

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4310434号  
(P4310434)

(45) 発行日 平成21年8月12日(2009.8.12)

(24) 登録日 平成21年5月22日(2009.5.22)

(51) Int.Cl. F I  
**G06T 1/00 (2006.01)** G06T 1/00 340A  
**G06T 7/60 (2006.01)** G06T 7/60 150P

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-431513 (P2003-431513)	(73) 特許権者	503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(22) 出願日	平成15年12月25日(2003.12.25)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
(65) 公開番号	特開2005-190225 (P2005-190225A)	(74) 代理人	100113099 弁理士 和田 祐造
(43) 公開日	平成17年7月14日(2005.7.14)	(74) 代理人	100117547 弁理士 須田 浩史
審査請求日	平成18年1月23日(2006.1.23)	(72) 発明者	山口 亨 東京都八王子市片倉町561-116
特許法第30条第1項適用	2003年9月8日~10日 大阪府立大学において開催された第19回ファジィシステムシンポジウムで発表	(72) 発明者	高間 康史 東京都豊島区南長崎5-3-3-207
特許法第30条第1項適用	2003年9月25日~28日 Jeju Korea大学において開催されたISS2003で発表	審査官	松永 隆志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アイコンタクトコミュニケーションシステム、方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

使用者の視野を撮像して視野画像データを出力する視野画像取得カメラと、  
 使用者が利用する機器に搭載され、該機器を利用する使用者を撮像して使用者画像データを出力する使用者画像取得カメラと、

前記使用者画像取得カメラから得られる使用者画像データに基づき、前記使用者の口領域をマーカとして画像認識処理により当該口領域の重心を検出し、この検出された口領域の重心と前記使用者の頭部モデルとから前記使用者の第1視線方向を検出する第1視線方向検出手段と、

前記視野画像取得カメラから得られる視野画像データに基づき、前記機器のマーカの位置を画像認識処理により検出し、この検出された機器のマーカの位置をもとに前記使用者の第2視線方向を検出する第2視線方向検出手段と、

前記検出された第1視線方向と第2視線方向との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合に、前記第1視線方向又は前記第2視線方向のいずれかをアイコンタクト成立条件として記憶装置に記憶させるキャリブレーション処理手段と、

前記アイコンタクト成立条件の記憶後に、前記第1視線方向検出手段により前記使用者画像データに基づき検出された第1視線方向と、前記記憶装置から読み出されたアイコンタクト成立条件との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合にアイコンタクト成立と判定するアイコンタクト判定手段と

を具備してなることを特徴とするアイコンタクトコミュニケーションシステム。

10

20

## 【請求項 2】

前記キャリブレーション処理手段は、前記検出された第 1 視線方向と第 2 視線方向との差が所定の範囲内でない場合に、前記使用者の頭部モデルを補正して、この補正後の頭部モデルをもとに前記第 1 視線方向検出手段に第 1 視線方向の検出処理を再度行わせ、この再検出された第 1 視線方向と前記第 2 視線方向との差が所定の範囲内にあるか否かを判定する再判定処理を、当該差が所定の範囲内になるまで繰り返すことを特徴とする請求項 1 に記載のアイコンタクトコミュニケーションシステム。

## 【請求項 3】

前記視野画像取得カメラと前記使用者画像取得カメラはネットワーク接続可能に構成され、前記第 1 視線方向検出手段、第 2 視線方向検出手段、キャリブレーション処理手段及び記憶装置は、使用者により携帯され、又は前記機器に搭載された 1 台の情報処理装置に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のアイコンタクトコミュニケーションシステム。

10

## 【請求項 4】

前記機器を複数の使用者が共有する場合に、使用者画像取得カメラはパンフォーカス可能なカメラであり、前記第 1 視線方向検出手段は、前記使用者画像取得カメラのパンフォーカス撮像動作により得られた画像データをもとに前記複数の使用者の各々について第 1 の視線方向を検出することを特徴とする請求項 1 に記載のアイコンタクトコミュニケーションシステム。

## 【請求項 5】

20

使用者の視野を視野画像取得カメラにより撮像して視野画像データを出力し、機器を操作する位置であって該機器を利用する前記使用者を使用者画像取得カメラにより撮像して使用者画像データを出力し、前記使用者画像データに基づき、前記使用者の口領域をマーカとして画像認識処理により当該口領域の重心を検出し、この検出された口領域の重心と前記使用者の頭部モデルとから前記使用者の第 1 視線方向を検出し、前記視野画像データに基づき、前記機器のマーカの位置を画像認識処理により検出し、この検出された機器のマーカの位置をもとに前記使用者の第 2 視線方向を検出し、前記検出された第 1 視線方向と第 2 視線方向との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合に、前記第 1 視線方向又は前記第 2 視線方向のいずれかをアイコンタクト成立条件として記憶し、前記アイコンタクト成立条件の記憶後に、前記使用者画像データに基づき検出された第 1 視線方向と、前記記憶されたアイコンタクト成立条件との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合にアイコンタクト成立と判定することを特徴とするアイコンタクトコミュニケーション方法。

30

## 【請求項 6】

機器を操作する位置であって該機器を利用する使用者を撮像して得られる使用者画像データに基づき、前記使用者の口領域をマーカとして画像認識処理により当該口領域の重心を検出し、この検出された口領域の重心と前記使用者の頭部モデルとから前記使用者の第 1 視線方向を検出する処理と、前記使用者の視野を撮像して得られた視野画像データに基づき、前記機器のマーカの位置を画像認識処理により検出し、この検出された機器のマーカの位置をもとに前記使用者の第 2 視線方向を検出する処理と、前記検出された第 1 視線方向と第 2 視線方向との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合に、前記第 1 視線方向又は前記第 2 視線方向のいずれかをアイコンタクト成立条件として記憶させるキャリブレーション処理と、前記アイコンタクト成立条件の記憶後に、前記使用者画像データに基づき検出された第 1 視線方向と、前記記憶されたアイコンタクト成立条件との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合にアイコンタクト成立と判定する処理とを、コンピュータに実行させるアイコンタクトコミュニケーションプログラム。

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、使用者の視線を検出することにより使用者が利用する機器とのアイコンタクトの有無を判別するアイコンタクトコミュニケーションシステム、方法及びプログラムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、視線を検出することにより使用者たる人間と機械との情報通信を行う視線認識コミュニケーション装置としては、例えば特開平6-51901号公報(特許文献1)や、  
特公昭60-17125号公報(特許文献2)がある。これら特許文献1及び2に示されているように、眼球の方向に基づき使用者の視線を検出するものが知られている。

