

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5523882号
(P5523882)

(45) 発行日 平成26年6月18日(2014.6.18)

(24) 登録日 平成26年4月18日(2014.4.18)

(51) Int.Cl. F I
G06T 1/00 (2006.01) G06T 1/00 315

請求項の数 20 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-60417 (P2010-60417)	(73) 特許権者	390019839
(22) 出願日	平成22年3月17日 (2010.3.17)		三星電子株式会社
(65) 公開番号	特開2010-218556 (P2010-218556A)		Samsung Electronics
(43) 公開日	平成22年9月30日 (2010.9.30)		Co., Ltd.
審査請求日	平成25年3月14日 (2013.3.14)		大韓民国京畿道水原市靈通区三星路129
(31) 優先権主張番号	10-2009-0022506		129, Samsung-ro, Yeon
(32) 優先日	平成21年3月17日 (2009.3.17)		gtong-gu, Suwon-si, G
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		yeonggi-do, Republic
			of Korea
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介
		(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モーションデータおよび映像データを用いた骨格モデル生成装置、骨格モデル生成方法、およびプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザに対して映像センサが収集した映像データとモーションセンサが収集したモーションデータとの同期化を実行するデータ同期化部と、

前記同期化された映像データから前記ユーザのシルエットを抽出するシルエット抽出部と、

前記同期化されたモーションデータから前記ユーザの関節に対する位置または方向を計算する関節情報計算部と、

前記シルエットと前記関節に対する位置または方向を用いて前記ユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成する骨格モデル生成部と、

を含み、

前記データ同期化部は、互いに異なる位置または互いに異なる時間で収集された前記映像データおよび前記モーションデータを、同一位置または同一時間で相互参照できるように前記同期化を実行することを特徴とする骨格モデル生成装置。

【請求項2】

前記データ同期化部は、

前記互いに異なる位置で収集された前記映像データおよび前記モーションデータを同一位置で相互参照できるようにデータの位置情報を同期化する空間同期化部と、

前記互いに異なる時間で収集された前記映像データおよび前記モーションデータを同一時間で相互参照できるように前記映像データと前記モーションデータとの時間情報を同期

化する時間同期化部と、

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の骨格モデル生成装置。

【請求項 3】

前記空間同期化部は、

前記映像データにおける前記モーションセンサの位置と前記モーションデータにおける前記モーションセンサの位置とを予め設定した基準位置に基づいて変換してデータの位置情報を同期化し、

前記時間同期化部は、

データ補間を用いて前記映像データと前記モーションデータとの時間情報を同期化することを特徴とする請求項 2 に記載の骨格モデル生成装置。

10

【請求項 4】

前記映像センサは、

前記ユーザに対する深さ映像データを収集する深さ映像センサまたは前記ユーザに対するカラー映像データを収集するカラー映像センサを含み、

前記シルエット抽出部は、

前記映像センサが深さ映像センサである場合、前記深さ映像データからシルエットを抽出し、前記映像センサがカラー映像センサである場合、前記カラー映像データからシルエットを抽出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の骨格モデル生成装置。

【請求項 5】

20

前記骨格モデル生成部は、

前記シルエットに基づいて前記関節の位置または方向から前記ユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の骨格モデル生成装置。

【請求項 6】

前記骨格モデル生成部は、

逆運動学を用いて前記モーションデータに含まれた関節の位置または方向から残りの関節のソリューションを計算し、前記ソリューションが複数である場合、前記シルエットの範囲に属する最適なソリューションを選択することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の骨格モデル生成装置。

30

【請求項 7】

前記骨格モデル生成部は、

前記関節の位置または方向に基づいて前記シルエットから前記ユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の骨格モデル生成装置。

【請求項 8】

前記骨格モデル生成部は、

前記シルエットから抽出した基準点と前記モーションデータに含まれた関節の位置または方向を用いて前記シルエットの範囲に属する残りの関節を決めることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の骨格モデル生成装置。

40

【請求項 9】

前記骨格モデル生成部は、

前記シルエットから抽出した 3D 骨格モデルと前記関節の位置または方向から抽出した 3D 骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を用いて前記ユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成することを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の骨格モデル生成装置。

