

ウェアラブルセンサを用いた探し物支援システムの提案

越智 喬之¹, 磯山 直也¹, ロペズ ギョーム¹

身の回りの物が紛失したとき、探すことに多くの時間を費やすことがある。本研究では日常生活を想定し、鍵や眼鏡といった紛失することによって大きな損害が予想される物を中心に、それらの物を最後に置いた場所を思い出させるシステムを提案する。探し物支援の研究は RFID タグの使用や画像処理を使用したものが多いが、行動認識の側面からアプローチしているものは少ない。そこで本研究では、日常から装着可能であるウェアラブルセンサを使用し、加速度データと音データより、物を置く行動を識別するという手法を取っている。提案するシステムを実装するにあたり行った認識精度の検証実験では、「ポケットから取り出した鍵を机に置く動作」と「着用している眼鏡を外して机に置く動作」という2つの動作を被験者にしてもらい、用意した2つの動作のマザーウェアレットとの相関度を比較することにより判別をした。

Proposal of searching support system using wearable sensors

TAKAYUKI OCHI¹, NAOYA ISOYAMA¹, GUILLAUME LOPEZ¹

1. はじめに

我々は、「物を置く」という行動を1日のうちに何回もする。例えば、帰宅後にズボンのポケットから財布や鍵を取り出し、机や棚といったところに置く。眼鏡を着用している人なら、就寝時に眼鏡をはずして枕元などに置く。他にも書類や文房具、携帯電話などを使用する度、どこかで「物を置く」という行動をしていることになる。

また、物によっては机の引き出しや自宅の棚の上など具体的に所定の置くべき場所が決まっている場合は、場所を意識して置いていると考えられる。しかし、「物を置く」という行動の中でも、特に意識せずに適当な場所に置いてしまうという場合がある。こうした場合、どこに置いたかといった場所の情報を思い出すのが困難になり、思いつく限りの場所を探したり、更に同じ場所を何度も探してしまったりして、結果的に多くの時間を費やしてしまうことになる。

アメリカでの調査により、アメリカ人1人当たりの平均で1日に10分を探し物に費やしている事が分かった[1]。これは生涯のうち3,680時間、つまり153日に相当する。また、身の回りで失くしやすいと感じる物を調査では、鍵やカード類、携帯電話、眼鏡などといった代替品やその場での購入では解決できない物も上位に多く含まれているといった結果が出ている[2]。しかし、鍵や眼鏡などの重要度の高い物を家の中で見失ってしまった場合、それらを探す事に多くの時間を割かざるを得ない可能性がある。更に、外出する所定の時刻より大幅に遅れてしまい、その後の予定が乱れてしまうといった事態も考えられる。

本研究は、探し物支援において、RFID タグを使用した置

き場所情報取得、画像処理を使用した探し物発見の研究は数多く行われてきたが、人間の行動認識という視点での研究は少ない。そこで、本研究では位置測定器等の特別な機能をもつデバイスは使用せず、スマートウォッチを用いて物を置いた時刻を記録し、それをユーザに提示することによって物を置いた位置を思い出させることを目的としている。

2. 関連研究

中田らは、RFID タグを取り付けたオブジェクトの位置を超音波位置測定器で常に計測し続け、ユーザからオブジェクトの呼び出しがあった場合、そのオブジェクトがある場所をスポットライトで照らすことで位置を示す方法を提案し、音による紛失物探し支援ツールとの比較実験を行った[3]。

その結果、提案しているシステムは手などを使わずに視覚情報だけで探し物ができる条件で、探し物が分かり難い場所にある場合に有意性があることが分かった。しかし、このシステムの場合は部屋に超音波位置測定器やスポットライトといった大掛かりな装置を設置する必要がある。更に物探しの対象となるすべての物に RFID タグをつけなければならない、現実的であるとは言えない。

