

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6375778号  
(P6375778)

(45) 発行日 平成30年8月22日(2018.8.22)

(24) 登録日 平成30年8月3日(2018.8.3)

(51) Int.Cl. F 1  
G 0 6 T 5 / 0 0 ( 2 0 0 6 . 0 1 ) G 0 6 T 5 / 0 0 7 1 0

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-171696 (P2014-171696)	(73) 特許権者	000002897
(22) 出願日	平成26年8月26日 (2014. 8. 26)		大日本印刷株式会社
(65) 公開番号	特開2016-45870 (P2016-45870A)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(43) 公開日	平成28年4月4日 (2016. 4. 4)	(74) 代理人	100122529
審査請求日	平成29年6月27日 (2017. 6. 27)		弁理士 藤枿 裕実
		(74) 代理人	100135954
			弁理士 深町 圭子
		(74) 代理人	100119057
			弁理士 伊藤 英生
		(74) 代理人	100131369
			弁理士 後藤 直樹
		(74) 代理人	100164987
			弁理士 伊藤 裕介
		(74) 代理人	100171859
			弁理士 立石 英之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理方法および画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータ装置が、画像処理の対象となる原画像を取得する原画像取得処理を実行するステップ、

コンピュータ装置が、前記原画像内において顕著度を変更する領域となる注目領域を取得する注目領域取得処理を実行するステップ、

コンピュータ装置が、前記原画像内の注目領域の顕著度を高める画像フィルタを生成する画像フィルタ生成処理ステップ、

を含んだ画像処理方法であって、

前記画像フィルタ生成処理ステップは、前記画像フィルタを前記原画像に適用後の画像と適用前の画像の類似性を評価する類似性適応度、および、この画像フィルタ適用後の前記原画像内の注目領域の顕著度の統計量を評価した顕著性適応度に基づいて算出される適応度を最大とする画像フィルタの最適化問題を解くステップを含む

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】

前記画像フィルタは、前記原画像内の局所領域に適用する基本フィルタの組合せであって、

前記画像フィルタの最適化問題を解くステップを、所定の終了条件を課した下での前記基本フィルタを遺伝子とした遺伝的アルゴリズムを用いて行うことを特徴とする請求項1に記載の画像処理方法。

## 【請求項 3】

コンピュータ装置は、前記類似性適応度として、前記原画像と前記画像フィルタ適用後の原画像それぞれに平滑化処理を所定回数だけ繰り返し実行することで、前記原画像の平滑化画像列と前記画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列を生成し、次式で示すカイ離度を算出することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載した画像処理方法。

【数 1】

$$D = f(\{M_i\}, \{V_i\}) = \sum w_i \cdot d(M_i, V_i)$$

ここで、

 **$D$ はカイ離度** **$\{M_i\}$ は原画像の平滑化画像列** **$\{V_i\}$ は画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列** **$W_i$ は重み付け定数** **$d()$ は画像間の距離を求める関数**

10

## 【請求項 4】

ヒューリスティクスを利用した画像処理を実行する装置であって、画像処理の対象となる原画像を取得する原画像取得手段と、前記原画像内において顕著度を変更する領域となる注目領域をオペレータに設定させる注目領域設定手段と、前記原画像内の局所領域に適用する基本フィルタの組合せで構成する画像フィルタの最適化問題をヒューリスティクスにより解くことで、前記原画像に適用する前記画像フィルタを生成する画像フィルタ生成手段を備え、

前記画像フィルタ生成手段は、前記画像フィルタを前記原画像に適用後の画像と適用前の画像の類似性を評価する類似性適応度、および、この画像フィルタ適用後の前記原画像内の注目領域の顕著度の統計量を評価した顕著性適応度に基づいて算出される適応度を最大とする画像フィルタの最適化問題を解く、

ことを特徴とする画像処理装置。

## 【請求項 5】

前記画像フィルタは、前記原画像内の局所領域に適用する基本フィルタの組合せであって、前記画像フィルタ生成手段は、所定の終了条件を課した下での前記基本フィルタを遺伝子とした遺伝的アルゴリズムを用いて行うことを特徴とする、請求項 4 に記載した画像処理装置。

## 【請求項 6】

前記画像フィルタ生成手段は、類似性適応度として、前記原画像と前記画像フィルタ適用後の原画像それぞれに平滑化処理を所定回数だけ繰り返し実行することで、前記原画像の平滑化画像列と前記画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列を生成し、次式で示すカイ離度を算出することを特徴とする、請求項 4 または 5 に記載した画像処理装置。

20

30

40

【数 2】

$$D = f(\{M_i\}, \{V_i\}) = \sum w_i \cdot d(M_i, V_i)$$

ここで、

 **$D$ はカイ離度** **$\{M_i\}$ は原画像の平滑化画像列** **$\{V_i\}$ は画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列** **$W_i$ は重み付け定数** **$d()$ は画像間の距離を求める関数**

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヒューリスティクスを利用して画像フィルタを生成する技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

画像等の視覚刺激（目に見える情報）には、ヒトの視覚にとってそもそも目立ちやすい個所とそうでない個所が存在し、このような「目立ちやすさ」という性質を「顕著性」と呼び、その度合いを「顕著度」と呼んでいる。コンピュータに顕著度を算出させるアルゴリズムは、非引用文献1等で既に関示されている公知の技術で、コンピュータが画像内の顕著度を算出できれば、画像内において目立ちやすい領域をコンピュータ側で判断できるため、顕著度を利用して画像処理する様々な試みが検討されている。

【0003】

例えば、特許文献1では、原画像に含まれる画素の色周波数の重み付け関数に従い、原画像の顕著性マップを生成し、画素のエネルギー値（顕著度）に基づいて原画像の構図を変更することで、アスペクト比は異なるが原画像と内容が変わらない画像を得ることができる発明が開示されている。

30

【0004】

更に、特許文献2では、原画像の顕著性マップを生成し、原画像の一部領域である注目領域（特許文献2では第1領域）及び原画像の顕著性マップに基づいて、注目領域又は注目領域を除く領域の少なくとも一方に対して、顕著度の算出に用いる基礎特徴についての画像補正（輝度成分に対する補正処理、色成分に対する補正処理または方向性エッジ成分に対する補正処理）を行うことで、原画像に含まれる主要被写体が良好な画像を取得できる発明が開示されている。

