RINA KOTAKE^{1,d)}
KAZUKI TADA^{1,e)} DAIKI YAMAJI^{1,f)} MASAYA TSURUTA^{1,g)}

Abstract: We introduce “PoiPet”, the interactive trash box for improvement of trash separation. PoiPet is equipped with LCD, and interacts with users through the embodied agent displayed on it. The structure of trash holes and the agent’s characteristics are designed to call attention of trash separation. If users separate trash correctly, PoiPet displays weather and temperature as a reward. Users can acquire certification for PoiPet using non-contact IC card such as FeliCa. It enables users to look back their own lifelog synchronized with throwing plastic bottles into PoiPet. We conducted experiment to evaluate our product, by comparing separation rate of ordinary trash box with PoiPet at the site of use. Consequently, the separation rate was more improved with PoiPet than with ordinary one. In this paper, we show the system of PoiPet, experiment, example application and future work of PoiPet.

1. はじめに

今日における、大量生産・大量消費型の経済社会活動は、

環境保全の阻害という観点から問題視されている。そのため天然資源の消費を抑制し、環境への負荷を低減させる循環型社会の形成が推進されている。循環型社会の形成においてゴミのリサイクルは重要な要素であり、我が国では容器包装リサイクル法 [5] により、消費者の分別排出への協力が求められている。これを踏まえて本研究では、特にペットボトルの分別問題に着目した。ペットボトルゴミは一般的にキャップ・ボトル・ラベルの3点に分けて排出することが求められているが、横浜市資源循環局のデータによるとペットボトルゴミを3点に分別して排出された割合は約

¹ 筑波大学大学院 システム情報工学研究科
Graduate School of Systems and Information Engineering,
University of Tsukuba

a) rtakada@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

b) okumura@kde.cs.tsukuba.ac.jp

c) kimura@mibel.cs.tsukuba.ac.jp

d) kotake.rina@entcomp.esys.tsukuba.ac.jp

e) tada@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

f) yamaji@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

g) tsuruta@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

62% となっており、さらなる分別率の向上が求められている [4].

そこで、本研究ではペットボトルゴミの分別意識向上のため、ゴミの分別を促進するインタラクティブなゴミ箱である PoiPet を提案する*1. PoiPet は、ゴミ箱前面部に搭載された液晶ディスプレイを用いてキャラクタを提示しており、ユーザがペットボトルゴミを捨てることにより、キャラクタが反応するようになっている。キャラクタの反応は、ユーザのゴミの分別具合に応じて異なる様に設計されている。具体的にはユーザが適切に分別を行うことによりキャラクタが喜び、天気や気温の情報を教えてくれるといった、ポジティブな反応を得ることができる。また、ユーザはゴミを捨てた日時・場所、ゴミを分別して捨てたかのライフログをスマートフォンから閲覧することができる。このライフログのデータは、ゴミを捨てる際に FeliCa 方式の非接触型 IC カードを用いてユーザ認証を行うことによりデータベースに記録される。

本稿では、実装したシステム、実験、および今後の展望について述べる。

2. 関連研究

キャラクタのような擬人化エージェントを用いることが、ユーザの行動促進を導くことは多くの研究で示されている。擬人化エージェントとは、人のような形をし、言語のみならずノンバーバルな社会的表現を可能にしたキャラクタのことで、特にユーザとコンピュータ間のインタラクションが促進されることが期待される [8]. コンピュータにおける擬人化エージェントの存在は生身の人間と同じようなインタラクションを行う相手として知覚される [2]. このように擬人化エージェントは、その言動によってユーザの態度の変容を促す可能性を秘めている。Fogg[1] は、ユーザの自発的な態度変容を促す情報技術を「情報技術によるユーザの説得」という観点から論じ、そのユーザへの影響を検証する必要性を強調した。そこで本研究において、キャラクタを用いることでユーザのペットボトルゴミ分別を促進し、本システムがユーザに与える影響を実験により示した。また、擬人化エージェントとのインタラクションにおいて視線を含めた身体表現がユーザに影響を与えていることは心理実験の結果から示唆されている [3]. 本研究では、ユーザがキャラクタに対し「親密さ」や「社交性」を感じることでキャラクタによる説得力を高めることができると考え、キャラクタがユーザの立ち位置を追従するよう設計する。