【特許文献1】特開平6-51901号公報

【特許文献2】特公昭60-17125号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

上記技術では、マウスなどのポインティングデバイスの代替として視線による注視を用いることを目的としたものであり、高精度な視線検出を考慮している反面、眼球に近い位置に検出装置を設置する必要がある。したがって、特殊な眼鏡を必要としたり、頭部と表示装置の正確な位置関係を保つため、表示装置を使用者の頭部に設置する必要があるなどの問題点がある。

## 【0004】

しかしながら、視線認識を機械とのコミュニケーションに用いる実際の状況を考えると、表示装置上の正確な画素単位的位置を指定する前に、使用者が機器とのコミュニケーションや操作を開始する時点を検出することが必要である。また、現在では、複数の機械、複数の使用者が同一場所に存在する状況が多く存在する。この場合に使用者がどの機器を操作するつもりであるか、あるいは複数の使用者のうち操作権を持つのは誰かを特定したいといった用途においては、使用者がどの機器を注視しているのか、反対に機器を注視しているのはどの使用者であるのかを同定する必要がある。

## 【0005】

本発明は上記課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、簡便な装置構成で使用者と機器とのアイコンタクトの有無を判断するアイコンタクトコミュニケーションシステム、方法及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】

## 【0006】

本発明のある観点によれば、使用者の視野を撮像して視野画像データを出力する視野画像取得カメラと、使用者が利用する機器に搭載され、該機器を利用する使用者を撮像して使用者画像データを出力する使用者画像取得カメラと、前記使用者画像取得カメラから得られる使用者画像データに基づいて使用者の口領域をマーカとして画像認識処理により当該口領域の重心を検出し、この検出された口領域の重心と使用者の頭部モデルとから前記使用者の第1視線方向を検出する第1視線方向検出手段と、前記視野画像取得カメラから得られる視野画像データに基づいて前記機器のマーカの位置を画像認識処理により検出し、この検出された機器のマーカの位置をもとに前記使用者の第2視線方向を検出する第2視線方向検出手段と、前記検出された第1視線方向と第2視線方向との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合に、前記第1視線方向又は前記第2視線方向のいずれかをアイコンタクト成立条件として記憶装置に記憶させるキャリブレーション処理手段と、前記アイコンタクト成立条件の記憶後に、前記第1視線方向検出手段により前記使用者画像データに基づき検出された第1視線方向と、前記記憶装置から読み出されたアイコンタクト成立条件との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内

にある場合にアイコンタクト成立と判定するアイコンタクト判定手段とを具備してなることを特徴とするアイコンタクトコミュニケーションシステムが提供される。

【0007】

また、本発明の別の観点によれば、使用者の視野を視野画像取得カメラにより撮像して視野画像データを出力し、機器を操作する位置であって該機器を利用する使用者を撮像して使用者画像データを出力し、前記使用者画像データに基づき、使用者の口領域をマーカとして画像認識処理により当該口領域の重心を検出し、この検出された口領域の重心と使用者の頭部モデルとから前記使用者の第1視線方向を検出し、前記視野画像データに基づき、前記機器のマーカの位置を画像認識処理により検出し、この検出された機器のマーカの位置をもとに前記使用者の第2視線方向を検出し、前記検出された第1視線方向と第2視線方向との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合に、前記第1視線方向又は前記第2視線方向のいずれかをアイコンタクト成立条件として記憶し、前記アイコンタクト成立条件の記憶後に、前記使用者画像データに基づき検出された第1視線方向と、前記記憶されたアイコンタクト成立条件との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合にアイコンタクト成立と判定することを特徴とするアイコンタクトコミュニケーション方法が提供される。

10

【0008】

また、本発明のさらに別の観点によれば、機器を操作する位置であって該機器を利用する使用者を撮像して得られる使用者画像データに基づき、使用者の口領域をマーカとして画像認識処理により当該口領域の重心を検出し、この検出された口領域の重心と使用者の頭部モデルとから前記使用者の第1視線方向を検出する処理と、上記使用者の視野を撮像して得られた視野画像データに基づき、前記機器のマーカの位置を画像認識処理により検出し、この検出された機器のマーカの位置をもとに前記使用者の第2視線方向を検出する処理と、前記検出された第1視線方向と第2視線方向との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合に、前記第1視線方向又は前記第2視線方向のいずれかをアイコンタクト成立条件として記憶させるキャリブレーション処理と、前記アイコンタクト成立条件の記憶後に、前記使用者画像データに基づき検出された第1視線方向と、前記記憶されたアイコンタクト成立条件との差が所定の範囲内にあるか否かを判定し、所定の範囲内にある場合にアイコンタクト成立と判定する処理とを、コンピュータに実行させるアイコンタクトコミュニケーションプログラムが提供される。

20

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、簡便な装置構成で使用者と機器とのアイコンタクトの有無を判断することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

(第1実施形態)

図1は本発明の第1実施形態に係るアイコンタクトコミュニケーションシステム100の全体構成を示す図である。このコミュニケーションシステム100は、アイコンタクト前のキャリブレーション時のシステム構成図である。

40

【0011】

図1に示すように、視野画像取得カメラ1と、情報処理装置2と、対象機器3と、使用者画像取得カメラ4と、情報処理装置5とから構成される。情報処理装置2と5は通信ネットワーク6で接続されている。通信ネットワーク6は有線でも無線でもよく、例えばイーサネット、無線LANなど、既知の情報通信手段が用いられる。

【0012】

情報処理装置2は、視野画像取得カメラ1と同様に使用者が携帯可能に構成されている。情報処理装置2は、例えば携帯電話端末、携帯情報端末などで実現される。情報処理装置5は、使用者画像取得カメラ4に接続して機器3に搭載されている。

50

## 【 0 0 1 3 】

視野画像取得カメラ 1 は、対象機器 3 を使用する使用者 1 0 である人間の頭部に設置される。設置の際に、使用者 1 0 の顔が向いている方向の映像を視野画像として撮像する。撮像された画像は情報処理装置 2 に出力される。使用者画像取得カメラ 4 は、対象機器 3 を操作可能な位置の映像を撮像する。撮像された画像は情報処理装置 5 に出力される。使用者画像取得カメラ 4 は、機器 3 に搭載され、機器 3 を操作可能な位置に関する映像を撮像する。

## 【 0 0 1 4 】

図 2 は使用者 1 0 に対する視野画像取得カメラ 1 の固定手法を示す図である。図 2 ( a ) は視野画像取得カメラ 1 をカメラ固定バンド 1 1 に通した上でカメラ固定バンド 1 1 を頭に巻き付ける。また、図 2 ( b ) は視野画像取得カメラ 1 をカメラ固定バンド 1 2 に通した上でカメラ固定バンド 1 2 を頭から首の下で止める。このように、視野画像取得カメラ 1 を固定する固定装置としてカメラ固定バンド 1 1 や 1 2 を用いて視野画像取得カメラ 1 の撮像方向を使用者 1 0 の視野にあわせて固定することにより、視野画像取得カメラ 1 が使用者 1 0 の動きにあわせてその使用者 1 0 の顔が向いている方向、すなわち使用者 1 0 の視野を撮像することができる。

