

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6652004号
(P6652004)

(45) 発行日 令和2年2月19日 (2020.2.19)

(24) 登録日 令和2年1月27日 (2020.1.27)

(51) Int.Cl.		F I			
G 0 6 F	3/01	(2006.01)	G 0 6 F	3/01	5 1 0
G 0 6 T	1/00	(2006.01)	G 0 6 T	1/00	3 4 0 Z

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2016-132740 (P2016-132740)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成28年7月4日 (2016.7.4)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2018-5628 (P2018-5628A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成30年1月11日 (2018.1.11)	(74) 代理人	100074099
審査請求日	平成31年4月9日 (2019.4.9)		弁理士 大菅 義之
		(74) 代理人	100133570
			弁理士 ▲徳▼永 民雄
		(72) 発明者	村瀬 太一
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		審査官	円子 英紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、インタラクション方法、およびインタラクションプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

過去に生成した対象物体までの距離を示す対象領域画像を記憶する記憶部と、
手と前記対象物体までの距離を示し、前記対象領域画像の生成よりも後に取得された距離画像内の手領域を算出する手領域算出部と、

前記距離画像から前記手領域を削除した画像と前記対象領域画像とを比較して、前記対象物体の移動を検出する移動検出部と、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記手領域を削除した画像の前記手領域を前記対象領域画像を用いて補完することにより補完画像を生成する補完部と、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記対象領域画像を前記補完画像で更新し、
前記対象物体の移動が検出された場合、前記対象領域画像を前記手領域を削除した画像で更新する更新部と、

を備える情報処理装置。

【請求項2】

前記補完部は、前記距離画像の前記手領域以外の第1の領域を前記第1の対象領域画像の前記第1の領域に対応する第2の領域と前記第2の領域の平均化回数に基づいて平均化することにより前記補完画像を生成すること特徴とする請求項1記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記平均化回数に基づいてマージンを算出し、前記手領域の指先の高さと同記対象物体の高さとの差分が前記マージンより小さい場合に、前記対象物体に対するタッチを検出す

10

20

るタッチ検出部をさらに備える請求項2記載の情報処理装置。

【請求項4】

前記マージンは、前記平均化回数が多いほど小さくなることを特徴とする請求項3記載の情報処理装置。

【請求項5】

過去に生成した対象物体までの距離を示す対象領域画像を記憶する情報処理装置が実行するインタラクション方法であって、

手と前記対象物体までの距離を示し、前記対象領域画像の生成よりも後に取得された距離画像内の手領域を算出し、

前記距離画像から前記手領域を削除した画像と前記対象領域画像とを比較して、前記対象物体の移動を検出し、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記手領域を削除した画像の前記手領域を前記対象領域画像を用いて補完することにより補完画像を生成し、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記対象領域画像を前記補完画像で更新し、前記対象物体の移動が検出された場合、前記対象領域画像を前記手領域を削除した画像で更新する、

処理を備えるインタラクション方法。

【請求項6】

過去に生成した対象物体までの距離を示す対象領域画像を記憶するコンピュータに、

手と前記対象物体までの距離を示し、前記対象領域画像の生成よりも後に取得された距離画像内の手領域を算出し、

前記距離画像から前記手領域を削除した画像と前記対象領域画像とを比較して、前記対象物体の移動を検出し、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記手領域を削除した画像の前記手領域を前記対象領域画像を用いて補完することにより補完画像を生成し、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記対象領域画像を前記補完画像で更新し、前記対象物体の移動が検出された場合、前記対象領域画像を前記手領域を削除した画像で更新する、

処理を実行させるインタラクションプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置、インタラクション方法、およびインタラクションプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

昨今、Augmented Reality (AR) やInternet of Things (IoT) など、現実世界と仮想情報を連携させ、インタラクションを実現する技術開発が盛んである。距離センサにより実物体と手指の位置を特定し、実物体と手指のインタラクションを可能にするインターフェース装置が開発されている。実物体と手指のインタラクションとは、実物体への手指のタッチやなぞる等の操作を意味する。

【0003】

また、ユーザの操作によって入力画像に含まれるオブジェクトが動かされる環境においても、ユーザの手による操作や指示位置の誤検出を低減する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-22624号公報

【特許文献2】特開2001-282456号公報

10

20

30

40

50

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】渡邊 航、他3名、「プロジェクタとデプスカメラを用いた投影面タッチUIの開発と操作性向上」、第21回画像センシングシンポジウム、2015年6月

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

実物体（対象物体）と手指のインタラクションを行う場合、対象物体を設置し、あらかじめキャリブレーション処理を行う。キャリブレーション処理とは、対象物体を置き、距離センサの撮影範囲から手を除いた状態で対象物体の位置、例えば距離センサからの対象物体の距離を登録する処理である。また、対象物体が移動した場合にもキャリブレーション処理を行っている。

10

【0007】

対象物体の設置や移動のたびに、キャリブレーション処理を行うのは、非常に煩雑であり、ユーザビリティを損なうという問題がある。

【0008】

本発明は、キャリブレーション処理を不要とし、ユーザビリティを向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

20

実施の形態に係る情報処理装置は、記憶部、手領域算出部、移動検出部、補完部、および更新部を備える。

【0010】

前記記憶部は、過去に生成した対象物体までの距離を示す対象領域画像を記憶する。

前記手領域算出部は、手と前記対象物体までの距離を示し、前記対象領域画像の生成よりも後に取得された距離画像内の手領域を算出する。

【0011】

前記移動検出部は、前記距離画像から前記手領域を削除した画像と前記対象領域画像とを比較して、前記対象物体の移動を検出する。

【0012】

30

前記補完部は、前記対象物体の移動が検出されない場合、前記手領域を削除した画像の前記手領域を前記対象領域画像を用いて補完することにより補完画像を生成する。

【0013】

前記更新部は、前記対象物体の移動が検出されない場合、前記対象領域画像を前記補完画像で更新し、前記対象物体の移動が検出された場合、前記対象領域画像を前記手領域を削除した画像で更新する。

【発明の効果】

【0014】

実施の形態に係る情報処理装置によれば、キャリブレーション処理が不要となり、ユーザビリティが向上する。

40

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施の形態に係る距離センサを備える情報処理装置の使用例である。

