

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-168085

(P2017-168085A)

(43) 公開日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
G06T 19/00	(2011.01)	G06T 19/00	600		5B050
G06T 11/80	(2006.01)	G06T 11/80	A		

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2017-1010 (P2017-1010)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成29年1月6日(2017.1.6)	(74) 代理人	100090273 弁理士 園分 孝悦
(31) 優先権主張番号	特願2016-47233 (P2016-47233)	(72) 発明者	山▲崎▼ 将由 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(32) 優先日	平成28年3月10日(2016.3.10)	(72) 発明者	牧田 孝嗣 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	Fターム(参考)	5B050 AA09 BA06 BA13 EA08

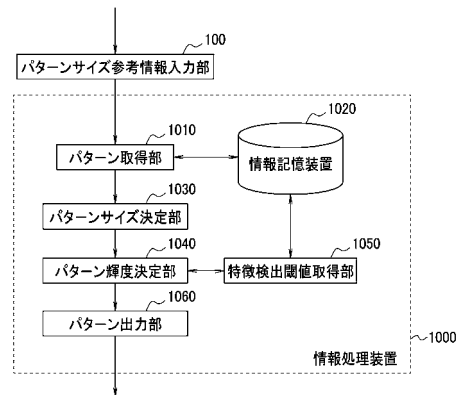
(54) 【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 現実空間の景観を損なうことのない指標を生成可能にすることを課題とする。

【解決手段】 情報処理装置(1000)は、画像の特徴を検出する際の閾値に基づいて、現実空間の体験領域に指標として付与されるパターンの輝度を決定し、その決定された輝度のパターンの画像を生成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画像の特徴を検出する際の閾値に基づいて、現実空間の体験領域に指標として付与されるパターンの輝度を決定する決定手段と、

前記決定された輝度の前記パターンの画像を生成する生成手段と、
を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

前記決定手段は、前記画像の輝度による特徴を検出する際の輝度の閾値に基づいて、前記パターンの輝度を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記決定手段は、前記画像の輝度勾配による特徴を検出する際の輝度差の閾値に基づいて、前記パターンの模様を輝度差を決定し、

前記生成手段は、前記決定した輝度差を有する模様の前記パターンの画像を生成することを特徴とする請求項 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記決定手段は、前記パターンが付与される現実空間の体験領域の輝度を基に、前記パターンの輝度を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記決定手段は、前記現実空間の体験領域の中で前記パターンが付与される位置の周囲の領域の輝度の平均値を基に、前記パターンの輝度を決定することを特徴とする請求項 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記決定手段は、前記パターンが付与される現実空間の体験領域の輝度と、前記現実空間の体験領域の撮影画像から前記パターンを検出するフィルタのパラメータとを基に、前記パターンの輝度を決定することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記決定手段は、前記現実空間の撮影画像と前記輝度とに基づいて、前記パターンの色を決定し、

前記生成手段は、前記決定された色の前記パターンの画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 8】

前記決定手段は、前記撮影画像の各画素の色相のヒストグラムから前記撮影画像の主となる色相を求め、前記主となる色相と前記輝度とに基づいて前記パターンの色を決定することを特徴とする請求項 7 に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

前記決定手段は、前記撮影画像の各画素の色相により前記撮影画像を色相ごとの領域に分割し、前記分割された領域の大きさを基に、前記撮影画像の主となる色相を求め、前記主となる色相と前記輝度とに基づいて前記パターンの色を決定することを特徴とする請求項 7 に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

前記決定手段は、前記分割された領域の中で最も大きい領域の色相を、前記撮影画像の主となる色相とすることを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 11】

前記決定手段は、前記現実空間を撮影した複数の体験領域画像から前記主となる色相を求め、前記色相と前記輝度とに基づいて前記パターンの色を決定することを特徴とする請求項 8 乃至 10 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 12】

前記決定手段は、前記現実空間の体験領域と前記現実空間を撮影する撮像装置との間の最短距離と最長距離とを基に、前記パターンのサイズを決定することを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

前記決定手段は、更に前記撮像装置の画角と解像度とに基づいて、前記パターンのサイズを決定することを特徴とする請求項 12 に記載の情報処理装置。

【請求項 14】

前記決定手段は、前記閾値に基づいて前記決定した輝度を補正パラメータにより補正し

、
前記生成手段は、前記補正された後の輝度の前記パターンの画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 15】

前記決定手段は、複数のパターンについて、パターンごとに前記サイズを決定し、

10

前記生成手段は、前記パターンごとにサイズが決定された前記複数のパターンが集合した画像を生成することを特徴とする請求項 12 乃至 14 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 16】

前記決定手段は、前記複数のパターンについて、パターンごとに前記輝度を決定することを特徴とする請求項 15 に記載の情報処理装置。

【請求項 17】

前記現実空間の体験領域に付与される前記パターンは、前記現実空間を撮影する撮像装置の位置と姿勢を決める際の指標となされることを特徴とする請求項 1 乃至 16 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

20

【請求項 18】

現実空間の体験領域に付与するパターンの画像を生成する情報処理装置が実行する情報処理方法であって、

画像の特徴を検出する際の閾値に基づいて、現実空間の体験領域に指標として付与されるパターンの輝度を決定し、

前記決定された輝度のパターンの画像を生成することを特徴とする情報処理方法。

【請求項 19】

コンピュータを、請求項 1 乃至 17 の何れか 1 項に記載の情報処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

30

【請求項 20】

請求項 1 乃至 17 の何れか 1 項に記載の情報処理装置と、

撮像手段により現実空間を撮像した画像と、コンピュータグラフィックにより生成した仮想世界の画像とを、融合させた複合現実感の画像を表示手段に表示させる表示装置と、を有することを特徴とする情報処理システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複合現実感や拡張現実感を提供する情報処理装置、情報処理方法、プログラム及び情報処理システムに関する。

40

【背景技術】**【0002】**

現実世界と仮想世界とをリアルタイムに融合させる技術として、複合現実感 (Mixed Reality、以下、MR と表記する。) 技術や拡張現実感 (Augmented Reality: AR) 技術が知られている。これらの技術は、現実空間とコンピュータによって作られる仮想空間を繋ぎ目なく融合する技術である。

【0003】

利用者に対し、MR を提供するための装置の一つとして、ビデオシースルー型の情報処理装置がある。これは、ビデオカメラで現実世界を撮影している画像に、仮想物体を重畳した合成画像を、リアルタイムにディスプレイ等の表示装置に表示させて利用者に提示す