40

【0005】

特許文献2で開示されている発明を応用すれば、注目領域内の顕著度を所望する指標（例えば、顕著度を高めるまたは低める）にできるだけ沿うように変化させた原画像を得ることができるが、このように原画像を画像処理すると、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の印象が大幅に変わってしまうことがあるため、原画像に設定された注目領域の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うように変化し、かつ、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の印象が大幅に変わることがないように画像処理できることが望まれる。

【0006】

このような画像処理には、原画像の局所領域に適用する様々な基本フィルタを直列的に組合せた画像フィルタが必要になるが、基本フィルタの組合せの数は膨大になるため、原

50

画像に設定された注目領域内の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うように変化し、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の印象が大幅に変わることがないという目的に適合する基本フィルタの最適な組合せを見ることは困難である。

【0007】

膨大な解空間の中から近似解を短時間で探索できる手法としてヒューリスティクスが知られており、例えば、特許文献3では、ヒューリスティクスの一つである遺伝的アルゴリズムを利用して画像フィルタを生成する発明が開示されている。しかし、ヒューリスティクス（例えば、遺伝的アルゴリズム）を利用して画像フィルタを生成する従来の技術は、原画像に設定された注目領域の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うように変化し、かつ、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の印象が大幅に変わることがないという結果が得られる画像フィルタを生成することを目的とした発明ではない。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特表2012-521708号公報

【特許文献2】特開2014-22826号公報

【特許文献3】特開2010-26944号公報

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】“A Model of Saliency-Based Visual Attention for Rapid Scene Analysis”, Laurent Itti, Christof Koch, and Ernst Niebur. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 20, no. 11, pp. 1254-1259, November, 1998

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

そこで、本発明は、原画像の一部領域である注目領域内の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うように変化し、かつ、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の印象が大幅に変わることがないという結果が得られる画像フィルタを自動的に生成できる画像処理方法および装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上述した課題を解決する第1の発明は、コンピュータ装置が、画像処理の対象となる原画像を取得する原画像取得処理を実行するステップ、コンピュータ装置が、前記原画像内において顕著度を変更する領域となる注目領域を取得する注目領域取得処理を実行するステップ、コンピュータ装置が、前記原画像内の注目領域の顕著度を高める画像フィルタを生成する画像フィルタ生成処理ステップ、を含んだ画像処理方法であって、前記画像フィルタ生成処理ステップは、前記画像フィルタを前記原画像に適用後の画像と適用前の画像の類似性を評価する類似性適応度、および、この画像フィルタ適用後の前記原画像内の注目領域の顕著度の統計量を評価した顕著性適応度に基づいて算出される適応度を最大とする画像フィルタの最適化問題を解くステップを含むことを特徴とする画像処理方法である。

40

【0012】

更に、第2の発明は、第1の発明に記載した画像処理方法において、前記画像フィルタは、前記原画像内の局所領域に適用する基本フィルタの組合せであって、前記画像フィルタの最適化問題を解くステップを、所定の終了条件を課した下での前記基本フィルタを遺伝子とした遺伝的アルゴリズムを用いて行うことを特徴とする。

【0013】

更に、第3の発明は、第1の発明または第2の発明に記載した画像処理方法において、ぼんやり見たときの類似性を前記類似性適応度に反映させることができるようにした発明

50

で、コンピュータ装置は、前記原画像と前記画像フィルタ適用後の原画像それぞれに平滑化処理を所定回数だけ繰り返し実行することで、前記原画像の平滑化画像列と前記画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列を生成し、前記類似性適応度として、次式で示すカイ離度を算出することを特徴とする。

【数 1】

$$D = f(\{M_i\}, \{V_i\}) = \sum w_i \cdot d(M_i, V_i)$$

ここで、

**$D$ はカイ離度**

**$\{M_i\}$ は原画像の平滑化画像列**

**$\{V_i\}$ は画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列**

**$w_i$ は重み付け定数**

**$d()$ は画像間の距離を求める関数**

10

【0014】

更に、第4の発明は、ヒューリスティクスを利用した画像処理を実行する装置であって、画像処理の対象となる原画像を取得する原画像取得手段と、前記原画像内において顕著度を変更する領域となる注目領域をオペレータに設定させる注目領域設定手段と、前記原画像内の局所領域に適用する基本フィルタの組合せで構成する画像フィルタの最適化問題をヒューリスティクスにより解くことで、前記原画像に適用する前記画像フィルタを生成する画像フィルタ生成手段を備え、前記画像フィルタ生成手段は、前記画像フィルタを前記原画像に適用後の画像と適用前の画像の類似性を評価する類似性適応度、および、この画像フィルタ適用後の前記原画像内の注目領域の顕著度の統計量を評価した顕著性適応度に基づいて算出される適応度を最大とする画像フィルタの最適化問題を解くことを特徴とする画像処理装置である。

20

【0015】

更に、第5の発明は、第4の発明に記載した画像処理装置において、前記画像フィルタは、前記原画像内の局所領域に適用する基本フィルタの組合せであって、前記画像フィルタ生成手段は、所定の終了条件を課した下での前記基本フィルタを遺伝子とした遺伝的アルゴリズムを用いて行うことを特徴とする。

30

【0016】

更に、第6の発明は、第4の発明または第5の発明に記載した画像処理装置において、前記画像フィルタ生成手段は、前記原画像と前記画像フィルタ適用後の原画像それぞれに平滑化処理を所定回数だけ繰り返し実行することで、前記原画像の平滑化画像列と前記画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列を生成し、類似性適応度として、次式で示すカイ離度を算出することを特徴とする。

40

【数 2】

$$D = f(\{M_i\}, \{V_i\}) = \sum w_i \cdot d(M_i, V_i)$$

ここで、

 **$D$ はカイ離度** **$\{M_i\}$ は原画像の平滑化画像列** **$\{V_i\}$ は画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列** **$w_i$ は重み付け定数** **$d()$ は画像間の距離を求める関数**

