

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7010783号
(P7010783)

(45)発行日 令和4年1月26日(2022.1.26)

(24)登録日 令和4年1月17日(2022.1.17)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 6 T	7/143(2017.01)	G 0 6 T	7/143		
G 0 6 T	7/00 (2017.01)	G 0 6 T	7/00	3 5 0 C	

請求項の数 15 (全26頁)

(21)出願番号	特願2018-137638(P2018-137638)	(73)特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22)出願日	平成30年7月23日(2018.7.23)	(74)代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
(65)公開番号	特開2020-16928(P2020-16928A)	(72)発明者	浅香 沙織 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会 社東芝内
(43)公開日	令和2年1月30日(2020.1.30)	(72)発明者	浅野 涉 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会 社東芝内
審査請求日	令和2年7月1日(2020.7.1)	(72)発明者	平井 隆介 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会 社東芝内
		(72)発明者	坂田 幸辰

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、画像処理システム、画像処理方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象画像に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出する尤度算出部と、

前記尤度の統計量に基づいて、前記構造物を示す領域と、前記構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出する分離度算出部と、

前記分離度が第1閾値よりも小さい場合、前記対象画像を変換して、前記尤度の算出対象とする新たな対象画像を生成する変換部と、を備え、

前記尤度算出部は、前記新たな対象画像が生成される度に、前記新たな対象画像に対して前記尤度を算出し、

前記分離度算出部は、前記新たな対象画像に対する前記尤度が算出される度に、前記分離度を算出し、

前記分離度が前記第1閾値以上となった場合、または、前記分離度算出部の処理の回数が所定の回数に達した場合、前記対象画像毎に算出された尤度を合成することにより、合成尤度を生成する合成部、

を備える画像処理装置。

【請求項2】

前記分離度算出部は、前記分離度が第1閾値よりも小さい場合、前記対象画像を複数の算出領域に分割して、前記算出領域毎に前記分離度を算出し、

前記尤度算出部は、前記算出領域が得られる度に、前記算出領域に対して、前記尤度を算

出し、

前記分離度算出部は、前記算出領域に対する前記尤度が算出される度に、前記分離度を算出し、

前記合成部は、前記分離度が前記第 1 閾値以上となった場合、または、前記分離度算出部の処理の回数が所定の回数に達した場合、前記対象画像毎に算出された尤度を合成することにより、前記合成尤度を生成する、

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記分離度算出部は、前記算出領域毎に、前記算出領域に含まれる領域の尤度のうち、前記尤度の最小値と最大値以外の尤度の割合を算出し、前記割合が大きいほど、前記分離度を小さく算出する、

10

請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記分離度算出部は、前記尤度のヒストグラムを算出し、前記ヒストグラムから判別分析法を使用して前記分離度を算出する、

請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記分離度算出部は、前記尤度の分散が大きいほど、前記分離度を小さく算出する、

請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

20

前記合成部は、前記分離度が前記第 1 閾値以上となった場合、または、前記分離度算出部の処理の回数が所定の回数に達した場合、前記対象画像毎に算出された尤度を乗算することにより、前記尤度を合成する、

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記変換部は、分離度が第 1 閾値よりも小さい場合、前記対象画像を縮小する変換をして、前記尤度の算出対象とする新たな対象画像を生成し、

前記合成部は、前記分離度が前記第 1 閾値以上となった場合、または、前記分離度算出部の処理の回数が所定の回数に達した場合、前記対象画像毎に算出された尤度を、重みを付けて加算することにより、前記尤度を合成し、前記重みは、前記対象画像の縮小率が小さいほど大きく設定される、

30

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記合成部は、前記分離度が前記第 1 閾値以上となった場合、または、前記分離度算出部の処理の回数が所定の回数に達した場合、前記対象画像毎に算出された尤度を、重みを付けて加算することにより、前記尤度を合成し、前記重みは、前記対象画像の分離度が大きいほど大きく設定される、

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記構造物を示す領域が特定された教示画像と、前記対象画像とを使用して、前記尤度を算出する尤度算出処理を学習する学習部を更に備え、

40

前記尤度算出部は、学習された前記尤度算出処理により、前記尤度を算出する、

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記合成部は、前記分離度が前記第 1 閾値以上となった場合、または、前記分離度算出部の処理の回数が所定の回数に達した場合、前記対象画像毎に算出された尤度を、重みを付けて加算することにより、前記尤度を合成し、前記重みは、前記構造物を示す領域の尤度が、より正確に算出された前記対象画像に対して、より大きく設定される、

請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

50

前記合成尤度が第 2 閾値以上の領域が、構造物を示す領域として識別された識別画像を表示する表示制御部と、

前記識別画像の指定領域の指定を示す操作入力を受け付ける入力制御部と、を更に備え、前記尤度算出部は、指定領域を前記対象画像として、前記尤度を算出する、請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 1 2】

前記表示制御部は、前記対象画像毎に算出された尤度を示す尤度画像を複数、表示し、前記入力制御部は、前記複数の尤度画像から、少なくとも 1 つの尤度画像を選択する操作入力と、選択された前記尤度画像毎の重みの指定を示す操作入力とを受け付け、前記合成部は、前記分離度が前記第 1 閾値以上となった場合、または、前記分離度算出部の処理の回数が所定の回数に達した場合、選択された前記尤度画像の尤度を、前記重みに応じて合成することにより、前記合成尤度を生成する、請求項 1 1 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 1 3】

対象画像に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出し、前記尤度の統計量に基づいて、前記構造物を示す領域と、前記構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出し、前記分離度が閾値よりも小さい場合、前記対象画像を変換して、前記尤度の算出対象とする新たな対象画像を生成する画像処理部と、合成尤度を示す表示情報を表示する表示制御部と、を備え、

前記画像処理部は、前記新たな対象画像が生成される度に、前記新たな対象画像に対して前記尤度を算出し、前記新たな対象画像に対する前記尤度が算出される度に、前記分離度を算出し、前記分離度が前記閾値以上となった場合、または、前記分離度を算出する処理の回数が所定の回数に達した場合、前記対象画像毎に算出された尤度を合成することにより、前記合成尤度を生成する、

20

画像処理システム。

【請求項 1 4】

対象画像に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出するステップと、

前記尤度の統計量に基づいて、前記構造物を示す領域と、前記構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出するステップと、

前記分離度が閾値よりも小さい場合、前記対象画像を変換して、前記尤度の算出対象とする新たな対象画像を生成するステップと、を含み、

30

前記尤度を算出するステップは、前記新たな対象画像が生成される度に、前記新たな対象画像に対して前記尤度を算出し、

前記分離度を算出するステップは、前記新たな対象画像に対する前記尤度が算出される度に、前記分離度を算出し、

前記分離度が前記閾値以上となった場合、または、前記分離度を算出するステップの処理の回数が所定の回数に達した場合、前記対象画像毎に算出された尤度を合成することにより、合成尤度を生成するステップ、

を含む画像処理方法。

40

【請求項 1 5】

コンピュータを、

対象画像に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出する尤度算出部と、

前記尤度の統計量に基づいて、前記構造物を示す領域と、前記構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出する分離度算出部と、

前記分離度が閾値よりも小さい場合、前記対象画像を変換して、前記尤度の算出対象とする新たな対象画像を生成する変換部として機能させ、

前記尤度算出部は、前記新たな対象画像が生成される度に、前記新たな対象画像に対して前記尤度を算出し、

50

前記分離度算出部は、前記新たな対象画像に対する前記尤度が算出される度に、前記分離度を算出し、

前記分離度が前記閾値以上となった場合、または、前記分離度算出部の処理の回数が所定の回数に達した場合、前記対象画像毎に算出された尤度を合成することにより、合成尤度を生成する合成部、

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は画像処理装置、画像処理システム、画像処理方法及びプログラムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

画像から構造物を抽出する技術が従来から知られている。例えば、畳み込みニューラルネットワーク(CNN: Convolution Neural Network)と条件付き確率場(CRF: Conditional random field)とを組み合わせることで、画像から構造物を抽出する際の抽出精度が向上することが知られている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【文献】SEMANTIC IMAGE SEGMENTATION WITH DEEP CONVOLUTIONAL NETS AND FULLY CONNECTED CRFS (ICLR 2015)

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の技術では、画像から構造物を抽出する際の抽出精度をより向上させることが難しかった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

実施形態の画像処理装置は、尤度算出部と分離度算出部と変換部と合成部とを備える。尤度算出部は、対象画像に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出する。分離度算出部は、前記尤度の統計量に基づいて、前記構造物を示す領域と、前記構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出する。変換部は、前記分離度が第1閾値よりも小さい場合、前記対象画像を変換して、前記尤度の算出対象とする新たな対象画像を生成する。前記尤度算出部は、前記新たな対象画像が生成される度に、前記新たな対象画像に対して前記尤度を算出する。前記分離度算出部は、前記新たな対象画像に対する前記尤度が算出される度に、前記分離度を算出する。合成部は、前記分離度が前記第1閾値以上となった場合、または、前記分離度算出部の処理の回数が所定の回数に達した場合、前記対象画像毎に算出された尤度を合成することにより、合成尤度を生成する。

