

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2022-138187
(P2022-138187A)

(43)公開日 令和4年9月26日(2022.9.26)

(51)国際特許分類 F I テーマコード(参考)
G 0 6 T 7/00 (2017.01) G 0 6 T 7/00 3 5 0 B 5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全17頁)

(21)出願番号	特願2021-37911(P2021-37911)	(71)出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22)出願日	令和3年3月10日(2021.3.10)	(74)代理人	100121083 弁理士 青木 宏義
		(74)代理人	100138391 弁理士 天田 昌行
		(74)代理人	100074099 弁理士 大菅 義之
		(72)発明者	マルティネス アンデル 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		Fターム(参考)	5L096 FA05 FA64 FA76 GA34 JA13 KA04 KA15

(54)【発明の名称】 画像分割プログラム、画像分割装置、及びモデル生成方法

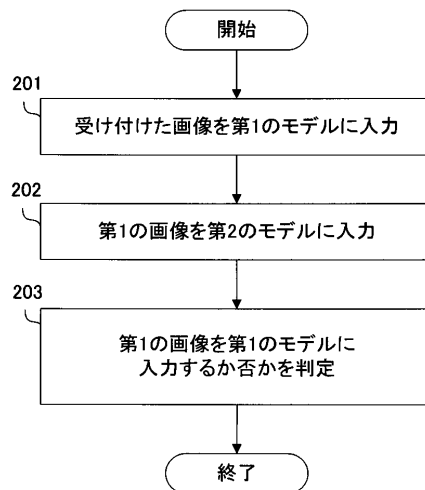
(57)【要約】

【課題】複数の領域を含む画像を適切に分割する。

【解決手段】コンピュータは、受け付けた画像を第1のモデルに入力する。第1のモデルは、それぞれが1つの領域を含む複数の画像を組み合わせた合成画像と合成画像の組み合わせ状態を示す情報とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成される。コンピュータは、画像の入力に応じて第1のモデルが出力した複数の画像であって、画像を分割することにより得られる複数の画像のうち第1の画像を、第2のモデルに入力する。第2のモデルは、1つの領域を含む画像と複数の領域を含む画像とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成される。コンピュータは、第1の画像の入力に応じて第2のモデルが出力した結果に基づいて、第1の画像を第1のモデルに入力するか否かを判定する。

【選択図】図2

画像分割処理のフローチャート



10

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

受け付けた画像を、それぞれが1つの領域を含む複数の画像を組み合わせた合成画像と前記合成画像の組み合わせ状態を示す情報とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成された第1のモデルに入力し、

前記画像の入力に応じて前記第1のモデルが出力した複数の画像であって、前記画像を分割することにより得られる前記複数の画像のうち第1の画像を、1つの領域を含む画像と複数の領域を含む画像とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成された第2のモデルに入力し、

前記第1の画像の入力に応じて前記第2のモデルが出力した結果に基づいて、前記第1の画像を前記第1のモデルに入力するか否かを判定する、

処理をコンピュータに実行させることを特徴とする画像分割プログラム。

【請求項 2】

前記第1の画像を前記第1のモデルに入力しないと判定された場合、前記第1の画像を1つの領域を含む画像として出力する処理を、前記コンピュータにさらに実行させることを特徴とする請求項1記載の画像分割プログラム。

【請求項 3】

前記第1の画像を前記第1のモデルに入力すると判定された場合、前記第1の画像を前記第1のモデルに入力し、

前記第1の画像の入力に応じて前記第1のモデルが出力した複数の画像であって、前記第1の画像を分割することにより得られる前記複数の画像のうち第2の画像を、前記第2のモデルに入力する、

処理を前記コンピュータにさらに実行させることを特徴とする請求項1記載の画像分割プログラム。

【請求項 4】

前記合成画像は、前記それぞれが1つの領域を含む複数の画像を所定の組み合わせパターンに基づいて組み合わせることで、生成されることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載の画像分割プログラム。

【請求項 5】

前記それぞれが1つの領域を含む複数の画像は、画像集合に含まれる複数の画像それぞれの入力に応じて前記第2のモデルが出力した結果に基づいて、前記画像集合に含まれる複数の画像の中から選択されることを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の画像分割プログラム。

【請求項 6】

受け付けた画像を、それぞれが1つの領域を含む複数の画像を組み合わせた合成画像と前記合成画像の組み合わせ状態を示す情報とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成された第1のモデルに入力し、

前記画像の入力に応じて前記第1のモデルが出力した複数の画像であって、前記画像を分割することにより得られる前記複数の画像のうち第1の画像を、1つの領域を含む画像と複数の領域を含む画像とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成された第2のモデルに入力し、

前記第1の画像の入力に応じて前記第2のモデルが出力した結果に基づいて、前記第1の画像を前記第1のモデルに入力するか否かを判定する、

処理を実行する制御部を備えることを特徴とする画像分割装置。

【請求項 7】

受け付けた画像の入力に応じて前記画像を複数の画像に分割する第1のモデルから出力される前記複数の画像のうち第1の画像の入力に応じて、前記第1の画像を前記第1のモデルに入力するか否かを判定するための情報出力する第2のモデルを、1つの領域を含む画像と複数の領域を含む画像とを含む訓練データに基づいた機械学習によって生成し、

それぞれが1つの領域を含む複数の画像を組み合わせた合成画像と前記合成画像の組み

合わせ状態を示す情報とを含む訓練データに基づいた機械学習によって、前記第1のモデルを生成し、

前記第1のモデルと前記第2のモデルとを組み合わせ、画像分割モデルを生成する、処理をコンピュータが実行することを特徴とするモデル生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像分割技術に関する。

【背景技術】

【0002】

電子文書及び紙文書には、一定のパターンに従って組み合わされた複数の画像が含まれていることが多い。複数の画像が組み合わされた合成画像を解析する場合、合成画像を複数の画像に分割して、各画像を個別に処理することが望ましい。

【0003】

OCR (Optical Character Recognition) における文書レイアウト解析では、教師データを用いないルールベースの分割方法が用いられることが多い。この分割方法では、例えば、人間が定義したルールと、人間が作成したパラメータ又はフィルタとを利用して、文書が複数の領域に分割される。CCA (Connected Component Analysis)、RLSA (Run Length Smoothing Algorithm)、クラスタリング、エッジ検出等が利用されることもある。

【0004】

一方、教師データを用いた分割方法は、機械学習を用いたセマンティックセグメンテーションに適用されることが多い。セマンティックセグメンテーションでは、単一のモデルによって分割及びラベリングが行われ、任意の形状又はポリゴンに対してラベルを付与することができる。

【0005】

セマンティックセグメンテーションの一例として、DeepLabが知られている(例えば、非特許文献1を参照)。合成データを用いたセマンティックセグメンテーションも知られている(例えば、非特許文献2を参照)。文書レイアウト解析のための最大のデータセットも知られている(例えば、非特許文献3を参照)。

【0006】

セマンティックセグメンテーションを利用したページレイアウト解析も知られている(例えば、非特許文献4を参照)。漫画画像を分割してインデックスを付与する技術も知られている(例えば、非特許文献5及び非特許文献6を参照)。

【0007】

文書中の見開きのようなページに含まれる分割されたオブジェクトデータを1つのオブジェクトデータとして有効に利用する文書処理装置も知られている(例えば、特許文献1を参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2008-22159号公報

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】Liang-Chieh Chen et al., "Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation", arXiv:1802.02611, Cornell University, 2018.

