

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5422018号
(P5422018)

(45) 発行日 平成26年2月19日 (2014. 2. 19)

(24) 登録日 平成25年11月29日 (2013. 11. 29)

(51) Int. Cl.		F I			
G06T	7/00	(2006.01)	G06T	7/00	100A
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	510
H04N	1/60	(2006.01)	H04N	1/40	D
H04N	1/46	(2006.01)	H04N	1/46	Z

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-108031 (P2012-108031)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成24年5月9日 (2012. 5. 9)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-243313 (P2012-243313A)		京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
(43) 公開日	平成24年12月10日 (2012. 12. 10)		801番地
審査請求日	平成24年5月9日 (2012. 5. 9)	(73) 特許権者	598098331
(31) 優先権主張番号	201110124317.2		ツインファ ユニバーシティ
(32) 優先日	平成23年5月13日 (2011. 5. 13)		中華人民共和国 ベイジン 100084
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		, ハイダン ディストリクト
		(74) 代理人	100127030
			弁理士 増井 義久
		(74) 代理人	100125944
			弁理士 比村 潤相
		(72) 発明者	阮 翔
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
			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】

領域のコントラストに基づいて画像の視覚的顕著性を検出する画像処理方法であって、自動分割アルゴリズムを用いて入力画像を複数の領域に分割する分割ステップと、前記複数の領域のうちの一つの領域とその他の領域との色の差分および空間距離、ならびに、重み付き値を利用して、当該領域の顕著性値を算出する算出ステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】

前記算出ステップにおいて、前記複数の領域における領域 r_k の顕著性 $S(r_k)$ は以下の式に定義され、

【数 1】

$$S(r_k) = \sum_{r_i \neq r_k} \exp\left(-\frac{D_s(r_k, r_i)}{\sigma_s^2}\right) w(r_i) D_c(r_k, r_i)$$

そのうち、 $D_s(r_k, r_i)$ および $D_c(r_k, r_i)$ はそれぞれ、領域 r_k と領域 r_i との空間距離、および、領域 r_k と領域 r_i との色の差分であり、 i, k は自然数であり、 $w(r_i)$ は領域 r_i の重み付き値であり、 σ_s^2 は距離要素影響制御パラメータである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】

画像ピクセルの空間座標を 0 ～ 1 に正規化した場合、前記 σ_s^2 は 0.1 以上 1.0 以下であることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 4】

前記領域 r_i に含まれるピクセルの数を前記領域 r_i の重み付き値 $w(r_i)$ とすることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 5】

前記領域 r_k と領域 r_i との色の差分 $D_c(r_k, r_i)$ は以下の式に定義され、

【数 2】

$$D_c(r_k, r_i) = \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} f(c_1, i) f(c_2, j) D(c_{1,i}, c_{2,j}) \quad 10$$

そのうち、 $f(c_k, i)$ は領域 r_k に含まれる n_k 種類の色の i 番目の C_k の出現頻度であり、 $D(c_1, i, c_2, j)$ は二つの色 C_1, i, C_2, j の色空間におけるユークリッド距離であり、 $k = \{1, 2\}$ であることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 6】

色チャンネルごとに 8 級以上 128 級以下のカラーで近似することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理方法。

【請求項 7】

算出された顕著性値を出力する出力ステップと、
算出された顕著性値を表示する表示ステップと、
算出された顕著性値を格納する格納ステップと、
の少なくとも一つのステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかの一項に記載の画像処理方法。 20

【請求項 8】

領域のコントラストに基づいて画像の視覚的顕著性を検出する画像処理装置であって、
自動分割アルゴリズムを用いて入力画像を複数の領域に分割する分割ユニットと、
前記複数の領域のうちの一つの領域とその他の領域との色の差分および空間距離、なら
びに、重み付き値を利用して、当該領域の顕著性値を算出する算出ユニットと
を含むことを特徴とする画像処理装置。 30

【請求項 9】

前記複数の領域における領域 r_k の顕著性 $S(r_k)$ は以下の式に定義され、

【数 1】

$$S(r_k) = \sum_{r_k \neq r_i} \exp\left(-\frac{D_s(r_k, r_i)}{\sigma_s^2}\right) w(r_i) D_c(r_k, r_i)$$

そのうち、 $D_s(r_k, r_i)$ および $D_c(r_k, r_i)$ はそれぞれ、領域 r_k と領域 r_i との空間距離、および、領域 r_k と領域 r_i との色の差分であり、 i, k は自然数であり、 $w(r_i)$ は領域 r_i の重み付き値であり、 σ_s^2 は距離要素影響制御パラメータであることを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。 40

【請求項 10】

画像ピクセルの空間座標を 0 ～ 1 に正規化した場合、前記 σ_s^2 は 0.1 以上 1.0 以下であることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記領域 r_i に含まれるピクセルの数を前記領域 r_i の重み付き値 $w(r_i)$ とすることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記領域 r_k と領域 r_i との色の差分 $D_c(r_k, r_i)$ は以下の式に定義され、

