

M-021

## 人の行動分析のための赤外線通過センサの開発 Development of IR-pass Sensor for Human Behavior Analysis

高柳 美沙子\*† 大村 廉† 納谷 太† 野間 春生† 小暮 潔†  
Fusako Takayanagi Ren Ohmura Futoshi Naya Haruo Noma Kiyoshi Kogure

### 1. まえがき

われわれはユビキタスコンピューティング技術を利用し、看護師や工場作業員などの業務を支援するための研究を行っている。これらの定型業務において作業内容は場所によって限定されることが多く、作業員がどの部屋に存在するかは行動を特定するために重要な情報となる。また、部屋の出入り口付近での行動を識別することができれば、作業員の一連の行動の流れを把握するのに有益な情報となる。そこで、我々は作業員の場所を部屋単位で特定し、同時に部屋の出入り口付近での作業員の行動を識別可能とするシステムを開発している。

人や物の位置を特定するため、多くのロケーションシステムの開発が行われている [1]。既存のロケーションシステムには赤外線や電磁波、超音波などを用いるものもあるが、その多くは部屋内での詳細な位置を取得する目的のものである。また、位置の特定と行動識別を異なったシステムで独立に行なわなければならない、行動識別を行うためのデータ収集には対象作業員に負担のかかる装置を身につけさせる必要があり、本来の業務を阻害するという問題点がある。

そこで、本研究では小型軽量でありながら位置特定と同時に行動識別も可能な装置として、複数の受光センサの処理が可能な赤外線受信機を用いたシステムを開発した。このシステムでは、対象者が装着する送信機が一定の明滅パターンで発信していることにより、対象者の特定が可能である。そして、この受信機を各部屋の出入り口につけることにより対象者の部屋への出入りが検出でき、その結果、ある建物内において部屋単位での位置特定が可能となる。また、この複数の受光センサから得られる受信頻度パターンを分析することにより、対象者に小型の赤外線送信機をひとつ装着するだけで、通過方向や通過速度などの違いを検出し、その通過点付近での行動識別が可能である。

本稿では、このシステムの実装について報告し、実験結果により本システムのみで部屋の出入り口付近での対象者の簡単な行動識別が可能であることを示す。

### 2. 赤外線通過センサシステム

本システムは小型の赤外線送信機および受信機からなる。送信機は固有の発光パターン (ID) を持ち、受信機ではこのパターンを解析することで対象を特定する。受信機の設置場所の情報から、対象が現在どこに存在するのかを関連づける。また、受信機は赤外線受光部を2つ持ち、これらを空間的に少し離れた場所に設置し、2つの受光部での ID の受信頻度パターンの差異により、受信機付近での対象の行動の識別を行う。

### 2.1 赤外線送信機

赤外線送信機は、対象を特定するための 8bit の ID を送信する。ID の発信周波数は受信機側での受信頻度が行動によって十分差が出るように 50Hz とした。また、バッテリーは CR2032 を使用しており、この周波数での電池の駆動時間は平均約 24 時間である。この駆動時間は作業員の一日の行動を追跡するにあたり十分である。

ユーザはこの赤外線送信機を身につける。そのため、装着者の行動に影響を及ぼさないよう、この送信機を図1のように外形寸法 24mm×32mm×9.5mm と小型化した。

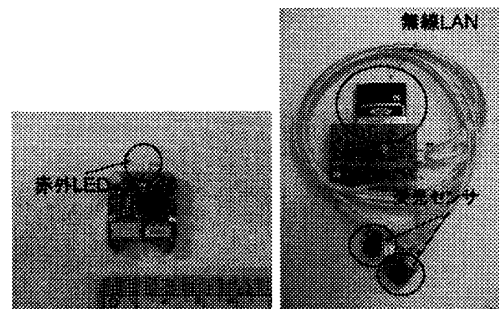


図 1: 赤外線送信機 (左)、赤外線受信機 (右)

### 2.2 赤外線受信機

赤外線受信機は、送信機が発信する ID を検出し、その結果を逐次無線 LAN でサーバに出力する。本システムでは1つの受信機で2つの赤外線受光部 (A および B) の出力を処理する。受光部で検出した ID を受信機内の PIC マイコンがデコードし、ミリ秒単位でのタイムスタンプ、および A または B のラベルを付加して検出した ID をサーバへ送信する。

### 3. 識別対象とする行動パターン

識別対象とする行動は、歩いて通過する、走って通過するといった行動の他に、出入り口を通過せず部屋の出入り口前を横切るという行動も含めた。さらに、定型業務の例として看護師をとりあげ、出入り口にて患者の様子を窺う (部屋の中には入らない)、車椅子を押しての通過およびなどの行動も識別対象とした。これらの行動を以下にまとめる。

- I 歩いて出入り口を通過する
- II 走って出入り口を通過する
- III 通過せず、出入り口の前を横切る
- IV 出入り口へ近づくと出入り口付近で立ち止まり、部屋を覗いて通過せずに元の位置へ戻る
- V 車椅子を押しながら出入り口を通過する

これらの行動を図 2 に示す。

\*奈良女子大学 理学部 情報科学科  
†(株) 国際電気通信基礎技術研究所

4. 実験と結果

4.1 実験方法

実験は仮想的に部屋の出入り口を作成し、その出入り口の上部に赤外線受信機本体、および2つの赤外線受光部を設置して行った。出入り口のイメージ図を図3に示す。赤外線受光部は出入り口の室内側と廊下側を想定してそれぞれ出入り口の両側に設置した。2つの赤外線受光部の高さは床から2mで、互いの間隔は10cmとした。