30

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】第1実施形態の画像処理装置の機能構成の例を示す図。

【図2】第1実施形態の画像処理方法の例を示す図。

【図3】第2実施形態の対象画像の変換処理及び算出処理の例を示す図。

【図4】第2実施形態の尤度の合成処理の例を示す図。

【図5】第2実施形態の変形例3の算出処理の例を示す図。

【図6】第3実施形態の画像処理装置の機能構成の例を示す図。

【図7】第4実施形態の画像処理装置の機能構成の例を示す図。

【図8A】第4実施形態の表示情報の例を示す図。

40

50

【図 8 B】第 4 実施形態の算出領域の選択操作の例を示す図。

【図 8 C】第 4 実施形態の更新された表示情報の例を示す図。

【図 9 A】第 4 実施形態の尤度の選択操作の例を示す図。

【図 9 B】第 4 実施形態の尤度の合成操作の例を示す図。

【図 10】第 5 実施形態のオートエンコーダ構造の概要を示す図。

【図 11】第 5 実施形態のオートエンコーダの例 1 を示す図。

【図 12】第 5 実施形態のオートエンコーダの例 2 を示す図。

【図 13】図 12 のオートエンコーダの処理の関係を示す図。

【図 14】第 6 実施形態の画像処理システムの機能構成の例を示す図。

【図 15】第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置のハードウェア構成の例を示す図。

10

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下に添付図面を参照して、画像処理装置、画像処理システム、画像処理方法及びプログラムの実施形態を詳細に説明する。

【0008】

(第 1 実施形態)

はじめに、第 1 実施形態の画像処理装置 10 の機能構成の例について説明する。

【0009】

[機能構成の例]

図 1 は第 1 実施形態の画像処理装置 10 の機能構成の例を示す図である。第 1 実施形態の画像処理装置 10 は、変換部 1、尤度算出部 2、分離度算出部 3 及び合成部 4 を備える。

20

【0010】

<処理の概要>

まず、変換部 1 が、構造物を示す領域を含む画像の入力を受け付ける。画像のデータ形式は任意でよい。例えば、画像のデータ形式は、RGB 画像、デプス画像、ローデータ及び点群データ等である。また、画像の取得方法は任意でよい。例えば、画像は、単眼カメラ、複眼カメラ、レーザー、及び、TOF (Time Of Flight) 等を、1 つ又は組合せて取得されてもよい。具体的には、例えば、単眼カメラの開口部に 2 色で 2 分割されたフィルタを配置することで、光線変化とぼけの形状とから距離を算出するカラー開口によって、RGB 画像とデプス画像とを同時に取得してもよい。また例えば、ステレオカメラで、RGB 画像とデプス画像とを同時に取得してもよい。また例えば、単眼カメラから RGB 画像を取得し、カメラの近傍位置からレーザーによって点群データを取得し、データのいずれかをキャリブレーションによって補正して、画像を取得してもよい。

30

【0011】

変換部 1 は、構造物を示す領域を含む画像を受け付けると、当該画像を変換することにより、処理対象の画像(以下、「対象画像」という。)を生成する。画像の変換処理は、例えば幾何変換及びダイナミックレンジ変換等である。幾何変換は、例えば画像の拡大、縮小、回転及び平行移動等である。

【0012】

次に、尤度算出部 2 が、対象画像に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出する。尤度の算出処理の詳細は後述する。

40

【0013】

次に、分離度算出部 3 が、尤度の統計量に基づいて、構造物を示す領域と、構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出する。分離度の算出処理の詳細は後述する。対象画像の分離度が所定の閾値(第 1 閾値)よりも小さい場合、上述の変換部 1 が、分離度に基づいて対象画像を変換する。なお、変換部 1 の変換処理の実行回数が所定の回数に達した場合には、分離度算出部 3 へ終了フラグを送信する。分離度算出部 3 は、分離度が所定の閾値以上となった場合、または、変換部 1 から終了フラグを受け付けた場合は、対象画像毎に算出された尤度を合成部 4 に入力する。

【0014】

50

次に、合成部 4 が、対象画像毎に算出された尤度を合成することにより、合成尤度を生成する。合成処理の詳細は後述する。

【 0 0 1 5 】

以下に、各機能ブロックの処理の詳細について説明する。

【 0 0 1 6 】

< 変換部の処理 >

変換部 1 は、例えばダイナミックレンジ変換を行う。ダイナミックレンジ変換を行うことにより、対象画像に含まれる構造物を示す領域と、当該対象画像に含まれる構造物以外を示す領域との分離度を上げることができる。具体的には、変換部 1 は、対象画像の階調値 $f(x, y)$ に対し変換処理を行い、変換後の画像の階調値 $g(x, y)$ を生成する。下記数式 (1) に、対象画像の最小階調を f_{\min} 、最大階調を f_{\max} とした時のダイナミックレンジ変換を示す。T は変換処理を示す。

【 0 0 1 7 】

【数 1】

$$g = \begin{cases} f_{\min} & (f < f_{\min}) \\ T[f] & (f_{\max} \leq f \leq f_{\min}) \\ f_{\max} & (f > f_{\max}) \end{cases} \quad \dots (1)$$

【 0 0 1 8 】

変換処理 T の一例として、シグモイド関数を用いた場合について述べる。シグモイド関数を用いたダイナミックレンジ変換を数式 (2) に示す。

【 0 0 1 9 】

【数 2】

$$g = \frac{f_{\max}}{1 + e^{-a(f-h)}} \quad \dots (2)$$

【 0 0 2 0 】

ここで、a はゲイン、h はシグモイド関数の中間値を示す。変換部 1 は、分離度が所定の閾値よりも小さい場合には、繰り返し変換処理を行う。その際、変換部 1 は、繰り返し回数に応じて分離度を上げるため、ゲインを数式 (3) のように変更する。

【 0 0 2 1 】

【数 3】

$$a_{i+1} = a_i + c_a \quad (c_a > 0) \quad \dots (3)$$

【 0 0 2 2 】

ここで c_a は所定の定数とする。さらに、変換部 1 は、i 回目と i + 1 回目とで分離度が変わらない場合には、中間値を数式 (4) のように変更する。

【 0 0 2 3 】

【数 4】

$$h_{j+1} = h_j + c_h \quad (-f_{\max} < c_h < f_{\max}, 0 < h_j + c_h \leq f_{\max}) \quad \dots (4)$$

【 0 0 2 4 】

ここで c_h は所定の定数とする。上述のゲインと、上述の中間値とを変えて、繰り返し変換処理が行われることで、適切な階調での分離を行うことができる。変換部 1 は、上述のゲインと、上述の中間値の全範囲での変換処理を終えた場合、分離度算出部 3 へ終了フラグを送信する。以上が、変換部 1 の処理である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

なお、上述の変換処理 T は、シグモイド関数に限らず、線形変換及びガンマ変換等でもよい。

【 0 0 2 6 】

< 尤度算出部の処理 >

尤度算出部 2 は、対象画像に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出する。具体的には、構造物を示す領域であることを示すクラス i の尤度 p_i は数式 (5) によって算出される。

【 0 0 2 7 】

【 数 5 】

$$p_i = \frac{e^{y_i}}{\sum_{k=1}^n e^{y_k}} \quad \dots (5)$$

10

【 0 0 2 8 】

ここで、n はクラス数を示す。 y_i は、対象画像から構造物を示す領域を抽出する処理の機械学習の結果 (出力値) を示し、クラス数に対応する n 個の成分を有する。なお、画像処理装置 10 が、学習部を備える場合については、第 3 実施形態で説明する。第 1 実施形態では、尤度は、 p_{min} から p_{max} の連続値で示す値とし、値が大きいほど、当該領域が構造物を示す可能性が高いことを示す。

20

【 0 0 2 9 】

< 分離度算出部の処理 >

分離度算出部 3 は、尤度の統計量に基づいて、構造物を示す領域と、構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出する。具体的には、分離度算出部 3 は、例えば尤度のヒストグラムを算出し、当該ヒストグラムを元に判別分析法を使用して、各クラスの最大分離度を算出する。

【 0 0 3 0 】

一例として、2 クラス (例えば、構造物 A を示す領域に対応するクラス | 構造物 A を示さない領域に対応するクラス) の分離度を算出する方法について説明する。まず、分離度算出部 3 は、各クラスの画素数を N_i 、平均を μ_i 、分散を σ_i^2 としたとき、数式 (6) によりクラス内分散 σ_w^2 を算出し、数式 (7) によりクラス間分散 σ_b^2 を算出する。

30

【 0 0 3 1 】

【 数 6 】

$$\sigma_w^2 = \frac{N_1 \sigma_1^2 + N_2 \sigma_2^2}{N_1 + N_2} \quad \dots (6)$$

【 0 0 3 2 】

【 数 7 】

$$\sigma_b^2 = \frac{N_1 N_2 (\mu_1 - \mu_2)^2}{N_1 + N_2} \quad \dots (7)$$

40

【 0 0 3 3 】

次に、分離度算出部 3 は、分離度 s を、画像全体の分散 σ_{all} (数式 (8)) を用いて数式 (9) により算出する。

【 0 0 3 4 】

【 数 8 】

$$\sigma_{all}^2 = \sigma_b^2 + \sigma_w^2 \quad \dots (8)$$

50

【 0 0 3 5 】

【 数 9 】

$$s = \frac{\sigma_b^2}{\sigma_w^2} = \frac{\sigma_b^2}{\sigma_{\text{all}}^2 - \sigma_b^2} \quad \dots (9)$$

【 0 0 3 6 】

判別分析法は、分離度が最大となるようにクラス分類の閾値を設定する方法である。判別分析法を用いて設定されたクラス分類の閾値での最大分離度が、所定の閾値より小さい場合、変換部 1 が対象画像を変換する。最大分離度が所定の閾値以上の場合、または、分離度算出部 3 の処理の回数が所定の回数に達した場合、合成部 4 が尤度の合成処理を行う。

