

滞在時間計測のための時空間画像処理を用いた 人物の照合に関する検討

Person matching at the Entrance and Exit using Image Processing to Staying-Time Measurement .

○泉智¹, 香取照臣², 泉隆³

*Satoshi Izumi¹, Teruomi Katori², Takashi Izumi³

Abstract : To measure staying time at public facilities, we propose a measurement method how to match persons using a temporal-spatial image and similarity. Characteristics are colors brightness, and the similarity is calculated histogram intersection.

1. まえがき

公共の公園など、入場料が不要の自由に出入りできる場所において利用状況を把握することは、施設の有効利用や将来計画の策定等のマーケティング・人流解析の観点から重要なことであり、滞在時間を用いる研究が多くされている⁽¹⁾。しかし、利用状況を把握するための設備は導入・管理コストの問題から無料施設では受け入れられないことが多い。

本研究では、無料の施設にも防犯上の理由からカメラが設置されていることに着目し、そこからの動画像を用いて滞在時間を計測することを考える。本論文では撮影画像から、施設の利用者別の滞在時間を自動的に計測するため、時空間画像処理を用いて利用者を照合する手法を述べる。

2. 入退場における照合

〈2・1〉時空間画像処理⁽²⁾

時空間画像とは、図 1 のように t フレームからなる u - v 座標の各画像にスキャンラインを任意で定め、各画像からスキャンライン上の画素を次々と読み込むことで作成される u - t 座標の画像である。生成された時空間画像の例を図 2 に示す。

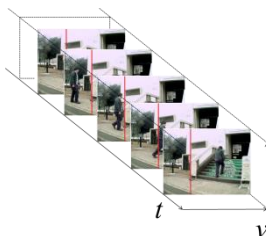


図 1.時空間画像処理

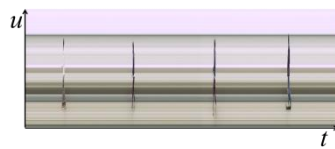


図 2.生成画像

時空間画像処理は、動画像内の背景に揺れ動く物体がある場合に影響を受けにくい。また、処理する情報量がスキャンラインのみに減少するので処理の高速

化が期待できる。

〈2・2〉色情報による判別

滞在時間計測のためには、施設の入口と出口で同一人物の照合を取ることが必要である。人物判別に用いる特徴は、出入り前後で変化がより少ないものが必要である。そこで服装に着目し、色分布を用いる。

時空間画像から得た色情報により、人物の入退場での類似度を算出し、類似度が高い組み合わせを対応付ける。類似度の算出法は多数提案されているが、本論文では *Swain* らにより提案された *Histogram Intersection*(ヒストグラム交差法)を用いて画像間の相関 HI を求める計算を行う。この場合の相関値を類似度とする。2つのヒストグラムを H_1 , H_2 として、ヒストグラム H_n の輝度 i の出現度数を $H_n[i]$ とする。N は、カメラから得られる BGR3 色の各階調値である。

類似度 HI の算出式を(1)に示す。

$$HI = \frac{\sum_{i=0}^N \min(H_1[i], H_2[i])}{\sum_{i=0}^N H_1[i]} \quad (1)$$

(1)式は比較元となるヒストグラム H_1 により正規化を行っているため、0.0 から 1.0 の間で変化し 1.0 に近いほど似ていることを意味する。正規化のための分母は入場時のヒストグラムを用いている。

3. 人物照合の方法

〈3・1〉比較対象の検出

人物の照合を行うための前処理として、時空間画像から照合の対象となる歩行者の位置を検出する。

対象を検出するための処理として、時空間画像上に動体が無い場合には時間軸に対し一様になるという特徴から縦方向のエッジ抽出を行い、特定ラインに対して走査をかけることで処理対象範囲を限定する。

〈3・2〉人物の照合

前処理により得られた時空間画像内の人物の位置付けより、範囲を限定して背景差分を行い、その人物分の輝度ヒストグラムを求める。そして、(1)式により類似度を算出する。