50

る装置である。このような装置の一例として、頭部搭載型のビデオシースルー型ヘッドマウンテッドディスプレイ（以下、HMDと表記する。）などが知られている。MRに利用されるビデオシースルー型HMDは、内蔵されているカメラから画像が入力される毎に、その画像撮影時のカメラの現実空間における位置姿勢を計測する。そして、HMDは、そのカメラの位置姿勢と、焦点距離などのカメラの固有パラメータとに基づいて、コンピュータグラフィック（以下、CGと表記する。）を描画し、そのCG画像を、現実空間を撮影した画像上に重畳する。

【0004】

ここで、MRを実現する上で重要な機能として、位置合わせ機能がある。仮想物体が現実空間に実在するように利用者が感じるためには、仮想物体と現実空間との間の幾何学的な整合性がとれている必要がある。すなわち、MRを体験している利用者から見て、仮想物体は、現実空間の中で存在すべき位置に存在しているように見えなければならない。このため、HMDは、内蔵したカメラの現実空間における位置姿勢を求め、仮想物体と現実空間との間の幾何学的な整合性をとるようになされている。

10

【0005】

カメラの位置姿勢は、HMDに内蔵されているカメラからの画像情報を基に推定することが可能である。例えば、現実空間内における3次元位置が既知となっている指標を、カメラにより撮影し、その撮影画像内の指標の位置と現実空間内の指標の3次元位置との対応を基に、カメラの位置姿勢を推定するような手法が知られている。既知の指標としては、一例として四角形マーカ、円形マーカ、点マーカなどが用いられ、それら指標が現実空間中に例えば人為的に配置される。非特許文献1には、カメラの撮像画像から検出し易い特徴を有した特徴点マーカを、指標として現実空間の環境内に付与（配置）することで、カメラの位置姿勢を推定可能とする技術が開示されている。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】Ryuhei Tenmoku, Akito Nishigami, Fumihisa Shibata, Asako Kimura and Hideyuki Tamura: Balancing design freedom and constraints in wall posters masquerading as AR tracking markers, Proc. Human-Computer Interaction International, 2009

30

【非特許文献2】D. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints.", International Journal of Computer Vision (IJCV), 2004

【非特許文献3】Bay, Herbert, Tinne Tuytelaars, and Luc Van Gool. "Surf: Speeded up robust features.", European Conference on Computer Vision (ECCV), 2006

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

前述した非特許文献1に記載の技術では、カメラの撮影画像から検出し易い特徴を有した特徴点マーカを指標として環境に付与することで、カメラの位置姿勢を推定できるようにしている。しかしながら、特徴点マーカを環境に付与した場合、その特徴点マーカにより現実空間の景観が損なわれてしまうという問題が生ずる。

40

【0008】

そこで、本発明は、現実空間の景観を損なうことのない指標を生成可能にすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、画像の特徴を検出する際の閾値に基づいて、現実空間の体験領域に指標として付与されるパターンの輝度を決定し、決定された輝度のパターンの画像を生成することを特徴とする。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、現実空間の景観を損なうことのない指標を生成可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態における情報処理装置の概略構成を示す図である。

【 図 2 】 指標パターンの元になるパターンの一例を示す図である。

【 図 3 】 指標パターンの輝度差の組み合わせ例の説明に用いる図である。

【 図 4 】 第 1 の実施形態の情報処理装置の処理のフローチャートである。

【 図 5 】 複数の指標パターンのサイズ例の説明に用いる図である。

【 図 6 】 複数の指標パターンの組み合わせ例の説明に用いる図である。

【 図 7 】 第 2 の実施形態の情報処理装置の概略構成を示す図である。

【 図 8 】 パターンの色の決定方法の説明に用いる図である。

【 図 9 】 第 2 の実施形態の情報処理装置の処理のフローチャートである。

【 図 1 0 】 本実施形態をコンピュータにて実現する構成例を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。

以下の説明では、利用者に対して、現実世界とコンピュータグラフィック（CG）による仮想世界とをリアルタイムに融合させる複合現実感（MR）や拡張現実感（AR）を提供する例を挙げる。MR等は、例えば、組み立て作業時に作業手順や配線の様子を重畳表示する組み立て支援、患者の体表面に体内の様子を重畳表示する手術支援等、様々な分野への適用が可能である。利用者に対してMRを提供する装置としては、頭部搭載型のビデオスルー型ヘッドマウントディスプレイ（HMD）や、背面にビデオカメラを有するタブレット端末のような携帯型情報端末が用いられる。本実施形態では、ビデオスルー型HMDを例に挙げる。ビデオスルー型HMDの図示は省略する。本実施形態の情報処理システムは、ビデオスルー型HMDと、後述する本実施形態の情報処理装置1000とを有して構成される。

【 0 0 1 3 】

本実施形態において利用者にMRを提供する場合、ビデオスルー型HMDは、内蔵された不図示のカメラによる撮影画像に基づいて、カメラの位置姿勢を推定する。カメラの位置姿勢は、磁気センサや超音波センサ、光学式センサ等の6自由度の物理センサにより計測することもできるが、本実施形態では、物理センサを用いる場合よりも手軽且つ低コストとなる、撮影画像に基づくカメラの位置姿勢推定の手法を用いる。撮影画像に基づくカメラの位置姿勢推定を行う場合、本実施形態のHMDは、現実空間の撮影画像から、例えば、点、線、エッジ、コーナー、輝度勾配などの画像の特徴点を、自然特徴として検出し、その自然特徴に基づいて、カメラの位置姿勢を推定する。

【 0 0 1 4 】

ただし、現実空間の撮影画像内に自然特徴が少ない場合には、カメラの位置姿勢を推定し難くなるため、本実施形態では、自然特徴として検出可能なパターンを生成し、そのパターンの画像を指標として現実空間に付与する。本実施形態では、生成するパターンを、指標パターンと表記する。詳細は後述するが、本実施形態の指標パターンは、現実空間の撮影画像から自然特徴を検出する際に利用される閾値を基に生成されるパターンであり、撮影画像から自然特徴として検出可能であると共に利用者が視認し難いパターンとして生成される。以下の説明では、撮影画像から自然特徴を検出する際に利用される閾値を、特徴検出閾値と表記する。