10

【発明の効果】

【0017】

上述した本発明によれば、注目領域内の顕著度を評価した顕著性適応度は、オペレータが原画像内に設定した注目領域の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うように変化した度合いを示す指標になり、原画像との類似性を評価した類似性適応度は、原画像と画像フィルタ適用後の原画像との差の度合いを示す指標になるため、顕著性適応度と類似性適応度に基づき算出した適応度を最大とする画像フィルタの最適化問題を解くことで、原画像内に設定された注目領域内の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うように変化し、かつ、原画像と画像フィルタ適用後の原画像との差が大幅に変わらないという結果が得られる画像フィルタを生成できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】像処理方法のおおまかな処理の流れを説明する図。

【図2】画像フィルタ探索処理のおおまかな流れを説明する図。

【図3】初期世代生成処理を説明する図。

【図4】評価処理を説明する図。

30

【図5】顕著性適応度を算出する処理を説明する図。

【図6】類似性適応度を算出する処理を説明する図。

【図7】遺伝的操作処理を説明する図。

【図8】本実施形態に係る画像処理装置の構成を説明する図。

【図9】本実施形態に係る画像処理装置のブロック図。

【図10】画像処理装置が取得する原画像を説明する図。

【図11】原画像上に設定された注目領域を説明する図。

【図12】画像処理装置が生成する局所領域を説明する図。

【図13】平滑化画像列を説明する図。

【図14】画像処理装置が出力する出力画像を説明する図。

40

【発明を実施するための形態】

【0019】

ここから、本発明の好適な実施形態を記載する。なお、以下の記載は本発明の範囲を束縛するものでなく、理解を助けるために記述するものである。

【0020】

まず、本実施形態に係る画像処理方法について説明する。図1は、画像処理方法のおおまかな処理の流れを説明する図である。本実施形態に係る画像処理方法は、サーバやパーソナルコンピュータ等のコンピュータ装置が実行する方法で、コンピュータ装置が、画像処理の対象となる原画像を取得する原画像取得処理(S1)を実行するステップ、コンピュータ装置が、原画像内において顕著度を変更する領域となる注目領域をオペレータに設

50

定させる注目領域設定処理（S2）を実行するステップ、コンピュータ装置が、原画像内の局所領域に適用する基本フィルタの組合せで構成する画像フィルタの最適化問題をヒューリスティクスにより解くことで、原画像に適用する画像フィルタを生成する画像フィルタ探索処理（S3）を実行するステップを含む。

#### 【0021】

本実施形態に係る画像処理方法の原画像取得処理（S1）において、コンピュータ装置が取得する原画像とは、画像処理の対象となる画像で、この処理において、コンピュータ装置は、オペレータ等が指定した原画像そのものデータや原画像が記憶されているパスを取得することになる。原画像の形態は様々考えられる。デジタルカメラで撮影された画像を原画像としてもよいが、ウェブページ全体の画像やウェブページに含まれる一つの画像を原画像とすることができる。なお、ウェブページ全体の画像を原画像とする際、コンピュータ装置は、所定のHTMLファイルにアクセスし、ウェブページ全体を画像に変換して記憶することで原画像を取得する。

10

#### 【0022】

また、本実施形態に係る画像処理方法の注目領域設定処理（S2）において、オペレータが原画像上に設定する注目領域とは、原画像内において顕著度を変更する領域で、この処理において、コンピュータ装置は、オペレータが原画像上に設定した注目領域の座標を取得することになる。オペレータが原画像上に注目領域を設定する手法は様々考えられる。例えば、ポインティングデバイスを用いて矩形の注目領域をオペレータに設定させることもできるし、コンピュータ装置が原画像に含まれるオブジェクト（例えば、ウェブページに含まれる広告画像）を画像解析し、注目領域とするオブジェクトをオペレータに選択させることもできる。

20

#### 【0023】

本実施形態に係る画像処理方法の画像フィルタ探索処理（S3）において、コンピュータ装置は、原画像に設定された注目領域の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うようになり、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の印象が大幅に変わることがないという結果が得られる画像フィルタを探索できるように、画像フィルタの評価に用いる適応度を、画像処理フィルタを原画像に適用した結果となる画像フィルタ適用後の原画像における注目領域内の顕著度の統計量を評価した顕著性適応度、および、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の類似性を評価した類似性適応度に基づき算出する。

30

#### 【0024】

注目領域内の顕著度を評価した顕著性適応度は、原画像内に設定された注目領域の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うようになり、原画像との類似性を評価した類似性適応度は、原画像と画像フィルタ適用後の原画像との差の度合いを示す指標になるため、顕著性適応度と類似性適応度に基づき算出した適応度を用いて画像フィルタをヒューリスティクスにより探索することで、原画像内に設定された注目領域内の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うようになり、かつ、原画像と画像フィルタ適用後の原画像との差が大幅に変わらないという結果が得られる画像フィルタを生成できる。

#### 【0025】

本実施形態に係る画像処理方法の画像フィルタ探索処理（S3）について詳細に説明する。広大な解空間から最適に近い近似解を短時間で探索できるヒューリスティクスには様々なものがあるが、ここでは、このヒューリスティクスに遺伝的アルゴリズムを用いる。遺伝的アルゴリズムとは、生物の遺伝の仕組みに着目したアルゴリズムで、遺伝的アルゴリズムでは、複数の遺伝子で表現した個体を複数含む個体群を用意し、適応度の高い個体を優先的に選択して交叉などの遺伝的操作を行い、個体群を進化させ、最適に近い近似解が探索される。

40

#### 【0026】

次式は、本実施形態に係る遺伝子と個体を説明する式である。

【数 3】

個体(画像フィルタ) = {遺伝子<sub>1</sub>(基本フィルタ), 遺伝子<sub>2</sub>(基本フィルタ) … 遺伝子<sub>n</sub>(基本フィルタ)}

遺伝子(基本フィルタ) = {局所領域, 作用要素}

【0027】

本実施形態において、遺伝的アルゴリズムの遺伝子は基本フィルタになり、遺伝的アルゴリズムの個体は画像フィルタになる。遺伝的アルゴリズムの個体となる画像フィルタは、具体的には、複数の基本フィルタを直列的に連結した構造になり、画像フィルタを原画像に適用する際、画像フィルタに含まれる基本フィルタが原画像に順次適用されることになる。