ゴミ箱にキャラクタ性を付与することや、ゴミを捨てた記録を活用することで、ゴミ捨てを促進する試みが行われている。Sociable Trash Box [6] は、子どもたちが群れをなしたゴミ箱にゴミを捨てると、ゴミ箱が子どもたちを取

り囲み、子どもたちが去ると、また群れをなして別の場所へ歩き出すゴミ箱型ロボットである。これによりゴミ箱型ロボットと人が緩やかな共同性を生み出すインタラクション空間を実現した。「みんなで捨てたくなる」ゴミ箱システム [7] はユーザがゴミ箱へゴミを捨てる意識を向上させることを目的としたゴミ箱システムである。ゴミを捨てることで、ゴミ箱と連動したスマートフォン上においてキャラクタが成長する。また、捨てた本人だけでなく、ゴミ箱の周囲にいる他者にも成長ポイントを与えることで、協調してゴミ捨てを行う一体感を創出した。本研究では、ゴミを適切に分別することで、キャラクタが喜び、天気や気温の情報を教えてくれるといったポジティブな情報を提示する。また、ゴミを捨てた日時・場所、ゴミを分別して捨てたかの記録をライフログとしてユーザのスマートフォンに提示することで、ユーザの分別意識を促進することができる。以上から、キャラクタとのインタラクション、ポジティブな情報やライフログの提示という点でゴミの分別を促進するシステムとなっている。

3. 提案システム

PoiPet は、PoiPet 本体とライフログを提示するスマートフォンアプリケーションからなる。PoiPet 本体の構成およびゴミ捨てライフログ取得システムについて示す。

3.1 PoiPet の構成

PoiPet の外観を図 1 に、構造を図 2 に示す。PoiPet はペットボトルゴミを捨てようとしているユーザに対し、キャップ、ラベル、ボトルに分別して捨てるよう促すゴミ箱であり、キャラクターを表示するための液晶ディスプレイ、ボトル・キャップ・ラベル専用の捨て口およびゴミが投下されたことを検知するフォトリフレクタ、ユーザの立ち位置を検知するための超音波センサ、ユーザ認証を行うための FeliCa リーダーから構成されている。ユーザはゴミ捨て口の形状およびそれぞれの捨て口に対応したキャラクタの指示により、分別したゴミをどの捨て口に入れるか判断できる。



図 1 PoiPet の外観
Fig. 1 PoiPet

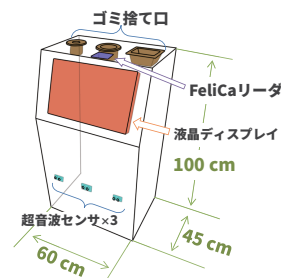


図 2 PoiPet の構造
Fig. 2 Structure of PoiPet

*1 <http://poipet.ml/>



図 3 ゴミ捨て口の形状

Fig. 3 Shape of dust holes

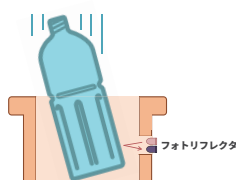


図 4 ゴミ投入検知

Fig. 4 Throwing in detection

3.1.1 ゴミ捨て口

PoiPet のゴミ捨て口の形状を図 3 に示す。捨て口の形状は左側から、長方形、円形、小さな円形となっており、それぞれがペットボトルのラベル、ボトル、キャップの捨て口となっている。この穴の数および形状の違いによって、ユーザは分別して捨てる必要があるということ、どの捨て口にどのゴミを捨てるべきか、アフォーダンスを得ることができる。

