

スマートフォンによる在室管理を用いた家電制御最適化の検討

田中大地 三好力

龍谷大学 理工学部

1. はじめに

現在、家電のネットワーク化が進み、家電同士を連携させ生活の利便性を高める動きが活発になっている。また、スマートフォンの普及と共に外出先から家の中にある家電を監視、制御するシステムの利用がはじまっている。しかし、照明やエアコン制御においては未だ人の操作で行われている場合も多く、それらの制御には在室状況を判断する必要もある。本研究では家電制御と入室時のドアの開閉動作に着目し、情報を取得するセンサとしてスマートフォンを用いて、利用者の在室状況に応じた家電制御を行うために、入退室から在室状況の推定を行う技術の確立を目指す。

2. 提案手法

照明やエアコンなど入室中に利用する家電を制御するためには利用者の入退室から在室状況を判断する必要がある。現在は人感センサを使って自動制御を行うのが一般的となっているが、センサの範囲や性質によって反応しない場合があり、現状では十分でないと言える。そこで、スマートフォンをドアに設置し、カメラ機能を利用して撮影した動画から各種センサの情報から入退室者を追跡することで在室管理を実現し、家電制御を行うシステムを提案する。

本研究では、ドアの開閉と照明の点消灯が一連の動作になっていることを利用し、ドアの開閉時に入室か退室かを判断し、そこから在室人数を推定し、在室状況に応じて照明やエアコンを制御するシステムの開発を行うため、システム全体の内、最重要部分である入退室者の追跡を優先して開発し、実験でその性能を確認した。



図 1. システムの全体図

システムの全体像を図 1 に示す。ドアノブの付近にスマートフォンを設置し、カメラ機能でドアの開閉時に人の入退室を記録、動画像処理から入退室を判断し、在室人数を推定する。その後、在室人数とスマートフォンのセンサから取得した輝度と温度から照明とエアコンの必要性を判断し、設置したスマートフォンから赤外線リモコンデバイス「IRKit」に信号を送信することで、照明とエアコンの制御を行う。

3. 入退室者の追跡

入退室者の追跡には OpenCV ライブラリ関数の cvCamShift を用いる。

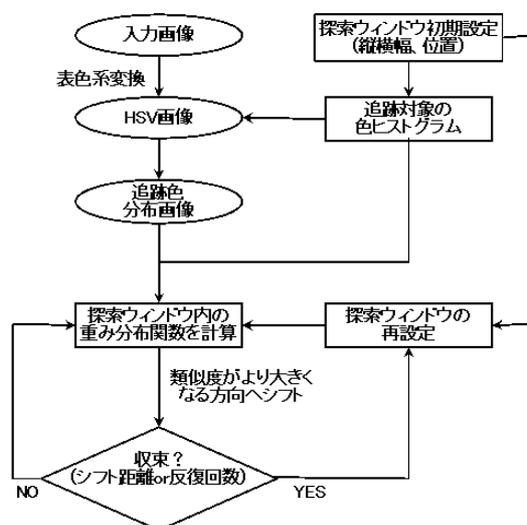


図 2. CamShift 法のフローチャート

Study of consumer electronics control optimization using occupancy status management by smartphone
Tanaka Daichi · Miyoshi Tsutomu
Faculty of Science and Tecnology , Ryukoku University

フローチャートを図 2 に示す。追跡対象領域における色相値のヒストグラムに着目し、現フレームの画像中で追跡対象のヒストグラム特徴により近くなる位置にシフトしていく。そして、シフトの移動量が一定以下になるか、繰り返し回数が上限に達するまで処理を繰り返すことで対象領域の現在の位置を追跡する。これを利用して入退室者を追跡し進行方向の特定を行う。また、追跡対象領域の設定には、人がいつドアを通過するかを認識する必要があるが、ドアの開閉時の加速度変化を用いて、入退室者がドアを通過するタイミングを予測する。

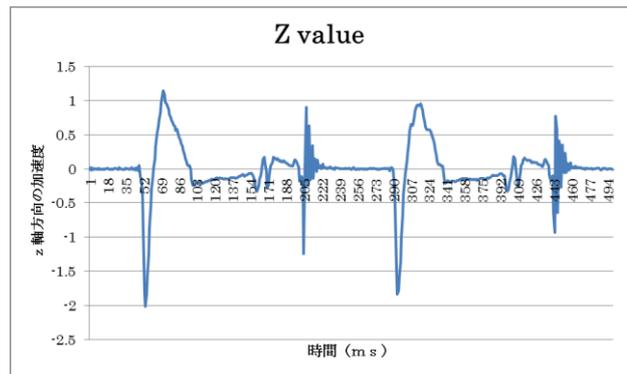


図 3. z 軸の加速度変化

4. 実験結果

4.1. CamShift 法を用いた追跡

内開きドアの外側のドアノブ付近に固定したスマートフォンのカメラから撮影した動画を、CamShift 法を用いて動画画像処理を行い入退室者の追跡が可能となるか、処理の評価を行った。表 1 に実験記録を示す。記録取得の際には 30 回の試行のうち 26 回の追跡に成功した。初期追跡領域を正しく選択できた場合、入退室者を最後まで追跡することができたが、初期追跡領域の色相に近い物体が背景に写り込んでいる場合、追跡領域がそちらに移ってしまうことがあった。

表 1. 追跡の結果

試行回数	追跡成功数	成功率
30	26	87%

4.2. ドア開閉時の加速度変化

CamShift 法を利用するにあたって、追跡領域の設定を自動化するためには、ドアが開ききり、人が通過するタイミングを理解する必要がある。そこで、本実験ではドアの開閉動作と加速度変化の関係について調査した。今回は変化量が最も大きく、ドアに対して垂直な軸にあたる z 軸に注目した。図 3 はドアを一往復した時の z 軸の加速度変化をグラフにしたものである。往・復、共に同様の加速度変化の特徴が見られた。グラフとドアの動作を見比べると、横軸 50 付近でドアが開き、100 付近でドアが開ききり人が通過することがわかった。その後、ドアが閉じていき 230 付近で閉じる。最後に大きい値が見られるのはドアが閉まったときの衝撃である。

4.4 考察

実験の結果から CamShift 法を用いることで、背景が大きく変化している場合でも人の追跡が可能なることが確認できた。また、ドアの開閉時の加速度には特徴的な変化が見られ、ドアが静止していて、加速度変化が無い状態から大きく値が変化し、なだらかな変化に切り替わる瞬間が、ドアが開ききり、人が通過するタイミングであることがわかった。加速度変化から追跡対象が初期追跡領域に入るタイミングを導き出すことが可能になったことから、本システムの実現するための、入退室者の追跡・人数推定が可能になる。

5. まとめ

本研究では、CamShift 法により追跡対象の色ヒストグラムから、カメラの視点が移動し背景が大きく変化する状態で移動する人物の追跡を行った。また、ドアの開閉動作の加速度に特徴的な変化が見られることを確認した。さらに、加速度の値とドアの動きの関わりを調べることで、人がドアを通過するタイミングが予測できることがわかった。ドアに設置したカメラによる動画画像解析と、ドアの加速度変化の情報を組み合わせることで、入退室者の追跡が可能となり、本システムに必要な在室人数の推定を行うことができると考える。

今後の課題として、追跡後の在室人数の管理の自動化と、これらのシステムをスマートフォンのアプリで実装することで、家電制御が自動化できると考えられる。