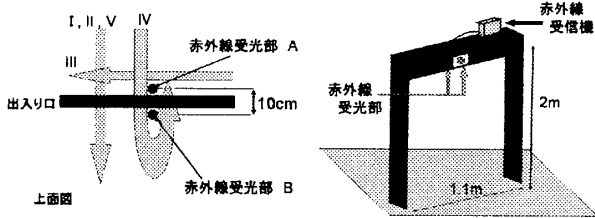


図2: 受光部の設置図および図3: 実験用仮想出入り口及び通過行動パターン

10名の被験者には赤外線ID送信機を胸ポケット、または頭につけ(図4)、各状態で出入り口を通過してもらった。このとき、送信機は赤外LEDを真上に向けて装着してもらった。通過時の行動パターンは3章で示した5通りであり、2つの受光部の室内側と廊下側の仮定を逆にし、それぞれの行動について2回ずつ通過してもらい、一人あたり合計10試行のデータを収集した。

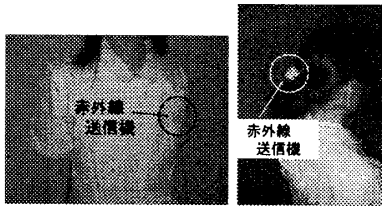


図4: 送信機の装着図、胸(右)、頭(左)

4.2 結果と考察

送信機を胸に装着した状態で通過したときでは、受信できたID数が全般的に少なく、行動によってはまったく受信できないものもあった。これは、装着者の体によって赤外線が遮られやすいためであると考えられる。

よってここでは頭に装着したときでの受信したIDの分析結果を示す。

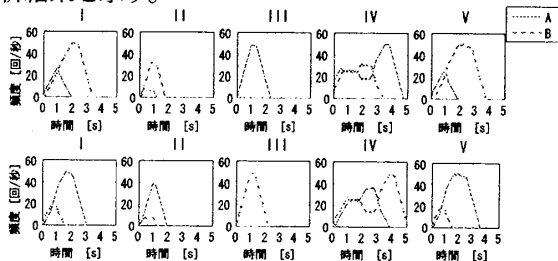


図5: 単位時間あたりに受信したIDの頻度分布

図5に、各行動に対し単位時間あたりに受光部A、Bで受信したIDの頻度分布を示す。この頻度は窓幅を1秒、窓のずらし幅を20ミリ秒として窓内に含まれるA、Bでの受信カウントとして求めた。また、グラフ上部の

番号(I-V)は3章、および図2で示した行動パターンと対応している。

図5で、I、II、Vは上がA側からB側へ通過、下はB側からA側へ通過したときの頻度分布であり、IIIは上がA側の前を、下がB側の前をそれぞれ横切ったときの頻度分布、IVは上がA側から近づきA側へ戻ったとき、下が同様にB側から行ったときの頻度分布である。

通過行動を行ったI、II、V、および横切りを行ったIII、さらに通過せずに引き返したIVについて、いずれの場合においても被験者が最終的に存在する方の受光部が最後まで反応しており、反応している側のラベルで対象者の現在位置が特定できる。

I(歩く)とII(走る)を比較すると通過を検出している間の時間に大きな差が表れている。このことにより、IIの行動の方が受信機が検出可能な範囲内にいた時間が短い、つまり速く通過したことがわかる。よって、対象者が出入り口付近で歩いている、もしくは走っているという行動が識別可能である。

III(横切り)に着目してみると片方の受光部のみでIDが検出されている。これにより、出入り口の通過は行われず横切ただけであることがわかる。また、どちらの受信機が検出したかを調べることによって出入り口のどちら側を通りすぎたのかが識別できる。

また、IV(元の位置へ引き返す)では、はじめはIと同じ頻度分布が得られ、その後進行先の受光部からの受信ID数が元の位置側からの受信ID数を上回るが、再び元の位置側からの受信ID数が多くなる。このような頻度比の推移パターンを検出することによって、覗き見る行動が識別可能である。

しかし、IとV(車椅子を押す)の比較では有意な差は見られなかった。これにより、車椅子補助などにおける通過時の姿勢は本システムのみでは識別できないことがわかった。

以上より、本システムでは通過方向、および速さなどの特徴を用いて想定した行動をほぼ識別できることがわかった。

5. まとめ

本稿では複数の赤外線受光部を用いることにより、対象の位置特定、および通過時の行動パターンの識別を目的とした赤外線通過センサの実装、およびその評価実験について述べた。

実験により、本システムを用いて赤外線通過センサのみで通過方向、および通過速度の特徴の違いから数種類の通過行動を識別できることを確認した。しかし、本システムでは通過時の姿勢を識別することは困難である。今後の課題として、加速度センサなどとの併用によるより詳細な行動識別システムの開発を行う予定である。

謝辞

本研究は情報通信研究機構(NICT)の研究委託により実施したものである。

参考文献

[1] Gaetano Borriello Jeffrey Hightower. Location system for ubiquitous computing. *IEEE Computer*, Vol. 34, No. 8, pp. 57-66, August 2001.