

輝度分布センサを用いた日常生活での行動識別 Daily Behavior Recognition from Brightness Distribution

島吉 翔太[†]岡村 瞬[‡]梶原 祐輔[†]島川 博光[†]

Shota Shimayoshi

Shun Okamura

Yusuke Kajiwara

Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

近年、少子高齢化の進行により要介護高齢者の増加が問題となっている。高齢者が要介護状態に陥る原因として、身体機能や自立度が低下することが考えられ、それらが病気や認知症につながる。この問題を防ぐには、身体機能や自立度が低下する原因となる日常生活の乱れを早期に発見し改善する必要がある。しかし、独居高齢者の増加や介護福祉士の不足から、高齢者の日常生活の状態を常に把握し、変化を見つけることは困難である。本研究では輝度分布を用いて、プライバシーを保護したうえで、低コストでの生活行動の識別を実現する。

2. 既存の見守りシステム

高齢者の日常生活を把握できないという問題を解決するために、家庭内での生活行動を自動で見守るシステムが提案されている。家庭内での生活行動を自動で見守るシステムとして、家庭にカメラを設置して行動を認識するシステム [1] が提案されている。このシステムの問題点は、カメラで監視しているためプライバシーが保護されていないことである。このプライバシー保護の問題に対する手法として、超音波センサを用いた手法 [2] がある。超音波センサはデータ取得範囲が直線的であるため狭く、行動を認識するためには壁一面に敷き詰めるほどの数のセンサを設置する必要がある。そのため、多くのコストがかかり、壁付近に物を置くこともできないので家具の設置などを考慮すると、現実的なシステムではない。

3. 輝度分布からの行動認識

3.1 行動認識手法

本論文では、輝度分布センサから取得した輝度のみという少ない情報量から生活行動を識別する手法を提案する。図1に本手法の全体概要図を示す。本手法では大きく分けて学習フェーズと認識フェーズに分かれている。学習フェーズで分類器を作り、認識フェーズでこの分類器を用いて生活行動を識別する。本手法では生活行動を認識したい場所に輝度分布センサを、その視野が直行す

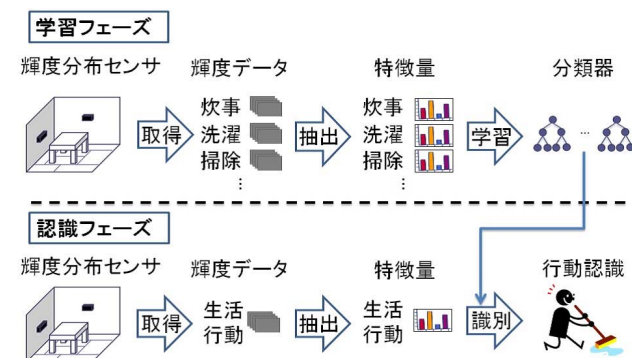


図1: 手法概要図

[†]立命館大学情報理工学部

[‡]立命館大学大学院情報理工学研究科

るように2個設置する。これらの2個の輝度分布センサが各生活行動の輝度データを取得する。2個設置することで、各生活行動が実施された位置を2次元で把握できる。輝度データとは、輝度分布センサで取得する輝度のみの動画を解析するさいに用いる静止画である。取得した輝度データから各生活行動の局所特徴量の分布をヒストグラムで表現し、各生活行動の特徴量を抽出する。各生活行動の特徴量をトレーニングデータとし、RandomForestを用いて分類器を作る。認識フェーズでこの分類器を用いて実際の生活行動を識別する。また、生活行動を正確に認識することで、自立度低下の尺度となる生活行動の実施度合を測定できる。

3.2 輝度分布センサ

図2は輝度分布センサ [3] で取得した輝度データの例である。この輝度データは、輝度情報だけでなく微量な彩度情報も含まれている。この彩度情報は解析の際のノイズでしかない。そのため、彩度情報を無くすためグレースケール化する。取得された輝度データの縦軸の値は同一であるため、この輝度データは2次元である必要がない。そこで、縦軸と横軸の2次元の輝度データを横軸のみの1次元の輝度データに変換する。横軸の値に縦軸の値の中央値を用いて1次元の輝度データに変換する。輝度分布センサは輝度値のみであるため取得する情報量が少なく、目視で個人を特定することができない。よって、対象者のプライバシーは保護される。また、解析にかかる時間やメモリ量も少ないので、小さな計算機上で実現可能である。メモリが小さくなると消費電力も小さくなり、電池交換の間隔が長く、メンテナンスが楽になる。ゆえに輝度分布センサはプライバシーを保護し、広範囲の輝度を取得するだけでなく、省スペースでの設置や低コストで見守りシステムを実現可能である。

3.3 局所特徴のクラスタリング

画像から物体を認識する方法として、画像内の局所特徴の集合から画像の特徴量を抽出する方法が多く用いられている。そこで本手法では各生活行動の特徴量を抽出するために、生活行動ごとに1次元化した輝度データから3つの局所特徴を抽出する。3つの局所特徴として、背景差分値・空間差分値・時間差分値の3つを用いる。3つの局所特徴を図3に示す。この3つの局所特徴は、1次元化された輝度データから取得できうる局所特徴のすべてである。背景差分値とは、センサ範囲内で人が活動