10

【0028】

遺伝的アルゴリズムの遺伝子となる基本フィルタは、基本フィルタを適用する局所領域と基本フィルタの作用を示す作用要素の組で少なくとも表現される。基本フィルタを適用する局所領域には、原画像上における局所領域の座標を示すデータが記述される。局所領域の形状およびサイズは任意に決定できるが、局所領域を  $n \times m$  ピクセルの矩形領域とすることが一般的である。また、基本フィルタの作用としては、基本フィルタの実現性を考慮すると、明度を変化させる作用、色相を変化させる作用、彩度を変化させる作用の3つが考えられ、これらの作用のいずれか一つを示すデータが作用要素として基本フィルタに記述される。

20

【0029】

図2は、ヒューリスティクスに遺伝的アルゴリズムを用いた画像フィルタ探索処理(S3)の大まかな流れを説明する図である。

【0030】

遺伝的アルゴリズムにより画像フィルタを生成する際、コンピュータ装置は、遺伝的アルゴリズムに係る初期世代の個体群として、初期世代の画像フィルタを複数含む初期世代の画像フィルタ群を生成する初期世代生成処理(S10)を実行する。次に、コンピュータ装置は、評価対象となる画像フィルタ群に含まれる画像フィルタそれぞれについて適応度を演算することで、画像フィルタ群を評価する評価処理(S11)を実行する。次に、コンピュータ装置は、予め定められた終了条件が満たされているか判定する処理(S12)を実行し、予め定められた終了条件が満たされていると判定した場合、この時点の画像フィルタ群に含まれる画像フィルタの中から、適応度が最も高い画像フィルタを原画像に適応した結果である画像フィルタ適用後の原画像を出力する出力処理(S14)を実行して、この手順は終了する。また、コンピュータ装置は、予め定められた終了条件が満たされていないと判定した場合、交叉等の遺伝的操作によりこの時点の画像フィルタ群を次世代の画像フィルタに進化させる遺伝的操作処理(S13)を実行してから評価処理(S11)に戻る。

30

【0031】

コンピュータ装置が判定する終了条件としては、世代を判定する世代判定と適応度の収束を判定する収束判定が考えられる。世代判定とは、評価対象となる画像フィルタ群の世代を判定する手法で、評価対象となる画像フィルタ群の世代が事前に定められた第N世代(Nは自然数で例えばN=100)になると、コンピュータ装置は、終了条件が満たされたと判定する。また、収束判定とは、適応度の収束を判定する手法で、この時の世代の画像フィルタ群から得られた最も高い適応度と一つ前の次世代の画像フィルタ群から得られた最も高い適応度との差が一定の範囲に収まっているとき、コンピュータ装置は、終了条件が満たされたと判定する。

40

【0032】

初期世代生成処理(S10)について詳細に説明する。図3は、初期世代生成処理(S10)を説明する図である。まず、初期世代の画像フィルタ群を生成する際、コンピュー

50

タ装置は、原画像を所定の矩形サイズに分割するなどして、原画像内における局所領域を複数生成する処理（S20）を実行する。次に、コンピュータ装置は、初期世代の画像フィルタ群に含ませる画像フィルタの数だけ繰り返して実行するループ処理L1（S21）を実行し、このループ処理L1（S21）において、コンピュータ装置は、画像フィルタに含ませる遺伝子の数だけ繰り返して実行するループ処理L2（S22）を実行する。ループ処理L2（S22）において、コンピュータ装置は、遺伝的アルゴリズムの遺伝子となる基本フィルタの局所領域と基本フィルタの作用要素をそれぞれランダムに選択することで、基本フィルタをランダムに生成し、この時まで既に生成している基本フィルタと直列的に結合する処理（S23）を実行する。なお、初期世代の画像フィルタ群に含ませる画像フィルタの数はコンピュータ装置の外部から設定される値になるが、画像フィルタ

10

#### 【0033】

次に、評価処理（S11）について説明する。図4は、評価処理（S11）を説明する図である。コンピュータ装置は、評価処理（S11）において、評価対象となる画像フィルタ群に含まれる画像フィルタの数だけ繰り返して実行するループ処理L3（S30）を実行する。このループ処理L3（S30）において、コンピュータ装置は、画像フィルタ適用後の原画像における注目領域内の顕著度を評価した顕著性適応度を算出する処理（S31）を実行し、次に、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の類似性を評価した類似性適応度を算出する処理（S32）を実行し、そして、顕著性適応度と類似性適応度に少なく

20

#### 【0034】

図5は、顕著性適応度を算出する処理（S31）を説明する図である。顕著性適応度を算出する処理（S31）において、コンピュータ装置は、図4のループ処理L3（S30）の対象となる画像フィルタを原画像に適用することで画像フィルタ適用後の原画像を生成する処理（S40）を実行し、次に、画像フィルタ適用後の原画像の顕著性マップを生成する処理（S41）を実行し、次に、画像フィルタ適用後の原画像における注目領域内の顕著度の統計量を算出する処理（S42）を実行し、そして、注目領域内の顕著度の統計量から顕著性適応度を算出する処理（S43）を実行する。

30

#### 【0035】

画像フィルタ適用後の原画像を生成する処理（S40）では、ループ処理L3（S30）の対象となる画像フィルタに直列的に連結されている基本フィルタを原画像に順次適用することで、画像フィルタ適用後の原画像が生成される。注目領域内の顕著度の統計量を算出する処理（S42）において算出する統計量としては、最大値、平均値、最小値または中央値などが考えられる。なお、画像フィルタ適用後の原画像の顕著性マップを生成する処理（S41）の内容は、上述の非特許文献1などで詳細に記載されているため、ここでは説明を省く。

#### 【0036】

注目領域内の顕著度の統計量から顕著性適応度を算出する処理（S43）の内容は、注目領域内の顕著度を变化させる際に用いる指標によって異なる。注目領域内の顕著度が、顕著度が高くなるほど階調が大きくなる256階調（0～255）で表記されていると仮定する。注目領域内の顕著度を变化させる際に用いる指標が「注目領域内の顕著度を高める」の場合、すなわち、注目領域内の画像を目立たせたい場合は、注目領域内の顕著度の統計量が大きいほど目的が達成されていることになるため、顕著性適応度が大きいほど目的が達成されていることが示されるように、注目領域内の顕著度の統計量をそのまま顕著性適応度とする。また、注目領域内の顕著度を变化させる際に用いる指標が「注目領域内の顕著度を低める」の場合、すなわち、注目領域内の画像を目立たせたくない場合は、注目領域内の顕著度の統計量が小さいほど目的が達成されていることになるため、顕著性適

