

持ち物の組み合わせを重さから推定するシステム

浜野悠介† 高橋伸†† 田中二郎††

筑波大学 情報学群 情報科学類†

筑波大学 システム情報系 情報工学域††

1. はじめに

物を忘れるといった記憶に関するヒューマンエラーを防止するために、センサ類などから取得した物の情報を活用することは効果的であると考えられる。既存の研究において物の情報を得るために発信機や IC タグを使う方法がある。しかし、これらを物に付ける場合、多くの物の情報を取得したいならばその分のタグを用意しなければならず、それらを用意するだけで多くのコストが必要となる。

そこで本研究では物の重さという情報を利用して持ち物の組み合わせを推定する手法を提案する。物の重さは容易に取得することができる。また半不変であり、物を特定する情報としては有用である。物の重さは重さセンサを用いて量る。あらかじめ物の個々の重さをデータベースに記録しておき、外出時の持ち物全体の重さから組み合わせを推定していく。さらにこのシステムを応用して持ち物の組み合わせが分かれば忘れ物防止にもなる。

2. 関連研究

忘れ物を防ぐ研究として Borriello ら[1]の研究が挙げられる。Borriello らは鍵や財布など数個の物に PassiveRFID タグを取り付け、外出時それらを持っていったかどうかを認識するシステムを開発した。さらに日々の持ち物のログを解析してその日持っていく可能性があるものをリストアップし、それをユーザに提示させることで忘れ物を防止する。

重さをチェックする身近なシステムとしてスーパーマーケットにあるセルフレジが挙げられる。来店した顧客自身が商品のバーコードをスキャンし、代金支払いを行うサービスである。商品の重さを利用してレジでスキャンする前後の重

さをチェックして不正がないように管理している。

また物の重さを利用した研究として山口ら[2]の研究が挙げられる。山口らは重量センサを利用した消耗品の使用量予測システムを作成した。このシステムはオフィスや家庭の消耗品の消費量を、ストックの重量をロードセルを用いた在庫量測定装置によって常時観測し、ネットワークを用いて情報システムに蓄積・分析することにより、使用量の統計モデルを自動的に確立し、その統計モデルに基づいて、欠品時期を自動的に予測する。

3. 予備調査

本システムを実装するにあたり予備調査として著者の持ち物の組み合わせと重さを約1ヶ月間記録した。登録した物は25個である。著者は学生ということもあり、持ち物の種類としては、参考書や教科書が多かった。その他に登録した物は、携帯電話や電子辞書、衣類、財布、菓子などである。

持ち物の重さは、毎回外出時に記録した。記録した結果を見ると、毎週決まった時間割で授業を受講しているため、曜日毎の持ち物の組み合わせは似ていた。しかし、土日や祝日の場合においては組み合わせに規則性はあまり見られず、行き先や目的によって様々であった。

4. 提案手法

重さセンサから得られた値から持ち物の組み合わせを推定する手法を検討する。この問題は、部分和问题として知られている問題と考えられる。部分和问题とは、 N 個の整数の集合が与えられたときに、その部分集合の和が与えられた数 M に等しくなるかどうかを調べる問題である。この問題を単純に解くと、 2 の N 乗通りを調べないといけない。 N が大きいと指数関数的に増え膨大な数になる。そのため、組み合わせ数を限定する必要があるとともに、動的計画法などのより効率的なアルゴリズムを用いて推定を行う。

組み合わせを限定するヒューリスティックな方法としては、以下が考えられる。

Estimating the combination of properties from their weight.

†Yusuke Hamano: School of Informatics, University of Tsukuba.

††Shin Takahashi and Jiro Tanaka:

Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba.

- 持ち物の総重量よりも重い物は、含まれている物の候補から除外できる。
- 持ち物の個数を情報として用いることができる。例を挙げると、500g, 300g, 200g の物 3 つと 1kg の物 1 つでは重さが同じなため、総重量の情報だけでは組み合わせを限定することができない。しかし、持ち物の個数が分かれば他の個数の組み合わせのリストを除去できる。
- さらに、ユーザの日々の持ち物の組み合わせのデータ(以下持ち物ログ)を用いる。持ち物には毎日持っていく物や決まった日に持っていく物がある。特に学生は毎日違う時間割に沿った持ち物になってくる。そうといったいつも持っている組み合わせのパターンを登録しておけば限定できる情報となる。
- 組み合わせパターンの重さを登録しておく、総重量との差分で推定ができる。全く同じ重さの場合には、そのパターンである可能性が高い。また、そのパターンとの差分が登録された持ち物と同じ重さである場合には、その物が増減していると推測することができる。

実際の日常生活でどれほどの重複があり、組み合わせを限定することができるか、実際に日常の持ち物の重さを測る実験をさらにつづけて、検討をおこなう。

5. 実装

重さセンサを固定して取り付け、そこにフックを掛けてフックに持ち物が入ったカバンやバックを掛ける吊りばかり形式で重さを取得する。吊りばかり形式を用いた理由として持ち物はカバンなどにまとめて持ち歩くことが多いことが挙げられる。台座に置いて量るよりも正確に重さを量ることが可能である。またセンサを設置する場所は家の玄関にする。理由として外出時に靴を履いたり、鏡を見て身だしなみを整えるなど少し時間が必要となることが挙げられる。その時間の中にカバンを掛け、持ち物の組み合わせを推定することが可能である。

持ち物の重さを量るため重さセンサを用いた。重さセンサには SparkFunSen-10245 を用いた(図 1)。センサの荷重面に重さを加え、電位差が生じる。この電位差が大きいほど荷重面に力が加わっている。つまり、荷物が重いということである。しかし、10kg 程の加重をしても 1mV 程度

の変化しかない。この微小な変化を増幅させるために計装アンプを使用する。計装アンプにはアナログ・デバイセズ株式会社の AD620 を用いた。本システムでは重さセンサから検出されたアナログ値を Arduino を用いて A/D 変換させ、PC へシリアル通信する。シリアル通信で得られた値を重さを特定するために使うが、送られてくるデータにはノイズが入り値が変わってしまうので数秒間の間に送られてきたデータの平均を使う。



図 1. 重さセンサ

物の情報の保存は XML を用いて実装した。保存される情報は名前、分類(教科書、電子機器など)、重さ、そしてその物をいつ持っていたかのログである。

6. まとめと今後の課題

本研究では重さセンサを用いて持ち物の組み合わせを推定するシステムを開発した。

現在の実装では重さの計測にノイズが多いが、今後デジタル秤などを利用して改善する予定である。

参考文献

- [1] Gaetano Borriello, Waylon Brunette, Matthew Hall, Carl Hartung, Cameron Tangney: Reminding About Tagged Objects Using Passive RFIDs, UbiComp, pp36-53, 2004.
- [2] 山口 修平, 三次 仁, 吉田 守, 中村 修, 村井 純: センサを利用したサプライ品消費量の自動予測, 電子情報通信学会, Vol. 111, No. 342, pp43-46, 2011.