【図2】実施の形態に係るインタラクティブプロジェクタを備える情報処理装置の使用例である

【図3】実施の形態に係る情報処理装置の構成図である。

【図4】実施の形態に係るインタラクション処理のフローチャートである。

【図5】実施の形態に係るインタラクション処理を説明する図である。

【図6】タッチ検出を説明する図である。

【図7】他の実施の形態に係る情報処理装置の構成図である。

50

【図 8】他の実施の形態に係るインタラクション処理のフローチャートである。

【図 9】他の実施の形態に係るインタラクション処理を説明する図である。

【図 10】情報処理装置（コンピュータ）の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照しながら実施の形態について説明する。

図 1 は、実施の形態に係る距離センサを備える情報処理装置の使用例である。

【0017】

図 1 において、対象物体 201 がテーブルの上に置かれており、距離センサ 22 は、対象物体 201 および手 301 の上方に設置されており、対象物体 201 および手 301 ま
10

【0018】

情報処理装置 21 は、測定結果に基づいて、ユーザの手 301 の指先の対象物体 201 へのタッチやなぞる等の動作を検出し、検出した動作に対応する処理を行う。情報処理装置 21 は、例えば、パーソナルコンピュータ（PC）等である。

【0019】

図 2 は、実施の形態に係るインタラクティブプロジェクタを備える情報処理装置の使用例である。

【0020】

図 2 において、対象物体 201 がテーブルの上に置かれており、インタラクティブプロ
20

【0021】

インタラクティブプロジェクタ 23 は、ミラーを備え、所定の画像を映すための投影光をミラーに照射する。投影光はミラーにより反射し、対象物体 201 に照射され、対象物体上に所定の画像が映し出される。

【0022】

また、インタラクティブプロジェクタ 23 は、距離センサを備え、距離センサと対象物体 201 や手 301 との間の距離を測定し、測定結果を情報処理装置 21 に出力する。

【0023】

情報処理装置 21 は、測定結果に基づいて、ユーザの手 301 の指先の対象物体 201
30

【0024】

図 3 は、実施の形態に係る情報処理装置の構成図である。

情報処理装置 101 は、距離画像取得部 111、手領域算出部 121、対象物体領域算出部 131、対象物体移動検出部 141、対象物体領域補完部 151、登録部 161、インタラクション検出部 171、および記憶部 181 を備える。

【0025】

情報処理装置 101 は、例えば、PC 等のコンピュータである。情報処理装置 101 は、図 1 および図 2 の情報処理装置 21 に相当する。

【0026】

距離画像取得部 111 は、距離画像取得部 111 と撮影範囲に含まれる物体との間の距離を測定し、測定した距離を所定の範囲（例えば、0 から 255）の値に変換し、変換した値を画素値とする距離画像（デプスマップ）を生成する。距離画像は、測定した距離を濃淡で表したグレースケール画像であり、例えば、各画素の画素値は 0 から 255 の範囲の値となる。距離画像において、距離が近いほど黒く（濃く）表示され、画素値は小さくなり、距離が遠いほど白く（淡く）表示され、画素値は大きくなる。距離画像取得部 111 は、例えば、距離センサである。距離画像取得部 111 は、図 1 の距離センサ 22 およびインタラクティブプロジェクタ 23 に含まれる距離センサに相当する。

【0027】

手領域算出部 121 は、距離画像から手の領域（手領域）を算出する。手領域算出部 1
50

21は、例えば、距離画像の画素値で示される距離に基づいて、手領域を算出する。例えば、図1のように、距離センサが対象物体201の上方に設置されている場合、手は対象物体よりも距離センサに近い位置にあると考えられる。そこで、手領域算出部121は、距離画像の画素の画素値が閾値以内の領域を手領域として算出する。また、手領域算出部121は、距離画像内の手領域の指先の位置（座標）を算出する。手領域算出部121は、手領域に含まれる全ての指先の位置を算出しても良いし、所定の指（例えば、人差し指）の指先の位置のみを算出してよい。

【0028】

対象物体領域算出部131は、距離画像から手領域を削除する。以下、距離画像から手領域が削除された画像を手領域削除画像と称する。

10

【0029】

対象物体移動検出部141は、対象物体の移動を検出する。詳細には、対象物体移動検出部141は、手領域削除画像と過去に作成した対象領域画像182と比較し、対象物体が移動しているか否か判定する。過去に作成した対象領域画像182は、前回のインタラクション処理の実行時に記憶部181に格納した対象領域画像182である。

【0030】

対象物体領域補完部151は、手領域を削除した画像の手領域の部分を過去に作成した対象領域画像182を用いて補完した補完画像を作成する。

【0031】

登録部161は、対象物体の移動を検出しなかった場合、補完画像を新たな対象領域画像182として記憶部181に格納（登録）する。詳細には、登録部161は、現在、記憶部181に格納されている過去に作成した対象領域画像182を補完画像に更新する。また、登録部161は、対象物体の移動を検出した場合、手領域削除画像を新たな対象領域画像182として記憶部181に格納（登録）する。詳細には、登録部161は、現在、記憶部181に格納されている過去に作成した対象領域画像182を手領域削除画像に更新する。登録部161は、更新部の一例である。

20

【0032】

インタラクション検出部171は、基準高さ Z_{ref} 、指先の高さ Z 、およびマージン α に基づいて、対象物体に対するタッチを検出する。

【0033】

記憶部181は、情報処理装置101で使用されるプログラムやデータ等を記憶する記憶装置である。記憶部181は、対象領域画像182を記憶する。

30

【0034】

図4は、実施の形態に係るインタラクション処理のフローチャートである。

図5は、実施の形態に係るインタラクション処理を説明する図である。

【0035】

実施の形態において、テーブルの上に直方体の物体（対象物体）201が置かれており、距離画像取得部111は、対象物体201の上方に設置されているものとする。また、ユーザは、対象物体201に対して手の指先でタッチ等の操作を行い、情報処理装置101は操作を検出して、操作に対応する処理を実行する。