40

50

応度が大きいほど目的が達成されていることが示されるように、注目領域内の顕著度の統計量の各ピットを反転させた値を顕著性適応度とする。更に、注目領域内の顕著度を変化させる際に用いる指標を「注目領域内の顕著度の平均値を10%高める（または、10%低める）」とすることもできる。この場合、原画像における注目領域内の顕著度の平均値を10%高めた値（または、10%低めた値）を目標値とし、顕著性適応度が大きいほど目的が達成されていることが示されるように、注目領域内の顕著度の統計量（ここでは、平均値）と目標値の差を255から減算した値を顕著性適応度とする。

【0037】

図6は、類似性適応度を算出する処理（S32）を説明する図である。類似性適応度を算出する処理（S32）において、コンピュータ装置は、原画像と画像フィルタ適用後の原画像それぞれについて、平滑化処理を所定回数だけ繰り返し実行することで、原画像の平滑化画像列と画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列を生成する処理（S50）を実行する。なお、平滑化処理としては、ガウシアンフィルタや平均化フィルタなどを用いることができる。

【0038】

次に、コンピュータ装置は、原画像と画像フィルタ適用後の原画像との差が大幅に変わらないことを示す指標である類似性適応度として、次式で示すカイ離度を算出する処理（S51）を実行して、この手順は終了する。

【数4】

$$D = f(\{M_i\}, \{V_i\}) = \sum w_i \cdot d(M_i, V_i)$$

ここで、

**$D$ はカイ離度**

**$\{M_i\}$ は原画像の平滑化画像列**

**$\{V_i\}$ は画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列**

**$w_i$ は重み付け定数**

**$d()$ は画像間の距離を求める関数**

【0039】

カイ離度とは、原画像と画像フィルタ適用後の原画像が離れている度合いを示す値で、原画像と画像フィルタ適用後の原画像が離れていなければ小さな値に、原画像と画像フィルタ適用後の原画像が離れていれば大きな値になる。上式において、 $\{M_i\}$ は原画像の平滑化画像列を、 $\{V_i\}$ は画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列を、そして、添え字の*i*は平滑化処理した回数を示す。例えば、 $M_0$ は、平滑化していない原画像を示し、 $V_1$ は平滑化処理を1回実行した画像フィルタ適用後の原画像を示す。また、上式において、 $w_i$ は重み付け定数で、 $d()$ は画像間の距離を求める関数を表している。画像間の距離を算出する手法は様々あるが、例えば、画像に含まれる画素をある数値に変換（グレースケールに変換、HSVに変換、RGBコードに変換など）し、1次元ベクトルとして、いわゆる距離（ユークリッド距離、マハラノビス距離など）を算出するとよい。

【0040】

上述のように、類似性適応度を算出することで、原画像と画像フィルタ適用後の原画像それぞれを平滑化処理したときの画像間の距離が類似性適応度に反映されることになる。例えば、平滑化処理の回数を2回とする場合、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の距離を $w_0$ で重み付けした値と、平滑化処理を1回実行した原画像と平滑化処理を1回実行した画像フィルタ適用後の原画像の距離を $w_1$ で重み付けした値と、平滑化処理を2回実

10

20

30

40

50

行した原画像と平滑化処理を2回実行した画像フィルタ適用後の原画像の距離を $W_2$ で重み付けした値の総和が類似性適応度になる。

【0041】

なお、原画像と画像フィルタ適用後の原画像それぞれを平滑化処理したときの画像間の距離を類似性適応度に反映させるのには意味がある。平滑化処理することによって画像はぼやけるため、原画像と画像フィルタ適用後の原画像それぞれを平滑化処理したときの画像間の距離を類似性適応度に反映させることで、よく見たときの原画像と画像フィルタ適用後の原画像の類似性に加え、ぼんやりと見たときの原画像と画像フィルタ適用後の原画像の類似性を類似性適応度に反映させることができる。

【0042】

次に、適応度を算出する処理(S33)について説明する。適応度は、顕著性適応度が大きいほど大きく、類似性適応度が小さいほど大きくなる数値で、原画像に設定された注目領域内の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うように変化し、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の印象が大幅に変わることがないという目的を達成しているほど適応度は大きくなる。

【0043】

顕著性適応度が大きいほど適応度が大きくなるためには、顕著性適応度に正の相関を持たせることが必要で、類似性適応度が小さいほど適応度が大きくなるためには、顕著性適応度に負の相関を持たせることが必要になり、例えば、次式を用いて適応度を算出することができる。

【数5】

$$F = g(F_S, F_D)$$

ここで、

**$F$ は適応度**

$$g(F_S, F_D) = F_S + \frac{\nu}{1 + F_D}$$

**$F_S$ は顕著性適応度**

**$F_D$ は類似性適応度**

なお、上式において、 $F_S$ は、図4のループ処理L3(S30)の対象となる画像フィルタに係る顕著性適応度で、 $F_D$ は、図4のループ処理L3(S30)の対象となる画像フィルタに係る類似性適応度で、 $F$ は、図4のループ処理L3(S30)の対象となる画像フィルタに係る適応度で、 $\nu$ は定数である。

【0044】

次に、図2の遺伝的操作処理(S13)について説明する。図7は、遺伝的操作処理(S13)を説明する図である。遺伝的操作処理(S13)において、コンピュータ装置は、評価した画像フィルタ群の中から遺伝的操作の対象とする2つの画像フィルタを選択する処理(S60)を実行し、次に、選択した画像フィルタに施す遺伝的操作を選択する処

10

20

30

40

50

理（S61）を実行し、次に、選択した2つの画像フィルタを対象として、選択した遺伝的操作を行う処理（S62）を実行し、次に、遺伝的操作により生成した画像フィルタの数を確認する処理（S63）を実行する。なお、遺伝的操作により生成した画像フィルタの数を確認する処理（S63）において、遺伝的操作により生成した画像フィルタの数が所定数に達していればこの処理を終了し、遺伝的操作により生成した画像フィルタの数が所定数に達していなければ、遺伝的操作の対象とする2つの画像フィルタを選択する処理（S60）に戻る。