10

## 【 0 0 1 5 】

図 3 は情報処理装置 2 及び 5 の詳細な構成を示す図である。

## 【 0 0 1 6 】

情報処理装置 2 は、プロセッサ 2 1 と、データベース 2 2 と、表示部 2 3 からなる。

20

## 【 0 0 1 7 】

プロセッサ 2 1 は、データベース 2 2 からプログラムを読み出すことにより画像管理手段 2 1 a、第 2 視線方向検出手段 2 1 b、通信制御手段 2 1 c 及び使用者用アプリケーション 2 1 d として機能する。

## 【 0 0 1 8 】

画像管理手段 2 1 a は、視野画像取得カメラ 1 で撮像された視野画像信号を取得してプロセッサ 2 1 に出力する。画像管理手段 2 1 a は、視野画像取得カメラ 1 からの視野画像信号を視野画像データとしてデータベース 2 2 に格納する。第 2 視線方向検出手段 2 1 b は、データベース 2 2 に格納された視野画像データに基づき使用者 1 0 の視線方向を検出する。得られた使用者 1 0 の視線方向は、第 2 視線方向として通信制御手段 2 1 c を介して情報処理装置 5 に送信される。

30

## 【 0 0 1 9 】

使用者用アプリケーション 2 1 d は、通信制御手段 2 1 c を介して受信したキャリブレーション結果、アイコンタクト判定結果、機器部分表示データなどを表示部 2 3 に表示する。また、受信したアイコンタクト判定結果における機器に関する機器データをデータベース 2 2 から読み出し表示部 2 3 に表示する。認識される機器が複数ある場合には、データベース 2 2 の機器データは機器 ID に対応付けられて機器毎に格納される。使用者用アプリケーション 2 1 d は、アイコンタクト判定結果に含まれる機器 ID に基づき、その機器 ID に対応付けられた機器データをデータベース 2 2 から読み出し表示する。

## 【 0 0 2 0 】

通信制御手段 2 1 c は、キャリブレーション結果、アイコンタクト結果及び機器部分表示データを情報処理装置 5 から受信する。

40

## 【 0 0 2 1 】

情報処理装置 5 は、プロセッサ 5 1 と、データベース 5 2 と、表示装置 5 3 からなる。

## 【 0 0 2 2 】

プロセッサ 5 1 は、データベース 5 2 からプログラムを読み出すことにより画像管理手段 5 1 a、第 1 視線方向検出手段 5 1 b、キャリブレーション判定手段 5 1 c、アイコンタクト判定手段 5 1 d、通信制御手段 5 1 e 及び機器用アプリケーション 5 1 f として機能する。

## 【 0 0 2 3 】

50

まず、キャリブレーションに関する情報処理装置 5 の機能を説明する。

【 0 0 2 4 】

画像管理手段 5 1 a は、使用者画像取得カメラ 4 で撮像された使用者画像信号を取得してプロセッサ 5 1 に出力する。画像管理手段 5 1 a は、使用者画像取得カメラ 4 からの使用者画像信号を視野画像データとしてデータベース 5 2 に格納する。

【 0 0 2 5 】

第 1 視線方向検出手段 5 1 b は、データベース 5 2 に格納された使用者画像データに基づき使用者 1 0 の視線方向を検出する。以下、この使用者画像に基づき得られた視線方向を第 1 視線方向と呼ぶ。

【 0 0 2 6 】

キャリブレーション判定手段 5 1 c は、通信制御手段 5 1 e を介して情報処理装置 2 から受信した第 2 視線方向と、第 1 視線方向検出手段 5 1 b で得られた第 1 視線方向とに基づきキャリブレーション判定を行う。キャリブレーションが終了すると、キャリブレーション結果をアイコンタクト成立条件としてデータベース 5 2 に格納する。

【 0 0 2 7 】

次に、キャリブレーション後の機器使用開始時の情報処理装置 5 の機能を説明する。

【 0 0 2 8 】

アイコンタクト判定手段 5 1 d は、第 1 視線方向検出手段 5 1 b で得られた機器使用開始時の第 1 視線方向と、予めデータベース 5 2 に格納しておいたアイコンタクト成立条件を比較し、アイコンタクト成立の可否を判定する。成立の可否の判定結果は通信制御手段 5 1 e を解して情報処理装置 2 に送信される。

【 0 0 2 9 】

機器用アプリケーション 5 1 f は、判定結果に含まれる機器の情報に基づき、機器表示データから機器部分表示データを抽出する。得られた機器部分表示データは通信制御手段 5 1 e を介して情報処理装置 2 に送信される。また、機器用アプリケーション 5 1 f は、例えばその機器 3 での作業内容などの機器表示データを表示装置 5 3 に表示する。

【 0 0 3 0 】

機器用アプリケーション 5 1 f は、機器表示データとともに、マーカデータを含めて表示装置 5 3 に表示してもよい。

【 0 0 3 1 】

図 4 は第 1 視線方向、すなわち使用者画像に基づく使用者 1 0 の視線方向の検出例を説明するための模式図である。図 4 は、機器 3 に設置された使用者画像取得カメラ 4 の角度  $2$  の画像取得範囲に、検出の対象とする使用者 1 0 の使用者頭部 1 0 a が含まれている場合である。一例として、使用者頭部 1 0 a のうち、使用者 1 0 の口、すなわち図 4 の口領域 1 0 b をマーカとして用いる。使用者頭部 1 0 a は、半径  $r$  の円形の使用者頭部モデルで近似してあるが、他の形状で近似してもよい。使用者画像取得カメラ 4 と使用者頭部 1 0 a の中心  $O$  とを結んだ直線に平行に  $z$  軸が示され、この  $z$  軸に垂直な方向に  $x$  軸及び  $y$  軸が示されている。使用者画像取得カメラ 4 から使用者頭部 1 0 a の中心  $O$  までの距離は  $d_z$  である。口領域 1 0 b の重心は、周知の画像認識技術により検出される。この場合、像面 1 3 における位置  $x$  が測定された場合、 $d_z$ 、 $r$  および  $\theta$  が既知であるとする、使用者 1 0 の第 1 視線方向  $\alpha_c$  は以下の式 ( 1 ) ~ ( 3 ) により求められる。ここで、 $\theta$  は画角により、 $r$  は使用者頭部モデルにより求められる。

