

平成 22 年度 特許ビジネス市シーズ情報

整理番号

事務局使用欄

1	シーズタイトル	1 段階処理の予測法 (One-Step Model) による高性能な劣化画像復元手法
2	シーズ提供者 連絡先住所 TEL/E-mail/URL	(法人名) 東京理科大学 科学技術交流センター (担当者名: 鈴木 正人) 162-8601 東京都新宿区神楽坂 1-3 TEL: 03-5225-1089 / E-mail: suzuki_masato@admin.tus.ac.jp
3	支援者 (特許流通AD等/連絡先)	特許流通アドバイザー 藤本 隆 162-8601 東京都新宿区神楽坂 1-3 TEL: 03-5225-1089 / E-mail: t-fujimoto-ad@adp.jiii.or.jp
4	特許番号 等	特願 2008-206316、WO2010/016263 A1

技術情報

5	技術分野	①電機・電子	6	機能	③制御・ソフトウェア
7	利用分野	防犯分野、医療分野、器具故障検出分野、画像復元分野	8	適用製品	防犯カメラ、デジタルカメラ、携帯カメラの画像復元
9	本技術の完成度	③実用段階			

10 本技術の特徴

① 従来技術・類似技術の問題点

撮り直しが許されない状況下における従来の画像復元技術として、カルマンフィルタを用いた画像復元技術が知られている。この技術は、まずステップ1で、劣化画像に対してARシステムのパラメータ（以下「AR係数」という）を推定した後、ステップ2で、ステップ1で推定したAR係数を用いて状態空間モデル（状態方程式と観測方程式）を構成し、これにカルマンフィルタ理論を適用することによって、高性能な画像復元を実現している。しかしながら、この技術は、ステップ1で推定したAR係数を用いてステップ2のカルマンフィルタアルゴリズムを実行するため、ステップ1でのAR係数の推定精度に劣化画像の復元精度が大きく依存してしまうという問題を有している。例えば、デジタルカメラの場合、処理対象画像にぼけ（焦点ずれなど）に基づく劣化が含まれると、ステップ1でのAR次数の決定およびAR係数の推定が困難となるため、ステップ2でのカルマンフィルタによる画像復元の精度に影響が出てしまう。