【数 2】

$$D_c(r_k, r_i) = \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} f(c_1, i) f(c_2, j) D(c_{1,i}, c_{2,j})$$

そのうち、 $f(C_k, i)$ は領域 r_k に含まれる n_k 種類の色の i 番目の C_k の出現頻度であり、 $D(C_{1,i}, C_{2,j})$ は二つの色 $C_{1,i}, C_{2,j}$ の色空間におけるユークリッド距離であり、 $k = \{1, 2\}$ であることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

色チャンネルごとに 8 級以上 128 級以下のカラーで近似することを特徴とする請求項 12 に記載の画像処理装置。 10

【請求項 14】

算出された顕著性値を出力する出力ユニットと、
算出された顕著性値を表示する表示ユニットと、
算出された顕著性値を格納する格納ユニットと、
の少なくとも一つのユニットをさらに含むことを特徴とする請求項 8 乃至 13 のいずれかの一項に記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は画像処理技術の分野に属し、画像の視覚的顕著性を検出する画像処理方法と画像処理装置に関し、より具体的には、領域のコントラストに基づいて画像の視覚的顕著性を検出する画像処理方法および画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

視覚的注意は、人間の視覚システムがシーンを正確かつ有効的に識別するのに助ける一つの重要なメカニズムである。演算という手法によって画像における顕著性領域を取得することは、コンピュータビジョン分野の一つの重要な研究課題であり、画像処理システムが後続処理ステップにおいて演算リソースを合理的に割り当ててのを助ける。顕著性マップ (Saliency map) は多くのコンピュータビジョンアプリケーションに幅広く適用され、例えば、注目物体の分割 (中国特許200910046276(CN101520894)、中国特許200910081069(CN101526955)を参照)、物体識別、適応的画像圧縮、内容に応じた画像のリサイジング (中国特許200910092756(CN101650824)を参照)、および、画像検索などに適用されている。

30

【0003】

画像の視覚的顕著性の検出は従来から、研究者に多く注目されている課題の一つである。視覚的注意に関する理論研究では、視覚的注意を二種類に分類する。即ち、処理が迅速でタスクに依存しない、データ駆動に関する顕著性検出と、処理が遅くてタスクに依存する、目標駆動に関する顕著性検出とに分類する。本発明に関する方法はその前者に属する。生理学の研究からわかるように、人間の視覚細胞はセンシングフィールド内の高いコントラストの刺激に優先的に応答する。従来、データ駆動に関する視覚的顕著性の検出研究のほとんどは、諸形式の画像内容とシーンとのコントラストを算出することにより視覚的顕著性を算出するものである。ここで、説明を簡素化するため、さらにこのような研究を二つの下位の種類に分類する。即ち、局部コントラストに基づく方法と、全域コントラストに基づく方法とに分類する。

40

【0004】

局部コントラストに基づく方法は、画像領域と、その相対的な小さい隣接領域との差分によって顕著性を算出するものである。Ittiらは1998年に「A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis」(IEEE TPAMI, 20(11):1254-1259, 1998)を提案した。該方法は、マルチスケール画像間において、中心の特徴と隣接領域の

50

特徴との差分で画像顕著性を定義する。また、MaとZhangは2003年に「Contrast-based image attention analysis by using fuzzy growing」(In ACM Multimedia, pages 374-381, 2003)を提案した。該方法は、局部コントラストの分析により顕著性マップを得る。更に、Liuらは2007年に「Learning to detect a salient object」(IEEE TPAMI, 33(2):353-367, 2011)を提案した。該方法は、学習方式を用いて色空間分布や、マルチスケールコントラストや、中心隣接領域のヒストグラム差分など、顕著性検出方法の結果として重み付き値の最適な組み合わせを探す。また、Gofermanらは2010年のワークである「Context-aware saliency detection」(In CVPR, 2010)において、ローレベルの手がかり(clue)、全体の考慮、組織ルール、および、ハイレベルの特徴についてモデルを構築する。これらの局所的な方法の結果、視覚的顕著性として物体全体を均一的に突出させるのではなく、通常は物体のエッジ付近でより高い顕著性値を生成した。

10

【0005】

全域コントラストに基づく方法は画像領域と画像全体との差分を測定することでその顕著性を評価する。ZhaiとShahは2006年に「Visual attention detection in video sequences using spatiotemporal cues」(In ACM Multimedia, pages 815-824, 2006)を提案した。該方法は、一つのピクセルとそれ以外のすべての画像ピクセルとの輝度の差分により、当該ピクセルの顕著性値を算出する。該方法は、効率面が考慮され、画像の輝度情報のみを利用し、それ以外の色チャンネルにおける区別性を無視した。Achantaなどは2009年に「Frequency-tuned salient region detection」(In CVPR, pages 1597-1604, 2009)を提案した。該方法はピクセルごとに、平均色との差分を算出することで顕著性値を取得する。しかし、このような簡単な方法では、複雑かつ変化が多い自然画像を有効的に分析するには不十分である。