捨て口へゴミが投入されたことを検知する装置の構造を図 4 に示す。捨て口内部は筒状になっており、筒の一部分に孔が空いている。この孔にフォトリフレクタを取り付けることにより、ゴミが内部を通過した際のセンサ値の応答変化を用いて、ユーザによるゴミの投入の検知を行う。

3.1.2 人の位置検知

ゴミを捨てたいユーザが PoiPet に近づいたこと、および立ち位置を検知するために、図 2 に示す様に PoiPet 下部には 3 つの超音波センサが搭載されている。図 5 に示すように、3 つの超音波センサが測距した値から PoiPet 正面の左、中央、右のどの方向にユーザが居るか検知することができる。

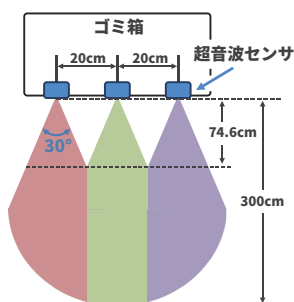


図 5 人の検知範囲

Fig. 5 Detection range for human

3.1.3 画面の遷移

PoiPet の液晶ディスプレイに表示するキャラクタの画面遷移について述べる。表示されるキャラクタの振る舞いはユーザの行動に合わせて変化する。PoiPet の待機画面を図 6a に示す。この待機画面は PoiPet の近辺にユーザが観測されなかった際に表示され、遠くにいるユーザに対し視覚的にゴミ捨てを呼びかける動きを行う。図 6b はユーザが PoiPet の前に観測された際に表示される内容である。

ペットボトルを分別して入れることを訴えかけ、ユーザが分別したラベル、ボトル、キャップをそれぞれの捨て口に入れば良いのかを提示する。ユーザが分別したゴミを PoiPet に入れると、図 6c の様に入れたゴミに対応するピクトグラムが落下する様子が画面上に表示され、キャラクタがゴミを吸い込む動きを行う。ラベル、ボトル、キャップを全て分別して PoiPet に入れると、キャラクタが喜びの表情を見せるとともに、分別を行ったことに対する感謝のメッセージを表示し、有益な情報として図 6d の様にして天気や気温の表示を行う。

また、最初のゴミの投下から一定時間内に全てのゴミの投下が行われなかった時に分別が正しく行われなかったと判断し、投下されていないゴミを提示してユーザに次の分別を促進する表示を行う。

3.2 ライフログ取得システム

PoiPet はライフログ情報をユーザのスマートフォンに提示することが可能である。ライフログには、ゴミを捨てた日時・場所、ゴミを分別して捨てたかといった情報が含まれる。ユーザがライフログを取得するためのユーザ登録手順を以下に示す

- (1) PoiPet に搭載されている FeliCa リーダに FeliCa 方式非接触型 IC カードでタッチする。
- (2) PoiPet の液晶ディスプレイにユーザ登録画面と 4 桁の数字が表示される (図 8a)。
- (3) 表示された数字をスマートフォンアプリケーションのユーザ登録画面にて入力する (図 8b)。

ユーザ登録後、PoiPet に IC カードをかざしてからペットボトルを捨てることにより、スマートフォンアプリケーションに表示される図 8c のカレンダーにより、いつ・何本捨てたかを閲覧することができる。また、日付をタップすることにより、図 8d の画面に遷移し、その日にどこで捨てたかを閲覧することができる。

このシステムを利用することにより、ユーザはいつ・どこで・何本飲み物を飲んだのかというライフログ情報をスマートフォンから閲覧することができ、健康管理や日々の行動の振り返りなどに利用することができる。また、ユーザがペットボトルゴミを 3 点に分別した際は、図 8d の画面のペットボトルアイコンにハートマークが表示され、ユーザの分別行動を促すようになっている。なお、スマートフォンアプリケーションは iOS アプリケーションとして実装した。



