

(様式 2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 四 元 辰 平 印

題 目 モバイルエージェントによるセンサ設置環境の変化に対応した
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、センサを用いた人物を追跡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“人物追跡”とは、追跡対象となる人物を特定の地点に設置されたセンサの検出情報を時系列につなぐことで、追跡対象の移動経路が特定できることを指す。この定義に沿った人物を追跡するシステムには、カメラを使った映像監視システムを中心に、GPSによる位置情報を使ったシステムなどが存在する。これらのシステムの用途としては、不審人物を追跡することによる防犯に始まり、子どもや認知症患者などの見守りや所在確認などが挙げられる。また、人物の動線を知ることでのマーケティングや設備配置の効率化などへの活用が期待されている。特に、カメラを用いた映像監視システムはカメラが設置された監視エリアの中で監視することを目的とし、人物の特徴を映像の目視という形で確認できるため、追跡対象者の監視に有効であり、広く利用されている。また、近年では技術の進歩によるビーコンの小型化やスマートフォンなどのデバイスの普及により、電波で人物の位置を取得する手段が安価に利用できるようになりつつある。

人物追跡システムは、様々な技術の組み合わせにより成り立っており、その実現のための研究が進んでいる。それらの研究においては、カメラから得られる画像から人物を正しく認識する画像処理技術に関する提案、離散的に配置されたセンサから受信する情報を統合し電波強度や対象の移動速度などから人物のより正確な位置を導き出す提案、IoT (Internet of Things) で使用されるようなセンサネットワークを構築しセンサデータを収集する提案などがある。しかし、これらの要素技術の提案は多くなされているが、例えばカメラのパン・チルト・ズームが発生したときにどのように人物を追跡するか、センサが故障した場合を想定した追跡や、人物の認識率が向上したとしても人物を認識できなかったときにどのように追跡するかなど、現実の運用に即した人物追跡システムの検討は十分進んでいるとはいえない。

本稿では、現実的に人物追跡システムを運用する上で発生する様々な課題に対応するために、モバイルエージェント技術を適用した人物追跡システムの構築手法について提案する。モバイルエージェント技術はネットワークを介した分散処理を行う技術の1つであり、各計算機上を、データを持ったプログラムが移動しながら処理を行う技術である。モバイルエージェントは分散構成において局所的な環境に合わせた処理を自律的に行うことに向いており、本研究ではこのモバイルエージェントに1人

の人物の特徴データを持たせ、ノードと呼ばれる、センサが接続された計算機間を移動させることで人物追跡を実現する。エージェントは、各ノードにおいて人物の特徴を検出しながら、次に同じ人物を検出する可能性のあるノードに移動していくことにより人物を追跡する。モバイルエージェント技術を適用する利点としては、第一に人物追跡システムに求められる要件をシンプルな実装で実現できることが挙げられる。1人の追跡対象人物の認識と追跡処理をエージェントの処理として特化し、センサや通信環境に依存するような特徴データの抽出や計算機間の通信処理を各計算機における処理として分離することによりシンプルな実装を実現できる。第二に負荷の分散と柔軟な拡張性が挙げられる。全てのセンサのデータを一つのサーバに集めて人物を追跡する方法では、センサの数が増加し追跡対象者が多くなる場合に、サーバやネットワークなどのリソースの増強や構成の見直しが必要となる。また、多様なセンサを用いて複数の建物や組織を跨って広域を追跡する場合は、そのデータの扱いや追跡を行うインタフェースを統一する必要がある。モバイルエージェント技術を適用することにより、負荷の分散と拡張性を両立することができる。

分散環境でモバイルエージェントを用いた追跡を行う場合、モバイルエージェントが適切な数で稼動することが、システム全体の負荷の低減につながる。そのため、カメラのパン・チルト・ズームのようなセンサの設置環境の変化によりセンサの検出範囲が変化する場合には、その影響が全体に波及せず局所的な範囲に収まるように対応することが必要になる。また、センサの不確実性により人物を見逃した場合でも人物の追跡を継続できるように、エージェントを移動し配置するアルゴリズムの検討が課題となる。そのため、本研究ではモバイルエージェント技術を適用した人物追跡の仕組みにおいて、1人の人物の特徴を持ったモバイルエージェントが全てのノードに拡散しないように、その人物が検出されそうな地点の候補を局所的な範囲に抑えて効率よく追跡するためのアルゴリズムと、ノードの追加や消滅、センサの未検出などのシステム上で発生する問題について対応した追跡アルゴリズムを提案する。

本稿では、第2章で提案する人物追跡システムの概要を述べる。第3章でセンサの検出範囲の変化に応じてセンサの隣接関係を決定するアルゴリズムについて説明する。第4章でそのアルゴリズムを改善し、システム規模の大小にかかわらず適用できるようにするための、各ノードが持つ情報を局所化したアルゴリズムを提案する。第5章でセンサの不確実性により人物を見逃した場合を想定し、隣接関係を拡張することで未検出発生時の追跡成功率を向上しつつ計算量の抑制を両立する手法を提案する。これらの手法を組み合わせることで、現実のセンサの設置環境の変化に対応した人物追跡システムの構築が可能となる。