Nickels らは、RFID タグと ZigBee モジュールを物に取り付け、FiMS という専用のスターターキットとスマート化された家具を介し、Wi-Fi でサーバに位置情報を送るシステムを提案している[4]。こちらは部屋を座標単位に区分し、部屋の見取り図上に目的の物の置き場所が視覚的に表示されるというものである。しかし、RFID タグや ZigBee モジ

¹ 青山学院大学大学院 理工学研究科

ュールなど特殊な装置の取り付けや目的に特化された家具等の導入の必要だけでなく、部屋の構造のデータも必要となるため、日常生活を考えるとこちらも現実的ではない。

Nguyen らは Web カメラなどの低価格カメラを使い、画像認識技術で散乱した状態からの物探しを支援するシステムを提案している[5]。周辺をカメラで撮影された動画の画像をキャプチャしてから、それと指定された物体の写真をマッチングすることにより物を探す。実装の物体として、携帯電話、財布、本、ティッシュパック等の物で実験をした結果、本とティッシュパック等の平面がある物は他より効果的で、更にこれらの物体に関しては3分の2が隠れていても見つけることができた。しかし、このシステムの場合は紛失する前に物体の画像を用意しておく必要があり、手間がかかってしまう。

3. 提案システム

本研究では、家の中での日常生活における物の置き忘れを想定しているため、センシングデバイスとして使用用途に特化した特別なデバイスを使用するのではなく、普段から着用可能であるスマートウォッチを採用した。

本研究では物を置くときの腕の動作と、物を置いたときに発生する音に着目した。そのため、腕の動作の検出にはスマートウォッチに付属している3軸加速度センサを使用、音の検出には同様にスマートウォッチに付属しているマイクを使用する(図1)。

本研究で検出する腕の動きは、定常的ではなく突発的な動きであるため、一定の周波数が続かないことが前提となる。よって、物を置く行動の分析には、非定常波形の解析に有効であり、時間的変化の特徴と周波数成分の混じり方を知るために用いられるウェーブレット変換を利用する。

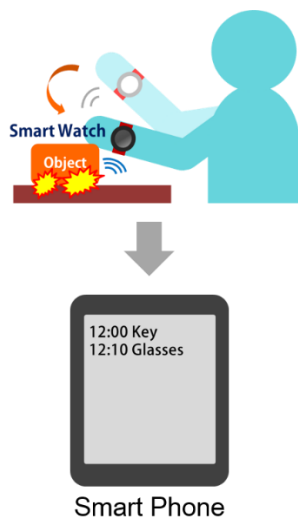


図1 提案するシステム実験

4. 認識精度の検証実験

「ポケットから取り出した鍵を机に置く動作(以下、動作1とする)」と「着用している眼鏡を机に置く動作(以下、動作2とする)」という2つの動作をスマートウォッチの加速度センサとマイクを使用し測定。提案するシステムを構築するにあたり、相互相関による分析の精度を検証する。

左腕の加速度信号の取得に Motorola 社の Moto360 を2つ用いた。データの転送先であるノート PC、スマートフォンを用意した。

被験者 20 名に実験装置を図2のように左腕に着用してもらい、左腕の加速度の計測と、録音を行った。動作1と動作2を実験者が合図するタイミングに合わせ、3回行なってもらった。ただし、動作を3回連続して行ってもら関係で、1回目と2回目の直後には置く対象の物を計測開始時にあった場所に戻す動作もしてもらった。この時も実験者の合図するタイミングに合わせて動作をしてもらうものとする。また、加速度信号の取得は肘側、録音は指側のスマートウォッチで行う。



図2 実験装置の装着位置

5. 実験で得られたデータの分析結果

動作1、動作2の加速度データ(3軸、ノルム)、音データの分析に図3~6のマザーウェーブレットを用いた。これらのマザーウェーブレットを実験で得られたデータに相互相関を適用する。また、このとき動作1のマザーウェーブレットを動作1と動作2のデータのどちらにも相互相関を適用し、同様に動作2のマザーウェーブレットを動作1と動作2のデータのどちらにも相互相関を適用した。

