

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年5月31日(31.05.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/070474 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/076599
- (22) 国際出願日: 2011年11月11日(11.11.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-263877 2010年11月26日(26.11.2010) JP
特願 2011-213005 2011年9月28日(28.09.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社(NEC Corporation) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP). 国立大学法人東北大学(TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 松田 雄馬(MATSUDA, Yuma) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 小川 雅嗣(OGAWA, Masatsugu) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 矢野 雅文(YANO,

Masafumi) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 川上 進(KAWAKAMI, Susumu) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).

(74) 代理人: 池田 憲保, 外(IKEDA, Noriyasu et al.); 〒1000011 東京都千代田区内幸町1丁目2番2号日比谷ダイビル Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: OBJECT OR FORM INFORMATION EXPRESSION METHOD

(54) 発明の名称: 物体または形状の情報表現方法

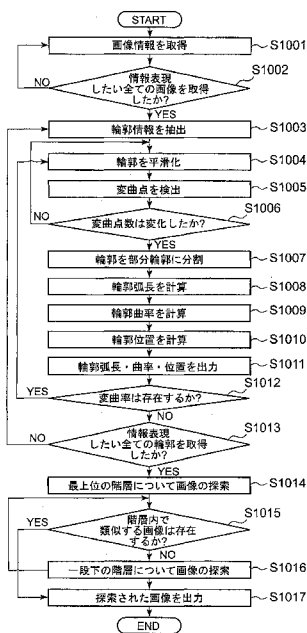


図 12

(57) Abstract: An information expression method for expressing an object or form segments a contour form of all or part of an object or a form into either one curve or a plurality of curves, and expresses the contour form of the object or form with parameters which include the degree of curvature and the positional relation of each segmented curve. An object or form information expression method is thus provided whereby robust object identification for an image alteration by a geometric transformation or masking is made possible.

(57) 要約: 物体または形状を表現するための情報表現方法は、物体または形状の全体または一部の輪郭形状をひとつまたは複数の曲線に分割し、物体または形状の輪郭形状を、分割された各曲線の曲がり具合と位置関係とを含むパラメータで表現する。これにより、幾何変換や遮蔽による画像改変に対してロバストな物体認識を可能にする物体または形状の情報表現方法を提供する。



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,

GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

物体または形状の情報表現方法

5 技術分野：

本発明は、物体または形状の情報表現方法に関する。

背景技術：

近年、デジタルカメラを始めとするデジタル映像機器の急速な普及に伴い、撮影された画像や映像のなかに、どのような物体が含まれているのかを認識する一般物体認識への期待が高まっている。一般物体認識は、データベース内に分類されずに格納されている画像データの適切な分類や、必要な画像データの検索、さらには動画像の中からの所望のシーンの抽出や、所望のシーンだけを切り取っての再編集など、様々な用途に応用できる可能性を有している。

15 物体認識に関する技術として、顔認識や指紋認識など様々な認識技術がこれまでに開発されてきたが、これらはすべて特定の用途に向けられたものである。このようなある一つの用途に特化した認識技術は、別の用途に利用しようとする、途端に認識率が下がるなどの問題がある。このため、一般的な物体の認識を行う技術の開発が期待されている。

20 一般物体の認識を行うには、認識対象となる画像の特徴量を抽出することが必要となる。この特徴量を抽出する方法として、特許文献1や特許文献2に示される、画像に含まれる幾何学的特徴を用いる方法が、広く知られている。しかしながら、こうした特徴量のほとんどは、統計的学習やユーザーの経験によって、閾値などのパラメータを前もって設定しておかなければ計算できないものである。

25 統計的学習やユーザーの経験を必要とする方法は、これまで学習が行われなかった画像に対して特徴量を計算することができず、誤った認識結果を与えるという問題がある。

統計的学習やユーザーの経験を必要とせずに特徴量を計算する方法として、非特許文献1に示される、画像の局所的な強度勾配を集積したヒストグラムを用い

た S I F T (Scale Invariant Feature Transform) という手法が広く認知されている。本技術を利用することによって、幾何変換や遮蔽を伴う同一画像を、同一であると認識することが可能である。しかしながら、本技術は二つの画像が同一であるか否かを判断するためのものであり、類似する二つの画像に対して、どの程度似ているのかについての情報を与えることができない。

また、非特許文献 2 に示される、画像輪郭を段階的に平滑化し、それぞれでの輪郭の変曲点の位置を用いて表現した C S S (Curvature Scale Space) という表現方法を用いた認識もまた、よく知られている。本技術で用いられている変曲点の位置情報は、同一画像或いは類似する画像において、よく似た出現パターンを持つということが知られている。従って、本技術を用いることによって、輪郭が同一の或いは類似する画像の認識、または、それらの幾何変換が施された画像を、同一である、或いは類似すると認識することが可能である。しかしながら、本技術は、変曲点以外の点の情報を全く利用せず、輪郭に関する情報の中の非常に限られた情報のみを用いる。それゆえ、輪郭が相互に類似する画像であっても、変曲点の位置情報が異なると「類似しない」と判定することがある。また、輪郭が相互に類似しない画像であっても、変曲点の位置情報が比較的類似していると、「類似する」と判定したりすることがある。すなわち、本技術は、類似度を輪郭の特徴によって算出することができていないと言える。

一方で、輪郭上の各点の曲率情報を用いて認識を行う手法もまた提案されている (特許文献 3)。本技術は、輪郭上の点すべての曲率情報を用いており、輪郭形状が若干異なる輪郭に対しても、類似度を算出することが可能である。しかしながら、本技術は、形状の外形一周分の輪郭を比較することを前提にしている。このため、輪郭が途中で切れていたり、画像中の物体形状の一部が他の物体形状と重なっている場合には、本技術を用いることができない。

25

先行技術文献：

特許文献 1：特開 2002-352252 号公報

特許文献 2：特開 2005-346391 号公報

特許文献 3：特開平 10-055447 号公報

非特許文献 1 : Lowe, D. G., Object recognition from local scale invariant features, Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision, pp. 1150-1157

非特許文献 2 : FARZIN MOKHTARIAN AND ALAN MACKWORTH, Scale-based description and Recognition of Planar curves and two-dimensional spaces, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence Vol. 8, No. 1 pp. 34-43

発明の概要 :

10 従来の物体認識方法は、統計的学習やユーザーの経験によって、抽出すべき特徴量を計算する際のパラメータの決定を行っていた。このため、学習していない画像の認識を行うことが困難であった。一方で、統計的学習やユーザーの経験を必要とせずに特徴量を計算する手法は、認識対象の形状が、完全な輪郭を有していない場合において、十分な情報を持つ類似度を計算することが困難であるという

15 うことが課題であった。

そこで、本発明の目的は、異なる二つの画像に対してどの程度にているのかを示す類似度を求めることができ、幾何変換や遮蔽による画像改変に対してロバストな物体認識を可能にする物体または形状の情報表現方法を提供することにある。

本発明の一形態は、物体または形状を表現するための情報表現方法であって、

20 前記物体または形状の全体または一部の輪郭形状をひとつまたは複数の曲線に分割し、前記輪郭形状を、前記分割された各曲線の曲がり具合と位置関係とを含むパラメータで表現することを特徴とする。

本発明の一形態による効果は、統計的学習やユーザーの経験を必要とすることなく、一般的な物体の認識を行う手法を提供することにある。特に、手書き文字

25 などの、似ているけれども細部が異なる形状や、背景情報から全輪郭を取り出すことが困難な物体形状や、形状の一部が隠蔽されるなどの事情によって欠けているために全輪郭を取り出すことが困難な物体形状や、形状内が不連続であることから全輪郭を取り出すことが困難な物体形状など、一般的に存在する形状に対してロバストな認識を行う手法を提供することにある。

図面の簡単な説明：

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。

5 図 2 は、図 1 の画像処理装置に含まれる画像情報取得部によって取得される画像情報が表す画像の一例を示す図である。

図 3 は、図 1 の画像処理装置に含まれる輪郭抽出部によって抽出された輪郭情報が示す輪郭線の一例を示す図である。

図 4 は、ある平滑化レベルに平滑化された輪郭線の一例を示す図である。

10 図 5 は、図 4 に示す輪郭線をさらに高い平滑化レベルまで平滑化した例を示す図である。

図 6 は、図 5 に示す輪郭線をさらに高い平滑化レベルまで平滑化した例を示す図である。

図 7 は、幾何変換について説明するための図である。

15 図 8 は、図 1 の画像処理装置に含まれる輪郭弧長・曲率・位置出力部より出力される情報の一例を示す図である。

図 9 A 及び図 9 B は、図 1 の画像処理装置において、類似／非類似の判定の対象となる 2 つの輪郭線の一例を示す図である。

20 図 10 A 及び図 10 B は、図 9 A 及び図 9 B の輪郭線から得た弧長情報と曲率情報とをプロファイル化した結果をそれぞれ示す図である。

図 11 は、2 種類のフォントの数字の輪郭線を複数段階に平滑化した例を示す図である。

図 12 は、図 1 の画像処理装置の動作の一例を示すフローチャートである。

25 図 13 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。

図 14 は、分割輪郭線における特徴的な面積を説明するための図である。

図 15 は、図 13 の画像処理装置の動作の一例を示すフローチャートである。

図 16 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。

図 17 は、図 16 の画像処理装置の動作の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態：

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

- 5 本発明の第 1 の実施の形態に係る物体または形状を表現するための表現方法は、例えば、図 1 に示すような画像処理装置によって実現される。

図 1 の画像処理装置は、制御部 10 と、メモリ 20 と、入出力部 30 と、画像
情報取得部 101 と、輪郭抽出部 102 と、輪郭平滑化部 103 と、輪郭分割部
104 と、輪郭弧長計算部 105 と、輪郭曲率計算部 106 と、輪郭位置計算部
10 107 と、輪郭弧長・曲率・位置出力部 108 と、画像判定部 109 と、画像情
報記憶部 201 と、輪郭弧長・曲率・位置情報記憶部 202 とを有している。

画像情報取得部 101 は、入出力部 30 を用いてユーザーが指定する写真など
の画像情報（画像データ）を、画像情報記憶部 201 から取り出す。或いは、画
像情報取得部 101 は、図示しない画像入力部、例えばスキャナ等、から画像情
15 報を入手してもよい。画像情報取得部 101 は、画像情報を取得する際にその後
の処理を容易にするための変換処理、例えば、カラー・白黒変換を行ってもよい。
図 2 に、画像情報取得部 101 によって取得される画像情報が表す画像の一例を
示す。図 2 の画像には、物体（犬）が一つだけ含まれている。

輪郭抽出部 102 は、画像情報取得部 101 によって取得された画像情報から
20 画像中に含まれる物体の輪郭情報（輪郭線）を抽出する。輪郭情報の抽出は、例
えば、ラプラシアン・ガウシアンフィルタなどを用いて、色相・彩度・明度など
が急激に変化する点を抽出することにより行うことができる。もちろん、輪郭情
報抽出方法は、上記方法に限られるものではない。抽出された物体の輪郭情報は、
例えば、直交座標系を用いて（x，y）などのように表現される輪郭点の集まり
25 として表現される。輪郭抽出部 102 によって抽出された輪郭情報が示す輪郭線
の一例を図 3 に示す。