【請求項 10】

前記骨格モデル生成部は、

前記シルエットから抽出した 3D 骨格モデルと前記関節の位置または方向から抽出した 3D 骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を組み合わせて誤差が最小である位置を選択する

50

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の骨格モデル生成装置。

【請求項 1 1】

ユーザに対して映像センサが収集した映像データとモーションセンサが収集したモーションデータとの同期化を実行するステップと、

前記同期化された映像データから前記ユーザのシルエットを抽出するステップと、

前記同期化されたモーションデータから前記ユーザの関節に対する位置または方向を計算するステップと、

前記シルエットと前記関節に対する位置または方向を用いて前記ユーザの全身に対する 3 D 骨格モデルを生成するステップと、

を含み、

前記同期化を実行するステップは、互いに異なる位置または互いに異なる時間で収集された前記映像データおよび前記モーションデータを、同一位置または同一時間で相互参照できるように前記同期化を実行することを特徴とする骨格モデル生成方法。

10

【請求項 1 2】

前記同期化を実行するステップは、

前記互いに異なる位置で収集された前記映像データおよび前記モーションデータを同一位置で相互参照できるようにデータの位置情報を同期化するステップと、

前記互いに異なる時間で収集された前記映像データおよび前記モーションデータを同一時間で相互参照できるように前記映像データと前記モーションデータとの時間情報を同期化するステップと、

を含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の骨格モデル生成方法。

20

【請求項 1 3】

前記位置情報を同期化するステップは、

前記映像データにおける前記モーションセンサの位置と前記モーションデータにおける前記モーションセンサの位置とを予め設定した基準位置に基づいて変換して位置情報を同期化し、

前記時間情報を同期化するステップは、

データ補間を用いて前記映像データと前記モーションデータとの時間情報を同期化することを特徴とする請求項 1 2 に記載の骨格モデル生成方法。

【請求項 1 4】

前記 3 D 骨格モデルを生成するステップは、

前記シルエットに基づいて前記関節の位置または方向から前記ユーザの全身に対する 3 D 骨格モデルを生成することを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 3 の何れか一項に記載の骨格モデル生成方法。

30

【請求項 1 5】

前記 3 D 骨格モデルを生成するステップは、

逆運動学を用いて前記モーションデータに含まれた関節の位置または方向から残りの関節のソリューションを計算し、前記ソリューションが複数である場合、前記シルエットの範囲に属する最適なソリューションを選択することを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 4 の何れか一項に記載の骨格モデル生成方法。

40

【請求項 1 6】

前記 3 D 骨格モデルを生成するステップは、

前記関節の位置または方向に基づいて前記シルエットから前記ユーザの全身に対する 3 D 骨格モデルを生成することを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 5 の何れか一項に記載の骨格モデル生成方法。

【請求項 1 7】

前記 3 D 骨格モデルを生成するステップは、

前記シルエットから抽出した基準点と前記モーションデータに含まれた関節の位置または方向を用いて前記シルエットの範囲に属する残りの関節を決めることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 6 の何れか一項に記載の骨格モデル生成方法。

50

【請求項 18】

前記 3D 骨格モデルを生成するステップは、

前記シルエットから抽出した 3D 骨格モデルと前記関節の位置または方向から抽出した 3D 骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を用いて前記ユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成することを特徴とする請求項 11 乃至 17 の何れか一項に記載の骨格モデル生成方法。

【請求項 19】

前記 3D 骨格モデルを生成するステップは、

前記シルエットから抽出した 3D 骨格モデルと前記関節の位置または方向から抽出した 3D 骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を組み合わせて誤差が最小である位置を選択することを特徴とする請求項 11 乃至 18 の何れか一項に記載の骨格モデル生成方法。

10

【請求項 20】

請求項 11 ~ 19 のうちの何れか一項の方法を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の一実施形態は、仮想現実でユーザをモデリングする技術に関し、映像センサとモーションセンサから収集したデータを用いてユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成する骨格モデル生成装置、骨格モデル生成方法、およびプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

最近、仮想現実を用いた多様な技術が登場している。特に、ユーザの動きをセンシングし、仮想現実でユーザの実際の動きを反映する技術が注目を受けている。ユーザの全身モーションの軌跡は、ゲームなどの仮想環境との相互作用 (interaction) のための重要な手段である。