20

【0006】

当分野において、今までの関連中国特許として、学習に基づく映像における顕著物体シーケンスの自動検出方法(中国特許第200810150324号(CN101329767))がある。該方法では、一つのフレームを処理するのに通常数秒間の時間がかかるので、多数のリアルタイム処理への応用ニーズを満たすことが困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

30

【特許文献1】中国特許第200910046276号(CN101520894)公報

【特許文献2】中国特許第200910081069号(CN101526955)公報

【特許文献3】中国特許第200910092756号(CN101650824)公報

【特許文献4】中国特許第200810150324号(CN101329767)公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】「A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis」(IEEE TPAMI, 20(11):1254-1259, 1998)

【非特許文献2】「Contrast-based image attention analysis by using fuzzy growing」(In ACM Multimedia, pages 374-381, 2003)

40

【非特許文献3】「Learning to detect a salient object」(IEEE TPAMI, 33(2):353-367, 2011)

【非特許文献4】「Context-aware saliency detection」(In CVPR, 2010)

【非特許文献5】「Visual attention detection in video sequences using spatiotemporal cues」(In ACM Multimedia, pages 815-824, 2006)

【非特許文献6】「Frequency-tuned salient region detection」(In CVPR, pages 1597-1604, 2009)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

50

本発明は本分野の従来技術の不足に鑑みてされたものであり、その解決しようとする技術課題は、どのようにして迅速かつ有効的に画像ピクセルの顕著性値を分析して、画像における重要物体領域を均一的に表現するかにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記技術課題を解決するため、本発明は、領域のコントラストに基づいて画像の視覚的顕著性を検出（算出）する画像処理方法と画像処理装置を提供する。得られた顕著性マップは一連のコンピュータビジョンへの応用に適用可能である。

【0011】

本発明に係る技術的方案1の画像処理方法は、領域のコントラストに基づいて画像の視覚的顕著性を検出する画像処理方法であって、自動分割アルゴリズムを用いて入力画像を複数の領域に分割する分割ステップと、前記複数の領域のうちの一つの領域とその他の領域との色の差分の重み付き和を利用して、当該領域の顕著性値を算出する算出ステップとを含むことを特徴とする。

10

【0012】

技術的方案2.

技術的方案1の画像処理方法において、前記算出ステップは、前記複数の領域における領域 r_k の顕著性 $S(r_k)$ は以下の式に定義され、

【0013】

【数1】

20

$$S(r_k) = \sum_{r_k \neq r_i} \exp\left(-\frac{D_s(r_k, r_i)}{\sigma_s^2}\right) w(r_i) D_c(r_k, r_i)$$

【0014】

そのうち、 $D_s(r_k, r_i)$ および $D_c(r_k, r_i)$ はそれぞれ、領域 r_k と領域 r_i との空間距離、および、領域 r_k と領域 r_i との色の差分であり、 i, k は自然数であり、 $w(r_i)$ は領域 r_i の重み付き値であり、 σ_s^2 は距離要素影響制御パラメータである。

【0015】

30

技術的方案3.

技術的方案2の画像処理方法において、画像ピクセルの空間座標を0～1に正規化した場合、前記 σ_s^2 は0.1以上1.0以下である。

【0016】

技術的方案4.

技術的方案2の画像処理方法において、前記領域 r_i に含まれるピクセルの数を前記領域 r_i の重み付き値 $w(r_i)$ とする。

【0017】

技術的方案5.

技術的方案2の画像処理方法において、前記領域 r_k と領域 r_i との色の差分 $D_c(r_k, r_i)$ は以下の式に定義され、

40

【0018】

【数2】

$$D_c(r_k, r_i) = \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} f(c_{1,i}) f(c_{2,j}) D(c_{1,i}, c_{2,j})$$

【0019】

そのうち、 $f(C_k, i)$ は領域 r_k に含まれる n_k 種類の色の i 番目の C_k の出現頻度であり、 $D(C_{1,i}, C_{2,j})$ は二つの色 $C_{1,i}, C_{2,j}$ の色空間におけるユークリッド距離であり、 $k = \{1, 2\}$ である。

【0020】

50

技術的方案 6 .

技術的方案 5 の画像処理方法において、色チャネルごとに、8 級以上 128 級以下のカラーで近似する。

【0021】

技術的方案 7 .

技術的方案 1 乃至 6 のいずれかの画像処理方法において、算出された顕著性値を出力する出力ステップと、算出された顕著性値を表示する表示ステップと、算出された顕著性値を格納する格納ステップと、の少なくとも一つのステップをさらに含む。

【0022】

技術的方案 8 .