【非特許文献2】K. Srivastava et al., "Multi Modal Semantic Segmentation using Synthetic Data", arXiv:1910.13676, Cornell University, 2019.

10

20

30

40

50

【非特許文献3】X. Zhong et al., "PubLayNet: largest dataset ever for document layout analysis", arXiv:1908.07836, Cornell University, 2019.

【非特許文献4】Y. Li et al., "DeepLayout: A Semantic Segmentation Approach to Page Layout Analysis", In: Huang et al. (Eds) Intelligent Computing Methodologies, ICIC 2018, Lecture Notes in Computer Science, volume 10956, pages 266-277, 2018

【非特許文献5】C. Rigaud, "Segmentation and indexation of complex objects in comic book images", Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis 14(3), 2014.

【非特許文献6】N. Nguyen et al., "Digital Comics Image Indexing Based on Deep Learning", Journal of Imaging, 4, 89, 2018.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

文書に含まれる合成画像をどのくらいの大きさの領域まで分割すべきかは、文書の種類及び文書解析の目的に応じて異なってくる。このため、分割後の領域の適切な大きさを決定することは困難である。

【0011】

なお、かかる問題は、文書に含まれる合成画像を分割する場合に限らず、様々な画像を分割する場合において生ずるものである。

【0012】

1つの側面において、本発明は、複数の領域を含む画像を適切に分割することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

1つの案では、画像分割プログラムは、以下の処理をコンピュータに実行させる。

【0014】

コンピュータは、受け付けた画像を第1のモデルに入力する。第1のモデルは、それぞれが1つの領域を含む複数の画像を組み合わせた合成画像と合成画像の組み合わせ状態を示す情報とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成される。

【0015】

コンピュータは、画像の入力に応じて第1のモデルが出力した複数の画像であって、画像を分割することにより得られる複数の画像のうち第1の画像を、第2のモデルに入力する。第2のモデルは、1つの領域を含む画像と複数の領域を含む画像とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成される。

【0016】

コンピュータは、第1の画像の入力に応じて第2のモデルが出力した結果に基づいて、第1の画像を第1のモデルに入力するか否かを判定する。

【発明の効果】

【0017】

1つの側面によれば、複数の領域を含む画像を適切に分割することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】画像分割装置の機能的構成図である。

【図2】画像分割処理のフローチャートである。

【図3】画像分割装置の具体例を示す機能的構成図である。

【図4】水平パターンを示す図である。

【図5】垂直パターンを示す図である。

【図6】格子パターンを示す図である。

10

20

30

40

50

【図 7】再帰パターンを示す図である。

【図 8】訓練処理を示す図である。

【図 9】第 1 の画像分割処理を示す図である。

【図 10】第 2 の画像分割処理を示す図である。

【図 11】訓練処理のフローチャートである。

【図 12】画像分割処理の具体例を示すフローチャートである。

【図 13】情報処理装置のハードウェア構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を参照しながら、実施形態を詳細に説明する。

10

【0020】

図 1 は、実施形態の画像分割装置の機能的構成例を示している。図 1 の画像分割装置 101 は、制御部 111 を含む。

【0021】

図 2 は、図 1 の制御部 111 が行う画像分割処理の例を示すフローチャートである。まず、制御部 111 は、受け付けた画像を第 1 のモデルに入力する（ステップ 201）。第 1 のモデルは、それぞれが 1 つの領域を含む複数の画像を組み合わせた合成画像と合成画像の組み合わせ状態を示す情報とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成される。

【0022】

次に、制御部 111 は、画像の入力に応じて第 1 のモデルが出力した複数の画像であって、画像を分割することにより得られる複数の画像のうち第 1 の画像を、第 2 のモデルに入力する（ステップ 202）。第 2 のモデルは、1 つの領域を含む画像と複数の領域を含む画像とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成される。

20

【0023】

次に、制御部 111 は、第 1 の画像の入力に応じて第 2 のモデルが出力した結果に基づいて、第 1 の画像を第 1 のモデルに入力するか否かを判定する（ステップ 203）。

【0024】

図 1 の画像分割装置 101 によれば、複数の領域を含む画像を適切に分割することができる。

30

【0025】

図 3 は、図 1 の画像分割装置 101 の具体例を示している。図 3 の画像分割装置 301 は、第 1 生成部 311、第 2 生成部 312、第 3 生成部 313、制御部 314、出力部 315、及び記憶部 316 を含み、機械学習モード又は運用モードの何れかの動作モードで動作する。制御部 314 は、図 1 の制御部 111 に対応する。

【0026】

機械学習モードにおいて、記憶部 316 は、第 1 単位画像集合 321、第 1 合成画像集合 322、画像集合 323、及び組み合わせパターン 324 を記憶する。組み合わせパターン 324 は、所定の組み合わせパターンの一例である。

【0027】

第 1 単位画像集合 321、第 1 合成画像集合 322、画像集合 323、及び組み合わせパターン 324 は、画像分割装置 301 の用途に合わせて選択される。画像分割装置 301 の用途としては、学术论文等の文書に含まれる画像の分割、漫画画像のコマの分割等が挙げられる。

40

【0028】

第 1 単位画像集合 321 は、人間の手作業によりラベル付けされた複数の単位画像を含む。各単位画像は 1 つの領域のみを含む画像であり、各単位画像には、単位画像であることを示すラベルが付与されている。第 1 合成画像集合 322 は、人間の手作業によりラベル付けされた複数の合成画像を含む。各合成画像は複数の単位画像を含む画像であり、各合成画像には、合成画像であることを示すラベルが付与されている。

50

【 0 0 2 9 】

画像集合 3 2 3 は、ラベル付けされていない複数の画像を含む。各画像は、単位画像又は合成画像の何れかである。画像集合 3 2 3 に含まれる画像の数は、第 1 単位画像集合 3 2 1 に含まれる単位画像の数と第 1 合成画像集合 3 2 2 に含まれる合成画像の数の和よりも多い。組み合わせパターン 3 2 4 は、様々な合成画像に含まれる複数の単位画像の組み合わせ状態を規定するルールを表す。

【 0 0 3 0 】

図 4 ~ 図 7 は、矩形の単位画像を組み合わせる組み合わせパターン 3 2 4 の例を示している。図 4 は、単位画像 A と単位画像 B を水平方向に並べて組み合わせる水平パターンの例を示している。

