

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5791082号
(P5791082)

(45) 発行日 平成27年10月7日(2015.10.7)

(24) 登録日 平成27年8月14日(2015.8.14)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 T 19/00 (2011.01)

G 0 6 T 19/00 6 0 0

請求項の数 6 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2012-168362 (P2012-168362)	(73) 特許権者	504182255
(22) 出願日	平成24年7月30日(2012.7.30)		国立大学法人横浜国立大学
(65) 公開番号	特開2014-26590 (P2014-26590A)		神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号
(43) 公開日	平成26年2月6日(2014.2.6)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成27年5月26日(2015.5.26)		弁理士 志賀 正武
(出願人による申告)平成21年度 独立行政法人科学技術振興機構 若手研究者ベンチャー創出推進事業 産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像合成装置、画像合成システム、画像合成方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

実画像を取得する実画像取得部と、

前記実画像に含まれる置換前物体の像に置き換えて当該実画像に合成される置換後物体の像を取得する置換後物体像取得部と、

前記実画像にて前記置換前物体の像を遮蔽する遮蔽物体の像の領域を検出する遮蔽物体像領域検出部と、

前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外する被遮蔽部分除外部と、

前記実画像に対して、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した前記置換後物体の像の前記合成を行う合成実行部と、

を具備し、

前記被遮蔽部分除外部は、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く前記置換前物体の像に対応する部分の画像と、前記置換後物体の像のうち、前記置換前物体の像に対応する部分と前記遮蔽物体の像に対応する部分とを除外した部分の画像とを生成することを特徴とする画像合成装置。

【請求項2】

前記実画像に対するエッジ抽出を行って当該実画像を領域分割する領域分割部を具備し、

前記遮蔽物体像領域検出部は、前記領域分割部が分割した領域のうち、少なくとも一部

10

20

が前記置換前物体の像を遮蔽している領域を、前記遮蔽物体の像の領域として検出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像合成装置。

【請求項 3】

前記遮蔽物体の像による遮蔽が無い場合の前記置換前物体の像を取得する非遮蔽時像取得部と、

前記遮蔽物体の像による遮蔽が無い場合の前記置換前物体の像と、前記遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除いた前記置換前物体の像との差分を求めることで、前記置換前物体の像のうち前記遮蔽物体の像に遮蔽される領域を検出する遮蔽領域検出部と、

を具備し、

前記遮蔽物体像領域検出部は、前記実画像を分割した領域のうち、前記遮蔽領域検出部が検出した領域を含む領域を検出する

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の画像合成装置。

【請求項 4】

撮像装置と、画像合成装置と、表示装置とを具備し、

前記画像合成装置は、

前記撮像装置が撮像した実画像を取得する実画像取得部と、

前記実画像に含まれる置換前物体の像に置き換えて当該実画像に合成される置換後物体の像を取得する置換後物体像取得部と、

前記実画像にて前記置換前物体の像を遮蔽する遮蔽物体の像の領域を検出する遮蔽物体像領域検出部と、

前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外する被遮蔽部分除外部と、

前記実画像に対して、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した前記置換後物体の像の前記合成を行う合成実行部と、

を具備し、

前記被遮蔽部分除外部は、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く前記置換前物体の像に対応する部分の画像と、前記置換後物体の像のうち、前記置換前物体の像に対応する部分と前記遮蔽物体の像に対応する部分とを除外した部分の画像とを生成し、

前記表示装置は、前記合成実行部が合成した画像を表示することを特徴とする画像合成システム。

【請求項 5】

画像合成装置の画像合成方法であって、

実画像を取得する実画像取得ステップと、

前記実画像に含まれる置換前物体の像に置き換えて当該実画像に合成される置換後物体の像を取得する置換後物体像取得ステップと、

前記実画像にて前記置換前物体の像を遮蔽する遮蔽物体の像の領域を検出する遮蔽物体像領域検出ステップと、

前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外する被遮蔽部分除外ステップと、

前記実画像に対して、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した前記置換後物体の像の前記合成を行う合成実行ステップと、

を具備し、

前記被遮蔽部分除外ステップでは、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く前記置換前物体の像に対応する部分の画像と、前記置換後物体の像のうち、前記置換前物体の像に対応する部分と前記遮蔽物体の像に対応する部分とを除外した部分の画像とを生成することを特徴とする画像合成方法。

【請求項 6】

画像合成装置としてのコンピュータに、

実画像を取得する実画像取得ステップと、

前記実画像に含まれる置換前物体の像に置き換えて当該実画像に合成される置換後物体の像を取得する置換後物体像取得ステップと、

前記実画像にて前記置換前物体の像を遮蔽する遮蔽物体の像の領域を検出する遮蔽物体像領域検出ステップと、

前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外する被遮蔽部分除外ステップと、

前記実画像に対して、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した前記置換後物体の像の前記合成を行う合成実行ステップと、

を実行させ、

前記被遮蔽部分除外ステップでは、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く前記置換前物体の像に対応する部分の画像と、前記置換後物体の像のうち、前記置換前物体の像に対応する部分と前記遮蔽物体の像に対応する部分とを除外した部分の画像とを生成させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像合成装置、画像合成システム、画像合成方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

ロボットに現実の人間または動物（以下、「人間等」と称する）と同様の外観を与えて対人親和性を高めるための方法として、複合現実感（Mixed Reality）の技術を用いてロボットの像を人間等の像に置き換える方法が考えられる。

この方法では、ロボットを製造する際に、外観を人間等の外観に似せる必要が無いので、ロボットの設計・製造に要するコストや時間を低減させることができる。また、外観の変更も、合成する画像データを変更することで容易に行い得る。

【0003】

ここで、ロボットを用いずとも、実画像に仮想の人間等の像を合成することで、人間等のいない空間にあたかも人間等がいるように見せ得る。しかしながら、この方法では、仮想の人間等の位置と実物体との位置関係の把握が問題となる。

例えば、仮想の人間等の位置に向けて観察者（合成画像を見る者）が手を出した場合、観察者から見た手と仮想の人間等との重なりを表現するために、重なり部分について仮想的な人間等の表示／非表示を制御する必要がある。なお、以下では、観察者から見て重なり合う物（仮想物を含む）の前後関係を「遮蔽関係」と称する。

【0004】

かかる遮蔽関係を把握するために観察者の手など実物体の位置（観察者の視点からの距離）を測定する方法として、例えばTOF（Time Of Flight）法がある。TOF法では、光源から被写体（観察者の手などの実物体）へ光を照射し、反射光を光センサで検出する。そして、光を照射してから反射光を検出するまでの時間（光の飛行時間）に基づいて、光源やセンサと被写体との距離を測定する。

しかしながら、TOF法を用いて遮蔽関係を把握する場合、TOF法を実施するための精密装置が必要となり、装置の製造コストが増大してしまう。

【0005】

これに対して、ロボット（実物体）の像を人間等の像に置き換える上記の方法では、ロボットの位置が仮想の人間等の位置を示している。従って、ロボットと観察者の手との前後関係を把握することで、仮想の人間等と観察者の手との前後関係を把握することができ、TOF法を実施するための装置等を必要としない。

また、ロボットの像を人間等の像に置き換える上記の方法では、観察者がロボットに触れた際に触感を提供することができる。

【0006】

10

20

30

40

50

もっとも、ロボットの像を人間等の像に置き換える上記の方法では、ロボットの像の形状と仮想の人間等の像の形状との相違部分の処理が問題となる。この点について、図 1 1 ~ 図 1 3 を参照して説明する。

図 1 1 は、実画像の例を示す説明図であり、ユーザの手の像 I 1 1 0 1 と、ロボットの像 I 1 1 0 2 とを含む。また、図 1 2 は、合成する人間の像（例えばComputer Graphics ; C G）の例を示す説明図である。また、図 1 3 は、合成の結果得られる画像の例を示す説明図である。図 1 1 の実画像において、クロマキー技術を用いてロボットの像 I 1 1 0 2 の領域部分を図 1 2 の人間の像に置き換えて図 1 3 の画像を合成している。

【 0 0 0 7 】

図 1 3 において、ロボットの像 I 1 1 0 2（図 1 1）の形状と、人間の像（図 1 2）の形状との相違により、人間の像のうち、ロボットの像 I 1 1 0 2 の領域からはみ出した部分が切り取られている。かかる人間の像の部分的な切り取りにより、観察者に違和感を与えてしまう。

また、図 1 3 の例とは逆に、人間の像の領域に対してロボットの像 I 1 1 0 2 の領域がはみ出す場合は、図 1 2 の画像のうち人間の像以外の部分が合成画像に含まれることになる。例えば、図 1 2 の画像において人間の像以外の部分がマスクとなっていれば、ロボットの像 I 1 1 0 2 がはみ出した領域の画像情報が、合成画像において欠落する。かかる人間の像以外の部分の混入（例えば画像情報の欠落）により、人間の像が部分的に切り取られる場合と同様、観察者に違和感を与えてしまう。