【0003】

従来には、ユーザの動きをセンシングするための多様な方法が存在していた。例えば、ユーザの全身に複数のマーカー (marker) を取り付けてセンシングすることによってユーザの動きをモデリングしたり、またはユーザを単純撮影してユーザの動きをモデリングするなどの方法が存在していた。

30

【0004】

したがって、ユーザの全身に対してより効率的にモデリングする方法が求められている。

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、マーカーを用いる方法によれば、マーカーの取り付け位置によりユーザの活動性が低下して動きを正確に測定することが困難であり、マーカーが隠れる場合には測定自体が不可能な場合も発生した。また、センサの数とは関係なく、特定のポーズを用いたキャリブレーションが必要であった。そして、ユーザを撮影する方法によれば、撮影装置の数が少ない場合には 3 次元位置の正確度が低下し、ユーザの身体が重なればモデリング自体が困難である状況も存在した。さらに、ユーザの関節に対する位置または方向の検出が不可能であった。

40

【0006】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、モーションセンサから収集したモーションデータと映像センサから収集した映像データを用いてユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成することにより、3D 骨格モデルの正確度を向上させることを目的とする。

50

【0007】

また、本発明は、モーションセンサの数を最小化できるように映像センサで基準点を提供することを他の目的とする。

【0008】

また、本発明は、関節の位置または方向とシルエットの基準点に基づいて逆運動学 (inverse kinematics) を適用して骨格モデルの複数のソリューションを求め、ソリューションのうちのシルエット情報から最適なソリューションを選択することにより、骨格モデルを生成する処理速度および正確度を向上させることを他の目的とする。

【0009】

また、本発明は、シルエットにおける基準点と関節の位置または方向を用いることにより、正確な3D骨格モデルを生成することを他の目的とする。

【0010】

さらに、本発明は、シルエットから決められた3D骨格モデルと関節の位置または方向から決められた3D骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を用いることにより、信頼度が高く正確な3D骨格モデルを生成することをさらに他の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一実施形態によれば、骨格モデル生成装置は、ユーザに対して映像センサが収集した映像データとモーションセンサが収集したモーションデータとの同期化を実行するデータ同期化部と、前記同期化された映像データから前記ユーザのシルエットを抽出するシルエット抽出部と、前記同期化されたモーションデータから前記ユーザの関節に対する位置または方向を計算する関節情報計算部と、前記シルエットと前記関節に対する位置または方向を用いて前記ユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成する骨格モデル生成部と、を含み、前記データ同期化部は、互いに異なる位置または互いに異なる時間で収集された前記映像データおよび前記モーションデータを、同一位置または同一時間で相互参照できるように前記同期化を実行することができる。

【0012】

本発明の一側面によれば、前記骨格モデル生成部は、前記シルエットに基づいて前記関節の位置および方向から前記ユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成することができる。

【0013】

本発明の一側面によれば、前記骨格モデル生成部は、前記関節の位置および方向に基づいて前記シルエットから前記ユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成することができる。

【0014】

本発明の一側面によれば、前記骨格モデル生成部は、前記シルエットから抽出した3D骨格モデルと前記関節の位置および方向から抽出した3D骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を用いて前記ユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成することができる。

【0015】

本発明の一実施形態によれば、骨格モデル生成方法は、ユーザに対して映像センサが収集した映像データとモーションセンサが収集したモーションデータとの同期化を実行するステップと、前記同期化された映像データから前記ユーザのシルエットを抽出するステップと、前記同期化されたモーションデータから前記ユーザの関節に対する位置または方向を計算するステップと、前記シルエットと前記関節に対する位置または方向を用いて前記ユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成するステップと、を含み、前記同期化を実行するステップは、互いに異なる位置または互いに異なる時間で収集された前記映像データおよび前記モーションデータを、同一位置または同一時間で相互参照できるように前記同期化を実行することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明の一実施形態によれば、モーションセンサから収集したモーションデータと映像センサから収集した映像データを用いてユーザ全身に対する3D骨格モデルを生成することにより、3D骨格モデルの正確度を向上させることができる。