【 0 0 1 5 】

< 第 1 の実施形態 >

図 1 は、第 1 の実施形態の指標パターンを生成する情報処理装置 1 0 0 0 の概略構成を示す図である。情報処理装置 1 0 0 0 は、パターン取得部 1 0 1 0、情報記憶装置 1 0 2 0、パターンサイズ決定部 1 0 3 0、パターン輝度決定部 1 0 4 0、特徴検出閾値取得部

10

20

30

40

50

1050、パターン出力部1060を有して構成されている。パターン取得部1010～パターン出力部1060は、本実施形態における決定手段及び生成手段の一例である。パターンサイズ参考情報入力部100は、情報処理装置1000に接続される装置であってもよいし、情報処理装置1000に含まれていてもよい。

【0016】

パターンサイズ参考情報入力部100は、現実空間の体験領域に関する情報が入力され、その体験領域に関する情報を不図示のメモリ領域に保持する。体験領域に関する情報は、不図示の入力装置を介して、例えば情報処理装置1000の管理者等から入力されてもよいし、演算等により求められてもよい。なお、ここでは、MRの管理者と利用者を分けているが、管理者と利用者は同一人であってもよい。パターンサイズ参考情報入力部100のメモリ領域に保持された体験領域に関する情報は、本実施形態に係る指標パターンを生成する際に使用されるパターンサイズ参考情報の一つとして、情報処理装置1000に送られる。本実施形態において、体験領域に関する情報には、例えば、体験領域内の様々な物体とHMDのカメラとの間の最短距離と最長距離の情報が含まれる。

10

【0017】

なお、体験領域内の物体には、一例として、組み立て支援や手術支援等にMRが適用される場合の作業台や患者の体だけでなく、部屋の壁や天井、床等も含まれる。また、体験領域に関する情報は、体験領域内の物体とカメラとの間の最短距離と最長距離だけでなく、例えば現実空間の体験領域の奥行き、高さ、幅などの情報を含んでいてもよい。

20

【0018】

また、パターンサイズ参考情報には、現実空間を撮影するカメラのレンズの画角、焦点距離、レンズの光学特性、映像撮影時の露出、撮影される画像の解像度などの情報をも含んでいる。これらカメラにおける画角、焦点距離、光学特性、露出、解像度などの情報は、管理者等により入力されてもよいし、パターンサイズ参考情報入力部100が算出してもよい。

【0019】

情報処理装置1000のパターン取得部1010は、パターンサイズ参考情報入力部100からパターンサイズ参考情報を取得する。また、パターン取得部1010は、情報記憶装置1020から、指標パターンの元になる元パターンの情報を取得する。なお、元パターンは、予め決められているパターンでもよいし、パターン取得部1010から要求がなされる度に生成されるパターンでもよい。パターン取得部1010から要求がなされる度に元パターンが生成される場合には、例えば図示しない元パターン生成部により元パターンが生成される。パターン取得部1010にて取得されたパターンサイズ参考情報と元パターン情報は、パターンサイズ決定部1030に送られる。

30

【0020】

情報記憶装置1020は、少なくとも、元パターンの情報と特徴検出閾値の情報を、記憶している。情報記憶装置1020は、パターン取得部1010からの要求に応じて元パターンの情報をパターン取得部1010に送り、特徴検出閾値取得部1050からの要求に応じて特徴検出閾値の情報を特徴検出閾値取得部1050に送る。特徴検出閾値取得部1050は、情報記憶装置1020から取得した特徴検出閾値の情報を、後述するパターン輝度決定部1040に送る。

40

【0021】

パターンサイズ決定部1030は、パターン取得部1010から送られてくるパターンサイズ参考情報と元パターンの情報とに基づいて、指標パターンのパターンサイズSを決定する。

【0022】

ここで、指標パターンのサイズは、その指標パターンが付与された体験領域をカメラにより撮影したときに、HMDが、撮影画像から指標パターンを自然特徴として検出できるサイズになされている必要がある。また、指標パターンは体験領域内の物体に付与されることになる。このため、指標パターンのサイズは、体験領域内の各物体とカメラとの間の

50

最短距離と最長距離の範囲内の何れかの位置の物体に指標パターンが付与された場合に、HMDが、撮影画像から指標パターンを自然特徴として検出できるサイズでなければならぬ。また、指標パターンは体験領域の撮影画像から検出されるため、例えばカメラが指標パターンの模様を解像できず、撮影画像内の指標パターンの模様が潰れてしまう場合には指標パターンを検出できないことになる。したがって、指標パターンのサイズは、体験領域内の物体とカメラの間の最短距離と最長距離の範囲内の何れの位置に指標パターンが付与された場合であっても、指標パターンの模様の空間周波数をカメラが解像できるサイズに決定する必要がある。ただし、指標パターンのサイズが必要以上に大きいと、その指標パターンが体験領域内に付与された場合に、MRの利用者等に視認され易くなる可能性が高くなるため、指標パターンサイズは、必要以上に大きくならないサイズに決定する必要がある。このようなことから、パターンサイズ決定部1030は、最短距離と最長距離、パターンの模様の空間周波数、カメラの解像度等の各情報に基づき、撮影画像から指標パターンの自然特徴を検出可能で、且つ必要以上に大きくないパターンサイズSを算出する。

10

20

30

40

50

【0023】

図2は、元パターン200の一例を示す。図2の例の元パターン200は、例えばB領域202が中心に配され、その周囲にA領域201が配された例えば正方形の模様を有するパターンとなされている。また、A領域201は例えば濃度が高い(輝度が低い)領域となされ、B領域202は例えば濃度が低い(輝度が高い)領域となされている。図2中のサイズSは、パターンサイズ決定部1030によりパターンサイズSが算出される際の、基準のサイズ(例えば元パターンのサイズ)であるとする。以下、図2に示した元パターン200の例を用いて、パターンサイズ決定部1030によるパターンサイズSの決定方法について説明する。