輪郭平滑化部 103 は、輪郭抽出部 102 によって抽出された輪郭線に対して
段階的な多段階の平滑化を行う。この平滑化には、例えばガウシアンフィルタに
よる畳み込みなどを利用することができるが、それに限られない。平滑化は、ま

ず、後の処理におけるノイズの影響を除去することを目的として行われ、続いて、段階的な（階層化された）複数の輪郭情報（平滑化輪郭線）を得るために行われる。後述するように、複数の段階的な輪郭情報のそれぞれについて、他の画像中の物体に関して求めた段階的な輪郭情報との類似度を求めることで、物品の形状の類似度をより高い精度で求めることができる。平滑化の度合い（平滑化レベル）は、平滑化回数や、後述する「変曲点」の数に基づいて決定する。変曲点の数を目安に多段階（階層的）に平滑化を行った例を図4から図6に示す。「変曲点」の数は、平滑化を繰り返すことにより減少し、やがてゼロに収束する（あらゆる閉曲面の輪郭は平滑化レベルがある程度以上になると凸図形となる）。

- 10 なお、この平滑化は、階層化を平滑化で行う場合は必要だが、その他の手法で階層化を行う場合は必ずしも行う必要はない。

輪郭分割部104は、輪郭平滑化部103により平滑化された各平滑化レベルの輪郭線を1つ以上の部分輪郭線に分割する分割手段として機能する。この分割は、平滑化輪郭線における曲がり具合に関して特徴的な点を分割点として行う。

- 15 このような分割点を利用する結果、部分輪郭線は曲線となる。分割点が存在しない場合には、分割は行わない。この場合、分割後の分割輪郭線は、分割前の輪郭線全体に一致する。こうして、物体または形状の全体又は一部の輪郭形状はひとつまたは複数の曲線に分割される。

- 20 ここで、「曲がり具合」とは、ユークリッド曲率、ユークリッド曲率半径、アフィン曲率など、曲線の曲がりに関する特徴に基づいて定義される量であり、曲線が、直線に比較してどの程度歪んでいるかを記述する量である。これらの量のうち、どれを曲線の曲がり具合を定義する量として利用してもよいが、ここでは、ユークリッド曲率を利用するものとする。即ち、輪郭分割部104は、輪郭上のユークリッド曲率の変曲点を分割点として、輪郭線を分割する。

- 25 また、「変曲点」とは、輪郭線上で曲率の符号が変化する点を意味する。ユークリッド曲率の変曲点は、射影変換に対して不変であることから、幾何変換に対してロバストな点である。つまり、ユークリッド曲率の変曲点を分割点とすることにより、幾何変換に対してロバストな点を分割点とすることができる。

ここで、図7を参照して、幾何変換について説明する。図7において、「変換群」

とは、各幾何変換を要素に持つ群である。図7から理解されるように、ユークリッド幾何変換（回転を内包）とは、回転・平行移動を伴う変換である。また、アフィン幾何変換（相似変換を内包）とは、ユークリッド幾何変換に拡大縮小・せん断変換を加えたものである。さらに、射影変換とは、アフィン幾何変換に扇形変換を加えたものである。したがって、射影変換 $\supset$ アフィン幾何変換 $\supset$ ユークリッド幾何変換、の関係が成立しており、射影変換はこの中で最も広義の幾何変換である。ユークリッド曲率の変曲点は、射影幾何変換に対しての不変量であるため、最も広義の幾何変換においてロバストであるといえることができる。つまり、ユークリッド曲率の変曲点を分割点とすれば、その分割点は、幾何変換に対して

10 ロバストな分割点である。

次に、ユークリッド曲率の変曲点を分割点とする輪郭線の分割方法について説明する。

まず、任意の一点を始点として輪郭線を一周するように輪郭点の座標 t を取る。各輪郭点において、以下の数式（1）で定義されるユークリッド曲率 $\kappa(t)$ を

15 計算し、ユークリッド曲率の値がゼロとなる点を輪郭の分割点として抽出する。

$$\kappa(t) = \frac{\dot{x}\ddot{y} - \dot{y}\ddot{x}}{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2)^{3/2}} \quad \dots (1)$$

ここで、 $\dot{x}$ 及び $\ddot{x}$ は、 x の t についての一階微分及び二階微分をそれぞれ表している。 $\dot{y}$ 及び $\ddot{y}$ についても同様である。

前述のように、輪郭分割部 104 による輪郭線の分割を行う前に、その前処理として、ある程度の平滑化を行っておくことが望ましい。前処理として平滑化を行っておくことにより、ノイズの多い場合に局所的な曲がり具合に影響されずに輪郭線を分割することができる。また、輪郭線の分割は、複数の段階に平滑化された全ての平滑化レベルの平滑化輪郭線に対して行う。なお、輪郭線の長さが後の処理を行うのに十分でない場合は、その輪郭線全体を分割輪郭線とみなし、それ

20 以上

25 以上の分割を行わなくてもよい。

上記では、ユークリッド曲率の変曲点を用いた輪郭線の分割方法を示したが、輪郭の分割方法はこれに限らない。

輪郭弧長計算部 105 は、輪郭分割部 104 によって分割された分割輪郭線の

各々の弧長を計算する。ここでの弧長は、ユークリッド弧長、アフィン弧長の何れであってもよいが、アフィン弧長を利用することが望ましい。アフィン弧長は、等積アフィン幾何変換(ユークリッド幾何変換を含む)に対しての不変量であり、幾何変換に対してよりロバストな量であるからである。アフィン弧長 s は、以下
 5 の数式(2)によって定義される。

$$s = \int_{t_1}^{t_2} \det(p'(t)p''(t))^{\frac{1}{3}} dt \quad \dots (2)$$

ここで、 t_1 及び t_2 は、各分割輪郭線の始点及び終点の座標をそれぞれ表している。なお、始点及び終点は、分割輪郭線の形状によって決定できる点である。

輪郭曲率計算部 106 は、輪郭分割部 104 によって分割された分割輪郭線の
 10 各々の曲率を計算する。ここでの曲率は、ユークリッド曲率、アフィン曲率の何れであってもよいが、アフィン曲率を利用することが望ましい。アフィン曲率は等積のユークリッド幾何変換を含む等積アフィン幾何変換に対しての不変量であり、幾何変換に対してよりロバストな量であるからである。アフィン曲率 κ_A は、以下の数式(3)によって定義される。

$$15 \quad \kappa_A(s(t)) = \det(p''(s(t))p'''(s(t))) \quad \dots (3)$$

ここで、 p は、座標ベクトル $p = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ を表し、 p'' 及び p''' は、 p の s についての二階微分及び三階微分をそれぞれ表す。

輪郭曲率計算部 106 によって計算される曲率情報は、分割輪郭線に含まれるすべての輪郭点についての曲率情報を、輪郭点数分の次元のベクトルとして定義
 20 してもよく、また、平均値や最大値・最小値などの値で代表させてもよい。分割輪郭線の弧長と曲率の両者を求める効果は、これらは共に等積アフィン変換に対しての不変量であるため、両者の比を取ることで、拡大縮小を伴うアフィン幾何変換に対しての不変量を提供できることである。なお、輪郭点は、分割輪郭線の形状によって決定できる点である。

25 輪郭弧長計算部 105 によって計算される弧長情報および輪郭曲率計算部 106 によって計算される曲率情報は、ともに、該当する分割輪郭線の曲がり具合を表現する特徴量(パラメータ)であり、これによって、輪郭の特徴がパラメータ

により表現される。このように輪郭弧長計算部 1 0 5 及び輪郭曲率計算部 1 0 6 はそれぞれパラメータ算出手段として機能する。

輪郭位置計算部 1 0 7 は、輪郭分割部 1 0 4 によって分割された分割輪郭線の各々の位置（位置関係ともいう）を計算する。ここでの位置は、分割輪郭線の両
5 端にある変曲点の座標を用いてもよく、また、分割輪郭線をなす各輪郭点座標を用いて計算される重心などの座標を用いてもよい。座標としては、直交座標系だけでなく、極座標系など様々な座標を用いることが可能である。極座標系を用いると、大きさを含む位置関係だけでなく、相対的な角度による位置関係を表現することも可能となる。

10 或いは、輪郭線に沿って時計回り又は反時計回りに順番に割り当てた番号を、位置に関する情報として採用してもよい。

さらに、分割輪郭線の位置に関する情報として、分割輪郭線の絶対的な位置や相対的な位置だけでなく、分割輪郭線の凸部が向く方位を含めてもよい。方位は、分割輪郭線に含まれる各点を楕円近似などで近似した際の長軸や短軸の向きとして記述できる。方位の記述方法は、楕円近似による方法に限定されることはなく、
15 例えば、分割輪郭線の二つの端点の位置を結ぶ直線に垂直な向きとして記述する方法など、様々な手法が考えられる。また、こうして方位を定める手法以外にも、（全体の輪郭線に関して）単純な凹凸で記述する手法も考えられる。

輪郭位置計算部 1 0 7 による位置計算は、一の物体に関する分割輪郭線相互の
20 位置関係を求めるためにも利用できる。また、一の画像に含まれる複数の輪郭線の相互位置関係を求めるためにも利用できる。複数の輪郭線の位置関係を見ることで、より正確な物体の認識が可能になり、また、輪郭線が物体の一部分を表している場合でもその物体を認識することが可能になる。さらに、一の物体について複数の輪郭線が抽出されるような場合にも有効である。

25 輪郭弧長・曲率・位置出力部 1 0 8 は、輪郭弧長計算部 1 0 5、輪郭曲率計算部 1 0 6 及び輪郭位置計算部 1 0 7 によってそれぞれ計算された弧長情報、曲率情報及び位置情報を、各分割輪郭線の特徴量を表す情報として輪郭弧長・曲率・位置情報記憶部 2 0 2 に出力する。輪郭弧長・曲率・位置出力部 1 0 8 より出力される情報の一例を図 8 に示す。

図8において、画像識別子F1が付与された輪郭線は、平滑化によって変曲点数がN1となったものであり、3つの分割輪郭線C1～C3に分割されている。分割輪郭線C1は、弧長S1、曲率K1、X座標X1、Y座標Y1及び方位D1を有している。分割輪郭線C2及びC3についても同様である。

- 5 画像判定部109は、輪郭弧長・曲率・位置情報記憶部202に格納されている情報（特徴量）に基づいて、2つの物体（画像）間の一致又は類似を判定する。この判定は、一の物体に最も類似する物体を検索するために利用することができる。また、一の物体を複数のグループのいずれかに分類するために、各グループを代表する物体と比較するために利用することができる。いずれにしても、画像
- 10 判定部は、一の物体に関する情報と、それとは異なる比較用物体の情報とを、輪郭弧長・曲率・位置情報記憶部202から取り出して比較し、一致／不一致（類似／非類似）を判定する。

- 画像判定部109による判定は、弧長、曲率、位置及び方位に関する情報の全部又は一部を互いに比較することにより行われる。各情報が示す値又はそれら情報から求められた値の差（パラメータの距離）が予め定めた閾値を下回る場合に、
- 15 「一致（類似）する」と判定し、そうでなければ「一致（類似）しない」と判定する。

