

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：17104

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23601014

研究課題名(和文) 児童福祉施設における画像技術を用いた行動予測安全システムの構築

研究課題名(英文) Development of predictive safety system for child welfare facility based on behavior analysis by image technology

研究代表者

花沢 明俊 (Hanazawa, Akitoshi)

九州工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：10280588

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：子供の危険行動検出を行うためのシステム構築に必要な、画像処理に関する基礎技術の開発と、行動検出技術開発を行った。主な開発項目は、(1)人物検出(2)子供の歩行解析(3)赤外線測距センサーによる人物の行動検出の3項目である。(1)の人物検出では、検出の精度及び速度の向上に取り組んだ。(2)子供の歩行解析においては、障害物乗り越えなどの状況において出現する、子供の特徴的な歩行パターンについて解析し、良好な判別結果を得た。(3)赤外線測距センサーによる人物の行動検出については、部屋の中での人物の位置や姿勢検出の基礎的な研究を行い、主に頭部検出の精度を上げることによる精度向上を行った。

研究成果の概要(英文)：We developed basic elemental image technology and behavior detection technology, which are necessary for the construction of the system that detects children's dangerous behaviors. Followings were developed mainly. (1) human detection. (2) children's gait analysis. (3) human behavior detection by infra-red depth image sensor. (1) For human detection, we tried to improve accuracy and speed of detection. (2) For children's gait analysis, we investigated differences in gait pattern between children and adults when they walk over obstacles, and we found several features that can be used to distinguish children from adults. (3) For human behavior detection by infra-red depth image sensor, we developed technology to detect the position and posture of a human in a room by detecting the position of human head.

研究分野：時限

科研費の分科・細目：子ども学(子ども環境学)

キーワード：画像処理 行動検出 年齢識別 人物検出 安全システム

1. 研究開始当初の背景

近年の1歳から4歳および5歳から9歳までの子供の死亡原因としては、「不慮の事故」が各年度1位または2位となっており、転倒などによる怪我まで含めると、子供の事故件数は膨大と考えられる。これは、家庭内においてももちろん大きな問題であるが、数多くの子供を預かる幼稚園や保育所などの児童福祉施設においては、保育士の人手不足などの問題と相まって、運営上の大きな問題となっている。児童福祉施設が抱える様々な問題の解決に対し、先端技術からのアプローチを行うこと、特に安全面での育児・保育サポートは、直接的・間接的に社会全体の少子化問題解決の一助となるものであると考えられる。

2. 研究の目的

保育所などの児童福祉施設では、侵入者への対策や、児童の安全確保を目的として、監視カメラの導入が進んでいる。しかし、カメラ映像の利用は、記録保存を主目的としており、常に映像を監視する人員は置かれていない。そのため、外部からの侵入者に対する抑止効果はあるが、児童の所外への逸脱や、危険箇所への立ち入り、かみつきなどの問題行動といったトラブルに対しては、カメラ映像を用いた事後の検証は可能でも、事前の対応は不可能である。コンピュータによる画像監視技術においては、これらのトラブルが起こった時点で検出を行い、職員へ通知することが可能である。更に、トラブルの検出事例を積み重ねることにより、そのトラブルが起こる直前の児童の行動パターンからトラブルを予測し、職員に注意を促すことが可能と考えられる。本研究では、画像データから子どもの行動予測を行い、児童福祉施設における子どもの危険行動を自動検出および予測し、事故を未然に防ぐことを目的とした安全システムの研究開発を行うこととした。

児童福祉施設における事故防止に焦点を絞ると、機能面では、年齢推定と動作認識が必要となる。特に、既存の監視カメラシステムを利用した安価なシステム構築を考えると、低解像度で高所から撮影した監視カメラ映像における人物の年齢推定・動作認識を行う必要がある。これらを開発し、児童の施設外への逸脱や危険区域への立ち入り、問題行動を検出・予測するシステムを構築する。さらに、近年の汎用化による価格低下や性能向上によって利用可能となっている赤外線測距センサーを用いることにより、子供の位置や行動の検出が可能となることから、測距センサーの利用について検討・開発を行った。

3. 研究の方法

子どもの行動を対象とし、基本的に職員や保護者等の成人は除外するため、監視カメラ画像での年齢推定が必須である。歩行時の動作特徴である歩容による年齢推定技術の開発

を行う。また、位置が固定された監視カメラでは、身長の推定も容易に行えるため、これらの情報を総合して人物の年齢推定アルゴリズムを開発する。

人物検出、年齢推定および人物領域での動き情報解析によって、行動検出が可能となる。子どもが施設外へ迷い出たり、危険箇所へ迷い込んだり、かみつきなどの危険行動検出において、人物領域の動き情報を定量化し、行動の識別を行う。

