

実空間における人流計測による注目度検出の提案

三尋木 織[‡] 焼山康礼[§] 戸辺 義人^{†*}

[†]東京電機大学工学部情報メディア学科

[‡]東京電機大学大学院工学研究科情報メディア学専攻

[§]東京電機大学大学院先端科学技術研究科情報通信メディア工学専攻

*独立行政法人科学技術振興機構CREST

1 はじめに

博物館や展示会場といった場所において展示物の配置は、人の流れをスムーズに誘導するために重要である。そのため、人気のある展示物をより広いスペースに配置をする、隣接して配置しないといったことが必要となる。しかしながら、それぞれの展示物がどの程度の注目を集めているのかという情報を取得するのは容易ではなく、予期していない場所において、人の流れが止まってしまうということがある。そこで、我々はレーザスキャナを用いて人の流れの緩急、停止に関する情報を計測し、取得した情報を元に各展示物に対する注目度を検出するシステムを提案する。

2 注目度の検出

本研究では注目度を検出するための要素として人の数、滞在時間、歩く速度などを利用する。それらを用いて注目度を検出することを目標とする。そこで、本稿では注目度検出に必要と考えられる人の数、滞在時間を計測するため、人検出手法と停止判定手法について述べる。

3 システム構成

3.1 レーザスキャナ

本研究では、人の流れを抽出する際、レーザスキャナを用いる。人の流れを計測する手法としてビデオカメラを用いる手法¹⁾の研究がされてきたが、それらの手法は視野角が狭いといった問題や照明による問題などが存在する。それらの問題を解決する手法としてレーザスキャナを用いる手法²⁾が研究されている。レーザスキャナは、レーザ光パルスの伝播時間により距離の計測を行うセンサで、広範囲、高精度、実時間で計測を行うことが可能である。

3.2 レーザスキャナの設置

本研究では、展示会場や博物館といった屋内にレーザスキャナを設置することを想定している。設置位置は部屋隅や通路といった場所に置くことで広範囲の測定を可能とし、設置高さは人の上半身の高さに設置する。現在の仕様では 1 台のレーザスキャナから得た情報から人の特定を行っているため下半身では判別が困難である。

procedure Human-Detection Algorithm

```

var
  BGData:array[dataNum];//背景情報
  DisData:array[dataNum];//現在取得している距離情報
  DifData:array[dataNum];// BGDataとDisDataの差異
  BeginEdge;//人判定の開始端
  EndEdge;//人判定の終了端
  object;//物体 Human or other
for i:=0 to dataNum-1
  do DifData[i]:=BGData[i] - DisData[i];
repeat
  if DisData[i-1] - DisData[i] > threshold for Edge
    and BeginEdge = null then BeginEdge = i;
  else if DisData[i] - DisData[i-1] > threshold for Edge
    then EndEdge = i;
  else if BeginEdge != null and DifData[i] < threshold for
    Human then BeginEdge = null;
  else if EndEdge != null and threshold for HumanMin <
    EndEdge - BeginEdge and EndEdge - BeginEdge <
    threshold for HumanMax then object = Human;
  i=i+1;
until i equals to dataNum-1
end procedure

```

図 1. 人判定アルゴリズム

procedure Stop-detection Algorithm

```

var
  state;//状態 Stop or Move
  Cycle;//停止判定の周期
  humanpostion:array[Cycle];
  //1周期の停止判定を行う人の座標
repeat
  if humanpostion[i] - humanpostion[i-1] > threshold for
    Stop then state = Move;
  i=i+1
until i equals to Cycle-1
if state = Move then Move;
else if state = Stop then Stop;
end procedure

```

図 2. 停止判定アルゴリズム

4 提案手法

この章では本稿で提案した人判定手法と停止判定手法について述べる。

4.1 人判定手法

ここでは、レーザスキャナにより取得した情報が人であると判定する手法について述べる。この手法は一定時間計測を行い生成した背景情報と現在取得している情報との差分を取り、判定アルゴリズムに基づいて人判定を行う。図 1 にアルゴリズムの擬似コードを示す。

Measurement of attention based on people tracking.

[‡]Oru Mihrogi

[§]Yasunori Yakiyama

[†]Yoshito Tobe

Dep. of Info. Systems and Multimedia Design, Tokyo Denki University([†])

Dep. of Info and Media Engineering Tokyo Denki University([‡])

Course of Information, Communication and Media Design Engineering, Graduate School of Advanced Science and Technology([§])

CREST, Japan Science and Technology Agency (^{*})

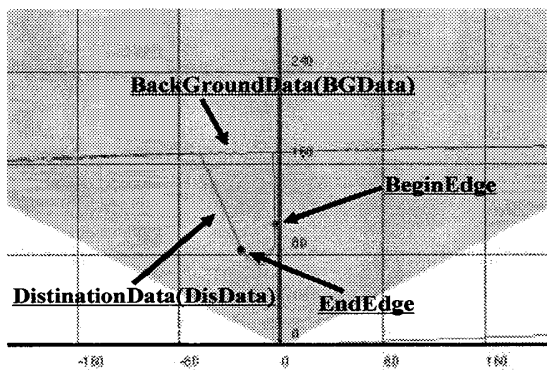


図3. プロトタイプ実験用 GUIアプリケーション

4.2 停止判定手法

ここでは、人の動作における特徴の1つとして停止を判定する手法を提案する。この手法では、1周期物体の遷移を計測し、その距離が閾値以内である場合に停止と判定する。図2にアルゴリズムの擬似コードを示す。

