

# プライバシーに配慮した入浴見守り・転倒転落時緊急通報システム

宮坂 智哉 [北海道科学大学／教授]  
東海林 正敬 [有限会社 Little Snow／代表取締役]

## 背景・目的

高齢者や障がい者は日常的に転倒転落の危険性があり、特に浴室は周囲の目が届きにくく、他者へ助けを求めることが困難である。加えて北海道のような寒冷な環境にある住宅の浴室や更衣室では、ヒートショックに陥り脳血管疾患や虚血性心疾患の急性発症の可能性が高まる。本研究開発の目的は、熱画像センサを用い、プライバシーに配慮した高齢者や障がい者の生活や安全を見守るシステムの開発とした。熱画像センサが出力する二次元温度データから正常な更衣・入浴動作と転倒姿勢を判別する手法、およびヒートショックを予防し注意を促す手法を見出し、在宅や病院、施設などに設置可能なシステム構成を検討した。

## 内容・方法

### 研究開発の倫理的配慮

本研究開発は、北海道工業大学研究倫理委員会から研究倫理申請第57号「プライバシーに配慮した入浴見守り・転倒検出緊急通報システム」として承認された。

### 方法

熱画像センサ(チノー TP-L)2台、判別分析ソフトウェア、無線ルーター1台、ノートパソコン2台、無線式温度データロガー(チノーワイヤレスウォッチャー)親機1台子機2台の構成によるシステム(図1)を構築し、更衣室を想定した居間とユニットバスに設置した。熱画像センサの設置条件は居間、ユニットバスとも床から2.0mの高さとし、床面1.8m×1.8mを計測範囲とした。健常者1名を被験者とし、更衣動作32通り、更衣動作における転倒姿勢576通り、入浴動作1通り、入浴動作における転倒、転落、水没39通りの熱画像を計測し、2次元温度データを取得した。

正常動作と異常姿勢の判別は、熱画像センサから取得

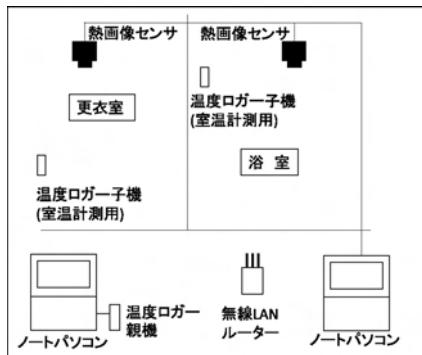


図1 システム概要

した2次元温度データを正常動作データ、異常姿勢データの2群に分類し、それら2群のデータから判別式作成データと判別式検証データを作成した。本研究開発で開発した判別分析ソフトウェアに判別式作成データを入力し、統計解析の手法である判別分析(線形判別)を用い、項数553の整数多項式からなる判別式を作成した。作成した判別式に判別式検証データを入力し、判別式の判別率を求めた。

## 結果・成果

更衣・入浴動作、転倒転落、水没について約10000データの熱画像、二次元温度データを取得し(図2~7)、判別の解析を実施した。

### 1. 判別結果

更衣動作、入浴動作について、正常動作と転倒など異常姿勢の判別を行った。判別は室温(常温20°C、低温15°C)、姿勢などの条件を組合せて抽出したデータ群で判別式を作成した。次に判別式作成に用いたデータと同数の別のデータを判別式に代入して判別率を求めた。

#### 更衣動作の判別結果

以下の7通りの組合せで判別を実施した(カッコ内数字はデータ数)。

- 1 常温立位更衣(20) + 常温転倒(40) 正判別数(60)  
判別率100%
- 2 常温座位更衣(20) + 常温転倒(40) 正判別数(60)  
判別率100%
- 3 低温立位更衣(20) + 低温転倒(40) 正判別数(60)  
判別率100%
- 4 低温座位更衣(20) + 低温転倒(40) 正判別数(60)  
判別率100%
- 5 常温立位座位更衣(40) + 常温転倒(40) 正判別数(80)  
判別率100%
- 6 低温立位座位更衣(40) + 低温転倒(40) 正判別数(80)  
判別率100%
- 7 全条件更衣(80) + 全条件転倒(80) 正判別数(157)  
判別率98.1%