40

【0036】

ステップS501において、距離画像取得部111は距離画像401を取得する。図5において、距離画像401には、対象物体201と手301が含まれている。

【0037】

ステップS502において、手領域算出部121は、距離画像401から手301の領域（手領域）を算出する。また、手領域算出部121は、手領域の指先の位置を算出する。実施の形態において、指先の位置として人差し指の指先の位置を検出する。

【0038】

ステップS503において、対象物体領域算出部131は、距離画像401から手領域を削除し、手領域削除画像402を生成する。

50

【0039】

ステップS504において、対象物体移動検出部141は、手領域削除画像402の各画素の画素値と記憶部181に格納されている過去の対象領域画像182の各画素の画素値との差分を算出する。対象物体移動検出部141は、算出した複数の差分のうち、閾値a以上である差分の数を評価値として算出する。過去の対象領域画像182は、前回のインタラクション処理の実行時に記憶部181に格納した対象領域画像である。

【0040】

対象物体移動検出部141は、評価値を閾値bと比較し、比較結果に基づいて、対象物体201が移動したか否か判定する。詳細には、対象物体移動検出部141は、評価値が閾値b以下の場合、対象物体201は移動していないと判定し、制御はステップS505に進む。対象物体移動検出部141は、評価値が閾値bより大きい場合、対象物体201は移動したと判定し、制御はステップS507に進む。

10

【0041】

対象物体201が前回のインタラクション処理を実行したときから移動している場合、評価値は閾値bより大きくなる。また、対象物体201が前回のインタラクション処理を実行したときと同じ位置にあれば、評価値は閾値b以下となる。

【0042】

ステップS505において、対象物体領域補完部151は、手領域削除画像402の手領域の部分を過去に作成した対象領域画像182を用いて補完し、補完画像403を作成する。

20

【0043】

ステップS506において、補完画像403を新たな対象領域画像182として記憶部181に格納（登録）する。詳細には、登録部161は、現在、記憶部181に格納されている過去に作成した対象領域画像182を補完画像403に更新する。

【0044】

ステップS507において、登録部161は、手領域削除画像402を新たな対象領域画像182として記憶部181に格納（登録）する。詳細には、登録部161は、現在、記憶部181に格納されている過去に作成した対象領域画像182を手領域削除画像402に更新する。

【0045】

30

ステップS508において、インタラクション検出部171は、手領域の指先の位置における対象領域画像182の高さが測定されているか判定する。インタラクション検出部171は、手領域の指先の位置に対応する対象領域画像182の位置の画素値がある場合、指先の位置における対象領域画像182の高さが測定されていると判定し、制御はステップS509に進む。インタラクション検出部171は、手領域の指先の位置に対応する対象領域画像182の位置の画素値がない場合、指先の位置における対象領域画像182の高さが測定されていないと判定し、制御はステップS511に進む。

【0046】

ステップS509において、インタラクション検出部171は、距離画像401における手301の指先の位置の高さ（画素値）Zが基準高さZrefからマージンαを減算した値より大きいと判定する。基準高さZrefは、距離画像401における指先の位置に対応する対象領域画像182の位置の高さ（画素値）である。Z>Zref-αである場合（すなわち、基準高さZrefと指先の高さZとの差分がマージンαより小さい場合）、制御はステップS510に進む。Z≤Zref-αである場合、インタラクション検出部171は、タッチ非検出と判定し、処理は終了する。

40

【0047】

図6は、タッチ検出を説明する図である。

図6において、指の高さZや基準高さZrefは、対象物体201の上方に備えられた距離画像取得部111（不図示）からの距離を示し、指の高さZや基準高さZrefは、距離画像401および対象領域画像182の画素の画素値である。

50

【0048】

図6において、指311の指先は、対象物体201の上方、すなわち距離画像401において対象物体201の領域内に存在している。このとき、基準高さ Z_{ref} は、対象物体201の高さ、すなわち対象領域画像182の対象物体201の領域内の指先の位置に対応する画素の画素値 Z_{ref_2} となる。また、指先が距離画像401において対象物体201の領域外に存在している場合、基準高さ Z_{ref} は、テーブルの高さ、すなわち対象領域画像182の対象物体201の領域外の指先の位置に対応する画素の画素値 Z_{ref_1} となる。

【0049】

指311の指先が対象物体201の上面からマージン α 以上離れた位置にあり、このときの指先の高さは Z_1 であるとする。このとき、 $Z_1 \leq Z_{ref_2} - \alpha$ となり、タッチは検出されない。

10

【0050】

指311の指先が対象物体201の上面からマージン α 離れた位置より近い位置にあり、このときの指先の高さは Z_2 であるとする。このとき、 $Z_2 > Z_{ref_2} - \alpha$ となり、インタラクション検出部171はタッチを検出する。

【0051】

ステップS510において、インタラクション検出部171は、タッチを検出する。インタラクション検出部171は、指先の位置が対象領域画像182の対象物体201の領域内にあれば、指先が対象物体201にタッチしたと判定する。また、インタラクション検出部171は、指先の位置が対象領域画像182の対象物体201の領域外にあれば、指先がテーブルにタッチしたと判定する。そして、インタラクション検出部171は、対象物体201またはテーブルへのタッチの検出に対応する所定の処理を実行する。

20

【0052】

ステップS511において、インタラクション検出部171は、前フレームのインタラクションを継続する。すなわち、インタラクション検出部171は、前回のインタラクション処理においてタッチを検出した場合、今回のインタラクション処理においてもタッチを検出したと判定し、タッチの検出に対応する所定の処理を実行する。またインタラクション検出部171は、前回のインタラクション処理においてタッチを検出していない場合、今回のインタラクション処理においてもタッチを検出していない判定する。

30

【0053】

実施の形態のインタラクション処理は、短い間隔（例えば、60分の1秒～30分の1秒）で繰り返し実行される。それにより、対象物体201の位置を示す対象領域画像182は、対象物体201を設置または移動すると即座に登録される。また、手により隠れている部分の対象物体201の高さの情報を過去の対象領域画像182で補完することにより、従来のようなキャリブレーション処理が不要となる。

