

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月7日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500156

研究課題名（和文）監視カメラのための情報復元技術の研究

研究課題名（英文）Information restoration techniques for surveillance cameras

研究代表者

太田 直哉（OHTA NAOYA）

群馬大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：10270860

研究成果の概要（和文）：

本研究は、防犯カメラの画像を用いた犯罪捜査において、画像に含まれる情報を最大限に抽出することを目的としたものである。具体的な研究テーマは、位置依存なPSFと非線形性を考慮した画像復元技術、白黒防犯カメラで撮影された対象の色情報の推定、低解像度画像に写された自動車のナンバープレートの読み取りであり、これら3つのテーマで成果を得た。

研究成果の概要（英文）：

This research is aiming at developing techniques whereby extracting as much information as possible from images taken by surveillance cameras in crime investigations. It includes an image restoration technique accounting for space variant PSF and non-linearity, color information restoration from black-and-white images, and license plate reading from a very low-resolution image.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：コンピュータビジョン

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：画像復元、位置依存PSF、M系列、白黒カメラ、分光反射率、ナンバープレート

1. 研究開始当初の背景

本研究の担当者はこれまでに、e 自警ネットワークという活動を行って来た。これはプライバシーに考慮した安価な防犯カメラを地域のコミュニティー全体で運用し、安全な社会を構築しようという取り組みである。その活動の中から警察との繋がりができ、防犯カメラの画像から最大限の情報を引き出し、犯罪捜査に利用する画像処理技術の開発を

始めるに至った。

2. 研究の目的

研究の目的は防犯カメラで得られた画像に含まれるできるだけ多くの情報を引き出すことであるが、具体的には次の3つのテーマを研究した。なお(1)および(2)は本研究を開始する前から計画していたテーマであり、(3)は研究を進めるのと並行して、後から設

定した研究テーマである。

(1)位置依存 PSF とカメラの非線形性を考慮した画像復元

一般に、画像復元技術は PSF (Point Spread Function) が画像の位置によらないこと (space invariant)、およびカメラの入射光量に対する感度も既知の関数で補正すれば線形な関係に変換できることを前提としている。本研究ではこれの仮定を無くし、位置依存の PSF、および実際のカメラの非線形性を用いた画像復元手法を開発する。

(2)白黒画像からの色情報の復元

白黒の防犯カメラによって対象を撮影した画像が複数枚得られたとき、その対象の色に関する何らかの情報を得る研究テーマである。一般的には、白黒カメラで撮影された画像が複数枚あっても、それらから対象の色情報を推定するのは不可能であるが、照明が異なる条件下での画像ならば、それらを用いて対象の色に関する何らかの情報を得ることができる。このテーマではどのような状況下でどのような情報が得られるかを考察し、それに基づいて対象の色に関する情報を得る計算方法を考案する。

(3)低解像度画像からのナンバープレートの読み取り

ナンバープレートの情報は車両を特定するのに最も有効な情報であるが、それが防犯カメラの画像に非常時小さく写っていた場合には、通常はその数字を読むことができない。しかしナンバープレートの数字は 0 から 9 までの 10 種類の可能性しか無く、さらに対象を撮影した防犯カメラで新たな画像が撮影できることを利用すれば、可能性のある数字を新たに撮影して、結果の画像が最も近くなる数字を方法でナンバープレートの数字を推定することができる。このテーマでは、この手法による有効性を検証する。

3. 研究の方法

(1)位置依存 PSF とカメラの非線形性を考慮した画像復元

まず位置依存 PSF の効率的な測定法を開発する。そのために図 1 に示すような実験装置を使用する。この装置はコンピュータに画像表示用のディスプレイと、計測対象のカメラが接続されているもので、ディスプレイに表示した画像をカメラで撮影しコンピュータに取り込めるようになっている。本研究費による研究を開始する前の研究では、ディスプレイ上に点光源を模したドットを表示し PSF を測定する手法を開発した。この手法は有効に働き、位置依存 PSF の計測は可能であった

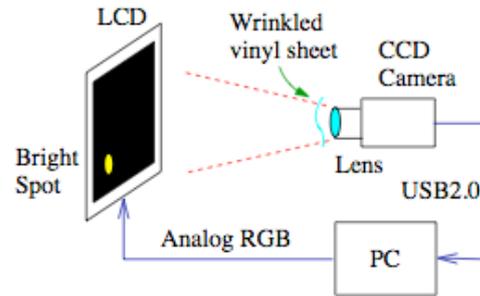


図 1

が計測結果の S/N 比が悪く、良い結果を得るためには計測に時間がかかるという問題があった。そこで表示パターンをアダマールの M 系列から作成されるパターンに変更し、S/N 比の良い計測を実現する。測定された PSF は正則化理論を応用した画像復元処理によって復元される。

