

加速度センサ付RFIDと動画像処理を用いた位置検出手法の提案

森本 訓貴[†] 古川 宗孝[†] 清水 宏章[†] 金田 重郎^{††}

[†]同志社大学大学院工学研究科 ^{††}同志社大学大学院/情報通信研究機構

1 はじめに

人が情報を収集する際、8割は視覚から得ている。とりわけ、視覚障がい者にとっては「必要な物がどこにあるか分からない」、「あるべきところに探している物が無い」といった問題は深刻である。従来から視覚障がい者向けの補助機器はいくつか存在するが、これらの問題を解決するための補助機器は少ない。

以上のような観点から、視覚障がい者の生活空間での物体の移動を検出し、通知するシステムを提案した[1]。具体的には、カメラを部屋の上部に固定し、机を上から撮影する。その映像を画像処理することによって物体の移動検出、位置検出を行い通知する。しかし、画像処理による位置検出においていくつか課題が残されていた。本論文では、加速度センサ付RFIDと動画像処理による物体の位置検出手法を提案する。通常の識別IDを読み取り機に送信する機能に加え、物体が停止しているか否かを検出するためのセンサを具備したRFIDを用いる。カメラ画像からの動画像処理においてこの移動、停止情報を利用して位置検出を行う。これにより、高精度の位置検出が可能となる。

2 従来手法の課題と提案手法の概要

著者らが提案した従来システムでは、画像処理による位置検出においていくつか課題が残されていた。1つ目は固定背景画像を利用し物体の位置を検出するため、外光の変化に対応できない点である。物体はそれ自身が意識を持ち動くことはなく、物体が動くときには何らかの人の動作が存在する。従来手法では、画像中に人が入っていない状態での物体の移動前と移動後の画像、あらかじめ用意した背景画像を用い、物体の位置検出を行っている。つまり、これらの画像に輝度差があると位置検出が困難となる。2つ目は位置検出に必要な画像の取得方法である。従来手法では、人の動作に関係なく物体の移動だけを調べるために、システム起動時、あるいは前回の物体移動完了時に移動前の画像を取得し、フレーム間差分法を用い画像中に人が入っていない状態を検出し物体の移動後の画像を取得していた。そのため、画像中に人が入っていない状態にならない限り、検出すべき物体の移動が完了していても処理が開始できないという欠点があった。

そこで本論文では、加速度センサ付RFIDと動画像処理を用いた位置検出手法を提案する。提案手法は、物体に装着され、加速度センサの情報に基づいて物体の状態を検出し、識別コードとともに出力するタグ手

段と、物体の動画像を撮影して出力するカメラ手段、カメラ手段から画像を受信し、タグ手段からの移動、停止情報を利用して、動画像処理を行い物体の位置を検出する位置検出手法から構成される。

3 提案手法における画像処理

3.1 画像処理手法の概要

提案手法における画像処理による位置検出の様子を図1に示す。あるIDの物体が動き出した、停止したという信号をRFIDタグから受信すると、その物体が動き出した時刻から停止した時刻までの期間の画像を平均化する。一方で停止した時刻から後の一定期間の画像も平均化する。この2つの平均画像の差を取り、2値化し重心計算を行うことにより、最終的な物体の位置を検出する。

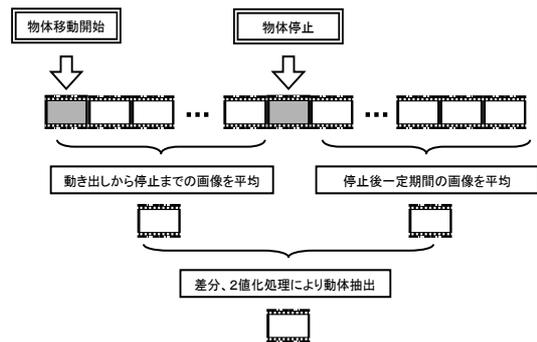


図1: 画像処理による位置検出の流れ

提案する画像処理手法では、用いるフレームは物体の移動時間にもよるが、極めて短時間で済む。さらに、物体の動き出しから停止までと、停止後一定期間の画像を平均化することで従来手法の問題点であった外光の変化に対応する。また平均化処理により物体を移動させる際の人の動きを取り除き、従来のように人の動きに依存することなく、物体が停止したか否かによってのみで処理が開始できる。提案手法は、タグ手法から複数物体の移動に対応可能であるが、それらの物体がまったく同時に動き出す、停止するといった場合には、位置検出が困難となる。したがって、本研究のように人が物体を扱うといった複数の物体がまったく同時に動き出す、停止することが難しい状況での利用に適している。

3.2 画像処理手法の具体例

画像処理手法の作用を、実際の画像を用いてより具体的に説明する。カメラにより机を上から撮影しており、カメラは固定されている。なお本節での物体の動き出し、停止は人手によって判断している。

3.2.1 机上に新たに物体が置かれるケース

机上に新たに置かれた物体を提案する画像処理手法により検出する。なお、物体を置いた後、手は机の上か

A Proposal of Location Detection Method using Image Processing and RFIDs equipped with sensors

[†] Kunitaka MORIMOTO

[†] Munetaka FURUKAWA

[†] Hiroaki SHIMIZU

^{††} Shigeo KANEDA

Graduate School of Engineering, Doshisha University ([†])
National Institute of Information and Communications Technology (^{††})

ら姿を消す。

図2左上図は、物体が動き出してから机上に置かれるまでの約3秒間(30fpsのビデオカメラの100フレーム分)のカメラ画像を平均化したものである。最初は何も無い単なる机の表面であったので一色であった。そこに物体が置かれたので、移動する手や物体がカメラに撮影される。しかし、これらはいずれも移動しているのですべてぼやけてしまい、背景となっている机が写っている。