【0054】

実施の形態に係る情報処理装置によれば、対象物体を設置または移動した場合に、即座にインタラクションが可能となる。

【0055】

実施の形態に係る情報処理装置によれば、対象物体を設置または移動した場合に、従来のようなキャリブレーション処理を行う必要が無く、ユーザビリティが向上する。

40

【0056】

また、実施の形態に係る情報処理装置によれば、特許文献2に記載のような対象物体の3次元形状を特定するためのマーカ（バーコード）の付与の必要が無くユーザビリティが向上する。

【0057】

図7は、他の実施の形態に係る情報処理装置の構成図である。

情報処理装置601は、距離画像取得部611、手領域算出部621、対象物体領域算出部631、対象物体移動検出部641、対象物体領域補完部651、登録部661、イ

50

インタラクション検出部 671、および記憶部 681 を備える。

【0058】

情報処理装置 601 は、例えば、PC 等のコンピュータである。情報処理装置 601 は、図 1 および図 2 の情報処理装置 21 に相当する。

【0059】

距離画像取得部 611 は、距離画像取得部 611 と撮影範囲に含まれる物体との間の距離を測定し、測定した距離を所定の範囲（例えば、0 から 255）の値に変換し、変換した値を画素値とする距離画像（デプスマップ）を生成する。距離画像は、測定した距離を濃淡で表したグレースケール画像であり、例えば、各画素の画素値は 0 から 255 の範囲の値となる。距離画像において、距離が近いほど黒く（濃く）表示され、画素値は小さく
10
なり、距離が遠いほど白く（淡く）表示され、画素値は大きくなる。距離画像取得部 611 は、例えば、距離センサである。距離画像取得部 611 は、図 1 の距離センサ 22 およびインタラクティブプロジェクト 23 に含まれる距離センサに相当する。

【0060】

手領域算出部 621 は、距離画像から手の領域（手領域）を算出する。手領域算出部 621 は、例えば、距離画像の画素値で示される距離に基づいて、手領域を算出する。例えば、図 1 のように、距離センサが対象物体 201 の上方に設置されている場合、手 301 は対象物体 201 よりも距離センサに近い位置にあると考えられる。そこで、手領域算出部 621 は、距離画像の画素の画素値が閾値以内の領域を手領域として算出する。また、
20
手領域算出部 621 は、距離画像内の手領域の指先の位置（座標）を算出する。手領域算出部 621 は、手領域に含まれる全ての指先の位置を算出しても良いし、所定の指（例えば、人差し指）の指先の位置のみを算出してよい。

【0061】

対象物体領域算出部 631 は、距離画像から手領域を削除する。以下、距離画像から手領域が削除された画像を手領域削除画像と称する。

【0062】

対象物体移動検出部 641 は、対象物体の移動を検出する。詳細には、対象物体移動検出部 641 は、手領域削除画像と過去に作成した対象領域画像 682 と比較し、対象物体が移動しているか否か判定する。過去に作成した対象領域画像 682 は、前回のインタラクション処理の実行時に記憶部 681 に格納した対象領域画像 682 である。
30

【0063】

対象物体領域補完部 651 は、手領域を削除した画像の手領域の部分を過去に作成した対象領域画像 682 を用いて補完し、さらに手領域以外の領域を対象領域画像 682 と画素毎の平均化回数を用いて平均化し、補完画像を作成する。

【0064】

登録部 661 は、対象物体の移動を検出しなかった場合、補完画像を新たな対象領域画像 682 として記憶部 681 に格納（登録）する。詳細には、登録部 661 は、現在、記憶部 681 に格納されている過去に作成した対象領域画像 682 を補完画像に更新する。登録部 661 は、対象領域画像 682 の画素毎の平均化回数を更新する。
40

【0065】

登録部 661 は、対象物体の移動を検出した場合、手領域削除画像を新たな対象領域画像 682 として記憶部 681 に格納（登録）する。詳細には、登録部 661 は、現在、記憶部 681 に格納されている過去に作成した対象領域画像 682 を手領域削除画像に更新する。登録部 661 は、対象領域画像 682 の画素毎の平均化回数を初期化する。登録部 661 は、更新部の一例である。

【0066】

インタラクション検出部 671 は、基準高さ Z_{ref} 、指先の高さ Z 、およびマージン α に基づいて、対象物体に対するタッチを検出する。

【0067】

記憶部 681 は、情報処理装置 601 で使用されるプログラムやデータ等を記憶する記
50

憶装置である。記憶部 681 は、対象領域画像 682 を記憶する。また、記憶部 681 は、対象領域画像 682 の各画素の平均化回数を記憶する。ある画素の平均化回数は、当該画素の画素値の算出に用いられた画素値の数である。また、平均化回数は、当該画素の画素値のために行われた平均化処理の回数を示し、平均化処理の回数に 1 加算した値となる。

【0068】

図 8 は、他の実施の形態に係るインタラクション処理のフローチャートである。

図 9 は、他の実施の形態に係るインタラクション処理を説明する図である。

【0069】

他の実施の形態において、テーブルの上に直方体の物体（対象物体）201 が置かれており、距離画像取得部 611 は、対象物体 201 の上方に設置されているものとする。また、ユーザは、対象物体 201 に対して手の指先でタッチ等の操作を行い、情報処理装置 601 は操作を検出して、操作に対応する処理を実行する。

【0070】

ステップ S701 において、距離画像取得部 611 は距離画像 401 を取得する。図 9 において、距離画像 401 には、対象物体 201 と手 301 が含まれている。

【0071】

ステップ S702 において、手領域算出部 621 は、距離画像 401 から手 301 の領域（手領域）を算出する。また、手領域算出部 621 は、手領域の指先の位置を算出する。実施の形態において、指先の位置として人差し指の指先の位置を検出する。

【0072】

ステップ S703 において、対象物体領域算出部 631 は、距離画像 401 から手領域を削除し、手領域削除画像 402 を生成する。

【0073】

ステップ S704 において、対象物体移動検出部 641 は、手領域削除画像 402 の各画素の画素値と記憶部 681 に格納されている過去の対象領域画像 682 の各画素の画素値との差分を算出する。対象物体移動検出部 641 は、算出した複数の差分のうち、閾値 a 以上である差分の数を評価値として算出する。過去の対象領域画像 682 は、前回のインタラクション処理の実行時に記憶部 681 に格納した対象領域画像である。