【 0 0 1 7 】

本発明の一実施形態によれば、モーションセンサの数を最小化できるように映像センサで基準点を提供することができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の一実施形態によれば、関節の位置または方向とシルエットの基準点に基づいて逆運動学を適用して骨格モデルの複数のソリューションを求め、ソリューションのうちの
10 シルエット情報から最適なソリューションを選択することにより、骨格モデルを生成する処理速度および正確度を向上させることができる。

【 0 0 1 9 】

本発明の一実施形態によれば、シルエットにおける基準点と関節の位置または方向を用いることにより、正確な3D骨格モデルを生成することができる。

【 0 0 2 0 】

本発明の一実施形態によれば、シルエットから決められた3D骨格モデルと関節の位置または方向から決められた3D骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を用いることにより、信頼度が高く正確な3D骨格モデルを生成することができる。

【 図面の簡単な説明 】

20

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る骨格モデル生成装置の全体構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態によって映像センサとモーションセンサを用いてユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成する全体過程を示す図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態によってユーザに対して映像データとモーションデータを収集する一例を示す図である。

【 図 4 】 本発明の一実施形態によって映像データとモーションデータの間空間同期化を実行する過程を説明するための図である。

【 図 5 】 本発明の一実施形態によって映像データとモーションデータの間時間同期化を
30 実行する過程を説明するための図である。

【 図 6 】 本発明の一実施形態によってモーションデータに基づき、映像データを用いて3D骨格モデルを生成する過程を説明するための図である。

【 図 7 】 本発明の一実施形態によって映像データに基づき、モーションデータを用いて3D骨格モデルを生成する過程を説明するための図である。

【 図 8 】 本発明の一実施形態によって誤差範囲を用いて3D骨格モデルを生成する過程を説明するための図である。

【 図 9 】 本発明の一実施形態に係る骨格生成方法の全体過程を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

40

【 0 0 2 2 】

以下、添付の図面に基づき、本発明の好適な実施の形態を詳細に説明するが、本発明がこれらの実施形態によって制限または限定されることはない。図中、同じ参照符号は同じ部材を示す。

【 0 0 2 3 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る骨格モデル生成装置の全体構成を示すブロック図である。図 1 を参照すれば、骨格モデル生成装置 100 は、データ同期化部 101 と、シルエット抽出部 102 と、関節情報計算部 103 と、骨格モデル生成部 104 とを含むことができる。

【 0 0 2 4 】

50

骨格モデル生成装置 100 は、ユーザに対する映像データとモーションデータを用いてユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成し、この後、生成された 3D 骨格モデルを通じてユーザの全身をセンシングすることによってユーザの動作軌跡を追跡することができる。

【0025】

データ同期化部 101 は、ユーザに対して映像センサが収集した映像データとモーションセンサが収集したモーションデータの間同期化を実行することができる。データ同期化により、骨格モデル生成装置 100 は、3D 骨格モデルの生成時に映像データとモーションデータを相互参照することができる。

【0026】

一例として、映像センサは、ユーザを撮影して映像データを収集することができる装置（例えば、カメラ、カムコーダなど）を意味することができる。このとき、映像センサは、ユーザに対する深さ映像データ（3D）を収集する深さ映像センサまたはユーザに対するカラー映像データ（2D）を収集するカラー映像センサを含むことができる。本発明の一実施形態によれば、モーションセンサは、ユーザを構成する複数の関節のうちの一部の関節に備えることができる。

【0027】

図 1 を参照すれば、データ同期化部 101 は、空間同期化部 105 および時間同期化部 106 を含むことができる。

【0028】

空間同期化部 105 は、互いに異なる位置で収集された映像データおよびモーションデータを同一位置で相互参照できるようにデータの位置情報を同期化することができる。一例として、空間同期化部 105 は、映像データにおけるモーションセンサの位置とモーションデータにおけるモーションセンサの位置を予め設定した基準位置に基づいて変換して位置情報を同期化することができる。このとき、基準位置は、ワールド座標系（World Coordinate）上の原点とすることができる。すなわち、空間同期化部 105 は、モーションセンサの局所座標（Local Coordinate）をワールド座標系に転換し、映像センサの局所座標をワールド座標系に転換することにより、モーションセンサが収集したモーションデータと映像センサが収集した映像データを相互参照できるようにする。