【 0 0 0 8 】

かかる問題への対処方法の1つとして、特許文献 1 に記載の画像処理システムを用いる方法がある。特許文献 1 に記載の画像処理システムは、実物体の形態および実物体を見る観察者と実物体との位置関係に合う形態の C G を選択する画像選択用デバイスと、C G の周縁に後光画像を生成する後光生成用デバイスと、C G と後光画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成用デバイスと、合成画像を、実物体に重なるように、観察者が見るディスプレイに表示させる画像表示処理用デバイスとを備える。

【 0 0 0 9 】

この画像処理システムを用いて実画像におけるロボットの像を仮想の人間等の像に置き換える際、人間等の像の大きさがロボットの像の大きさよりもやや小さくなるようにする。そうすると、人間等の像に対してロボットの像がはみ出した領域について合成画像では後光画像が表示され、観察者の違和感を低減させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】特許第 4 0 8 3 6 8 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

ここで、さらに後光画像の表示を不要とすることができれば、観察者の違和感をさらに低減させることができる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、比較的低コストにて物の遮蔽関係に応じた画像合成を行うことができ、かつ、観察者の違和感をより低減させることのできる画像合成装置、画像合成システム、画像合成方法およびプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

この発明は上述した課題を解決するためになされたもので、本発明の一態様による画像合成装置は、実画像を取得する実画像取得部と、前記実画像に含まれる置換前物体の像に置き換えて当該実画像に合成される置換後物体の像を取得する置換後物体像取得部と、前

10

20

30

40

50

記実画像にて前記置換前物体の像を遮蔽する遮蔽物体の像の領域を検出する遮蔽物体像領域検出部と、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外する被遮蔽部分除外部と、前記実画像に対して、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した前記置換後物体の像の前記合成を行う合成実行部と、を具備し、前記被遮蔽部分除外部は、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く前記置換前物体の像に対応する部分の画像と、前記置換後物体の像のうち、前記置換前物体の像に対応する部分と前記遮蔽物体の像に対応する部分とを除外した部分の画像とを生成することを特徴とする。

【0014】

また、本発明の一態様による画像合成装置は、上述の画像合成装置であって、前記実画像に対するエッジ抽出を行って当該実画像を領域分割する領域分割部を具備し、前記遮蔽物体像領域検出部は、前記領域分割部が分割した領域のうち、少なくとも一部が前記置換前物体の像を遮蔽している領域を、前記遮蔽物体の像の領域として検出することを特徴とする。

【0015】

また、本発明の一態様による画像合成装置は、上述の画像合成装置であって、前記遮蔽物体の像による遮蔽が無い場合の前記置換前物体の像を取得する非遮蔽時像取得部と、前記遮蔽物体の像による遮蔽が無い場合の前記置換前物体の像と、前記遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除いた前記置換前物体の像との差分を求めることで、前記置換前物体の像のうち前記遮蔽物体の像に遮蔽される領域を検出する遮蔽領域検出部と、を具備し、前記遮蔽物体像領域検出部は、前記実画像を分割した領域のうち、前記遮蔽領域検出部が検出した領域を含む領域を検出することを特徴とする。

【0017】

また、本発明の一態様による画像合成システムは、撮像装置と、画像合成装置と、表示装置とを具備し、前記画像合成装置は、前記撮像装置が撮像した実画像を取得する実画像取得部と、前記実画像に含まれる置換前物体の像に置き換えて当該実画像に合成される置換後物体の像を取得する置換後物体像取得部と、前記実画像にて前記置換前物体の像を遮蔽する遮蔽物体の像の領域を検出する遮蔽物体像領域検出部と、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外する被遮蔽部分除外部と、前記実画像に対して、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した前記置換後物体の像の前記合成を行う合成実行部と、を具備し、前記被遮蔽部分除外部は、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く前記置換前物体の像に対応する部分の画像と、前記置換後物体の像のうち、前記置換前物体の像に対応する部分と前記遮蔽物体の像に対応する部分とを除外した部分の画像とを生成し、前記表示装置は、前記合成実行部が合成した画像を表示することを特徴とする。

【0018】

また、本発明の一態様による画像合成方法は、画像合成装置の画像合成方法であって、実画像を取得する実画像取得ステップと、前記実画像に含まれる置換前物体の像に置き換えて当該実画像に合成される置換後物体の像を取得する置換後物体像取得ステップと、前記実画像にて前記置換前物体の像を遮蔽する遮蔽物体の像の領域を検出する遮蔽物体像領域検出ステップと、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外する被遮蔽部分除外ステップと、前記実画像に対して、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した前記置換後物体の像の前記合成を行う合成実行ステップと、を具備し、前記被遮蔽部分除外ステップでは、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く前記置換前物体の像に対応する部分の画像と、前記置換後物体の像のうち、前記置換前物体の像に対応する部分と前記遮蔽物体の像に対応する部分とを除外した部分の画像とを生成することを特徴とする画像合成方法。

【0019】

また、本発明の一態様によるプログラムは、画像合成装置としてのコンピュータに、実画像を取得する実画像取得ステップと、前記実画像に含まれる置換前物体の像に置き換え

10

20

30

40

50

て当該実画像に合成される置換後物体の像を取得する置換後物体像取得ステップと、前記実画像にて前記置換前物体の像を遮蔽する遮蔽物体の像の領域を検出する遮蔽物体像領域検出ステップと、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外する被遮蔽部分除外ステップと、前記実画像に対して、前記遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した前記置換後物体の像の前記合成を行う合成実行ステップと、を実行させ、前記被遮蔽部分除外ステップでは、前記置換後物体の像のうち、前記遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く前記置換前物体の像に対応する部分の画像と、前記置換後物体の像のうち、前記置換前物体の像に対応する部分と前記遮蔽物体の像に対応する部分とを除外した部分の画像とを生成させるためのプログラムである。

【発明の効果】

10

【0020】

本発明によれば、比較的低コストにて物の遮蔽関係に応じた画像合成を行うことができ、かつ、観察者の違和感をより低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態における画像構成システムの装置構成を示す概略構成図である。

【図2】同実施形態においてヘッドマウントディスプレイが撮像する実画像の例を示す説明図である。

【図3】同実施形態において画像合成装置が実画像に合成する像の例を示す説明図である。

20

【図4】同実施形態において画像合成装置が生成（合成）する画像の例を示す説明図である。

【図5】同実施形態における画像合成装置の機能構成を示す概略ブロック図である。

【図6】同実施形態において、画像合成装置が合成画像を生成する処理手順を示す説明図である。

【図7】同実施形態において、画像合成装置が合成画像を生成する処理手順を示す説明図である。

【図8】同実施形態における画像合成システムを適用した第1の態様の例を示す説明図である。

30

【図9】同実施形態における画像合成システムを適用した第2の態様の例を示す説明図である。

【図10】同実施形態において画像合成システムを適用した第3の態様の例を示す説明図である。

【図11】実画像の例を示す説明図である。

【図12】実画像に合成する人間の像の例を示す説明図である。

【図13】合成の結果得られる画像の例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の一実施形態における画像構成システムの装置構成を示す概略構成図である。同図において、画像合成システム1は、ロボット制御装置100と、画像合成装置200と、CGデータサーバ装置300と、ロボット400と、センサ500と、ヘッドマウントディスプレイ（Head Mounted Display；HMD）600と、ネットワーク700とを具備する。ヘッドマウントディスプレイ600は、撮像装置610と表示装置620とを具備する。

40

【0023】

ロボット制御装置100と、画像合成装置200と、CGデータサーバ装置300とは、それぞれネットワーク700に接続されており通信可能である。また、ロボット制御装置100とロボット400とは無線通信可能である。また、画像合成装置200とセンサ500とは有線接続されており、通信可能である。また、画像合成装置200とヘッドマ

50

ウントディスプレイ 600 とは、無線通信可能である。

【0024】

画像合成システム 1 は、複合現実感の画像を生成するシステムであり、ヘッドマウントディスプレイ 600 が撮像する実画像（実空間を撮像した画像）に、実際には位置しない物体の像を合成する。

なお、ここである物体には人物を含む。従って、画像合成システム 1 が、ヘッドマウントディスプレイ 600 の撮像する実画像に、実際には位置しない人物の像を合成するようにしてもよい。

また、ここである像は、物の外観を示す画像である。

【0025】

ロボット制御装置 100 は、ロボット 400 を制御して動作させ、ロボット 400 の姿勢情報を画像合成装置 200 に送信する。ロボット制御装置 100 は、例えばパソコン（Personal Computer；PC）にて実現される。あるいは、ロボット制御装置 100 は、マイコン（Micro Computer）にて実現されていてもよい。

なお、本実施形態では、ロボット 400 が同一の位置に留まって姿勢を変化させる場合について説明するが、ロボット 400 が自律歩行など移動するようにしてもよい。この場合、ロボット制御装置 100 は、ロボット 400 の姿勢および位置を制御し、ロボット 400 の位置情報および姿勢情報を画像合成装置 200 に送信する。