- 図9A、図9B、図10A及び図10Bを参照して、2つの輪郭線の類似／非類似を判定する方法について具体的に説明する。ここでは2つの輪郭線として、
- 20 互いに異なるフォントの数字“5”を表す2つの輪郭線を例示する。

- 図9A及び図9Bは、互いに異なるフォントの数字“5”の輪郭線と、その輪郭線上の変曲点を示している。これらの輪郭線をそれぞれ複数の分割輪郭線に分割し、各分割輪郭線から弧長情報と曲率情報を得る。そして、得られた弧長情報と曲率情報をプロファイル化し、図10A及び図10Bにそれぞれ示すようなプロ
- 25 ファイルを得る。図10A及び図10Bにおいて、横軸は分割輪郭線の弧長を累積した長さ、縦軸は各分割輪郭線に対応する曲率である。

以上のようにして得られた2つの輪郭線についてのプロファイルの差を求める。その差は、例えば、弧長の累積した長さが互いに等しいときの曲率の差を、全弧長の累積した長さについて求めて合計した結果として得ることができる。こうし

て得られた差を、予め設定した閾値と比較することにより、2つの輪郭線の類似／非類似を判定する。

なお、上記例では、判定の対象となる2つの輪郭線がそれぞれ一つの物体の全体を表わしている場合について説明したが、判定の対象となる2つの輪郭線の少なくとも一方が、一つの物体の一部分を表している場合であっても、判定は可能である。これは、本実施の形態では、輪郭分割部104によって輪郭線を1以上の部分輪郭線に分割し、その部分輪郭線それぞれについて、弧長・曲率・位置及び方位に関する情報を求めるようにしたためである。したがって、本実施に形態によれば、遮蔽された物体または形状についても判定を行うことが可能である。

- 10 また、上記例では、複数の分割輪郭線の全てについての弧長情報と曲率情報を用いて類似／非類似の判定を行う例について説明したが、複数の分割輪郭線のうちの一部についての弧長情報と曲率情報とを用いて類似／非類似の判定を行うようにしてもよい。その場合、例えば、比較する2つの輪郭線に関して、弧長の長いものから順番に所定数の分割輪郭線を選択し、同一順番の分割輪郭線の曲率の
- 15 差を求める。そして、求めた曲率の差に、弧長の長さの順番に応じた重み付けを行い、重み付けされた曲率の差を合計する。こうして得られた合計に基づいて、2つの輪郭線の類似／非類似の判定を行う。この方法によれば、全ての情報を用いる必要がないので、計算量を低減でき、高速処理が可能になる。

- 20 上述した判定は、平滑化レベルごとに行われる。上述したように、各物体の輪郭線は、複数平滑化レベルに平滑化されており、各平滑化レベルの平滑化輪郭線についてそれぞれ特徴量が求められる。平滑化レベルの最も高いものから最も低いものまで、各レベル毎に特徴量を比較することにより物品の形状の類似度を求める。

- 25 平滑化レベルが高くなると、全ての図形（輪郭線）は凸図形に収束する。このため、平滑化レベルが高くなるに従い、2つの物体の形状は「一致（類似）する」と判定される可能性が高くなる。したがって、どの平滑化レベルで「一致（類似）する」と判定されたかによって、2つの物体の形状の類似度を表すことができる。例えば、同一の物体の輪郭線は、全ての平滑化レベルで「一致（類似）する」と判定される。また、よく似た物体の輪郭線は、平滑化レベルが比較的低い段階か

ら「一致（類似）する」と判定される。また、ある程度似ている物体の形状は、平滑化レベルが高くなると「一致（類似）する」と判定される。そして、全く似ていない物体の形状は、平滑化レベルが高くなっても「一致（類似）しない」と判定される。このようにして、多段階の平滑化レベルを採用することによって、

5 どの画像がどの画像と、どの程度「類似」しているかが判定できるようになる。

図11に、2種類のフォントA、Bの数字“4”、“7”及び“3”をそれぞれ多段階のレベルに平滑化処理した例を示す。平滑化レベルは6段階であって、図の左側から右側に向かうほど平滑化レベルは高くなっている。

各数字の類似／非類似の判定結果は、使用される特徴量及び設定される閾値等

10 によって異なる場合もあり得るが、例えば、以下のような判定結果となる。

平滑化レベル5及び6（図の右から1列目及び2列目）では、全ての数字が「類似」と判定される。

平滑化レベル4（図の右から3列目）では、数字“4”と数字“7”及び“3”とが、「非類似」と判定される。

15 平滑化レベル3（図の左から3列目）では、数字“7”と数字“3”とが、「非類似」と判定される。

平滑化レベル1（図の左から1列目）では、フォントAの数字“4”とフォントBの数字“4”、及びフォントAの数字“3”とフォントBの数字“3”が、それぞれ「非類似」と判定される。

20 以上の結果、類似度を平滑化レベル1～6で表すものとする、フォントAの数字“7”とフォントBの数字“7”の類似度は「1」、フォントAの数字“4”とフォントBの数字“4”及びフォントAの数字“3”とフォントBの数字“3”の類似度はそれぞれ「2」となる。また、フォントに関わらず、数字“7”と数字“3”の類似度は「4」となり、数字“4”と数字“7”又は“3”の類似度

25 は「5」となる。

以上のようにして、画像判定部109は、2つの輪郭線の類似／非類似を、平滑化レベルごとに行うことで、それらの輪郭線がどの程度似ているかを表す類似度を求めることができる。

なお、画像判定部109による類似度の判定は、必ずしも平滑化を用いて行う

必要はない。例えば、弧長の長い部分輪郭や、ある図形に特有の部分輪郭から多段階に比較していくなどの手法によっても、これを代用できる。

次に、図1の画像処理装置の動作例について説明する。

図12は、図1の画像処理装置の動作の例を示すフローチャートである。図示のように、まず、画像処理装置の画像情報取得部101は、ユーザーが指定する画像情報を取得する（ステップS1001）。画像情報の取得は、ユーザーの指定に限らず、自動的に取得するようにしてもよい。例えば、センサー等の検出結果に応じて撮像手段からの画像を取得する。

次に、指定されたすべての画像情報を取得したかどうかを確認する（ステップS1002）。指定されたすべての画像情報の取得が完了していない場合（ステップS1002でNO）、指定されたすべての画像情報を取得するまでステップS1001及びS1002を繰り返す。指定されたすべての画像情報を取得すると（ステップS1002でYES）、画像情報取得部101は、取得した画像情報を輪郭抽出部102へ送る。

輪郭抽出部102は、画像情報取得部101から送られてきた画像情報に基づき、画像に含まれる輪郭情報を抽出する（ステップS1003）。輪郭情報の抽出は、閾値以上の長さの輪郭線など、予めユーザーが設定する等した所定の基準を満たすもののみについて行うことができる。輪郭抽出部102が抽出した輪郭情報は、輪郭平滑化部103へ送られる。

次に、輪郭平滑化部103は、輪郭抽出部102からの輪郭情報に基づいて、輪郭線の平滑化を行う（ステップS1004）。変曲点の数を検出し（ステップS1005）、変曲点の数が予め設定された数（ある平滑化段階に対応）に減少したか否か判定する（ステップS1006）。平滑化は、変曲点の数が予め設定された数に一致（減少）するまで繰り返される。複数段階の平滑化を行うため、ステップS1006で使用する予め設定された数は、平滑化レベルに応じて異なる値とする。

輪郭分割部104は、ある段階に平滑化された輪郭線を1つ以上の分割輪郭線に分割する（ステップS1007）。この分割は、平滑化輪郭線の曲がり具合に関して特徴的な点を分割点として行う。

輪郭分割部 104 で分割された分割輪郭線の各々について、輪郭弧長計算部 105 は、弧長を計算し（ステップ S1008）、輪郭曲率計算部 106 は、曲率を計算し（ステップ S1009）、輪郭位置計算部 107 は、位置を計算する（ステップ S1010）。

- 5 輪郭弧長・曲率・位置出力部 108 は、ステップ S1005 から S1007 で計算された弧長・曲率・位置情報を輪郭弧長・曲率・位置情報記憶部 202 へ出力し格納させる（ステップ S1011）。

その後、又はステップ S1007～S1011 に並行して、輪郭平滑化部 103 は、変曲点の数がゼロまたはあらかじめ指定された個数以下になったか否か判定する（ステップ S1012）。即ち、複数段階の全てについて平滑化輪郭線が得られたか否か判定する。全ての平滑化レベルの平滑化輪郭線が得られていない場合には、ステップ S1004 に戻り、その後の処理を繰り返す。

次に、輪郭抽出部 102 は、画像情報取得部 101 からの画像情報に含まれる輪郭線の全てを抽出したか否か判定する（ステップ S1013）。これは、複数の輪郭線が存在する場合、特に一つの物体が複数の輪郭線を持つ場合（複数のパーツからなる場合）、のための処理である。抽出されていない輪郭線が存在する場合には、ステップ S1003～S1013 を繰り返す。

20 ステップ S1013 において YES と判定されると、画像判定部 109 は、輪郭弧長・曲率・位置情報記憶部 202 に格納されている情報に基づいて、ある画像が、他の 1 つ以上の画像と相互に類似するか否か判定を行う。この判定は、平滑化レベルごとに行われる。

例えば、ある画像（検索キー画像）に最も似ている画像を複数の画像（検索対象画像）の中から検索する場合、輪郭弧長・曲率・位置情報記憶部 202 に格納されている検索キー画像に関する情報と、検索対象画像に関する情報とを比較する。

25 まず、それぞれの画像について平滑化の度合いの最も低い（最上位の階層の）輪郭線から得た情報同士を比較する（ステップ S1014）。一致（又は類似）する情報が存在する場合（ステップ S1015 で YES）、その情報に対応するが検索画像を類似画像として出力する（ステップ S1017）。

一致（又は類似）する情報が存在しない場合（ステップS 1 0 1 5でNO）、一段階平滑化レベルを高めた（一段下の階層の）輪郭線から得た情報同士を比較する（ステップS 1 0 1 6）。一致（又は類似）する情報が存在する場合（ステップS 1 0 1 5でYES）、その情報に対応するが検索画像を類似画像として出力する（ステップS 1 0 1 7）。一致（又は類似）する情報が存在しない場合（ステップS 1 0 1 5でNO）、さらに一段平滑化レベルを高めた輪郭線から得た情報同士を比較する。以降、一致（又は類似）する情報が存在すると判定されるまで、又は、最も度合いの高い平滑化レベルについて判定を終えるまで、ステップS 1 0 1 5～S 1 0 1 6が繰り返される。

10 なお、ここでは、最も類似する画像を出力する場合について説明したが、検索結果を類似度として出力するようにしてもよい。この場合、検索対象画像として、複数種類のグループの代表画像（判断基準画像）を用意しておくことで、検索キー画像がどのグループに属し、どの程度似ているかを、出力結果とすることができ

15 以上のように、本実施の形態によれば、複数段階に平滑化した複数の平滑化輪郭線のそれぞれを一つ以上の曲線に分割し、分割された各曲線を曲がり具合と位置関係とを含むパラメータで表現し、平滑化レベルごとにパラメータ（特徴量）を比較するようにしたことで、2つの画像の類似度を適切に評価することができる。