【0029】

時間同期化部 106 は、互いに異なる時間で収集された映像データおよびモーションデータを同一時間で相互参照できるように映像データとモーションデータの時間情報を同期化することができる。一例として、時間同期化部 106 は、データ補間を用いて映像データとモーションデータの時間情報を同期化することができる。すなわち、時間同期化部 106 は、モーションセンサと映像センサの間のデータ取得時点の差を調整することができる。

【0030】

シルエット抽出部 102 は、同期化された映像データからユーザのシルエットを抽出することができる。

【0031】

関節情報計算部 103 は、同期化されたモーションデータからユーザの関節に対する位置または方向を計算することができる。

【0032】

骨格モデル生成部 104 は、上述したシルエットと関節に対する位置または方向とを用いてユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成することができる。

【0033】

本発明の一実施形態によれば、骨格モデル生成部 104 は、シルエットに基づいて関節の位置または方向からユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成することができる。このとき、骨格モデル生成部 104 は、逆運動学を用いてモーションデータに含まれた関節

10

20

30

40

50

の位置または方向から残りの関節のソリューションを計算し、ソリューションが複数である場合、シルエットの範囲に属する最適なソリューションを選択することができる。

【 0 0 3 4 】

本発明の他の一実施形態によれば、骨格モデル生成部 1 0 4 は、関節の位置または方向に基づいてシルエットからユーザの全身に対する 3 D 骨格モデルを生成することができる。このとき、骨格モデル生成部 1 0 4 は、シルエットから抽出した基準点とモーションデータに含まれた関節の位置または方向を用いてシルエットの範囲に属する残りの関節を決めることができる。

【 0 0 3 5 】

本発明のさらに他の一実施形態によれば、骨格モデル生成部 1 0 4 は、シルエットから抽出した 3 D 骨格モデルと関節の位置または方向から抽出した 3 D 骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を用いてユーザの全身に対する 3 D 骨格モデルを生成することができる。このとき、骨格モデル生成部 1 0 4 は、シルエットから抽出した 3 D 骨格モデルと関節の位置または方向から抽出した 3 D 骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を組み合わせて誤差が最小である位置を選択することができる。

10

【 0 0 3 6 】

図 2 は、本発明の一実施形態によって映像センサとモーションセンサを用いてユーザの全身に対する 3 D 骨格モデルを生成する全体過程を示す図である。

【 0 0 3 7 】

図 2 の (A) を参照すれば、少なくとも 1 つの映像センサがユーザに対する映像データを収集することができる。換言すれば、映像センサがユーザを撮影してユーザに対する映像を取得することができる。一例として、映像センサは、深さ映像センサまたはカラー映像センサとすることができる。このとき、映像センサは、一定の間隔で配置されて多視点映像データを取得することができる。

20

【 0 0 3 8 】

図 2 の (B) を参照すれば、少なくとも 1 つのモーションセンサがユーザに対するモーションデータを収集することができる。本発明の一実施形態によれば、モーションセンサは、ユーザに取り付けることができる。このとき、モーションセンサは、ユーザの関節に取り付けることができる。ただし、すべての関節に取り付ける場合には、ユーザの全身のセンシングに処理時間が長く要されるようになるため、モーションセンサは一部の関節に取り付けるようにしてもよい。

30

【 0 0 3 9 】

図 2 の (C) を参照すれば、映像センサが収集した映像データとモーションセンサが収集したモーションデータの間、互いに参照できるように、骨格モデル生成装置 1 0 0 は、映像データとモーションデータに対して空間 (s p a t i a l) 同期化および時間 (t e m p o r a l) 同期化を実行することができる。空間同期化は図 4 においてより具体的に説明し、時間同期化は図 5 においてより具体的に説明する。

【 0 0 4 0 】

図 2 の (D) を参照すれば、骨格モデル生成装置 1 0 0 は、映像データからユーザの輪郭を示すシルエットを抽出することができる。もし、映像センサが多視点映像データを取得した場合、各視点ごとにシルエットが抽出されることもできる。

40

【 0 0 4 1 】

図 2 の (E) を参照すれば、骨格モデル生成装置 1 0 0 は、モーションデータからユーザの関節の位置または方向を計算することができる。このとき、骨格モデル生成装置 1 0 0 は、モーションセンサが取り付けられた関節の位置または方向を計算することができる。