10

【 0 0 3 1 】

図 4 (a) は、 $H_fit < r > (A , B)$ の例を示している。 $H_fit < r > (A , B)$ では、単位画像 A の垂直方向の長さ（高さ）と単位画像 B の高さが一致するように、単位画像 A と単位画像 B を水平方向に積み重ねることで、合成画像が生成される。 r は、合成画像の水平方向の長さ（幅）に対する単位画像 A の幅の比率を表す。この例では、 $r = 0.3$ である。単位画像 A 及び単位画像 B のうち少なくとも一方のアスペクト比が変更される。

【 0 0 3 2 】

図 4 (b) は、 $H_up < r > (A , B)$ の例を示している。 $H_up < r > (A , B)$ では、単位画像 A の上端と単位画像 B の上端が同じ高さに揃うように、単位画像 A と単位画像 B を水平方向に積み重ねることで、合成画像が生成される。 r は、合成画像の幅に対する単位画像 A の幅の比率を表す。この例では、 $r = 0.66$ である。単位画像 A 及び単位画像 B のアスペクト比は変更されない。

20

【 0 0 3 3 】

図 4 (c) は、 $H_center < r > (A , B)$ の例を示している。 $H_center < r > (A , B)$ では、単位画像 A の重心と単位画像 B の重心が同じ高さに揃うように、単位画像 A と単位画像 B を水平方向に積み重ねることで、合成画像が生成される。 r は、合成画像の幅に対する単位画像 A の幅の比率を表す。この例では、 $r = 0.66$ である。単位画像 A 及び単位画像 B のアスペクト比は変更されない。

【 0 0 3 4 】

図 4 (d) は、 $H_down < r > (A , B)$ の例を示している。 $H_down < r > (A , B)$ では、単位画像 A の下端と単位画像 B の下端が同じ高さに揃うように、単位画像 A と単位画像 B を水平方向に積み重ねることで、合成画像が生成される。 r は、合成画像の幅に対する単位画像 A の幅の比率を表す。この例では、 $r = 0.66$ である。単位画像 A 及び単位画像 B のアスペクト比は変更されない。

30

【 0 0 3 5 】

図 5 は、単位画像 A と単位画像 B を垂直方向に並べて組み合わせる垂直パターンの例を示している。

【 0 0 3 6 】

図 5 (a) は、 $V_left < r > (A , B)$ の例を示している。 $V_left < r > (A , B)$ では、単位画像 A の左端と単位画像 B の左端が同じ水平位置に揃うように、単位画像 A と単位画像 B を垂直方向に積み重ねることで、合成画像が生成される。 r は、合成画像の高さに対する単位画像 A の高さの比率を表す。この例では、 $r = 0.3$ である。単位画像 A 及び単位画像 B のアスペクト比は変更されない。

40

【 0 0 3 7 】

図 5 (b) は、 $V_right < r > (A , B)$ の例を示している。 $V_right < r > (A , B)$ では、単位画像 A の右端と単位画像 B の右端が同じ水平位置に揃うように、単位画像 A と単位画像 B を垂直方向に積み重ねることで、合成画像が生成される。 r は、合成画像の高さに対する単位画像 A の高さの比率を表す。この例では、 $r = 0.3$ である。単位画像 A 及び単位画像 B のアスペクト比は変更されない。

50

【0038】

図5(c)は、 $V_fit<r>(A, B)$ の例を示している。 $V_fit<r>(A, B)$ では、単位画像Aの幅と単位画像Bの幅が一致するように、単位画像Aと単位画像Bを垂直方向に積み重ねることで、合成画像が生成される。 r は、合成画像の高さに対する単位画像Aの高さの比率を表す。この例では、 $r = 0.6$ である。単位画像A及び単位画像Bのうち少なくとも一方のアスペクト比が変更される。

【0039】

図6は、複数の単位画像を格子状に並べて組み合わせる格子パターン $GRID<col, row>(img[col*row])$ の例を示している。 col は、格子の列の数を表し、 row は、格子の行の数を表す。 $GRID<col, row>(img[col*row])$ では、 $col*row$ 個の単位画像を格子状に配置することで、合成画像が生成される。この例では、 $col = 2$ 、 $row = 3$ であり、単位画像A～単位画像Fが3行2列の格子状に配置されている。

10

【0040】

図7は、 $H_down<r>(A, B)$ と $V_right<r>(A, B)$ を再帰的に組み合わせた再帰パターン $H_down<r>(A, V_right<p>(B, C))$ の例を示している。まず、 $V_right<p>(B, C)$ に従って、単位画像Bの右端と単位画像Cの右端が同じ水平位置に揃うように、単位画像Bと単位画像Cが垂直方向に積み重ねられる。この例では、 $p = 0.3$ である。

【0041】

次に、 $H_down<r>(A, V_right<p>(B, C))$ に従って、単位画像Aの下端と単位画像Cの下端が同じ高さに揃うように、単位画像Aと、単位画像B及び単位画像Cを組み合わせた画像とが、水平方向に積み重ねられる。この例では、 $r = 0.6$ である。

20

【0042】

図8は、機械学習モードにおいて行われる訓練処理の例を示している。第1生成部311は、第1単位画像集合321及び第1合成画像集合322を訓練データとして機械学習モデルに与えて、教師あり機械学習を行わせることで、訓練済みモデルであるストッパ331を生成する。教師あり機械学習において、各単位画像及び各合成画像に付与されたラベルが教師データとして用いられる。

30

【0043】

運用モードにおいて、ストッパ331は、入力された画像が単位画像又は合成画像の何れであるかを示す判定結果を出力する。ストッパ331は、第2のモデルの一例である。

【0044】

次に、第2生成部312は、画像集合323に含まれる各画像をストッパ331に入力し、ストッパ331から出力される判定結果に基づいて、各画像を単位画像又は合成画像の何れかに分類する。そして、第2生成部312は、画像集合323から単位画像のみを選択して第2単位画像集合325を生成し、記憶部316に格納する。

【0045】

ストッパ331を用いて各画像を単位画像又は合成画像の何れかに分類することで、多数の画像から十分な数の単位画像を抽出して、第2単位画像集合325を生成することができる。これにより、手作業で単位画像を抽出する必要がなくなるため、第1単位画像集合321よりも多くの単位画像を含む第2単位画像集合325を、容易に生成することができる。

40

【0046】

次に、第2生成部312は、第2単位画像集合325に含まれる複数の画像を組み合わせパターン324に基づいて組み合わせることで、複数の合成画像を生成する。そして、第2生成部312は、生成された各合成画像の組み合わせパターン324を示す識別情報を、その合成画像に対する教師データとして付与して、第2合成画像集合326を生成し、記憶部316に格納する。組み合わせパターン324を示す識別情報は、合成画像の組

50

み合わせ状態を示す情報の一例である。

【0047】

複数の画像を組み合わせパターン324に基づいて組み合わせることで、様々な組み合わせ状態に対応する多数の合成画像を含む第2合成画像集合326を、容易に生成することができる。