図 7 ライフログ取得システムの構成

Fig. 7 Lifelog system

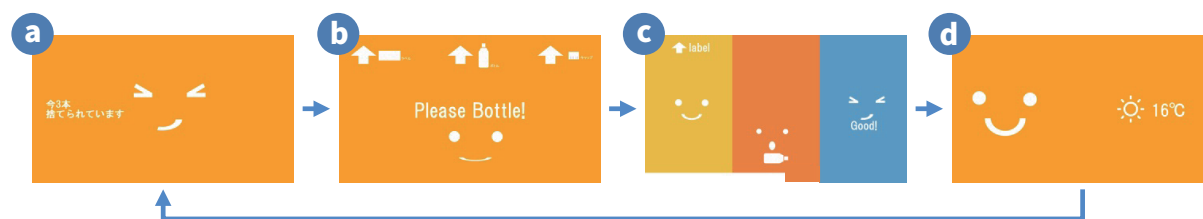


図 6 画面の遷移

Fig. 6 Screen transition



図 8 ユーザ登録画面 (a, b), ライフログ閲覧画面 (c, d)

Fig. 8 User registration (a, b), Lifelog information (c, d)

4. 実験

キャラクタとのインタラクション、ポジティブな情報を提示することにより、分別率が向上するかを検証するための予備実験として、実装した PoiPet を筑波大学構内に設置し、ペットボトルゴミの分別率の計測を行った。実験条件および実験結果について示す。

4.1 実験条件

実験には PoiPet と、比較対象として大学構内に元から設置されているペットボトル、キャップ、普通ゴミそれぞれの専用のゴミ箱を用いた。実験環境の写真を図 9 に示す。実験は、筑波大学の学園祭が催される 11 月 7 日と 8 日に建物外部の屋根の下にゴミ箱を設置して行った。さらに 11 月 13 日に学生の通りが多い屋内に PoiPet を設置し実験を行った。また、11 月 8 日はゴミ箱の設置に時間がかかり、実験時間が短くなった。各日の実験条件を以下に示す。

(a) 11 月 7 日：従来のゴミ箱 (図 9a)

[天気] 曇り

[設置時間] 11 時 00 分-17 時 00 分

(b) 11 月 8 日：PoiPet (図 9b)

[天気] 雨

[設置時間] 12 時 30 分-17 時 00 分

(c) 11 月 13 日：PoiPet (図 9c)

[天気] 曇り

[設置時間] 12 時 00 分-18 時 00 分



図 9 実験環境 (a: 屋外, b: 屋外, c: 屋内)

Fig. 9 Experiment environment (a: outdoor, b: outdoor, c: indoor)

4.2 実験結果

実験より得られたペットボトルゴミの分別結果を図 10 に示す。それぞれペットボトルをボトル・キャップ・ラベ

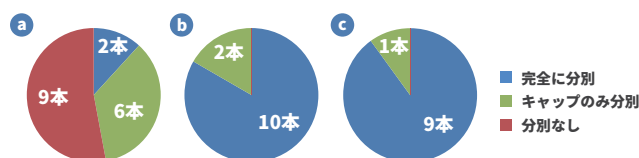


図 10 実験結果 (a: 従来のゴミ箱, b,c: PoiPet)

Fig. 10 Result (a: traditional trash box, b,c: PoiPet)

ルの 3 点に分けて捨てた分別率は、(a)11.7%, (b) 83.3%, (c) 90.0% となった。この実験結果から、キャラクタとのインタラクションやポジティブな情報の提示を行う PoiPet を用いることによりペットボトルゴミの分別率が向上することが示唆された。

5. 応用例と今後の展望

PoiPet の応用例と今後の展望について述べる。

5.1 ゴミ回収補助アプリケーション

PoiPet は 5.3 節にて述べたとおり、ユーザが捨てた本数をデータベースに記録している。このデータから、複数設置した PoiPet それぞれのゴミの溜まり具合を監視するシ

