

個人の生活環境に対応した生活動作の丁寧さ度合い判定 Figuring Out Conscientious Degree in Housework in Individual Living Environment

島吉 翔太[†]
Shota Shimayoshi

梶原 祐輔[‡]
Yusuke Kajiwara

島川 博光[‡]
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

少子高齢化が進行するなか、周囲の人々が気づかないうちに高齢者の生活意欲が低下し、要介護状態に陥ることが懸念されている。そのため、独居老人が要介護状態に陥ることを防止する必要がある。そこで我々は、家庭での手段的日常生活動作 (IADL) を自動認識することを提案する。IADL とは掃除や調理など生活の質を向上させる動作を指す。その実施様態の計測は、生活意欲の評価に有効である。本研究では、生活意欲の低下を見つけるために、IADL 実施時の丁寧さを、さまざまな生活環境で判定する。家庭によって間取りや家具の配置が異なるため、生活環境ごとに丁寧さの指標となる教師信号を用意することは難しい。本手法では教師なし学習を用いて丁寧さの変化を認識する。本手法により、高齢者の変化を早期発見し、要介護状態に陥る前に対処できる。

2. 独居老人の見守りシステム

高齢者の生活意欲を維持するために、家庭内での IADL の実施を自動認識する研究が存在する [1]。これらは、高齢者が自立時に実施できる動作の頻度を長期的に取得し、高齢者が要介護状態に陥ったことを検知する。しかし、要介護状態に陥ったことを検知した場合、動作する能力が失われている可能性があり、改善が困難になる。一方、高齢者が要介護状態に陥ることを防止を目的として、IADL の丁寧さを判定する手法が提案されている [2]。プライバシー保護のため、レンズの構造上取得できる映像の情報量が少ない輝度分布センサを用いている [3]。また、教師あり学習を用い、机の下や部屋の隅など、生活環境のなかで丁寧さの指標となる位置情報を、あらかじめ学習させておくことで丁寧さを判定できる。しかし、生活環境は間取りや家具の配置などが個人ごとに異なるため、即座に実環境へ適応することが困難である。

3. 環境に対応した生活動作の丁寧さ判定

3.1 輝度分布センサを用いた判定

介護が必要となる予兆を検知するため生活動作の丁寧さに着目する。本手法の概要を図 1 に示す。まず、輝度分布センサを 2 個設置した空間で、高齢者の動きをあらゆる動線を取得し、動作地点の特徴を抽出する。掃除動作の場合、掃除しやすい容易な地点と、掃除しづらい困難な地点がある。各地点においても複数のパターンが存在する。各パターンの特徴を抽出し地点の滞留時間を判定することで、生活するなかでの丁寧さの変化を取得できる。容易な地点の集合を $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_m\}$ 、困難な地点の集合を $D = \{d_1, d_2, d_3, \dots, d_n\}$ とする。丁寧さは各地点の満たすべき滞留時間に対する実際の滞留時間 T を足し合わせることで判定する。また、容易な地点と困難な地点で重みを変え、丁寧さ度合いを取得す

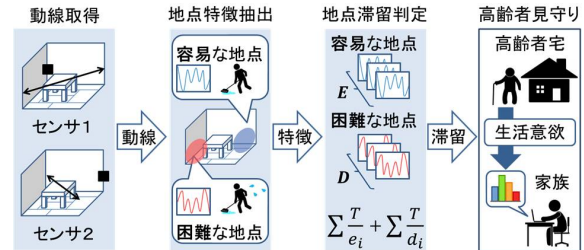


図 1: 丁寧さ判定の流れ

る。丁寧さの変化を取得できれば、家族や介護福祉士が高齢者の生活状況を遠隔で見守ることに役立てられる。

3.2 背景差分による動線取得

輝度分布センサはカメラと同等の視野角を持ち、垂直方向の輝度値を集光するため、水平方向 1 次元の輝度値を取得する。取得した輝度値に背景差分を適用し、ユーザの位置を取得する。背景差分を用いることで、ユーザが視野に映っているときの輝度値と、背景の輝度値との差分をとり、ユーザが存在する地点の輝度値のみを取得できる。また、体幹は垂直方向の面積が最も大きく、水平方向のデータとして取得するとき、背景差分値が最大となる。最大値をあらゆる地点を 2 個の輝度分布センサから取得することで、ユーザの位置を 2 次元の情報として取得できる。この位置を時間的に連続なデータとして取得することで、動線を取得できる。