20 また、複数の分割輪郭線をそれぞれパラメータで表現する（分割輪郭線ごとに特徴量を求める）ようにしたことで、遮蔽に対してロバストな画像認識を行うことができる。

さらに、分割点と、特徴量を適切に選択することで、幾何変換に対してロバストな画像認識を行うことができる。

25 次に、本発明の第2の実施の形態に係る物体または形状を表現するための表現方法の実現に用いられる画像処理装置について、図面を参照して詳細に説明する。

図13は、本発明の第2の実施の形態に係る物体または形状を表現するための表現方法を実現に用いられる画像処理装置の構成を示すブロックである。図1の画像処理装置との相違は、輪郭曲率計算部106に代えて輪郭占有面積計算部1

1 1 を、輪郭弧長・曲率・位置出力部 1 0 8 に代えて輪郭弧長・占有面積・位置出力部 1 1 2 を、それぞれ有している点である。また、これらの変更に伴い、輪郭弧長・曲率・位置記憶部 2 0 2 は、輪郭弧長・占有面積・位置情報記憶部 2 0 3 に名称変更されている。さらに、同一名称であっても、上記変更に対応するため、図 1 の画像処理装置とは異なる機能を有する要素も存在する。以下、図 1 の画像処理装置と異なる点について説明する。

輪郭占有面積計算部 1 1 1 は、輪郭分割部 1 0 4 によって分割された分割輪郭線のそれぞれについて特徴的な面積（輪郭占有面積ともいう）を計算する。第 1 の実施の形態において用いたアフィン曲率は、値の変動が激しく扱いが難しい。これに対して輪郭占有面積は、変動幅が限定的で扱いやすく、物体または形状の認識が容易となる。

ここで、特徴的な面積とは、例えば、図 1 4 に示すように各分割輪郭線 2 0 0 0 1 に依存して定まる面積である。つまり、各分割輪郭線の形状によって決定できる点を用いて計算される面積である。詳述すると、分割輪郭線 2 0 0 0 1 の両端点 2 0 0 0 2 及び 2 0 0 0 3 と、分割輪郭線 2 0 0 0 1 のアフィン弧長で表現された輪郭弧長を等分（ここでは、3 等分）する点 2 0 0 0 4 及び 2 0 0 0 5 の 4 点を結ぶ四角形の面積を、特徴的な面積とすることができる。分割輪郭線 2 0 0 0 1 の両端点 2 0 0 0 2 及び 2 0 0 0 3 を結ぶ直線と分割輪郭線 2 0 0 0 1 とで囲まれた領域の面積を、特徴的な面積とすることもできる。しかしながら、四角点 2 0 0 0 2 ~ 2 0 0 0 5 で囲まれた領域の面積を用いる方が望ましい。これら四角点は、射影変換に対して不変量である端点と、アフィン変換に対して不変量となるアフィン弧長を 3 等分する二点なので、これら四角点に囲まれた面積は、等積アフィン変換に対して不変量となり、幾何変換に対してロバストな量となるためである。なお、アフィン弧長で表現された輪郭弧長の分割数は、2 以上（2 等分以上）であればよい。分割数が 2 の場合、輪郭占有面積計算部 1 1 1 は、分割輪郭線 2 0 0 0 1 の両端点 2 0 0 0 2 及び 2 0 0 0 3 と、一つの分割点を結ぶ三角形の面積を輪郭占有面積として求める。

各分割輪郭線について輪郭占有面積を求めることにより、分割輪郭線が 2 個以上あれば、それぞれの相対関係を求めることが可能となり、第 1 の実施の形態よ

りもより部分的な形状しか検出できない場合の認識に有効となる。

輪郭弧長と輪郭占有面積は、共に等積アフィン変換に対しての不変量であるため、両者の比を取ることで、拡大縮小を伴うアフィン幾何変換に対しての不変量を提供することができる。

- 5 輪郭弧長・占有面積・位置出力部 1 1 2 は、輪郭弧長計算部 1 0 5、輪郭占有面積計算部 1 1 1、輪郭位置計算部 1 0 7 によってそれぞれ計算された弧長情報・占有面積情報・位置情報を、輪郭弧長・占有面積・位置情報記憶部 2 0 3 に出力する。輪郭弧長・占有面積・位置出力部 1 1 2 によって出力される情報は、輪郭弧長・曲率・位置出力部 1 0 8 によって出力される情報（図 8）と同様である。
- 10 ただし、曲率情報に代わって占有面積情報が含まれる。

なお、輪郭位置計算部 1 0 7 は、第 1 の実施の形態とは異なり、輪郭占有面積計算部 1 1 1 による占有面積の導出手法と同様の手法で、輪郭位置を計算するようにしてもよい。この手法を採用することによって、アフィン幾何変換に対して不変に位置関係を記述することが可能となる。

- 15 また、位置関係から計算される不変量を特徴量に加えてもよい。位置関係から計算される不変量とは、例えば、輪郭分割部 1 0 4 によって計算された各分割点（変曲点）のうち、代表的な四点を抽出し、その四点に囲まれる面積である。この量は、等積アフィン幾何変換に対しての不変量を提供する。さらに、この四点の対角線で分断される二つの三角形の面積の比を取ることによって、拡大縮小を伴うアフィン幾何変換に対しての不変量が得られる。
- 20 以下、図 1 5 を参照し、図 1 3 に示す画像処理装置の動作について説明する。

- 図 1 2 と異なる点は、ステップ S 1 0 0 9 に代えて、輪郭占有面積計算部 1 1 1 が占有面積を計算する点（ステップ S 1 1 0 1）である。これに伴い、ステップ S 1 0 1 1 も、輪郭弧長・占有面積・位置出力部 1 1 2 が、ステップ S 1 0 0 8、
- 25 S 1 1 0 1 及び S 1 0 1 0 で計算された弧長・占有面積・位置情報を出力するステップ S 1 1 0 2 に変更されている。

本実施の形態によれば、アフィン曲率に変えて輪郭占有面積を用いたことで、第 1 の実施の形態による効果に加え、求めた特徴量が扱いやすく、物体または形状の認識を容易に行うことができる。

次に、本発明の第3の実施の形態に係る物体または形状を表現するための表現方法を実現に用いられる画像処理装置について、図面を参照して詳細に説明する。

図16は、本発明の第3の実施の形態に係る物体または形状を表現するための表現方法の実現に用いられる画像処理装置の構成を示すブロックである。図1の
5 画像処理装置との相違は、変曲点抽出部121、輪郭方位計算部122、座標変換部124を新たに加えた他、輪郭弧長・曲率・位置出力部108に代えて輪郭弧長・曲率・位置・方位出力部123を有している点である。さらに、同一名称であっても、上記変更に対応するため、図1の画像処理装置とは異なる機能を有する要素も存在する。以下、図1の画像処理装置と異なる点について説明する。

10 変曲点抽出部121は、第1の実施の形態における輪郭分割部104と同様の方法で輪郭上の変曲点を抽出する。ここで、変曲点が観測されない場合、抽出される変曲点の個数はゼロである。

輪郭分割部104は、第1の実施の形態における輪郭分割部104において、変曲点を輪郭分割点としていた方法とは異なり、変曲点間の領域（輪郭セグメントとする）をさらに分割する（輪郭サブセグメントとする）。輪郭セグメントを分割する方法は、例えば、一つの輪郭セグメント内の輪郭サブセグメントの個数が等しくなるようにし、一つの輪郭セグメント内での輪郭サブセグメントは、弧長が等しくなるように分割する。この、輪郭サブセグメントを生成する方法は、本
15 手法のみに限らず、如何なる手法を用いてもよい。これに伴い、輪郭弧長計算部105以降の装置は、前記輪郭サブセグメントそれぞれに対して処理を行うものとする。

輪郭方位計算部122は、第1の実施の形態に対して、新たに加えられた処理部である。第1の実施の形態では、輪郭位置計算部107が方位を計算する場合があったが、第3の実施の形態では、輪郭方位計算部122がこれを行う。これ
25 に伴って、輪郭位置計算部107は、方位情報とは異なる位置を計算する。例えば、直交座標系を用い、画像内での二次元位置を特定するように位置を計算することができる。輪郭方位計算部122の追加に伴い、輪郭弧長・曲率・位置出力部108は、輪郭弧長・曲率・位置情報に加え、新たに方位をも出力する輪郭弧長・曲率・位置・方位出力部123に変更され、同様に、輪郭弧長・曲率・位置

情報記憶部 202 は、輪郭弧長・曲率・位置・方位情報記憶部 204 に変更されている。

座標変換部 124 は、画像情報取得部 101 において取得された画像の座標を、画像情報記憶部 201 に含まれる画像のそれぞれに対応するように、適切に変換する。また、座標変換部 124 は、輪郭弧長・曲率・位置・方位出力部 123 から出力された輪郭弧長・曲率・位置・方位情報についても座標変換する。座標変換は、画像情報取得部 101 において取得された画像に関して出力された輪郭弧長・曲率・位置・方位情報が、画像情報記憶部 201 に含まれるそれぞれの画像に対応する輪郭弧長・曲率・位置・方位情報のそれぞれと、最も近似するように行われる。座標変換には、例えば二次元の直交座標系における並進、回転、拡大縮小、アフィン幾何変換、射影幾何変換などの線形変換を用いることができる。座標変換に用いる変換手段は線形変換・非線形変換を問わず、如何なる変換手段を用いてもよい。

次に、図 17 を参照し、図 16 に示す画像処理装置の動作について説明する。図 12 と異なる点は、ステップ S1010 の後に、輪郭方位計算部 122 が、輪郭方位を計算する点 (S1201) である。これに伴い、ステップ S1011 も、輪郭弧長・曲率・位置・方位出力部 123 が、ステップ S1008、S1009、S1010、S1201 で計算された弧長・曲率・位置・方位情報を出力するステップ S1202 に変更されている。さらに、図 17 では、ステップ S1007 において分割された部分輪郭は前記サブセグメントに対応する。また、ステップ S1014 における画像の探索は、座標変換部 124 における座標変換処理を伴う。

本実施の形態によれば、輪郭をセグメントおよびサブセグメントの二段階で分割したこと、並びに座標変換を用いたことで、第 1 の実施の形態による効果に加え、以下の効果が期待できる。

まず、セグメントは、二つの画像の対応点を高速に探索するのに寄与する。

次に、サブセグメントは、セグメント内（変曲点間）の局所的な輪郭の特徴を詳細に記述できる。

最後に、座標変換は、画像の歪みに関わらずロバストな画像認識を行うのに寄

与する。

以上、本発明についていくつかの実施の形態に即して説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものでなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、種々の変更、変形が可能である。

5 例えば、上記実施の形態では、輪郭弧長計算部 1 0 5 と輪郭曲率計算部 1 0 6 または輪郭占有面積計算部 1 1 1 との組み合わせを例示したが、これら組合せに代えて、輪郭曲率計算部 1 0 6 と輪郭占有面積計算部 1 1 1 との組合せを用いることもできる。さらに、輪郭方位計算部 1 2 2 を組み合わせてもよい。これらの場合、他の関連する構成要素は、その組合せに応じて、適宜変更される。