これに対して、図2右上図は、物体が置かれてから約3秒間のカメラ画像を平均化したものである。置かれた後の物体は動かないので、平均化しても机と一緒にはっきりと画像として残る。一方、手は動いているのでぼやけている。これらの差分を取ることで、「新たに置かれた物体」を抽出する。図2左下図は実際に差分を取ったものである。そして、これを2値化(図2右下図)して、重心計算を行うことで物体の位置を特定する。

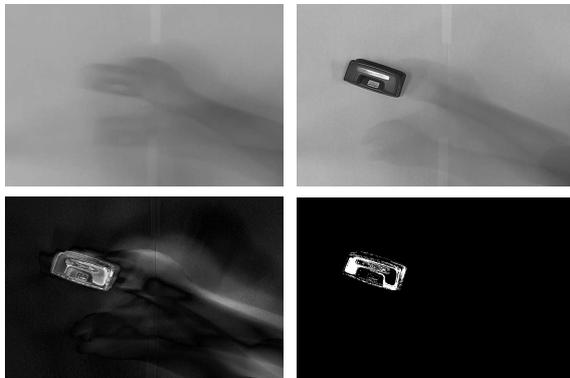


図2: 位置検出手法の具体例

3.2.2 机上の物体を別の場所に移動させるケース

机上に既に置かれた物体を机上の別の場所に移動させるケースを考える。机上に既に置かっていた物体の移動後の位置を提案する画像処理手法により検出する。この場合も前項と同じである。物体が動き出してから停止するまでを平均化したものが図2左上図、停止後約3秒間を平均化したものが図2右上図に対応し、移動後の物体の位置が特定できる。

4 評価実験

4.1 実験概要

提案手法の有用性を検証するために評価実験を行った。具体的には、[†]加速度センサ付RFIDのデータ取得プログラムとビデオキャプチャソフトを同時に走らせる。RFIDタグによりあるタグの移動が通知されると録画を開始、停止が知らされると録画を停止し動画ファイルを作成する。今回用いたタグは、停止している物体が動き出した際にはすぐに信号を発信し、移動している物体が停止した際は停止後^{††}約15~20秒後に信号を発信する。つまり、物体が動き出しから停止後15~20秒後間の動画ファイルを取得する。

次にそれをフレーム化し、画像処理を施す。カメラを部屋の上部に固定し、机上に新たに物体を置くケースと机上に既に置かれた物体を机上の別の場所に置くケースの2つについて、各50回ずつ実験を行った。

[†] RF Code社製ActiveRFID

^{††} 今回の実験環境での計測値

4.2 実験結果

実験結果を表1に示す。机上に新たに物体を置くケースでは高い確率で置かれた物体の位置が検出でき、机上の物体を机上の別の場所に置くケースでは検出率が40%と低かった。

表1: 実験結果

	新たに物体を置く	別の場所へ移動
成功回数	45回	20回
検出率	90%	40%

失敗した理由としては、平均化しても取り除けなかった手の残像によるものであり、外光の変化による検出の失敗はなかった。つまり、従来手法の問題点の1つであった外光の変化に対しては、提案手法が有効であることが分かった。

4.3 考察

検出に失敗したケースについて考える。この場合、検出結果は該当物体上には無いが必ず机上にある。そのため、机上に新たに物体を置くケースでは、誤差を認めることで机の上に置かれたかどうかの検出はでき、利用者に通知することは可能である。ただ、このケースも将来カメラを物体が置かれる可能性がある箇所に複数設置し、物体と手の残像が別々のカメラに記録された場合は精度が落ちる。今後パターンマッチング等の処理を導入し、該当物体だけを取り出す必要がある。

一方、机上の物体を机上の別の場所に置くケースでは、誤差を認めることに意味はなく、検出失敗の原因を検討する必要がある。検出率が低かった原因として考えられるのが、RFIDタグの性能上の問題である。今回用いたRFIDタグの停止情報は前述したように前後がある。本実験では、近似的手段として取得した全フレームの最初から30枚と最後から数えて350枚目から150枚目までの200枚を処理の対象としており、正確に物体が動き出してから停止するまでと停止後一定期間のフレームを処理しているわけではない。そのため検出率が低かったと考えられる。そこで、検出に失敗したケースについて物体の停止を手で判断し、本来の提案手法である物体の動き出しから停止までと、停止後約3秒間を対象とし再び画像処理を行った。その結果、失敗した30回のうち16回が検出に成功し、RFIDタグを用いた際の検出成功と合わせて、検出率が72%と大幅に向上した。

しかし、残りは手が動く速さが緩やかであったため平均化処理によって十分取り除けず検出に失敗した。新たに物体を置くケースにおいても検出に失敗した5回について、手で停止を判断し処理を試みたが3回が検出に失敗し、手の影響が深刻であることが明確となった。今後検出精度向上に向け、タグ停止前後に対象物体以外に動いているものを処理するより高度な画像処理が必要である。

5 まとめ

本論では、加速度センサ付RFIDと動画処理を用いた位置検出手法の概要、評価実験について述べた。今後は画像処理部の改良と複数のカメラを用い撮影範囲の拡大を行い、実用に耐えるシステム化を目指す。

参考文献

- [1] 古西正広, 石浦尚樹, 櫻本貴之, 芳賀博英, 金田重郎: "視覚障がい者の日常生活支援のための物体移動通知システムの開発", 情報処理学会・第66回全国大会 4Z-9