

# カメラロボットの協調動作による人物追跡システムの設計

## Camera Robot Collaboration System for Real Time Human Monitoring

高橋正樹 西山 裕之 溝口文雄

Masaki Takahashi, Hiroyuki Nishiyama, Humio Mizoguchi

東京理科大学 理工学部

Faculty of Sci. and Tech., Tokyo University of Science

This document describes Real Time Human Monitoring System Using by Multi Camera Robot Agents collaboration. Hyper Omni Vision collaboration system is agent to measure Human Position. And Network Camera Collaboration system is to pursuit Human movement. 3D Human Object Viewer shows result. purpose of These system brings us to easy observation system.

### 1. はじめに

近年、スマートオフィス環境において、複数のソフトウェアエージェントを分散協調処理させる事によって有効なサービスを提供する研究が行われている。本研究でも、オフィスのスマート化[1]として、レーザーセンサやカメラロボットなど各種センサー群を協調させる事で、遠隔地からの環境内の監視・録画を行うシステム[2]開発した。この遠隔監視システムは、各種センサー系を利用する事により、正確な監視が可能であるが、センサー群が使用できないような局所的な領域の為にカメラロボットのみでの追跡処理も必要となる。我々は、カメラのみの協調作業による監視システムを、設計、開発する。

### 2. 人物監視システムの概要

#### 2.1 人物検出について

人物の検出は動画像のフレーム間における差分をとる。背景差分とは、前もって用意された背景モデルに対して、現在の入力画像との差分を取ることで処理すべき二値化された画像を得る手法であるが、背景差分は、対象外の物体の出現や、照明の変化により対象を抽出する事が困難となる為に背景モデルの更新を行う必要がある。そこで、微妙な輝度変化が起きている場合、または背景モデルに対して輝度変化しているが、一定時間以上、均等な輝度である場合は、人物が存在しているとみなす事により、背景モデルの更新を行う。

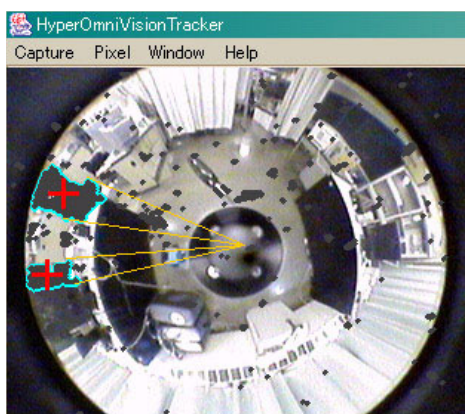


図1. 全方位カメラによる人物検出エージェント

フレーム間差分は、対象に動きが無い場合や、差分が現れないなどの不安定な部分がある。しかし、常に背景モデルを更新する事になるので、環境に変化に強い利点がある。フレーム間差分を用いたシステムでは、Head Finder [3]ある。Head Finder では、フレーム間差分の輪郭情報を用いているが、本研究では、フレーム間差分における輪郭内部の領域を検出領域としている。

#### 2.2 人物位置の取得

人物位置の取得には全方位カメラの協調作業による位置検出を行う。全方位カメラを複数台、組合せることにより、重なり判定を用いて人物の位置座標を取得する。

#### 2.3 相関法による人物追跡

画像全体に対してブロックマッチングによりオプティカルフローを計測した場合、計算時間が非常に問題となり、実時間以内に追跡処理する事は不可能である。よって本研究では、人物領域に限定したオプティカルフローの計測を行う。時刻  $t$  におけるテンプレートに対して、探索領域は、時刻  $t+1$  のフレームにおける人物存在領域とする。本研究では計算時間を短縮する為に以下のような手順で処理した。

- 差分による人物の検出
- ラベリング処理による検出領域のラベル付け
- 連結画素の少ないラベル領域の削除(ノイズ除去)
- 膨張処理による領域の補完
- 領域の内部(服の部分)領域におけるオプティカルフロー

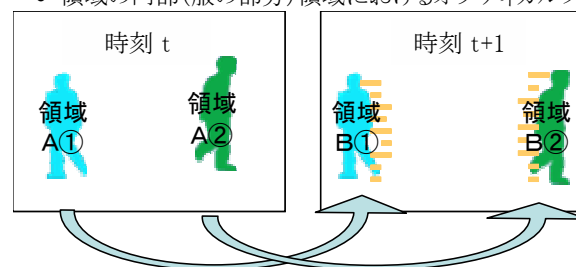


図2. オプティカルフローによる人物の対応付け

一般的な膨張収縮処理では、ノイズ除去の際に人物領域を分割してしまう事が多いのでラベル領域の画素数の閾値によりノイズ除去を行っている。またオプティカルフローの計測は人物の輪郭付近においては背景を含んだ画像が多い為に無駄となる。よって本研究では人物内部の領域に対してのみオプティカルフローを計測する。

連絡先: 東京理科大学理工学部経営工学科  
千葉県野田市山崎2641  
takahasi@imc.tus.ac.jp

## 2.4 ヒストグラム相関を用いたカメラ協調による追跡

単眼のカメラで人物を追跡している場合、カメラからフレームアウトし、別のカメラで引き続き、追跡を行う必要がある。このような場合、カメラ A とカメラ B での人物の対応が問題となる。通常の相関法では、視点が異なるカメラ A とカメラ B の相関は全く、違うものとなる。しかし、画像そのものではなく、人物の中央領域(服の部分)の色のヒストグラム同士の相関値を計算する事で対応付けが可能となる。