【0074】

対象物体移動検出部 641 は、評価値を閾値 b と比較し、比較結果に基づいて、対象物体 201 が移動したか否か判定する。詳細には、対象物体移動検出部 641 は、評価値が閾値 b 以下の場合、対象物体 201 は移動していないと判定し、制御はステップ S705 に進む。対象物体移動検出部 641 は、評価値が閾値 b より大きい場合、対象物体 201 は移動したと判定し、制御はステップ S708 に進む。

【0075】

対象物体 201 が前回のインタラクション処理を実行したときから移動している場合、評価値は閾値 b より大きくなる。また、対象物体 201 が前回のインタラクション処理を実行したときと同じ位置にあれば、評価値は閾値 b 以下となる。

【0076】

ステップ S705 において、対象物体領域補完部 651 は、手領域削除画像 402 の手領域を過去に作成した対象領域画像 682 を用いて補完する。さらに、対象物体領域補完部 651 は、手領域削除画像 402 の手領域以外の第 1 の領域の各画素を第 1 の領域に対応する過去の対象領域画像 682 の第 2 の領域の各画素と第 2 の領域の各画素の平均化回数を用いて平均化し、補完画像 404 を作成する。ただし、第 2 の領域において、距離が測定されていない箇所、すなわち画素値が存在しない箇所は、当該箇所に対応する第 1 の領域の画素の画素値をそのまま用いて、補完画像 404 を作成する。

【0077】

例えば、手領域削除画像 402 の第 1 の領域の画素 $p(x, y)$ の画素値が $v(x, y)$ であり、対象領域画像 682 の第 2 の領域の画素 $p'(x, y)$ の画素値が $v'(x, y)$

10

20

30

40

50

y)とする。また、画素 $p'(x, y)$ の平均化回数を n_{xy} とする。このとき、補完画像404の画素 $p''(x, y)$ の画素値 $v''(x, y)$ は、 $v''(x, y) = (v(x, y) + n_{xy} * v'(x, y)) / (n_{xy} + 1)$ となる。

【0078】

登録部661は、対象領域画像682の第2の領域の各画素の平均化回数を1加算する。

【0079】

ステップS706において、登録部661は、補完画像404を新たな対象領域画像682として記憶部681に格納（登録）する。詳細には、登録部661は、現在、記憶部681に格納されている過去に作成した対象領域画像682を補完画像403に更新する。

10

【0080】

ステップS707において、インタラクション検出部671は、対象領域画像682の各画素のマージン α を各画素の平均化回数に基づいて変更する。対象領域画像682の画素 $p(x, y)$ のマージン α_{xy} は、画素 $p(x, y)$ の平均化回数を n_{xy} とすると下式で算出される。

$$\alpha_{xy} = (1 * \beta) / (n_{xy}) * \alpha_0$$

【0081】

α_0 は初期マージンであり、 β は任意の定数（ただし、 $0 < \beta \leq 1$ ）であり、距離画像取得部611の測定精度に応じて予め設定されている。 β は、平均化回数 n_{xy} をどの程度考慮させるかを示す定数である。上式のように、平均化回数 n_{xy} が大きくなるとマージン α_{xy} は小さくなる。

20

【0082】

ステップS708において、登録部661は、手領域削除画像402を新たな対象領域画像682として記憶部681に格納（登録）する。詳細には、登録部661は、現在、記憶部681に格納されている過去に作成した対象領域画像182を手領域削除画像402に更新する。登録部661は、対象領域画像682の各画素の平均化回数を初期化する。詳細には、登録部661は、対象領域画像682のうち手領域の画素の平均化回数を0にし、対象領域画像682のうち手領域以外の領域の画素の平均化回数を1にする。

【0083】

ステップS709において、インタラクション検出部671は、手領域の指先の位置における対象領域画像682の高さが測定されているか判定する。インタラクション検出部171は、手領域の指先の位置に対応する対象領域画像682の位置の画素値がある場合、指先の位置における対象領域画像682の高さが測定されていると判定し、制御はステップS710に進む。インタラクション検出部671は、手領域の指先の位置に対応する対象領域画像182の位置の画素値がない場合、指先の位置における対象領域画像182の高さが測定されていないと判定し、制御はステップS712に進む。

30

【0084】

ステップS710において、インタラクション検出部671は、距離画像401における手301の指先の位置 $p(x, y)$ の高さ（画素値） Z が基準高さ Z_{ref} から指先の位置に対応するマージン α_{xy} を減算した値より大きいと判定する。 $Z > Z_{ref} - \alpha_{xy}$ である場合（すなわち、基準高さ Z_{ref} と指先の高さ Z との差分がマージン α_{xy} より小さい場合）、制御はステップS711に進む。基準高さ Z_{ref} は、距離画像401における指先の位置に対応する対象領域画像682の位置の高さ（画素値）である。 $Z \leq Z_{ref} - \alpha_{xy}$ である場合、インタラクション検出部671は、タッチ非検出と判定し、処理は終了する。

40

【0085】

ステップS711において、インタラクション検出部671は、タッチを検出する。インタラクション検出部671は、指先の位置が対象領域画像682の対象物体201の領域内にあれば、指先が対象物体201にタッチしたと判定する。また、インタラクション

50

検出部 171 は、指先の位置が対象領域画像 682 の対象物体 201 の領域外にあれば、指先がテーブルにタッチしたと判定する。そして、インタラクション検出部 171 は、対象物体 201 またはテーブルへのタッチの検出に対応する所定の処理を実行する。

【0086】

ステップ S712 において、インタラクション検出部 671 は、前フレームのインタラクションを継続する。すなわち、インタラクション検出部 671 は、前回のインタラクション処理においてタッチを検出した場合、今回のインタラクション処理においてもタッチを検出したと判定し、タッチの検出に対応する所定の処理を実行する。またインタラクション検出部 671 は、前回のインタラクション処理においてタッチを検出していない場合、今回のインタラクション処理においてもタッチを検出していない判定する。

10

【0087】

他の実施の形態のインタラクション処理は、短い間隔（例えば、60 分の 1 秒～30 分の 1 秒）で繰り返し実行される。それにより、対象物体 201 の位置を示す対象領域画像 682 は、対象物体 201 を設置または移動すると即座に登録される。また、手により隠れている部分の対象物体 201 の高さの情報を過去の対象領域画像 182 で補完することにより、従来のようなキャリブレーション処理が不要となる。