領域のコントラストに基づいて画像の視覚的顕著性を検出する画像処理装置であって、自動分割アルゴリズムを用いて入力画像を複数の領域に分割する分割ユニットと、前記複数の領域のうちの一つの領域とその他の領域との色の差分の重み付き和を利用して、当該領域の顕著性値を算出する算出ユニットとを含むことを特徴とする。

【0023】

技術的方案 9 .

技術的方案 8 の画像処理装置において、前記複数の領域における領域 r_k の顕著性 $S(r_k)$ は以下の式に定義され、

【0024】

【数 1】

$$S(r_k) = \sum_{r_k \neq r_i} \exp\left(-\frac{D_s(r_k, r_i)}{\sigma_s^2}\right) w(r_i) D_c(r_k, r_i)$$

【0025】

そのうち、 $D_s(r_k, r_i)$ および $D_c(r_k, r_i)$ はそれぞれ、領域 r_k と領域 r_i との空間距離、および、領域 r_k と領域 r_i との色の差分であり、 i, k は自然数であり、 $w(r_i)$ は領域 r_i の重み付き値であり、 σ_s^2 は距離要素影響制御パラメータである。

【0026】

技術的方案 10 .

技術的方案 9 の画像処理装置において、画像ピクセルの空間座標を 0 ~ 1 に正規化した場合、前記 σ_s^2 は 0.1 以上 1.0 以下である。

【0027】

技術的方案 11 .

技術的方案 9 の画像処理装置において、前記領域 r_i に含まれるピクセルの数を前記領域 r_i の重み付き値 $w(r_i)$ とする。

【0028】

技術的方案 12 .

技術的方案 9 の画像処理装置において、前記領域 r_k と領域 r_i との色の差分 $D_c(r_k, r_i)$ は以下の式に定義され、

【0029】

【数 2】

$$D_c(r_k, r_i) = \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} f(c_{1,i}) f(c_{2,j}) D(c_{1,i}, c_{2,j})$$

【0030】

そのうち、 $f(C_k, i)$ は領域 r_k に含まれる n_k 種類の色の i 番目の C_k の出現頻度であり、 $D(C_{1,i}, C_{2,j})$ は二つの色 $C_{1,i}, C_{2,j}$ の色空間におけるユークリッド距離であり、 $k = \{1, 2\}$ である。

【0031】

10

20

30

40

50

技術的方案 1 3 .

技術的方案 1 2 の画像処理装置において、色チャネルごとに、8 級以上 1 2 8 級以下のカラーで近似する。

【0 0 3 2】

技術的方案 1 4 .

技術的方案 8 乃至 1 3 のいずれかの画像処理装置において、算出された顕著性値を出力する出力ユニットと、算出された顕著性値を表示する表示ユニットと、算出された顕著性値を格納する格納ユニットと、の少なくとも一つのユニットをさらに含む。

【発明の効果】

【0 0 3 3】

10

本発明の上記技術的方案によれば、本発明の、領域のコントラストに基づいて画像の視覚的顕著性を検出(算出)する画像処理方法と画像処理装置は、自動分割アルゴリズムにより分割された領域ごとに、当該領域とその他の領域との色の差分の重み付き和を利用して当該領域の顕著性値を算出することで、画像ピクセルの顕著性値を迅速かつ有効的に分析でき、画像における重要物体領域を均一的に表現することができる。国際的に最大規模である画像の視覚的顕著性の測定データセットでテストした結果、本方法は従来の方法より明らかに優れている。本方法によれば、複雑かつ変化が多い自然画像を有効的に分析することができると共に、多数のリアルタイム処理への応用ニーズを満すことができる。本発明は画像における視覚的顕著性領域を自動的に分析でき、その分析結果は、重要な目標物体の分割、物体識別、適応的画像圧縮、内容に応じた画像のリサイジング、および、画像検索などの応用分野に適用可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【0 0 3 4】

【図 1】本発明の実施の形態に係る画像処理方法を説明するフローチャートである。

【図 2】本発明の他の実施の形態に係る画像処理方法を説明するフローチャートである。

【図 3】本発明の実施の形態に係る画像処理装置を説明するブロック図である。

【図 4】本発明の他の実施の形態に係る画像処理装置を説明するブロック図である。

【図 5】本発明に係る入力画像を処理する一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 3 5】

30

以下、図面と実施例を組み合わせ、本発明の具体的な実施形態について詳しく説明する。なお、以下の実施例は本発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。

【0 0 3 6】

本発明はある画像領域とその他の画像領域との色の差分の重み付き和を算出して当該画像領域の顕著性値を算出する画像処理方法と画像処理装置を公開した。当該方法と装置により検出された顕著性値は一連の画像処理への応用に対するサポートを提供可能である。それらの応用は重要な目標物体の分割、内容に応じた画像のリサイジング、および、画像検索などを含む。