10 また、上記実施の形態では、画像処理を専門に行う画像処理装置について説明したが、通常の計算機（コンピュータ）に上記処理を行うプログラムを実行させることにより、画像処理装置として動作させるようにしてもよい。即ち、本発明は、計算機に上述した画像処置方法を実行させるプログラムとして提供され得る。あるいは、当該プログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な一時的でない情報記録媒体として提供され得る。通常、計算機を用いて、例えば、図 1 の画像処理装置として動作させる場合、計算機は、少なくとも制御部 1 0、メモリ 2 0 及び入出力部 3 0 を有していればよい。メモリ 2 0 が、プログラムを格納するとともに、画像情報記憶部 2 0 1 と輪郭弧長・曲率・位置情報記憶部 2 0 2 を兼ねる。また、制御部 1 0 が、プログラムを実行することにより、画像情報取得部 1 0 1 ～画像判定部 1 0 9 を兼ねる。必要により、情報記録媒体からプログラムを読み取り、読み取ったプログラムをメモリ 2 0 等へ送る読取装置が設けられる。

また、上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

（付記 1）画像データを処理することによって、前記画像データが表す画像に含まれる物体の輪郭線を特定し、前記輪郭線を段階的に平滑化して複数段階の平滑化輪郭線を得、前記複数段階の平滑化輪郭線の各々について特徴量を求め、求めた各段階の平滑化輪郭線についての特徴量と、予め比較用物体に関して求めておいた各段階に対応する特徴量とに基づいて、前記物体と前記比較用物体との類似度を求める、ことを特徴とする画像処理方法。

(付記 2) 前記特徴量を求める工程は、前記複数段階の平滑化輪郭線のそれぞれを 1 以上の部分輪郭線に分割し、前記分割輪郭線のそれぞれについて特徴量を求める、ことを特徴とする付記 1 に記載の画像処理方法。

5 (付記 3) 前記特徴量が、各部分輪郭線の位置と曲がり具合に関する情報を含むことを特徴とする付記 2 に記載の画像処理方法。

(付記 4) 前記曲がり具合に関する情報は、前記部分輪郭線上に存在する複数の点又は前記部分輪郭線の形状に依存して定まる複数の点を結ぶ直線に囲まれた領域の面積であることを特徴とする付記 3 に記載の画像処理方法。

10 (付記 5) 前記曲がり具合に関する情報は、前記部分輪郭線上に存在する複数の点又は前記部分輪郭線の形状に依存して定まる複数の点を結ぶ直線に囲まれた領域の面積、前記部分輪郭線の弧長、及び前記部分輪郭線の曲率のうち、いずれか 2 つ以上の組み合わせであることを特徴とする付記 3 に記載の画像処理方法。

(付記 6) 前記曲線の曲がり具合に関する情報は、前記曲線の弧長及び曲率の二つにより表されることを特徴とする付記 5 に記載の画像処理方法。

15 (付記 7) 前記弧長及び前記曲率は、それぞれアフィン弧長及びアフィン曲率であることを特徴とする付記 6 に記載の画像処理方法。

(付記 8) 前記部分輪郭線上に存在する複数の点及び前記部分輪郭線の形状に依存して定まる複数の点は、アフィン幾何変換に対して不変位置にあることを特徴とする付記 4 乃至 7 のいずれかに記載の画像処理方法。

20 (付記 9) 前記部分輪郭線への分割を行う分割点は、前記輪郭線上の曲率の符号が変化する変曲点を含むことを特徴とする付記 2 乃至 8 のいずれかに記載の画像処理方法。

25 (付記 10) 前記部分輪郭線への分割を行う方法は、前記輪郭線上の曲率の符号が変化する変曲点をもとに大域的に分割し、さらに、変曲点の間の領域を局所的に分割することによる、二段階の分割方法を用いることを特徴とする付記 2 乃至付記 9 の何れかに記載の画像処理方法。

(付記 11) 前記面積は、前記部分輪郭線の両側の端点と、当該部分輪郭線をアフィン弧長に基づいて複数の分割したときの分割点とによって定まる領域の面積であることを特徴とする付記 4 乃至 5 のいずれかに記載の画像処理方法。

(付記 1 2) 前記部分輪郭線の位置に関する情報は、アフィン幾何変換に対して不変な量であることを特徴とする付記 3 乃至 1 1 のいずれかに記載の画像処理方法。

5 (付記 1 3) 前記部分輪郭線の位置に関する情報は、前記輪郭線に沿って順番に付与される番号、又は座標であることを特徴とする付記 3 乃至 1 2 のいずれかに記載の画像処理方法。

(付記 1 4) 前記特徴量は、さらに各部分輪郭線の方位に関する情報を含むことを特徴とする付記 1 乃至 1 3 のいずれかに記載の画像処理方法。

10 (付記 1 5) 付記 1 乃至 1 4 のいずれかに記載の画像処理方法を実行する画像処理装置。

(付記 1 6) 付記 1 乃至 1 5 のいずれかに記載の画像処理方法を計算機に実行させるプログラム。

産業上の利用可能性：

15 本発明によれば、一般的な画像や動画内での物体の認識において、所望の画像の検索や、画像の分類といった用途に適用可能である。特に、類似するが異なる画像の検索や分類といった用途に適用可能である。

この出願は、2010年11月26日に出願された日本出願特願2010-263877号及び2011年9月28日に
20 出願された日本出願特願2011-213005号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明：

10	制御部
20	メモリ
25 30	入出力部
101	画像情報取得部
102	輪郭抽出部
103	輪郭平滑化部
104	輪郭分割部

	1 0 5	輪郭弧長計算部
	1 0 6	輪郭曲率計算部
	1 0 7	輪郭位置計算部
	1 0 8	輪郭弧長・曲率・位置出力部
5	1 0 9	画像判定部
	1 1 1	輪郭占有面積計算部
	1 1 2	輪郭弧長・占有面積・位置出力部
	1 2 1	変曲点抽出部
	1 2 2	輪郭方位計算部
10	1 2 3	輪郭弧長・曲率・位置・方位出力部
	1 2 4	座標変換部
	2 0 4	輪郭弧長・曲率・位置・方位情報記憶部
	2 0 1	画像情報記憶部
	2 0 2	輪郭弧長・曲率・位置情報記憶部
15	2 0 3	輪郭弧長・占有面積・位置情報記憶部
	2 0 0 0 1	分割輪郭線
	2 0 0 0 2, 2 0 0 0 3	端点
	2 0 0 0 4, 2 0 0 0 5	アフィン弧長で表現された輪郭弧長を等分する 点

請 求 の 範 囲

[請求項 1]

物体または形状を表現するための情報表現方法であって、

- 5 前記物体または形状の全体または一部の輪郭形状をひとつまたは複数の曲線に分割し、

前記輪郭形状を、前記分割された各曲線の曲がり具合と位置関係とを含むパラメータで表現する

ことを特徴とする物体または形状の情報表現方法。

10 [請求項 2]

前記曲線の曲がり具合は、

前記曲線上または曲線の形状によって位置を決定できる複数の点を用いて計算された面積で表される

ことを特徴とする請求項 1 に記載の物体または形状の情報表現方法。

15 [請求項 3]

前記曲線の曲がり具合は、

前記曲線上または曲線の形状によって位置を決定できる複数の点を用いて計算された面積、前記曲線の弧長または、前記曲線の曲率のうち、何れか二つ以上により表される

- 20 ことを特徴とする請求項 1 に記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 4]

前記曲線の曲がり具合は、

前記曲線の弧長および、前記曲線の曲率、

の二つにより表される

- 25 ことを特徴とする請求項 1 または 3 に記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 5]

前記曲線の弧長及び前記曲線の曲率は、

それぞれアフィン弧長及びアフィン曲率である

ことを特徴とする請求項 1、3 または 4 に記載の物体または形状の情報表現方

法。

[請求項 6]

前記曲線上または曲線の形状によって位置を決定できる複数の点の位置は、
アフィン幾何変換に対して不変な位置である

- 5 ことを特徴とする請求項 1 から 5 の何れかに記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 7]

前記分割を行う分割点は、
輪郭上の曲率の符号が変化する変曲点を含む

- 10 ことを特徴とする請求項 1 から 6 の何れかに記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 8]

前記分割を行う方法は、
輪郭上の曲率の符号が変化する変曲点をもとに大域的に分割し、
15 さらに、変曲点の間の領域を局所的に分割することによる、
二段階の分割方法を用いる、

ことを特徴とする請求項 1 から 7 の何れかに記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 9]

- 20 前記曲線によって定義される面積は、
前記曲線を、曲線のアフィン弧長を指標として複数に分割する分割点および曲線の端点のうちの三点以上を用いて導出される

ことを特徴とする請求項 1 から 8 の何れかに記載の物体または形状の情報表現方法。

- 25 [請求項 10]

前記曲線間の位置関係は、
アフィン幾何変換に対して不変な量で表される

ことを特徴とする請求項 1 から 9 の何れかに記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 1 1]

前記曲線の位置関係は、

前記分割された各曲線の位置関係または、複数の前記輪郭形状における分割された各曲線の位置関係である

- 5 ことを特徴とする請求項 1 から 1 0 の何れかに記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 1 2]

前記曲線の位置関係は、

前記各曲線の順番あるいは座標を含む客観的な指標から選択された一以上の指

- 10 標により表される

ことを特徴とする請求項 1 から 1 1 の何れかに記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 1 3]

前記分割された各曲線は、

- 15 前記曲線の曲がり具合と位置関係とさらに方位とを含むパラメータで表現される

ことを特徴とする請求項 1 から 1 2 の何れかに記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 1 4]

- 20 前記分割された各曲線は、複数の階層化された情報で表現される、ことを特徴とする請求項 1 から 1 3 の何れかに記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 1 5]

二つの前記物体または形状を照合する際に、

- 25 前記情報表現は、幾何変換を伴う、ことを特徴とする請求項 1 から 1 4 の何れかに記載の物体または形状の情報表現方法。

[請求項 1 6]

物体または形状の全体または一部の輪郭形状をひとつまたは複数の曲線に分割する分割手段、及び前記輪郭形状を、前記分割された各曲線の曲がり具合と位置関係とを含むパラメータで表現するパラメータ算出手段、を備えることを特徴と

する物体または形状の情報表現するシステム。

[請求項 17]

物体または形状の全体または一部の輪郭形状をひとつまたは複数の曲線に分割するステップ、及び前記輪郭形状を、前記分割された各曲線の曲がり具合と位置

5 関係とを含むパラメータで表現するステップ

をコンピュータに実行させるプログラム。

[請求項 18]