【0026】

ロボット 400 は、本発明における置換前物体（画像合成装置 200 によって像を他の像に置き換えられる物体）の一例である。ロボット 400 は、画像合成装置 200 が、実画像に像を合成する物体の位置を算出するために設けられている。すなわち、画像合成装置 200 は、ロボット 400 を他の物体に置き換えた画像を合成する。例えば、ロボット 400 の外観は単色で構成されており、画像合成装置 200 がクロマキー技術を用いてロボット 400 の像を他の像に置き換える。

なお、本発明における置換前物体はロボットに限らない。外観を有する様々な物体を置換前物体として用いることができる。

【0027】

センサ 500 は、ユーザ（ヘッドマウントディスプレイ 600 を装着して合成画像を見る観察者）の頭部（頭および顔）の位置および姿勢（顔の向き）を検出し、検出した位置および姿勢の情報（以下、「センサ情報」と称する）を画像合成装置 200 に出力する。

ここで、センサ 500 として様々なセンサを用いることができる。例えば、センサ 500 が、赤外線または超音波を照射し、反射波を解析してユーザの頭部の位置および姿勢を算出するようにしてもよい。あるいは、センサ 500 が、ユーザの頭部の画像を撮像し、画像認識にてユーザの頭部の位置および姿勢を算出するようにしてもよい。あるいは、センサ 500 が、ヘッドマウントディスプレイ 600 に搭載されたジャイロセンサを具備し、当該ジャイロセンサの検出する角度および加速度に基づいて、ユーザの頭部の位置および姿勢を算出するようにしてもよい。

【0028】

なお、ユーザの頭部の位置および姿勢を検出する方法は、センサ 500 を用いる方法に限らない。例えば、センサ 500 に代えて位置マーカーとしてのマークを配置しておき、ヘッドマウントディスプレイ 600（撮像装置 610）が撮像した画像に含まれるマークの像の大きさおよび歪みから、画像合成装置 200 がユーザの頭部の位置および姿勢を算出するようにしてもよい。

【0029】

画像合成装置 200 は、ヘッドマウントディスプレイ 600 が撮像した実画像を取得し、当該実画像に含まれるロボット 400 の像を、CG データサーバ装置 300 の出力する像に置き換えた画像を合成し、ヘッドマウントディスプレイ 600 に表示させる。画像合成装置 200 は、例えばパソコンにて実現される。

ここで、図 2～図 4 を参照して、画像合成装置 200 が合成する画像の例について説明

10

20

30

40

50

する。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、ヘッドマウントディスプレイ 6 0 0 が撮像する実画像の例を示す説明図である。同図に示す実画像は、ユーザがロボット 4 0 0 に手を出した状態を撮像した画像である。この実画像は、ロボット 4 0 0 の像の領域 A 1 1 1 と、ロボット 4 0 0 の像を遮蔽しているユーザの手の像の領域 A 1 1 2 と、背景画像の領域 A 1 1 3 とを含んでいる。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、画像合成装置 2 0 0 が実画像に合成する像の例を示す説明図である。同図に示す画像は、合成対象の像 A 2 1 1 を含み、背景領域 A 2 1 2 は無背景（例えば黒の単色）となっている。

なお、以下では、画像合成装置 2 0 0 が像を実画像に合成する物体を「置換後物体」と称し、置換後物体の像を「置換後物体像」と称する。置換後物体は、図 3 に示す人物に限らない。外観を視覚的に表示可能な様々な物体の像を置換後物体とすることができる。また、置換後物体は、実在の物体であってもよいし架空の物体であってもよい。

【 0 0 3 2 】

図 4 は、画像合成装置 2 0 0 が生成（合成）する画像の例を示す説明図である。同図に示す画像は、図 2 の実画像においてロボット 4 0 0 の像を図 3 に示される人物の像に置き換えた画像であり、当該人物の像の領域 A 3 1 1 と、ユーザの手の像の領域 A 3 1 2 と、背景画像の領域 A 3 1 3 とを含んでいる。

【 0 0 3 3 】

ここで、図 4 に示される人物の像は、図 2 に示されるロボットの像と形状が異なるが、図 2 の場合と同様の遮蔽関係が保たれている。すなわち、ユーザの手が、人物の一部を遮蔽している（ユーザの手の像が、人物の像の手前に重なって、人物の像の一部を遮蔽している）。また、ユーザの手および人物が、背景の壁の一部を遮蔽している（ユーザの手の像および人物の像が、背景の壁の像の手前に重なって、壁の像の一部を遮蔽している）。

このように、画像合成装置 2 0 0 は、ヘッドマウントディスプレイ 6 0 0 が撮像した実画像において、遮蔽関係を保って、置換前物体の像を置換後物体の像に置き換える。

【 0 0 3 4 】

C G データサーバ装置 3 0 0 は、置換後物体である人物の様々な姿勢の像を出力可能である。そして、C G データサーバ装置 3 0 0 は、ロボット制御装置 1 0 0 が検出したロボット 4 0 0 の姿勢、および、センサ 5 0 0 が検出したユーザの頭部の位置および姿勢に応じて、ユーザから見たロボットの姿勢に応じた姿勢の像を画像合成装置 2 0 0 に提供する。

【 0 0 3 5 】

具体的には、C G データサーバ装置 3 0 0 は、置換後物体である人物の 3 次元モデルを予め記憶している。この 3 次元モデルは、正面のみならず側面や背面も立体的に作られている 3 D C G（3-Dimensional Computer Graphics、3 次元コンピュータグラフィックス）である。また、この 3 次元モデルは、関節のある骨格を仕込まれており、関節角を設定することでポーズを調整することができる。

そして、C G データサーバ装置 3 0 0 は、ロボット 4 0 0 の関節角を取得し、人物の 3 次元モデルのポーズを当該関節角に対応したポーズに調整する。さらに、C G データサーバ装置 3 0 0 は、ロボット 4 0 0 とユーザとの位置関係に基づいて大きさおよび向きを調整した人物（置換後物体）のスナップショット（2 次元画像）を取得する。

【 0 0 3 6 】

また、C G データサーバ装置 3 0 0 は、ロボット 4 0 0（置換前物体）の様々な姿勢の像を、遮蔽されていない状態の像（以下、「完全な像」と称する）にて出力可能である。具体的には、C G データサーバ装置 3 0 0 は、ロボット 4 0 0 の 3 次元モデルを予め記憶している。そして、C G データサーバ装置 3 0 0 は、人物（置換後物体）のスナップショットの場合と同様、ロボット 4 0 0 の完全な像のスナップショット（2 次元画像）を、ロボット 4 0 0 の関節角やロボット 4 0 0 とユーザとの位置関係に基づいて、取得する。こ

10

20

30

40

50

のＣＧデータサーバ装置３００が出力するロボット４００（置換前物体）の完全な像は、後述するように、画像合成装置２００が合成画像を生成する際に用いられる。なお、以下では、置換前物体の完全な像を「非遮蔽時像」と称する。

ＣＧデータサーバ装置３００は、例えばパソコンにて実現される。

【００３７】

ヘッドマウントディスプレイ６００は、撮像装置６１０にてユーザの視野画像を撮像して画像合成装置２００に送信し、画像合成装置２００からの合成画像を表示装置６２０に表示する。

なお、本実施形態では、ヘッドマウントディスプレイ６００としてビデオシースルー（Video See-Through）型のヘッドマウントディスプレイを用いる場合について説明するが、これに限らない。例えば、ヘッドマウントディスプレイ６００として、光学シースルー（Optical See-Through）型のヘッドマウントディスプレイを用いるようにしてもよい。具体的には、本実施形態では、ヘッドマウントディスプレイ６００は、撮像装置で撮像した外部の画像に基づく合成画像を表示装置に表示する。これに代えて、ヘッドマウントディスプレイ６００が、外部からの光線の一部を遮蔽して置換後物体の像を示す光線に置き換え、他の部分（遮蔽物体の像の領域や、背景画像の領域）について外界からの光線を透過させることで、実画像に基づく合成画像を表示するようにしてもよい。

【００３８】

ネットワーク７００は、例えばＬＡＮ（Local Area Network）等の通信ネットワークであり、ロボット制御装置１００と画像合成装置２００とＣＧデータサーバ装置３００との通信を仲介する。

なお、本発明は各部の通信形態に依存しない。従って、各部の通信方式として、図１に示すものに限らず様々なものを用いることができる。例えば、画像合成装置２００とセンサ５００とが無線にて通信を行うようにしてもよい。また、ロボット制御装置１００とロボット４００とが有線接続されて通信を行うようにしてもよい。同様に、画像合成装置２００とヘッドマウントディスプレイ６００とが有線接続されて通信を行うようにしてもよい。

また、ロボット制御装置１００と、画像合成装置２００とが、ネットワーク７００を介さず直接、有線または無線接続されて通信するようにしてもよい。また、画像合成装置２００とＣＧデータサーバ装置３００とが、ネットワーク７００を介さず直接、有線または無線接続されて通信するようにしてもよい。また、ロボット制御装置１００とロボット４００と、あるいは、画像合成装置２００とセンサ５００と、あるいは、画像合成装置２００とヘッドマウントディスプレイ６００とが、ネットワーク７００を介して通信を行うようにしてもよい。