【0048】

次に、第2生成部312は、第2合成画像集合326を訓練データとして機械学習モデルに与えて、教師あり機械学習を行わせることで、訓練済みモデルであるスプリッタ332を生成する。教師あり機械学習において、各合成画像に付与された識別情報が教師データとして用いられる。

【0049】

運用モードにおいて、スプリッタ332は、入力された画像に対応する組み合わせパターン324の識別情報を特定する。そして、スプリッタ332は、特定された識別情報が示す組み合わせパターン324に従って、入力された画像を複数の画像に分割して出力する。スプリッタ332は、第1のモデルの一例である。

【0050】

第2生成部312は、第2単位画像集合325の代わりに第1単位画像集合321を用いて、複数の合成画像を生成してもよい。

【0051】

次に、第3生成部313は、ストッパ331とスプリッタ332とを組み合わせ、画像分割モデル327を生成し、記憶部316に格納する。

【0052】

運用モードにおいて、記憶部316は、組み合わせパターン324、画像分割モデル327、及び処理対象の画像328を記憶する。画像328は、学术论文等の文書に挿入された画像、又は複数のコマを含む漫画画像であってもよい。

【0053】

まず、制御部314は、画像328をストッパ331に入力し、ストッパ331は、画像328の入力に応じて判定結果を出力する。そして、制御部314は、ストッパ331から出力された判定結果に基づいて、画像328をスプリッタ332に入力するか否かを判定する。

【0054】

判定結果が合成画像を示している場合、制御部314は、画像328を受け付けてスプリッタ332に入力し、スプリッタ332は、画像328を組み合わせパターン324に従って複数の画像に分割して出力する。

【0055】

次に、制御部314は、スプリッタ332から出力された複数の画像各々を再帰的にストッパ331に入力し、ストッパ331は、各画像の入力に応じて判定結果を出力する。そして、制御部314は、ストッパ331から出力された判定結果に基づいて、各画像をスプリッタ332に入力するか否かを判定する。

【0056】

何れかの画像に対する判定結果が合成画像を示している場合、制御部314は、その画像を受け付けてスプリッタ332に入力し、スプリッタ332は、受け付けられた画像を組み合わせパターン324に従って複数の画像に分割して出力する。このような画像分割をストッパ331及びスプリッタ332を用いて再帰的に繰り返すことで、合成画像を示す判定結果を有する画像をさらに細かく分割することができる。

【0057】

何れかの画像に対する判定結果が単位画像を示している場合、制御部314は、その画像をスプリッタ332に入力しないと判定し、その画像に対する画像分割を中止する。そして、制御部314は、画像分割を中止した画像を単位画像として含む分割結果329を生成し、記憶部316に格納する。出力部315は、分割結果329を出力する。これに

10

20

30

40

50

より、単位画像を示す判定結果を有する画像がさらに細かく分割されることを防止できる。

【0058】

なお、画像328に対する判定結果が単位画像を示している場合、制御部314は、画像328に対する画像分割を中止し、画像328のみを含む分割結果329を生成して、記憶部316に格納する。出力部315は、分割結果329を出力する。

【0059】

出力部315は、画像解析を行う後処理へ分割結果329を出力してもよい。この場合、後処理において、分割結果329に含まれる複数の画像が個別に解析されるか、又は関連付けて解析される。

10

【0060】

図9は、第1の画像分割処理の例を示している。図9の画像901は、学术论文の文書に挿入された画像であり、領域911～領域913を含む。各領域には、実験結果を示すグラフの単位画像が含まれている。画像901を処理対象の画像328として画像分割装置301に入力することで、画像901が領域911～領域913の3枚の単位画像に分割される。

【0061】

図10は、第2の画像分割処理の例を示している。図10の画像1001は、学术论文の文書に挿入された画像であり、領域1011～領域1017を含む。各領域には、実験結果を示すグラフの単位画像が含まれている。画像1001を処理対象の画像328として画像分割装置301に入力することで、画像1001が領域1011～領域1017の7枚の単位画像に分割される。

20

【0062】

図3の画像分割装置301によれば、処理対象の画像328を分割することで得られた各画像が単位画像であるか否かを、ストップ331を用いて判定することで、各画像をさらに分割するか否かを容易に決定できる。これにより、画像328が適切な大きさの領域に分割された時点で、スプリッタ332による画像分割を終了することができる。

【0063】

図11は、図3の画像分割装置301が機械学習モードにおいて行う訓練処理の例を示すフローチャートである。まず、第1生成部311は、第1単位画像集合321及び第1合成画像集合322を用いた教師あり機械学習により、ストップ331を生成する(ステップ1101)。

30

【0064】

次に、第2生成部312は、画像集合323に含まれる各画像をストップ331に入力し、ストップ331から出力される判定結果が単位画像を示している画像を選択することで、第2単位画像集合325を生成する(ステップ1102)。

【0065】

次に、第2生成部312は、第2単位画像集合325に含まれる複数の画像を組み合わせパターン324に基づいて組み合わせることで、複数の合成画像を生成する。そして、第2生成部312は、各合成画像の組み合わせパターン324を示す識別情報を、その合成画像に対する教師データとして付与して、第2合成画像集合326を生成する(ステップ1103)。

40

【0066】

次に、第2生成部312は、第2合成画像集合326を用いた教師あり機械学習により、スプリッタ332を生成する(ステップ1104)。そして、第3生成部313は、ストップ331とスプリッタ332とを組み合わせ、画像分割モデル327を生成する(ステップ1105)。

【0067】

図12は、図3の画像分割装置301が運用モードにおいて行う画像分割処理の具体例を示すフローチャートである。まず、制御部314は、記憶部316内にスタック領域を

50

確保し、処理対象の画像 3 2 8 をスタック領域に格納する (ステップ 1 2 0 1)。スタック領域は、後入れ先出し (Last In First Out, L I F O) の記憶領域である。

【 0 0 6 8 】

次に、制御部 3 1 4 は、スタック領域から画像 3 2 8 を取り出してストッパ 3 3 1 に入力し、ストッパ 3 3 1 は、画像 3 2 8 に対する判定結果を出力する (ステップ 1 2 0 2)。そして、制御部 3 1 4 は、判定結果が単位画像又は合成画像の何れを示しているかをチェックする (ステップ 1 2 0 3)。

【 0 0 6 9 】

判定結果が単位画像を示している場合 (1 2 0 3 , Y E S)、制御部 3 1 4 は、画像 3 2 8 を分割結果 3 2 9 に追加し (ステップ 1 2 0 5)、スタック領域が空であるか否かを
10
チェックする (ステップ 1 2 0 6)。この場合、スタック領域が空であるため (1 2 0 6 , Y E S)、出力部 3 1 5 は、単位画像として画像 3 2 8 のみを含む分割結果 3 2 9 を出力する (ステップ 1 2 0 7)。