【 0 0 3 2 】

$$\alpha_c = \alpha - ( \alpha_A + \alpha_B ) \quad \dots ( 1 )$$

$$\sin \alpha_B = ( d_z / r ) \cdot \sin \alpha_A \quad \dots ( 2 )$$

$$\tan \alpha_A = ( | x - x_0 | / x_0 ) \cdot \tan \theta \quad \dots ( 3 )$$

$x_0$  は、使用者画像取得カメラ 4 と使用者頭部 1 0 a の中心  $O$  とを結んだ直線  $L_0$  と、像面 1 3 との交わる位置の  $x$  座標である。 $\alpha_A$  は、口領域 1 0 b の重心と使用者画像取得カメラ 4 とを結んだ直線  $L_x$  が、直線  $L_0$  となす角度である。 $\alpha_B$  は、中心  $O$  と口領域 1 0 b の重心とを結んだ直線が直線  $L_x$  となす角度である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 3 】

この使用者頭部モデルと口領域 1 0 b をマーカとした使用者 1 0 の注視方向の検出は、口領域 1 0 b の重心の検出精度などにより誤差が生じやすいという問題がある。

## 【 0 0 3 4 】

そこで、視野画像取得カメラ 1 により撮影された視野画像に基づき、上記式 ( 1 ) ~ ( 3 ) により得られた距離や角度の算出結果と比較することにより、キャリブレーションを行う。

## 【 0 0 3 5 】

図 5 は第 2 視線方向、すなわち視野画像に基づく使用者 1 0 の視線方向の検出例を説明するための模式図である。図 5 は、使用者 1 0 の頭部に設置された視野画像取得カメラ 1 の角度 2 の画像取得範囲に、検出の対象とする機器 3 のマーカ 3 5 が含まれている場合である。マーカ 3 5 は、機器 3 の表面に他の部材とは異なる部材等により形成された部分であってもよいし、例えば表示装置 5 3 に表示されたマーカ画像であってもよい。視野画像取得カメラ 1 とその画像取得範囲の中心とを結んだ直線 1 〇 に平行に z 軸が示され、この z 軸に垂直な方向に x 軸及び y 軸が示されている。視野画像取得カメラ 1 からマーカ 3 5 までの距離は  $d_z$  である。マーカ 3 5 の位置は、周知の画像認識技術により検出される。この場合、視野画像内のマーカ 3 5 の像面 1 6 における x 座標が測定された場合、マーカ 3 5 の機器 3 表面における視線方向からの距離  $d_x$ 、 $\theta$  が既知であるとする、使用者 1 0 の第 2 視線方向  $\theta_x$  は以下の式 ( 4 ) 及び ( 5 ) により求められる。ここで、 $\theta$  は画角により求められる。

## 【 0 0 3 6 】

$$\theta_x = \tan^{-1} ( d_x / d_z ) \quad \dots ( 4 )$$

$$d_z = ( x_0 / | x - x_0 | ) \cdot ( d_x / \tan \theta ) \quad \dots ( 5 )$$

$x_0$  は、直線 1 〇 の像面 1 6 における x 座標である。このように、視野画像取得カメラ 1 で撮像したマーカ 3 5 を含む視野画像を用いることにより、使用者画像取得カメラ 4 の場合よりも正確な距離と角度の計算が可能である。

## 【 0 0 3 7 】

図 6 及び図 7 はアイコンタクト判定時の機器部分表示データの表示手法を説明するための図である。

## 【 0 0 3 8 】

図 6 は、表示装置 5 3 を含む機器 3 の構成の一例を示す図である。この図 6 に示す表示装置 5 3 に対して、例えば使用者 1 0 の視線方向が、図 7 ( a ) に示す視野 1 0 1 で示すような範囲にある場合を想定する。この場合、第 1 視線方向検出手段 5 1 b は、第 1 視線方向  $\theta_c$  の算出により、表示装置 5 3 の右上、右下、左上、左下のいずれを見ているかを判定することができる。一例としては、予め第 1 視線方向  $\theta_c$  の範囲、右上、右下、左上、左下などの見ている領域の種別とを対応付けた領域判定テーブルをデータベース 5 2 に記憶しておき、この領域判定テーブルを読み出し測定された第 1 視線方向  $\theta_c$  と比較する。これにより、どの領域を使用者 1 0 が見ているかを判別できる。この判別結果に基づき機器用アプリケーション 5 1 f はデータベース 5 2 から表示領域に対応する機器部分表示データを抽出し、通信制御手段 5 1 e を介して情報処理装置 2 に送信する。情報処理装置 2 内の使用者用アプリケーション 2 1 d は、通信制御手段 2 1 c を介して受信した機器部分表示データを表示部 2 3 に表示する。図 7 ( b ) の 3 7 は表示部 2 3 の表示画面である。表示画面 3 7 には、機器部分表示データ 3 8 として、表示装置 5 3 に表示された内容のうち、特に使用者 1 0 が注視している「 1 . . . 」の部分が表示されている。

## 【 0 0 3 9 】

図 8 は上記実施形態に係るアイコンタクトを用いた機器の使用のフローチャートを示す図である。図 8 に示すように、このアイコンタクトコミュニケーションシステム 1 0 0 では、視野画像取得カメラ 1 及び使用者画像取得カメラ 4 の双方を用いたキャリブレーションを行い、アイコンタクト成立条件  $\theta_c$  を求める ( s 1 )。次に、キャリブレーションで求めたアイコンタクト成立条件  $\theta_c$  を用いてアイコンタクト判定を行う ( s 2 )。このア

10

20

30

40

50

アイコンタクト判定で、アイコンタクトが成立したと判定された場合、機器3の使用が開始される(s3)。

【0040】

図9は(s1)のキャリブレーションの処理の詳細のフローチャートを示す図である。図9に示すように、まず、使用者10の機器3を使用する時の状態での位置決めを行う(s11)。この位置決めにより、実際に機器3を移動させたり、使用者10が移動し、機器3を使用するのに最適と思われる状態にされる。

【0041】

位置決めが終了すると、機器3側では、使用者画像取得カメラ4により使用者画像が撮像され(s12)、さらに上記図4に示した手法に基づき、使用者10の第1視線方向 $c$ が算出される(s14)。一方、使用者10側では、視野画像取得カメラ1により視野画像が撮像され(s13)、さらに上記図5に示した手法に基づき、使用者10の第2視線方向 $x$ が撮像される(s15)。機器3に設けられたキャリブレーション判定手段51cは、これら第1視線方向 $c$ 及び第2視線方向 $x$ に基づき、キャリブレーション判定を行う(s16)。このキャリブレーション判定において、第1視線方向 $c$ 及び第2視線方向 $x$ とがほぼ一致するか、より具体的には所定の範囲 $t_h$ 内にあるかが以下の式(6)により判定される(s17)。