物体を含む画像を表す画像データを処理することにより、前記物体の輪郭線の少なくとも一部を一つ以上の曲線に分割し、前記一つ以上の曲線の各々を、曲がり

10 り具合を表す第1のパラメータと位置を表す第2のパラメータとを用いて表現する、ことを特徴とする物体形状の表現方法。

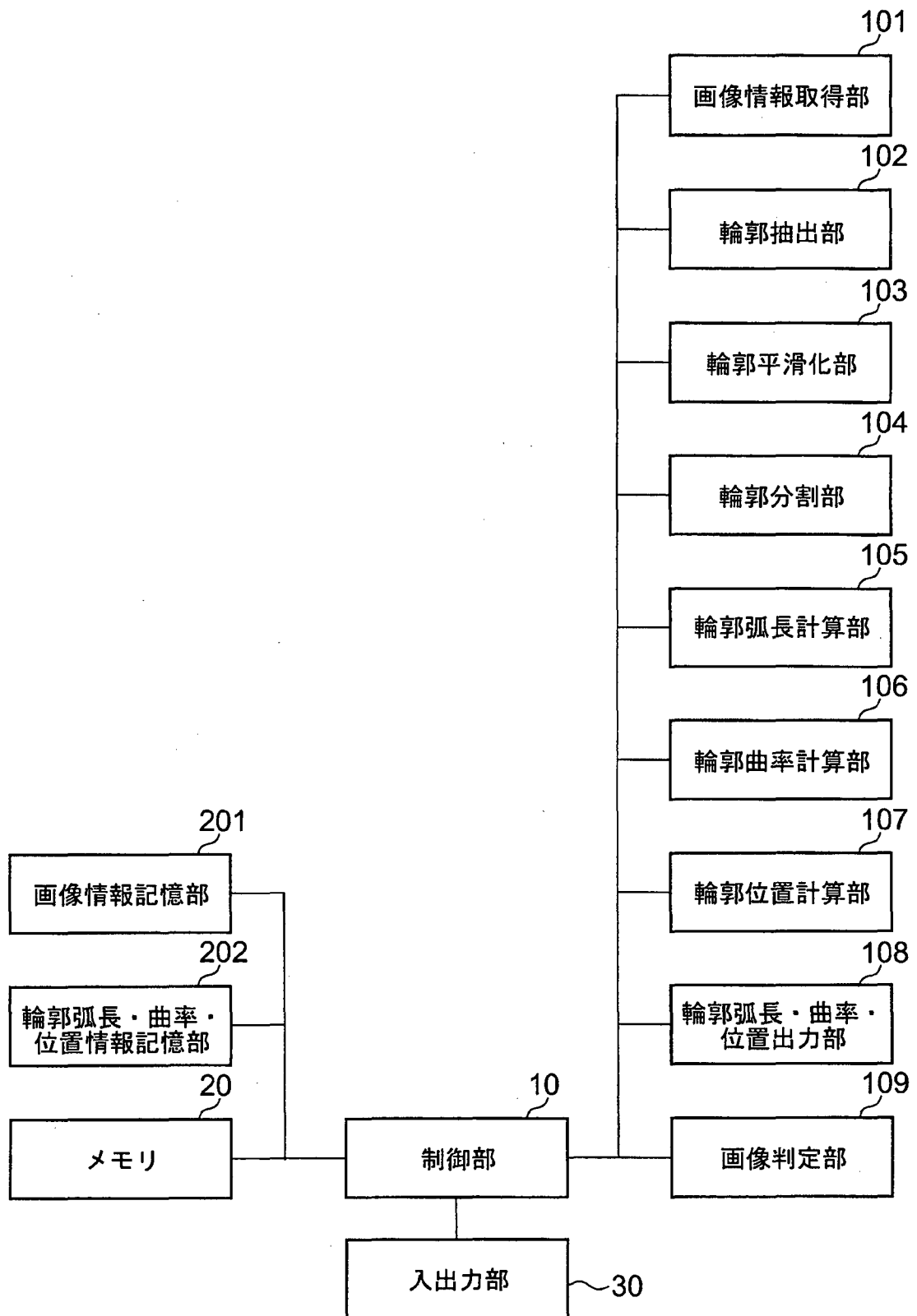


図 1

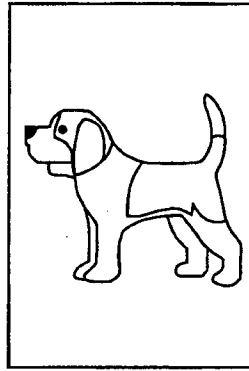


図 2

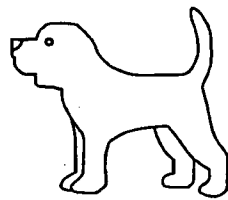


図 3

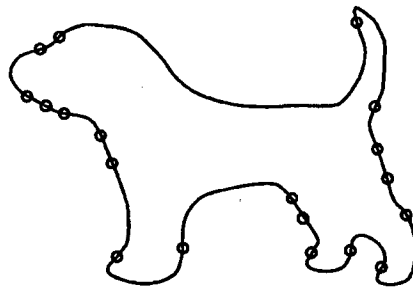


図 4

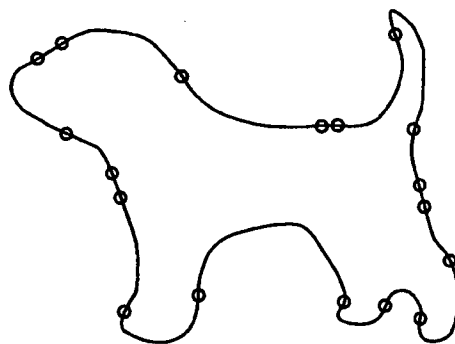


図 5

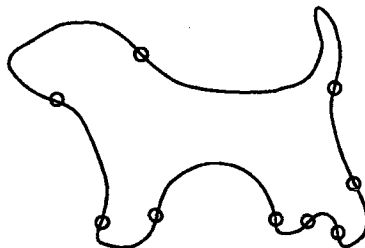


図 6

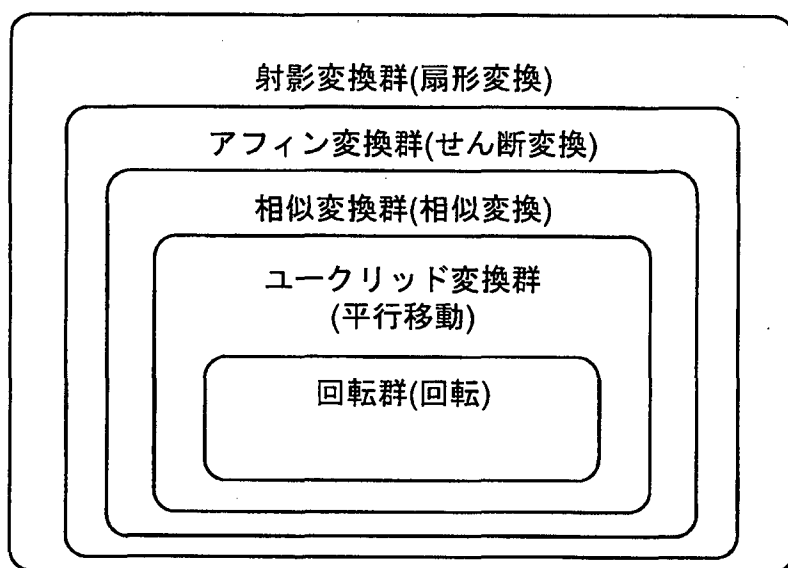


図 7

画像 識別子	平滑化 変曲点数	分割輪郭 識別子	弧長	曲率	X座標	Y座標	方位
F1	N1	C1	S1	K1	X1	Y1	D1
	N1	C2	S2	K2	X2	Y2	D2
	N1	C3	S3	K3	X3	Y3	D3
...	...	...	...	...	...	...	...