【 0 0 4 2 】

図 2 の (F) を参照すれば、骨格モデル生成装置 1 0 0 は、抽出されたシルエットと関節に対する位置または方向を用いてユーザの全身に対する 3 D 骨格モデルを生成することができる。このとき、骨格モデル生成装置 1 0 0 は、図 2 の (E) で計算されなかった残

50

りの関節の情報（位置または方向）を決めることにより、ユーザの全身に対する関節を含む3D骨格モデルを生成することができる。

【0043】

図2の(G)を参照すれば、骨格モデル生成装置100は、生成された3D骨格モデルを用いて、毎時間3D骨格モデルの全身モーションに対する軌跡を出力することができる。すなわち、骨格モデル生成装置100は、リアルタイムで動作するユーザの全身の動きを仮想の3D骨格モデルに適用することができる。

【0044】

図3は、本発明の一実施形態によってユーザに対して映像データとモーションデータを収集する一例を示す図である。

10

【0045】

図3を参照すれば、映像データを収集する映像センサ301-1~301-3がユーザ300の全身を撮影するために配置されていることが分かる。そして、モーションデータを収集するモーションセンサ302がユーザ300の特定部位303-1~303-5に取り付けられていることが分かる。

【0046】

このとき、映像センサ301-1~301-3は、ユーザ300に対するカラー映像データを収集するカラー映像センサであってもよいし、ユーザ300に対する深さ映像データを収集する深さ映像センサであってもよい。映像センサは、少なくとも1つとすることができる。

20

【0047】

一例として、モーションセンサ302は、ユーザ300の頭部分303-1、手部分303-2および303-3、足部分303-4および303-5など、ユーザ300全身の端(edge)に取り付けることができる。なお、上述した部分は一例に過ぎず、モーションセンサ302は、ユーザ300の多様な身体部位に取り付けることができる。

【0048】

図4は、本発明の一実施形態によって映像データとモーションデータの間空間同期化を実行する過程を説明するための図である。

【0049】

骨格モデル生成装置100は、ユーザに対して映像センサが収集した映像データとモーションセンサが収集したモーションデータの間同期化を実行することができる。一例として、骨格モデル生成装置100は、互いに異なる位置で収集された映像データおよびモーションデータを同一位置で相互参照できるようにデータの位置情報を同期化することができる。このとき、骨格モデル生成装置100は、映像データにおけるモーションセンサの位置とモーションデータにおけるモーションセンサの位置を予め設定した基準位置に基づいて変換してデータの位置情報を同期化することができる。

30

【0050】

図4を参照すれば、映像センサ401は、ユーザ404の全身を撮影することができる。このとき、映像センサ401が収集した映像データは、モーションセンサ402の位置情報を含むことができる。図4に示すように、映像データにおけるモーションセンサ402の位置は、(5, -12, 3)であることが分かる。そして、モーションセンサ402が収集したモーションデータは、モーションセンサ402の位置情報を含むことができる。図4に示すように、モーションデータにおけるモーションセンサ402の位置は、(6, 0, -10)である。すなわち、同じ位置に対して映像データとモーションデータは異なる位置値を示すことを確認することができる。

40

【0051】

本発明の一実施形態によれば、ユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成するために、骨格モデル生成装置100は、映像データとモーションデータを相互参照できるように、同じ基準点を中心として座標変換を実行することができる。映像データは映像センサの局所座標で構成され、モーションデータはモーションセンサの局所座標で構成されること

50

ができる。結局、骨格モデル生成装置 100 は、映像センサ 401 およびモーションセンサ 402 のそれぞれの局所座標で構成されたデータをワールド座標系で一致させることができる。このとき、ワールド座標系は、基準点 (0, 0, 0) 403 を中心とした座標系を意味することができる。

【0052】

図 4 を参照すれば、モーションセンサの位置に対する映像データ (5, -12, 3) は、基準点 403 に対して (3, 4, 5) に変換し、モーションセンサの位置に対するモーションデータ (6, 0, -10) は、基準点 403 に対して (3, 4, 5) に変換することができる。このような変換関係は継続して、入力された映像データおよびモーションデータに同じように適用されることができる。