誤判別の内訳は、正常動作を異常姿勢と判別した例が3例だった。

#### 入浴動作の判別結果

以下の4通りの組合せで判別を実施した(カッコ内数字はデータ数)。

- 1 浴室・入浴動作(20) + 低温浴室で転倒(20) 正判別数(40) 判別率100%
- 2 浴室・入浴動作(20) + 常温浴室で転倒(20) 正判別数(39) 判別率98%
- 誤判別の内訳は正常動作を異常姿勢と判別した例が1例だった。
- 3 浴室・入浴動作(20) + 低温・常温浴室で転倒(60) 正判別数(59) 判別率 98.3%  
誤判別の内訳は正常動作を異常姿勢と判別したのが1例だった。

4 浴室・入浴動作(20) + 低温・常温浴室で転倒、浴槽から浴室への移乗失敗、浴槽水没(45) 正判別数(62)  
判別率95.4%

誤判別の内訳は異常姿勢を正常動作と判別が1例、正常動作を異常姿勢と判別した例が2例だった。

#### 判別結果の考察

更衣動作の判別は、組合せ1~6は判別率100%、組合せ7においては判別率98%以上の結果が得られた。入浴動作の判別は、組合せ1は判別率100%、組合せ2、3は判別率98%、組合せ4は判別率95%の結果が得られた。更衣・入浴動作において誤判別したデータ8例のうち、7例は正常動作にある体幹の屈曲や立ち上がり動作の過渡的な変化を転倒と判定した。判別率を向上するには、例えば3フレーム(約1秒間)連続して同じ姿勢を保持したときに判別を実施するなどソフトウェア上の工夫で可能と考えられる。また1例は被験者が浴室から退室し終わる直前であり、ヒトの温度範囲は測定範囲内にほと

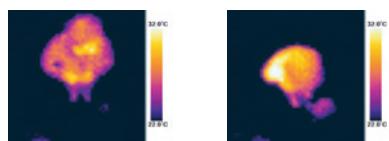


図2 更衣動作の例

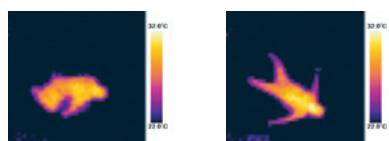


図3 更衣時転倒の例

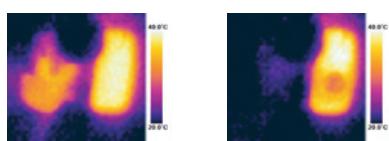


図4 入浴動作の例

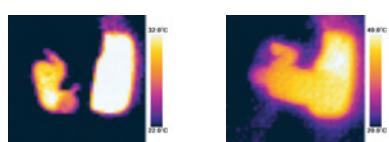


図5 入浴時転倒転落の例

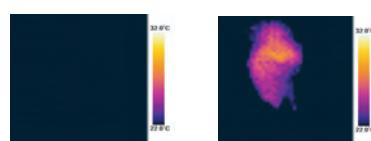


図6 低温更衣室入室の例

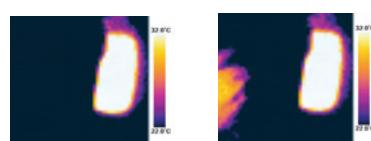


図7 低温浴室入室の例

んどなかった。判別率を向上するには、退室前後の熱画像データをより多く判別式作成に導入することで、さらに判別率の向上がはかれると考えられる。

#### 2. 低温室内入室の注意喚起判別

更衣、入浴それぞれについて、被験者が入室する前と入室直後の熱画像による二次元温度データについて判別を実施した。背景温度とヒト表面温度の温度差が3°C以上あり、計測範囲内でヒト表面温度範囲が概ね(50×50)mmであれば判別率100%となった。背景温度を15°Cに設定し、ヒトに相当する熱源が計測範囲内に入ったとき、確実に出力フラグを立たせることが可能なことを確認した。

#### 3. フィールド評価システムの仕様検討

熱画像センサの設置について、特に浴室の設置は熱画像センサの仕様で防滴機能を持つこと、小型軽量であることから、特別な防水構造を必要とせず、市販の安価な支柱をユニットバスに固定して設置することができた。またユニットバス含め家屋に損傷を与えることなく設置が可能だった。

#### 今後の展望

さらに更衣・入浴動作の判別について解析をすすめ、安定した条件でより高い判別率で判別を可能とする条件を見いだす。また、在宅や施設へ設置するフィールドシステムを具体的に検討し、高齢者や障がい者を対象とした評価試験の準備を進める。それらの知見をまとめ、高齢者世帯の生活見守り、緊急通報システムへの製品化への展開を進める。