10

【 0 0 3 7 】

< 合成部の処理 >

合成部 4 は、対象画像毎に算出された尤度を合成することにより、合成尤度を生成する。具体的には、合成部 4 は、対象画像毎に算出された尤度から、数式 (1 0) により合成尤度を算出する。

【 0 0 3 8 】

【 数 1 0 】

$$p_{\text{all}} = \prod_{k=1}^n p_k \quad \dots (10)$$

20

【 0 0 3 9 】

合成部 4 は、例えば、合成尤度を、各画素の合成尤度を示す 1 枚の合成尤度マップ (合成尤度画像) として出力する。

【 0 0 4 0 】

< 画像処理方法の例 >

図 2 は第 1 実施形態の画像処理方法の例を示す図である。まず、変換部 1 が、構造物を含む対象画像 1 0 1 を受け付ける。なお、対象画像 1 0 1 に含まれる構造物は任意でよい。構造物は、鉄塔 (送電線及び電波塔を含む)、鉄柵、橋脚、道路、トンネル、発電装置、配管及び配線等を含む。図 2 の例は、対象画像 1 0 1 に含まれる構造物が鉄塔である場合を示す。また、対象画像 1 0 1 が撮像された場所は、室内外を問わない。

30

【 0 0 4 1 】

変換部 1 は、対象画像 1 0 1 に変換 (1) をすることにより、対象画像 1 0 1 a を生成する。変換 (1) は、例えばダイナミックレンジ変換である。

【 0 0 4 2 】

次に、尤度算出部 2 が、対象画像 1 0 1 a に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出する。図 2 の例では、尤度算出部 2 は、対象画像の各画素の尤度を示す尤度マップ (尤度画像) 1 0 2 a を出力する。次に、分離度算出部 3 が、尤度の統計量に基づいて、構造物を示す領域と、前記構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出する (数式 (9))。

40

【 0 0 4 3 】

分離度が閾値よりも小さい場合、変換部 1 が、対象画像 1 0 1 に変換 (2) をすることにより、尤度の算出対象とする新たな対象画像 1 0 1 b を生成する。変換 (2) は、例えば、ダイナミックレンジのパラメータが変更されたダイナミックレンジ変換である。

【 0 0 4 4 】

次に、尤度算出部 2 が、対象画像 1 0 1 b に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出する。図 2 の例では、尤度算出部 2 は、対象画像の各画素の尤度を示す尤度マップ 1 0 2 b を出力する。次に、分離度算出部 3 が、尤度の統計量に基づいて、構造物を示す領域と、前記構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出す

50

る（数式（9））。

【0045】

分離度が閾値よりも小さい場合、変換部1が、対象画像101に変換（3）をすることにより、尤度の算出対象とする新たな対象画像101cを生成する。変換（3）は、例えば、ダイナミックレンジのパラメータが変更されたダイナミックレンジ変換である。

【0046】

次に、尤度算出部2が、対象画像101cに含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出する。図2の例では、尤度算出部2は、対象画像の各画素の尤度を示す尤度マップ102cを出力する。次に、分離度算出部3が、尤度の統計量に基づいて、構造物を示す領域と、前記構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出する（数式（9））。

10

【0047】

分離度が所定の閾値以上となった場合、または、分離度算出部3の処理の回数が所定の回数に達した場合、合成部4が、対象画像101a～c毎に算出された尤度（尤度マップ102a～c）を、上述の数式（10）により合成することにより、合成尤度を生成する。図2の例では、合成部4は、対象画像の各画素の合成尤度を示す合成尤度マップ103を出力する。

【0048】

以上、説明したように、第1実施形態の画像処理装置10では、尤度算出部2が、対象画像101に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出する。分離度算出部3が、尤度の統計量に基づいて、構造物を示す領域と、構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出する。変換部1が、分離度が閾値よりも小さい場合、対象画像101を変換して、尤度の算出対象とする新たな対象画像101を生成する。そして、合成部4が、対象画像101毎に算出された尤度を合成することにより、合成尤度を生成する。

20

【0049】

これにより第1実施形態の画像処理装置10によれば、画像から構造物を抽出する際の抽出精度をより向上させることができる。対象画像101から構造物のみを抽出する場合、例えば変換部1が、合成尤度の閾値処理をすることにより、対象画像101から構造物をより精度良く抽出することができる。

30

【0050】

対象画像101から抽出された構造物の画像データは、任意の処理に利用可能である。例えば、対象画像101から抽出された構造物が鉄塔の場合、当該鉄塔の錆の状態を判定する処理等に利用することができる。そして、鉄塔の錆の状態を判定する処理の結果は、例えば鉄塔のメンテナンス作業等に利用することができる。

【0051】

（第1実施形態の変形例1）

次に、第1実施形態の変形例1について説明する。変形例1の説明では、第1実施形態と同様の説明については省略し、第1実施形態と異なる箇所について説明する。

【0052】

変形例1では、第1実施形態とは異なる算出方法により、分離度の算出する場合の例1について説明する。

40

【0053】

変形例1の分離度算出部3は、対象画像に含まれる領域の尤度のうち、尤度の最小値 p_{min} と最大値 p_{max} 以外の尤度の割合 r_i を算出し、当該割合 r_i が大きいほど、分離度を小さく算出する。具体的には、尤度の割合 r_i は、数式（11）によって算出される。

【0054】

【数11】

$$r_i = N_i^1 / N_{all} \quad \dots (11)$$

50

【 0 0 5 5 】

ここで、 N_{l_i} は最小値 p_{min} と最大値 p_{max} 以外の尤度を持つ画素の数を示す。なお、尤度の最小値 p_{min} と最大値 p_{max} は、予め設定された最小値と最大値でもよい。 N_{all} は対象画像の画素数を示す。

【 0 0 5 6 】

変形例 1 では、割合 r_i に基づいて分離度が算出されるので、分離度が小さくなる要因である曖昧な尤度を持つ領域を特定することが可能となる。

【 0 0 5 7 】

(第 1 実施形態の変形例 2)

次に、第 1 実施形態の変形例 2 について説明する。変形例 2 の説明では、第 1 実施形態と同様の説明については省略し、第 1 実施形態と異なる箇所について説明する。

10

【 0 0 5 8 】

変形例 2 では、第 1 実施形態とは異なる算出方法により、分離度の算出する場合の例 2 について説明する。

【 0 0 5 9 】

変形例 2 の分離度算出部 3 は、尤度の分散 σ_i^2 が大きいほど、分離度を小さく算出する。具体的には、尤度の分散 σ_i^2 は、数式 (1 2) によって算出される。

【 0 0 6 0 】

【数 1 2】

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{N_{all}} \sum_{j=1}^{N_{all}} p_{ij}^2 - \mu_i^2 \quad \dots (12)$$

20

【 0 0 6 1 】

変形例 2 では、尤度の分散 σ_i^2 に基づいて分離度が算出されるので、分離度が小さくなる要因である曖昧な尤度を持つ領域を特定することが可能となる。

【 0 0 6 2 】

(第 1 実施形態の変形例 3)

次に、第 1 実施形態の変形例 3 について説明する。変形例 3 の説明では、第 1 実施形態と同様の説明については省略し、第 1 実施形態と異なる箇所について説明する。

30

【 0 0 6 3 】

変形例 3 では、第 1 実施形態とは異なる合成方法により、尤度を合成する場合の例について説明する。

【 0 0 6 4 】

変形例 3 の合成部 4 は、数式 (1 3) によって、対象画像毎に算出された尤度 p_k を、重み ω_k を付けて加算することにより、合成尤度 p_{all} を生成する。

【 0 0 6 5 】

【数 1 3】

$$p_{all} = \sum_{k=1}^n \omega_k \times p_k \quad \dots (13)$$

40

【 0 0 6 6 】

なお重みの設定方法は任意でよい。例えば、合成部 4 は、対象画像 1 0 1 k の分離度 s_k が大きいほど、重み ω_k を大きく設定する。また例えば、合成部 4 は、数式 (1 4) により重みを設定する。

【 0 0 6 7 】

【数 1 4】

$$\omega_i = \frac{s_i}{\sum_{k=1}^n s_k} \quad \dots (14)$$

50

【 0 0 6 8 】

変形例 3 では、尤度が算出された対象画像の分離度を考慮して、当該尤度の合成を行うことができるので、合成尤度の精度の向上が期待できる。これにより、例えば合成部 4 が、合成尤度の閾値処理をすることにより、対象画像 1 0 1 から構造物をより精度良く抽出することができる。

【 0 0 6 9 】

(第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態の説明では、第 1 実施形態と同様の説明については省略し、第 1 実施形態と異なる箇所について説明する。

【 0 0 7 0 】

第 2 実施形態では、対象画像 1 0 1 のサイズを変更する場合について説明する。

【 0 0 7 1 】

< 処理の概要 >

分離度算出部 3 は、分離度が閾値よりも小さい場合、対象画像 1 0 1 を複数の算出領域に分割して、算出領域毎に分離度を算出する。尤度算出部 2 は、それぞれの算出領域を対象画像 1 0 1 として、第 1 実施形態と同様にして尤度を算出する。そして、合成部 4 は、対象画像 1 0 1 毎に算出された尤度を合成することにより、合成尤度を生成する。

【 0 0 7 2 】

< 処理の詳細 >

以下、対象画像 1 0 1 のサイズが $2M \times 2L$ 以上である場合を例にして、第 2 実施形態の画像処理装置 1 0 の動作について具体的に説明する。まず、変換部 1 は、サイズが $2M \times 2L$ 以上である対象画像 1 0 1 を $M \times L$ サイズに縮小 (縮小率を $1/K_1$ とする) する。これにより、対象画像 1 0 1 のサイズを、尤度及び分離度の算出処理が実行可能なデータサイズ ($M \times L$) にする。

