

起床動作検知システムにおける 濃淡正規化手法を用いた画像前処理方法の提案と有効性の確認

人工知能研究室

王鞍 隆之

1. はじめに

近年、高齢者のベッドからの転落事故が増加しており、介護士による24時間の介護が必要であるが、長時間の介護は困難である。そこで本研究では、介護士の負担軽減を目的とし、撮像画像を用いて高齢者のベッドでの動作を検知する起床動作検知システムの研究を行っている。そして、検知には人間の多様な動作に対応するため、非線形識別能力を有し、汎化能力に優れたNeuralNetwork(NN)を用いる[1]。

本論文では、まずシステムの構成を述べる。次に、これまでの研究より、撮像画像の輝度変動が、検知成功率に影響を与えることが判明したため、輝度の異なる画像の解析を行う。解析結果より、濃淡正規化手法を用いた画像前処理方法の提案を行う。最後に、提案方法でのシミュレーションおよび、実機での検知性能確認実験を行う。

2. システム概要

図1に本システムの撮像環境を示す。本システムは、カメラ部およびPersonal Computerを格納した台座部で構成されている。検知対象者のベッド上での行動を実験筐体上部のWEBカメラで撮像し、撮像画像5枚より作成したNN入力値をNNに入力し、検知を行う。

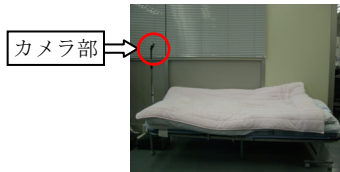


図1 起床動作検知システムの撮像環境

3. 明るさの異なる画像の解析と画像処理の改良

これまでの研究より、実際の医療現場で撮像した臨床画像を用いて実験を行った場合、検知成功率の低下を確認した。原因として、画像の輝度変動が影響していると考えられたため、研究室内画像および臨床画像を用いて、撮像画像の輝度変動が本システムに与える影響を解析する。解析に用いる検知対象者の行動パターンは、検知対象者がベッド中央付近で寝ている「安全行動」および、検知対象者がベッドから出ようとしている「危険行動」と定義された2パターンのうち、今回は「安全行動」を用いる。解析結果を表1に示す。解析の結果、画像の平均輝度値が異なる場合、検知対象領域の輝度範囲に差異が生じることを確認した。そこで、輝度変動の影響軽減のため、濃淡ヒストグラムの輝度分布を均等に变化させる濃淡正規化手法を提案する。そして、提案手法の有効性確認のため、再度解析を行う。解析結果を表2に示す。

表2より、各画像における平均輝度値が同程度の値になり、検知対象領域の輝度範囲の差異も軽減された。よって、提案手法は有効であると考えられる。

表1 濃淡正規化前の各画像の平均輝度値および検知対象領域

	研究室内画像と同程度の輝度の臨床画像	研究室内画像より輝度の低い臨床画像	研究室内画像より輝度の高い臨床画像
平均輝度値(0-255)	91	23	189
検知対象領域(0-255)	60-90	10-30	190-220

表2 濃淡正規化後の各画像の平均輝度値および検知対象領域

	研究室内画像と同程度の輝度の臨床画像	研究室内画像より輝度の低い臨床画像	研究室内画像より輝度の高い臨床画像
平均輝度値(0-255)	128	130	129
検知対象領域(0-255)	90-130	110-170	100-130

4. 研究室内画像を用いた提案手法の有効性確認実験

提案手法を加えた画像前処理方法の有効性確認のためシミュレーションを行う。実験条件として、検知対象者は男性2名、検知対象者の行動パターンは「安全行動」、「危険行動」とする。また、検知に用いる画像を5枚で1セットとする。部屋の照明およびカメラの露光設定の変更により、任意に輝度の異なる画像の撮像を行う。実験方法として、撮像画像を各露光の段階毎に組分けし、平均輝度値が最大の組(247.45)から最小の組(8.30)を含む9組を選出する。9組のうち、平均輝度値(125.79)の撮像画像20セットを学習に用い、残り8組の撮像画像80セットで評価を行う。結果を表3に示す。

表3 シミュレーション結果

	「安全行動」 (成功数/検知回数)	「危険行動」 (成功数/検知回数)	平均 (成功数/検知回数)
従来方法	100.00% (80/80)	38.75% (31/80)	69.38% (111/160)
提案方法	91.25% (73/80)	95.00% (76/80)	93.13% (149/160)

表3より、従来手法による平均検知成功率69.38%に比べ、提案手法追加後では93.13%に向上しことから有効であると判断する。そこで、提案手法を導入した実機における検知性能確認実験を行う。実験条件はシミュレーション同様とする。1分間、毎秒1回の検知を行い、10回中6回以上「危険行動」を検出した場合アラームを出力する。「危険行動」の検知は、検知対象者が1分間「危険行動」を行い、アラームを出力した場合を検知成功とする。「安全行動」の検知は、検知対象者が1分間「安全行動」を行い、アラームを出力しなかった場合を検知成功とする。実験回数は、各パターンにつき検知開始から成否判定の終了までを1回とし、平均輝度値最大の組(223.78)から最小の組(2.23)を含む7組に対して30回ずつ実施する。実験結果を表4に示す。

表4 実機での実験結果

検知パターン	「安全行動」	「危険行動」	平均
検知成功率 (成功数/検知回数)	97.62% (205/210)	91.43% (192/210)	94.52% (397/420)

表4より、平均検知成功率は94.52%を示し、実機において高い検知性能を示すことを確認した。

5. まとめ

本論文では、撮像画像の輝度変動が検知成功率に影響を与える問題を解決するため、まず、撮像画像の輝度に関する解析を行った。結果、平均輝度値が高いまたは低い撮像画像において、検知対象領域の輝度範囲に差異が生じ、検知成功率が低下することが判明した。そこで、画像の輝度分布の偏りを均等に分布させる濃淡正規化手法を用い、再度解析を行った。その結果、平均輝度値が高いまたは低い撮像画像において、検知対象領域の輝度範囲の差異が軽減された。次に、提案手法追加後の画像前処理方法の有効性確認のため、輝度が異なる画像を用いてシミュレーションを行った。実験結果より、高い平均検知成功率を示した。最後に、提案手法を導入した場合の実機における検知性能検証実験を行った。平均検知成功率は94.52%となり、実機での検知において高い検知成功率を示した。このことから濃淡正規化手法を用いた画像前処理方法は有効であると確認された。

文献

- [1] 王鞍隆之, 竹田史章, “起床動作検知システムにおける臨床画像に対する検知実験と輝度の解析”, 第53回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集, p79-p80, 2009