

双方向通行量計測装置

5T-3

藤原秀人 , 磯貝文彦
三菱電機(株) 応用機器研究所

1. はじめに
ビル内における空調・照明の効率化, 防災管理等を行ううえで各ブロックの在場人数を常時把握することは非常に有意義である。そこで, 筆者らは画像処理技術を利用し, 天井に設置したCCTVカメラによって入力した情景画像から入退場者数を実時間計測する双方向通行量計測装置を開発している。本稿ではそのアルゴリズムについて述べる。

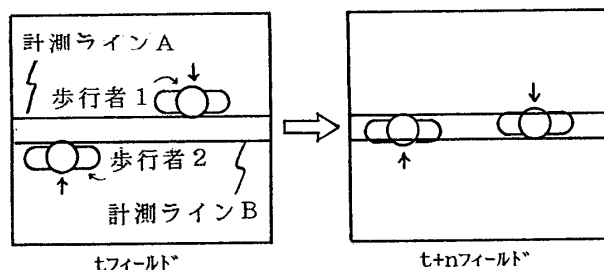
2. 計測条件の仮定
開発にあたって幾つかの仮定をした。
1) カメラは天井に設置し真下を撮像する。
2) 天井は十分な高さを持つ。
3) 歩行方向は相対する2方向のみである。
4) 歩行者は計測領域付近で逆戻りしない。
5) 歩行速度は0.2m/s~2.0m/sである。

3. アルゴリズム

3.1 概略

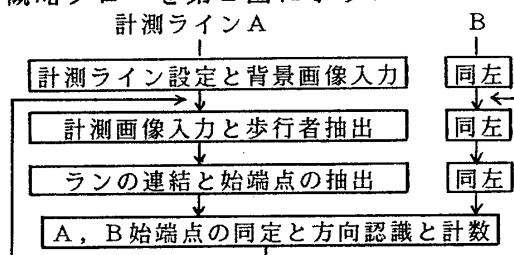
入力画像中に計測ラインを2本(歩行方向と直角に, かつ, 2ライン間の距離が歩行者の胸厚より小さいように)を設定し, 各計測ライン上の輝度変化によって歩行者を抽出し, 歩行者が各計測ライン上にさしかかった時刻を求めその時刻を比較することによって方向を認識し, 計数する。例えば, 第1図に於て歩行者が上から下へ移動している場合(歩行者1), 歩行者はまず計測ラインAにさしかかってから数フィールド後にBにさしかかるのでAの時刻とBの時刻の差分は負になる。逆に, 下から上へ移動している場合(歩行者2)は上記差分が正になる。

計測ライン上の画像がちょうど2本の平行なスリットを通して入力した画像と似ていることから本方式を『平行スリット法』と呼ぶことにする。



第1図 歩行者の時間変化

3.2 『平行スリット法』 概略フローを第2図に示す。

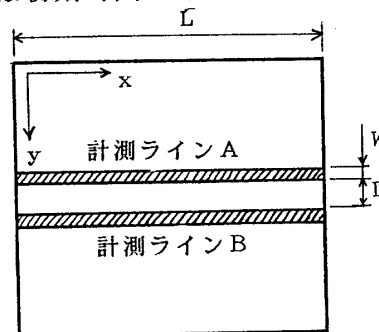


第2図 概略フロー

1) 計測ラインの設定と背景画像の入力
カメラ視野の中央付近に第3図で示すような計測ラインを設定し, 計測ライン上の背景画像を入力する。この時, 局所的な胡麻塩雑音を除去するために幅方向(図中y方向)の平均をとり基準背景とする。(E(0)(x))

$$E(0)(x) = \sum_{y=1}^w e(0)(x,y) / W \quad (x=1,2,3,\dots,L)$$

(0) は初期時刻であることを示す。



第3図 計測ライン

2) 計測画像の入力と歩行者の抽出
背景画像と同様にして計測画像(I(t)(x))を入力し, 日照変化等に合わせた背景補正を行い(E(t)(x)), シェーディングを除去(R(t)(x))した後, 平滑化(M(t)(x)), 固定しきい値Thによる二値化(P(t)(x))を行い歩行者を抽出する。

$$I(t)(x) = \sum_{y=1}^w i(t)(x,y) / W \quad (x=1,2,3,\dots,L)$$

$$tmp = I(t)(x) - E(t-1)(x)$$

$$atmp = !tmp;$$

$$\text{if } atmp < k \text{ then } E(t)(x) = I(t)(x)$$

Bidirectional Pedestrian Traffic Measurement

Hideto FUJIWARA , Fumihiko ISOGAI

MITSUBISHI ELECTRIC CORP. PRODUCTS DEVELOPMENT LAB.

```

else {
  if tmp>0 then count(x)=count(x)+1
  else count(x)=count(x)-1
  if count(x)>atmp then {
    if tmp>0 then E(t)(x)=E(t-1)(x)+1
    else E(t)(x)=E(t-1)(x)-1
    counter(x)=0 } }
tmp=I(t)(x)-E(t)(x)
if tmp>0 then
  R(t)(x)=;tmp*100/(Gmax-E(t)(x));
  else R(t)(x)=(-tmp)*100/E(t)(x);
M(t)(x)=MED{R(t-2)(x-1)~R(t-2)(x+1),
  R(t-1)(x-1)~R(t-1)(x+1),
  R(t)(x-1) ~R(t)(x+1) }