【 0 0 7 3 】

次に、尤度算出部 2 が、 $M \times L$ サイズの対象画像 1 0 1 を使用して尤度を算出する。次に、分離度算出部 3 は、サイズが $2M \times 2L$ 以上である対象画像 1 0 1 の領域を、 $M \times L$ サイズの 4 つの領域に分割し、各領域の分離度を算出する。そして、分離度算出部 3 は、所定の閾値より小さい分離度を有する領域の位置を示す位置情報を変換部 1 に入力する。なお、対象画像 1 0 1 の分割処理は、分離度算出部 3 ではなく、変換部 1 により行われてもよい。

【 0 0 7 4 】

次に、変換部 1 は、上述の位置情報により特定される領域を切り出し、 $M \times L$ に縮小して (縮小率を $1/K_2$ とする、ただし $K_1 > K_2$)、新たな対象画像 1 0 1 を生成する。なお、元の対象画像 1 0 1 のサイズが $2M \times 2L$ サイズの場合、1 回目の分割処理により、対象画像 1 0 1 のサイズが $M \times L$ サイズになるため、2 回目以降の縮小処理は行われない。

【 0 0 7 5 】

変換部 1、尤度算出部 2 及び分離度算出部 3 の処理は、第 1 実施形態と同様に、繰り返し行われる。変換部 1 は、分割領域が $M \times L$ より小さい場合、分離度算出部 3 へ終了フラグを入力する。全ての領域で分離度が所定の閾値以上である場合、または、分離度算出部 3 が変換部 1 から終了フラグを受け付けた場合、合成部 1 0 4 が、尤度の合成処理を行う。

【 0 0 7 6 】

合成部 4 は、尤度が算出された対象画像 1 0 1 を、元の画像サイズに拡大する。合成部 4 は、例えば、上述の 1 回目の変換の場合は、 K_1 倍に拡大し、2 回目の変換の場合は K_2 倍に拡大する。なお、画像サイズの変換は、合成部 4 ではなく、変換部 1 により行われてもよい。合成部 4 は、元のサイズに拡大された対象画像 1 0 1 の画素に対応する各尤度を、対応する位置毎に、数式 (1 5) により合成する。

【 0 0 7 7 】

【 数 1 5 】

10

20

30

40

50

$$p_{\text{area}} = \prod_{k=1}^n p_k \quad \dots (15)$$

【 0 0 7 8 】

第 2 実施形態では、尤度算出部 2 が、構造物の分離度がより小さい領域に焦点を当てて、縮小率 $1 / K$ がより小さい対象画像 1 0 1 (K がより 1 に近い対象画像 1 0 1) を使用して尤度を算出する。これにより、構造物の密度が、より高い領域における画像縮小による画像の潰れを削減する。すなわち、構造物の分離度がより小さい領域では、縮小率 $1 / K$ がより小さい対象画像 1 0 1 から算出された、より高精度な尤度が使用されるので、対象画像 1 0 1 から上述の合成尤度に基づいて構造物を抽出する際の抽出精度をより向上させることができる。

10

【 0 0 7 9 】

< 変換処理及び算出処理の具体例 >

図 3 は第 2 実施形態の対象画像 1 0 1 の変換処理及び算出処理の例を示す図である。図 3 の例では、 $2 M \times 2 L$ サイズの対象画像 1 0 1 に含まれる領域が、固定サイズで分割される場合について説明する。

【 0 0 8 0 】

図 3 の例では、まず、1 回目の処理で、分離度算出部 3 が、 $2 M \times 2 L$ サイズの対象画像 1 0 1 全体の分離度が所定の閾値よりも小さいと判定する (判定フラグ = 1)。次に、変換部 1 が、対象画像 1 0 1 を $M \times L$ サイズの対象画像 1 0 1 d に縮小する。次に、尤度算出部 2 が、対象画像 1 0 1 d を使用して尤度を算出する。

20

【 0 0 8 1 】

次に、分離度算出部 3 が、尤度算出部 2 により算出された尤度を使用して、 $M \times L$ サイズの対象画像 1 0 1 d の分離度を算出する。

【 0 0 8 2 】

2 回目の処理では、分離度は、 $2 M \times 2 L$ サイズの対象画像 1 0 1 を 4 分割した算出領域毎に算出される。そして、分離度算出部 3 が、算出領域の分離度が、所定の閾値以下の場合に、当該算出領域の位置を示す位置情報を生成する。図 3 の例では、対象画像 1 0 1 の左上の算出領域 1 0 1 e、及び、右上の算出領域 1 0 1 f の分離度が閾値よりも小さいと判定されたとする (判定フラグ = 1)。尤度算出部 2 が、算出領域 1 0 1 e 及び 1 0 1 f それぞれの尤度を算出する。このとき、算出領域 1 0 1 e 及び 1 0 1 f のサイズは、 $M \times L$ であるため、画像サイズの縮小は行われない。

30

【 0 0 8 3 】

対象画像 1 0 1 の変換処理、並びに、尤度及び分離度の算出処理は、終了条件 1 及び 2 のいずれか一方が成立した場合に終了する。終了条件 1 は、全ての算出領域の分離度が閾値以上になった場合である。終了条件 2 は、対象画像 1 0 1 を分割することにより得られた算出領域のサイズが $M \times L$ よりも小さい場合である。

【 0 0 8 4 】

対象画像 1 0 1 の変換処理、並びに、尤度及び分離度の算出処理が終了した場合、合成部 4 が、尤度の合成処理を開始する。

40

【 0 0 8 5 】

< 合成処理の具体例 >

図 4 は第 2 実施形態の尤度の合成処理の例を示す図である。図 4 の例は、図 3 で説明した変換処理及び算出処理が終了した後の合成処理の例を示す。図 3 では、1 回目の処理で、 $M \times L$ サイズに縮小された対象画像 1 0 1 の尤度が算出されている。また、2 回目の処理では、 $M \times L$ サイズの算出領域 1 0 1 e 及び 1 0 1 f の尤度が算出されている。

【 0 0 8 6 】

まず、合成部 4 が、 $M \times L$ サイズに縮小された対象画像 1 0 1 を、元のサイズである $2 M \times 2 L$ サイズの対象画像 1 0 1 に拡大する。そして、合成部 4 が、 $M \times L$ サイズに縮小さ

50

れた対象画像 101 で算出された尤度を、 $2M \times 2L$ サイズの対象画像 101 に対応させる。具体的には、合成部 4 は、例えば対象画像 101 を拡大するために補間された画素には、縮小された対象画像 101 で算出された近傍の画素の尤度を対応させる。

【0087】

なお、 $M \times L$ サイズの算出領域 101 e 及び 101 f の尤度については、画像サイズを縮小していないため、そのまま使用される。

【0088】

合成部 4 は、対象画像（算出領域）毎に算出された尤度を、上述の数式（15）を使用して、図 4 のように合成することにより、合成尤度を生成する。これにより、例えば対象画像 101 の左上の領域は、1 回目の処理で得られた尤度と、2 回目の処理で得られた尤度とが乗算されるので、1 回目の処理で得られた尤度のみを使用する場合に比べて、構造物の抽出精度を向上させることができる。対象画像 101 の右上の領域についても、対象画像 101 の左上の領域と同様である。

10

【0089】

なお、図 4 の例では、対象画像 101 の左下及び右下の領域については、構造物の分離度が、閾値以上であるため、1 回目の処理で得られた尤度のみが使用されている。

【0090】

上述の第 2 実施形態では、対象画像 101 の縮小及び拡大は、例えばフィルタリングによる補間等により行われる。フィルタリング方法は、例えば最近傍法、バイリニア補間法、バイキュービック補間法及び Lanczos 補間法等である。

20

【0091】

また、上述の第 2 実施形態では、対象画像 101 が 4 つの算出領域に分割される場合について説明したが、対象画像 101 は、4 つ以外の算出領域に分割されてもよい。例えば、対象画像 101 は、分割数が整数値の任意の等分割でもよい。

【0092】

第 2 実施形態の画像処理装置 10 によれば、構造物の分離度がより小さい領域では、縮小率 $1/K$ がより小さい対象画像 101（ K がより 1 に近い対象画像 101）から算出された、より高精度な尤度が使用されるので、対象画像 101 から上述の合成尤度に基づいて構造物を抽出する際の抽出精度をより向上させることができる。

【0093】

（第 2 実施形態の変形例 1）

次に、第 2 実施形態の変形例 1 について説明する。変形例 1 の説明では、第 2 実施形態と同様の説明については省略し、第 2 実施形態と異なる箇所について説明する。

30

【0094】

変形例 1 では、第 2 実施形態とは異なる合成方法により、尤度を合成する場合の例 1 について説明する。変形例 1 の合成部 4 は、対象画像（算出領域）毎に算出された尤度を、上述の数式（13）により、重みを付けて加算することにより、尤度を合成する。ただし、変形例 1 の重みは、対象画像（算出領域）の画素毎に設定され、上述の数式（14）により、対象画像（算出領域）の分離度が大きいほど大きく設定される。

【0095】

（第 2 実施形態の変形例 2）

次に、第 2 実施形態の変形例 2 について説明する。変形例 2 の説明では、第 2 実施形態と同様の説明については省略し、第 2 実施形態と異なる箇所について説明する。

40

【0096】

変形例 2 では、第 2 実施形態とは異なる合成方法により、尤度を合成する場合の例 2 について説明する。変形例 2 の合成部 4 は、対象画像（算出領域）毎に算出された尤度を、上述の数式（13）により、重みを付けて加算することにより、尤度を合成する。ただし、変形例 2 の重みは、対象画像（算出領域）の画素毎に設定され、数式（16）により設定される。