【0024】

先ず、体験領域の奥行き、高さ、幅の情報を基に、体験領域内の物体とカメラとの間の最長距離Dmaxが算出される。最長距離Dmaxは、パターンサイズ決定部1030が算出してもよいし、情報処理装置1000の管理者等により入力されてもよい。体験領域の奥行きをZ、高さをY、幅をXとした場合、体験領域内の物体とカメラとの間の最長距離Dmaxは、式(1)により算出可能である。なお、最短距離Dminは、例えば情報処理装置1000の管理者等により入力されるとする。

$$D_{\max} = \sqrt{Z^2 + Y^2 + X^2} \quad \dots \text{式(1)}$$

【0025】

また、カメラの撮像素子の例えば短辺長さをL、元パターン200の模様の空間周波数をFとした場合、基準となるサイズSは、式(2)で表される。なお、カメラの解像度は撮像素子の辺の長さとの画素数との比により求められるため、ここでは、カメラの撮像素子の短辺長さLをカメラの解像度を簡易的に表す値として用いている。

$$S = L / (2 \times F) \quad \dots \text{式(2)}$$

【0026】

そして、パターンサイズ決定部1030は、式(3)と式(4)により、それぞれパターンサイズSを算出する。式(3)は体験領域内の物体とカメラとの間の最短距離Dminに応じたパターンサイズSを求める式、式(4)は物体とカメラとの間の最長距離Dmaxに基づくパターンサイズSを求める式である。

$$S = S \times D_{\min} \quad \dots \text{式(3)}$$

$$S = S \times D_{\max} \quad \dots \text{式(4)}$$

【0027】

このように、パターンサイズ決定部1030は、体験領域内の物体とカメラとの間の最短距離Dminと最長距離Dmaxに応じた一組のパターンサイズSを求める。そして、パターンサイズ決定部1030は、それら最短距離Dminと最長距離Dmaxに応じたパターンサイズSが決定された一組の指標パターンの情報を、パターンサイズ参考情報とともにパターン輝度決定部1040に送る。

【0028】

パターン輝度決定部1040は、パターンサイズ決定部1030にてパターンサイズが決定された一組の指標パターンの情報とパターンサイズ参考情報を受け取り、また、特徴検出閾値取得部1050から特徴検出閾値の情報を受け取る。そして、パターン輝度決定部1040は、パターンサイズ参考情報と特徴検出閾値とに基づいて、各指標パターンの輝度を決定する。具体的には、パターン輝度決定部1040は、特徴検出閾値を超えるように、指標パターンの輝度を決定する。ただし、単に特徴検出閾値を超えるように輝度を決定してしまうと、カメラの撮像素子の特性やレンズの光学特性により、撮影画像内での指標パターンの輝度が、特徴検出閾値を下回ってしまうことがある。このため、パターン輝度決定部1040は、撮影画像内で指標パターンの輝度がどのようになるかを考慮し、

10

【0029】

図3は、前述の図2の元パターン200に対して輝度が決定された後の指標パターン300の一例を示す。図3の指標パターン300は、例えば特徴検出閾値が輝度「10」の値であった場合に、A領域301の輝度値が「0」、B領域302の輝度値が「10」になされているとする。A領域301は輝度値が「0」であるため黒領域となり、B領域302は輝度値が「10」であるため濃度が高いグレー領域となる。以下、図3の指標パターン300の例を用いて、パターン輝度決定部1040によるパターン輝度決定方法について説明する。

20

【0030】

ここで、HMDが撮影画像内の指標パターンを自然特徴として検出可能にするためには、指標パターンは、自然特徴として検出可能な輝度の条件を保っていなければならない。一例として、撮影画像の輝度勾配により自然特徴を検出する場合を例に挙げる。なお、輝度勾配により自然特徴を検出する手法としては、例えば非特許文献2や非特許文献3などの公知の手法を用いることができる。輝度勾配により自然特徴を検出する場合、図3の指標パターン300のA領域301とB領域302の輝度は、特徴検出閾値以上の輝度差が生じる輝度の組み合わせでなければならない。ただし、その輝度差が必要以上に大きいと、指標パターンが体験領域内に付与された場合に、MRの利用者等に視認され易くなる可能性が高くなる。したがって、指標パターン300のA領域301とB領域302の輝度は、特徴検出閾値以上の輝度差が生じる輝度の組み合わせで、且つ、その輝度差が必要以上に大きくなる輝度に決定する必要がある。図3の例では、このような輝度の決定条件に基づいて、特徴検出閾値が「10」、A領域301の輝度値が「0」、B領域302の輝度値が「10」に決定されている。

30

【0031】

なお、ここでは輝度を例に挙げたが、例えば自然特徴の検出に輝度が影響を与えない場合には、元パターンの模様が保たれているのであれば、A領域の輝度とB領域の輝度の組み合わせに制限はない。また、前述の例では指標パターンの「輝度」とのみ記載しているが、例えばRGB色空間やYUV色空間などの色空間で表現される輝度であれば、何れの色空間における輝度であってもよい。また、自然特徴を検出するアルゴリズムは、前述した自然特徴の条件を満たすものを検出可能であるならば、他の自然特徴の条件を定義して、その自然特徴を検出するようなアルゴリズムであってもよい。

40

【0032】

前述のようにして、パターンサイズ決定部1030によりパターンサイズSが決定され、更に、パターン輝度決定部1040により輝度が決定された一組の指標パターンの情報は、パターン出力部1060へ送られる。パターン出力部1060は、受け取った一組の指標パターンの情報に応じて、指標パターンの画像を生成して出力する。指標パターンの画像出力は、例えば紙媒体への印刷や、光による投影等の何れにより行われてもよい。本実施形態では、指標パターンの画像が印刷された紙媒体を体験領域内に配置することや、指標パターンの画像の投影光を体験領域内に投影することにより、現実空間の体験領域

50

への指標パターンの付与が行われる。

【0033】

図4は、図1のパターンサイズ参考情報入力部100と情報処理装置1000によるパターンサイズ参考情報の取得から指標パターンの画像生成及び出力までの処理の流れを示すフローチャートである。以下の説明において、フローチャート内の各ステップST300~ST350をST300~ST350と略記し、これは後述する他のフローチャートにおいても同様とする。図4のフローチャートの処理は、例えば、情報処理装置1000の管理者等が、情報処理装置1000に対して指標パターンを生成することを指示したことにより開始する。

【0034】

図4のフローチャートにおいて、ST300では、パターンサイズ参考情報入力部100は、前述した体験領域に関する情報を含むパターンサイズ参考情報を取得する。ST300の後、情報処理装置1000は、ST310以降の処理を行う。ST310の処理は、情報処理装置1000のパターン取得部1010が行う処理である。

【0035】

ST310では、パターン取得部1010は、パターンサイズ参考情報入力部100からパターンサイズ参考情報を受け取り、また、情報記憶装置1020から元パターンの情報を受け取る。そして、パターン取得部1010は、それら取得した情報をパターンサイズ決定部1030に送る。ST310の後、情報処理装置1000は、パターンサイズ決定部1030にて行われるST320に処理を進める。