なお、本実施形態では、ロボット制御装置１００と、画像合成装置２００と、ＣＧデータサーバ装置３００とは別個の装置にて実現されているが、これらのうち２つ、あるいは３つ全てが、１つの装置（例えば１台のパソコン）にて実現されるようにしてもよい。

【００３９】

次に、図５を参照して、画像合成装置２００の構成についてより詳細に説明する。

図５は、画像合成装置２００の機能構成を示す概略ブロック図である。同図において、画像合成装置２００は、ネットワーク通信部２０１と、センサ情報取得部２０２と、ＨＭＤ通信部２０３と、制御部２１０とを具備する。制御部２１０は、置換後物体像取得部２２１と、置換後物体像マスク処理部２２２と、非遮蔽時像取得部２３１と、非遮蔽時像マスク化処理部２３２と、周囲画像取得部２３３と、実画像取得部２４１と、置換前物体像領域処理部２４２と、領域分割部２４３と、遮蔽領域検出部２５１と、遮蔽物体像領域検出部２５２と、遮蔽物体像領域処理部２５３と、被遮蔽部分除外部２５４と、合成実行部２５５とを具備する。

【００４０】

ネットワーク通信部２０１は、ネットワーク７００に接続しており、ロボット制御装置１００やＣＧデータサーバ装置３００と通信して各種データを取得する。

センサ情報取得部 202 は、センサ 500 と通信してセンサ情報を取得する。

HMD 通信部 203 は、ヘッドマウントディスプレイ 600 と通信して、撮像装置 610 が撮像した実画像のデータを取得し、表示装置 620 に表示させる合成画像データを送信する。

【0041】

制御部 210 は、画像合成装置 200 の各部を制御して、画像合成を実行する。制御部 210 は、例えば、画像合成装置 200 としてのパソコンの具備する CPU (Central Processing Unit、中央制御装置) が、当該パソコンの具備する記憶デバイスからプログラムを読み出して実行することで実現される。制御部 210 の各部は、例えば制御部 210 が実行するプログラムのモジュール (例えばサブルーチン) として構成される。

10

【0042】

置換後物体像取得部 221 は、実画像に含まれる置換前物体の像に置き換えて当該実画像に合成される置換後物体の像を取得する。具体的には、置換後物体像取得部 221 は、まず、センサ情報取得部 202 が取得したセンサ情報に基づいて、ユーザから見たロボット 400 の姿勢を算出する。そして、置換後物体像取得部 221 は、算出した姿勢の情報を、ネットワーク通信部 201 を介して CG データサーバ装置 300 に送信し、当該姿勢に該当する置換後物体像 (本実施形態では人物の像) を、CG データサーバ装置 300 から取得する。さらに、置換後物体像取得部 221 は、取得した人物の像に対して位置合わせおよび大きさ調整 (拡大 / 縮小) を行って、実画像におけるロボット 400 の像に重ね合わせる。より具体的には、置換後物体像取得部 221 は、人物の像の大きさを、身長または肩幅など体の一部の寸法を基準としてロボット 400 の像と同等の大きさとし、空間内における人物の座標がロボット 400 の座標と一致するように、人物の像を重ね合わせる。ロボット 400 として置換後物体よりも痩せている (やや小さい) ロボットを用いることで、ロボット 400 の像全体に人物の像を重ねる (ロボット 400 の像を隠す) ことができる。

20

【0043】

置換後物体像マスク処理部 222 は、置換後物体像取得部 221 が取得した置換後物体像に応じたマスクの生成や、生成したマスクの実画像への適用を行う。

非遮蔽時像取得部 231 は、遮蔽物体の像による遮蔽が無い場合の置換前物体の像を取得する。具体的には、上記のように、CG データサーバ装置 300 が、ロボット 400 (置換前物体) の様々な姿勢の完全な像を出力可能である。また、非遮蔽時像取得部 231 は、置換後物体像取得部 221 と同様、センサ情報取得部 202 が取得したセンサ情報に基づいて、ユーザから見たロボット 400 の姿勢を算出する。そして、非遮蔽時像取得部 231 は、算出した姿勢の情報を、ネットワーク通信部 201 を介して CG データサーバ装置 300 に送信し、当該姿勢に該当するロボット 400 の完全な像を、CG データサーバ装置 300 から取得する。さらに、非遮蔽時像取得部 231 は、取得したロボット 400 の像に対して位置合わせおよび大きさ調整を行って、実画像におけるロボット 400 の像に重ね合わせる (ユーザの手によって遮蔽された部分以外は像が一致するように重ねる)。

30

【0044】

非遮蔽時像マスク化処理部 232 は、非遮蔽時像取得部 231 が取得した置換前物体の像をマスク化する。

40

周囲画像取得部 233 は、非遮蔽時像マスク化処理部 232 が生成したマスクを置換後物体像取得部 221 が取得した置換後物体像に適用することで、置換後物体の像のうち、置換前物体の像 (遮蔽無し) に重ね合わせられる部分以外の部分の画像を取得 (生成) する。

【0045】

実画像取得部 241 は、撮像装置 610 が撮像した実画像を、HMD 通信部 203 を介して取得する。

置換前物体像領域処理部 242 は、実画像取得部 241 が取得した実画像に含まれる置

50

換前物体像の領域（単色領域）を抽出し、抽出した領域に基づいてマスクを生成する。

【0046】

領域分割部243は、実画像に対するエッジ抽出（微分処理）を行って当該実画像を領域分割する。領域分割部243がエッジ抽出を行うことで、同一物体の色がグラデーションや陰影（shade）により変化する場合でも、当該同一物体の画像の領域を同一領域として検出し得る。

【0047】

遮蔽領域検出部251は、遮蔽物体の像による遮蔽が無い場合の置換前物体の像と、遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除いた置換前物体の像との差分を求めることで、置換前物体の像のうち遮蔽物体の像に遮蔽される領域（図2の例では、ユーザの手の像で遮蔽されている領域）を検出する。

10

【0048】

遮蔽物体像領域検出部252は、実画像にて置換前物体の像を遮蔽する遮蔽物体の像の領域を検出する。具体的には、遮蔽物体像領域検出部252は、領域分割部243が分割した領域のうち、少なくとも一部が置換前物体の像を遮蔽している領域（図2の例では、ユーザの手の像の領域）を、遮蔽物体の像の領域として検出する。さらに具体的には、遮蔽物体像領域検出部252は、実画像を分割した領域のうち、遮蔽領域検出部251が検出した、置換前物体の像のうち遮蔽物体の像に遮蔽される領域を含む領域を検出する。

【0049】

遮蔽物体像領域処理部253は、遮蔽物体像領域検出部252が検出した遮蔽物体の像に対して、実画像からの抽出（合成用部分画像の生成）やマスク化の処理を行う。

20

被遮蔽部分除外部254は、置換後物体の像のうち、遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外する。ここで、置換後物体の像のうち、遮蔽物体の像の領域に対応する部分とは、置換後物体の像のうち、合成後の画像にて遮蔽物体の像に遮蔽される部分である。

【0050】

具体的には、被遮蔽部分除外部254は、置換後物体の像のうち、置換前物体の像に置き換わる部分の画像と、その周囲の画像の各々について、遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した画像を生成する。すなわち、被遮蔽部分除外部254は、置換後物体の像のうち、遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く置換前物体の像に対応する部分の画像と、置換後物体の像のうち、置換前物体の像に対応する部分と遮蔽物体の像に対応する部分とを除外した部分の画像とを生成する。

30

【0051】

合成実行部255は、実画像に対して、遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した置換後物体の像の合成を行う。合成実行部255が行う処理の具体例については後述する。

【0052】

次に、図6および図7を参照して画像合成装置200の動作について説明する。

図6および図7は、画像合成装置200が合成画像を生成する処理手順を示す説明図である。画像合成装置200は、例えば、HMD通信部203から実画像P310（動画像のフレーム）を受信する毎に、同図の処理を行う。その際、置換後物体像取得部221が、CGデータサーバ装置300から置換後物体の像P110（本実施形態では人物の画像）を取得し、非遮蔽時像取得部231が、CGデータサーバ装置300から非遮蔽時像P210（本実施形態では、ロボット400の完全な像）とを取得する。

40

【0053】

同図の処理において、置換後物体像マスク処理部222は、まず、置換後物体像取得部221が取得した置換後物体の像P110に対して単色化を行い、画像P111を生成する（ステップS111）。次に、置換後物体像マスク処理部222は、単色化された画像P111から単色の領域を抽出して画像P112を生成する（ステップS112）。画像P112は、置換後物体の画像の領域と、背景の領域（置換後物体の像P110にて無背景として設定されている領域）とに分割されている。

50

【 0 0 5 4 】

次に、置換後物体像マスク処理部 2 2 2 は、画像 P 1 1 2 をマスク化して、マスク P 1 1 3 を生成する（ステップ S 1 1 3）。マスク P 1 1 3 では、背景の領域がマスクされ（画像無しに設定され）、置換後物体の画像の領域が非マスクとされている（画像有りに設定されている）。