建物や特定の部屋の出入口に接地した監視カメラによる撮影では、人物検出は比較的容易と考えられるが、赤外線測距センサーについては、通常のカメラ画像では検出困難な場面での利用が考えられる。対象としたのは、児童福祉施設で大きな部屋に多数の子供が集められて行うレクリエーションや延長保育の場面で、子供がどこにいるか、どのような行動をとっているかの検出である。これは、後ろ向きや座ったりしゃがんでいる人物の検出を行う必要があるため、通常のカメラでは非常に困難な課題となる。本研究では赤外線測距センサーによる頭部の3次元データを用いた人物位置検出によって、部屋の中でのこどもの位置を特定することを試みた。この技術では、同時に頭部の床からの高さも計測できるため、子供が立っているか、座っているかが判別可能である。また、位置変化の時系列情報により、止まっているか、歩いているか、走り回っているか、といった行動識別が可能となる。特に、段差などの存在する危険箇所でも走り回っている子供がいるか否かなどの検出に利用可能と考えられる。

4. 研究成果

子供の危険行動検出を行うためのシステム構築に必要な、画像処理に関する基礎技術の開発と、データ像の収集による行動解析および行動検出技術開発を行った。主な開発項目は、(1)人物検出(2)子供の歩行解析(3)赤外線測距センサーによる人物の行動検出の3項目である。

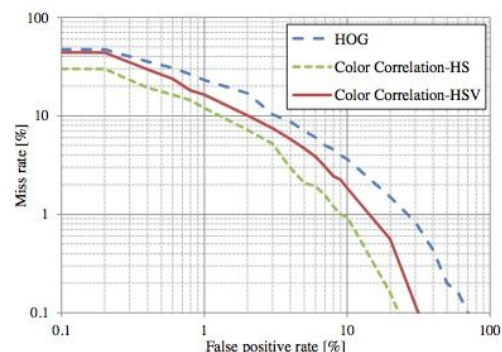


図1：人物識別性能の向上

(1)人物検出においては、検出の精度及び速度の向上に取り組んだ。検出精度は、人物検出用の画像認識アルゴリズムであるHOG特

徴とブースティング学習を組み合わせた手法に、あらたに局所色相関に基づいた独自の画像特徴量を導入し、検出精度向上に成功した。この成果は、国内研究会および査読付き国際学会・論文雑誌において発表した。



図 2：人物画像例

図 1 は、人物検出の性能について、従来手法である HOG と色局所相関を用いた手法を比較したものである。曲線が左下にあるほど識別性能が高く、我々の開発した 2 種類の手法(赤線と緑点線)はいずれも従来手法(青点線)より、識別性能が向上していることがわかる。識別実験に用いた画像では、図 2 のような背景と人物の色が近い場合、背景が複雑な場合などで従来手法で人物検出ができていない場合でも、色局所相関を用いた手法では、正しく人物検出を行うことができた。

(2) 子供の歩行解析においては、障害物乗り越えなどの状況において出現する、子供の特徴的な歩行パターンについて解析し、良好な判別結果を得た。研究成果は、学会等での発表を準備するとともに、倉庫など子供の立ち入り禁止場所への侵入防止システムへの発展・実用化研究を行っている。

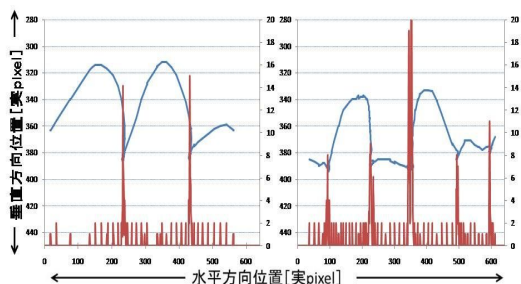


図 3：大人と子供の足首の軌道と接地時間

図 3 では、2 つ連続で障害物を越える際の大人と子供の足首の軌道および接地時間を表している。左側は大人データ、右側は子供のデータで、青色の線グラフは足首の高さの時間的変化、赤い棒グラフは高いほど接地時間が長いことを表している。両者を比較すると、大人は 2 つの障害物を連続的に乗り越えているため、障害物を乗り越えるための大きな山が 2 つ連続しているが、子供の場合は、1 つ目の障害物と、2 つ目の障害物の間で大人よりも 1 歩余計に歩いているため、2 つの障害物を乗り越えるための大きな山の間に、低い山が 1 つ存在する。このように、障害物乗り越え時には、足首の軌道に大人と子供ではっきりとした差が生まれるため、足首の軌

道データに基づいた判別分析や機械学習を用いた大人と子供の識別では、100%近い識別率を得た。図 4 は、縦軸を機会学習、横軸を判別分析とし、足首軌道の特徴量による識別率の関係を、障害物間隔 30cm、45cm、60cm、90cm について示している。グラフ中のマークの色の違いは、障害物の高さの違いであり、黄色、青色、緑色、赤色はそれぞれ、5cm、10cm、15cm、20cm を示している。同じ色のマークが複数あるのは、どの歩数から特徴量を計算しているかの違いによる。機械学習と判別分析による識別結果は高い相関を示し、どちらの識別によっても 100%近い識別率となる特徴量が存在することがわかる。このような結果から、児童福祉施設において、危険箇所の入り口等に障害物を設け、同時に監視カメラ・画像解析システムを設置することにより、大人の立ち入りと子供の立ち入りを識別し、警告を発するシステムを構築可能と考えられる。