【0 0 3 7】

40

図 1 は本発明の実施の形態に係る画像処理方法を説明するフローチャートである。

【0 0 3 8】

図 1 に示すように、分割ステップ S 1 で、ユーザなどに入力された任意の一つの画像(例えば、図 5 の(a)に示す入力画像)に対して、任意の画像自動分割アルゴリズムによって入力画像を複数の領域ブロックに分割する。前記入力画像は有線あるいは無線手段で装置の外部から入力されてもよいし、撮像装置に撮像された画像がリアルタイムにあるいは後から入力されてもよいし、装置の内蔵あるいは外付けの格納ユニットから画像を読み取って入力画像としてもよい。入力画像を自動的に分割するための自動分割アルゴリズムとして、例えば、Felzenszwalb と Huttenlocher が 2004 年に提案された「Efficient graph-based image segmentation」(IJCV, 59(2):167-181)の方法を利用する。もちろん、その

50

他の既存の画像自動分割アルゴリズムを利用してもよい。

【 0 0 3 9 】

算出ステップ S 2 で、分割ステップ S 1 で自動分割アルゴリズムによって複数の領域ブロックに分割された入力画像(例えば、図 5 の (b) に示すもの)に関して、分割された領域ごとに、当該領域とその他の領域との色の差分の重み付き和を算出することで当該領域の顕著性値を算出(検出)する。すべての領域についてそれぞれの顕著性値を算出すると、図 5 の (c) に示す画像の顕著性を得ることができる。

【 0 0 4 0 】

上記画像処理方法によれば、画像ピクセルの顕著性値を迅速かつ有効的に分析できる。複雑かつ変化が多い自然画像を有効的に分析することを可能とするとともに、多数のリアルタイム処理への応用ニーズを満足させることができる。

10

【 0 0 4 1 】

また、該画像処理方法において、分割された複数の領域 (1 , 2 , ... k ... m) における領域 r_k の顕著性 $S(r_k)$ は以下の式に定義され、

【 0 0 4 2 】

【数 1】

$$S(r_k) = \sum_{r_k \neq r_i} \exp\left(-\frac{D_s(r_k, r_i)}{\sigma_s^2}\right) w(r_i) D_c(r_k, r_i)$$

20

【 0 0 4 3 】

そのうち、 $D_s(r_k, r_i)$ および $D_c(r_k, r_i)$ はそれぞれ、領域 r_k と領域 r_i との空間距離、および、領域 r_k と領域 r_i との色の差分であり、 i, k, m は自然数であり、 $w(r_i)$ は領域 r_i の重み付き値であり、 σ_s^2 は距離要素影響制御パラメータである。

【 0 0 4 4 】

また、該画像処理方法において、距離要素影響制御パラメータ σ_s^2 は大きいほど、距離要素の影響は小さくなる。一方、距離要素影響制御パラメータ σ_s^2 は小さいほど、距離要素の影響は大きくなる。画像ピクセルの空間座標を 0 ~ 1 に正規化(線形ズームング)した場合、前記距離要素影響制御パラメータ σ_s^2 は 0.01 以上 10 以下の値を取りうる。好ましくは、距離要素影響制御パラメータ σ_s^2 は 0.1 以上 1.0 以下である。 $\sigma_s^2 = 0.4$ のとき、優れた画像顕著性検出(計算)効果を得ることができる。

30

【 0 0 4 5 】

また、該画像処理方法において、前記領域 r_i に含まれるピクセルの数を前記領域 r_i の重み付き値 $w(r_i)$ としてもよい。

【 0 0 4 6 】

また、該画像処理方法において、前記領域 r_k と領域 r_i との色の差分 $D_c(r_k, r_i)$ は以下の式に定義され、

【 0 0 4 7 】

【数 2】

$$D_c(r_k, r_i) = \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} f(c_1, i) f(c_2, j) D(c_{1,i}, c_{2,j})$$

40

【 0 0 4 8 】

そのうち、 $f(C_k, i)$ は領域 r_k に含まれる n_k 種類の色の i 番目の C_k の出現頻度であり、 $D(C_{1,i}, C_{2,j})$ は二つの色 $C_{1,i}, C_{2,j}$ の色空間におけるユークリッド距離(Euclidean distance)であり、 $k = \{ 1, 2 \}$ である。

【 0 0 4 9 】

また、該画像処理方法において、色チャネルごとに 2 級以上 256 級以下のカラーで計算する。採用されたカラーの級(レベル)が低いほど、計算の量が少なくなるが、精度が悪くなる。採用されたカラーの級(レベル)が高いほど、計算の量が多くなるが、精度がよく

50

なる。計算を加速するため、色チャネルごとに256級のフルカラーとすることが必要なく、例えば、好ましくは色チャネルごとに8級以上128級以下のカラーで近似する。

【0050】

本発明の顕著性検出方法によれば、色チャネルごとに12級カラーで近似すると、優れた効果が得られることができる。したがって、検出された画像顕著性の精度を確保しながら、計算の量を大幅に低減することができる。