【0097】

50

【数 16】

$$\omega_i = \frac{d_i}{\sum_{k=1}^n d_k} \quad \dots (16)$$

【0098】

ここで、 d_i は、各対象画像（算出領域）の縮小率である。ただし、 d_i は $d_i > d_{i+1}$ を満たす。縮小率 $1/K$ がより小さい対象画像 101（ K がより 1 に近い対象画像 101）は、構造物の密度がより高い領域において画像の潰れを削減できるため、より大きな分離度の尤度を算出できている可能性が高い。つまり変形例 2 の合成方法を使用して、分離度のより大きな尤度に対して、より大きな重みを付与することで、対象画像 101 から上述の合成尤度に基づいて構造物を抽出する際の抽出精度をより向上させることができる。

10

【0099】

（第 2 実施形態の変形例 3）

次に、第 2 実施形態の変形例 3 について説明する。変形例 3 の説明では、第 2 実施形態と同様の説明については省略し、第 2 実施形態と異なる箇所について説明する。

【0100】

変形例 3 では、対象画像 101 上でウィンドウをスライドさせ、当該ウィンドウ毎に分離度を算出する場合について説明する。具体的には、分離度算出部 3 が、対象画像 101 の画像サイズの整数分の 1 のサイズのウィンドウを設定し、当該ウィンドウを所定の画素数（例えばウィンドウサイズの半分の画素数等）でスライドさせる。

20

【0101】

図 5 は第 2 実施形態の変形例 3 の算出処理の例を示す図である。分離度算出部 3 は、ウィンドウ内で算出された分離度が閾値より小さい場合、当該ウィンドウの位置を示す位置情報を変換部 1 に入力する。変換部 1 は、分離度算出部 3 から位置情報を受け付けると、当該位置情報により特定される領域内を抜き出して、変換処理を行う。ウィンドウサイズは、変換部 1 から分離度算出部 3 までの一連の処理を行う度に变化させる。例えば、1 回目のウィンドウサイズが $M \times L$ の場合、2 回目は $(M/2) \times (L/2)$ 、3 回目は $(M/4) \times (L/4)$ 、等とする。合成部 4 では、画素毎に重みを算出して各尤度を合成し、合成尤度を生成する。

30

【0102】

変形例 3 では、ウィンドウをスライドさせることで、分離度がより小さい領域のみを、更に細かく処理する（よりサイズの小さいウィンドウで処理する）ことができるので、処理時間を削減することができる。

【0103】

（第 3 実施形態）

次に、第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態の説明では、第 1 実施形態と同様の説明については省略し、第 1 実施形態と異なる箇所について説明する。

【0104】

第 3 実施形態では、第 1 実施形態の構成に加えて、学習部を更に備える場合について説明する。

40

【0105】

〔機能構成の例〕

図 6 は第 3 実施形態の画像処理装置 10 - 2 の機能構成の例を示す図である。第 3 実施形態の画像処理装置 10 - 2 は、変換部 1 - 2、尤度算出部 2 - 2、分離度算出部 3、合成部 4 - 2 及び学習部 5 を備える。なお、分離度算出部 3 の処理の説明は、第 1 実施形態と同様なので省略する。

【0106】

変換部 1 - 2 は、入力画像及び教示画像を受け付ける。入力画像は、第 1 実施形態の変換部 1 により受け付けられる画像と同じである。教示画像は、構造物を示す領域が特定され

50

た画像である。例えば、教示画像は、当該教示画像に対応する対象画像 101 に含まれる構造物を示す画素の位置をラベリングした画像である。なお、構造物が複数ある場合には、構造物毎に異なったラベリング付けがなされる。

【0107】

学習部 5 は、構造物を示す領域が特定された教示画像と、対象画像 101 とを使用して、尤度を算出する尤度算出処理を学習する。具体的には、学習部 5 は、変換部 1 - 2 により変換された対象画像 101 から、構造物を示す領域である可能性を示す尤度をより正確に算出可能な尤度算出処理を学習する。学習部 5 により使用される学習方法は、例えば機械学習及び深層学習等である。学習方法の具体例は、第 5 実施形態で説明する。

【0108】

尤度算出部 2 - 2 は、学習部 5 により学習された尤度算出処理により、教示画像に含まれる構造物と同様の構造物を含む任意の対象画像 101 から、当該構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出する。

【0109】

合成部 4 - 2 は、上述の数式 (13) によって、対象画像 101 毎に算出された尤度を、重みを付けて加算することにより、合成尤度を生成する。重みは、構造物を示す領域の尤度が、より正確に算出された対象画像 101 に対して、より大きく設定される。具体的には、第 3 実施形態の重みは、画像サイズに応じて設定される。例えば、合成部 4 - 2 は、画像サイズが変換された対象画像 101 から算出された尤度の閾値処理により特定される構造物と、当該対象画像 101 に対応する教示画像から特定される構造物との平均誤差を算出し、当該平均誤差がより小さい画像サイズの対象画像 101 により大きな重みを設定する。すなわち第 3 実施形態では、構造物を示す領域の尤度が、より正確に算出された画像サイズの画像に、より大きな重みが設定される。

【0110】

第 3 実施形態の画像処理装置 10 - 2 によれば、学習部 5 を更に備えることにより、尤度算出部 2 - 2 により行われる尤度算出処理をより精度が良くなるように更新することができる。

【0111】

(第 3 実施形態の変形例)

次に、第 3 実施形態の変形例について説明する。変形例の説明では、第 3 実施形態と同様の説明については省略し、第 3 実施形態と異なる箇所について説明する。

【0112】

変形例では、第 3 実施形態とは異なる合成方法により、尤度を合成する場合の例について説明する。

【0113】

合成部 4 - 2 は、上述の数式 (13) によって、対象画像 101 毎に算出された尤度を、重みを付けて加算することにより、合成尤度を生成する。変形例の重みは、分離度に応じて設定される。例えば、合成部 4 - 2 は、変換された対象画像 101 から算出された尤度の閾値処理により特定される構造物と、当該対象画像 101 に対応する教示画像から特定される構造物との平均誤差を算出し、当該平均誤差がより小さい分離度が算出された対象画像 101 により大きな重みを設定する。すなわち変形例では、構造物を示す領域と、当該構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度が、より正確に算出された画像に、より大きな重みが設定される。

【0114】

変形例の画像処理装置 10 - 2 によれば、第 3 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0115】

(第 4 実施形態)

次に、第 4 実施形態について説明する。第 4 実施形態の説明では、第 3 実施形態と同様の説明については省略し、第 3 実施形態と異なる箇所について説明する。

【0116】

10

20

30

40

50

第4実施形態では、第3実施形態の構成に加えて、ユーザインタフェースとして、入力制御部と表示制御部とを更に備える場合について説明する。

【0117】

[機能構成の例]

図7は第4実施形態の画像処理装置10-3の機能構成の例を示す図である。第4実施形態の画像処理装置10-3は、変換部1-2、尤度算出部2-3、分離度算出部3、合成部4-2、学習部5、表示制御部6及び入力制御部7を備える。

【0118】

変換部1-2、尤度算出部2-3、分離度算出部3、合成部4-2、学習部5及び表示制御部6は、画像処理部20として機能する。なお、画像処理部20で行われる処理は、変換部1-2、尤度算出部2-3、分離度算出部3、合成部4-2、学習部5及び表示制御部6に分けずに、1つの機能ブロックとして行われてもよい。

10

【0119】

変換部1-2、分離度算出部3及び学習部5の処理の説明は、第3実施形態と同様なので省略する。

【0120】

表示制御部6は、モニタ等の表示デバイスに、合成部4-2から出力される合成尤度マップに基づく画像、及び、各対象画像101で算出された尤度マップ等を含む表示情報を表示する。合成尤度マップに基づく画像は、例えば合成尤度が閾値(第2閾値)以上の領域が、構造物を示す領域として識別された識別画像である。また例えば、合成尤度マップに基づく画像は、例えば合成尤度マップの画素値と、入力画像の画素値とを乗算した画像である。なお、合成尤度マップに基づく画像は、合成尤度マップそのものでもよい。

20

【0121】

入力制御部7は、マウス、キーボード及びタッチモニタ等の入力デバイスによって入力された入力情報を画像処理部20に出力する。

【0122】

次に、合成尤度の合成に使用される尤度が算出される算出領域の指定を、ユーザから受け付ける場合の動作について説明する。

【0123】

図8Aは第4実施形態の表示情報201aの例を示す図である。図8Aの表示情報201aは、合成尤度マップに基づく画像(図8Aの例では、合成尤度マップ103a)、尤度マップ102g及び尤度マップ102hを含む。合成尤度マップ103aは、尤度マップ102g及び尤度マップ102hを合成することにより得られる合成尤度を示す。

30

【0124】

図8Bは第4実施形態の算出領域105の選択操作の例を示す図である。入力制御部7は、入力デバイスにより、合成尤度マップ103上の算出領域105の指定を示す操作入力を受け付ける。ユーザの入力によって変更可能な算出領域105のサイズは、入力画像の整数分の1倍サイズとする。入力制御部7は、指定された算出領域の位置を示す位置情報を、尤度算出部2-3に入力する。尤度算出部2-3は、入力制御部7から位置情報を受け付けると、当該位置情報により特定される算出領域105の尤度を算出する。