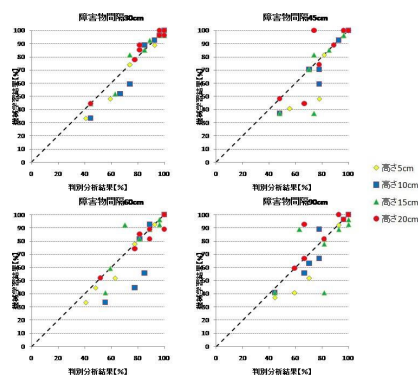


図 4：判別分析と機械学習による識別率

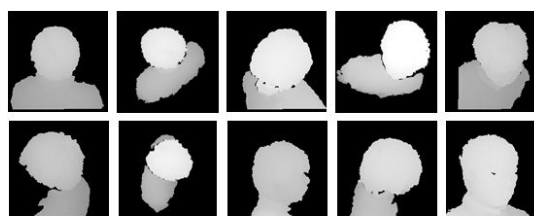


図 5：頭部の深度画像

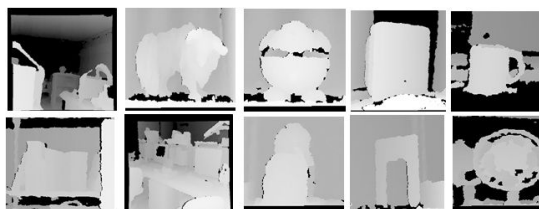


図 6：非頭部の深度画像

(3) 赤外線測距センサーによる人物の行動検出については、部屋の中での人物の位置や姿勢検出の基礎的な研究を行い、主に頭部検出の精度を上げることによる、部屋の中での位置検出の精度向上を行った。図 5、図 6 は、頭部検出の機械学習に用いた学習用の画像である。これらの画像について、

人物検出と同様の HOG 特徴量計算および AdaBoost による機械学習を行い、通常のカメラ画像による頭部検出よりも高い精度での検出を可能とした。これにより、人物が部屋のどの位置にいるか、寝ているか座っているか立っているかの識別が可能となった。このような技術は、児童福祉施設においては、延長保育時など、大きな部屋で沢山の子供がそれぞれの遊びを行っている際に、特に段差などのある場所で走り回っている子供がいな
いかなど、危険と考えられる行動の検出に
応用可能である。

今後は、これらの技術について、児童福祉施設における自己防止への実用化の検討を行って行く予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

Ryo Matsumura, Akitoshi Hanazawa, Human Detection by Boosting-Based Co-occurrence of HOG and Color Features, ECTI Transactions on Computer and Information Technology, vol. 5, 2011, 10-14 査読有り

[学会発表](計 8 件)

Ryo Matsumura, Akitoshi Hanazawa, Gradient Orientation Histogram applied on Local Color Correlation distributions improves Human Detection, International Workshop on Advanced Image Technology 2014 (2014 年 1 月 7 日、バンコク・タイ)

Shohei Iwamoto, Akitoshi Hanazawa, Combinational Use of Two Different Normalization Methods Improves Accuracy of Human Detection Based on Shape-Based Features, International Workshop on Advanced Image Technology 2013 (2013 年 1 月 8 日、名古屋)

Ryo Matsumura, Akitoshi Hanazawa, Human Detection by Gradient Orientation Histogram applied on Local Color Correlation Distributions, International Workshop on Advanced Image Technology 2013 (2013 年 1 月 8 日、名古屋)

岩元 翔平, 花沢 明俊, 形状特徴による画像中の人物検出における特徴量の正規化手法の検討, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会 (2012 年 10 月 4 日、北九州)

松村 遼, 花沢 明俊, 局所的色相関分布に対する勾配方向ヒストグラムによる人物検出, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会 (2012 年 10 月 4 日、北九州)

Yukinari Toyota, Akitoshi Hanazawa, A Computational Model of Speed Tuned Motion Detectors in Early Visual Cortex, International Workshop on Advanced Image Technology 2012 (2012 年 1 月 10 日、ホーチミン・ベトナム)

Hidenori Matsui, Akitoshi Hanazawa, Introduction of Spatial Limitation to Human Detection by Co-occurrence with Shape and Color Self-Similarity Features, International Workshop on Advanced Image Technology 2012 (2012 年 1 月 10 日、ホーチミン・ベトナム)

松井大徳, 花沢明俊, 形状と色類似特徴の共起による人物検出における空間的制限の導入, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会 (2011 年 10 月 20 日、福岡)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

花沢 明俊 (HANAZAWA, Akitoshi)
九州工業大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号: 10280588