【0051】

図2は本発明の他の実施の形態に係る画像処理方法を説明するフローチャートである。

【0052】

図2に示すように、該画像処理方法において、分割ステップS1と算出ステップS2のほかに、算出された顕著性値を出力する出力ステップS3と、算出された顕著性値を表示する表示ステップS4と、算出された顕著性値を格納する格納ステップS5と、の少なくとも一つのステップをさらに含んでもよい。即ち、出力ステップと、表示ステップと、格納ステップとを任意的に組み合わせることで、得られた顕著性検出結果を希望のシーンに応用できる。出力ステップと、表示ステップと、格納ステップの順番について限定されるものではない。

【0053】

図3は本発明の実施の形態に係る画像処理装置を説明するブロック図である。

【0054】

図3に示すように、本実施形態に係る画像処理装置1は領域のコントラストに基づいて画像の視覚的顕著性を検出する。上記画像処理装置1は、自動分割アルゴリズムを用いて入力画像を複数の領域に分割する分割ユニット10と、前記複数の領域のうちの一つの領域とその他の領域との色の差分の重み付き和を当該一つの領域の顕著性値として算出する算出ユニット20を含む。

【0055】

分割ユニット10は、ユーザなどに入力された任意の一つの画像(例えば、図5の(a)に示す入力画像)に対して、任意の画像自動分割アルゴリズムによって入力画像を複数の領域ブロックに分割する。前記入力画像は有線あるいは無線手段で装置の外部から入力されてもよいし、撮像装置に撮像された画像がリアルタイムにあるいは後から入力されてもよいし、装置の内蔵あるいは外付けの格納ユニットから画像を読み取って入力画像としてもよい。入力画像を自動的に分割するための自動分割アルゴリズムとして、例えば、FelzenszwalbとHuttenlocherが2004年に提案された「Efficient graph-based image segmentation」(IJCV, 59(2):167-181)の方法を利用する。もちろん、その他の既存の画像自動分割アルゴリズムを利用してもよい。

【0056】

算出ユニット20は、分割ユニット10で自動分割アルゴリズムによって複数の領域ブロックに分割された入力画像(例えば、図5の(b)に示すもの)に関して、分割された領域ごとに、当該領域とその他の領域との色の差分の重み付き和を算出することで当該領域の顕著性値を算出(検出)する。すべての領域についてそれぞれの顕著性値を算出すると、図5の(c)に示す画像の顕著性を得ることができる。

【0057】

上記画像処理装置によれば、画像ピクセルの顕著性値を迅速かつ有効的に分析できる。本発明によれば、複雑かつ変化が多い自然画像を有効的に分析することを可能とするとともに、多数のリアルタイム処理への応用ニーズを満足させることができる。

【0058】

また、該画像処理装置1において、分割された複数の領域(1, 2, ...k...m)における領域 r_k の顕著性 $S(r_k)$ は以下の式に定義され、

【0059】

10

20

30

40

【数 1】

$$S(r_k) = \sum_{r_k \neq r_i} \exp\left(-\frac{D_s(r_k, r_i)}{\sigma_s^2}\right) w(r_i) D_c(r_k, r_i)$$

【0060】

そのうち、 $D_s(r_k, r_i)$ および $D_c(r_k, r_i)$ はそれぞれ、領域 r_k と領域 r_i との空間距離、および、領域 r_k と領域 r_i との色の差分であり、 i, k, m は自然数であり、 $w(r_i)$ は領域 r_i の重み付き値であり、 σ_s^2 は距離要素影響制御パラメータである。

10

【0061】

また、該画像処理装置 1 において、距離要素影響制御パラメータ σ_s^2 は大きいほど、距離要素の影響は小さくなる。一方、距離要素影響制御パラメータ σ_s^2 は小さいほど、距離要素の影響は大きくなる。画像ピクセルの空間座標を 0 ~ 1 に正規化(線形ズーム)した場合、前記距離要素影響制御パラメータ σ_s^2 は 0.01 以上 10 以下の値を取りうる。好ましくは、距離要素影響制御パラメータ σ_s^2 は 0.1 以上 1.0 以下である。 $\sigma_s^2 = 0.4$ のとき、優れた画像顕著性検出(計算)効果を得ることができる。

【0062】

また、該画像処理装置 1 において、前記領域 r_i に含まれるピクセルの数を前記領域 r_i の重み付き値 $w(r_i)$ としてもよい。

20

【0063】

また、該画像処理装置 1 において、前記領域 r_k と領域 r_i との色の差分 $D_c(r_k, r_i)$ は以下の式に定義され、

【0064】

【数 2】

$$D_c(r_k, r_i) = \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} f(c_1, i) f(c_2, j) D(c_{1,i}, c_{2,j})$$

【0065】

そのうち、 $f(C_k, i)$ は領域 r_k に含まれる n_k 種類の色の i 番目の C_k の出現頻度であり、 $D(C_{1,i}, C_{2,j})$ は二つの色 $C_{1,i}, C_{2,j}$ の色空間におけるユークリッド距離(Euclidean distance)であり、 $k = \{1, 2\}$ である。