【0036】

ST320では、パターンサイズ決定部1030は、パターンサイズ参考情報と元パターンの情報を基に、前述したようにしてパターンサイズSを算出する。そして、パターンサイズ決定部1030は、パターンサイズSに決定された指標パターンの情報とパターンサイズ参考情報等を、パターン輝度決定部1040に送る。ST320の後、情報処理装置1000は、特徴検出閾値取得部1050にて行われるST330に処理を進める。

【0037】

ST330では、特徴検出閾値取得部1050は、情報記憶装置1020から特徴検出閾値の情報を取得して、その特徴検出閾値の情報をパターン輝度決定部1040に送る。ST330の後、情報処理装置1000は、パターン輝度決定部1040にて行われるST340に処理を進める。

【0038】

ST340では、パターン輝度決定部1040は、前述したように特徴検出閾値を基に指標パターンの輝度を決定する。そして、パターン輝度決定部1040は、輝度が決定された指標パターンの情報を、パターン出力部1060に送る。ST340の後、情報処理装置1000は、パターン出力部1060にて行われるST350に処理を進める。

【0039】

ST350では、パターン出力部1060は、前述のようにパターンサイズと輝度が決定された指標パターンの画像を生成して出力する。ST350の後、情報処理装置1000は、図4のフローチャートの処理を終了する。

【0040】

なお、ST300とST310の処理の順序は入れ替えられてもよく、また、ST320からST340までの処理の順序も適宜入れ替えられてもよいし、それらが並列して実行されてもよい。

【0041】

以上説明したように、本実施形態の指標パターンは、現実空間の体験領域に関する情報を含むパターンサイズ参考情報を基に決定されたサイズのパターンであり、且つ、自然特徴を検出する際の特徴検出閾値を基に生成される輝度のパターンとなされている。したがって、本実施形態の指標パターンは、現実空間の体験領域の撮影画像から自然特徴として

10

20

30

40

50

検出可能であると共に利用者が視認し難いパターンとなっている。また、体験領域に付与された指標パターンは、HMDの利用者だけでなく、HMDを使用していない第三者に対しても視認し難いパターンであるため、現実空間の景観が損なわれることもない。

【0042】

<第1の実施形態の変形例1>

第1の実施形態では、最短距離と最長距離に基づく一組のパターンサイズSの指標パターンを生成する例を挙げたが、例えば図5に示すような各サイズS1~S6に対応した複数の指標パターン501~506からなるパターンの集合が生成されてもよい。図5に示すような複数の指標パターン501~506の集合の場合、指標パターン毎にパターンサイズS1~S6を決定してもよい。これら各指標パターンのパターンサイズS1~S6は、前述した最短距離と最長距離、カメラの画角や解像度等に基づく適切なパターンサイズSの範囲内に入るサイズとして決定される。

10

【0043】

なお、複数の指標パターンのサイズは、図5の例に限るものではなく、体験領域やカメラ等の外部機器の情報に基づく適切なパターンサイズSの範囲内であるならば、他のサイズになされてもよい。図5の例においても、前述の第1の実施形態の場合と同様に、指標パターンは、現実空間の体験領域の撮影画像から自然特徴として検出可能であると共に利用者が視認し難いパターンとなる。

【0044】

<第1の実施形態の変形例2>

また、第1の実施形態では一組の指標パターンに対して輝度を決定したが、前述した輝度の決定条件を満たすのであれば、例えば図6に示すように複数の輝度による指標パターン601~606からなるパターンの集合として生成されてもよい。なお、図6は、図5で説明した複数のサイズの複数の指標パターンについて、それぞれ輝度を決定した例を示している。図6の例では、指標パターン601はA領域の輝度が0でB領域の輝度が10、指標パターン602はA領域の輝度が30でB領域の輝度が40、指標パターン603はA領域の輝度が40でB領域の輝度が50となっている。さらに、指標パターン604はA領域の輝度が10でB領域の輝度が20、指標パターン605はA領域の輝度が20でB領域の輝度が30、指標パターン606はA領域の輝度が50でB領域の輝度が60となっている。図6の例においても、前述同様に、指標パターンは、現実空間の体験領域の撮影画像から自然特徴として検出可能であると共に利用者が視認し難いパターンとなる。

20

30

【0045】

<第1の実施形態の変形例3>

第1の実施形態では、パターンサイズ参考情報と特徴検出閾値とに基づいて指標パターンの輝度を決定していたが、パターンが付与される体験領域(例えば、現実の壁や床など)の輝度を考慮して指標パターンの輝度を決定してもよい。

【0046】

一例として、壁に指標パターンが付与される例を挙げて説明する。この変形例3の場合、情報処理装置1000は、まず、指標パターンが付与されることになる現実の壁を撮像した画像を取得して、その撮像画像から壁の輝度を求める。なおこの例の場合、壁を撮像した撮像画像は、パターンサイズ参考情報入力部100を介して情報処理装置1000に入力される。現実の壁を撮像する撮像装置は、HMDのカメラであってもよいし、別途用意されたカメラであってもよい。

40

【0047】

また、輝度が求められる領域は、撮像画像内に写っている壁の画像領域の中で、現実の壁に対して実際に指標パターンが付与されることになる位置の周囲の領域となされる。そして、その周囲領域内の輝度の平均値が、壁の輝度として求められる。輝度の平均値を求める処理は、一例として、情報処理装置1000のパターン輝度決定部1040等により行われる。

50

【 0 0 4 8 】

ここで、求められた壁の輝度が50であった場合、配置される指標パターンの輝度は、例えば60に設定される。この変形例3の場合の指標パターンは、前述した領域Aの輝度又は領域Bの輝度を60としてもよいし、輝度が60となされた一つの領域のみからなるパターン（一例として正方形等のパターン）であってもよい。

【 0 0 4 9 】

また、指標パターンの輝度は、ユーザが手動で設定してもよいが、HMD等に設けられているフィルタ（カメラの撮影画像から指標パターンを検出する画像処理等に使用される検出フィルタ）のパラメータに応じて自動的に設定されてもよい。これは、壁の輝度と指標パターンの輝度との輝度差が、検出フィルタにより検出可能であればよいからである。

10

【 0 0 5 0 】

指標パターンの輝度を自動的に設定する場合、情報処理装置1000の情報記憶装置1020には、HMD等に設けられている検出フィルタのパラメータに関する情報も記憶されている。パターン輝度決定部1040は、検出フィルタのパラメータに関する情報を情報記憶装置1020から読み出し、そのパラメータに関する情報と、前述のように求めた壁の輝度の情報とを基に、検出フィルタが検出可能な指標パラメータの輝度を決定する。