ただし、画像合成装置 2 0 0 がマスク P 1 1 3 を取得する方法は、ステップ S 1 1 1 ~ S 1 1 3 の処理を行う方法に限らない。例えば、C G データサーバ装置 3 0 0 が、置換後物体の画像と共に当該画像に対応するマスクを合成する、あるいは、単色に塗り潰された人物（置換後物体）の C G 画像を予め記憶しておき当該 C G 画像からマスクを生成するようにしてもよい。そして、画像合成装置 2 0 0 が、C G データサーバ装置 3 0 0 から、置換後物体の画像と共にマスクを取得するようにしてもよい。

10

【 0 0 5 5 】

次に、置換後物体像マスク処理部 2 2 2 は、マスク P 1 1 3 を反転させてマスク P 1 2 1 を生成する（ステップ S 1 2 1）。すなわち、マスク P 1 2 1 では、置換後物体の画像の領域がマスクされ、背景の領域が非マスクとされている。

そして、置換後物体像マスク処理部 2 2 2 は、マスク P 1 2 1 を実画像 P 3 1 0 に適用して、画像 P 1 2 2 を生成する（ステップ S 1 2 2）。この画像 P 1 2 2 は、画像合成装置 2 0 0 が生成する合成画像の一部として用いられる。画像 P 1 2 2 は、実画像 P 3 1 0 のうち、置換後物体の像の影響を受けない部分の画像である。従って、画像合成装置 2 0 0（合成実行部 2 5 5）は、画像 P 1 2 2 については、遮蔽関係を検出する必要無しに、そのまま合成することができる。

20

【 0 0 5 6 】

一方、非遮蔽時像マスク化処理部 2 3 2 は、まず、非遮蔽時像取得部 2 3 1 が取得した非遮蔽時像 P 2 1 0 に対して単色の色（クロマキー処理のためにロボット 4 0 0 に彩色されている色）を抽出し、画像 P 2 1 1 を生成する（ステップ S 2 1 1）。画像 P 2 1 1 は、非遮蔽時像の領域（置換前物体としてのロボット 4 0 0 の完全な像の領域）と、背景の領域とに分割されている。

【 0 0 5 7 】

次に、非遮蔽時像マスク化処理部 2 3 2 は、画像 P 2 1 1 をマスク化して、マスク P 2 1 2 を生成する（ステップ S 2 1 2）。マスク P 2 1 2 では、非遮蔽時像の領域がマスクされ、背景の領域が非マスクとされている。

30

そして、周囲画像取得部 2 3 3 が、マスク P 2 1 2 を置換後物体の像 P 2 2 1 に適用して画像 P 2 2 1 を生成する（ステップ S 2 2 1）。画像 P 2 2 1 は、置換後物体の像のうち、置換前物体の像に対応する領域を除いた周囲の領域の画像である。この周囲の領域は、実画像にて遮蔽関係が示されていない領域であり、画像合成装置 2 0 0 が実物体との遮蔽関係を検出する必要がある。

また、遮蔽領域検出部 2 5 1 は、マスク P 2 1 2 を反転させてマスク P 2 3 1 を生成する（ステップ S 2 3 1）。すなわち、マスク P 2 3 1 では、背景の領域がマスクされ、非遮蔽時像の領域が非マスクとされている。

【 0 0 5 8 】

40

一方、置換前物体像領域処理部 2 4 2 は、実画像取得部 2 4 1 が取得した実画像 P 3 1 0 から単色の領域を抽出して、画像 P 3 1 1 を取得する（ステップ S 3 1 1）。具体的には、置換前物体像領域処理部 2 4 2 は、クロマキー処理のためにロボット 4 0 0 に彩色されている色の領域を実画像 P 3 1 0 から抽出することで、置換前物体の像のうち遮蔽されていない部分の領域を検出する。

次に、置換前物体像領域処理部 2 4 2 は、画像 P 3 1 1 をマスク化してマスク P 3 1 2 を生成する（ステップ S 3 1 2）。マスク P 3 1 2 では、置換前物体の像のうち遮蔽されていない部分の領域がマスクされ、それ以外の領域（背景の領域および遮蔽物体の像の領域）が非マスクとされている。

【 0 0 5 9 】

50

さらに、置換前物体像領域処理部 2 4 2 は、マスク P 3 1 2 を反転させてマスク P 3 1 3 を生成する（ステップ S 3 1 3）。すなわち、マスク P 3 1 3 では、置換前物体の像のうち遮蔽されていない部分の領域が非マスクとされ、それ以外の領域（背景の領域および遮蔽物体の像の領域）がマスクされている。

【 0 0 6 0 】

そして、被遮蔽部分除外部 2 5 4 が、マスク P 3 1 3 を置換後物体の像 P 1 1 0 に適用して、画像 P 3 1 4 を生成する。画像 P 3 1 4 は、実画像にて遮蔽関係が示されている領域（遮蔽物体の影響を受けていない領域）の画像である。従って、画像合成装置 2 0 0（合成実行部 2 5 5）は、画像 P 3 1 4 については、さらに遮蔽関係を検出する必要無しに、そのまま合成することができる。

10

【 0 0 6 1 】

一方、領域分割部 2 4 3 は、実画像取得部 2 4 1 画取得した実画像 P 3 1 0 からエッジを抽出して、画像 P 3 2 2 を取得する（ステップ S 3 2 1）。

そして、領域分割部 2 4 3 は、置換前物体像領域処理部 2 4 2 が生成した単色領域の画像 P 3 1 1 を参照し（ステップ S 3 2 2）、エッジの画像 P 3 2 2 における単色領域内のエッジを無視（削除）して、画像 P 3 2 3 を生成する（ステップ S 3 2 3）。

【 0 0 6 2 】

一方、遮蔽領域検出部 2 5 1 は、ステップ S 2 3 1 で生成したマスク P 2 3 1 と、置換前物体像領域処理部 2 4 2 が生成したマスク P 3 1 2 とを足し合わせて、マスク P 4 2 1 を生成する（ステップ S 4 2 1）。マスク P 4 2 1 では、置換前物体の像が遮蔽物体の像で遮蔽されている部分のみが非マスクに設定されており、他の領域（置換前物体の像が遮蔽されていない領域、および背景の領域）はマスクされている。すなわち、遮蔽領域検出部 2 5 1 は、マスク P 4 2 1 を生成することで、実画像 P 3 1 0 において置換前物体の像が遮蔽物体の像に遮蔽されている部分を検出している。

20

【 0 0 6 3 】

一方、遮蔽物体像領域検出部 2 5 2 は、置換後物体像マスク処理部 2 2 2 が生成したマスク P 1 1 3 を、領域分割部 2 4 3 が生成した画像 P 3 2 3（分割領域画像）に適用して、画像 P 4 1 1 を生成する。画像 P 4 1 1 は、実画像 P 3 1 0 のうち、遮蔽関係が問題となり得る部分（置換後物体の像に対応する部分）の領域分割を示す画像である。

【 0 0 6 4 】

30

次に、遮蔽物体像領域検出部 2 5 2 は、画像 P 4 1 1 の各領域についてマスク P 4 2 1（における非マスクの領域）との重なりの有無を判定する（ステップ S 4 2 2）。そして、遮蔽物体像領域検出部 2 5 2 は、画像 P 4 1 1 の各領域のうち、マスク P 4 2 1（における非マスクの領域）と一部でも重なりのある領域全体を抽出して、画像 P 4 2 3 を生成する（ステップ S 4 2 3）。すなわち、遮蔽物体像領域検出部 2 5 2 は、遮蔽領域検出部 2 5 1 が検出した、遮蔽物体の像が置換前物体の像を遮蔽している領域に基づいて、遮蔽物体の像の領域（のうち、置換後物体の像に対応する部分）を検出している。

【 0 0 6 5 】

そして、遮蔽物体像領域処理部 2 5 3 は、画像 P 4 2 3 をマスク化してマスク P 4 2 4 を生成する（ステップ S 4 2 4）。マスク P 4 2 4 では、遮蔽物体の像の領域（のうち、置換後物体の像に対応する部分）が非マスクとされ、他の領域（置換後物体の像の領域うち、遮蔽物体の像に遮蔽されない部分、および背景の領域）がマスクされている。

40

また、遮蔽物体像領域処理部 2 5 3 は、マスク P 4 2 4 を、実画像 P 3 1 0 に適用して、画像 P 4 3 1 を生成する（ステップ S 4 3 1）。画像 P 4 3 1 は、遮蔽物体の像（のうち、置換後物体の像に対応する部分）である。

【 0 0 6 6 】

また、被遮蔽部分除外部 2 5 4 は、マスク P 4 2 4 を反転し、周囲画像取得部 2 3 3 が生成した画像 P 2 2 1 に適用して、画像 P 4 4 1 を生成する（ステップ S 4 4 1）。画像 P 4 4 1 は、置換後物体の像のうち周囲部分について、遮蔽物体に遮蔽される部分を除外した画像である。すなわち、画像 P 4 4 1 と画像 P 3 1 4 とを足し合わせると、置換後物