【0042】

$$|c - x| \leq t_h \quad \dots (6)$$

上記式(6)を満たす場合、キャリブレーションが成功したことを示すキャリブレーション結果が情報処理装置2に送信され、表示部23に表示され、かつその成功したときの第1視線方向 $c$ をアイコンタクト条件 $c$ としてデータベース52に格納する(s19)。

【0043】

上記式(6)を満たさない場合、キャリブレーションが失敗していることを示すキャリブレーション結果が情報処理装置2に送信され、表示部23に表示される(s18)。使用者10は、この表示部23の表示を確認し、キャリブレーションを成功するためにモデル補正を行う(s20)。モデルの補正は、上記図4に示される各パラメータの補正であり、一例としては、 $d_z$ の補正、ファジィモデルなどを用いたり、使用者頭部10aの半径 $r$ の変更や、使用者頭部10aの頭部の形状の変更などであるが、これらに限定されないことはもちろんである。このモデル補正は、情報処理装置2や5に接続可能な不図示の入力装置から人が手動で補正值を入力することにより行われてもよいし、補正アルゴリズムを情報処理装置5に備えておいてもよい。

【0044】

そして、補正されたモデルについて、再度(s11)～(s17)に示される画像撮像、視線方向検出及びキャリブレーション判定が行われる。このように、キャリブレーションが失敗している限り、補正されたモデルについて繰り返しキャリブレーション失敗を表示する。これにより、最適な視線方向検出モデルに基づいたアイコンタクトの判定が実現できる。

【0045】

なお、このキャリブレーションにおいて、1つの機器3を複数の使用者10が使用するような場合には、使用者画像取得カメラ4をパンフォーカス可能なカメラを用いるのが望ましい。そして、各使用者10毎に上記キャリブレーションを済ませておく。すなわち、使用者10毎にアイコンタクト成立条件 $c$ を取得しておく。アイコンタクト検出時には、使用者画像取得カメラ4をパンフォーカスすることによって、各使用者10の画像を撮影し、各使用者について第1視線方向 $c$ を検出する。使用者は、使用者10に付したマーカや、周知の顔画像認識技術により識別することができる。そして、使用者毎にアイコンタクト成立条件 $c$ と比較しアイコンタクトの成立を判定する。

【0046】

図10は(s2)のアイコンタクト判定処理の詳細のフローチャートを示す図である。

10

20

30

40

50

このアイコンタクト判定処理では、視野画像取得カメラ 1 は用いられない。

【 0 0 4 7 】

図 1 0 に示すように、まず、使用者 1 0 が機器 3 を使用するために移動する ( s 2 1 ) 。この使用者 1 0 を含む機器 3 の走査位置の使用者画像を使用者画像取得カメラ 4 を用いて撮像する ( s 2 2 ) 。得られた使用者画像信号はネットワークを介して情報処理装置 5 に送信される。情報処理装置 5 は、受信した使用者画像信号に基づき使用者画像データをデータベース 5 2 に格納する。第 1 視線方向検出手段 5 1 b は、データベース 5 2 に格納されたアイコンタクト判定時の使用者画像データを読み出し第 1 視線方向  $c$  を検出する ( s 2 3 ) 。この第 1 視線方向  $c$  の検出手法はキャリブレーションにおける第 1 視線方向  $c$  の検出と共通する。次に、アイコンタクト判定手段 5 1 d は、アイコンタクト判定時について得られた第 1 視線方向  $c$  とデータベース 5 2 に予め格納されたアイコンタクト判定条件  $c$  に基づきアイコンタクト判定を行う ( s 2 4 ) 。具体的には、アイコンタクト判定手段 5 1 d は、第 1 視線方向  $c$  とアイコンタクト判定条件  $c$  と、すなわちキャリブレーションで登録された視線方向とを比較し、両者が所定の値  $t_h$  以下、すなわち  $|c - c| < t_h$  を満たすか否かを判定する。満たす場合には、使用者 1 0 の顔方向が使用者画像取得カメラ 4 の中心付近を向いている状態でありアイコンタクトが成立したと判定される。得られた判定結果は通信制御手段 5 1 e を介して情報処理装置 2 に送信され、使用者用アプリケーション 2 1 d により使用者 1 0 側の表示部 2 3 に表示され、機器 3 使用時のアプリケーションが起動される。また、機器用アプリケーション 5 1 f は、判定結果に基づき機器 3 使用時のアプリケーションを起動し、機器 3 の使用が開始される ( s 3 ) 。

10

20

【 0 0 4 8 】

このように本実施形態によれば、機器に設置したカメラで撮影した画像を処理し、対象物体を検出する情報処理装置を用いて、使用者が対象機器を注視している状態を検出することにより、アイコンタクトによるコミュニケーションを実現する。この場合、アイコンタクトを含む機器使用時に、使用者頭部にカメラを設置するなどの負担をかけることなくコミュニケーションを実現できる。

【 0 0 4 9 】

また、視線方向の検出に関する精度の高い使用者頭部のカメラからの画像をキャリブレーションに用いることにより、アイコンタクトの精度を向上できる。

30

【 0 0 5 0 】

( 第 2 実施形態 )

本実施形態は第 1 実施形態の変形例に係わる。本実施形態は、視野画像取得カメラ 1 及び使用者画像取得カメラ 4 に替えてネットワーク接続可能な視野画像取得カメラ 6 0 及び使用者画像取得カメラ 7 0 を用いる。

【 0 0 5 1 】

図 1 1 は視野画像取得カメラ 6 0 、使用者画像取得カメラ 7 0 及び情報処理装置 5 0 の詳細な構成を示す図である。視野画像取得カメラ 6 0 及び使用者画像取得カメラ 7 0 は、情報処理装置 5 0 と無線により通信可能とするために通信制御手段 6 1 b 及び 7 1 b をそれぞれ備える。また、情報処理装置 5 0 の各構成は図 3 の第 1 視線方向検出手段 5 1 b の代わりに視線方向検出手段 1 1 1 b を備える点、通信制御手段 5 1 g を備える点以外ほぼ同じであるが、各構成の処理内容が若干異なる。特に言及しない限り、本実施形態のシステムは、第 1 実施形態と同様の構成、機能及び動作を有する。

40

【 0 0 5 2 】

視野画像取得カメラ 6 0 では、画像取得手段 6 1 a で取得された視野画像信号は、通信制御手段 6 1 b を介して情報処理装置 5 0 に無線により送信される。