図2: 輝度データ

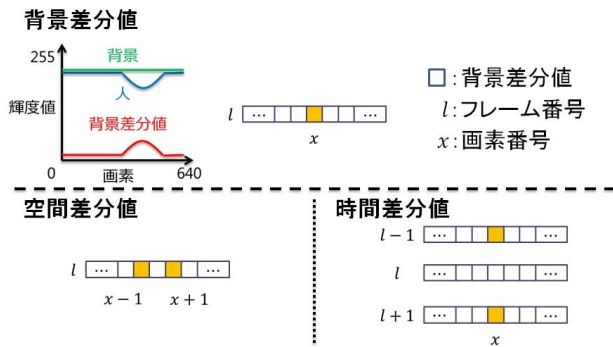


図3: 局所特徴

しているときの輝度値と、背景の輝度値の差分をとった値であり、人の存在有無の特徴を示す。この背景差分値を基にして、空間差分値と時間差分値を得る。空間差分値とは、前後の画素間で背景差分値の差分をとった値であり、人が存在する位置と存在しない位置との境界の特徴を示す。時間差分値とは、前後のフレーム間で背景差分値の差分をとった値であり、人の動作特徴を示す。この3つの局所特徴量を3軸として、3次元空間に点をプロットする。しかし、局所特徴量はデータが多すぎて扱いづらいため、k-meansを用いて3次元空間上の値を25個のクラスに分割することで量子化する。X軸がこの25個のクラスで、Y軸が各クラスに含まれる点の個数としたヒストグラムを構築し、このヒストグラムを各生活行動の特徴量とする。

3.4 ヒストグラムによる学習と認識

本手法では局所特徴量のヒストグラムを各生活行動の特徴量とする。しかし、このヒストグラムは局所特徴の点の分布を表現しており、センサ範囲内のどの位置で対象者が生活行動しているのかという情報は考慮されていない。例えば、輝度分布センサのデータ取得範囲内において、範囲の半分より右側で対象者が生活行動したり、範囲全体で対象者が生活行動することが考えられる。このことから、輝度分布センサのデータ取得範囲内において、どの位置で対象者が生活行動しているかも重要である。そこで、輝度データを等分することで、対象者の生活行動している位置情報を付加する。図4のように、等分した輝度データそれぞれに対して、再びヒストグラムを構築する。本手法では同じ輝度データから、等分していない状態で構築したヒストグラム1つと、2等分して構築したヒストグラム2つと、3等分して構築したヒストグラム3つの計6つのヒストグラムを1つの生活行動に対する特徴量とする。これにより、1次元化された輝度データから取得できる局所特徴をすべて抽出し、対象者の生活行動している位置も考慮した特徴抽出ができる。

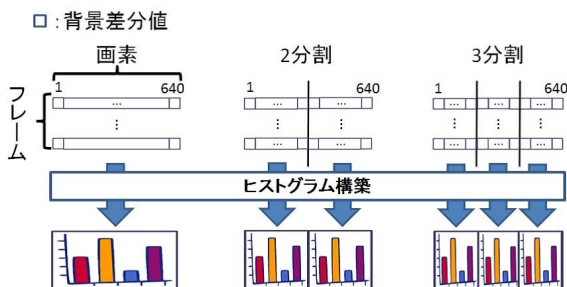


図4: 輝度データの等分

各生活行動を識別するためにこの6つのヒストグラムの形を、機械学習アルゴリズムである RandomForest を用いて分類する。学習フェーズにおいて RandomForest が、生活行動を識別するためのトレーニングデータとして必要な生活行動のヒストグラムを学習して、分類器を作る。認識フェーズにおいて、この分類器に実際の生活行動のヒストグラムを入力することで、各生活行動を識別する。機械学習することで、6つのヒストグラムのパターンから各生活行動を識別できる。

4. 実験

4.1 実験目的と実験方法

本実験では、さまざまな生活行動を識別できるのかどうかを検証する。20代男性6名・女性1名を被験者とし、指定する生活行動を20秒で1回として20回ずつ行う。押入れとベランダが存在する部屋を想定して、被験者が布団をたたむ・タオルを2枚たたむ・布団を敷く・タオルを2枚干す・掃除機をかける・歩く、という6種類の行動を行う。キッチンでは、布巾で拭く・冷蔵庫を開けに行く動作を2往復する・掃除機をかける・手を洗う・食器を3個すすぐ、という5種類の行動を行う。玄関では、箒で掃く・ドアを開けて外に出る・ドアを開けて外から入る・靴を4足揃える、という4種類の行動を行う。

4.2 実験結果

少ない被験者で汎化性能を調査するため、全員がテストデータとなるように識別を繰り返し、識別結果を合計したものからF値を算出する。部屋に関するF値は、布団をたたむが0.986・タオルを2枚たたむが0.836・布団を敷くが0.982・タオルを2枚干すが0.810・掃除機をかけるが0.917・歩くが0.881となった。キッチンに関するF値は、布巾で拭くが0.899・冷蔵庫を開けに行く動作を2往復するが0.996・掃除機をかけるが0.971・手を洗うが0.691・食器を3個すすぐが0.822となった。玄関に関するF値は、箒で掃くが0.912・ドアを開けて外に出るが0.917・ドアを開けて外から入るが0.964・靴を4足揃えるが1となった。結果から、3か所すべてで複数の行動を高いF値で識別できた。

5. おわりに

高齢者の生活行動を高い識別率で認識できたが、丁寧さなどの生活に対する意欲を判断できていない。今後としては、各行動の丁寧さを定量的に評価することで、生活意欲を判断することを考える。

参考文献

- [1] 青木茂樹, 岩井嘉男, 大西正輝, 小島篤博, 福永邦雄, "人物の位置・姿勢に注目した行動パターンの学習・認識と非日常状態検出への応用," 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J87-D-II, No. 5, pp. 1083-1093, 2004.
- [2] 本村陽一, "ベイジアンネットワークによる日常生活行動モデリング," 電子情報通信学会誌, Vol. 93, No. 9, pp. 774-778, 2010.
- [3] Shota Nakashima, Yuhki Kitazono, Lifeng Zhang, Seiichi Serikawa, "Development of privacy-preserving sensor for person detection," Procedia Social and Behavioral Science 2 (2010) 213-217