3.3 HMM による地点特徴抽出

複数地点の特徴を抽出するために隠れマルコフモデル (HMM) を用いる。HMM は、時間的に連続である非定常な複合的な動作を複数の定常状態からなる単純な動作に分解できる。本手法は、2 個の輝度分布センサから取得した 2 次元の動作から状態遷移行列を作成する。この状態遷移行列はある地点の単純な動作の遷移をあらわし、ある時間窓内の状態遷移行列は単純動作からなる複合動作をあらわしている。この時間窓を動作の開始から終了までスライドさせ、動作した地点の複合動作を抽出する。

3.4 SOM による地点滞留判定

複数の地点における滞留を判定するために、自己組織化マップ (SOM) を用いる。教師なし学習に基づく SOM では、あらかじめ丁寧さの指標となる地点を学習させておく必要がないため、環境に応じたクラスタリングが可能である。また、各地点での動作は複合的なもので、障害物の下を掃除する動作に例えると、障害物の前に行く動きと、障害物の下での動きが関係している。そのため、HMM を適用後に取得した時間窓内の状態遷移行列に対して、SOM を適用することで、複合動作の種類を分類できる。また、クラスタリング結果から複合動作を行ったさいの滞留時間を取得できる。各地点で到達すべき滞留時間を満たしているかどうかで、丁寧さの変化を認識できる。

[†]立命館大学大学院情報理工学専攻

[‡]立命館大学情報理工学部

表 1: 各状態の平均値と標準偏差

	sensor1		sensor2	
	mean	sd	mean	sd
state1	220.793	97.884	96.318	40.555
state2	398.044	162.483	508.273	2.976
state3	379.556	123.512	426.381	10.045
state4	291.179	117.339	539.032	29.871
state5	512.213	57.079	136.428	41.913
state6	251.146	36.363	116.497	9.280

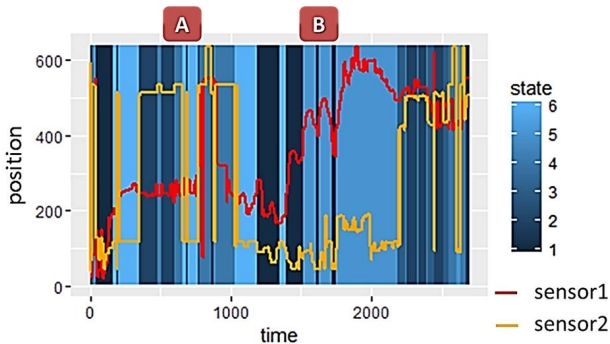


図 2: 動線と状態遷移図

4. 丁寧さ判定評価実験

4.1 実験目的と方法

本手法の有効性を実験で検証する。使用する輝度分布センサは、横幅が 640pixels, フレームレートが 30fps でデータを取得する。本実験では掃除動作に着目し、10 畳の部屋に設置された 2 個の座布団を丁寧さの指標とする。座布団は A 地点・B 地点を指定し、(センサ 1, センサ 2) から取得する位置はそれぞれ (250, 320), (100, 400) を示す。被験者は 1 名で、座布団の下を掃除する動作と、座布団の下を掃除しない動作をそれぞれ 1 分 30 秒で 3 回ずつ実施する。地点での動作特徴を抽出するさいの時間窓は、100 フレームの幅に設定する。取得したデータを用いて、SOM の出力層にプロットされる点の分布で丁寧さを判定する。