【 0 0 5 1 】

第1の実施形態の変形例3によれば、指標パターンが配置される現実の壁や床等の輝度も考慮して指標パターンの輝度を決定することにより、HMDが検出し易い一方で、利用者がより視認し難い指標パターンを実現可能となる。

20

【 0 0 5 2 】

< 第2の実施形態 >

第2の実施形態では、HMDのカメラのような入力機器（撮像装置）と、パターン出力部1060の印刷装置等のような出力機器とにおける入出力機器間の輝度ずれを考慮することにより、利用者等にとって、より視認し難い指標パターンを生成する例を挙げる。以下の説明では、前述した第1の実施形態の構成等とは異なる部分についてのみ説明する。

【 0 0 5 3 】

図7は、第2の実施形態の指標パターンを生成する情報処理装置1000の概略構成を示す図である。情報処理装置1000は、前述した第1の実施形態の情報処理装置1000の構成に加え、パターン色決定部1055を有する。また、第2の実施形態の構成の場合、体験領域画像取得部50が加えられている。

30

【 0 0 5 4 】

第2の実施形態において、体験領域画像取得部50は、後に指標パターンが付与されることになる体験領域が撮像装置により撮像された体験領域画像の情報を取得し、その体験領域画像の情報をパターンサイズ参考情報入力部100に送る。本実施形態の場合、体験領域画像を取得する撮像装置は、HMDのカメラである。

【 0 0 5 5 】

パターンサイズ参考情報入力部100は、体験領域画像取得部50が取得した体験領域画像の情報を、第1の実施形態で説明したパターンサイズ参考情報に加えて、情報処理装置1000に送る。パターン取得部1010とパターンサイズ決定部1030は、第1の実施形態で説明したものと同様であるため、これらの説明は省略する。

40

【 0 0 5 6 】

第2の実施形態の場合、情報記憶装置1020は、前述した元パターン情報と特徴検出閾値に加えて、入出力機器間の輝度差を補正する際に使用される輝度値補正パラメータを記憶している。特徴検出閾値取得部1050は、それら特徴検出閾値、輝度値補正パラメータの各情報を取得して、パターン輝度決定部1040に送る。

【 0 0 5 7 】

第2の実施形態の場合、パターン輝度決定部1040は、パターンサイズ決定部1030から、前述のようにしてパターンサイズS₁が決定された指標パターンの情報と、体験領域画像を含むパターンサイズ参考情報とを受け取る。また、パターン輝度決定部104

50

0 は、特徴検出閾値取得部 1050 から、前述した特徴検出閾値と、入出力機器間の輝度差を補正する際に使用される輝度値補正パラメータとを受け取る。

【0058】

第2の実施形態の場合のパターン輝度決定部1040は、それら受け取った情報に基づいて、指標パターンの輝度を決定する。具体的には、パターン輝度決定部1040は、先ず、前述した第1の実施形態で説明したのと同様にして指標パターンの輝度を求める。そして、第2の実施形態の場合、パターン輝度決定部1040は、更に、その指標パターンの輝度を、体験領域画像に応じた輝度値補正パラメータにより補正して、指標パターンの輝度として決定する。

【0059】

ここで、指標パターンは、印刷装置や投影装置等の出力機器を含むパターン出力部1060から出力されて体験領域に付与されて、入力機器であるHMDのカメラにより撮影されるものである。このため、パターン出力部1060から出力された指標パターンの輝度と、HMDのカメラによる撮影画像内の指標パターンの輝度とは、それら入出力機器のデバイス特性に依存した値になり、入出力機器の特性による輝度ずれが生じている可能性がある。したがって、第2の実施形態では、入出力機器による指標パターンの輝度ずれを補正するために、パターン輝度決定部1040が第1の実施形態と同様に求めた指標パターンの輝度を、体験領域画像に応じた輝度値補正パラメータに基づいて補正する。

【0060】

輝度値補正パラメータは、事前に生成されたものを用いてもよいし、MRの提供を行う度に生成した輝度値補正パラメータを用いてもよい。輝度値補正パラメータは、例えば、輝度値が所定値に決められた確認用パターンを体験領域に付与し、その確認用パターンを撮影した画像と、確認用パターンの所定の輝度値との間の輝度差に応じたパラメータとして生成することができる。したがって、体験領域画像に応じた輝度値補正パラメータを基に輝度値が補正された指標パターンは、体験領域に付与された場合に、その体験領域の輝度と指標パターンの輝度との輝度差が最小に抑えられたものとなり、利用者等から視認し難いパターンとなる。前述のようにして輝度が決定した指標パターンの情報は、体験領域画像の情報とともにパターン色決定部1055に送られる。

【0061】

パターン色決定部1055は、パターン輝度決定部1040から受けた指標パターンの輝度と、体験領域画像取得部50にて取得された体験領域画像の情報とを基に、指標パターンの色を決定する。例えば、図8に示すように、体験領域画像のRGB成分から色相を画素ごとに算出してヒストグラムを生成し、そのヒストグラムのなかで頻度が最も多い色相を体験領域画像の主となる色相として決定する。そして、パターン色決定部1055は、その決定した色相と、指標パターンの輝度とを組み合わせることによる色を、指標パターンの色として決定する。これにより、指標パターンは、体験領域に付与された場合に、利用者等から視認し難いパターンとなる。なお、色相は、一枚の体験領域画像だけでなく、時系列に撮影した複数の体験領域画像を用いて決定してもよい。またここでは、RGB成分から色相を求める例を挙げたが、例えばLab(Lab color space)色空間など別の手法により色相が求められてもよい。

【0062】

図9は、第2の実施形態の図7のパターンサイズ参考情報入力部100と情報処理装置1000によるパターンサイズ参考情報の取得から指標パターンの画像生成及び出力までの処理の流れを示すフローチャートである。図9のフローチャートの処理は、例えば、情報処理装置1000の管理者等が、情報処理装置1000に対して指標パターンを生成することを指示したことにより開始する。ここでは、前述した第1の実施形態の図4のフローチャートとは異なる処理のみについて説明する。

