

ステレオカメラを用いた旅客流動計測装置の開発

ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社 正会員 ○石間 計夫
システム・コンサルタンツ株式会社 五十嵐 政司

1. 背景と目的

旅客に安全で快適な駅の利用を促進するため、駅設備の配置変更やバリアフリー等の設備拡充が実施されている。これら整備の計画段階では、その駅の実態を把握するための流動計測が不可欠である。現在、その調査方法は、大半が調査員による目視計測であり、見誤りによる計数精度の低下や計測者自身が旅客の流動障害になるなどの課題がある。また、階段やエスカレーターなど、特定場所の断面流動は、赤外線センサなどを用いた自動計測が行われているが、計測精度に課題がある。

このような背景を踏まえ、筆者らは高精度で汎用性の高い計測手法の確立を目指して開発に着手した。今回、それを具現化するために最適なセンサを構成して試作機を製作し、駅有人改札での使用を想定した実験を行ったので、その結果の一部を報告する。

2. 開発条件

開発に際して、以下に示す事項を条件とした。

- ①カバンや台車など、旅客の所有物が計測に与える影響を排除する
- ②センサの追加により計測範囲を拡張可能とする
- ③設置環境に左右されず、センサが設置できるものとする
- ④リアルタイム計測可能とする
- ⑤計測データを蓄積し、再利用ができる
- ⑥旅客の属性取得など、機能拡張が可能とする

3. 旅客流動計測手法の検討

本開発では、測定装置の設置位置に依存せず、人の顔や上体の特徴を基に旅客を識別し、その3次元位置を把握する必要がある。このため、計数用センサには、可視画像と面的な距離情報が得られるステレオカメラによる3Dセンサ(システム・コンサルタンツ(株)製 PhotoProbe)を採用した。また計測は、3次元センサからの画像を高速に解析・処理する必要があるため、高速処理が可能なPCを使用した。以下、装置の構成と計測アルゴリズムを説明する。

あるため、高速処理が可能なPCを使用した。以下、装置の構成と計測アルゴリズムを説明する。

(1) 計測装置の構成

装置の構成を図1に示す。入場旅客計測用と退場旅客計測用各々専用のセンサ、PCを用意し独立して計数した。

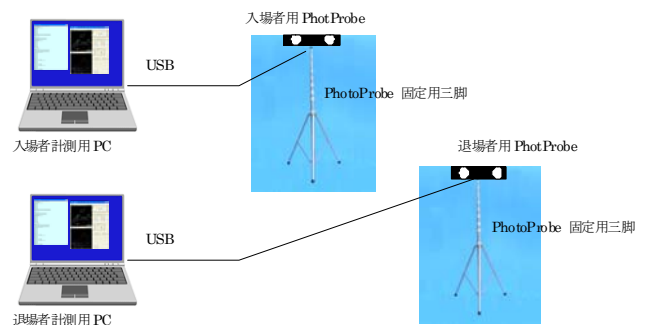


図1 計測装置の構成

(2) 計測アルゴリズム

図2は、計数アルゴリズムを示している。まず、3Dセンサから500msecに1フレームのレートで通常画像と距離画像を得る。通常画像と距離画像は画素単位で1対1に対応しており、通常画像中の画素が映す物体の、センサを原点とした世界座標を距離画像から計算することができる。そのため、通常画像中の旅客の顔または上半身を検出し、検出した顔、上半身からその人の頭部を推定し、距離画像に対応する画素の視差より頭部の世界座標を得ることができる。頭部の位置を推定した次のフレームでは、頭部周辺の画素の特徴によりこのフレームで頭部が移動した位置を推定し、その3D座標を抽出する。これを各フレーム間で継続して行い、その3Dの軌跡が有人カウンターの入退場線を通過した場合、追尾した旅客が入退場したものと判断してカウントする。なお、顔や上半身の抽出には、Haar-like特徴をもとにAdaBoostによって学習した検出器を、新たに開発して採用した。また、頭部の追尾アルゴリズムには、輝度ヒストグラムを尤度の評価関数と距離画像の両

キーワード 駅、旅客流動、群集行動、旅客属性、ステレオカメラ、距離画像

連絡先 〒151-0053 東京都渋谷区代々木2-2-6 J R新宿ビル6F TEL 03-3373-6007

してパーティクルフィルタにより位置推定を行う方法を開発した．このアルゴリズムでは，通常画像とデータを使用し，奥行き座標を位置推定の尤度に組み込むことにより，よりロバストな追尾を可能なアルゴリズムとした．