4.2 実験結果と考察

HMM 適用後の各状態の平均値と標準偏差を表 1 に示す。2 個のセンサから取得した動線と、HMM 適用後の状態遷移の例を図 2 に示す。図 2 は座布団の下を掃除しているときのデータをあらわし、状態数は AIC と BIC をもとにして、6 に決定した。図に示す A 地点と B 地点は座布団の下を掃除しているときで、A 地点は状態 2・4・6 の遷移をあらわし、B 地点は状態 1・5 の遷移をあらわしている。これらの状態遷移は表 1 の値をもとに、座布団の前に行く動きと、座布団の位置を掃除する動きの遷移をあらわしており、複合的な動きから座布団の下での掃除をあらわしている。SOM 適用後の出力層を図 3 と図 4 に示す。図 3 は座布団の下を掃除したときのデータをあらわし、図 4 は座布団の下を掃除しなかったときのデータをあらわす。また、動作を 3 回ずつ実施したため、3 種類の点を用いてプロットした。各点は SOM の

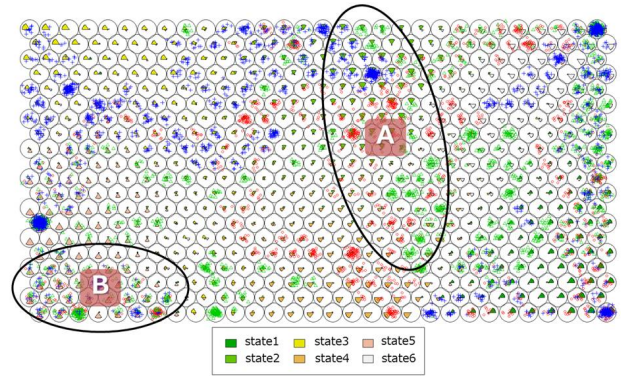


図 3: 座布団の下を掃除したときの出力層

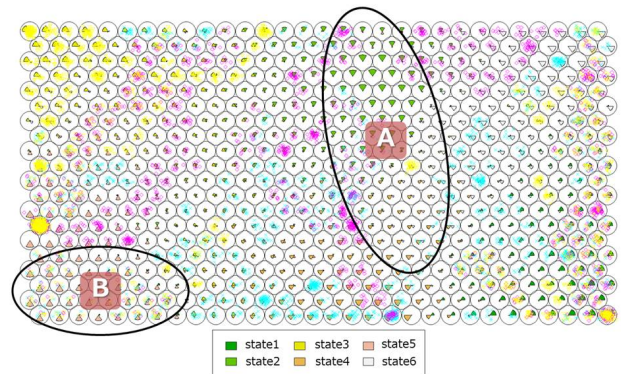


図 4: 座布団の下を掃除しなかったときの出力層

ノードにプロットされており、各状態の頻度の大きさでプロットされるノードが決定する。図 3・図 4 の A 地点・B 地点は、図 2 の A 地点・B 地点と対応しており、座布団の下を掃除しているときをあらわしている。図 3 では A 地点・B 地点に点が多くプロットされていることに対して、図 4 では A 地点・B 地点に点がほとんどプロットされていない。つまり、座布団の下を掃除したかどうか SOM の出力層に、点の分布としてあらわれる。そのため、SOM の変化から丁寧さの変化を取得できる。

5. おわりに

教師なし学習を用いた生活動作の丁寧さ判定を提案した。本手法により、丁寧さによる動作の違いが SOM の出力層にあらわれた。今後は、精度向上のため、輝度値そのものを使用することで、体幹以外の動作も取得する。

参考文献

- [1] M. L. Lee, A. K. Dey: Sensor-based observations of daily living for aging in place, Personal and Ubiquitous Computing, Vol.19, No.1, pp.27-43 (2015).
- [2] 島吉翔太, 岡村瞬, 梶原祐輔, 島川博光: 1 次元輝度分布による生活行動の認識およびその丁寧さ判定, システム制御情報学会論文誌, Vol.29, No.8 (2016).
- [3] S. Nakashima, Y. Kitazono, L. Zhang, and S. Serikawa: Development of privacy-preserving sensor for person detection, Procedia Social and Behavioral Sciences, Vol. 2, pp. 213-217 (2010).