#### 【0045】

遺伝的操作の対象とする2つの画像フィルタを選択する処理（S60）では、ルーレット選択、ランキング選択またはトーナメント選択などのアルゴリズムを用い、適応度が良好な個体がより優先的に選択される。また、遺伝的操作を選択する処理（S61）では、所与の確率に従って、交叉（組み換え）、無操作または突然変異のいずれかが選択される。交叉（組み換え）とは、2つの個体（ここでは、画像フィルタ）の遺伝子（ここでは、基本フィルタ）の一部を入れ換える操作で、遺伝子の一部を入れ換える操作としては、一点交叉、二点交叉、多点交叉および一様交叉などが知られている。更に、無操作とは、何もせず、選択された個体をコピーする操作である。更に、突然変異とは、個体の遺伝子の一部を変化させる操作である。

#### 【0046】

ここから、本実施形態に係る画像処理装置について説明する。図8は、本実施形態に係る画像処理装置1の構成を説明する図で、図9は、本実施形態に係る画像処理装置1のブロック図である。

#### 【0047】

図8に図示したように、本実施形態に係る画像処理装置1は、CPU1a、RAM1b、ROM1c、データ記憶装置1d（例えば、ハードディスク）、ディスプレイ1e、ポインティングデバイス1fおよびキーボード1gを備えたコンピュータ装置である。本実施形態に係る画像処理装置1のデータ記憶装置1dには、本実施形態に係る画像処理装置1のCPU1aを動作させるコンピュータプログラムが記憶され、このコンピュータプログラムにより、本実施形態に係る画像処理方法を実行するための機能が画像処理装置1に備えられる。

#### 【0048】

図9に図示したように、本実施形態に係る画像処理装置1は、本実施形態に係る画像処理方法を実行するための機能として、画像処理の対象となる原画像を取得する原画像取得手段10、顕著度を変更する領域である注目領域を取得する注目領域設定手段11、原画像内の局所領域に適用する基本フィルタの組合せで構成する画像フィルタをヒューリスティクスにより探索する画像フィルタ生成手段12を備える。

#### 【0049】

図9で図示したこれらの手段としてコンピュータ装置を機能させるためのコンピュータプログラムは、画像処理装置1として用いるコンピュータ装置にインストールされた画像処理ソフトウェアのプラグインで実現することが好適で、本実施形態に係る画像処理装置1は、図9で図示したこれらの手段を作動させるメニューを有する。

#### 【0050】

本実施形態に係る画像処理装置1の動作について説明する。ポインティングデバイス1fなどにより画像処理装置1の原画像取得手段10を作動させるメニューが選択されることで、画像処理装置1の原画像取得手段10は作動し、画像処理装置1の原画像取得手段10は画像処理の対象となる原画像を取得する。図10は、画像処理装置1が取得する原画像を説明する図で、図10で図示した原画像には、2つの動物画像が含まれている。

#### 【0051】

画像処理装置1の原画像取得手段10を作動させるメニューが選択された後、ポインティングデバイス1fなどにより画像処理装置1の注目領域設定手段11を作動させるメニューが選択されると、画像処理装置1の注目領域設定手段11が作動し、ここでは、画像

10

20

30

40

50

処理装置 1 の注目領域設定手段 1 1 は、画像処理装置 1 の原画像取得手段が取得した原画像をディスプレイ 1 e に表示し、ポインティングデバイス 1 f を利用して、オペレータに注目領域を設定させる。図 1 1 は、原画像上に設定された注目領域を説明する図で、図 1 1 において、原画像に含まれる右側の動物画像が注目領域に設定されている。

【 0 0 5 2 】

画像処理装置 1 の注目領域設定手段 1 1 を作動させるメニューが選択された後、ポインティングデバイス 1 f などにより画像処理装置 1 の画像フィルタ生成手段 1 2 を作動させるメニューが選択されると、画像処理装置 1 の画像フィルタ生成手段 1 2 が作動し、画像処理装置 1 の画像フィルタ生成手段 1 2 は、図 2 から図 7 を用いて説明した画像フィルタ探索処理 ( S 3 ) を実行し、終了条件が満たされた場合、画像フィルタ適用後の原画像をディスプレイ 1 e に表示する。

10

【 0 0 5 3 】

図 1 2 は、画像処理装置 1 が生成する局所領域を説明する図である。図 1 2 では、画像処理装置 1 の画像フィルタ生成手段 1 2 は、画像処理装置 1 の原画像取得手段 1 0 が取得した原画像を格子状に分割することで、矩形状の複数の局所領域を原画像上に生成している。

【 0 0 5 4 】

図 1 3 は、類似性適応度を算出する際に生成される平滑化画像列を説明する図である。例えば、平滑化処理を実行する回数を 2 回とする場合、平滑化画像列には、平滑化処理を 1 回も実行していない画像と、平滑化処理を 1 回実行した画像と、平滑化処理を 2 回実行した画像が含まれる。図 1 3 に図示したように、原画像の平滑化画像列  $\{ M_i \}$  には、平滑化処理していない原画像と、平滑化処理を 1 回実行した原画像と、平滑化処理を 2 回実行した原画像が含まれ、また、画像フィルタ適用後の原画像の平滑化画像列  $\{ V_i \}$  には、平滑化処理していない画像フィルタ適用後の原画像と、平滑化処理を 1 回実行した画像フィルタ適用後の原画像と、平滑化処理を 2 回実行した画像フィルタ適用後の原画像が含まれることになる。なお、類似性適応度としてカイ離度を算出する際は、平滑化処理していない原画像と平滑化処理していない画像フィルタ適用後の原画像間に係る距離と、平滑化処理を 1 回実行した原画像と平滑化処理を 1 回実行した画像フィルタ適用後の原画像間に係る距離と、平滑化処理を 2 回実行した原画像と平滑化処理を 2 回実行した画像フィルタ適用後の原画像間に係る距離がそれぞれ算出されることになる。