【0088】

他の実施の形態に係る情報処理装置によれば、対象物体を設置または移動した場合に、即座にインタラクションが可能となる。

【0089】

20

他の実施の形態に係る情報処理装置によれば、対象物体 201 の位置を示す対象領域画像を過去の対象領域画像の平均を用いて算出することで、精度が向上し、誤判定の可能性が低減する。

【0090】

他の実施の形態に係る情報処理装置によれば、対象物体を設置または移動した場合に、従来のようなキャリブレーション処理を行う必要が無く、ユーザビリティが向上する。

【0091】

また、他の実施の形態に係る情報処理装置によれば、特許文献 2 に記載のような対象物体の 3 次元形状を特定するためのマーカ（バーコード）の付与の必要が無くユーザビリティが向上する。

30

【0092】

図 10 は、情報処理装置（コンピュータ）の構成図である。

実施の形態の情報処理装置 101、601 は、例えば、図 10 に示すような情報処理装置（コンピュータ）1 によって実現可能である。

【0093】

情報処理装置 1 は、CPU 2、メモリ 3、入力装置 4、出力装置 5、記憶部 6、記録媒体駆動部 7、及びネットワーク接続装置 8 を備え、それらはバス 9 により互いに接続されている。

【0094】

CPU 2 は、情報処理装置 1 全体を制御する中央処理装置である。CPU 2 は、手領域算出部 121、621、対象物体領域算出部 131、631、対象物体移動検出部 141、641、対象物体領域補完部 151、651、登録部 161、661、およびインタラクション検出部 171、671 として動作する。

40

【0095】

メモリ 3 は、プログラム実行の際に、記憶部 6（あるいは可搬記録媒体 10）に記憶されているプログラムあるいはデータを一時的に格納する Read Only Memory (ROM) や Random Access Memory (RAM) 等のメモリである。CPU 2 は、メモリ 3 を利用してプログラムを実行することにより、上述した各種処理を実行する。

【0096】

この場合、可搬記録媒体 10 等から読み出されたプログラムコード自体が実施の形態の

50

機能を実現する。

【0097】

入力装置4は、ユーザ又はオペレータからの指示や情報の入力、情報処理装置1で用いられるデータの取得等に用いられる。入力装置4は、例えば、キーボード、マウス、タッチパネル、カメラ、または距離センサ等である。入力装置4は、距離画像取得部111に対応する。

【0098】

出力装置5は、ユーザ又はオペレータへの問い合わせや処理結果を出力したり、CPU2による制御により動作する装置である。出力装置5は、例えば、ディスプレイ、またはプリンタ等である。

10

【0099】

記憶部6は、例えば、磁気ディスク装置、光ディスク装置、テープ装置等である。情報処理装置1は、記憶部6に、上述のプログラムとデータを保存しておき、必要に応じて、それらをメモリ3に読み出して使用する。メモリ3および記憶部6は、記憶部181、681に対応する。

【0100】

記録媒体駆動部7は、可搬記録媒体10を駆動し、その記録内容にアクセスする。可搬記録媒体としては、メモリカード、フレキシブルディスク、Compact Disk Read Only Memory(CD-ROM)、光ディスク、光磁気ディスク等、任意のコンピュータ読み取り可能な記録媒体が用いられる。ユーザは、この可搬記録媒体10に上述のプログラムとデータを格納しておき、必要に応じて、それらをメモリ3に読み出して使用する。

20

【0101】

ネットワーク接続装置8は、Local Area Network(LAN)やWide Area Network(WAN)等の任意の通信ネットワークに接続され、通信に伴うデータ変換を行う通信インターフェースである。ネットワーク接続装置8は、通信ネットワークを介して接続された装置へデータの送信または通信ネットワークを介して接続された装置からデータを受信する。

【0102】

以上の実施の形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

(付記1)

30

過去に生成した対象物体までの距離を示す対象領域画像を記憶する記憶部と、

手と前記対象物体までの距離を示し、前記対象領域画像の生成よりも後に取得された距離画像内の手領域を算出する手領域算出部と、

前記距離画像から前記手領域を削除した画像と前記対象領域画像とを比較して、前記対象物体の移動を検出する移動検出部と、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記手領域を削除した画像の前記手領域を前記対象領域画像を用いて補完することにより補完画像を生成する補完部と、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記対象領域画像を前記補完画像で更新し、前記対象物体の移動が検出された場合、前記対象領域画像を前記手領域を削除した画像で更新する更新部と、

40

を備える情報処理装置。

(付記2)

前記補完部は、前記距離画像の前記手領域以外の第1の領域を前記第1の対象領域画像の前記第1の領域に対応する第2の領域と前記第2の領域の平均化回数に基づいて平均化することにより前記補完画像を生成すること特徴とする付記1記載の情報処理装置。

(付記3)

前記平均化回数に基づいてマージンを算出し、前記手領域の指先の高さと前記対象物体の高さとの差分が前記マージンより小さい場合に、前記対象物体に対するタッチを検出するタッチ検出部をさらに備える付記2記載の情報処理装置。

(付記4)

50

前記マージンは、前記平均化回数が多いほど小さくなることを特徴とする付記 3 記載の情報処理装置。

(付記 5)

過去に生成した対象物体までの距離を示す対象領域画像を記憶する情報処理装置が実行するインタラクション方法であって、

手と前記対象物体までの距離を示し、前記対象領域画像の生成よりも後に取得された距離画像内の手領域を算出し、

前記距離画像から前記手領域を削除した画像と前記対象領域画像とを比較して、前記対象物体の移動を検出し、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記手領域を削除した画像の前記手領域を前記対象領域画像を用いて補完することにより補完画像を生成し、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記対象領域画像を前記補完画像で更新し、前記対象物体の移動が検出された場合、前記対象領域画像を前記手領域を削除した画像で更新する、

処理を備えるインタラクション方法。

(付記 6)

前記補完画像を生成する処理において、前記距離画像の前記手領域以外の第 1 の領域を前記第 1 の対象領域画像の前記第 1 の領域に対応する第 2 の領域と前記第 2 の領域の平均化回数に基づいて平均化すること特徴とする付記 5 記載のインタラクション方法。