30

【0066】

また、該画像処理装置 1 において、色チャネルごとに 2 級以上 256 級以下のカラーで計算する。採用されたカラーの級(レベル)が低いほど、計算の量が少なくなるが、精度が悪くなる。採用されたカラーの級(レベル)が高いほど、計算の量が多くなるが、精度がよくなる。計算を加速するため、色チャネルごとに 256 級のフルカラーとすることが必要なく、例えば、好ましくは色チャネルごとに 8 級以上 128 級以下のカラーで近似する。

【0067】

本発明の顕著性検出方法によれば、色チャネルごとに 12 級カラーで近似すると、優れた効果が得られることができる。したがって、検出された画像顕著性の精度を確保しながら、計算の量を大幅に低減することができる。複雑かつ変化が多い自然画像を有効的に分析することができながら多数のリアルタイム処理への応用ニーズに満足することができる。

40

【0068】

図 4 は本発明の他の実施の形態に係る画像処理装置を説明するブロック図である。

【0069】

図 4 に示すように、画像処理装置 1 において、分割ユニット 10 と算出ユニット 20 のほかに、算出された顕著性値を出力する出力ユニット 30 と、算出された顕著性値を表示する表示ユニット 40 と、算出された顕著性値を格納する格納ユニット 50 と、の少なくとも一つのユニットをさらに含んでもよい。即ち、出力ユニット 30 と、表示ユニット 4

50

0 と、格納ユニット 50 とを任意的に組み合わせることで、得られた顕著性検出結果を希望のシーンに応用できる。本発明によれば、検出された画像顕著性の精度を確保しながら、計算の量を大幅に低減することができる。複雑かつ変化が多い自然画像を有効的に分析することを可能とするとともに、多数のリアルタイム処理への応用ニーズを満足させることができる。

【0070】

以上本発明は特定の実施例を参照しながら説明されてきたが、それらは単なる例示に過ぎず、当業者は様々な変形例、修正例、代替例、置換例などを理解するであろう。発明の理解を促すため具体的な数値例を用いて説明がなされたが、特に断りのない限り、それらの数値は単なる一例に過ぎず、適切な如何なる値が使用されてもよい。実施例又は項目の区分けは本発明に本質的でなく、2以上の実施例又は項目に記載された事項が必要に応じ

10

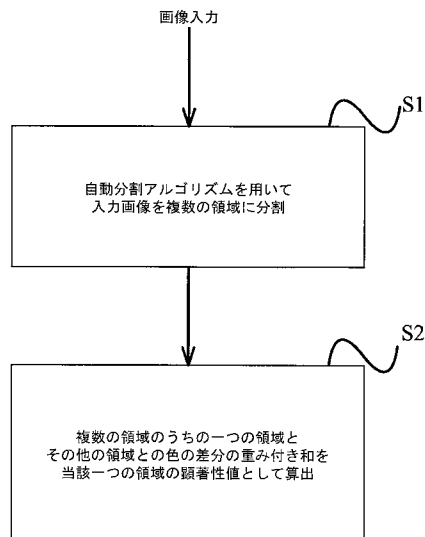
【符号の説明】

【0071】

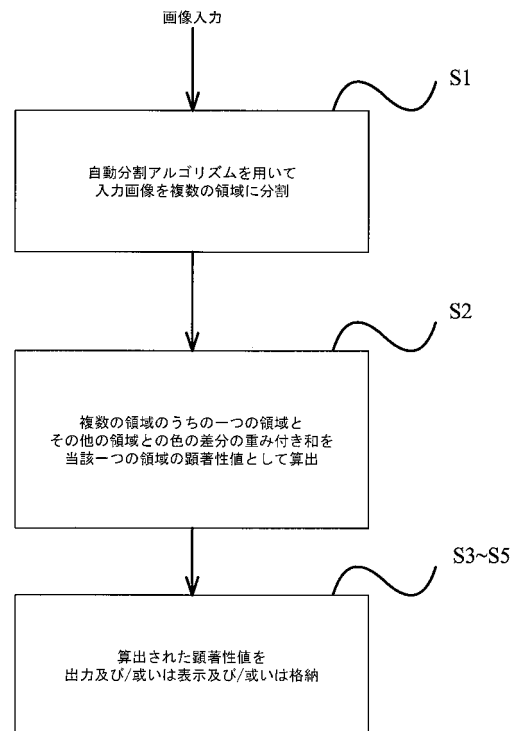
- 10 分割ユニット
- 20 算出ユニット
- 30 出力ユニット
- 40 表示ユニット
- 50 格納ユニット