20

30

【 0 0 5 5 】

図 1 4 は、終了条件が成立したときに、画像処理装置 1 が出力する出力画像を説明する図である。図 1 4 で図示した出力画像は、図 1 0 で図示した原画像から得られた画像で、図 1 4 では、注目領域内の動物画像の背景を濃くすることで、原画像に設定された注目領域内の顕著度が所望する指標にできるだけ沿うよう（ここでは、向上する方向）に変化し、更に、原画像と画像フィルタ適用後の原画像の印象が大幅に変わることがないようにしている。

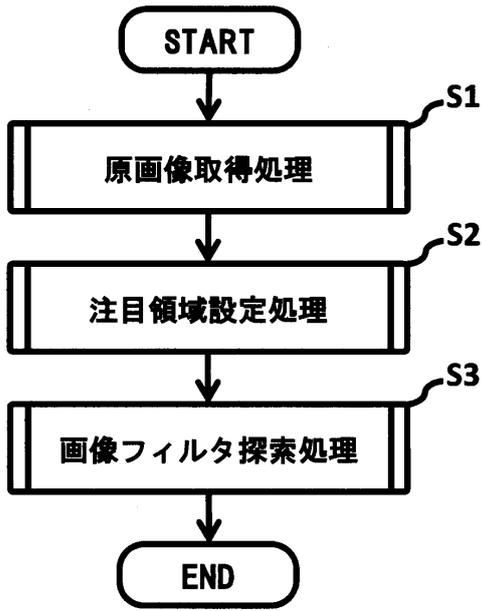
【 符号の説明 】

【 0 0 5 6 】

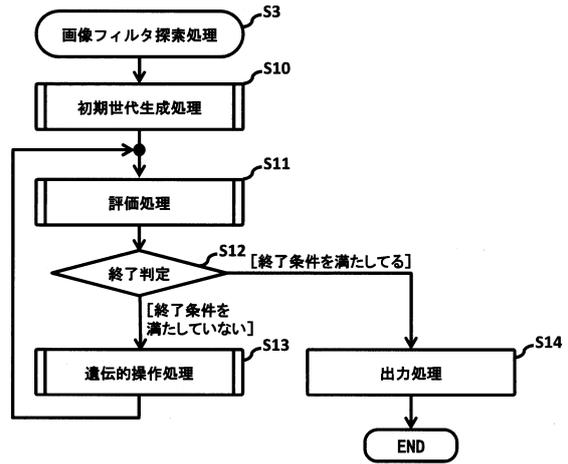
- 1 画像処理装置
- 1 0 原画像取得手段
- 1 1 注目領域設定手段
- 1 2 画像フィルタ生成手段