【 0 0 7 0 】

一方、判定結果が合成画像を示している場合 (1 2 0 3 , N O)、制御部 3 1 4 は、画像 3 2 8 をスプリッタ 3 3 2 に入力する (ステップ 1 2 0 4)。スプリッタ 3 3 2 は、画像 3 2 8 を組み合わせパターン 3 2 4 に従って複数の画像に分割して出力する。そして、制御部 3 1 4 は、スプリッタ 3 3 2 から出力される複数の画像をスタック領域に格納し、スタック領域内の各画像についてステップ 1 2 0 2 以降の処理を繰り返す。

【 0 0 7 1 】

スタック領域から取り出された画像に対する判定結果が単位画像を示している場合 (1 2 0 3 , Y E S)、制御部 3 1 4 は、その画像を分割結果 3 2 9 に追加し (ステップ 1 2 0 5)、スタック領域が空であるか否かをチェックする (ステップ 1 2 0 6)。スタック領域が空ではない場合 (1 2 0 6 , N O)、制御部 3 1 4 は、スタック領域内の次の画像についてステップ 1 2 0 2 以降の処理を繰り返す。
20

【 0 0 7 2 】

スタック領域から取り出された画像に対する判定結果が合成画像を示している場合 (1 2 0 3 , N O)、制御部 3 1 4 は、その画像をスプリッタ 3 3 2 に入力する (ステップ 1 2 0 4)。スプリッタ 3 3 2 は、入力された画像を組み合わせパターン 3 2 4 に従って複数の画像に分割して出力する。そして、制御部 3 1 4 は、スプリッタ 3 3 2 から出力される複数の画像をスタック領域に格納し、ステップ 1 2 0 2 以降の処理を繰り返す。
30

【 0 0 7 3 】

スタック領域が空になった場合 (1 2 0 6 , Y E S)、出力部 3 1 5 は、複数の画像を単位画像として含む分割結果 3 2 9 を出力する (ステップ 1 2 0 7)。

【 0 0 7 4 】

図 1 の画像分割装置 1 0 1 及び図 3 の画像分割装置 3 0 1 の構成は一例に過ぎず、画像分割装置の用途又は条件に応じて一部の構成要素を省略又は変更してもよい。例えば、図 3 の画像分割装置 3 0 1 において、外部の装置によって訓練処理が実行される場合は、第 1 生成部 3 1 1、第 2 生成部 3 1 2、及び第 3 生成部 3 1 3 を省略することができる。

【 0 0 7 5 】

図 2、図 1 1、及び図 1 2 のフローチャートは一例に過ぎず、画像分割装置の構成又は条件に応じて、一部の処理を省略又は変更してもよい。例えば、外部の装置によって訓練処理が実行される場合は、図 1 1 の訓練処理を省略することができる。図 1 1 のステップ 1 1 0 3 において、第 2 単位画像集合 3 2 5 の代わりに第 1 単位画像集合 3 2 1 を用いて複数の合成画像を生成する場合は、ステップ 1 1 0 2 の処理を省略することができる。
40

【 0 0 7 6 】

図 4 ~ 図 7 に示した組み合わせパターン 3 2 4 は一例に過ぎず、第 2 生成部 3 1 2 は、別の組み合わせパターン 3 2 4 を用いて複数の合成画像を生成してもよい。単位画像の領域の形状は、矩形以外の多角形等であってもよい。図 8 に示した訓練処理は一例に過ぎず、画像分割装置の構成又は条件に応じて、一部の処理を省略又は変更してもよい。図 9 及
50

び図10に示した画像分割処理は一例に過ぎず、画像の分割形態は、処理対象の画像328に応じて変化する。

【0077】

図13は、図1の画像分割装置101及び図3の画像分割装置301として用いられる情報処理装置（コンピュータ）のハードウェア構成例を示している。図13の情報処理装置は、CPU（Central Processing Unit）1301、メモリ1302、入力装置1303、出力装置1304、補助記憶装置1305、媒体駆動装置1306、及びネットワーク接続装置1307を含む。これらの構成要素はハードウェアであり、バス1308により互いに接続されている。

【0078】

メモリ1302は、例えば、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）等の半導体メモリであり、処理に用いられるプログラム及びデータを記憶する。メモリ1302は、図3の記憶部316として動作してもよい。

【0079】

CPU1301は、例えば、メモリ1302を利用してプログラムを実行することにより、図1の制御部111として動作する。CPU1301は、メモリ1302を利用してプログラムを実行することにより、図3の第1生成部311、第2生成部312、第3生成部313、及び制御部314としても動作する。

【0080】

入力装置1303は、例えば、キーボード、ポインティングデバイス等であり、ユーザ又はオペレータからの指示又は情報の入力に用いられる。出力装置1304は、例えば、表示装置、プリンタ等であり、ユーザ又はオペレータへの問い合わせ又は指示、及び処理結果の出力に用いられる。処理結果は、分割結果329であってもよい。出力装置1304は、図3の出力部315として動作してもよい。

【0081】

補助記憶装置1305は、例えば、磁気ディスク装置、光ディスク装置、光磁気ディスク装置、テープ装置等である。補助記憶装置1305は、ハードディスクドライブであってもよい。情報処理装置は、補助記憶装置1305にプログラム及びデータを格納しておき、それらをメモリ1302にロードして使用することができる。補助記憶装置1305は、図3の記憶部316として動作してもよい。

【0082】

媒体駆動装置1306は、可搬型記録媒体1309を駆動し、その記録内容にアクセスする。可搬型記録媒体1309は、メモリデバイス、フレキシブルディスク、光ディスク、光磁気ディスク等である。可搬型記録媒体1309は、CD-ROM（Compact Disk Read Only Memory）、DVD（Digital Versatile Disk）、USB（Universal Serial Bus）メモリ等であってもよい。ユーザ又はオペレータは、可搬型記録媒体1309にプログラム及びデータを格納しておき、それらをメモリ1302にロードして使用することができる。

【0083】

このように、処理に用いられるプログラム及びデータを格納するコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、メモリ1302、補助記憶装置1305、又は可搬型記録媒体1309のような、物理的な（非一時的な）記録媒体である。

【0084】

ネットワーク接続装置1307は、LAN（Local Area Network）、WAN（Wide Area Network）等の通信ネットワークに接続され、通信に伴うデータ変換を行う通信インタフェース回路である。情報処理装置は、プログラム及びデータを外部の装置からネットワーク接続装置1307を介して受信し、それらをメモリ1302にロードして使用することができる。ネットワーク接続装置1307は、図3の出力部315として動作してもよい。

【0085】

10

20

30

40

50

なお、情報処理装置が図13のすべての構成要素を含む必要はなく、情報処理装置の用途又は条件に応じて一部の構成要素を省略することも可能である。例えば、ユーザ又はオペレータとのインタフェースが不要である場合は、入力装置1303及び出力装置1304を省略してもよい。可搬型記録媒体1309又は通信ネットワークを使用しない場合は、媒体駆動装置1306又はネットワーク接続装置1307を省略してもよい。