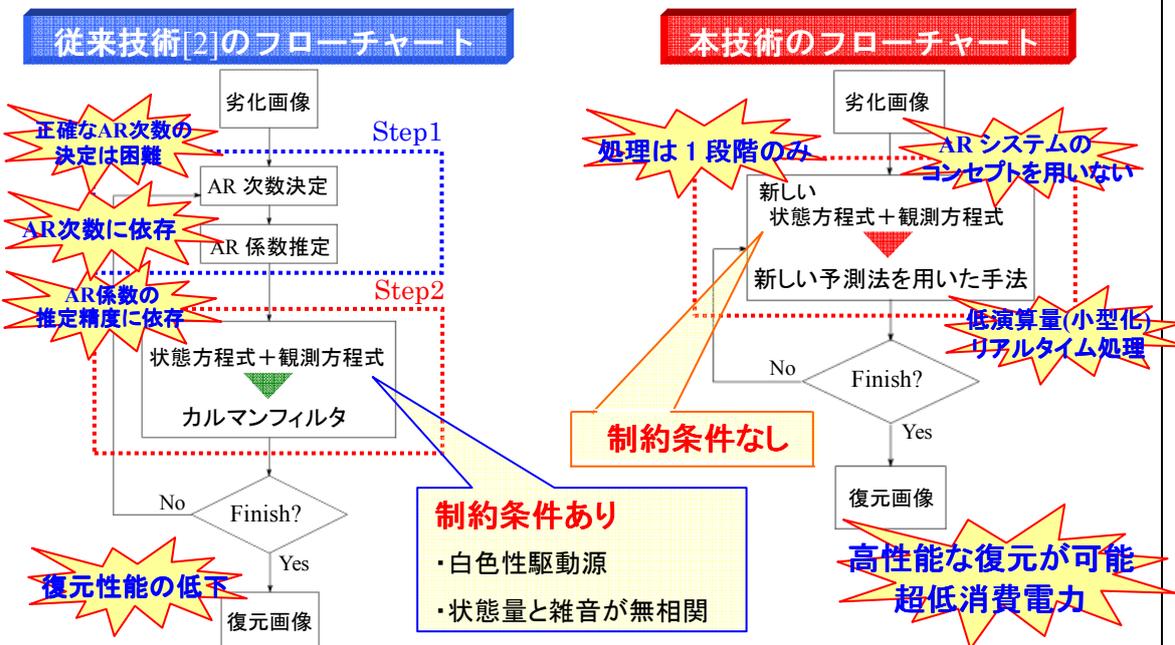
② 本技術の特徴・効果 / 類似技術との対比

- (1) 本技術では、ARシステムのコンセプトを必要としない新しい状態空間モデル（状態方程式と観測方程式）を構成し、これを用いた1段階処理の新しい予測法（One-Step Model）によって、高性能な画像復元を実現している。また、本技術では、処理ステップを1段階減らすことができるため、演算量を削減することができ、ひいては、回路規模の縮小やメモリ容量の削減などを図ることができる。
- (2) カルマンフィルタを用いた従来の画像復元手法では、ステップ1でAR係数の推定を行う際に必要となるAR係数の次数の決定が大きな問題点となる。一般にAR係数の次数は状態量に依存しているため、状態量が既知でなければ、理論的にAR係数の次数を正確に決定することは困難である。このことは、状態量が既知でなければならないことを意味しているため、リアルタイム処理は困難となる。

また、それにより、正確でないAR係数の次数を用いることになるため、正確なAR係数の推定は困難である。したがって、このことは、カルマンフィルタを用いた従来の画像復元手法の画像復元能力を低下させる大きな要因となっている。また、何らかの技術でAR次数とAR係数をリアルタイムに推定できるようになったとしても、処理ステップが1段階増えることより演算量の増加は避けられない。これに対して、本技術では、ARシステムのコンセプトを必要としないため、このような問題は生じない。

- (3) カルマンフィルタを用いた従来の画像復元手法では、状態量をARシステムを用いて表現することによってモデル化している。このことは、カルマンフィルタを用いた従来の画像復元手法はARシステムでモデル化可能な状態量にしか適用できないことを意味している。すなわち、カルマンフィルタを用いた従来の画像復元手法は、ARシステムでモデル化が困難な状態量には適用することができない。これに対して、本技術は、ARシステムのコンセプトを必要としないため、適用対象に関するこのような制約は存在しない。
- (4) カルマンフィルタを用いた従来の画像復元手法では、状態方程式の駆動源が白色信号で、かつ、状態量と観測雑音が無相関であることを仮定した上で、カルマンフィルタ理論を適用している。これに対して、本技術では、駆動源が有色信号（クリアな画像）となるものの、状態方程式と観測方程式の特殊な構成によって本技術のアルゴリズムを実行することができる。このことは、本技術は、カルマンフィルタ理論の一般的な適用条件を考慮しなくても実行可能であることを意味している。すなわち、本技術は、カルマンフィルタ理論よりも適用範囲が広いといえる。

③ 特記事項・添付図面・製品外観図・効果を示す表等



[非特許文献 2] 松村 淳, 長谷山 美紀, 北島 秀夫, “効果的な雑音除去のための適応的な画像のモデル化によるカルマンフィルタ,” 信学論(D), vol.J86-D-II, no.2, pp.212-222, Feb. 2003

画像比較

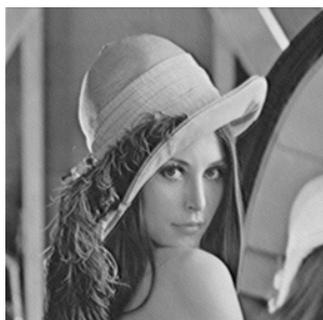


原画像



劣化画像

Good



従来技術 1 [1]



従来技術 2 [2]



本技術

拡大画像



原画像



劣化画像

Good



従来技術 1 [1]



