

侵入者の検知と家人の見守りを1つのセンサで実施するための研究

水津雄大† 藤川真樹†

工学院大学†

1. はじめに

核家族化と高齢者人口の増加に伴い、独居高齢者向けの見守りシステムは市場規模の拡大が予測されている [1]. また、体感治安の低下により独居者向けのホームセキュリティシステムの導入件数も増加傾向にある [2]. 見守りシステムとホームセキュリティシステムの目的は異なるが、使用されているセンサは基本的に同じであるため、両方の機能が統合される方向に進むと著者は考えている.

上記システムでは人体が発する赤外線を抑えることができるパッシブ型赤外線センサの使用が主流であるが、小動物（ペットなど）を人と誤って判断するという問題がある. 一方、赤外線をアクティブに発射する距離画像センサは、物体の大きさや物体までの距離を計測できるため、赤外線センサが持つ課題を解決できる可能性がある. 距離画像センサは低価格化が進んでいるため、将来的には赤外線センサから当該センサに置き換わるものと考えられる. 本研究では、「侵入者の検知」と「家人の見守り」を1台の距離画像センサ (Kinect) で実現することを目的とし、その第一段階として Kinect の性能調査を行う.

2. 要件の検討(侵入者の検知)

侵入者の検知システムは、「誤報」と「失報」を抑制する必要がある. 誤報とは小動物にセンサが反応してしまうことであり、失報とは侵入者にセンサが反応しないことである. 誤報を抑制する方法として、人体の関節点の取得可否を判断基準とすることが考えられる. Kinect のライブラリである Kinect for Windows SDK を用いれば Kinect で取得した距離データから人体の関節点を取得することができるため、人間と小動物を区別することができる. なお、この判断基準では失報の抑制ができないが、本研究では誤報の抑制のみを議論の対象とする.

3. 要件の検討 (家人の見守り)

家人の見守りシステムは、家人の状態（横たわる、座る、歩くなど）による「誤報」と「失報」を抑制する必要がある. 誤報とは、家人に意識があり体を動かすことが可能なときに、家人が意識不明や衰弱の状態にあると検出されることである. 失報とは、家人が意識不明や衰弱の状態であるときに、これを見逃すことである. 失報を抑制する方法として、意識不明であることの検出に「運動量の低下」を、衰弱していることの検出に「移動量の低下」を判断基準にすることが考えられる. 運動量は Kinect が取得した関節点の移動距離の合計で表され、移動量は腰関節の移動距離の累積で表される. 本研究では意識不明であることと衰弱していることの検出を議論の対象とする.

4. Kinect の性能調査

4.1 Kinect の最適な設置条件の探索

Kinect の設置位置、角度、高さ、体の向きといった条件を変えながら、関節点を取得できる範囲と計測精度を調査した. 高さは一般的な家屋の天井の高さ (230cm) までの範囲、角度は Kinect 本体の調節角度 ($0^{\circ} \sim -30^{\circ}$) の範囲で変えた. その結果、部屋の隅に高さ 230cm、角度 -30° で Kinect を設置した条件が最も関節点取得可能面積が広がった. 実験環境の模式図と関節点取得可能範囲を図 1 に示す. なお、体が Kinect に対して正面以外を向いている場合、関節点を取得しにくいことがわかった.

4.2 小動物の区別

4.1 節の条件において、小動物（小型犬、ネズ

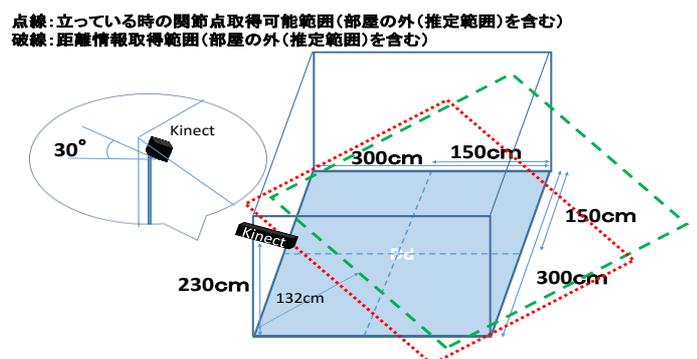


図 1 関節点の取得が可能な範囲

ミ)に見立てた実物大のぬいぐるみを床に置き、Kinectに対して任意の方向に動かしたところ、関節点が取得されることがわかった。このことから、人間と小動物を関節点取得の可否で区別することができると考えられる。

4.3 Kinectの分解能調査

距離データの分解能調査のために、Kinectから50cm, 100cm, 150cm, 200cm, 250cm, 300cm, 350cm離れた各位置において、物体を少しずつ動かしたときの変化を観測した。その結果、各位置において約1mm単位での移動量の変化が観測できた。