40

【0125】

図8Cは第4実施形態の更新された表示情報103bの例を示す図である。図8Cの表示情報201bは、合成尤度マップ103b、尤度マップ102g、尤度マップ102h及び尤度マップ102iを含む。尤度マップ102iは、図8Bで指定された算出領域105の尤度を示す。合成尤度マップ103bは、尤度マップ102g、尤度マップ102h及び尤度マップ102iを使用して、合成部4-2によって合成された合成尤度を示す。

【0126】

次に、合成尤度の合成に使用される尤度の選択を、ユーザから受け付ける場合の動作について説明する。

【0127】

50

図9 Aは第4実施形態の尤度の選択操作の例を示す図である。図9 Aの例は、入力デバイスにより尤度マップ102 g及び尤度マップ102 iが選択された場合を示す。なお選択される尤度マップ102の数は1つでも複数でもよい。なお、尤度マップ102 gは、1回目の処理により抽出される尤度を示す。すなわち、尤度マップ102 gは、対象画像101全体の尤度マップとなり、尤度を合成する際のベースとなる。そのため、対象画像101全体の尤度を算出する場合は、尤度マップ102 gは、必ず選択される必要がある。一方、尤度マップ102 h及び尤度マップ102 iは、対象画像101の一部の領域の尤度を示す。そのため、尤度マップ102 h及び尤度マップ102 iは、適宜、選択可能である。

【0128】

図9 Bは第4実施形態の尤度の合成操作の例を示す図である。図9 Bの表示情報201 cは、合成尤度マップ103 c、尤度マップ102 g、尤度マップ102 h及び尤度マップ102 iを含む。図9 Aの例は、図9 Bで選択された尤度マップ102 hに、入力デバイスにより重み0.8が指定され、図9 Bで選択された尤度マップ102 iに、入力デバイスにより重み0.2が指定された場合を示す。

【0129】

なお重みの指定方法は任意でよい。例えば、重みは、スライダーを使用して指定されてもよい。また例えば、重みは、強中弱等、予め値が設定された重みの分類で指定されてもよい。

【0130】

入力制御部7は、選択された尤度マップを示す選択情報と、当該尤度マップに指定された重みを示す重み指定情報を、合成部4-2に入力する。合成部4-2は、入力制御部7から選択情報及び重み指定情報を受け付けると、選択された尤度マップを指定された重みで合成することにより、合成尤度マップ103 cを生成する。表示制御部6は、合成部4-2により新たに合成された合成尤度マップ103 cによって、表示デバイスに表示されていた合成尤度マップ103 bを更新する。

【0131】

なお、図9 Bの例では、ユーザにより重みが指定される場合について説明したが、合成部705で保持されている重みが使用されてもよい。合成部4-2で保持されている重みは、例えば上述の数式(16)により算出された重みである。

【0132】

また、合成部4-2で保持されている各尤度マップ102の重みと、選択された尤度マップ102の数とに基づいて、選択された尤度マップ102に付与された重みの総和が1になるように重みが更新されてもよい。例えば、尤度マップ102の総数が、3つであり、それぞれ、0.5、0.3、0.2の重みが付与されていた状態で、重みが0.5の尤度マップ102と、重みが0.3の尤度マップ102とが選択された場合には、重み0.5が0.625に更新され、重み0.3が0.375に更新されてもよい。

【0133】

第4実施形態の画像処理装置10-3によれば、ユーザインタフェースを介して、ユーザから受け付けた操作入力に基づいて、画像から構造物を抽出する際の抽出精度をより向上させることができる。

【0134】

(第5実施形態)

次に、第5実施形態について説明する。第5実施形態の説明では、第3実施形態と同様の説明については省略し、第3実施形態と異なる箇所について説明する。

【0135】

第3実施形態では、学習部5による機械学習の具体例として、オートエンコーダを使用する場合について説明する。

【0136】

図10は第5実施形態のオートエンコーダ構造の概要を示す図である。第5実施形態の学

10

20

30

40

50

習部 5 による機械学習のネットワーク構造は、図 10 に示すようなオートエンコーダである。図 10 のオートエンコーダは、エンコーダ部分とデコーダ部分を含む。エンコーダ部分は、Conv (Convolution) + BN + ReLU (Rectified Linear Units) 層、Pooling 層及び Dropout 層を含む。デコーダ部分は、Unpooling 層、Conv + BN + ReLU 層、Dropout 層及び Score 層を含む。

【0137】

なお、機械学習に複数の入力データを用いる場合、入力データの数に対しチャンネル数を増やしたオートエンコーダを使用してもよい。また、ネットワークのエンコーダに相当する部分を入力データの数分増加させ、各層の間に各エンコーダの特徴量を組み合わせる融合層を含めるようにしてもよい。更に、オートエンコーダの構造は、上記複数の入力データに加え、エンコーダ側の同一階層の出力をデコーダ側で再利用する結合層を持つネットワーク構造でもよい。

10

【0138】

図 11 は第 5 実施形態のオートエンコーダの例 1 を示す図である。図 11 の例では、2 つの入力データを受け付ける場合を示す。入力データ - 1 は、例えば構造物を示す領域を含む RGB 画像である。入力データ - 2 は、例えば構造物を示す領域を含むデプス画像である。入力データ - 1 を受け付けるエンコーダ - 1 は、Conv + BN + ReLU 層、融合層、Pooling 層及び Dropout 層を含む。入力データ - 2 を受け付けるエンコーダ - 2 は、Conv + BN + ReLU 層、Pooling 層及び Dropout 層を含む。エンコーダ - 1 からの入力を受け付けるデコーダは、Unpooling 層、Conv + BN + ReLU 層、Dropout 層及び Score 層を含む。

20

【0139】

図 12 は第 5 実施形態のオートエンコーダの例 2 を示す図である。図 12 の例では、2 つの入力データを受け付ける場合を示す。入力データ - 1、及び、入力データ - 1 の説明は、図 11 と同様なので省略する。入力データ - 1 を受け付けるエンコーダ - 1 は、Conv + BN + ReLU 層、融合層、Pooling 層及び Dropout 層を含む。入力データ - 2 を受け付けるエンコーダ - 2 は、Conv + BN + ReLU 層、Pooling 層及び Dropout 層を含む。エンコーダ - 1 からの入力を受け付けるデコーダは、Unpooling 層、Conv + BN + ReLU 層、Dropout 層、結合層及び Score 層を含む。

30

【0140】

図 13 は、図 12 のオートエンコーダの処理の関係を示す図である。図 13 の例は、input - 1 から入力された画像データのエンコード処理と、input - 2 から入力された画像データのエンコード処理と、Score を出力するデコード処理との関係を示す。

【0141】

(第 6 実施形態)

次に、第 6 実施形態について説明する。第 6 実施形態の説明では、第 1 実施形態と同様の説明については省略し、第 3 実施形態と異なる箇所について説明する。

【0142】

第 6 実施形態では、第 1 実施形態の画像処理装置 10 を、画像処理システムとして実現する場合について説明する。

40

【0143】

[機能構成の例]

図 14 は第 6 実施形態の画像処理システム 30 の機能構成の例を示す図である。第 6 実施形態の画像処理システム 30 は、画像処理部 20 - 2 及び表示制御部 6 - 2 を備える。

【0144】

画像処理部 20 - 2 は、対象画像 101 に含まれる領域が、構造物を示す領域である可能性を示す尤度を算出し、当該尤度の統計量に基づいて、構造物を示す領域と、構造物以外を示す領域との分離し易さを示す分離度を算出し、当該分離度が閾値よりも小さい場合、

50

対象画像 101 を変換して、尤度の算出対象とする新たな対象画像 101 を生成し、対象画像 101 毎に算出された尤度を合成することにより、合成尤度を生成する。

【0145】

すなわち、第 6 実施形態の画像処理部 20 - 2 は、第 1 実施形態の変換部 1、尤度算出部 2、分離度算出部 3 及び合成部 4 により行われる処理と同様の処理を行う。

【0146】

表示制御部 6 - 2 は、合成尤度を示す表示情報を、モニタ等の表示デバイスに表示する。

【0147】

なお、画像処理システム 30 は、1 つの装置により実現されてもよいし、複数の装置により実現されてもよい。

【0148】

第 6 実施形態の画像処理システム 30 によれば、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0149】

最後に、第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置 10 (10 - 2, 10 - 3) のハードウェア構成の例について説明する。

【0150】

[ハードウェア構成の例]

図 15 は第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置 10 (10 - 2, 10 - 3) のハードウェア構成の例を示す図である。なお、第 6 実施形態の画像処理システム 30 のハードウェア構成についても、1 台の装置により実現される場合には、図 15 と同様である。

【0151】

第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置 10 (10 - 2, 10 - 3) は、制御装置 301、主記憶装置 302、補助記憶装置 303、表示装置 304、入力装置 305 及び通信装置 306 を備える。制御装置 301、主記憶装置 302、補助記憶装置 303、表示装置 304、入力装置 305 及び通信装置 306 は、バス 310 を介して接続されている。

【0152】

制御装置 301 は、補助記憶装置 303 から主記憶装置 302 に読み出されたプログラムを実行する。主記憶装置 302 は、ROM (Read Only Memory)、及び、RAM (Random Access Memory) 等のメモリである。補助記憶装置 303 は、HDD (Hard Disk Drive)、及び、メモリカード等である。

【0153】

表示装置 304 は表示情報を表示する。表示装置 304 は、例えば液晶ディスプレイ等である。入力装置 305 は、画像処理装置 10 (10 - 2, 10 - 3) を操作するためのインタフェースである。入力装置 305 は、例えばキーボードやマウス等である。画像処理装置 10 (10 - 2, 10 - 3) がスマートフォン及びタブレット型端末等のスマートデバイスの場合、表示装置 304 及び入力装置 305 は、例えばタッチパネルである。通信装置 306 は、他の装置と通信するためのインタフェースである。