図 8

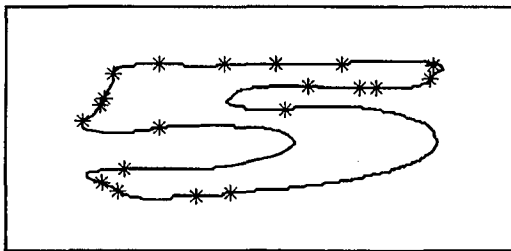


図 9A

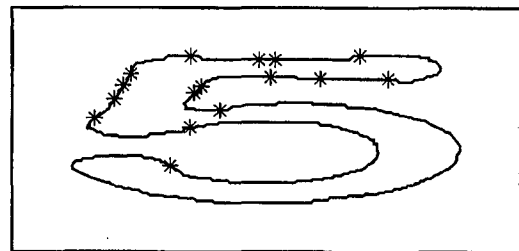


図 9B

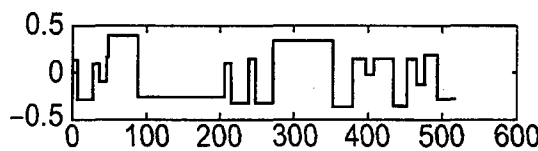


図 10A

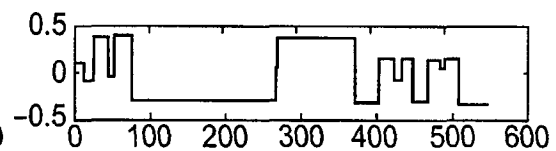


図 10B

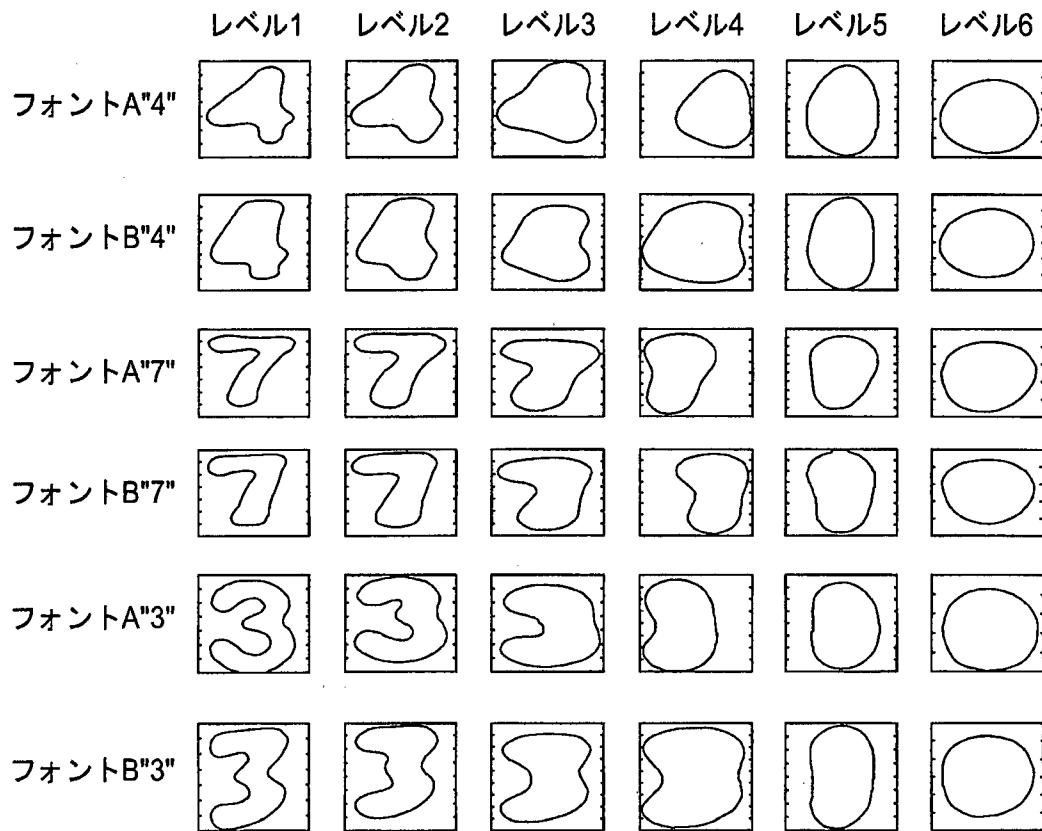


図 11

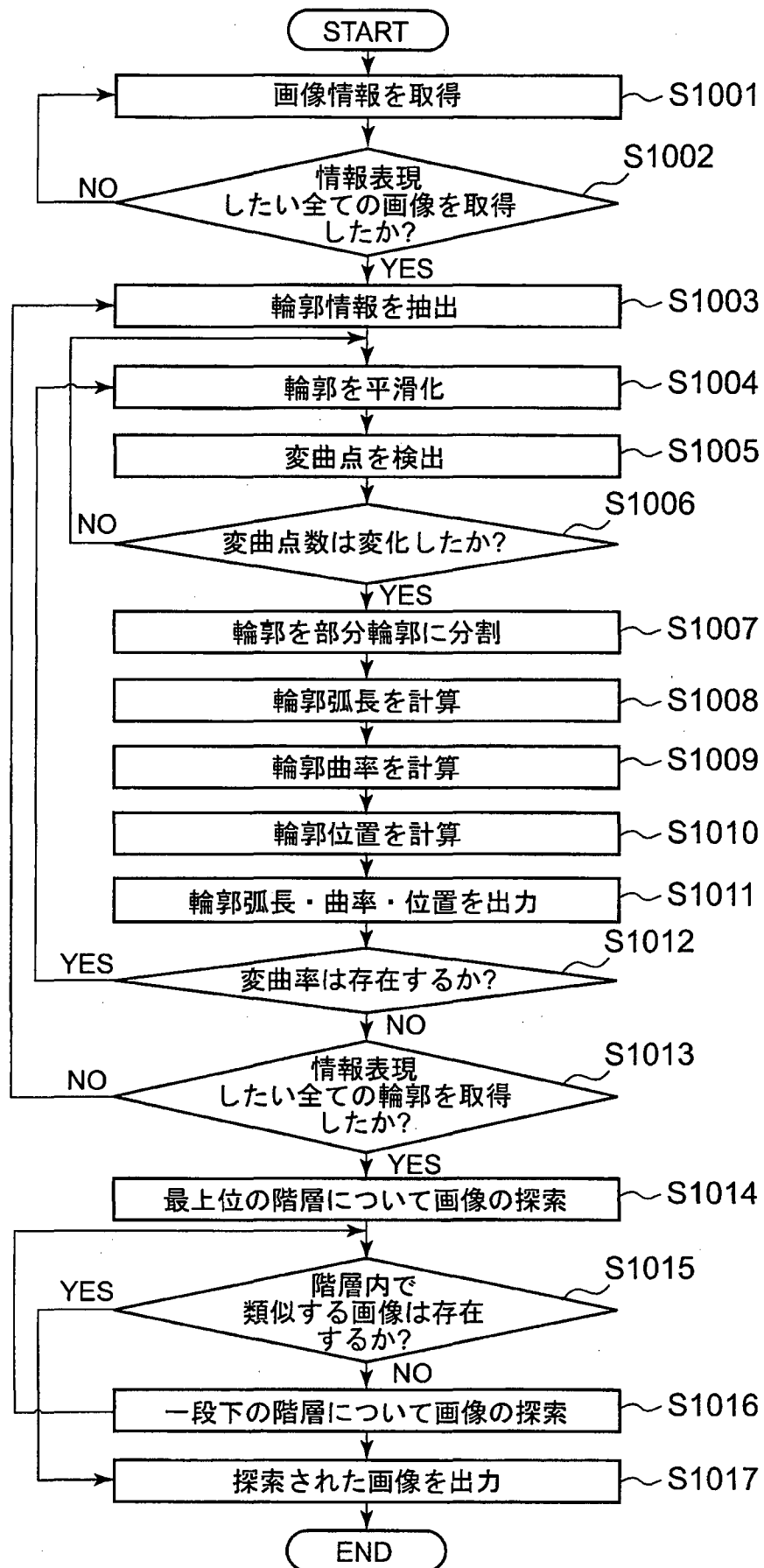


図 12

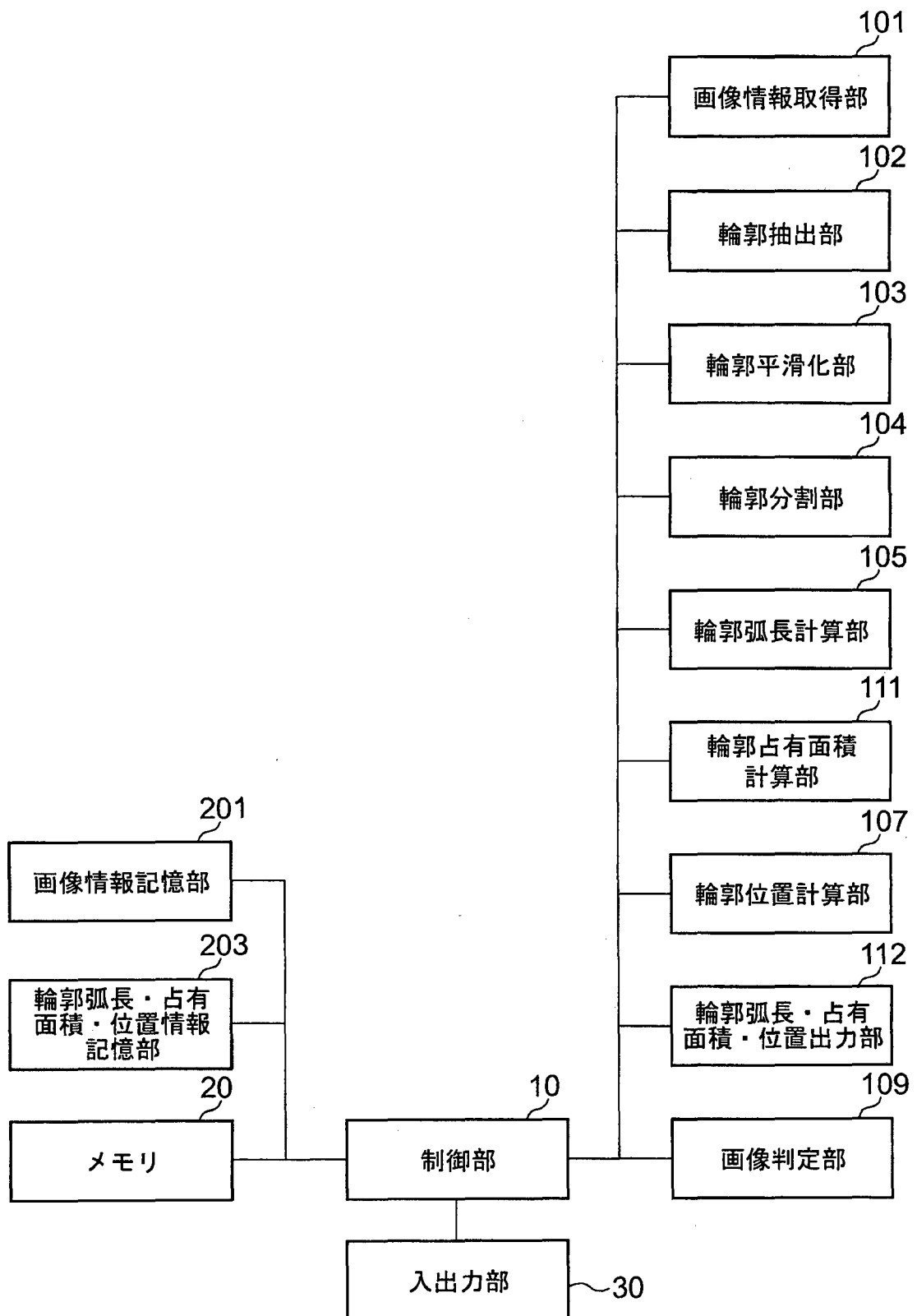


図 13

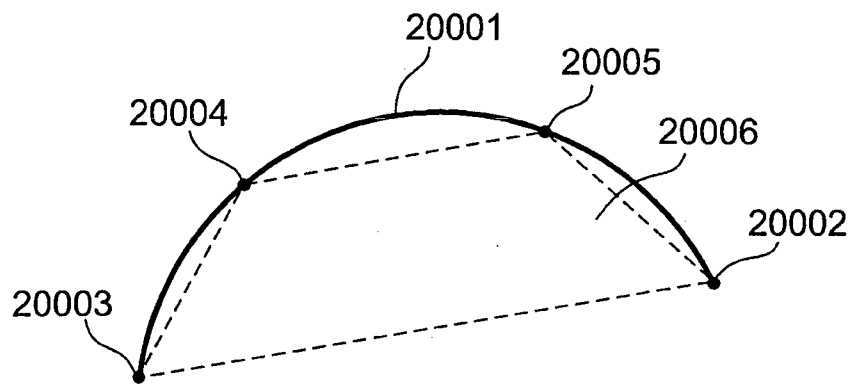


図 14

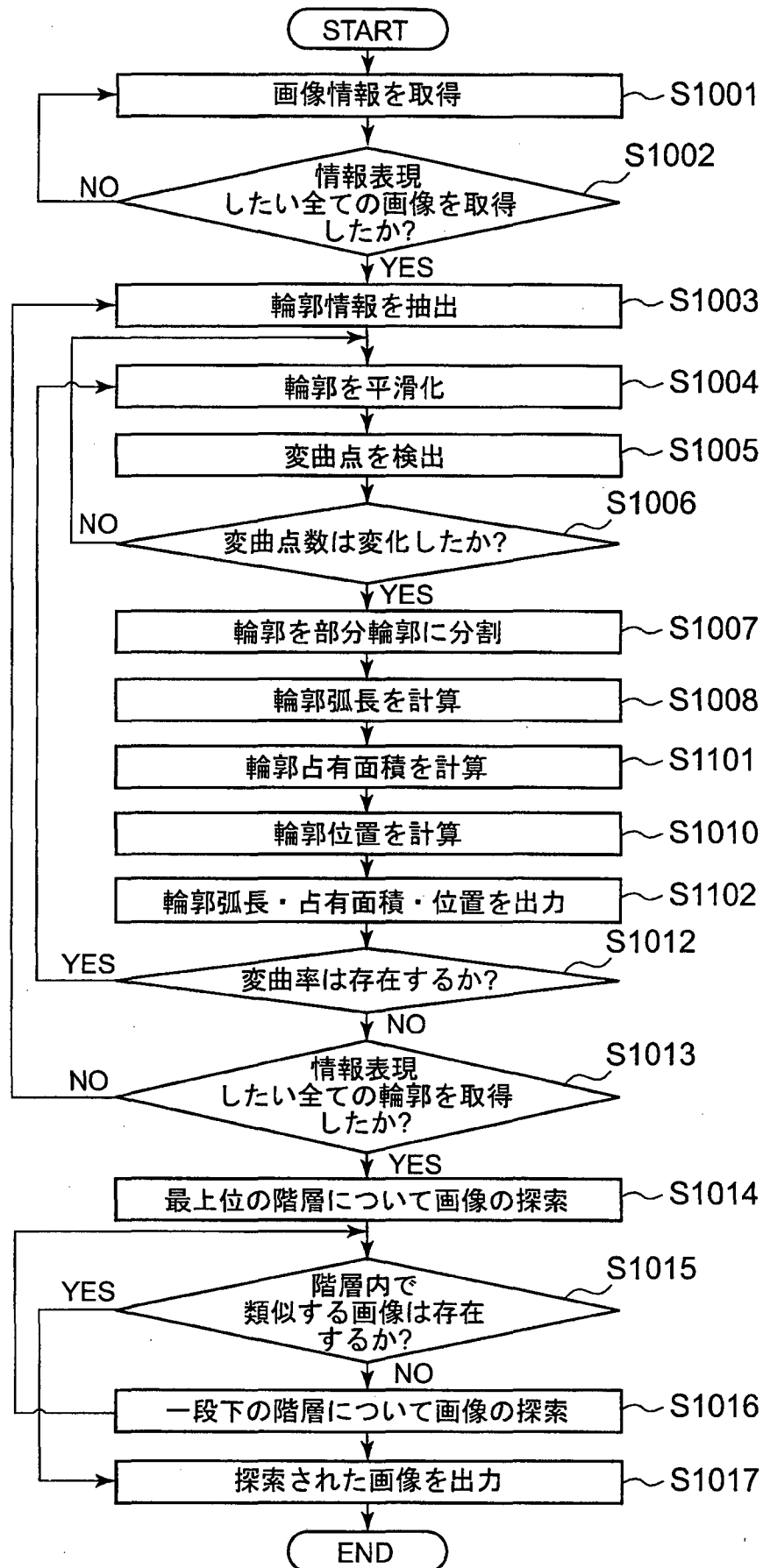


図 15

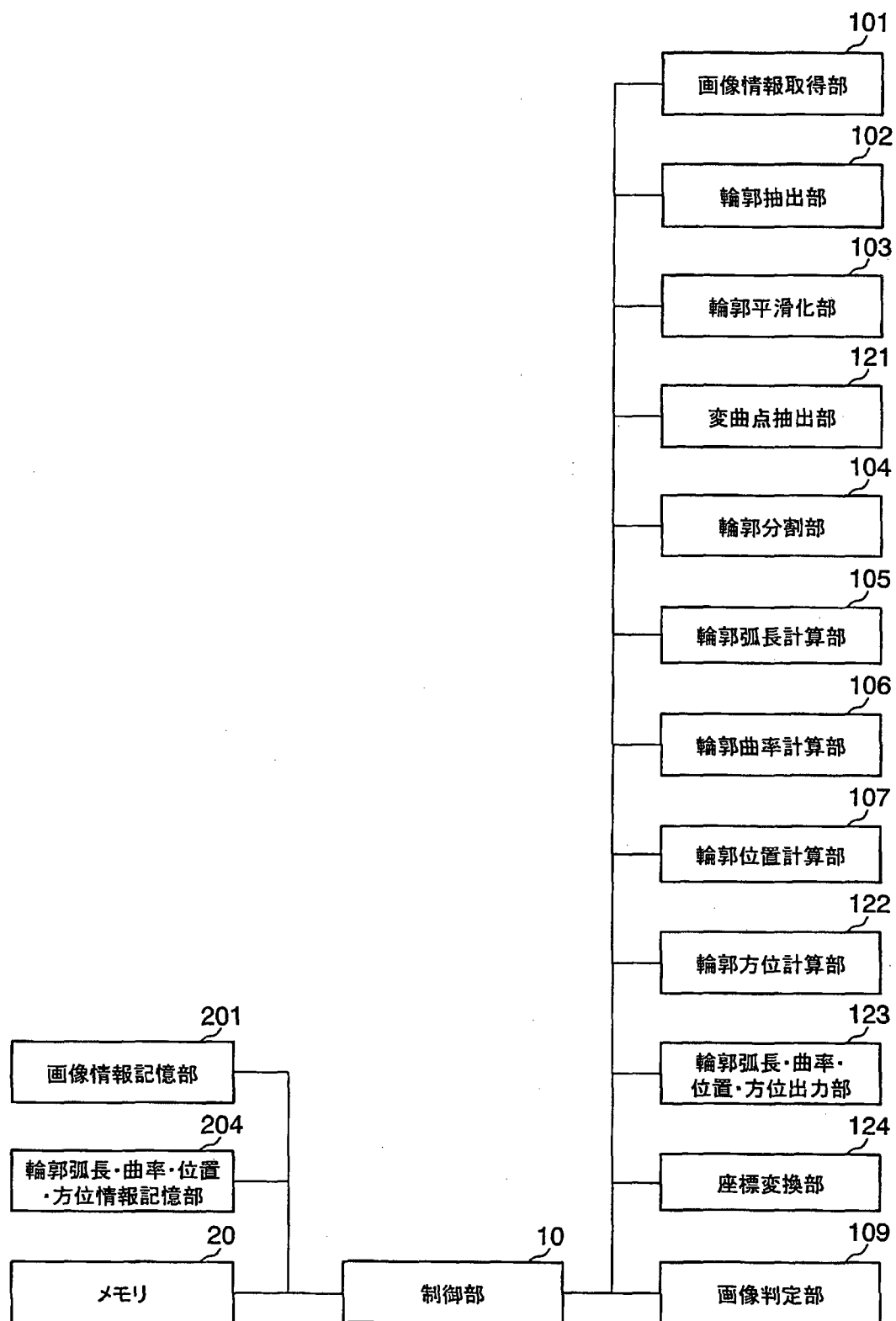


図 16

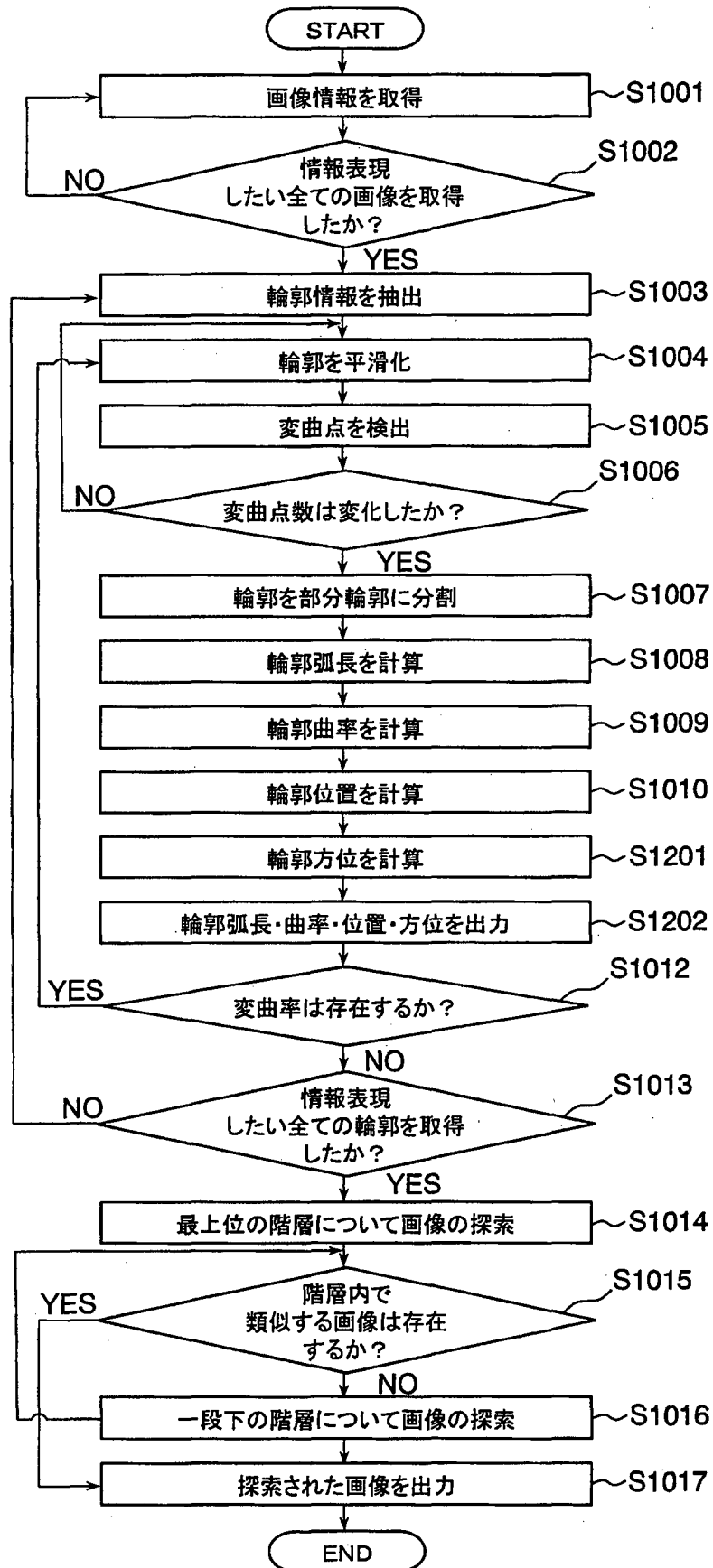


図 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076599

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/60 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T7/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-172409 A (Matsushita Electric Works, Ltd.),	1, 7, 8, 10-13, 15-18
Y	05 July 2007 (05.07.2007), paragraphs [0020] to [0056]; fig. 1, 3 (Family: none)	2-6, 9, 14
Y	JP 4-191988 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 July 1992 (10.07.1992), page 4, upper right column, line 15 to page 5, upper left column, line 13; fig. 3 to 5 (Family: none)	2-6, 9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 December, 2011 (02.12.11)

Date of mailing of the international search report

13 December, 2011 (13.12.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076599

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-502473 A (Scape A/S), 08 February 2007 (08.02.2007), paragraph [0074] & US 2007/0127816 A1 & EP 1658579 A & WO 2005/017820 A1 & CA 2535828 A	3-6