【 0 0 5 3 】

使用者画像取得カメラ 7 0 では、画像取得手段 7 1 a で取得された使用者画像信号は、通信制御手段 7 1 b を介して情報処理装置 5 0 に無線により送信される。

【 0 0 5 4 】

50

情報処理装置 50 の通信制御手段 51 g は、視野画像取得カメラ 60 から視野画像信号を受信し、使用者画像取得カメラ 70 から使用者画像信号を受信する。画像管理手段 51 a は、これら視野画像信号と使用者画像信号を視野画像データ及び使用者画像データとしてデータベース 52 に格納する。視線方向検出手段 111 b は、図 3 に示す第 1 視線方向検出手段 51 b 及び第 2 視線方向検出手段 21 b とをあわせた機能を備える。すなわち、視線方向検出手段 111 b は、データベース 52 に格納された使用者画像データに基づき第 1 視線方向  $\theta_c$  を得るとともに、視野画像データに基づき第 2 視線方向  $\theta_x$  を得る。キャリブレーション判定手段 51 c は、得られた第 1 視線方向  $\theta_c$  と第 2 視線方向  $\theta_x$  とに基づきキャリブレーションを行い、アイコンタクト成立条件  $\theta_c$  をデータベース 52 に格納する。アイコンタクト判定手段 51 d は、アイコンタクト判定時に上記と同様に使用者画像データから得られた第 1 視線方向  $\theta_c$  と、アイコンタクト成立条件  $\theta_c$  とに基づきアイコンタクトの有無を判定する。機器用アプリケーション 51 f は、アイコンタクト判定手段 51 d で得られた判定結果に基づき、あるいは視線方向検出手段 111 b で得られた第 1 視線方向  $\theta_c$  に基づき機器部分表示データを生成して表示部 23 に表示し、あるいは情報処理装置 2 に送信して使用者用アプリケーション 21 d により表示部 23 に表示させる。また、キャリブレーション結果、アイコンタクト判定結果もこの機器部分表示データとともに通信制御手段 51 e を介して情報処理装置 2 に送信され、表示部 23 に表示される。

10

#### 【0055】

このように本実施形態によれば、第 1 実施形態のアイコンタクトコミュニケーションシステム 100 と同様の作用効果を奏するのみならず、使用者 10 側の情報処理装置 2 に視線方向を検出するための格別の構成を設けることなくキャリブレーション及びアイコンタクトの判定が可能となる。

20

#### 【0056】

(第 3 実施形態)

本実施形態は第 1 及び第 2 実施形態の変形例に係わる。図 12 は本実施形態に係わるアイコンタクトコミュニケーションシステム 300 の構成の一例を示す図である。本実施形態は、情報処理装置 5 を必要としない点で第 2 実施形態と異なる。すなわち、第 2 実施形態では、機器 3 側の情報処理装置 50 に画像管理手段 51 a、視線方向検出手段 111 b、キャリブレーション判定手段 51 c、アイコンタクト判定手段 51 d、機器用アプリケーション 51 f を設ける場合を示したが、本実施形態ではこれらのうち機器用アプリケーション 51 f を除いて情報処理装置 2 に画像管理手段 21 a、視線方向検出手段 121 b、キャリブレーション判定手段 121 c、アイコンタクト判定手段 121 d、使用者用アプリケーション 12 d を設ける。特に言及しない限り、本実施形態のシステムは、第 1 あるいは第 2 実施形態と同様の構成、機能及び動作を有する。

30

#### 【0057】

詳細な機能については第 2 実施形態の構成とほぼ共通するので省略する。

#### 【0058】

このように、情報処理装置 2 にこれらキャリブレーション、アイコンタクト判定に必要な構成を配置することで、1 台の情報処理装置でコミュニケーションが実現できる。

40

#### 【0059】

もちろん、使用者 10 側で表示部 23 に機器部分表示データなどを表示する必要がなければ、情報処理装置 2 に代えてそのまま情報処理装置 5 に上記構成を設けてもよい。この場合、使用者 10 側に情報処理装置 2 を設ける必要がないため、使用者 10 側の情報処理装置 2 が 1 台でアイコンタクトの成立を判定できる。

#### 【0060】

本発明は上記実施形態に限定されない。

#### 【0061】

上記第 1 実施形態では、各プログラムがデータベース 22 及び 52 から読み出されてプロセッサ 21 及び 51 で実行される例として示したが、これら各プログラムはプロセッサ

50

21又は51に接続された不図示の記録媒体読取装置から、記録媒体に記録されたプログラムを読み出すことにより実行されてもよい。第2及び第3実施形態についても同様である。

【0062】

また、認識されるべき使用者10や機器3が複数ある場合にマーカを用いるためには、各使用者10あるいは各機器3は、異なるマーカを用いればよい。この場合、視線方向を検出する各手段は、使用者画像データや視野画像データに含まれるマーカ画像の種別を判別することにより、複数の使用者あるいは機器を識別できる。データベース52又は22には、予め各マーカ画像の特徴データを格納しておき、この特徴データと画像データに含まれるマーカ画像とを比較することにより、マーカ画像の種別を判別できる。

10

【0063】

また、使用者画像取得カメラ4及び情報処理装置5は機器3側に搭載され、固定される場合を示しているが、機器3が移動する構成である場合には、この移動する機器3にあわせて使用者画像取得カメラ4及び情報処理装置5が移動するように構成してもよい。

【0064】

また、使用者10と機器3との間でのアイコンタクトを例に説明したが、使用者10同士のアイコンタクトに用いてもよい。

【0065】

また、キャリブレーションでは、キャリブレーション条件に従う第1視線方向 $c$ をアイコンタクト成立条件 $c$ として格納する場合を示したが、キャリブレーション条件に従う第2視線方向 $x$ をアイコンタクト成立条件 $c$ として格納してもよい。

20

【0066】

また、図4及び図5の第1及び第2視線方向検出の説明では、説明の簡略化のためにX軸方向のみについて説明してあるが、Y軸方向についても同様の検出式を定めることにより、X軸及びY軸の双方を含む視線方向検出ができることはいうまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0067】

以上説明したようにこの発明は、使用者の視線を検出することにより使用者が利用する機器とのアイコンタクトの有無を判別するアイコンタクトコミュニケーションシステムの技術分野に有効である。

30

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本発明の第1実施形態に係るアイコンタクトコミュニケーションシステムの全体構成を示す図。