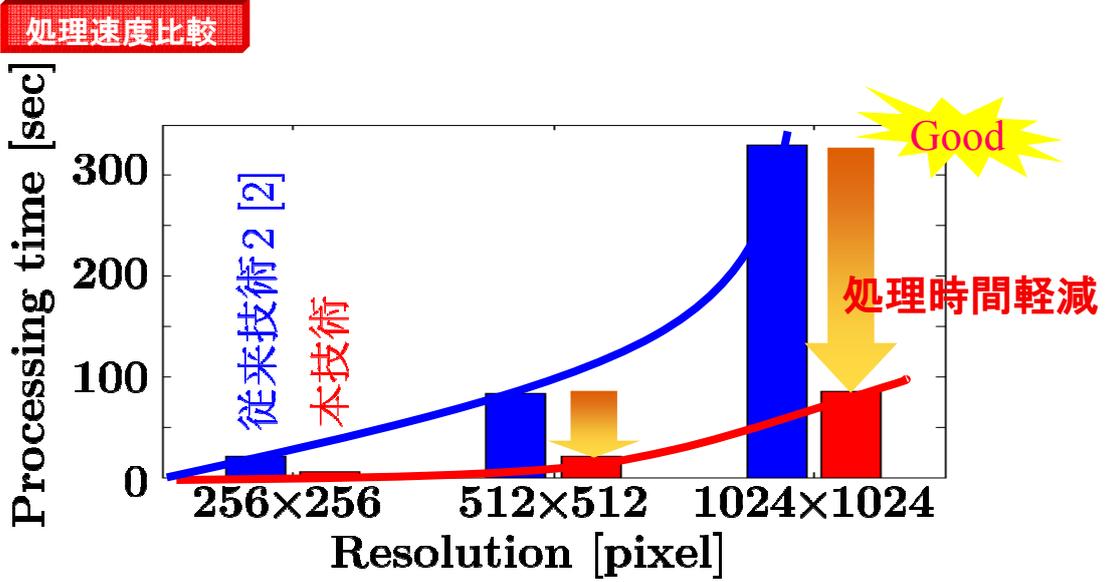
従来技術 2 [2]



本技術

[非特許文献 1] 小川 英光, 原 昌司, “部分射影フィルタの諸性質,” 信学論(A),
vol.J71-A, no.2, pp.527-534, Feb. 1988

[非特許文献 2] 松村 淳, 長谷山 美紀, 北島 秀夫, “効果的な雑音除去のための
適応的な画像のモデル化によるカルマンフィルタ,” 信学論(D),
vol.J86-D-II, no.2, pp.212-222, Feb. 2003



[非特許文献 2] 松村 淳, 長谷山 美紀, 北島 秀夫, “効果的な雑音除去のための適応的な画像のモデル化によるカルマンフィルタ,” 信学論(D), vol.J86-D-II, no.2, pp.212-222, Feb. 2003

客観評価

PSNR : 画像の似かより度合いを表す(値が大きいほど性能が良い)

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{\sum_{i=1}^{256} \sum_{j=1}^{256} [x(i, j) - \hat{x}(i, j)]^2} [dB]$$

	Cameraman [dB]			Lenna [dB]		
	従来技術 1 [1]	従来技術 2 [2]	本技術	従来技術 1 [1]	従来技術 2 [2]	本技術
SNR _{in}						
20 [dB]	34.1	34.2	35.9	34.1	35.1	37.8
30 [dB]	34.3	35.1	36.2	34.5	36.8	39.8

[非特許文献 1] 小川 英光, 原 昌司, “部分射影フィルタの諸性質,” 信学論(A), vol.J71-A, no.2, pp.527-534, Feb. 1988

[非特許文献 2] 松村 淳, 長谷山 美紀, 北島 秀夫, “効果的な雑音除去のための適応的な画像のモデル化によるカルマンフィルタ,” 信学論(D), vol.J86-D-II, no.2, pp.212-222, Feb. 2003