【0063】

図9のフローチャートにおいて、ST300では、パターンサイズ参考情報入力部100は、体験領域画像の情報を含むパターンサイズ参考情報を取得する。ST330では、

10

20

30

40

50

特徴検出閾値取得部 1050 は、特徴検出閾値と前述した輝度値補正パラメータを取得する。ST340 では、パターン輝度決定部 1040 は、前述した特徴検出閾値と輝度値補正パラメータとを基に、指標パターンの輝度を決定する。ST340 の後、情報処理装置 1000 は、パターン色決定部 1055 にて行われる ST345 に処理を進める。ST345 では、パターン色決定部 1055 は、指標パターンの輝度と体験領域画像を基に、指標パターンの色を決定する。ST345 の後、情報処理装置 1000 は、パターン出力部 1060 にて行われる ST350 に処理を進める。ST350 の後、情報処理装置 1000 は、図 9 のフローチャートの処理を終了する。

【0064】

なお、ST300 と ST310 の処理の順序は入れ替えられてもよく、また、ST320 から ST345 までの処理の順序も適宜入れ替えられてもよいし、それらが並列して実行されてもよい。

【0065】

以上説明したように、第 2 の実施形態によれば、入出力機器における輝度ずれを考慮した輝度値補正パラメータを基に輝度値を補正し、その補正後の輝度値と体験領域画像の色相に基づいた色の指標パターンを生成可能となっている。第 2 の実施形態の場合の指標パターンは、現実空間の体験領域の撮影画像から自然特徴として検出可能であり、指標パターンの模様だけではなく、指標パターンと体験領域との境界においても自然特徴の検出が可能となっている。また、第 2 の実施形態の指標パターンは、利用者やその他の第三者から視認し難いパターンとなっているため、現実空間の景観が損なわれることはない。

【0066】

< 第 2 の実施形態の変形例 1 >

第 2 の実施形態では、パターン色決定部 1055 は色相のヒストグラムを用いて、体験領域画像の主となる色相を決定していたが、体験領域画像の主となる色相の決定方法は前述の例に限るものではない。例えば、体験領域画像を色相により領域分割し、一番大きな領域の色相を、体験領域画像の主となる色相に決定してもよい。

【0067】

< コンピュータによる実現例 >

前述した第 1 の実施形態の図 1 や第 2 の実施形態の図 7 の各部分は、ハードウェア構成又はソフトウェア構成の何れでも実現可能である。例えば、コンピュータの CPU に、前述した第 1 又は第 2 の実施形態のフローチャートの処理に係る情報処理プログラムを実行させてもよい。

【0068】

図 10 は、本実施形態の情報処理プログラムを実行可能な CPU を備えたコンピュータの構成例を示す図である。図 10 において、CPU 4001 は、RAM 4002 や ROM 4003 に格納されているプログラムやデータを用いてコンピュータ全体の制御を行い、また、前述した第 1、第 2 の実施形態の処理に係る情報処理プログラムを実行する。なお、図 10 のコンピュータは、第 1、第 2 の実施形態の処理に係る情報処理プログラムを実行する場合だけでなく、MR を利用者に提供するための処理も可能である。したがって、図 10 では、コンピュータに HMD 4100 も接続されている例を挙げている。

【0069】

RAM 4002 は、外部記憶装置 4007 や記憶媒体ドライブ 4008 からロードされた本実施形態の情報処理プログラムを含む各種プログラムやデータ等を一時的に記憶するための領域を有する。また、RAM 4002 は、I/F (インターフェース) 4009 を介して外部機器から受信したデータを一時的に記憶するためのエリアをも有する。この例の場合、外部機器は、前述したように生成した指標パターンの画像を印刷する印刷装置や投影装置、前述した体験領域画像を取得するカメラ等である。さらに、RAM 4002 は、CPU 4001 が各処理を実行する際に用いるワークエリアも有する。すなわち、RAM 4002 は、各種エリアを適宜提供することができる。ROM 4003 は、コンピュータの設定データやブートプログラムなどを格納している。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

キーボード 4 0 0 4、マウス 4 0 0 5 は、操作入力装置の一例であり、コンピュータのユーザが操作することで、各種の指示を CPU 4 0 0 1 に対して入力することができる。前述したパターンサイズ参考情報のうちユーザにより入力可能な情報は、これらキーボード 4 0 0 4 やマウス 4 0 0 5 を介してユーザより入力される。表示部 4 0 0 6 は、ディスプレイにより構成されており、CPU 4 0 0 1 による処理結果を画像や文字などで表示することができる。

【 0 0 7 1 】

外部記憶装置 4 0 0 7 は、ハードディスクドライブ装置に代表される大容量情報記憶装置である。外部記憶装置 4 0 0 7 には、OS（オペレーティングシステム）や、情報処理装置が行うものとして説明した前述した本実施形態に係る各処理を CPU 4 0 0 1 に実行させるための情報処理プログラムやデータが格納されている。本実施形態に係る情報処理プログラムには、前述した第 1 又は第 2 の実施形態のフローチャートの各処理を実行するためのプログラムが含まれている。また、外部記憶装置 4 0 0 7 に記憶されているデータには、前述した情報記憶装置 1 0 2 0 に記憶されているような元パターンや特徴検出閾値、輝度値補正パラメータのデータ、その他の各種データが含まれている。

10

【 0 0 7 2 】

外部記憶装置 4 0 0 7 に保存されているプログラムやデータは、CPU 4 0 0 1 による制御に従って、適宜、RAM 4 0 0 2 にロードされる。CPU 4 0 0 1 は、このロードされたプログラムやデータを用いて前述した第 1 又は第 2 の実施形態で説明した各処理を実行することにより、情報処理装置 1 0 0 0 にて行われた各処理を実行する。

20

【 0 0 7 3 】

記憶媒体ドライブ 4 0 0 8 は、CD-ROM や DVD-ROM などの記憶媒体に記録されたプログラムやデータを読み出したり、それら記憶媒体にプログラムやデータを書き込んだりする。なお、外部記憶装置 4 0 0 7 に保存されているものとして説明したプログラムやデータの一部若しくは全部は、この記憶媒体に記録されてもよい。記憶媒体ドライブ 4 0 0 8 が記憶媒体から読み出したプログラムやデータは、外部記憶装置 4 0 0 7 や RAM 4 0 0 2 に対して出力される。