【0154】

第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置 10 (10 - 2, 10 - 3) で実行されるプログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルで CD-ROM、メモリカード、CD-R 及び DVD (Digital Versatile Disc) 等のコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に記録されてコンピュータ・プログラム・プロダクトとして提供される。

【0155】

また第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置 10 (10 - 2, 10 - 3) で実行されるプログラムを、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成してもよい。また第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置 10 (10 - 2, 10 - 3) で実行されるプログラムをダウンロードさせずにインターネット等のネットワーク経由で提供するように構成しても

10

20

30

40

50

よい。

【 0 1 5 6 】

また第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置 1 0 (1 0 - 2 , 1 0 - 3) のプログラムを、ROM等に予め組み込んで提供するように構成してもよい。

【 0 1 5 7 】

第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置 1 0 (1 0 - 2 , 1 0 - 3) で実行されるプログラムは、上述した図 1 (図 6 , 図 7) の機能ブロックのうち、プログラムによっても実現可能な機能ブロックを含むモジュール構成となっている。当該各機能ブロックは、実際のハードウェアとしては、制御装置 3 0 1 が記憶媒体からプログラムを読み出して実行することにより、上記各機能ブロックが主記憶装置 3 0 2 上にロードされる。すなわち上記各機能ブロックは主記憶装置 3 0 2 上に生成される。

10

【 0 1 5 8 】

なお上述した図 1 の各機能ブロックの一部又は全部をソフトウェアにより実現せずに、IC等のハードウェアにより実現してもよい。

【 0 1 5 9 】

また複数のプロセッサを用いて各機能を実現する場合、各プロセッサは、各機能のうち 1 つを実現してもよいし、各機能のうち 2 以上を実現してもよい。

【 0 1 6 0 】

また第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置 1 0 (1 0 - 2 , 1 0 - 3) の動作形態は任意でよい。第 1 乃至第 5 実施形態の画像処理装置 1 0 (1 0 - 2 , 1 0 - 3) を、例えばネットワーク上のクラウドシステムとして動作させてもよい。

20

【 0 1 6 1 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【 0 1 6 2 】

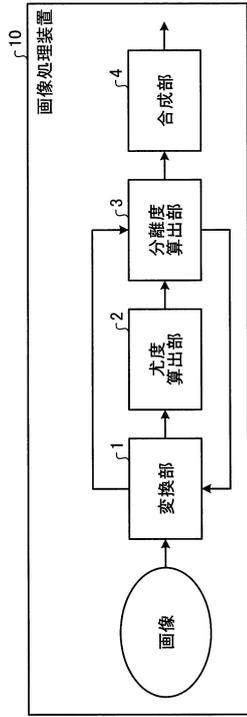
- 1 変換部
- 2 尤度算出部
- 3 分離度算出部
- 4 合成部
- 5 学習部
- 6 表示制御部
- 7 入力制御部
- 1 0 画像処理装置
- 2 0 画像処理部
- 3 0 画像処理システム
- 3 0 1 制御装置
- 3 0 2 主記憶装置
- 3 0 3 補助記憶装置
- 3 0 4 表示装置
- 3 0 5 入力装置
- 3 0 6 通信装置
- 3 1 0 バス