(付記 7)

前記平均化回数に基づいてマージンを算出し、前記手領域の指先の高さと前記対象物体の高さとの差分が前記マージンより小さい場合に、前記対象物体に対するタッチを検出する処理をさらに備える付記 6 記載のインタラクション方法。

(付記 8)

前記マージンは、前記平均化回数が多いほど小さくなることを特徴とする付記 7 記載のインタラクション方法。

(付記 9)

過去に生成した対象物体までの距離を示す対象領域画像を記憶するコンピュータに、

手と前記対象物体までの距離を示し、前記対象領域画像の生成よりも後に取得された距離画像内の手領域を算出し、

前記距離画像から前記手領域を削除した画像と前記対象領域画像とを比較して、前記対象物体の移動を検出し、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記手領域を削除した画像の前記手領域を前記対象領域画像を用いて補完することにより補完画像を生成し、

前記対象物体の移動が検出されない場合、前記対象領域画像を前記補完画像で更新し、前記対象物体の移動が検出された場合、前記対象領域画像を前記手領域を削除した画像で更新する、

処理を実行させるインタラクションプログラム。

(付記 10)

前記補完画像を生成する処理において、前記距離画像の前記手領域以外の第 1 の領域を前記第 1 の対象領域画像の前記第 1 の領域に対応する第 2 の領域と前記第 2 の領域の平均化回数に基づいて平均化すること特徴とする付記 9 記載のインタラクションプログラム。

(付記 11)

前記平均化回数に基づいてマージンを算出し、前記手領域の指先の高さと前記対象物体の高さとの差分が前記マージンより小さい場合に、前記対象物体に対するタッチを検出する処理をさらに備える付記 10 記載のインタラクションプログラム。

(付記 12)

前記マージンは、前記平均化回数が多いほど小さくなることを特徴とする付記 11 記載のインタラクションプログラム。

【符号の説明】

10

20

30

40

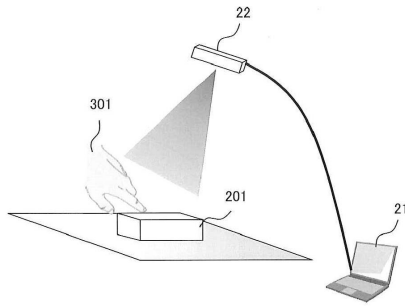
50

【0103】

2 1	情報処理装置	
2 2	距離センサ	
2 3	インタラクティブプロジェクタ	
1 0 1	情報処理装置	
1 1 1	距離画像取得部	
1 2 1	手領域算出部	
1 3 1	対象物体領域算出部	
1 4 1	対象物体移動検出部	
1 5 1	対象物体領域補完部	10
1 6 1	登録部	
1 7 1	インタラクション検出部	
1 8 1	記憶部	
1 8 2	対象領域画像	
2 0 1	対象物体	
3 0 1	手	
6 0 1	情報処理装置	
6 1 1	距離画像取得部	
6 2 1	手領域算出部	
6 3 1	対象物体領域算出部	20
6 4 1	対象物体移動検出部	
6 5 1	対象物体領域補完部	
6 6 1	登録部	
6 7 1	インタラクション検出部	
6 8 1	記憶部	
6 8 2	対象領域画像	