```

ここで t は入力時刻, k は補正しきい値, G_{max} は計測画像がとりうる最大輝度 (8bit階調なら255) を示す。

3) ランの連結と始端点の抽出

第4図に示すように二値画像 $P(t)$ と時刻 $t-1$ において連結された結果 $N(t-1)$ の隣接性から分裂しているランを連結し ($N(t)$), ノイズしきい値 T_n より短いランと時間軸方向の画素数が1であるランをノイズとして除去した後, 始/終端ランの抽出・同定を行い, 結果を始/終端点テーブルに格納する。

始/終端ランの抽出: あるランに関して $N(t-3)$ と $N(t-4)$ に隣接するランが無い場合が始端であり, $N(t-1)$ と $N(t)$ に隣接するランが無い場合が終端である。

なお, 始/終端ランの各々の中点を始/終端点と呼ぶ。

始/終端ランの同定: ある始端点 $F(n)$ に対応する代表終端点の時間座標 (時刻) として時間関係が $F(n)$ に対して + 胸厚しきい値 T_c の範囲にあり, 空間関係が ± 空間しきい値 T_s の範囲にある終端点集合の最小時刻を, 空間座標として上記集合の平均空間座標を求め。

また, 各代表終端点 $E(m)$ に対応する代表始端点も同様にして求める。ただし時間関係は $E(m)$ に対して $-T_c$ の範囲である。

代表始/終端点テーブルは以下の通り。

始端点テーブル = FRONT [No., T, X]

終端点テーブル = TAIL [No., T, X]

T は時間座標 (時刻), X は空間座標。

ここで, 胸厚しきい値は平均的胸厚の歩行者が最も遅い速度で歩行している場合に計測ラインに存在している時間であり, 空間しきい値は歩行者の平均的肩幅である。

```

N(t-1) 000111001110000011111111110000
P(t)   0011111111110000011100111100000

```



```

N(t-1) 000111111110000011111111110000
N(t)   0011111111110000011111111100000

```

第4図 ランの連結

4) A, B 始端点の同定と方向認識と計数
計測ラインA側で抽出した始端点とB側で抽出した始端点について同定処理を行って同一歩行者の対応を求めた後, その時刻差によって方向を認識し, 方向別に計数する。

同定処理: A側始端点テーブルを時刻の小さな物から順に走査し, A側各始端点につい

て時間関係が ± 時間しきい値 T_t , 空間関係が ± T_s の範囲にあり, 最も時刻が小さいB側始端点を同一歩行者のものと同定する。ただし, 既に他のA側始端点と同定されているB側始端点は上記同定処理から除外する。

なお, 時間しきい値 T_t は第3図のライン間距離 D を最も遅い速度で通行したときに要する時間であり, 空間しきい値 T_s は3) で用いた物と同じである。

方向認識: 上記処理で同定されたA側始端点の時刻からB側始端点の時刻を減算し, その結果が負ならばその歩行者は計測ラインAからBへ通行し, 正なら逆方向へ通行したと認識する。

3.3 処理時間

処理時間に関しては, 始端点の抽出処理が終了するまでとそれ以降に分けて考えねばならないので, ここではその兩者についてミニコン上での処理時間に付いて述べる。

- 計測画像入力 ~ 始端点の抽出
= 128ms / 1計測ライン, 1画像
- A, B始端点の同定 ~ 通過方向別計数
= 33ms / 1始端点

4. 検証

VTRから1枚/4フィールドで約1000枚の画像を入力し, ミニコン上で検証を行った。

方向別の真値と計測結果を表1に示す。

表1 計測結果

方向	真値	結果	誤差
計測ラインA→B	15人	15人	0人
計測ラインB→A	20人	16人	-4人

5. 考察

計測ラインBからAへ通行した場合に4人の取りこぼしが発生しているが, これは5人が密接して通過したためにそれを分離しきれずに1人と誤計測したものである。

従って, 比較的通行量が少なく歩行者同士が分散しているような場所では良好な精度が得られるが, 通行量が多く歩行者同士が密接しているような場所では同様の誤差が発生する確率が高い。計測精度に影響を与える要因として上記のような歩行者の密接による画像上での人の重なり他に, 急激な日照変化や服装の輝度等が考えられる。

6. おわりに

双方向通行量計測アルゴリズムとして, 二本の計測ライン上を歩行者が通行したときにその始端点を抽出した後, 両計測ライン間の時間的ずれによって方向を認識し, 計数する『平行スリット法』を提案し, 検証結果を報告した。

今後は歩行者の重なりや服装による抽出誤差に対して検討を加え, 精度向上を図ると共に実フィールドでの検証を行っていく予定である。