Y	JP 2-302880 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 14 December 1990 (14.12.1990), claims (Family: none)	14
A	JP 62-28887 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 06 February 1987 (06.02.1987), page 3, lower left column, line 9 to page 4, upper right column, line 16; fig. 1 (Family: none)	1-18
A	JP 6-309465 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 04 November 1994 (04.11.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06T7/60(2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06T7/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2007-172409 A (松下電工株式会社) 2007.07.05, 段落【0020】 - 【0056】, 図 1, 3 (ファミリーなし)	1, 7, 8, 10-13, 15-18
Y		2-6, 9, 14
Y	JP 4-191988 A (松下電器産業株式会社) 1992.07.10, 第 4 頁右上欄 第 15 行 - 第 5 頁左上欄 13 行, 図 3-5 (ファミリーなし)	2-6, 9
Y	JP 2007-502473 A (スカーペ アクティージェルスカブ) 2007.02.08, 段落【0074】 & US 2007/0127816 A1 & EP 1658579 A & WO 2005/017820	3-6

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 2 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 3 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鹿野 博嗣

5 H

4 0 6 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	A1 & CA 2535828 A	
Y	JP 2-302880 A (日本電信電話株式会社) 1990. 12. 14, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	14
A	JP 62-28887 A (富士電機株式会社) 1987. 02. 06, 第 3 頁左下欄第 9 行ー第 4 頁右上欄第 16 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 6-309465 A (日本電信電話株式会社) 1994. 11. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-18