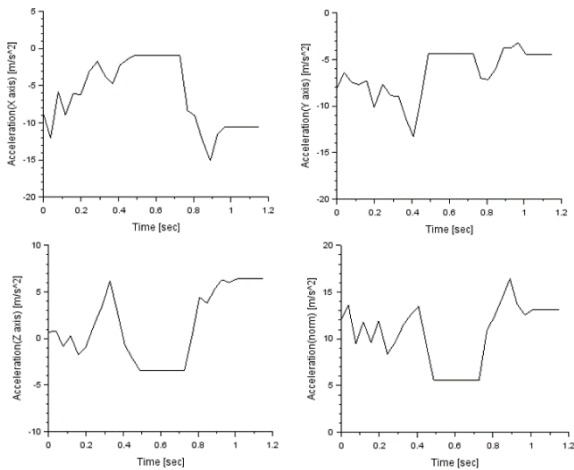


図3 動作1の加速度データの分析に用いたマザーウェーブレット (x軸(左上), y軸(右上), z軸(左下), ノルム(右下))

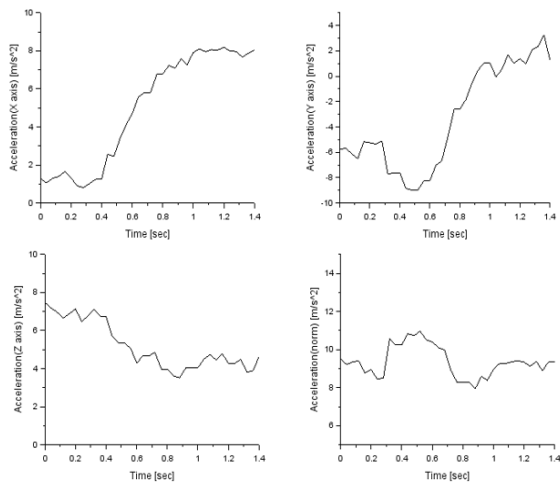


図4 動作2の加速度データの分析に用いたマザーウェーブレット (x軸(左上), y軸(右上), z軸(左下), ノルム(右下))

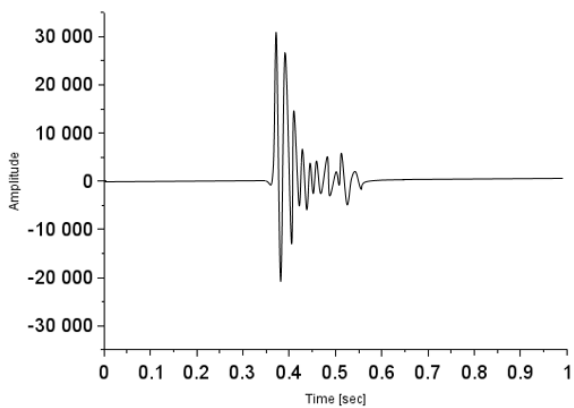


図5 動作1の音データの分析に用いたマザーウェーブレット

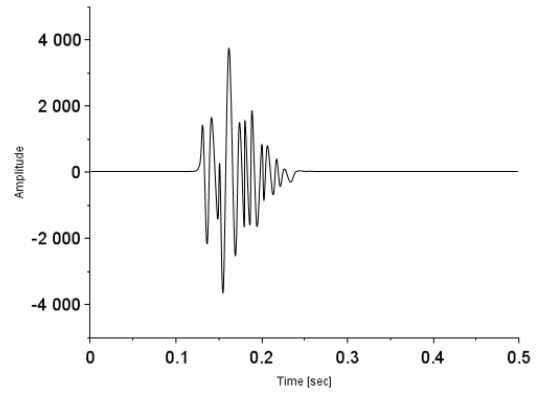


図6 動作2の音データの分析に用いたマザーウェーブレット

動作1の実験で得られたデータと加速度, 音データそれぞれのマザーウェーブレットとの相互相関を示した結果例を図7と図8に示す. 同様に, 動作2の結果例を図9と図10に示す. 加速度データと音データの分析において, それぞれ閾値(加速度データは3, 音データは4)を設定し, 閾値を超え, さらに動作1と動作2のマザーウェーブレットとの相関度が高い方をその動作として判定する.