特許情報		
11	発明の名称	画像復元装置および画像復元方法
12	特許権者(出願人)	学校法人東京理科大学
13	特許番号(公開番号/出願番号)	日本出願 出願番号：特願 2008-206316
	出願日(優先日)	2008年8月8日
14	海外出願 特許番号等	PCT 出願 (国際公開番号： WO2010/016263 A1)
15 代表的な独立請求項の記載 <p>【請求項1】原画像情報に不必要な情報が混在した劣化画像情報のみから前記原画像情報を推定する画像復元装置であって、時刻 n のみの劣化画像情報に対して、時刻 n または時刻 $n + 1$ までの情報により前記原画像情報を含む時刻 $n + 1$ でのシステムの状態量を推定した場合の推定誤差の相関値を算出する相関演算部と、時刻 n のみの劣化画像情報に対して、前記相関演算部によって算出された相関値を用いて、時刻 $n + 1$ までの情報による時刻 $n + 1$ での前記状態量の最適推定値と、時刻 n までの情報による時刻 $n + 1$ での前記状態量の最適推定値と、前記劣化画像情報を含む観測量の推定誤差と、の関係を規定するための重み係数を算出する重み係数算出部と、時刻 n のみの劣化画像情報に対して、前記重み係数算出部によって算出された重み係数を用いて、時刻 n または時刻 $n + 1$ までの情報による時刻 $n + 1$ での前記状態量の最適推定値を算出する最適推定値算出部と、を有する画像復元装置。</p>		
16	審査請求有無/審査経緯	審査 無 (中小企業向け先行技術調査制度の利用状況) なし
17	関連特許 特許番号等	特願 2010-028278
18. 先行・類似技術の調査結果/特許性の判断内容 (代表的な先行・類似技術の特許番号とその内容 等) [非特許文献 0] 城 崇, 長谷山 美紀, 北島 秀夫, “カルマンフィルタによる高精度画像復元のための画像のモデリングとパラメータ推定,” 信学論(D), vol.j80-D-II, no.11, pp.2912-2919 1997. 非特許文献 0 の手法は、クリアな画像にガウス性白色雑音が付加された劣化画像から雑音を除去するために、(i)AR 係数推定を行った後に、(ii)先で推定した AR 係数推定を用いて設定した状態空間モデルに対して、カルマンフィルタを適用することで劣化画像復元を実現している。非特許文献 0 は、従来から知られている 2 段階手法と同じであるが、AR 係数推定をカルマンフィルタ実行過程で推定していることが従来から知られている技術とはことなる。しかしながら、結局は AR 係数推定を行っていることより AR 次数推定問題が解決したことにはならない。以上のことを鑑みても本技術とは異なる。また本技術の方が非特許文献 0 よりも劣化画像復元能力が高いことについても計算機シミュレーションを用いて確認済である。		

[非特許文献 2] 松村 淳, 長谷山 美紀, 北島 秀夫, “効果的な雑音除去のための
適応的な画像のモデル化によるカルマンフィルタ,” 信学論(D),
vol.J86-D-II, no.2, pp.212-222, Feb. 2003

非特許文献 2 は、復元する注目画素に対してどのようなモデル化を行うかが非特許文献 0 と異なる、言い換えれば、非特許文献 2 は P216・図 4 のように状態ベクトルの抽出方法を変えてモデル化しているだけで、基本的な考え方は非特許文献 0 と同じである。従って、非特許文献 0 と同様に AR 次数決定問題による性能劣化は避けられない。またこのことについても私たちは計算機シミュレーションによって確認済である。従って本技術は非特許文献 2 とは明らかに異なる。

[非特許文献 3] 平松朋樹, 小川貴弘, 長谷山美紀, “霧発生時に撮像された車載カメラ画の
高精度な復元に関する考察 ～霧の劣化モデルのカルマンフィルタへの
適用 ～,” 電子情報通信学会技術報告,
SIP2007-31, pp.1-6, Jun, 2007

非特許文献 3 は、動きベクトルを非特許文献 2 に取り入れることで、複数の画像から霧で劣化した劣化画像を復元する手法である。非特許文献 3 は、(1)動きベクトルを状態空間モデルに用いること、(2)複数の画像を用いて霧で劣化した劣化画像を復元すること、(3)非特許文献 2 と同様な技術であることから AR 次数決定問題が依然として残ること等が本技術と異なる。また、1 枚の劣化画像のみから復元した本技術は、複数の画像を用いて劣化画像復元した非特許文献 2 よりも性能が良いことを計算機シミュレーションで確認済である。