次の段階では同じ実験装置を用いて、画像復元の処理ループの中に、実際のカメラによる撮像課程を組み入れ、画像復元を行うことを試みる。これにより画像の劣化課程を PSF などモデル化する必要がなくなり、さらにカメラの持つ非線形性なども考慮された画像復元が可能になると期待される。

(2)白黒画像からの色情報の復元

この手法は対象が異なるスペクトル分布を持つ照明で照らされていることを利用する。そのためには照明のスペクトル分布を測定することが必要であるが、これを簡便に行う方法として、反射スペクトル分布の異なる複数のプレートを用いる方法を開発する。推定対象の反射スペクトル分布 (色) をこれらプレートの反射スペクトル分布の線形和で表し、その線形結合の係数を画像から推定するという方法で対象の色に関する情報が得られる。このような推定が行える条件や計算式を導出し、実験によって検証する。

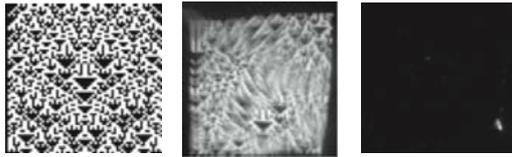
(3)低解像度画像からのナンバープレートの読み取り

このテーマでは、まず実験室の中の理想的な条件下で推定実験を行い、このアプローチの持つ限界性能や、画像の一致度をどのような基準で測るのが最適であるかなどの問題を検証する。その後屋外の自然光照明下での実験を行い、実際的な環境での有効性を検証する。

4. 研究成果

(1)位置依存 PSF とカメラの非線形性を考慮した画像復元

M 系列で作成した画像パターン、それをカメラで撮影した画像、計測した PSF の一例を



(a) (b) (c)

図 2



(a) (b)

図 3

それぞれ図 2 の (a)、(b)、(c) に示す。更にこのカメラで撮影した画像と本手法により復元した画像を、それぞれ図 3 の (a) と (b) に示す。

次にカメラの撮像課程そのものを画像復元処理に組み入れてしまう手法であるが、現在までのところ評価すべき結果が得られていない。その主な要因は、ディスプレイのダイナミックレンジが狭く、画像の復元ループ中にその輝度が飽和してしまうからである。現在、現象の更に詳しい調査と対策を行っている段階である。

(2) 白黒画像からの色情報の復元

提案手法の有効性を検証する実験で用いた画像の例を図 4 に示す。この画像において、右上に写されている四角の区画を持ったプレートが、照明光を計測するためのプレートで、ハンカチの各部分の反射スペクトル分布を推定する。照明を変化させて撮影した 3 枚の画像から復元した反射スペクトル分布の 2 つの例を図 5 に示した。破線が真の分布で実線が推定した分布である。ほぼ正しい分布が推定できていることが分かる。

更に実際の使用条件で実験した結果を図 6 および図 7 に示す。図 7 は撮影画像のうちの 1 枚であるが、これらの画像は夜のキャンパスで撮影した。図 7 は左が推定されたシャツの反射スペクトル分布、右がズボンのそれである。このグラフに関しても実線が推定された分布、破線が真の分布であるが、対象の反射スペクトル分布が良好に推定できているのが分かる。