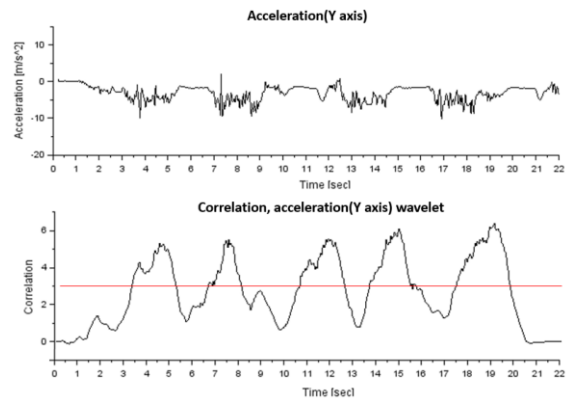


図7 動作1の実験で得られた加速度データ例(上)と分析結果例(下)

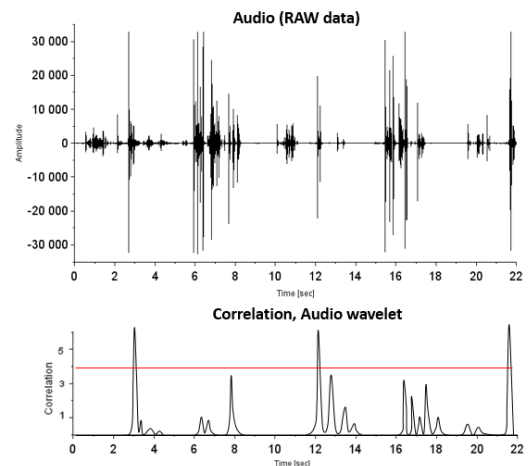


図8 動作1の実験で得られた音データ例(上)