[特許文献 1] JP2007-241126A セイコーエプソン株式会社 2007.09.20

特許文献 1 は、ジャイロセンサを用いてブレ量を算出することで手ぶれを予防する技術である。従って本技術のようなクリアーな原画像に“ぼけ”と“雑音”が含まれた劣化画像をクリアーな画像に復元する技術ではなく、あくまでも劣化しないように予防する技術である。また、特許文献 1 でもカルマンフィルタを使っているが、ブレを防ぐために必要となる角速度の値を予測するために使っていることも本技術と異なる。

[特許文献 2] JP2008-011252A 株式会社東芝 2008.01.17

特許文献 2 は、特許文献 1 と同様に手ぶれ補正に必要な位置と速度をカルマンフィルタで用いてブレによる劣化画像を予防する技術であって、本技術に用い“ぼけ”と“雑音”によって劣化してしまった劣化画像を復元する技術ではない。

ビジネスプラン				
19	特許ビジネス市に期待する連携内容	①ライセンス先の開拓 ②共同研究先・用途開発先の開拓		
20	ライセンス等の実績の有無	ライセンス実績（あり（1件））		
21	各種助成制度の利用状況	（産学連携・自治体等の助成制度等の利用・申込状況、他機関との連携内容等）特になし		
22 事業化に関する情報				
① 追加開発の要否・具体的内容、事業化に向けて解決すべき問題点 ソフトウェアについては、ほぼ完成していることより追加開発の必要性はない。しかしながら本技術の商品化を目指し、現在 DSP ボードおよび FPGA ボードを用いて検証している。				
② 設備投資の要否・設備投資額、提供可能な中間材の規模・コスト 特になし				
23 本技術を活用したビジネスプラン				
④ 製品・サービスの概要・特徴（従来品・競合品と比較した優位性等を記載） 本技術は、AR 次数の決定および AR 係数を推定するステップを必要としないシンプルな構成で、かつ、非定常性が強い自然画像に対しても有効に復元処理を行うことができる実用性を有し、しかも、従来手法に比べて画像復元能力を向上することができる。また、AR システムのコンセプトを必要としないため、画像の撮り直しが許されない場面にも広く適用可能である。画像の種類は、静止画像でも動画でもよい。				
② 対象とする市場・分野・顧客等（主な顧客、提供できるメリット等を記載） 防犯分野において、防犯カメラの画像が犯罪者の発見の手がかりとなることがあるが、これらの画像は一般に画質が荒く、動いている対象物の画像はぼけが生じていることが一般的である。また、これらの画像を拡大した場合には、通常、画像はより一層劣化する。そこで、拡大画像を含めてこれらの劣化画像に本技術を適用することによって、劣化画像のぼけと雑音を取り除き、クリアな画像を提供することで、犯罪者の早期発見につながることを期待される。				
③ 競合商品・競合相手の状況等 競合商品としては超解像技術を用いた商品が考えられる。超解像技術は作られた画像になってしまうのに対して、本技術はクリアな画像に忠実に復元していることを確認している。				
④ 売上・利益計画（市場規模、推定製品シェア、成長性等を記載） 防犯カメラ（安全）、デジタルカメラやテレビ（娯楽）、医療器具（生命）など、画像を使った商品は世の中に多く存在していることより、市場規模は大きく、推定商品シェアや成長性も今後期待される分野と考えられる。「防犯設備機器に関する統計調査」（日本防犯設備協会）によると、映像監視装置の国内市場規模は 2,500 億円と推定され、映像分析装置が占める割合を 10%、本発明の技術ウェイトを 10%と推定した。				
事業計画:	第1期(初年度)	第2期(2年度)	第3期(3年度)	備考:
市場規模(千円/年)	2500 億円	3000 億円	3500 億円	
製品シェア(%)	10%	10%	10%	
製品売上高(千円/年)	25 億	30 億	35 億	