

## PB 6 複数人物自動追跡クローズアップ撮影システムの開発

中川 典昭<sup>†</sup> 石井 郁夫<sup>†</sup> 今井 博英<sup>†</sup> 高橋 章<sup>††</sup> 牧野 秀夫<sup>†††</sup>  
<sup>†</sup>新潟大学大学院自然科学研究科 <sup>††</sup>長岡工業高等専門学校 <sup>†††</sup>新潟大学工学部情報工学科

### 1. はじめに

原子力発電所運転員の訓練シミュレータにおける運転員の行動評価のため、ビデオ映像撮影システムを開発する。制御室の大きさはおよそ24m×20mあり、固定カメラによる全景映像(図1)だけでは運転員個々の詳細な動作の把握が困難であるため、個々の運転員をクローズアップ撮影する必要がある。



図1: 全景映像

そこで、制御室内の複数の運転員位置を個々に自動計測し、運転員のそれぞれに対応したクローズアップ撮影用の複数の追跡カメラを自動制御して撮影する。人物位置計測にはステレオ法、マーカーによる方法などがあるが、対象領域の広さを考慮するとステレオ法では計測精度や処理時間に問題がある。また、人物に発信機や光学的マーカーを付けた計測法は記録されていることを訓練員に意識させるので適切ではない。そこで、魚眼レンズによる俯瞰画像方式を利用した人物位置計測法を開発し適用した。



図2: 俯瞰画像

### 2. 人物追跡システムの構成

システム構成を図3に示す。制御室中央の天井(床面からの高さ3.5m)に人物位置計測用俯瞰TVカメラ

(SONY DXC-151A)を光軸が真下に向くように取り付ける。光学系は魚眼レンズとワイドコンバージョンレンズを組み合わせたもので、図2のように制御室全体を視野とする。その映像をパーソナルコンピュータ(PC)で取得し画像解析により人物領域を抽出しそれぞれの人物位置の床座標を求める。複数の追跡カメラ(SONY EVI-D30)が担当する人物を割り当てて、各カメラの方位角、仰角、ズームパラメータを求めて各カメラのコントローラに送り、個々に人物追跡制御を行う。

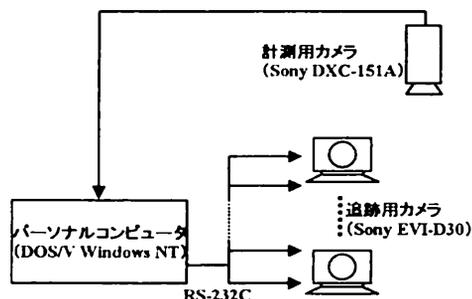


図3: システム構成

### 3. 人物位置計測法

#### 3.1 人物領域抽出法

計測カメラ映像(図2)の人物領域抽出には背景画像との差画像を用いる。入力画像は640×480画素、RGB各8ビットである。全画素を対象とする処理では実時間化が困難であるため、図4のように参照点を設定し、参照点における背景画像と計測画像の色差(RGB 3次元空間における色距離)を求め、閾値で弁別して人物領域候補点を求める。画像周辺部ほど小さく写るといふ魚眼レンズの特性を考慮して参照点間隔を設定した。図4における参照点数は4560点である。画像周辺部で輝度が低下するため、画像中心からの距離により色差弁別閾値を3段階に設定した。またノイズによる誤抽出を避けるため、参照点画素とその上下左右画素の5画素の多数決で人物領域候補点か否か判断した。

上記の方法では、椅子、書類、ディスプレイ画面などの人物以外に移動・変化するものも抽出される。これらと人物を弁別するため、領域の大きさや色による判定を行う。抽出される人物以外の物体は人物より小さいので、隣接して連続する人物領域候補点の数で人物候補領域の大きさを推定し、閾値以下を人物以外の物体と判定して除去する。画像周辺部ほど小さく写る