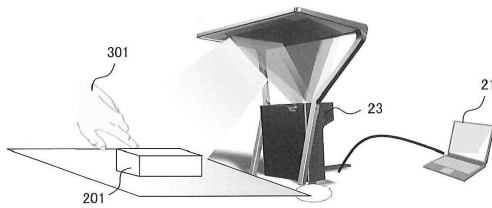
【図 1】

実施の形態に係る距離センサを
備える情報処理装置の使用例



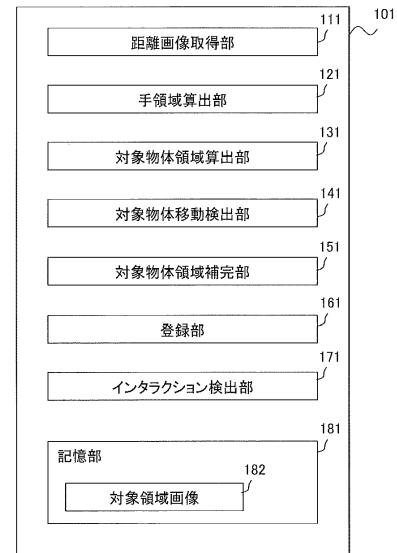
【図 2】

実施の形態に係るインタラクティブプロ
ジェクタを備える情報処理装置の使用例



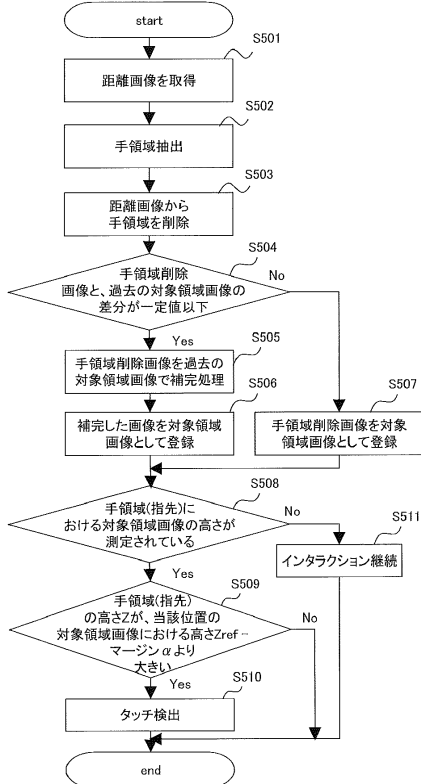
【図 3】

実施の形態に係る情報処理装置の構成図



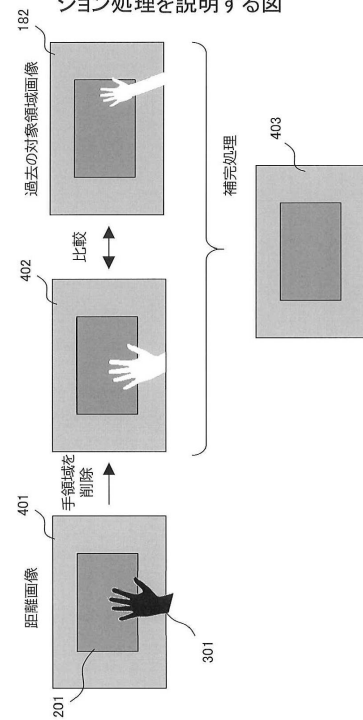
【図 4】

実施の形態に係るインタラク
ション処理のフローチャート



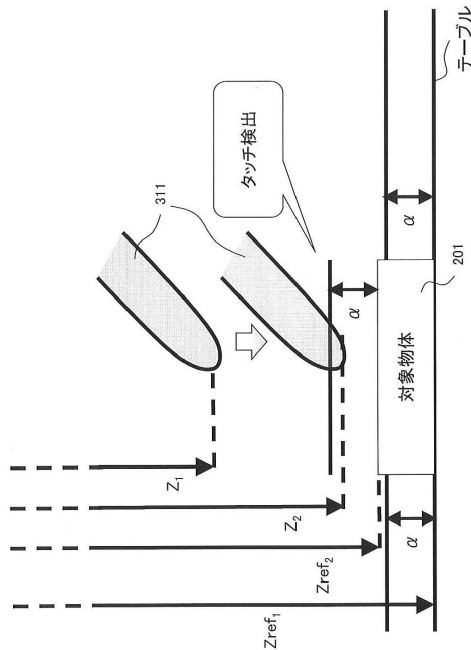
【図 5】

実施の形態に係るインタラク
ション処理を説明する図



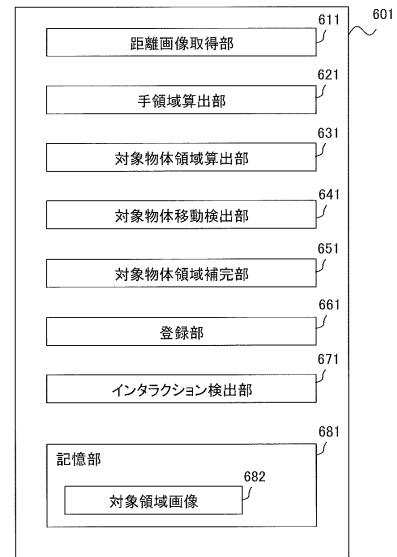
【図 6】

タッチ検出を説明する図



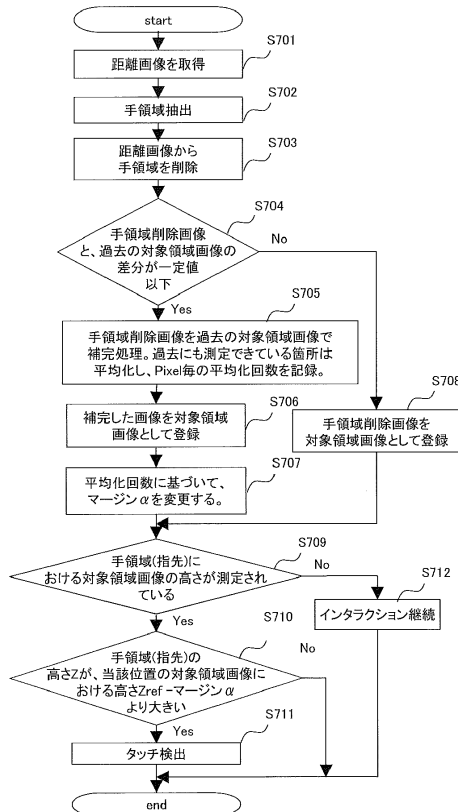
【図 7】

他の実施の形態に係る情報処理装置の構成図



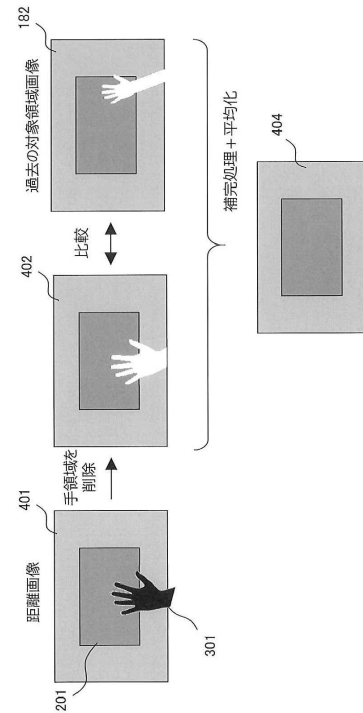
【図 8】

他の実施の形態に係るインタラクション処理のフローチャート



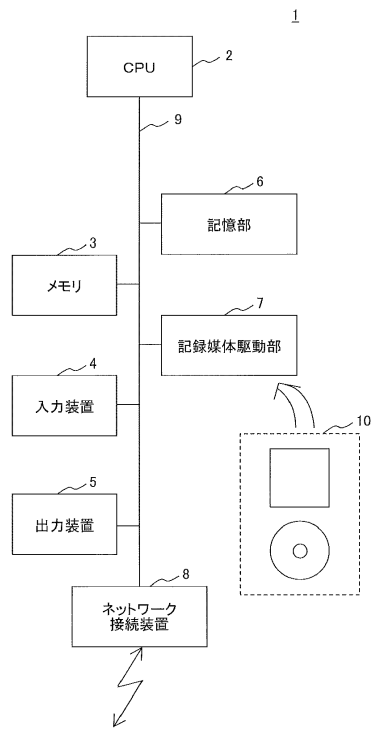
【図 9】

他の実施の形態に係るインタラクション処理を説明する図



【図 10】

情報処理装置(コンピュータ)の構成図



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-198406 (JP, A)
特開2004-208209 (JP, A)
米国特許出願公開第2016/0091976 (US, A1)
松下 賢也, 屋外での動物体追跡手法の提案とカメラ搭載ロボットへの適応, 電気学会研究会資料, 社団法人電気学会, 1997年12月11日, p. 51-56

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F	3/01
G06T	1/00
G06F	3/0346