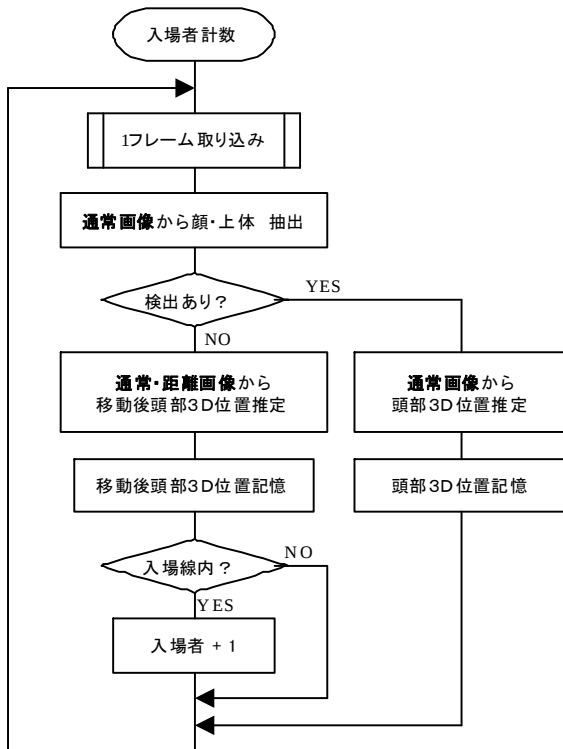


図2 計測アルゴリズム

4. 実証実験

(1) 概要

本実証実験は、屋内空間内に通常の有人改札を模した設備を構築して実施した。写真 1 として、実証実験時の状況を示す。

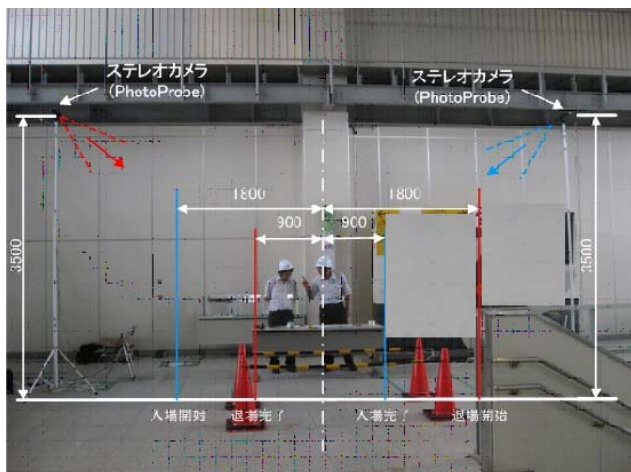


写真1 実証実験の状況

(2) 実験結果

本実験では、駅の有人改札付近で発生する事象を現地で調査し、顔検出システムの特性を考慮して、顔修飾、携行品、移動速度、行動パターンで延べ9

0 人の旅客の改札通過についてテストを行った.

図3は、本計測システムの動作画面である。ダイアログ左上には、カメラ映像と旅客頭部の追尾軌跡が表示され、さらに、右側には、平面図上に追尾軌跡をプロットした画像が表示される。

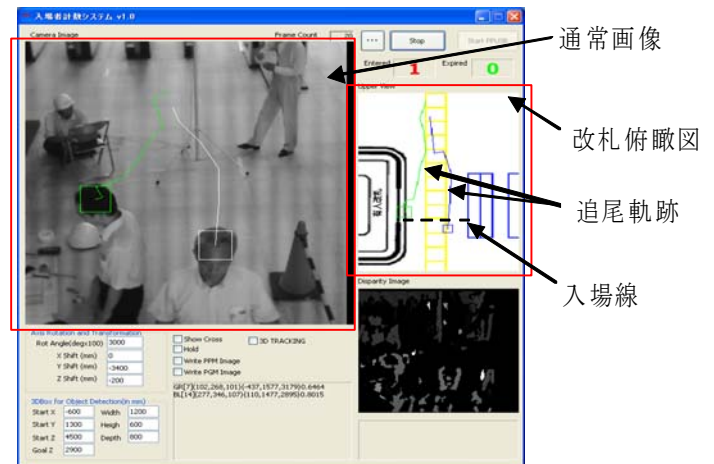


図3 計測システムの動作画面

表 1 は、本計測システムの開発目標と実証実験結果を示したものである。当初検討した計測アルゴリズムは、顔検出により旅客検出を行ったため、帽子やマスク装着やうつむいて歩いている旅客の顔が検出できず 60% の計数精度となった。しかし、その後アルゴリズムの変更を行った結果、想定した全ての旅客を検出、並びに追尾可能となった。また、旅客がキャスターバッグを所持した場合でも、人体のみ追尾することができ、誤計測するケースはなかった。

表1 本システムの開発目標と実証実験結果

	内容	目標	実験結果
1	計数精度（人と物の区別，改札を通過しない旅客の対応）	99%以上	100% (92/92) 人
2	計数情報のリアルタイム表示	対応	対応

5. まとめ

本件では、計測装置の設置条件を緩和し、かつ高精度に計測可能な計測方法を開発した。今後は、広い範囲に複数のセンサを配置し、その情報を総合して、より広範囲を精密に流動計測ができるように拡張していく。さらに旅客の画像より大人／子供、性別を識別し、マーケティングに有効な属性情報も含めて計測可能なシステムとする。