50

体の像のうち、遮蔽物体に遮蔽されていない部分の画像が得られる。

【 0 0 6 7 】

そして、合成実行部 2 5 5 は、画像 P 1 2 2 と、画像 P 3 1 4 と、画像 P 4 3 1 と、画像 P 4 4 1 とを足し合わせて合成画像 P 5 1 1 を生成する。

これにより、置換前物体と遮蔽物体との遮蔽関係を、置換後物体のうちの周囲部分（置換前物体の像の領域に対応付けられる部分以外の部分）にも反映させた、自然な遮蔽関係を示す画像が得られる。

【 0 0 6 8 】

次に、図 8 ～ 図 1 0 を参照して、画像合成システム 1 を適用する態様について説明する。

図 8 は、画像合成システム 1 を適用した第 1 の態様の例を示す説明図である。同図に示す態様では、画像合成システム 1（C G データサーバ装置 3 0 0）は、置換後物体として複数のキャラクタの画像データを合成する。

図 8 の例では、C G データサーバ装置 3 0 0 は、4 つのキャラクタ C 1 1 1 ～ C 1 1 4 の各々について 3 次元モデルを予め記憶しており、様々な姿勢の像について、ユーザの任意の視点から見たスナップショット（2 次元画像）を出力可能である。そして、画像合成システム 1 は、ユーザが選択したキャラクタ（図 8 の例ではキャラクタ C 1 1 1）の像を、実画像に合成して（ロボット 4 0 0 の像から置き換えて）ユーザに提示する。

【 0 0 6 9 】

画像合成システム 1 では、ロボット 4 0 0 と異なる形状のキャラクタであっても、キャラクタの周辺部分が欠けないので、ユーザは、リアリティのある体験をすることができる。

なお、ロボット 4 0 0 は、自動操縦されていてもよし、他者が遠隔操作にてロボット 4 0 0 を操縦するようにしてもよい。

また、C G データサーバ装置 3 0 0 がインターネット上にあるなど、共用可能な形態であってもよい。

【 0 0 7 0 】

図 9 は、画像合成システム 1 を適用した第 2 の態様の例を示す説明図である。同図に示す態様では、ユーザと対話相手とは、それぞれアバターサービス（例えば仮想世界サービス）にログインし、アバター同士での対話を行う。

画像合成システム 1 は、対話相手のアバターとしてのキャラクタ C 2 1 1 の像を実画像に合成してユーザに提示する。この第 2 の態様では、対話相手が、パソコンをロボット制御装置 1 0 0 として使用してロボット 4 0 0 を遠隔操作する。ユーザは、対話相手のアバターとの対話を、臨場感を持って楽しむことができる。

なお、対話相手のアバターとしてのキャラクタ C 2 1 1 とユーザ（のアバター）とが対話する世界 W 2 1 1 は、仮想世界であっても良いし、ユーザの部屋など実空間であってもよい。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 は、画像合成システム 1 を適用した第 3 の態様の例を示す説明図である。図 9 の例の場合と同様、図 1 0 に示す態様では、ユーザと対話相手とは、それぞれアバターサービス（例えば仮想世界サービス）にログインし、アバター同士（アバター C 3 1 1 および C 3 1 2）での対話を行う。一方、図 1 0 の例では、図 9 の場合と異なり、ユーザと対話相手との双方が、ロボット（ロボット 4 0 0 - 1 および 4 0 0 - 2）を所持している。

【 0 0 7 2 】

この場合、画像合成システム 1 は、お互いのアバターが相手のロボットに乗り移ったかのように画像を合成する。これにより、ユーザや対話相手は、アバター同士の対話を、一層の臨場感をもって楽しむことができる。

なお、対話相手のアバター C 3 1 1 とユーザのアバター C 3 1 2 とが対話する世界 W 3 1 1 は、仮想世界であっても良いし、互いの部屋（ユーザの部屋および対話相手の部屋）など実空間であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

なお、画像合成システム 1 の用途としては、キャラクタの体験やアバターを用いての対話などのエンターテインメント用途以外にも、様々な用途が考えられる。例えば、ロックスターが登場してギターを教えてくれるなどの教育用コンテンツを構築することもできる。あるいは、医療用途として、画像合成システム 1 を対人恐怖症の治療のために用いることも考えられる。また、患者に対する医者への対応をトレーニングするための模擬患者として画像合成システム 1 を用いることも可能である。

【 0 0 7 4 】

以上のように、遮蔽物体像領域検出部 2 5 2 が、遮蔽物体の像の領域を検出する。そして、被遮蔽部分除外部 2 5 4 は、置換後物体の像のうち、遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外する。そして、合成実行部 2 5 5 は、実画像（図 7 の例では、画像 P 1 2 2 および P 4 3 1）に対して、遮蔽物体の像の領域に対応する部分を除外した置換後物体の像の合成を行う。

10

これにより、画像合成装置 2 0 0 は、置換前物体の像と遮蔽物体の像との遮蔽関係を把握することで、置換後物体の像と遮蔽物体の像との遮蔽関係を把握することができる。従って、画像合成システム 1 では、T O F 等の装置を必要とせずに比較的 low コストにて物の遮蔽関係に応じた画像合成を行うことができる。かつ、画像合成システム 1 では、置換前物体と置換後物体との差を埋めるための後光の表示を行う必要が無く、観察者の違和感をより低減させることができる。

【 0 0 7 5 】

20

また、画像合成システム 1 は、ユーザの手の色などの色情報を用いずに合成画像を生成する。この点で、画像合成システム 1 は汎用性が高い。

また、画像合成システム 1 では、ロボットなど置換前物体を、人物など置換後物体に対して大きくする必要がない。従って、ロボットなど置換前物体のデザインの自由度が高い。また、置換後物体（合成する画像）についても、ロボットの形状に併せてショートカットにするなど形状の制約が不要となる。すなわち、置換後物体について形状の自由度が増した。

【 0 0 7 6 】

また、領域分割部 2 4 3 は、実画像に対するエッジ抽出を行って当該実画像を領域分割する。そして、遮蔽物体像領域検出部 2 5 2 は、領域分割部 2 4 3 が分割した領域のうち、少なくとも一部が置換前物体の像を遮蔽している領域を、遮蔽物体の像の領域として検出する

30

これにより、遮蔽物体像領域検出部 2 5 2 は、合成画像における置換後物体の像と、遮蔽物体との遮蔽関係をより正確に把握することができる。

【 0 0 7 7 】

また、遮蔽領域検出部 2 5 1 は、遮蔽物体の像による遮蔽が無い場合の置換前物体の像と、遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除いた置換前物体の像との差分を求めることで、前記置換前物体の像のうち前記遮蔽物体の像に遮蔽される領域を検出する。そして、遮蔽物体像領域検出部 2 5 2 は、実画像を分割した領域のうち、遮蔽領域検出部 2 5 1 が検出した領域を含む領域を検出する。

40

これにより、画像合成システム 1 は、図 6 ~ 図 7 のステップ S 4 2 1 におけるマスクの足し合わせ、および、ステップ S 4 2 2 ~ S 4 2 3 における重なりのある領域の検出といった、簡単な画像処理や判定にて、合成画像における遮蔽関係を検出することができる。

【 0 0 7 8 】

また、被遮蔽部分除外部 2 5 4 は、置換後物体の像のうち、遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く置換前物体の像に対応する部分の画像と、置換後物体の像のうち、置換前物体の像に対応する部分と遮蔽物体の像に対応する部分とを除外した部分の画像とを生成する。ここで、遮蔽物体の像に遮蔽された部分を除く置換前物体の像に対応する部分については、置換後物体と遮蔽物体との遮蔽関係を改めて求める必要なしに、そのまま置換後物体の画像を合成すればよい。従って、被遮蔽部分除外部 2 5 4 は、置換後物体の像の領域の

50

うち、置換前物体の像の周辺に該当する領域について、遮蔽物体との遮蔽関係を検出すればよい。

【 0 0 7 9 】

なお、本発明の適用範囲は、上述したヘッドマウントディスプレイを用いる構成に限らない。例えば固定カメラで固定のスクリーンに表示するものなど、ロボットと物との前後関係が生じる様々な構成に本発明を適用し得る。あるいは、本発明における表示装置として、スマートフォンや、パソコンのディスプレイを用いるようにもできる。

【 0 0 8 0 】

なお、制御部 2 1 0 の全部または一部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することで各部の処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

【 0 0 8 1 】

以上、本発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 2 】

- 1 画像合成システム
- 1 0 0 ロボット制御装置
- 2 0 0 画像合成装置
- 2 0 1 ネットワーク通信部
- 2 0 2 センサ情報取得部
- 2 0 3 HMD通信部
- 2 1 0 制御部
- 2 2 1 置換後物体像取得部
- 2 2 2 置換後物体像マスク処理部
- 2 3 1 非遮蔽時像取得部
- 2 3 2 非遮蔽時像マスク化処理部
- 2 3 3 周囲画像取得部
- 2 4 1 実画像取得部
- 2 4 2 置換前物体像領域処理部
- 2 4 3 領域分割部
- 2 5 1 遮蔽領域検出部
- 2 5 2 遮蔽物体像領域検出部
- 2 5 3 遮蔽物体像領域処理部
- 2 5 4 被遮蔽部分除外部
- 2 5 5 合成実行部
- 3 0 0 CGデータサーバ装置

