

Kinect センサによる骨格情報と行動履歴を用いた人物特定

大谷 紀子 研究室
0932242 横尾 亮平

1. 研究の背景・目的

室内にいないときに, 室内に存在している人間を確認する手段として在室管理システムが利用されている. 在室管理システムにはカードキーやスマートフォンのアプリケーションなどを利用して入退室管理をするタイプがある. しかし, 在室管理システムはユーザに入退室管理の処理や認証をさせる必要があり, ユーザに負担がかかるうえ導入にコストがかかる. また, 室内に存在している人間を確認することができても, 居場所や行動の確認が難しい. 安価なデバイスを用いて, 人間の行動のみで室内に存在している人間の居場所や行動を特定できると現状の在室管理システムのデメリットが解消される.

本研究の目的は, 人間の骨格情報と行動履歴を利用し, 在室管理システム利用における入退室管理の処理や認証等の特別な行動をさせることなく, 室内にいる人間を特定できるシステムを提案し, 構築することである. 評価実験により本システムの有用性を示す.

2. システム概要

本システムでは, Microsoft 社が販売している安価な距離画像センサ KinectTM for Windows[®](以下 Kinect センサ)を利用する. 室内に配置し, 定点観測することで人間の骨格情報をリアルタイムに取得する. Kinect センサで取得可能な全身 20 箇所部位骨格情報のうち 12 箇所部位骨格情報の 3 次元座標を利用する. 本研究では, 人間の骨格情報と行動履歴をそれぞれ用いて人物を判別し, 両者の判別結果を組み合わせる人物を特定する. 骨格情報に基づく判別には多数決機械を利用する. 多数決機械とは線形パターンを認識可能な奇数個の線形機械から構成されるシステムである. 各線形により入力パターンを分別し, より多くの線形機械の出力となったクラスを多数決機械の出力とする. 本研究における多数決機械の入力は取得した計 36 個の骨格情報とする. 人物特定の対象となる人物 $P_1 \sim P_N$ の骨格情報を学習用データとして取得し, 各人物 $P_1 \sim P_N$ を判別するための多数決機械 $C_1 \sim C_N$ を作成する. 一定時間の観測により取得した M セットの骨格情報が表す人物を判別するときには, すべてのデータを各多数決機械に入力し, 判別結果を得る. 多数決機械 C_i により人物 P_i と判別されたデータ数を p_i とするとき, p_i/M を骨格情報に基づく人物 P_i への適合度 f_i^1 とする. 行動履歴に基づく人物の判別には, 腰の部位骨格情報の X 座標と Z 座標を使用する. X 座標が 0.1 刻みに -1~1, Z 座標が 200 刻みに 0~4000 の値を取るとすると, 位置は全部で 40 箇所となる. 各位置の人物 P_i の学習用データの数を成分とする 40 次元ベクトルを人物 P_i の行動履歴ベクトル \mathbf{v}_i とする.

観測データが表す人物を判別するときには, 観測データによる行動履歴ベクトルと, 人物 P_i の学習用データによる行動履歴ベクトルとのなす角の余弦値を行動履歴骨格情報に基づく人物 P_i への適合度 f_i^2 とする. 式(2)により人物 P_i への適合度 f_i を算出した結果, $f_1 \sim f_N$ のうち f_i が最大値をとる

場合には、 P_i を観測データが表す人物と特定する.

$$H = -\sum_{k=1}^N f_k^1 \log f_k^1 \quad (1)$$

$$f_i = \begin{cases} f_i^1 & (H < 1) \\ \frac{1}{2} \{f_i^1(2-H) + f_i^2 \cdot H\} & (1 \leq H < 2) \\ f_i^2 & (2 \leq H) \end{cases} \quad (2)$$

3. 評価実験

大学生 5 名を被験者とし、Kinect センサ 1 台で定点観測をしている室内で 1 人ずつ 3 時間行動させ、1 秒ごとに 12 箇所部位骨格情報を取得し、各人約 10800 セットのデータを用意した。各被験者のデータのうち、10 分の 9 を訓練データ、10 分の 1 をテストデータとする 10 分割クロスバリデーションにより、提案手法における人物特定の評価値を調査する。

被験者ごとの人物特定結果の 10 分割クロスバリデーションによる平均評価値を表 1 に示す。下線を引いてある箇所が正しく人物を特定できた場合の平均評価値である。正しく人物を特定できた場合が最も大きく、被験者 A~C では 0.90 以上、D~E で 0.80 以上である。他の被験者として特定された平均評価値との差が大きいため、骨格情報と行動履歴を用いた人物の特定ができていることがわかる。

表 1:各被験者の人物特定結果の評価値

		被験者				
		A	B	C	D	E
被験者の評価値	A	<u>0.9539</u>	0.7310	0.0004	0.4019	0.1387
	B	0.0134	<u>0.9201</u>	0.0039	0.2776	0.1446
	C	0	0.2394	<u>0.9936</u>	0.1220	0.1968
	D	0.0326	0.5388	0	<u>0.8425</u>	0.1381
	E	0.0010	0.2175	0.0011	0.1221	<u>0.8281</u>

4. 考察

本研究では、人間の骨格情報と行動履歴を用いての人物特定手法を提案した。しかし、評価実験の被験者 B のような評価値は、正しく人物の特定が行われているものの、他の被験者として特定された平均評価値が大きいため曖昧な出力結果となる。また、多数決機械による処理時間が大幅にかかり、現状ではリアルタイムで室内にいる人間を特定することが不可能である。リアルタイム性を重視するのであれば、処理時間が多数決機械と比べ少ないコサイン類似度の出力結果のみで処理をすべきだと考える。リアルタイム化された場合、外出先からでも室内に存在している人間を確認できるシステムを開発することで、より実用的な在室管理システムになると推測される。Kinect センサが骨格情報を取得できる範囲は限られているが、本研究では骨格情報の取得に Kinect センサを 1 台のみ使用したため、取得できない部位骨格情報がある。複数の Kinect センサで定点観測をして骨格情報を取得することで、より精度の高い人物特定システムの開発ができる。