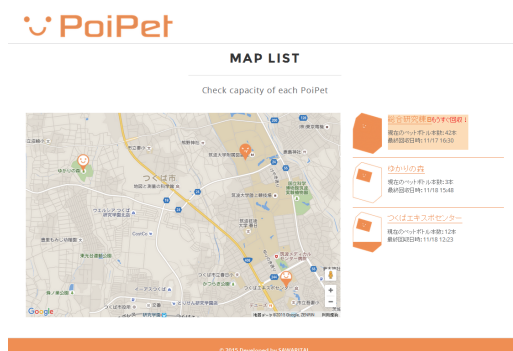


図 11 ゴミ量の可視化

Fig. 11 visualization of trash amount

システムを実装した (図 11)。このシステムにより、ゴミの収集担当者は Web ブラウザ上にてリアルタイムに監視することができ、収集効率を向上させることができる。

5.2 バーコードを用いた飲み物の種類判別

ペットボトルのラベルにはそれぞれ飲み物の種類ごとにユニークなバーコードが付与されている。PoiPet の筐体にバーコードリーダを搭載することにより、ユーザがゴミを分別する際にバーコードをかざすことで、飲んだ物の種類をライフログに記録することができるようになる。また、現在はユーザ認証には FeliCa 方式の非接触型 IC カードを用いているが、バーコードを用いても行えるようにする。

5.3 ポイントの付与

現在、節にて述べたライフログ取得システムにて、ユーザがゴミの分別をどの程度行ったか記録・閲覧を行っている。今後はこれを拡張し、ユーザが分別を完全に行っていた場合、アプリケーション上にて景品等に交換可能なポイントの付与を行う。この様にユーザに報酬等を与えることにより、より分別の促進が可能だと推察される。

6. おわりに

本研究ではペットボトルゴミの分別を促進するインタラクティブなゴミ箱である PoiPet を示した。また、ユーザの分別意識の向上を促すために、ゴミ捨て情報をデータベースに記録し、ライフログとして提示するシステムの実装を行った。PoiPet と従来のペットボトル専用ゴミ箱を実際に設置し分別率の計測実験を行ったところ、PoiPet を用いた場合の方が分別率が向上していた。このことからキャラクターとのインタラクションやポジティブな情報の提示を行う PoiPet がペットボトルゴミの分別に有用であることが示された。

謝辞 本研究は、enPiT (分野・地域を超えた実践的情報教育共同ネットワーク) ビジネスアプリケーション分野における教育事業のプロジェクト成果物です。

参考文献

- [1] B.J.Fogg. *Using Computers to Change What We Think and Do*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, 2003.
- [2] B.Reeves and C.Nass. *The Media Equation: how people treat computers, television, and new media like real people and places*. Cambridge University Press, New York, 1996.
- [3] K.Watanabe Y.Takeuchi and Y.Katagiri. Social identification of embodied interactive agent. In *Proceedings of 13th International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (ROMAN-2004)*, Kurashiki, Japan, 2004.
- [4] 横浜市資源循環局. ごみ組成調査～家庭から出るごみの中身を見てみよう～. <http://www.city.yokohama.lg.jp/shigen/sub-data/data/tyosa/gomisosei/>, 2015 年 12 月 18 日閲覧.
- [5] 環境省. 容器包装リサイクル法. <http://www.env.go.jp/recycle/yoki/>, 2015 年 12 月 18 日閲覧.
- [6] 三宅泰亮, 山地雄士, 大島直樹, デシルバラビンドラ, 岡田美智男. Sociable trash box: 子どもたちはゴミ箱ロボットとどのように関わるのか. 人工知能学会論文誌特集論文「ヒューマンエージェントインタラクション (HAI)」, Vol. 28, No. 2, pp. 197-209, 2013.
- [7] 浅井駿, 井村誠孝. “みんなで捨てたくなる” ごみ箱システム. 第 13 回エンタテインメントコンピューティング 2015 (EC2015), pp. 278-280, 2015.
- [8] 土肥浩, 石塚満. WWW と連携する擬人化エージェントとの HAI. 人工知能学会誌, Vol. 17, No. 6, pp. 693-700, 2002.