【0086】

開示の実施形態とその利点について詳しく説明したが、当業者は、特許請求の範囲に明確に記載した本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更、追加、省略をすることができるであろう。

【0087】

図1乃至図13を参照しながら説明した実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

(付記1)

受け付けた画像を、それぞれが1つの領域を含む複数の画像を組み合わせた合成画像と前記合成画像の組み合わせ状態を示す情報とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成された第1のモデルに入力し、

前記画像の入力に応じて前記第1のモデルが出力した複数の画像であって、前記画像を分割することにより得られる前記複数の画像のうち第1の画像を、1つの領域を含む画像と複数の領域を含む画像とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成された第2のモデルに入力し、

前記第1の画像の入力に応じて前記第2のモデルが出力した結果に基づいて、前記第1の画像を前記第1のモデルに入力するか否かを判定する、

処理をコンピュータに実行させることを特徴とする画像分割プログラム。

(付記2)

前記第1の画像を前記第1のモデルに入力しないと判定された場合、前記第1の画像を1つの領域を含む画像として出力する処理を、前記コンピュータにさらに実行させることを特徴とする付記1記載の画像分割プログラム。

(付記3)

前記第1の画像を前記第1のモデルに入力すると判定された場合、前記第1の画像を前記第1のモデルに入力し、

前記第1の画像の入力に応じて前記第1のモデルが出力した複数の画像であって、前記第1の画像を分割することにより得られる前記複数の画像のうち第2の画像を、前記第2のモデルに入力する、

処理を前記コンピュータにさらに実行させることを特徴とする付記1記載の画像分割プログラム。

(付記4)

前記合成画像は、前記それぞれが1つの領域を含む複数の画像を所定の組み合わせパターンに基づいて組み合わせることで、生成されることを特徴とする付記1乃至3の何れか1項に記載の画像分割プログラム。

(付記5)

前記それぞれが1つの領域を含む複数の画像は、画像集合に含まれる複数の画像それぞれの入力に応じて前記第2のモデルが出力した結果に基づいて、前記画像集合に含まれる複数の画像の中から選択されることを特徴とする付記1乃至4の何れか1項に記載の画像分割プログラム。

(付記6)

受け付けた画像を、それぞれが1つの領域を含む複数の画像を組み合わせた合成画像と前記合成画像の組み合わせ状態を示す情報とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成された第1のモデルに入力し、

前記画像の入力に応じて前記第1のモデルが出力した複数の画像であって、前記画像を分割することにより得られる前記複数の画像のうち第1の画像を、1つの領域を含む画像

10

20

30

40

50

と複数の領域を含む画像とを含む訓練データに基づいた機械学習により生成された第 2 のモデルに入力し、

前記第 1 の画像の入力に応じて前記第 2 のモデルが出力した結果に基づいて、前記第 1 の画像を前記第 1 のモデルに入力するか否かを判定する、

処理を実行する制御部を備えることを特徴とする画像分割装置。

(付記 7)

前記第 1 の画像を前記第 1 のモデルに入力しないと判定された場合、前記第 1 の画像を 1 つの領域を含む画像として出力する出力部をさらに備えることを特徴とする付記 6 記載の画像分割装置。

(付記 8)

前記制御部は、

前記第 1 の画像を前記第 1 のモデルに入力すると判定された場合、前記第 1 の画像を前記第 1 のモデルに入力し、

前記第 1 の画像の入力に応じて前記第 1 のモデルが出力した複数の画像であって、前記第 1 の画像を分割することにより得られる前記複数の画像のうち第 2 の画像を、前記第 2 のモデルに入力する、

処理をさらに実行することを特徴とする付記 6 記載の画像分割装置。

(付記 9)

前記合成画像は、前記それぞれが 1 つの領域を含む複数の画像を所定の組み合わせパターンに基づいて組み合わせることで、生成されることを特徴とする付記 6 乃至 8 の何れか 1 項に記載の画像分割装置。

(付記 10)

前記それぞれが 1 つの領域を含む複数の画像は、画像集合に含まれる複数の画像それぞれの入力に応じて前記第 2 のモデルが出力した結果に基づいて、前記画像集合に含まれる複数の画像の中から選択されることを特徴とする付記 6 乃至 9 の何れか 1 項に記載の画像分割装置。

(付記 11)

受け付けた画像の入力に応じて前記画像を複数の画像に分割する第 1 のモデルから出力される前記複数の画像のうち第 1 の画像の入力に応じて、前記第 1 の画像を前記第 1 のモデルに入力するか否かを判定するための情報を出力する第 2 のモデルを、1 つの領域を含む画像と複数の領域を含む画像とを含む訓練データに基づいた機械学習によって生成し、

それぞれが 1 つの領域を含む複数の画像を組み合わせた合成画像と前記合成画像の組み合わせ状態を示す情報とを含む訓練データに基づいた機械学習によって、前記第 1 のモデルを生成し、

前記第 1 のモデルと前記第 2 のモデルとを組み合わせ、画像分割モデルを生成する、処理をコンピュータが実行することを特徴とするモデル生成方法。

(付記 12)

前記それぞれが 1 つの領域を含む複数の画像を所定の組み合わせパターンに基づいて組み合わせることで、前記合成画像を生成する処理を、前記コンピュータがさらに実行することを特徴とする付記 11 記載のモデル生成方法。

(付記 13)

画像集合に含まれる複数の画像それぞれの入力に応じて前記第 2 のモデルが出力した結果に基づいて、前記画像集合に含まれる複数の画像の中から、前記それぞれが 1 つの領域を含む複数の画像を選択する処理を、前記コンピュータがさらに実行することを特徴とする付記 11 又は 12 記載のモデル生成方法。

【符号の説明】

【0088】

101、301 画像分割装置

111、314 制御部

311 第 1 生成部

10

20

30

40

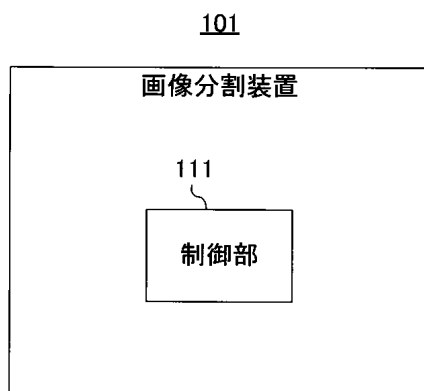
50

- 3 1 2 第 2 生成部
- 3 1 3 第 3 生成部
- 3 1 5 出力部
- 3 1 6 記憶部
- 3 2 1 第 1 単位画像集合
- 3 2 2 第 1 合成画像集合
- 3 2 3 画像集合
- 3 2 4 組み合わせパターン
- 3 2 5 第 2 単位画像集合
- 3 2 6 第 2 合成画像集合 10
- 3 2 7 画像分割モデル
- 3 2 8、9 0 1、1 0 0 1 画像
- 3 2 9 分割結果
- 3 3 1 ストッパ
- 3 3 2 スプリッタ
- 9 1 1 ~ 9 1 3、1 0 1 1 ~ 1 0 1 7 領域
- 1 3 0 1 C P U
- 1 3 0 2 メモリ
- 1 3 0 3 入力装置
- 1 3 0 4 出力装置 20
- 1 3 0 5 補助記憶装置
- 1 3 0 6 媒体駆動装置
- 1 3 0 7 ネットワーク接続装置
- 1 3 0 8 バス
- 1 3 0 9 可搬型記録媒体