20

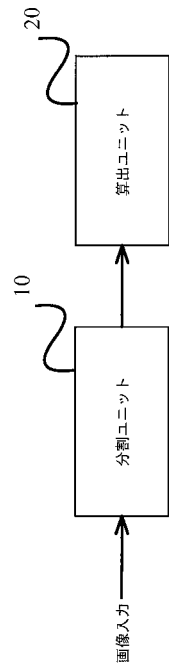
【図1】



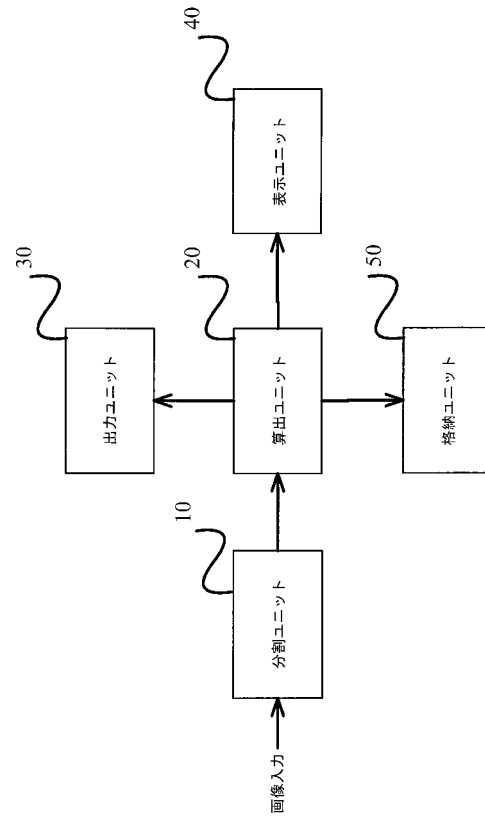
【図2】



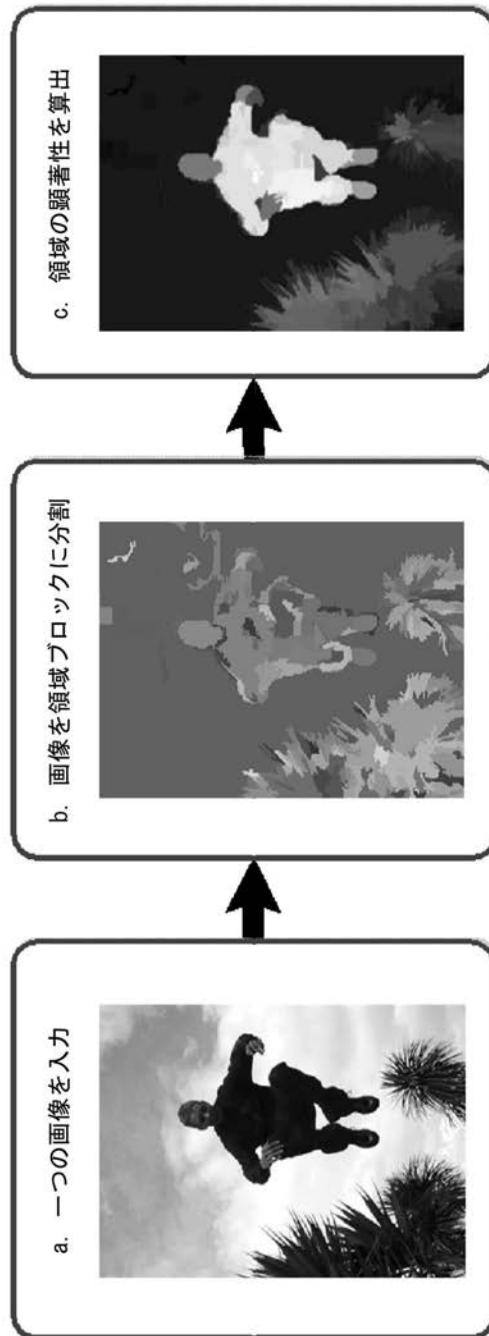
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 胡 事民
中華人民共和国北京清華大学 信息技術大楼 3 - 5 0 7 房間
- (72)発明者 程 明明
中華人民共和国北京清華大学 信息技術大楼 3 - 5 2 3 房間
- (72)発明者 張 国▲しん▼
中華人民共和国北京清華大学 信息技術大楼 3 - 5 2 3 房間
- (72)発明者 ニロイ ジェイ . ミトラ
イギリス , ダブリューシー 1 イー 6 ビーティー ロンドン , エムピーイービー ルーム 6 . 1
7 , ガウワー ストリート

審査官 板垣 有紀

- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 1 3 3 9 9 0 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 2 6 0 7 0 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 5 7 1 6 3 (J P , A)
田中 昭二 , 仮想操作環境における H o t s p o t 編集ツール , 第 5 6 回 (平成 1 0 年前期) 全
国大会講演論文集 (4) インタフェース コンピュータと人間社会 , 日本 , 社団法人情報処理
学会 , 1 9 9 8 年 3 月 1 7 日 , p.4-54 ~ 4-55

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 T	7 / 0 0
G 0 6 T	1 / 0 0
H 0 4 N	1 / 4 6
H 0 4 N	1 / 6 0