(3) 低解像度画像からのナンバープレートの読み取り

まず実験室の中の理想的な環境で、開発した手法の限界の性能を検証した。実験の様子を示したのが図 8 である。この実験からナン

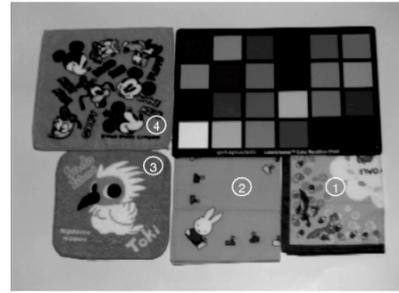


図 4

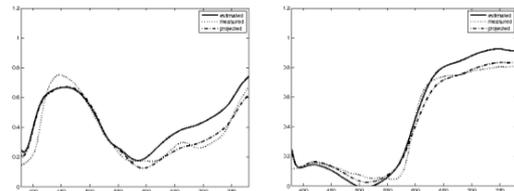


図 5

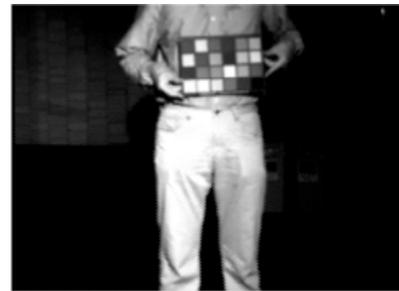


図 6

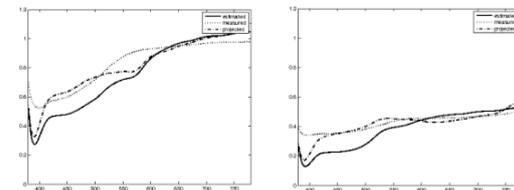


図 7

バープレートの各数字が 4×7 画素程度に撮影されている状況が本手法が適用できる限界で、それより小さく撮影されていた場合は、理想的な条件下でも誤りを生ずることが分かった。その限界付近の条件で撮影された数字のいくつかの例を図 9 に示す。

次に実際の使用条件での実験の結果を図 10 および図 11 に示す。図 10 の左がナンバープレートの数字を推定すべき自動車に撮影された画像であり、そのナンバープレートの部分を拡大した画像が右の画像である。このナンバープレートの数字は 19-30 であるが、人間の目には判別できない。これらの画像に対して、既知の数字で撮影した画像との類似度を計算したのが図 11 である。類似度は正規化相互相関 (NCC) を用いて測った。それぞれの棒グラフで、左から 0、1、2 の画像との類似度で、最も右が 9 である。最大の類似度の値が黒で塗りつぶされている。これが



図 8

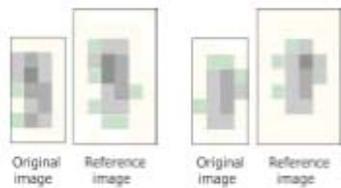


図 9



図 1 0

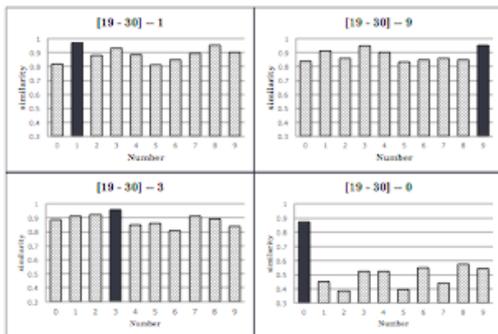


図 1 1

ら図10の画像は左から順に1、9、3、0の画像との類似度が最も高く、正しくナンバープレートの数字が推定できていることが分かる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

①Jin Tao, Hitoshi Hoshino, Yusaku Fujii, Jia Hongzhi, Koichi Maru, and Hou Wenmei, Color estimation base on a giving color

estimation PC-based system、Procedia - Social and Behavioral Sciences、査読有、Vol.2、No.1、2010、pp.120-124

②太田直哉、藤井雄作、伊藤直史、白黒監視カメラからの色情報の復元、電子情報通信学会論文誌D、査読有、Vol. J92-D、No.6、2009、pp.888-896

[学会発表] (計8件)

①神宮彩美、太田直哉、防犯カメラで撮影された低解像度ナンバープレートの数字識別、情報処理学会第73回全国大会、2011.3.2、東京

②大芦麻衣、太田直哉、オプティカルフローを用いた異常シーンの検出、情報処理学会第73回全国大会、2011.3.2、東京

③太田直哉、長井歩、安価な光学フィルタを用いたマルチスペクトルカメラ、ビジョン技術の実利用ワークショップ、2010.12.9、横浜

④Ayami Jingu、Naoya Ohta、Number plate reading from low resolution images captured by surveillance cameras、First International Conference on Security Camera Network, Privacy Protection and Community Safety、2009.10.28、桐生

⑤Naoya Ohta、Yusaku Fujii、Tadashi Ito、Color from Black-and-white Surveillance Cameras、IEEE Color and Reflectance in Imaging and Computer Vision Workshop、2009.10.4、京都

⑥Tadashi Ito、Hitoshi Hoshino、Yusaku Fujii、Naoya Ohta、Reconstruction of face image from security camera based on a measurement of space variant PSF、ICROS-SICE International Joint Conference 2009、2009.8.18、福岡

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称：分光反射率測定装置及び分光反射率測定方法

発明者：太田直哉

権利者：群馬大学

種類：特許

番号：特願2010-109707

出願年月日：2010.5.11

国内外の別：国内

○取得状況 (計0件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

太田 直哉 (OHTA NAOYA)

群馬大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：10270860

(2) 研究分担者

伊藤 直史 (TADASHI ITO)

群馬大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：20223159

(3) 連携研究者

藤井 雄作 (YUSAKU FUJII)

群馬大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：80357904