【図2】同実施形態に係る使用者に対する視野画像取得カメラの固定手法を示す図。

【図3】同実施形態に係る各情報処理装置の詳細な構成を示す図。

【図4】同実施形態に係る第1視線方向の検出例を説明するための模式図。

【図5】同実施形態に係る第2視線方向の検出例を説明するための模式図。

【図6】同実施形態に係る表示装置を含む機器の構成の一例を示す図。

【図7】同実施形態に係るアイコンタクト判定時の機器部分表示データの表示手法を説明するための図。

40

【図8】同実施形態に係るアイコンタクトを用いた機器の使用のフローチャートを示す図。

【図9】同実施形態に係るキャリブレーションの処理の詳細のフローチャートを示す図。

【図10】同実施形態に係るアイコンタクト判定処理の詳細のフローチャートを示す図。

【図11】本発明の第2実施形態に係る視野画像取得カメラ、使用者画像取得カメラ及び情報処理装置の詳細な構成を示す図。

【図12】本発明の第3実施形態に係るアイコンタクトコミュニケーションシステムの構成の一例を示す図。

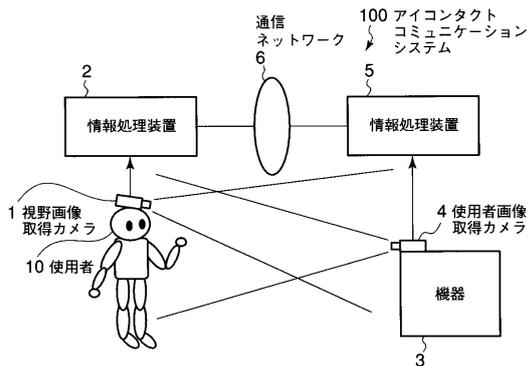
【符号の説明】

50

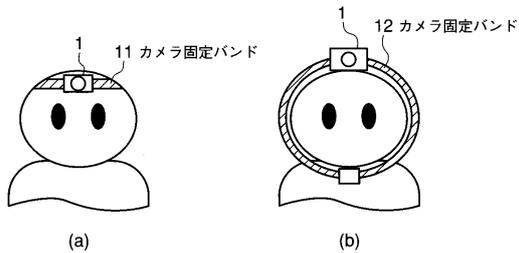
【 0 0 6 9 】

1 ... 視野画像取得カメラ、 2 ... 情報処理装置、 3 ... 機器、 4 ... 使用者画像取得カメラ、 5 ... 情報処理装置、 6 ... 通信ネットワーク、 10 ... 使用者、 100 ... アイコンタクトコミュニケーションシステム、 11, 12 ... カメラ固定バンド