5 実験

5.1 実験環境

本実験では SICK 社製のレーザスキャナである LMS200 を用いる。レーザスキャナの高さは一般人の平均身長を考え、約 140cm の高さに設置し、スキャン面が地面と平行になるようにする。測定場所は起伏のない壁に対して垂直にレーザスキャナを向け、人が測定範囲内を壁に対して水平に通り抜ける。人が測定範囲に入ってから抜けるまでの軌跡を見るため、測定範囲は図3のピンクで示されている範囲で、レーザスキャナの正面を中心に左右に 60° (全部で 120°) の測定を行っている。

5.2 実験内容

本システムにおける人判定手法と停止判定手法のプロトタイプ実験として以下の3つの実験を行った。

- ・実験1. 一人による人判定手法の精度の評価
- ・実験2. 一人による停止判定手法の精度の評価
- ・実験3. 複数の人による人判定手法の精度の評価

実験1では測定範囲を6パターンの通り方を測定する。そのパターンはレーザスキャナからの距離が近、中、遠の3パターンを右から左と左から右の2パターンで通り抜ける。そして、測定範囲に入ってから抜けるまで人判定が正しく動作するかを測定する。

実験2も実験1と同様に6パターンの通り方を測定する。実験2では歩行途中に所定の場所で4秒間停止し、3秒以上停止判定が行われるかの測定を行う。

実験3は複数人が同時に測定範囲に存在する時、人判定が正しく動作するかを測定を行う。実験3では、複数の人が重ならずに判定、複数の人が重なって判定、複数の人が交差する際の判定について測定する。

5.3 実験結果と考察

実験1の結果を表1に示した。結果に多く見られた例外として中心付近のみ人判定が行われるという項目を追加した。実験の結果、レーザスキャナから近い距離では高い精度で人の判定を行うことができた。しかし、距離が遠い場合は精度が極めて低くなった。これは、距離が遠くなるほど背景情報と現在の取得情報との差が小さくなり、閾値を超えないケースがあったと考えられる。こ

表1. 人判定アルゴリズムの精度

	右から左			左から右		
	近	中	遠	近	中	遠
成功	95%	85%	40%	80%	75%	25%
失敗	0%	10%	10%	0%	15%	5%
中心付近のみ	5%	5%	50%	20%	10%	70%

表2. 停止判定アルゴリズムの精度

	右から左	左から右
成功	28%	33%
失敗	17%	0%
停止時間が短い	55%	67%

れは、中心付近のみ判定されたことにも関係していると考えられる。距離が遠い場合、体が壁と接しているようになり、測定範囲の両端では、レーザが斜めに当たるため、開始端を見つけにくくなると考えられる。

次に実験2の結果を表2に示した。結果を見るとわかるように停止判定の精度は高いとはいえない。問題として、停止をしているのに、途中で停止の判定が外れるというものがほとんどであった。その原因として閾値の設定が小さかったということと、開始端のブレを考慮にしていなかったためであると考えられる。

実験3は重ならずに判定を行った場合は人数が増えても問題なく判定を行うことができたが、重なっている場合は人数が正しく判定されず1人として判定されてしまった。また、交差する際の判定も重なっている場合と同様の判定になってしまった。そのため、重複判定を早期に実装する必要がある。

6 今後の課題

現在は1台のレーザスキャナを用いてのシステムを構築している。しかし、1台のレーザスキャナでは部屋の中の情報を完全に取得することは困難である。そのため、複数台のレーザスキャナを用いることで完全な情報の取得を目指す。また、現在のシステムでは上半身の高さで人の判定を行っているため、手を広げた人などの幅が広がる人に対して適応できない。そのため、その問題を解決する方法を検討していく必要がある。さらに、停止以外の特徴を抽出する手法を考えていく必要がある。

7 まとめ

本研究では、レーザスキャナを用いて人判定を行う手法と人の動作の特徴として停止を判定する手法を提案した。そして、それらの手法を用いて注目度を検出するシステムを提案した。また、上記の手法の有用性を評価するために、プロトタイプ実験を行った。今後は注目度を検出するシステムを実装し、評価を行うと共に、レーザスキャナを複数台利用することで、人判定手法と停止判定手法の精度を上げることを目標とする。

参考文献

- 1) Curio, C., Edelbrunner, J., Kalinke, T., Tzomakeas, C., and von Seelen, W.: "Walking pedestrian recognition", *IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems*, vol.1, no.3, pp.155-163, (2000)
- 2) Zhao, H., and Shibasaki, R.: "Pedestrian Tracking using Multiple Laser Range Scanners", *Proceedings of Computers on Urban Planning and Urban Management*, (2003)