## 3. システム構成

### 3.1 本システム構成

本システムは、Canon のコミュニケーションカメラ VB-C10 を用いている。ネットワーク上に存在するカメラを検索し、存在するカメラを利用してシステムを構築する。全方位カメラシステムの重なり判定により位置情報を取得し、VB-C10 により人物画像を取得し、人物が存在するフレームをログデータとして画像と位置情報を保存する

実装	JDK1.4.1, Java MediaFrame, Java3D		
使用機材	Canon VB-C10	× 6 台	
	vstone 全方位カメラ	× 3 台	
計算機	OS	Windows2000	
	CPU	Pentium4 3GHz	
	Memory	1Gbyte	

図3. システム環境

### 3.2 本システム稼働状況

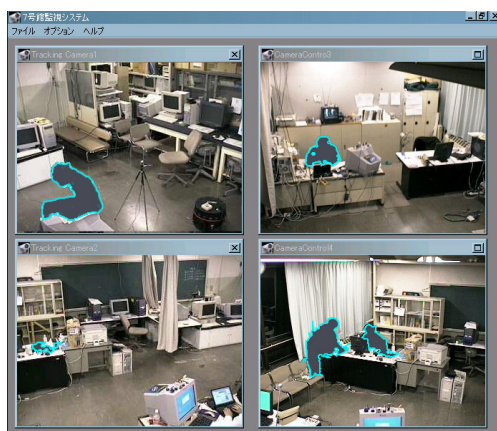


図4. 監視システム

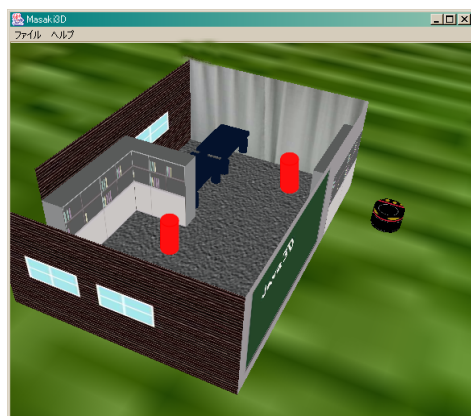


図5. 人物位置表示ブラウザ

本システムでは、人物が存在したフレームにおいて、人物の画像のログをとる。また、どのように移動したかというログデータを保存し、人物位置表示ブラウザにも表示させ、どこに人物がいるのか簡単に分かるようになっている。

## 4. 実験と評価

静止したカメラの領域内に人物が二人進入してきた状態で、静止したカメラが一人の人物を追跡し、もう一台のカメラがもう一人の人物を追跡する。

### 4.1 実験結果と考察

カメラ静止の状態環境内の人物が移動している場合、画像中の動領域を安定して抽出する事が出来た。実験は、フレーム間差分によるものであり、AND処理で輪郭内部の領域を検出したものである。検出用のカメラが人物を検出すると、追跡用のカメラに、輝度値のヒストグラムを渡し、似た色の領域を追うことで追跡処理を行う。処理速度は、毎秒1フレーム程度であり、1秒以内での追跡処理は可能である事が確認された。

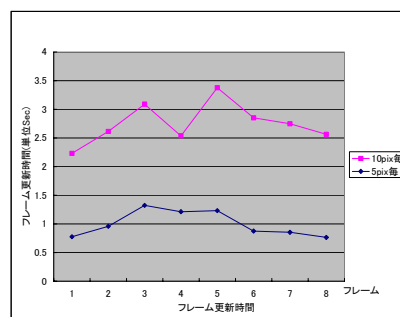


図6. 人物追跡エージェント単体の処理時間

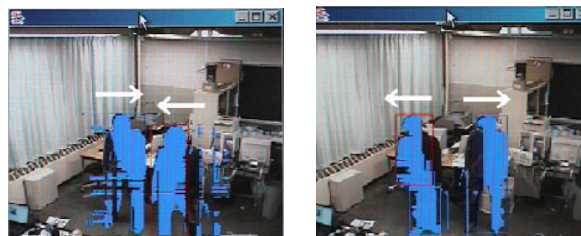


図7. 別視点での人物の対応処理実験

## 5. まとめ

本論文では、レーザーセンサなどの各種センサー群とカメラロボットの分散協調による人物の遠隔監視システムの一部として、カメラのみで人物監視を行う事を目的に開発した。今後は、顔認識、音声認識などを取り入れた個人認識により、監視機能だけのアプリケーションではなく人間へのサービスを行なうことができる対話型アプリケーションへと発展させていく考えである。

## 参考文献

- [1] F.Mizoguchi, H.Nishiyama, H.Ohwada and H.Hiraishi, Smart office robot collaboration based on multi-agent programming *Artificial Intelligence*. 114(1-2),1999,pp.57-94
- [2] 大岸正明,西山裕之,平石広典,溝口文雄,リモートインテリジェンスを実現する為のセンサーシステムの設計,第 65 会情報処理学会全国大会,2003年3月 3H-6
- [3] 馬場 功淳,大橋 健,乃万 司,松尾 英明,江島 俊朗,フレーム間差分をベースにした人物追跡,画像センシングシンポジウム pp329-334,2000