10

【0053】

図 5 は、本発明の一実施形態によって映像データとモーションデータの間時間同期化を実行する過程を説明するための図である。

【0054】

図 5 を参照すれば、時間によるモーションデータの収集時点と時間による映像データの収集時点が示されている。モーションセンサと映像センサがデータを収集する比率に差を有するために収集時点が異なることが分かる。骨格モデル生成装置 100 は、3D 骨格モデルを生成するために映像データとモーションデータを相互参照することができる。

【0055】

モーションデータ 501 から 3D 骨格モデルを生成するときに映像データを参考する場合、骨格モデル生成装置 100 は、例えば 0.1 秒と 0.2 秒のそれぞれで収集した映像データを用いてモーションデータ 501 の収集時点に対応する映像データ 502 を生成することができる。これにより、骨格モデル生成装置 100 は、生成された映像データ 502 に基づいてユーザの全身に対する骨格モデルを生成することができる。

20

【0056】

反対に、映像データ 503 から 3D 骨格モデルを生成するときにモーションデータを参考する場合、骨格モデル生成装置 100 は、例えば 0.18 秒と 0.21 秒のそれぞれで収集したモーションデータを用いて映像データ 503 の収集時点に対応するモーションデータ 504 を生成することができる。これにより、骨格モデル生成装置 100 は、生成されたモーションデータ 504 に基づいてユーザの全身に対する骨格モデルを生成することができる。

30

【0057】

一例として、骨格モデル生成装置 100 は、データ補間を用いて映像データとモーションデータの時間情報を同期化することができる。図 5 を参照すれば、骨格モデル生成装置 100 は、0.1 秒と 0.2 秒のそれぞれで収集した映像データを補間してモーションデータ 501 の収集時点に対応する映像データ 502 を生成することができる。また、骨格モデル生成装置 100 は、0.18 秒と 0.21 秒のそれぞれで収集したモーションデータを補間して映像データ 503 の収集時点に対応するモーションデータ 504 を生成することができる。

【0058】

図 6 ~ 8 は、モーションデータと映像データを用いて 3D 骨格モデルを生成する過程を示している。

40

【0059】

図 6 は、本発明の一実施形態によってモーションデータに基づき、映像データを用いて 3D 骨格モデルを生成する過程を説明するための図である。すなわち、図 6 は、モーションデータを中心として 3D 骨格モデルを生成するときに映像データを参考する過程を説明している。

【0060】

一例として、骨格モデル生成装置 100 は、シルエットに基づいて関節の位置または方向からユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成することができる。このとき、骨格モ

50

デル生成装置 100 は、逆運動学を用いてモーションデータに含まれた関節の位置または方向から残りの関節のソリューションを計算することができる。このとき、ソリューションが複数である場合、骨格モデル生成装置 100 は、シルエットの範囲に属する最適なソリューションを選択することができる。

【0061】

図 6 の (A) を参照すれば、モーションセンサの位置に対応する関節 602 が示されている。ここで、モーションデータは、関節 602 に対して 6 軸情報 (位置、方向) または 3 軸情報 (方向または位置) を含むことができる。このとき、骨格モデル生成装置 100 が特定位置を基準点 601 として設定して逆運動学 (Inverse Kinematics) を適用すれば、残りの関節に対する複数のソリューション 603 - 1 ~ 603 - 3 が発生することが分かる。

10

【0062】

図 6 の (B) を参照すれば、モーションセンサの位置に対応する関節 602 が示されている。このとき、骨格モデル生成装置 100 は、映像データから抽出したシルエットを用いて基準点 604 を抽出することができる。基準点 604 を中心として関節 602 の位置または方向から逆運動学を適用すれば、残りの関節に対する複数のソリューションが発生することができる。一例として、骨格モデル生成装置 100 は、複数のソリューションのうちでシルエットの範囲に属するソリューション 603 - 3 に対応する関節の位置または方向を計算することができる。

【0063】

20

もし、1つの映像センサで収集したシルエットを用いる場合、骨格モデル生成装置 100 は、モーションセンサの位置 (関節 602 の位置) とソリューション 603 - 3 の間に 2 次元距離を計算することができる。また、複数の映像センサで収集したシルエットを用いる場合、骨格モデル生成装置 100 は、モーションセンサの位置 (関節 602 の位置) とソリューション 603 - 3 の間に 3 次元距離を計算することができる。