と分析結果例（下）

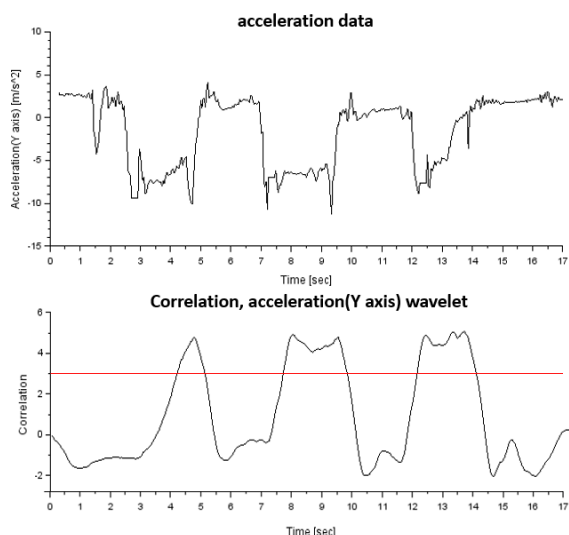


図9 動作2の実験で得られた加速度データ例（上）と分析結果例（下）

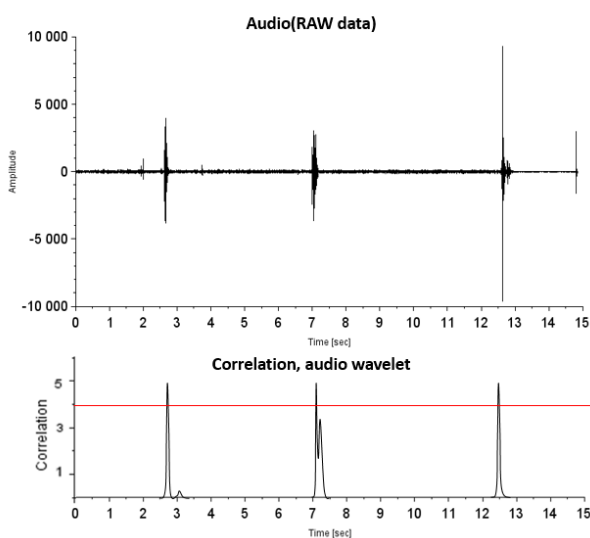


図10 動作2の実験で得られた音データ例（上）と分析結果例（下）

6. 考察

動作1と動作2のいずれも加速度データはy軸が有効であったため、考察ではy軸の結果を使用する。y軸加速度データ、音データにマザーウェーブレットとの相互相関を適用した際の真の結果と予測結果を表1、表2に示す。また、y軸加速度データと音データのいずれか動作1であった場合は動作1、同様にいずれか動作2であった場合に動作2した真の結果と予測結果を表3に示す。

y軸加速度データの分析をした際、動作1と動作2のいずれの動作もしていないタイミングで動作1が25回誤検出された。これは、置いた鍵を回収する動作が誤って動作1として検出されたものだと考えられるが、音データを合

わせて利用することにより誤検出が5回に抑えられている。同様に2つの動作をしていないタイミングで動作2が3回誤検出されているが、こちらも音データと合わせることで1回に抑えられているため、y軸加速度データと音データの両方を利用することは有効であるといえる。

しかし、y軸加速度と音のいずれについても意図しない方の動作のマザーウェーブレットとの相互相関が意図する動作のものより相関度が高くなってしまふことが多かった。原因としては、同じ動作でも腕の動かし方が人によって大きく違いがあることが考えられる。特に動作2では眼鏡を置く方向など、扱い方に大きく違いが見られた。音に関しては、使用したスマートウォッチのマイクロフォンがあまり明瞭に録音されるものではないため、物を置いた際の音の区別をするのが難しいと考えられる。

表1 y軸加速度データを分析した際の真の結果と予測結果

		真の結果		
		動作1	動作2	その他
予測結果	動作1	33回	21回	25回
	動作2	20回	35回	3回
	その他	7回	4回	

表2 音データを分析した際の真の結果と予測結果

		真の結果		
		動作1	動作2	その他
予測結果	動作1	35回	27回	5回
	動作2	24回	31回	7回
	その他	1回	2回	

表3 y軸加速度データと音データの両方を用いた場合の真の結果と予測結果

		真の結果		
		動作1	動作2	その他
予測結果	動作1	35回	24回	3回
	動作2	24回	35回	1回
	その他	1回	1回	

7. おわりに

本稿では、加速度データと音データを用いてマザーウェーブレットとの相互相関を適用することにより鍵と眼鏡を置く動作が正しく認識されるかどうかを検証した。決められた動作のみを行う場合、異なる動作のマザーウェーブレットを用いた場合に充分といえる精度は得られなかった。今後の課題として、他の分析手法での検証、スマートウォッチ以外のマイクロフォンを使用しての検証、一連の

中で複数の動作を行なった場合は物を置いたときに認識されるのかどうかの検証などがあげられる。

参考文献

- [1] Lost something already today? Misplaced items cost us ten minutes a day <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2117987/Lost-today-Misplaced-items-cost-minutes-day.html>
- [2] リサーチの rTYPE [アイシェア]: 失くしやすい物ランキング! <http://release.center.jp/2009/09/1602.html>
- [3] 中田 豊久, 金井 秀明, 國藤 進: スポットライトによる物探し支援システム, 情報処理学会研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN) 2005(30(2004-GN-055)), pp25-30, (2005).
- [4] Jens Nickels, Pascal Knierim, Bastian Konings, Florian Schaub, Bjorn Wiedersheim, Steffen Musiol, Michael Weber : Find My Stuff: Supporting Physical Objects Search with Relative Positioning, UbiComp'13, pp325-334, (2013).
- [5] NGUYEN THI LIEN, 佐藤 喬, 多田好克: 低価格カメラを使った探し物支援システム, 情報処理学会全国大会講演論文集, 第71回 pp11-12, (2009).