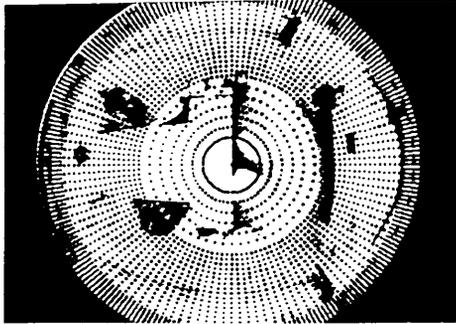


図 4: 参照点

特性を考慮し、画像中心からの距離により人物弁別閾値を変更した。画面中央付近に椅子があり、真上から撮影しているため領域の大きさでは人物と区別できない。そこで、椅子の色と着衣の色を予め登録しておく、色により弁別を行った。

### 3.2 人物足元座標の導出

上述のような俯瞰画像では、床に鉛直に立っている物体は画像の中心に最も近い点が床との接点になるという性質がある。カメラの真下付近を除いた領域で、一つの人物領域の画像中心にもっとも近い端点を足元位置と判定する。画像中心に最も近い人物領域参照点から画像中心に向かう直線上の画素を1画素ずつ判定して端点を求める。カメラ真下付近では人物領域の中央点と画像中心の midpoint を足元位置とする。得られた画像上の人物足元座標を実空間の床座標に変換する。

机などで足元にオクルージョンが生じる場合の対応として、足元が隠されていると予想される参照点(あらかじめ登録しておく)が人物領域として抽出された場合、足元が隠れると予想される参照点から画像中心に向かって人物領域の長さを補完して足元位置を予測している。

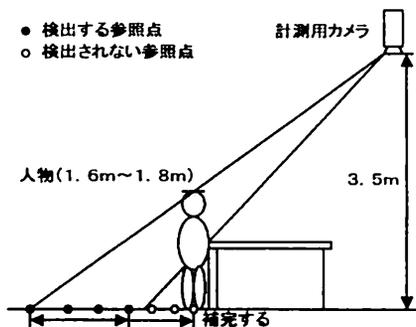


図 5: オクルージョン領域

### 4. カメラによる追跡制御

計測された人物の足元位置と各追跡カメラの設置位置からそれぞれの方位角、仰角、ズームパラメータを求

めカメラを駆動制御する。PCと各カメラ間はRS-232Cのデジチェーンで接続されている。追跡カメラは最大7台の接続が可能である。人物が検出された順にカメラが割り当てられる。しかし、複数の人物が接近して画像上の人物領域が重なると一人分しか検出できなくなる。このような場合でも人物とカメラを1対1対応で制御するため、人物の動線を記録し動き予測により追跡制御を行っている。動線予測制御により1旦人物が割り当てられたカメラは同じ人物を追跡することができる。

### 5. 実験

現在は、原子力発電所訓練シミュレータの空き時間の関係で現場実験には至っていない。そこで、訓練中の俯瞰カメラのビデオ映像(撮影時間10分、対象人数7人)よりカメラの駆動実験を行った。

実験では、俯瞰画像中で抽出された足元位置を画面上にマーキングし、誤抽出の有無を確認した。10分の映像では誤抽出は発生しなかった。1回の画像解析に要する時間は33ms(PC: Pentium II 450MHz、ビデオキャプチャカード: Imagenation PXC-200)であった。また、2台のカメラによる駆動実験を行い、人物の動きを追跡するカメラの動きが確認された。

### 6. まとめ

原子力発電所運転員の訓練シミュレータにおける運転員の行動評価のための自動追跡ビデオ映像クローズアップ撮影システムを開発した。24m × 20mの制御室全域の運転員の位置を計測するため、魚眼レンズによる俯瞰画像方式を利用した計測法を開発し適用した。俯瞰画像の特徴を利用して人物足元位置を求める方法、参照点を設定して処理時間を短縮する方法などにより33ms周期で複数人物の足元位置を求めカメラ駆動制御が可能であった。人物位置計測カメラのビデオ映像による実験ではカメラの追跡動作が確認された。

訓練シミュレータの使用スケジュールの関係で現場実験には至らなかった。現場実験で動作を確認することが今後の課題である。

開発にご協力いただいた(株)BWR運転訓練センターに感謝する。