10

20

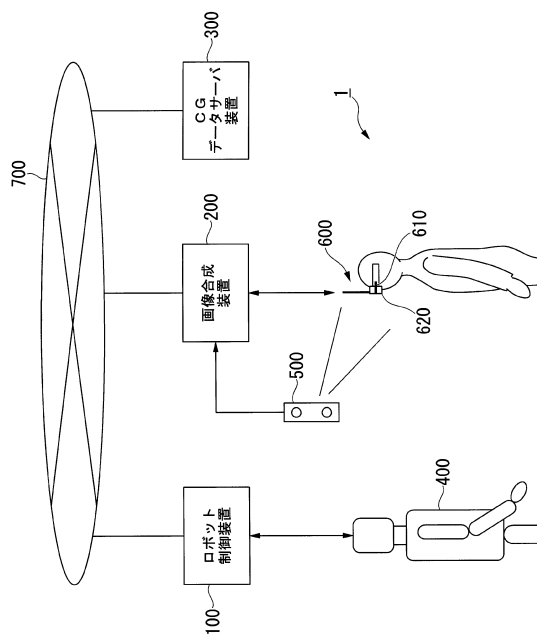
30

40

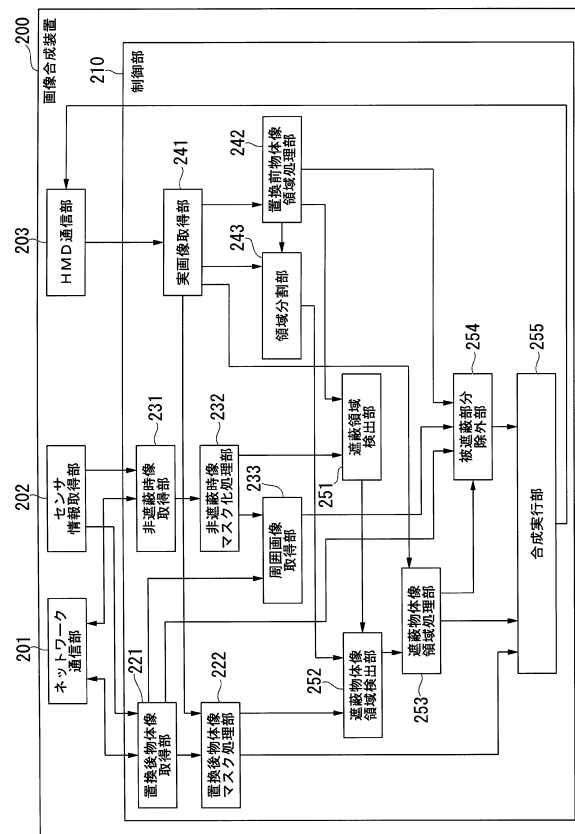
50

- 400 ロボット
 500 センサ
 600 ヘッドマウントディスプレイ
 700 ネットワーク

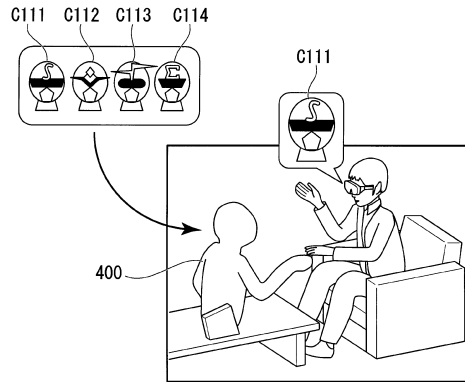
【図1】



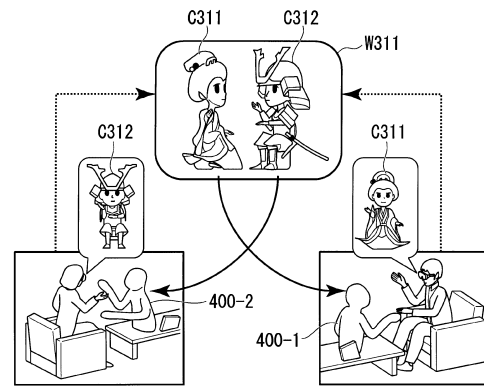
【図5】



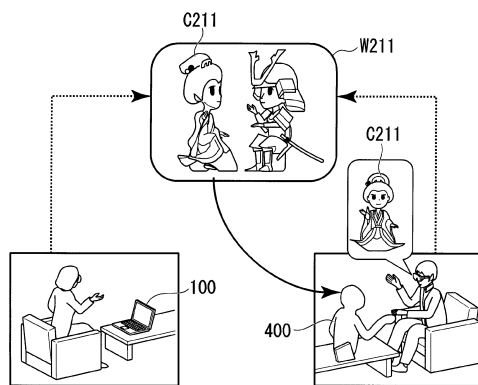
【図 8】



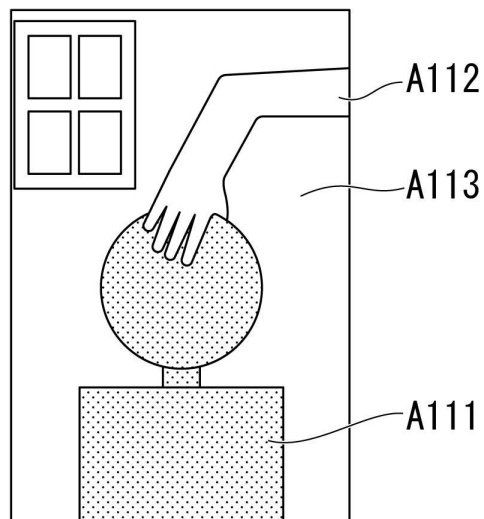
【図 10】



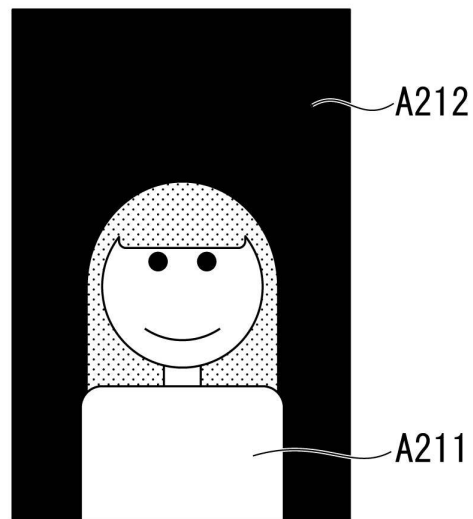
【図 9】



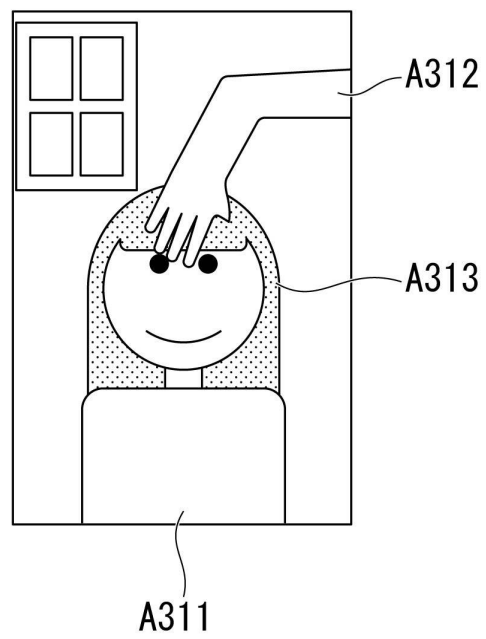
【図 2】



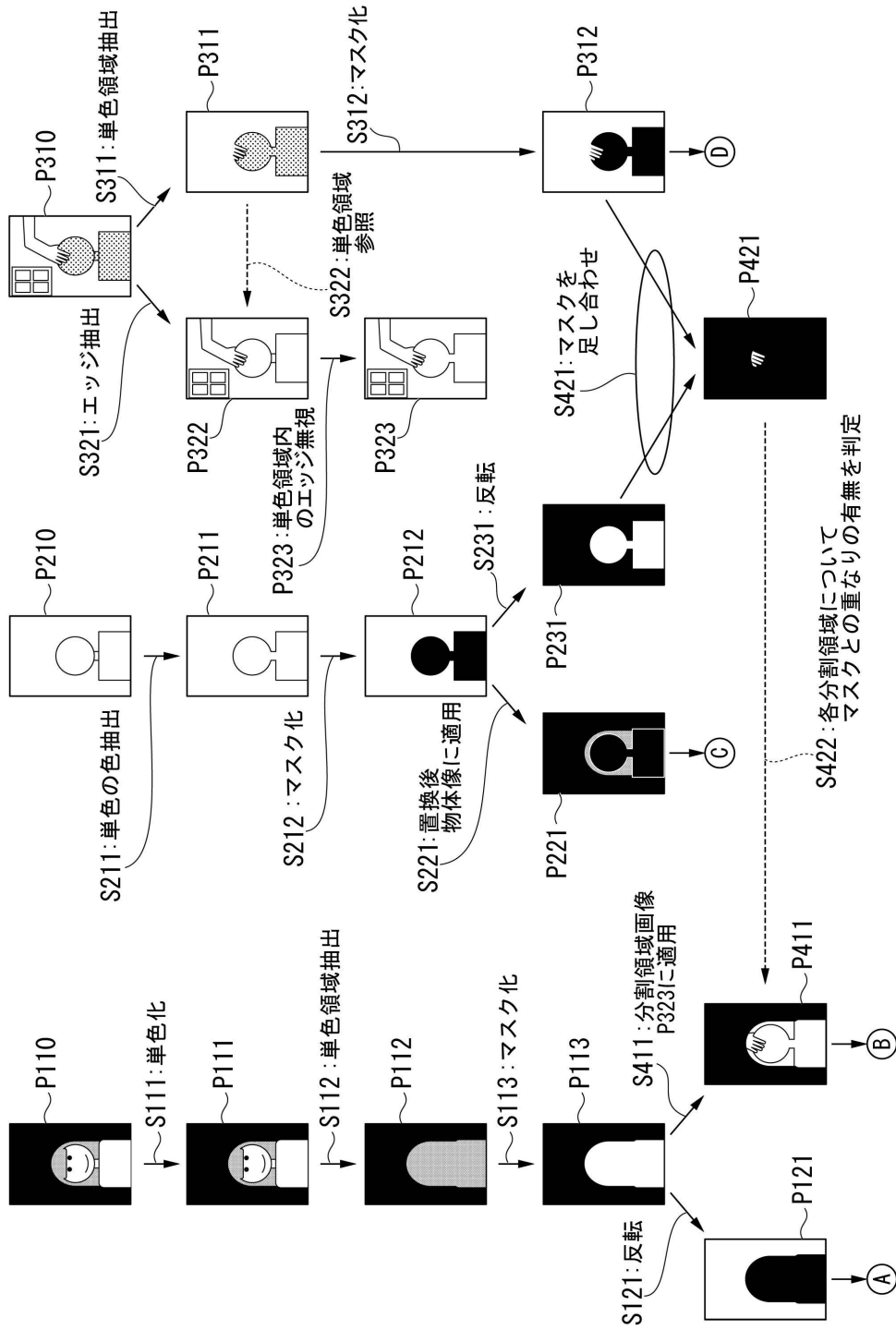
【図 3】



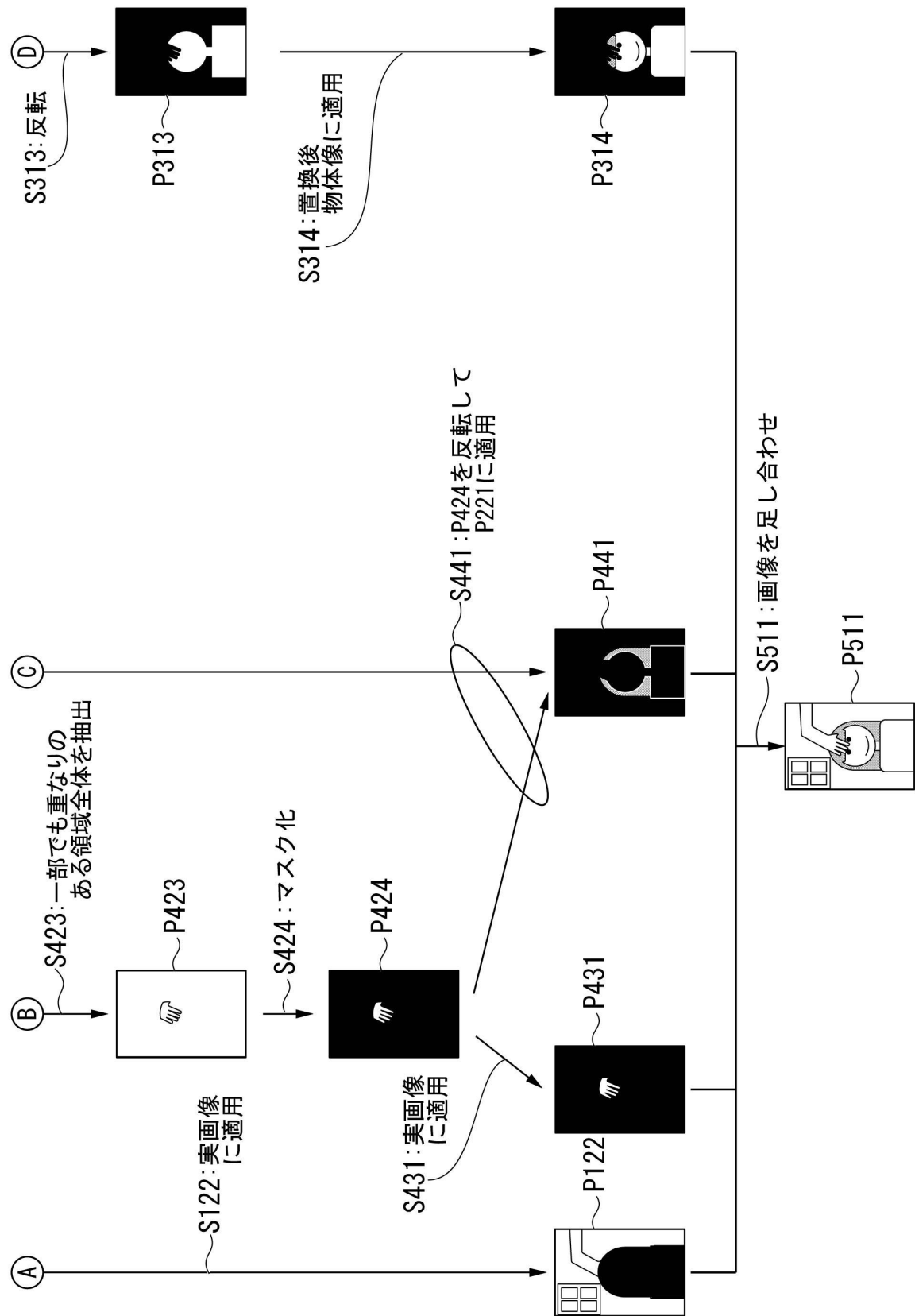
【図 4】



