

ゴミ拾い行動を活用した

ポイ捨てゴミの種別・位置情報収集基盤の設計と評価

氏名 立花巧樹

研究室名 ユビキタスコンピューティングシステム研究室

主指導教員名 安本慶一

内容梗概

ポイ捨てゴミは都市環境の美観を損なうだけでなく、マイクロプラスチックの発生源として海洋汚染にも寄与する深刻な環境問題である。効果的な対策を立案・評価するためには、ゴミの種別・位置情報を広域かつ継続的に把握する必要があるが、従来の手動調査は人的コストが高く、固定カメラや車載センサによる手法はカバレッジやプライバシーに課題がある。本研究は、「ゴミを拾う」という既存の市民活動をデータ取得の起点とし、ポイ捨てゴミの種別・位置情報を低負担かつ網羅的・継続的に収集するユーザ参加型センシング統合プラットフォームの設計・実装・評価を目的とする。関連研究の整理から「高いカバレッジ」「低い記録作業コスト」「高い継続性」の3つの研究要件を導出した。これらを満たすため、ゴミ拾い時のインタラクションを活用した3つのセンシング方式を提案・比較した。第一の方式ACOGAREは、スマートウォッチの内蔵マイクでゴミを叩いた際の衝撃音から種別を推定する(F値88.5%)。第二の方式Tongaraasは、トングに搭載した超音波センサによるアクティブ音響センシングで種別を認識する(F値97.8%)。第三の方式IMAGAREは、トング先端のカメラで撮像した近接画像から深層学習により種別を推定し(F値90.3%)、スマートフォンのGPSと連携して位置情報を記録する。3方式はいずれも、3つの研究要件を満たしているが、詳細な比較検討の結果、IMAGAREが認識精度・携帯性・実運用性の観点で最も優れており、本研究で提案する統合プラットフォームのセンシング手法として採用することとした。統合プラットフォームは、IoTトング、スマートフォンアプリ、クラウドダッシュボードを連携させ、ゴミの種別・位置・時刻を自動記録し、地図上にヒートマップとして可視化する機能を実装した。継続性の研究要件に対しては、2つのアプローチを提案した。音フィードバック手法では、ゴミを拾った際の即時フィードバック(非言語音・言語音声)がモチベーションに与える影響を比較実験により検証し、言語フィードバックが達成感・進捗把握・モチベーション維持に最も効果的であることを明らかにした。また、ゲーミフィケーションシステムGOMI Questでは、レア度スコアリング、ランキングなどのゲーム要素により、長期的な参加継続を促す設計を提案した。提案システムを用いて、全国13地点でフィールドデータ収集を実施した。収集データの分析から、繁華街ではタバコ吸い殻が多く、公園では紙類・プラスチックが多いといった地域特性を明らかにした。さらに、グラングリーン大阪における3ヶ月間の継続観測では、週末やイベント開催時にゴミが増加する時間的傾向を確認し、清掃頻度の最適化や灰皿配置など、データに基づく施策立案への応用可能性を示した。本研究の貢献は、(1)ゴミ拾い行動を活用した高カバレッジ・低負担のセンシング設計指針の提示、(2)3方式のプロトタイピングと比較による実運用に適した手法の選定、(3)フィードバックとゲーミフィケーションによる継続性向上設計、(4)実環境データに基づく地域特性の可視化と施策設計への応用、である。本研究は、市民参加型の環境モニタリングとデータ駆動型の都市環境政策立案に向けた基盤技術を提供するものである。