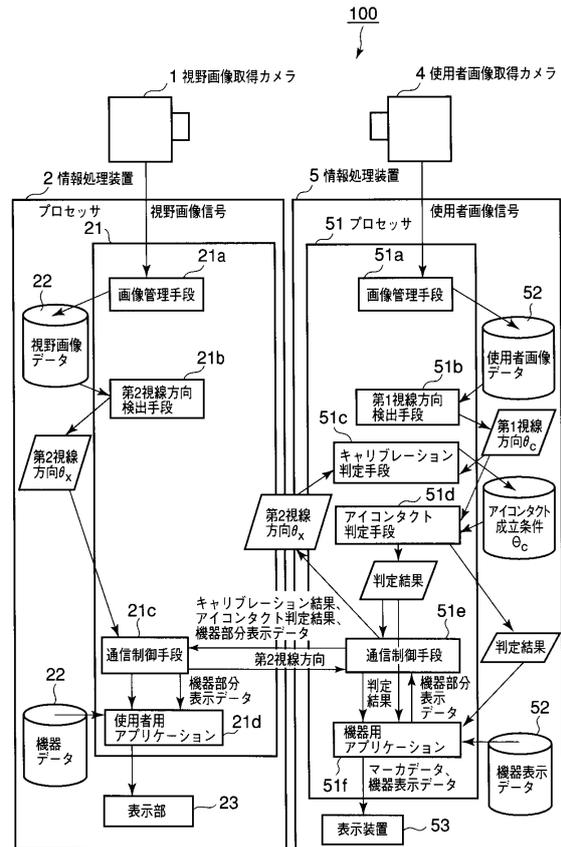
【 図 1 】



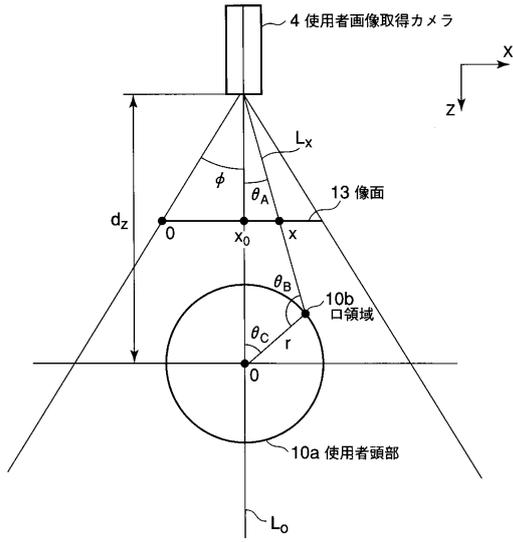
【 図 2 】



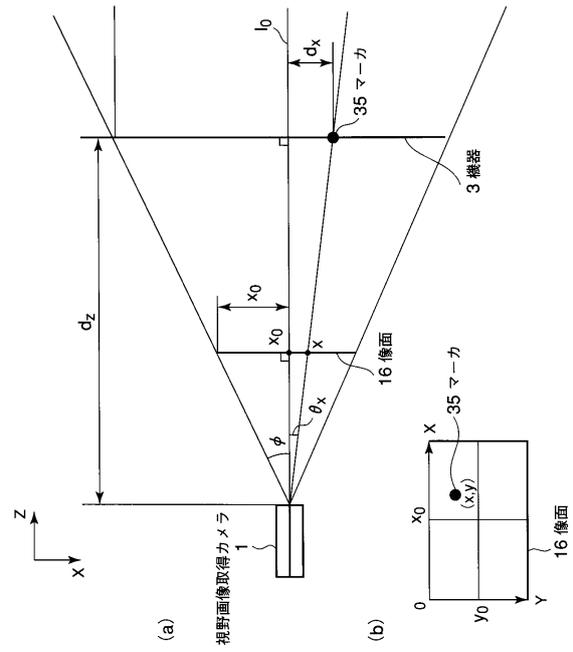
【 図 3 】



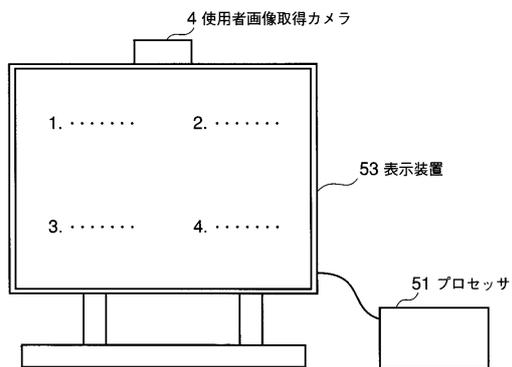
【図4】



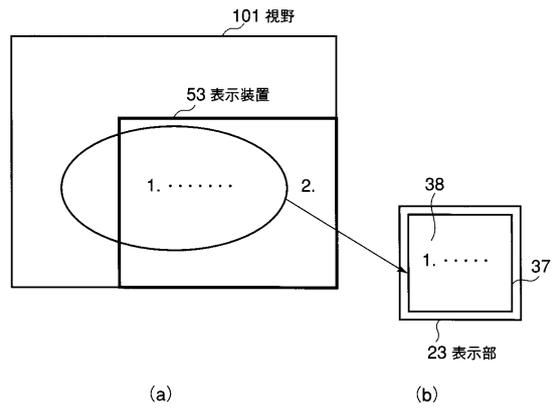
【図5】



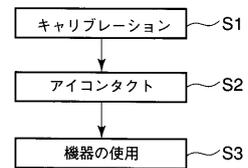
【図6】



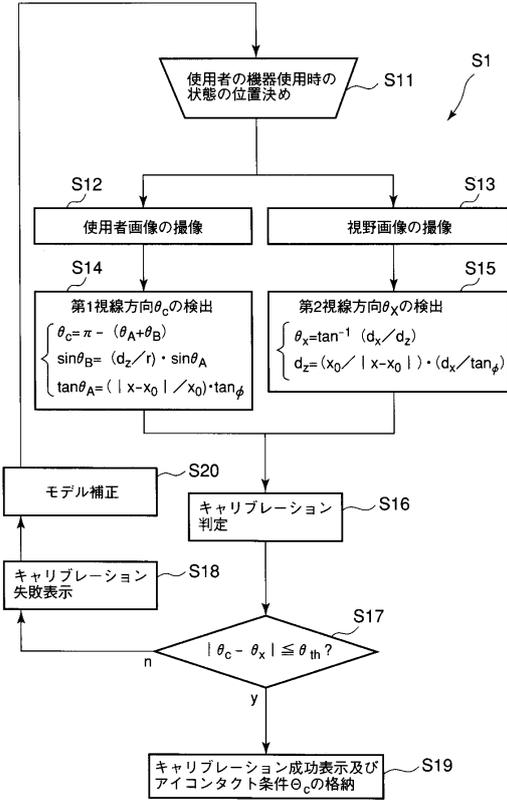
【図7】



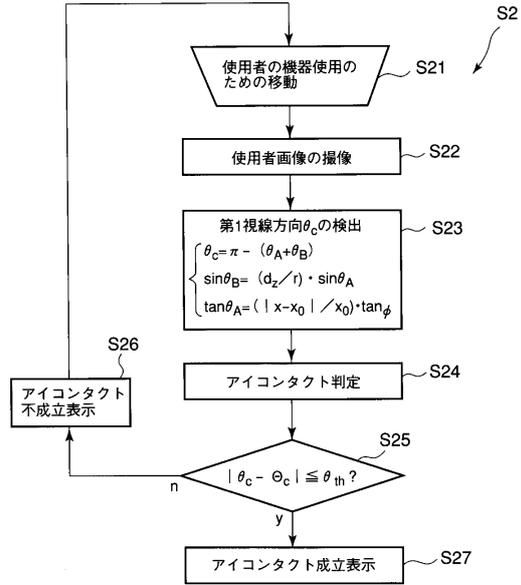
【図8】



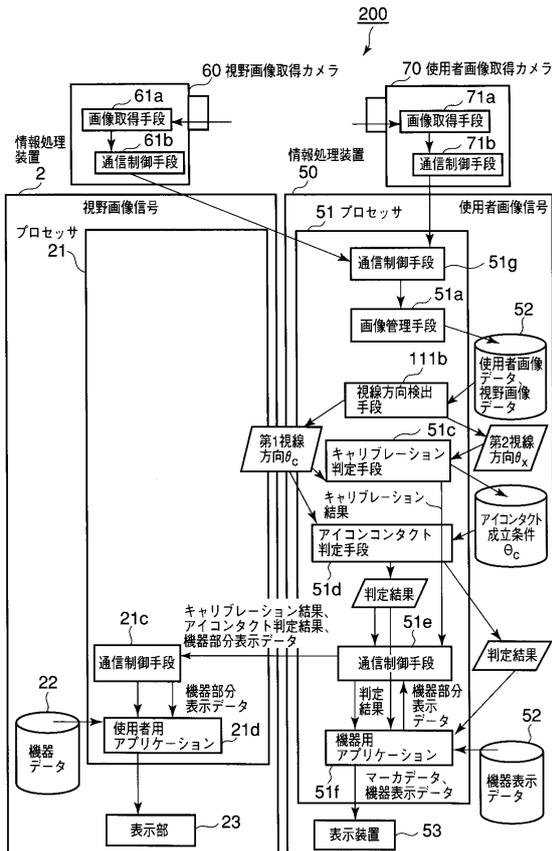
【図9】



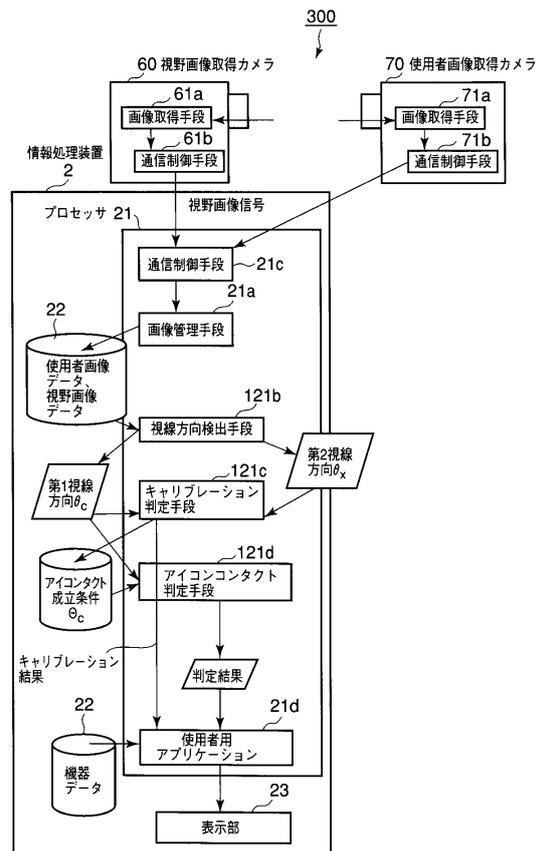
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-301675(JP,A)  
特表平11-508780(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00

G06T 7/60