40

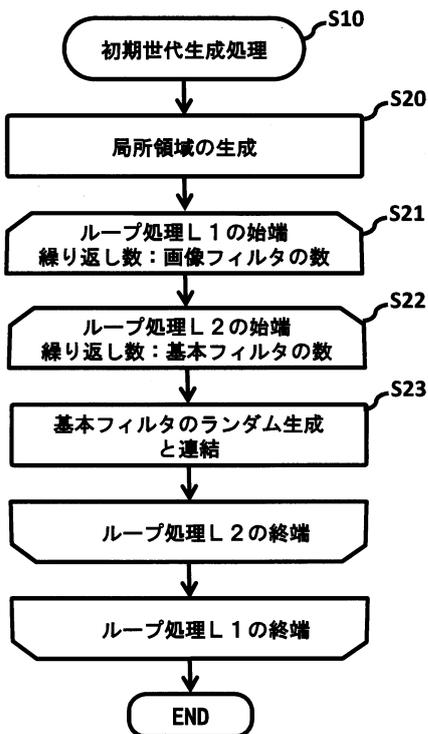
【図1】



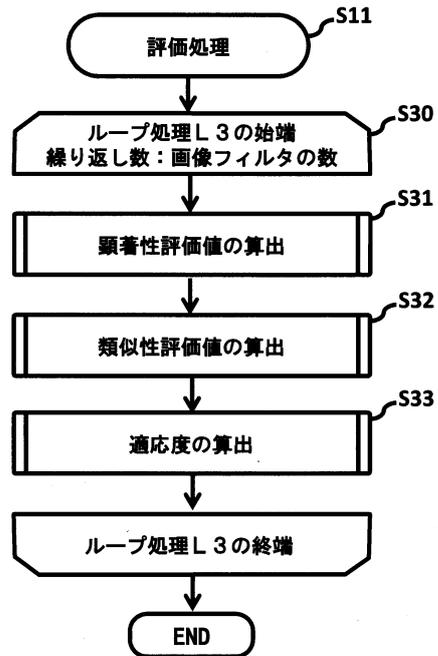
【図2】



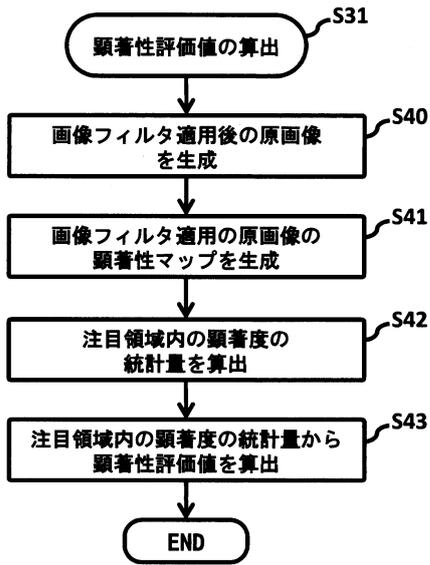
【図3】



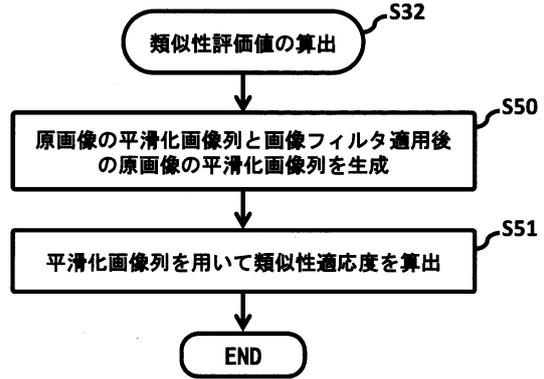
【図4】



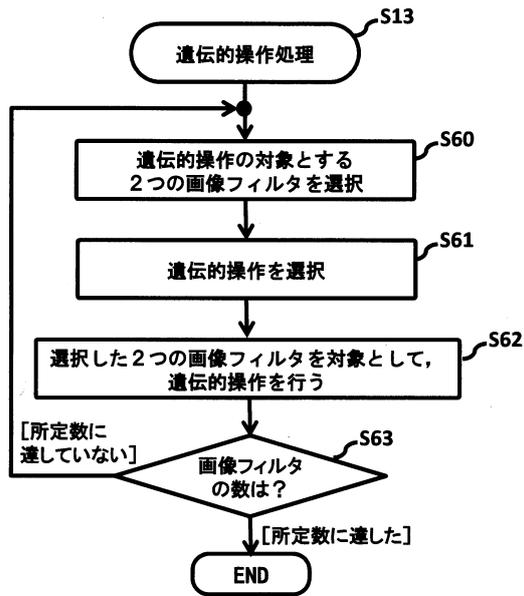
【図5】



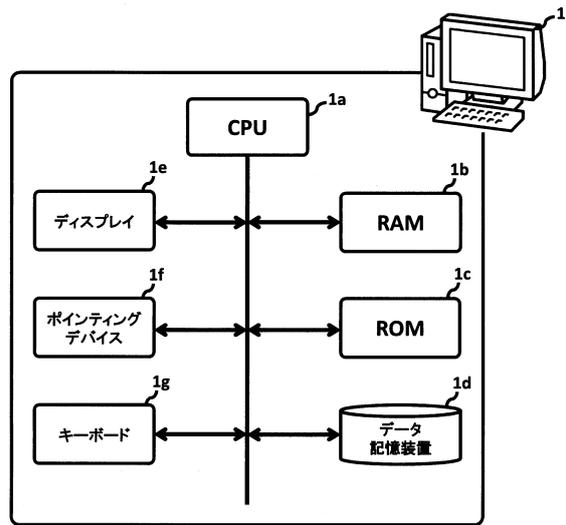
【図6】



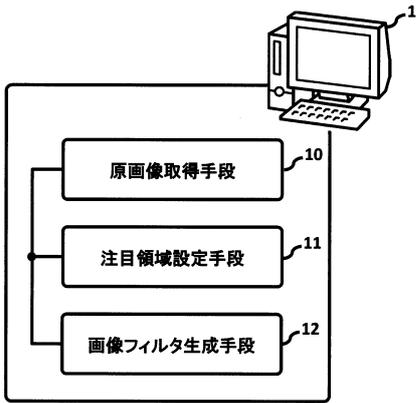
【図7】



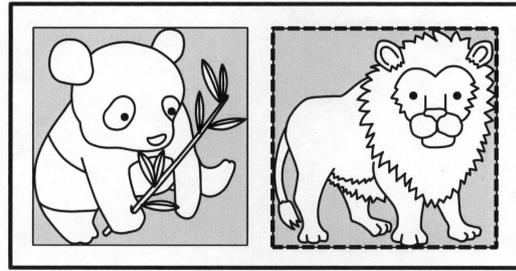
【図8】



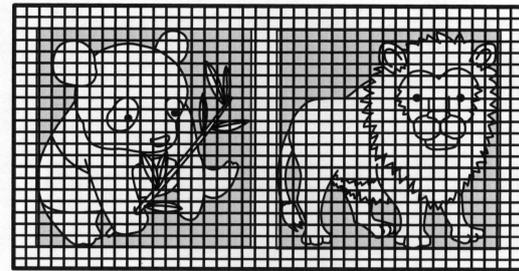
【図 9】



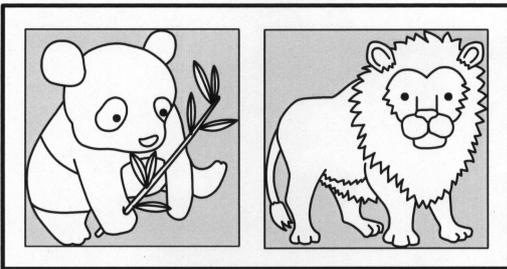
【図 1 1】



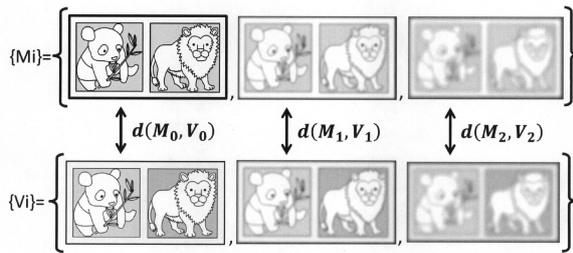
【図 1 2】



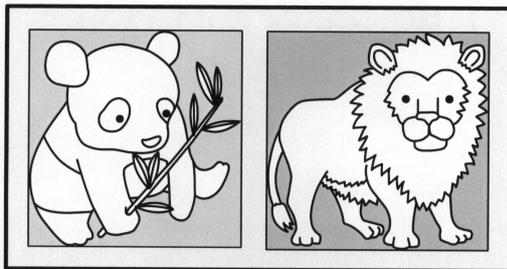
【図 1 0】



【図 1 3】



【図 1 4】



## フロントページの続き

- (72)発明者 小川 隆  
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 小堀 智子  
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

審査官 佐藤 卓馬

- (56)参考文献 特開2009-151371(JP,A)  
特開2009-282579(JP,A)  
国際公開第2014/104151(WO,A1)  
米国特許出願公開第2015/0287160(US,A1)  
特開2012-238058(JP,A)  
Ji Hun Koo et al., Development of FPGA based adaptive image enhancement filter system using genetic algorithms, Evolutionary Computation, 2002. CEC '02. Proceedings of the 2002 Congress on Year: 2002, Volume: 2, IEEE, 2002年, pp.1480-1485, URL, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=1004461>  
Shinichiro Watanabe et al., Vein emphasis filter for biometric authentication, SICE Annual Conference 2007, IEEE, 2007年, pp.690-693, URL, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=4421070>

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G06T 5/00