【 図 面 】

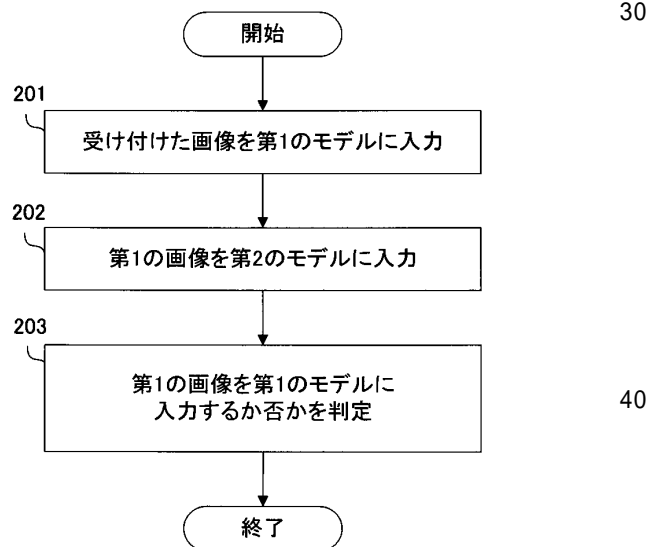
【 図 1 】

画像分割装置の機能的構成図



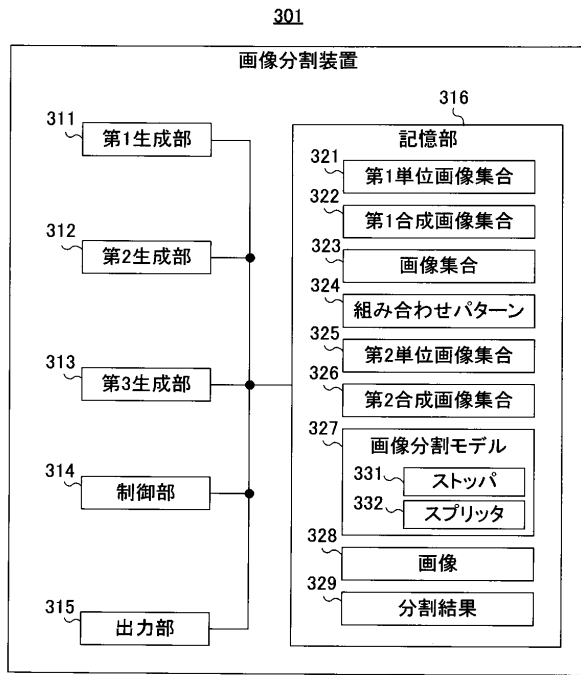
【 図 2 】

画像分割処理のフローチャート



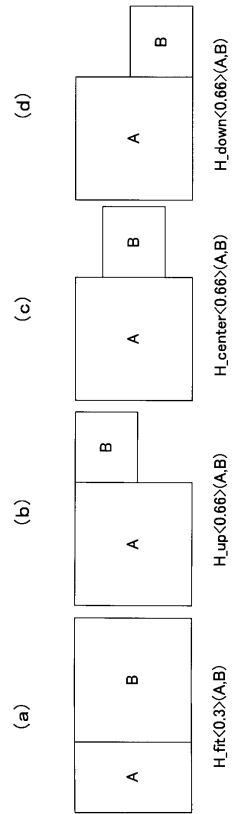
【 図 3 】

画像分割装置の具体例を示す機能的構成図



【 図 4 】

水平パターンを示す図

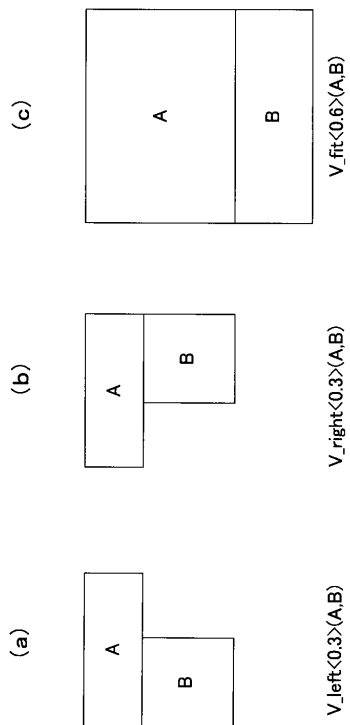


10

20

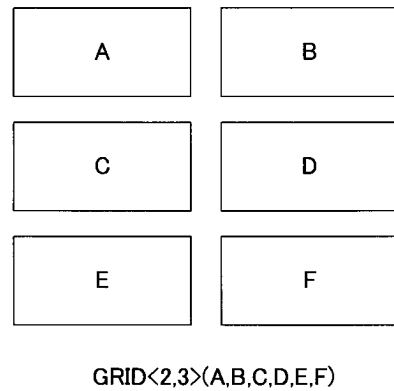
【 図 5 】

垂直パターンを示す図



【 図 6 】

格子パターンを示す図



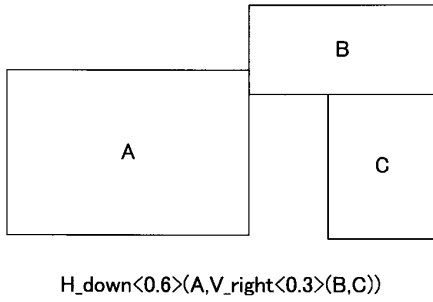
30

40

50