【 0 0 7 4 】

I/F 4 0 0 9 は、前述したカメラ等の外部機器を接続するためのアナログビデオポートや IEEE 1394 等のデジタル入出力ポート、また、前述した印刷装置や投影装置に指標パターンの画像を出力する DVI ポートなどにより構成される。また、I/F 4 0 0 9 を介して受信したデータは、RAM 4 0 0 2 や外部記憶装置 4 0 0 7 に入力することも可能となされている。なお、パターンサイズ参考情報は、I/F 4 0 0 9 を介して取得されてもよい。また、図 10 のコンピュータが MR を利用者に提供する場合、I/F 4 0 0 9 には、HMD 4 1 0 0 が接続される。バス 4 0 1 0 は、上述した各部を繋ぐバスである。

30

【 0 0 7 5 】

< その他の実施形態 >

本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

40

【 0 0 7 6 】

上述の実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。即ち、本発明は、その技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

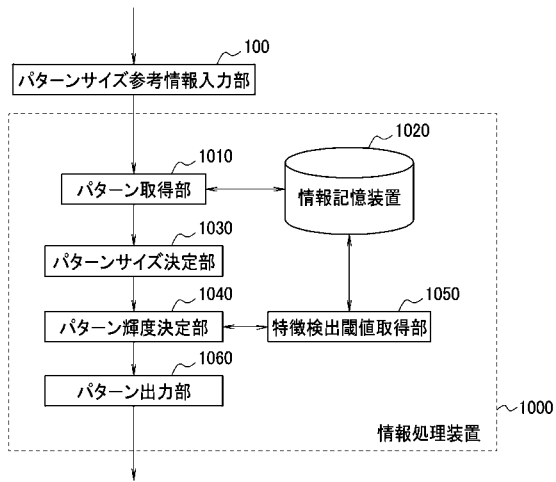
【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

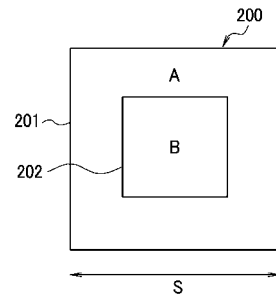
50

50 体験領域画像取得部、100 パターンサイズ参考情報入力部、1000 情報処理装置、1010 パターン取得部、1020 情報記憶装置、1030 パターンサイズ決定部、1040 パターン輝度決定部、1050 特徴検出閾値取得部、1055 パターン色決定部、1060 パターン出力部

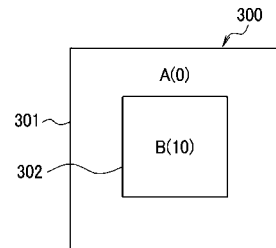
【図1】



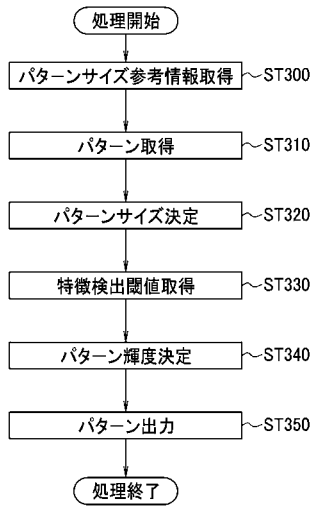
【図2】



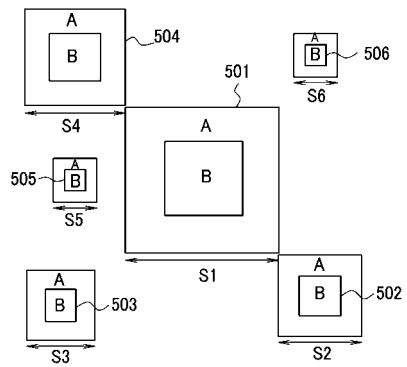
【図3】



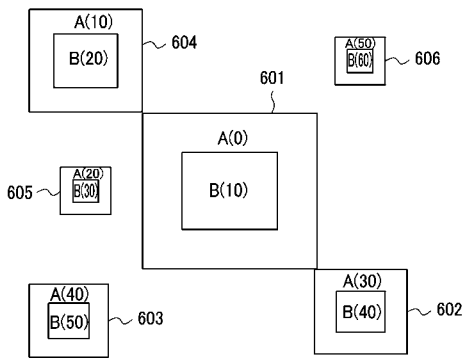
【 図 4 】



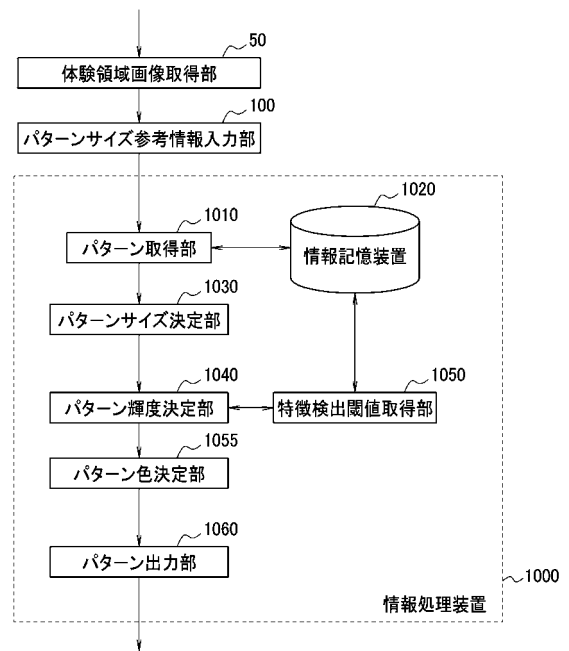
【 図 5 】



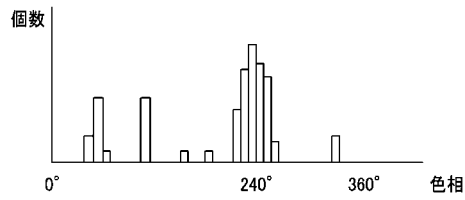
【 図 6 】



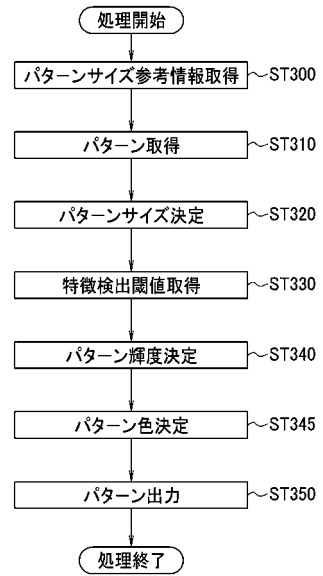
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

