

(様式2)

## 学位論文の概要及び要旨

氏 名 塩塚 大 印

題 目 人物誤追跡に対応したエージェントによる人物追跡システムの構築  
に関する研究

### 学位論文の概要及び要旨

本論文では、カメラを用いた人物追跡において発生する人物の誤追跡に対応するためのシステムの構築に関して論じる。本論文における人物の追跡とは、カメラ、あるいはBLEビーコンの様な人物を検知するセンサを利用し、システムが追跡したい人物、すなわち追跡対象の移動経路を特定することを指す。人物を追跡するシステムとしては、たとえば不審者を監視するための監視システムなど幅広く存在する。これらのシステムの構築に際しては、まず人物を検知するためのセンサを監視対象となるエリアへ設置し、センサから得られた人物の情報をもとに追跡対象を一意に特定できる必要がある。そして特定した人物の情報を時系列に繋げていくことで人物の移動経路の特定が可能となる。しかし、センサ、設置環境、あるいは人物の特徴によっては人物が期待通り検知できず、たとえば、人物を見逃しや、あるいは追跡対象とは異なる人物を追跡してしまうといった誤追跡の問題に直面する。正しく人物を特定できなければ、人物の移動経路の特定は困難となる。そこで本論文では、これらの問題を解決すべく人物誤追跡に対応したシステムの構築に関して論じる。

監視システムを利用し人物を監視する際には、センサで検知した人物の位置情報を監視端末上に表示し、そして監視員は追跡対象の位置情報を確認することで追跡対象の位置を把握する。しかし、この方法では監視対象となる人物の数やセンサの数が増加した場合、監視員による追跡作業の負担は大きくまた非常に困難なものとなる。そこで、監視員に代わって追跡を担うものとしてエージェントを用いた追跡システムが考案されている。

エージェント技術を用いた追跡では次のようにして人物を追跡する。まず、監視員は追跡対象を検出しているセンサのもとへ最初のエージェントを派遣する。すると最初のエージェントは自身が派遣されているセンサの次に人物を検出すると予測されるセンサへさらにエージェントを派遣する。そして、エージェントが派遣されているどこかのセンサにおいて人物が検出されたとき、さらにその次に人物を検出すると予測されるセンサへエージェントを派遣する。このとき、人物を検出しなかったセンサに派遣されていた古いエージェントは削除する。以上のように、人物の検出をもとにエージェントの派遣と削除を繰り返すことで、人物の移動に追従しエージェントをセンサ間を移動させることができる。

エージェントを利用した追跡システムを実現するためには、センサによって人物を検知し特定す

るための技術，エージェントを効率よくセンサのもとへ派遣するため次にどのセンサが人物を検出するかを予測する技術等が必要になる．これらの技術要素を組み合わせることにより，たとえば，小型計算機にセンサを搭載し，その小型計算機を監視エリア上の入り口や分岐点といった監視したい場所へ配備すれば，人物の移動にともないその小型計算機上をエージェントが移動する人物追跡システムが容易に構築できる．人物の移動にともないエージェントが計算機上を移動させることで，ネットワーク上の各計算機の計算資源の利用は，人物を検出している計算機のみ限定できる．さらに，特定の計算機が故障した場合であっても，その影響は局所化され他の計算機における追跡には影響を与えず追跡が継続できる．

エージェントを利用した追跡システムの実用化にむけ，たとえば，あるセンサにおいて人物を検出し損なった場合に適切にリカバリし追跡を継続する研究が行われている．たとえば，センサとしてRFIDセンサを使用する場合，センサの設置場所によって人物を見失う場所，すなわちRFIDタグからの信号を受信できない場所がある．その結果，エージェントは追跡に失敗する場合がある．そこで，エージェントが追跡対象を見失うと，追跡対象が見失われた計算機と追跡対象が見つかった計算機との間に新しい接続関係を構築する．この方法によりセンサが人物を見失った場合に対処することができる．一方，センサとしてカメラを用いた場合では，カメラによって撮影された画像から抽出した人物の特徴は常に正確に抽出されるとは限らず，人物を一意に特定できない場合がある．例えば，茶色の髪色の人でも，光の強度によって髪の色が黒く識別されることがある．その結果，人物の識別を誤り，見逃しや誤追跡を引き起こす可能性があり，追跡を継続できない場合がある．

本論文では，センサにおいて人物の識別が適切に為されず誤検出が発生する状況下においても，エージェントを利用したシステムにおいて人物の追跡を継続するための手法を提案する．既存の追跡手法では，人物が正確に識別できるという前提があり，人物の尤もらしさ，すなわち距離が0（追跡対象）か1（非追跡対象）かを識別することができた．しかし，識別誤りが発生する状況では必ずしも0か1にはならずその間の値をとる．距離が間の値をとるとき，追跡対象かそうでないかを判定する方法として，ある閾値を設けその閾値より距離が小さければ追跡対象と判断する方法が一般的である．しかし，追跡対象がある閾値より常に距離が小さくなるとは限らない．距離が逆転した場合に本来追跡すべきではない人物を追跡することや本来追跡すべき人物を追跡しなという問題が発生する．この問題に対処するために，既存のエージェントによる追跡をエージェントのグループによる追跡に拡張し，さらに2つの閾値を用いた追跡を提案する．さらに，グループによる追跡の効率を改善すべくグループ内のどこに人物がいる可能性が高いかの存在確率を計算する手法を提案する．

本論文の構成としては，まずエージェントを利用した人物追跡の概要について述べる．そして，計算機として超小型計算機を用いたエージェントによる人物追跡の実装例を示す．そして，カメラを用いた場合に発生する人物の誤追跡について説明し，誤追跡を対応するための追跡手法を提案する．さらに，その手法の利便性を高めるため利用する計算資源をさらに削減した上で追跡効率を改善した追跡手法を提案する．これらの提案手法を用いることにより，より現実に即したエージェントを用いた追跡システムの構築が可能になる．