

氏名	藪田 顕一
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博工甲 第687号
学位授与年月日	平成22年3月25日
学府・専攻	工学府 電子情報工学専攻
指導を受けた大学	東京農工大学
学位論文名	監視カメラシステムにおけるプライバシー保護の実現手法およびシステム構築手法の研究

## 論文の内容の要旨

本論文では、監視カメラシステムにおけるプライバシー保護の実現と、システム構築についての研究をまとめた。まず、監視カメラによって撮影された画像中に存在する物体の不可視化と、不可視化された物体の復元による、プライバシー保護と移動物体の特定を両立する手法を提案した。次に、プライバシー保護された画像から再構成された画像が、もとの撮影画像に対して真正であることを証明できるプライバシー保護手法を提案した。さらに、目的の観測シーンに進入する、すべての移動物体の移動経路を見落とすことなく観測できる最小台数のカメラ配置の最適化法を提案し、監視カメラシステムの構築方法について述べた。

第1章「序論」では、研究背景と研究目的について述べた。まず、監視カメラが国内外を問わず多数設置されている現状と、これからも増加の一途をたどるであろうことを示した。さらに、監視カメラの設置増加に伴ってプライバシーを保護する技術的な手法の確立が必要であること、また、様々な環境で監視カメラシステムを構築するためには、監視カメラの最適配置を自動的に求める手法が必要であることを述べ、本論文で解決すべき課題を明らかにした。

第2章「Maskingを用いたプライバシー保護手法」では、監視カメラによるプライバシー保護の技術的な実現手法を述べた。監視カメラにおけるプライバシー保護では、移動物体を特定する情報は隠蔽しながらも、どのような行動があったかは把握できる必要がある。本論文では、背景差分法を用いることで、撮影画像を移動物体と背景領域に分離し、移動物

体のみを画像処理によって不可視化することで、プライバシー保護と行動の把握を両立した。しかし、このままでは犯罪捜査や追跡に用いることはできないため、撮影画像を再構成するための復元情報を電子透かしにより出力ストリーム中に埋め込んだ。さらに、目的の物体のみを復元できるよう、復元情報は物体ごとに暗号化した。提案手法を適用した実験から、移動物体のプライバシーが保護できること、移動物体を復元し撮影画像が再構成できること、複数の人物が存在するときに特定の人物のみを復元しそのほかの人物はプライバシーを保護したままにできることを示した。また、画像中の移動物体の大きさに対する、電子透かしの適応可否、出力ストリームの符号長の変化から、本手法の有効性を示した。

第3章「真正性証明とプライバシー保護を両立する手法」では、真正性証明とプライバシー保護を両立できる手法を述べた。第2章で述べた手法により、撮影された人物のプライバシー保護が可能である。しかし、再構成画像に表れた人物が、撮影画像中にも存在していたことを示せなければ、証拠としての有用性は低い。そこで、プライバシー保護された画像から再構成される画像が、真正であることを証明できる手法を提案した。公開鍵暗号方式と電子証明を応用して、撮影画像を復元するデータ、真正性を検証するデータを作成したことで、プライバシーを保護した画像から撮影画像を再構成せずに真正性が検証できた。また、ハフマン符号化の特徴に基づいた電子透かしにより真正性検証用データや撮影画像復元用データを埋め込むことで、出力ストリームの符号長の増加を抑えた。提案手法を用いた実験から、移動物体のプライバシーを保護しても再構成画像の真正性が証明できることを示し、撮影画像中の移動物体の大きさと出力ストリームの符号長の関係性から手法の有効性を示した。

第4章「監視カメラの最適配置手法」では、監視カメラシステムを最小のカメラ台数で構築するための手法を述べた。最適カメラ配置は、監視カメラと撮影範囲のすべての組み合わせから、目的とする観測範囲をカバーする最小台数のカメラ配置の組み合わせを選択することで、求められる。しかし、広大な環境を対象とした場合、観測シーン全体をカバーするためには、非常に多くのカメラを必要とする、また、最適解を求めるのに長時間を要する、という問題がある。提案手法では、シーン中のすべての移動物体の移動経路を特定するための最小台数のカメラ配置を求め、カメラ台数と計算時間を削減した。まず、与えられた観測シーンを矩形領域で近似して、通路や分岐点からなるグラフ構造を定めた。次に、頂点被覆により、グラフ構造からすべての通路の少なくとも一端の分岐点を取り出した。さらに、得られた分岐点からなる観測領域と、監視カメラを置ける位置や向き、カメラ仕様から、カメラ候補と観測領域との関係性を集合被覆問題に置き換えることで、最小台数の最適カメラ配置を求めた。実験では、観測シーン全体を観測する場合や、シーン中のすべての分岐点を観測する場合に比べて、少ない台数での最適配置をより短時間に求められ

ることから，提案手法の有効性を明らかにした．

第5章「結論」では，本論文の成果についてまとめた．