〈3・3〉滞在時間の算出

滞在時間は、時空間画像の片軸がフレーム数(時間)であることから、人物の照合で対応付けされた 2 つの対象の時間的關係から(2)式より算出する。

$$\text{滞在時間} = \frac{\text{退場したフレーム数} - \text{入場したフレーム数}}{\text{カメラの Frame Rate}} [\text{sec}] \quad (2)$$

4. 処理結果および考察

カメラを施設の出入口(屋外)に設置して短時間の撮影を行い、得られた動画像から本手法により 2 つのサンプルにより人物の照合を行っ



図 3. 処理画像例

た。処理に用いた画像例を図 3 に示す。

〈4・1〉比較対象の検出

動画像より比較対象の検出の過程を図 4 に示す。生成された時空間画像のエッジ画像例を(a)に、走査によって検出された部分に差分処理を行ったものを(b)に示す。



(a). エッジ画像 (b). 背景差分処理

図 4. 対象の検出

〈4・2〉人物の照合

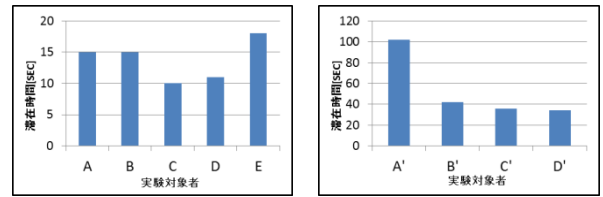
実験動画像サンプル 1(被験者 A~E), サンプル 2(被験者 A'~D')を対象として、類似度を(1)式により算出した。算出した類似度の対応を表 1, 表 2 に示し、最も値が高い組合せを用いて、算出した滞在時間を図 5 に示す。

表 1. 人物照合_サンプル 1

		退場(退場順)				
		A	B	C	D	E
入場 (入場順)	A	0.5243	0.202	0.4432	0.4887	0.4027
	B	0.336	0.6105	0.4009	0.5424	0.5254
	C	0.5211	0.3154	0.6131	0.5838	0.4576
	D	0.5108	0.3033	0.5297	0.5987	0.4679
	E	0.5565	0.338	0.509	0.555	0.6691

表 2. 人物照合_サンプル 2

		退場(順番)			
		B'	C'	D'	A'
入場(順番)	A'	0.488	0.4571	0.6601	0.6863
	B'	0.6477	0.5925	0.6436	0.5758
	C'	0.5534	0.5458	0.4985	0.4263
	D'	0.5163	0.4846	0.7299	0.6251



(a). サンプル 1_滞在時間 (b). サンプル 2_滞在時間

図 5. 滞在時間

入退場における類似度の算出においては、サンプル自体は少ないものの全員が正確に対応付けられており、色特徴による照合の有効性が確認できた。

しかし、同一の人物でも 0.70 程度での対応付けしかなされていない。これはフレームレートが低いため、時空間画像とした際の人部分の情報の復元が完全ではないことと、スキャンライン上に下半身部分が残っていることにより、図 6 の例のような足の面積が大きい状態で類似度が計算されたことが原因である。また、類似度相互の値が近いため、正確な対応とその他の分離を明確にする必要がある。



図 6. 生成された例

5. まとめ

施設における滞在時間を計測するために時空間画像処理を行い、人物の輝度情報からヒストグラム交差法を用いて類似度を求め人物の照合を行う方法を検討した。人物の照合では、色特徴による照合の有効性が確認できた。

今後の課題として、同じ色の服を着た対象者や背景に近い色情報を持つ対象者がいた場合の対処の検討、人の向き判定の自動化等を検討する必要がある。

参考文献

[1] 下畑光夫, 三樹弘之, 細野直恒, 立花茂生: "観光地での土産購入における購入率と行動指標の分析", 日本経営工学会論文誌, Vol.63, No.3, pp.173-181(2012-10)

[2] 山本正信: "時空間画像による動的 3 次元世界の理解", 電子情報通信学会誌 Vol.76, No.9, pp.948-951(1993-09)

[3] 泉智, 香取照臣, 泉隆, "滞在時間計測のための時空間画像処理を用いた入退場における人物の照合に関する検討", 電気学会電子・情報・システム部門大会 PS3-11 (2013-9)