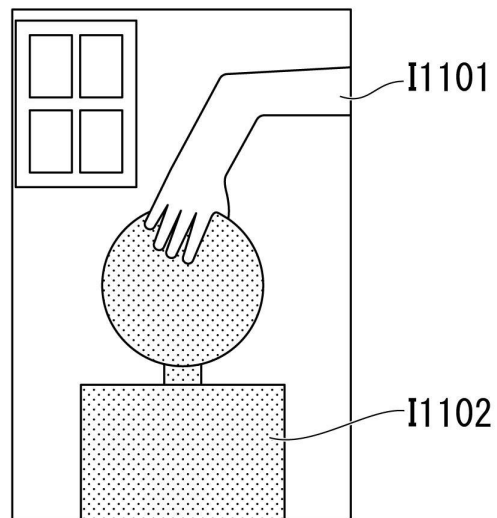
【図 6】



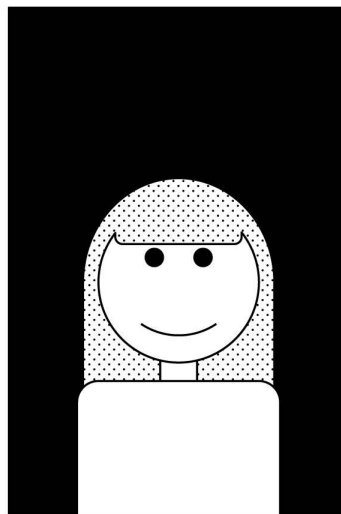
【図 7】



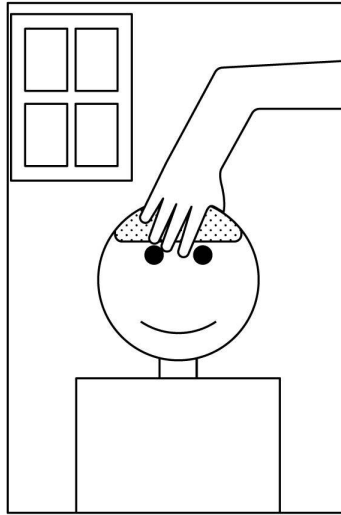
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 庄司 道彦

神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 7 9 番 1 号 国立大学法人横浜国立大学内

審査官 村松 貴士

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 0 7 9 6 9 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 1 3 4 6 9 3 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 2 3 4 2 5 3 (J P , A)

国際公開第 0 3 / 0 6 3 0 8 6 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 T 1 9 / 0 0