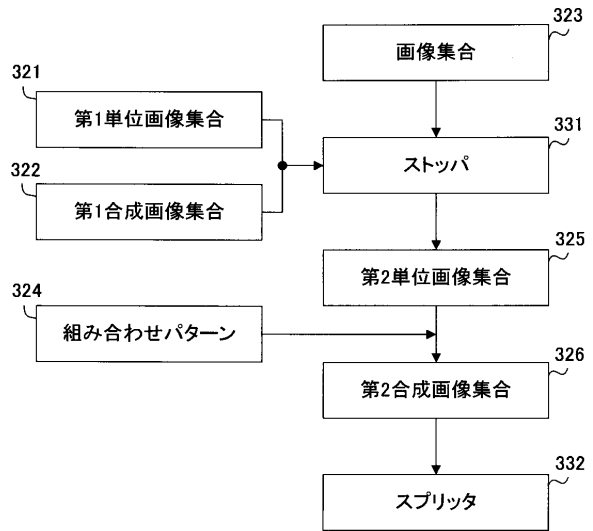
【 図 7 】

再帰パターンを示す図



【 図 8 】

訓練処理を示す図

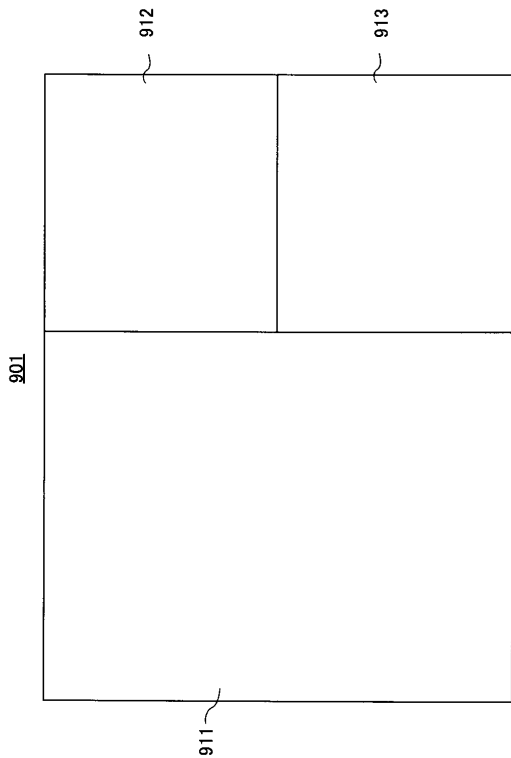


10

20

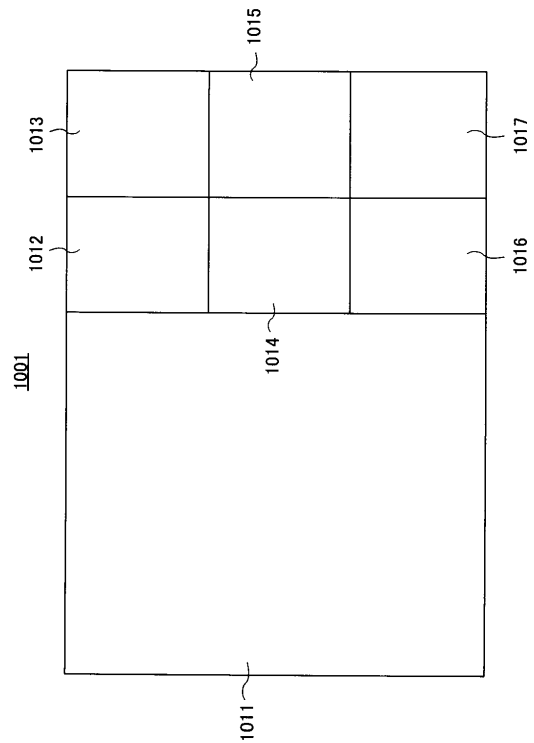
【 図 9 】

第1の画像分割処理を示す図



【 図 10 】

第2の画像分割処理を示す図

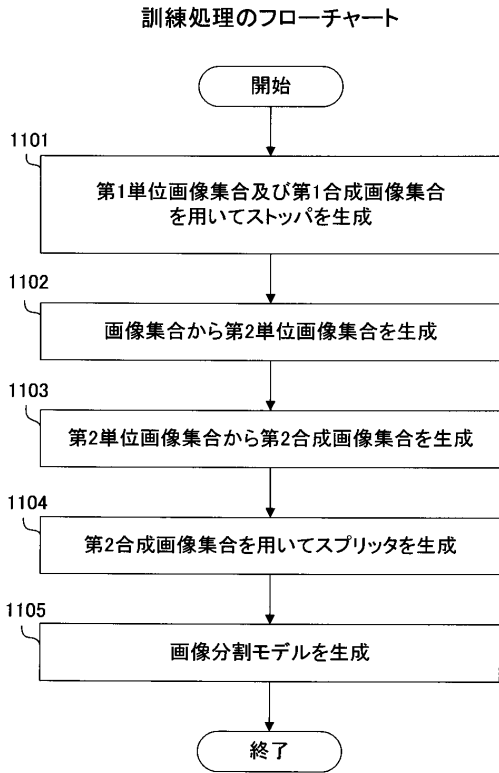


30

40

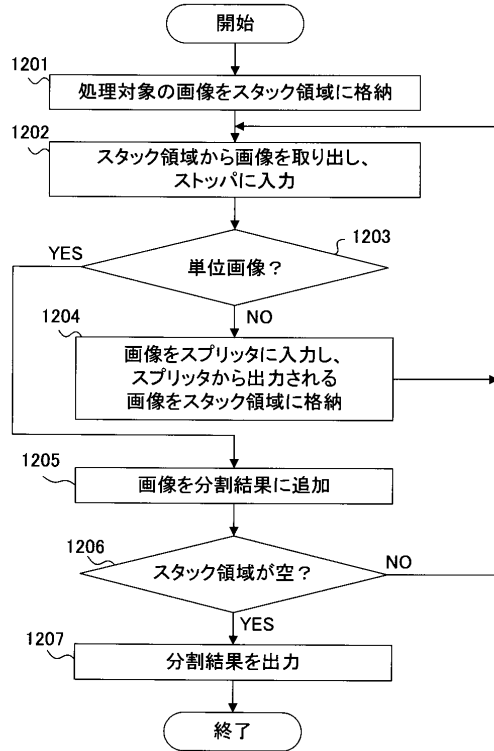
50

【図 1 1】



【図 1 2】

画像分割処理の具体例を示すフローチャート

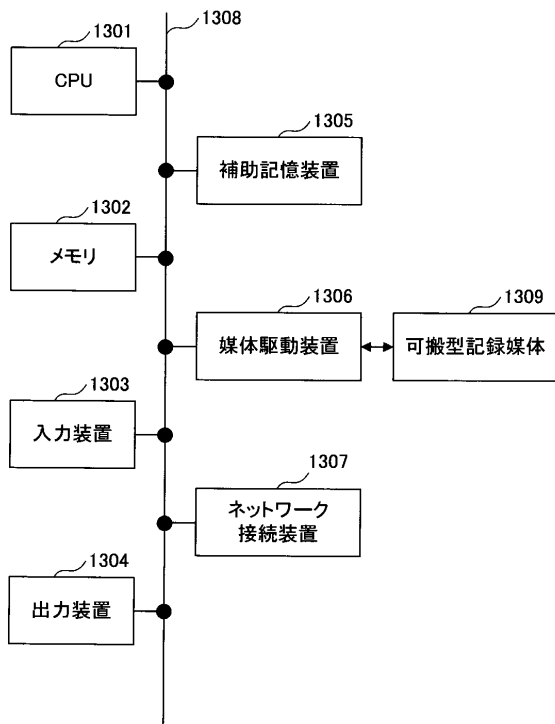


10

20

【図 1 3】

情報処理装置のハードウェア構成図



30

40

50