

## 画像処理による照合を用いた滞在時間計測手法の適用 Application to Stay Time Measuring by Person Matching Using Image Processing.

○泉智<sup>1</sup>, 香取照臣<sup>2</sup>, 泉隆<sup>3</sup>  
\*Satoshi Izumi<sup>1</sup>, Teruomi Katori<sup>2</sup>, Takashi Izumi<sup>3</sup>

To measure staying time at facilities, we propose a method how to match persons using a image processing and Similarity by Histogram-Intersection. This experiment showed that matching by only the color histogram is difficult.

### 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<sup>(1)</sup>。しかし、無料施設では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自動的に計測することを検討している。

本論文では色情報を用いて複数人の通行人物に対応した、施設の利用者別の滞在時間を自動的に計測する手法を提案し、適用する。

### 2. 入退場における照合原理

#### 〈2・1〉 時空間画像処理<sup>(2)</sup>

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。

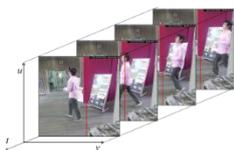


図 1.時空間画像処理



図 2.生成画像

時空間画像処理は、動画像内に一定して動く物体がある場合に影響を受けにくい。また、スキャンライン分のみの情報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、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。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)<sup>(3)</sup>を用いて画像間の相関  $HI$  を求める。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  $i$  番目を  $H_n[i]$  として、BGR 3色について各々算出する。類似度  $HI$  の算出式を(1)に示す。

(1)式は、0 から 1.0 の間で変化し 1.0 に近いほど類似していることを意味する。正規化のための分母は入退場時各々のヒストグラムを用いて計算し、照合を行う。

$$HI = \frac{\sum_{i=0}^{255} \min(H_1[i], H_2[i])}{\sum_{i=0}^{255} H_1[i]} \quad (1)$$

### 3. 人物の照合手順

#### 〈3・1〉 比較対象の検出

前処理として、比較対象を検出する。時空間画像処理は、縦にスキャンラインを決定することで、処理量を1/640に削減できる。しかし、生成される画像はフレームレートに依存し、取得できる特徴が減少するため、前述した時空間画像の特徴からエッジ抽出を行い、エッジの出現頻度によって照合する対象を検出する。

#### 〈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から、照合対象とする画像を再度読み込み、背景差分処理を行う。差分処理が行われた画像の輝度ヒストグラムを求め、(1)式により類似度を算出する。退場毎に算出値が最も高い入場時の画像の組み合わせから選出し、対応付ける。

#### 〈3・3〉 滞在時間の算出

時空間画像の片軸が時間であるから、対応付けされた

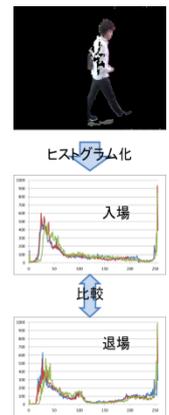


図 3.照合原理

対象の入退場時間から滞在時間を算出する。

$$\text{滞在時間} = \frac{\text{退場 Frame} - \text{入場 Frame}}{\text{Frame Rate}} [\text{sec}] \quad (2)$$

#### 4. 結果と考察

表 1 に適用データの仕様を示す。

表 1. 撮影データ仕様

画素数	480*640[pixel]
表色	RGB 各 8[bit] 256 階調(明 : 255, 暗 : 0)
Frame Rate	30[frame/sec]
撮影場所	屋内(外光の影響有)
撮影時間	1時間30分
通行人総数	164人
往復対象者	26組

##### (4.1) 比較対象の検出

処理削減のために時空間画像処理を行った結果を図 4 に、エッジ抽出した結果を図 5 に、時間軸毎のエッジの画素数を図 6 にそれぞれ示す。また、実際に処理によって検出された結果を表 2 に示す。

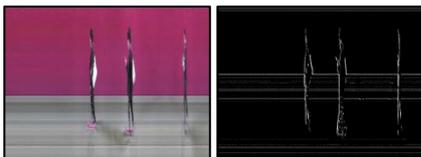


図 4 時空間画像処理

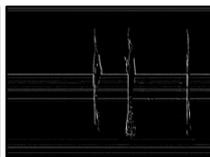


図 5. エッジ抽出処理

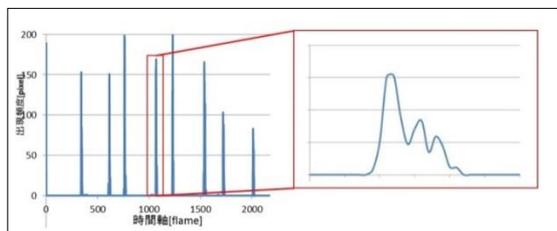


図 6. 時間に対するエッジの出現特性

表 2. 検出数

表 2 から、検出された数  
が実際の総数よりも多くなっている。この原因は時空間画像を生成する際のスキヤンライン上に人が停滞したことである(図 7, 8)。そのため、可能な限り人が立ち止まらず通過する位置を考慮してスキヤンラインおよび、照合位置を決定する必要がある。

	総数(目視)	検出数
通過数	164人	171人

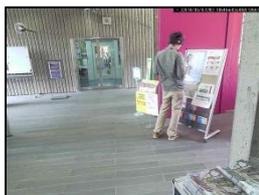


図 7. 例 停滞時の例



図 8. 時空間画像(停滞時)

##### (4.2) 人物の照合

有効な組み合わせを持つ 26 組で照合処理を行った結果

を表 3 に、滞在時間への影響を表 4 に示す。

表 3. 照合結果

有効組数	照合した組数	未分類	正答した組合せ	正答率
26[組]	21[組]	5[組]	13[組]	61.9[%]

表 4. 滞在時間

	滞在時間合計	誤差	滞在時間標準偏差	誤差に対する標準偏差
正解(目視)	23503.3[sec]	-	1350.8	-
照合結果		21372[sec]	1087.1	1511.0

HI の算出値が低く照合のノイズとなる組み合わせは未分類としたとき、表 3 のように照合に使用された 26 組の内 21 組が照合された。正しく照合されたのは 13 組である。正確に滞在時間が計測された場合との誤差は滞在時間総計に近い値になっており、滞在時間の標準偏差も目視よりも処理によって求めた滞在時間の方が小さくなっている。このことから滞在時間の短い対象は正しく照合されており、逆に滞在時間の長い対象は誤照合を起こしやすい。長時間滞在することにより、撮影環境が変化することが主原因として挙げられるが、時間に依らず荷物等の装備品の位置(図 9)によって色特徴が往復で変化することも影響している。



図 9. 荷物の位置

#### 5. まとめ

施設における複数人に対応した滞在時間計測をするために、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る人物の照合手法を検討し、実際の画像に適用した結果を示した。21 組中 13 組が照合され、精度は約 62% となった。本手法で正確に照合を行うためには色情報だけでは困難であることが示された。

今後の課題として、荷物の位置等の撮影条件の再考と対処、照合精度を上げる為に背の高さなど形状情報による特徴の考慮を検討する。

#### 謝辞

本研究で使用する画像の撮影にご協力いただいた、本学理工学部船橋図書館に深く感謝します。

#### 参考文献

- (1) 本田卓也, 出口大輔, 井出一郎, 村瀬洋, “退室解析のための色特徴を用いた人物対応付けに関する検討”, “電子情報通信学会総合大会講演論文集, 2009 年, 情報・システム(2), 225(2009-03-04)
- (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) M.J.Swain, D.H.Ballard, “Color Indexing”, International Journal of Computer Vision, vol.7, No.1, pp.11-32(1991)