30

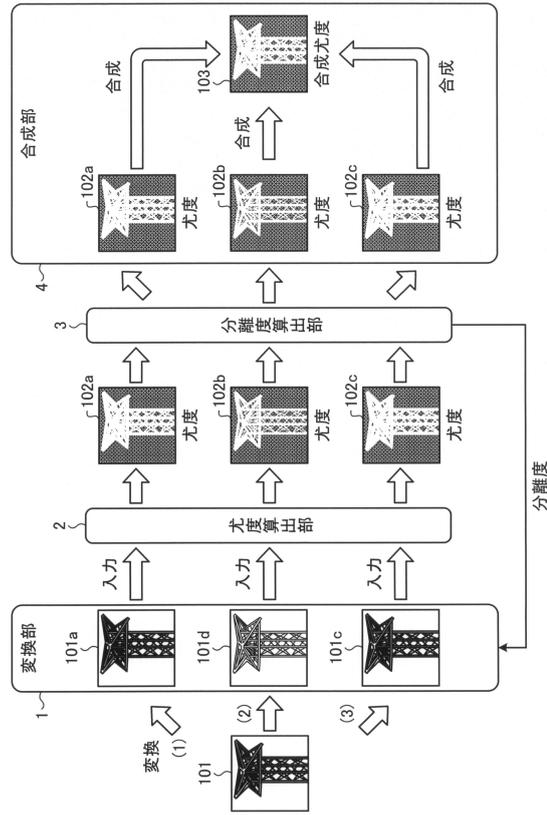
40

50

【図面】
【図 1】



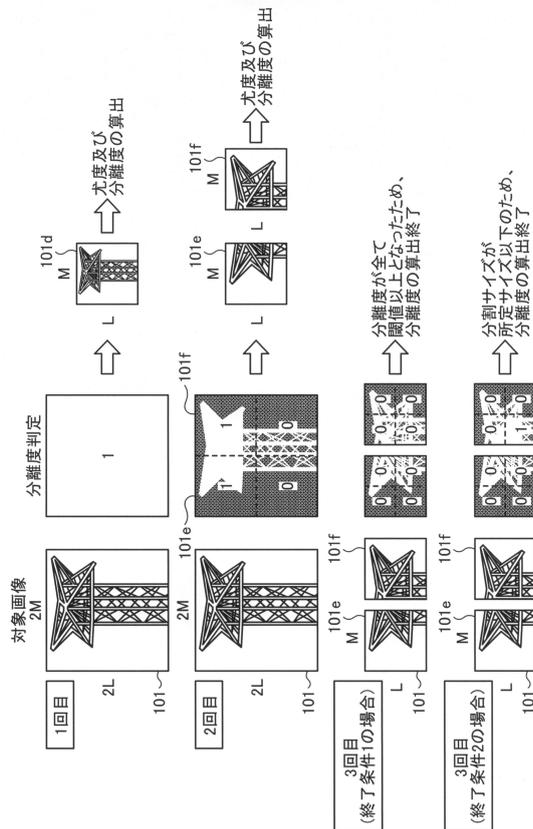
【図 2】



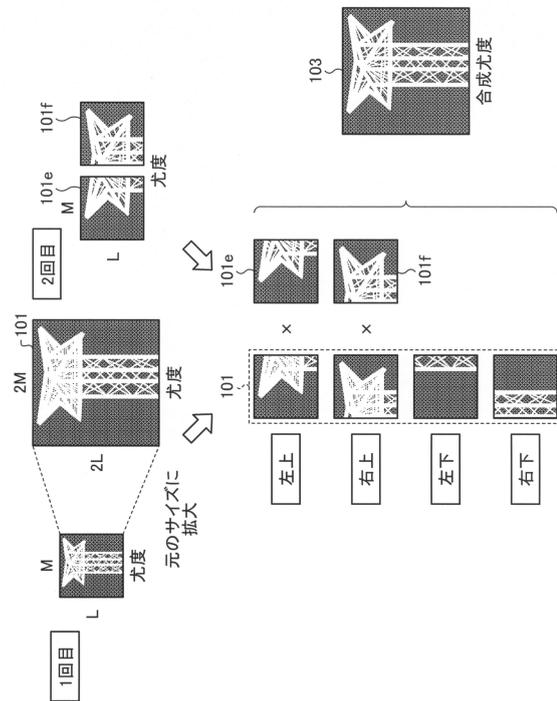
10

20

【図 3】



【図 4】

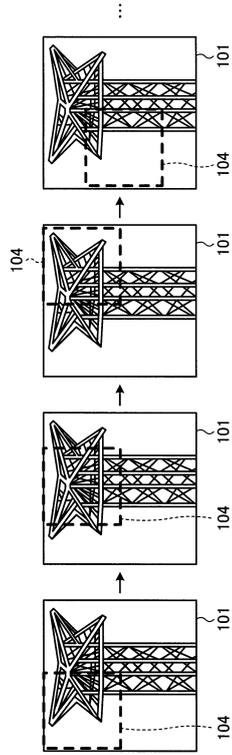


30

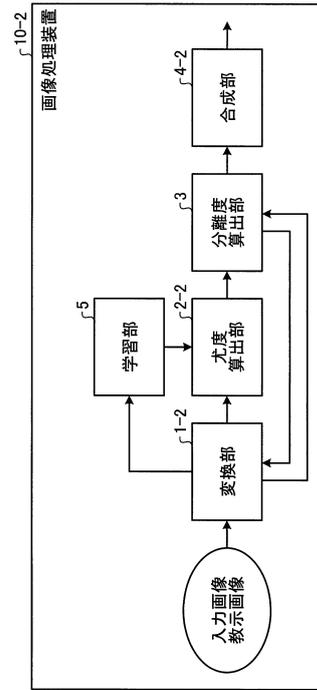
40

50

【図 5】



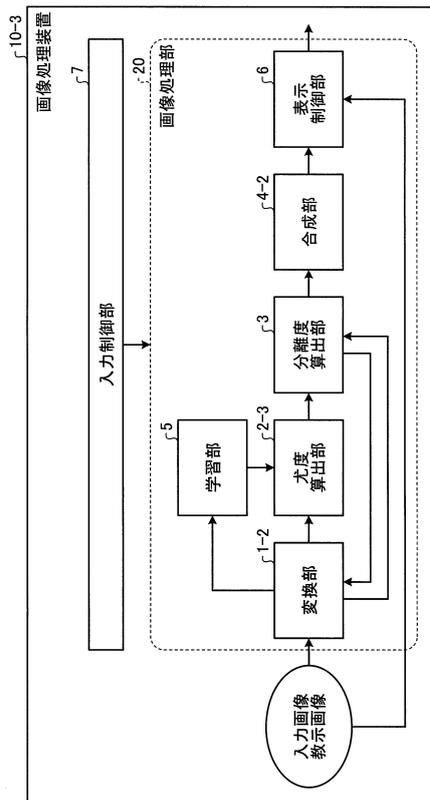
【図 6】



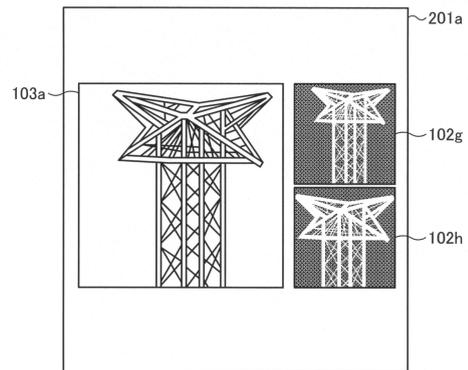
10

20

【図 7】



【図 8 A】

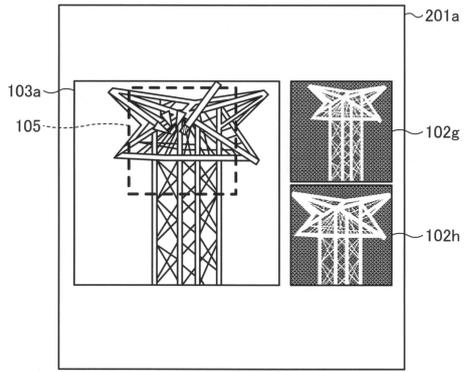


30

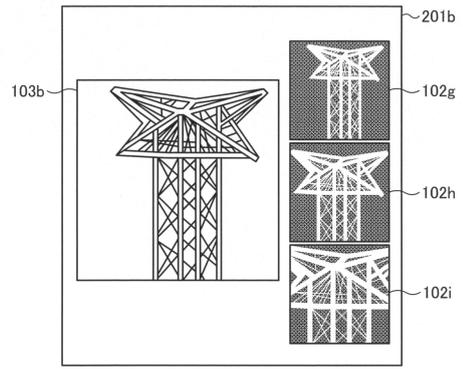
40

50

【 8 B 】



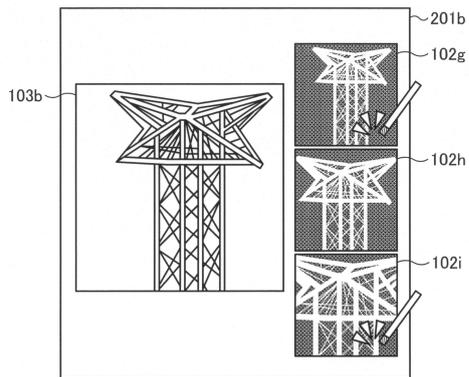
【 8 C 】



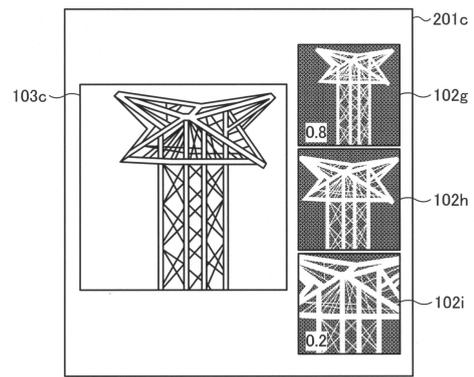
10

20

【 9 A 】



【 9 B 】

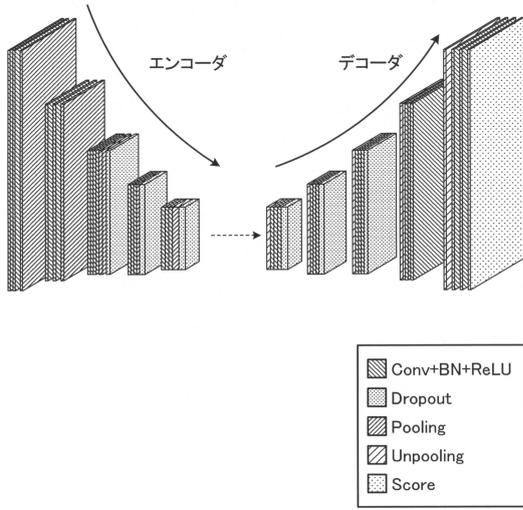


30

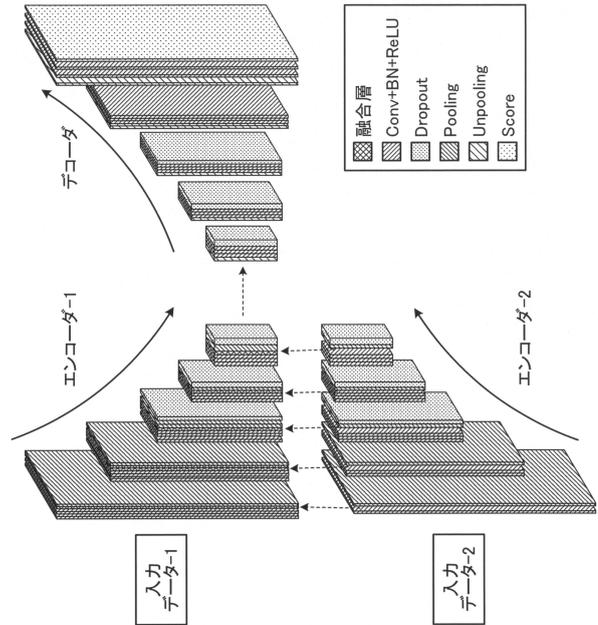
40

50

【図10】



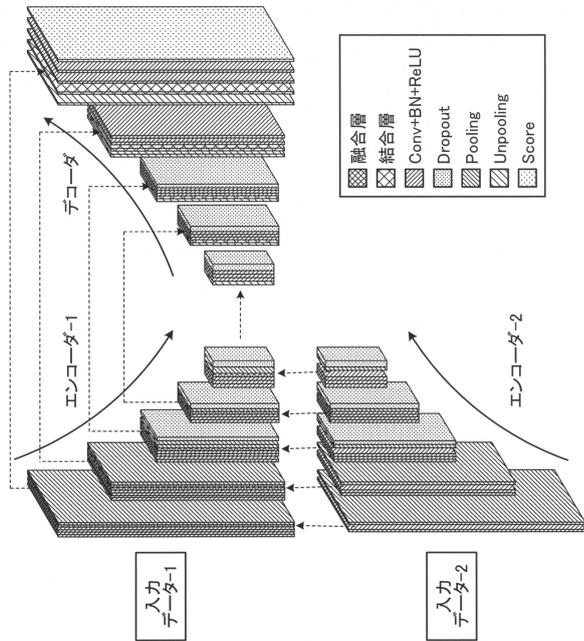
【図11】



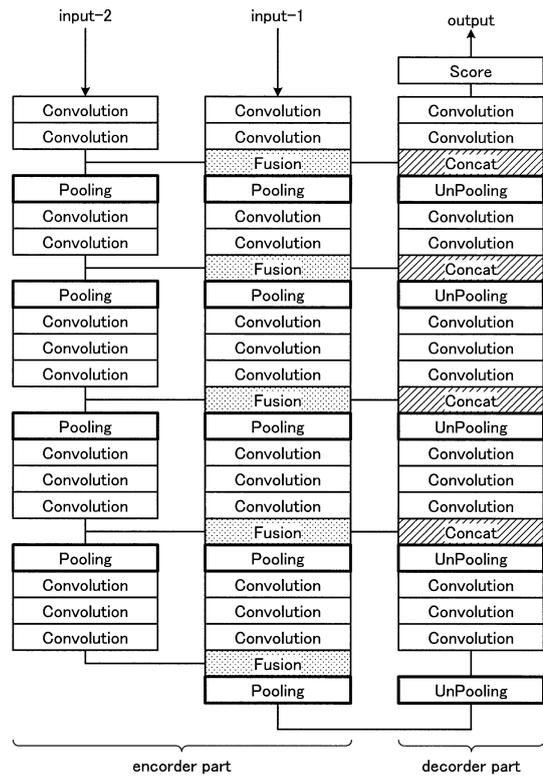
10

20

【図12】



【図13】

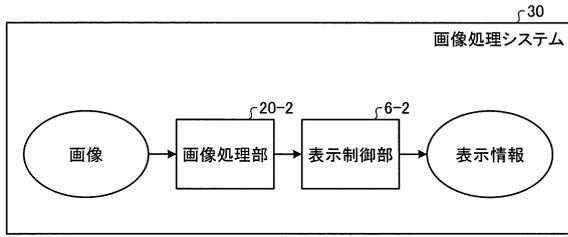


30

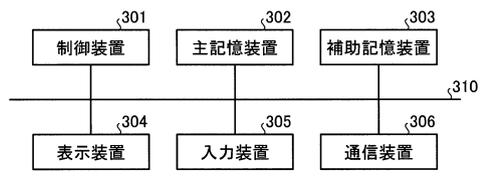
40

50

【図 14】



【図 15】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
(72)発明者 谷口 敦司
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
(72)発明者 谷沢 昭行
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
審査官 佐藤 実
(56)参考文献 特開2011-076302(JP,A)
特開2004-220363(JP,A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06T 7/143
G06T 7/00