4.4 運動量の取得(意識不明状態の区別)

4.1節の条件において、歩行時、着席時、着席時10秒間呼吸をしない時の運動量を4人の被験者から計測した(図2参照)。運動量の平均をとると歩行時が一番大きく、着席時10秒間呼吸をしない時が一番小さかった。このことから、運動量の計測により呼吸停止している状態のみを検出できると考えられる。

4.5 移動量の取得(衰弱状態の区別)

4.1節の条件において、歩行時、着席時、着席時10秒間呼吸をしない時の移動量を4人の被験者から計測した(図3参照)。その結果、どの被験者も歩行時と着席時を区別することができたが、着席時と着席時10秒間呼吸をしない時は区別できなかった。このことから、移動量の計測により同じ場所にとどまっている状態は検出できると考えられる。

4.6 関節点取得できる体の向き

4.1節の条件において、体の向きの角度と関節点取得の関係性を調べた。その結果、Kinectの正面を向いた被験者が部屋の中心に立っているとき、左右それぞれ80°向きまで関節点を取得でき、他の位置では取得可能な体の向きの範囲がこれよりも狭かった。このことから、撮影範囲の中心が体の向きによらず関節点を取得しやすいと考えられる。

5. 考察

図4に示す独居者用の部屋にKinectを設置することを考える。洋室の隅にKinectを設置することで、人が玄関から洋室に移動したときに関節点を取得しやすい。このため、玄関から洋室に入る侵入者を検知したり、同様に入ってくる家人を見守ることができると考えられる。しかし、玄関以外の場所から洋室に入る場合は体の向きに依存することから、誤報や失報を防ぐためにはKinectを2台設置するなどの別のアプローチが必要となる。

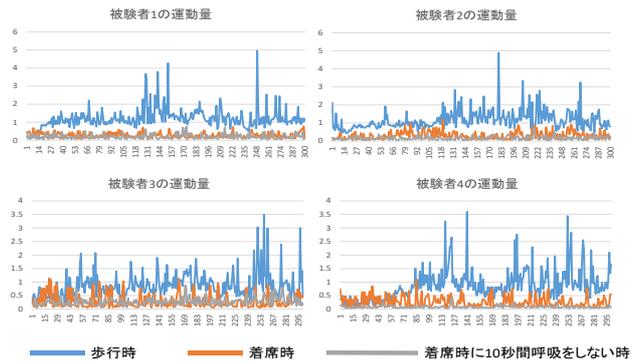


図2 測定した運動量グラフ

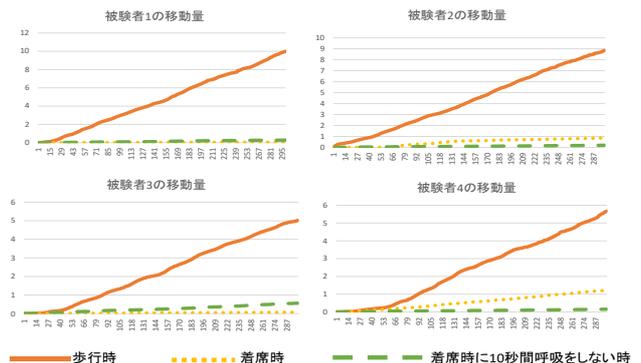


図3 測定した移動量グラフ

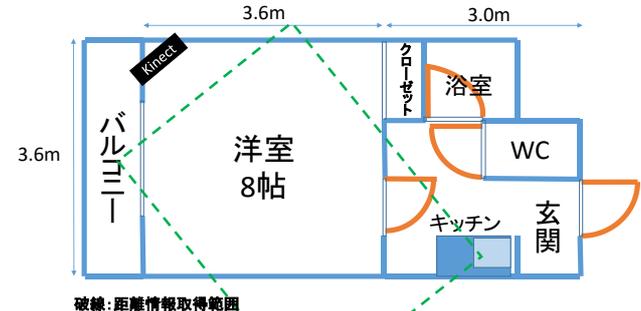


図4 独居者用の部屋(1K)とKinectの設置例

6. まとめ

本研究はKinectに侵入者の検知と家人の見守り機能を持たせることを目的とし、実験によりKinectの性能調査を行った。その結果、本研究におけるKinectの設置条件、人と小動物の区別可否、Kinectの分解能、運動量と移動量取得による家人の見守りの可能性を明らかにした。今後はシステムの構築と運用テストを目指す。

参考文献

- [1] 株式会社シード・プランニング, 2015年版 高齢者見守り・緊急通報サービスの市場動向とニーズ調査, 2015年3月3日
- [2] 株式会社富士経済, 2016 セキュリティ関連市場の将来展望, 2016年12月15日