【0064】

本発明の一実施形態によれば、骨格モデル生成装置 100 は、複数のソリューションのうちでシルエットに範囲に属するソリューションを通じて 3D 骨格モデルを生成することにより、誤差が小さい最適なソリューションによってモデルの正確度を向上することができる。

30

【0065】

図 7 は、本発明の一実施形態によって映像データに基づき、モーションデータを用いて 3D 骨格モデルを生成する過程を説明するための図である。すなわち、図 7 は、モーションデータを中心として 3D 骨格モデルを生成するときに映像データを参考する過程を説明している。

【0066】

一例として、骨格モデル生成装置 100 は、関節の位置または方向に基づいてシルエットからユーザの全身に対する 3D 骨格モデルを生成することができる。このとき、骨格モデル生成装置 100 は、シルエットから抽出した基準点とモーションデータに含まれた関節の位置および方向を用いてシルエットの範囲に属する残りの関節を決めることができる。

40

【0067】

図 7 の (A) を参照すれば、骨格モデル生成装置 100 は、映像データから抽出したシルエットから基準点 701 を抽出することができる。そして、モーションデータに含まれた関節 702 の位置または方向を用いて 3D 骨格モデルを初期化することができる。すなわち、関節 702 によって基準点 701 と関節 702 が連結することにより、3D 骨格モデルを初期化することができる。

【0068】

図 7 の (B) を参照すれば、骨格モデル生成装置 100 は、基準点 701 と関節 702 の位置を設定した後、残りの関節 703 で整合誤差を最小化する 3D 骨格モデルを生成す

50

ることができる。図7の(A)において、残りの関節703は、図7の(B)においてシルエットの範囲に属する残りの関節703の位置で整合誤差を最小とすることができる。

【0069】

本発明の一実施形態によれば、骨格モデル生成装置100は、モーションデータに含まれた関節702の位置または方向を用いることにより、基準点701で生成可能なすべての位置または方向で残りの関節703を先に決め、残りの関節703から再生成が可能なすべての位置または方向で関節702を決めるといった複雑な過程が簡素化され、処理速度を向上することができる。さらに、骨格モデル生成装置100は、映像データとモーションデータを相互利用することにより、関節のドリフティング(Drift ing)を防ぎ、3D骨格モデルの正確度を向上することができる。

10

【0070】

図8は、本発明の一実施形態によって誤差範囲を用いて3D骨格モデルを生成する過程を説明するための図である。

【0071】

一例として、骨格モデル生成装置100は、シルエットから抽出した3D骨格モデルと関節の位置または方向から抽出した3D骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を用いてユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成することができる。このとき、骨格モデル生成装置100は、シルエットから抽出した3D骨格モデルと関節の位置または方向から抽出した3D骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を組み合わせて誤差が最小である位置を選択することができる。

20

【0072】

図8の(A)は、関節の位置または方向から抽出した3D骨格モデルのそれぞれの誤差範囲を示す。そして、図8の(B)は、シルエットから抽出した3D骨格モデルのそれぞれの誤差範囲を示す。このとき、誤差範囲は、ユーザの関節が実際に示される確率を意味することができる。一例として、誤差範囲は、ユーザの関節が実際に示される確率に対するガウス関数の分布を示すことができる。

【0073】

図8の(A)は、モーションデータに含まれた関節の位置または方向から抽出した3D骨格モデルにおいて、関節801の誤差範囲809および関節802の誤差範囲808を示している。このとき、誤差範囲808および誤差範囲809は、モーションセンサの追跡品質に応じて変化することがある。図8の(A)において、関節801の位置がユーザの関節が実際に示される確率が高いということの意味し、関節802の位置がユーザの関節が実際に示される確率が高いということの意味することができる。

30

【0074】

図8の(B)は、映像データから抽出したシルエット812を用いて生成された3D骨格モデルにおいて、関節803の誤差範囲810および関節804の誤差範囲811を示している。このとき、誤差範囲810および誤差範囲811は、関節の誤差範囲およびオクルージョン(occlusion)時の推定値の誤差範囲を含むことができる。関節803および関節802、関節801および関節804はそれぞれ、ユーザの全身において類似した位置に存在することができる。

40

【0075】

図8の(C)は、誤差範囲810および誤差範囲808を組み合わせ、誤差範囲809および誤差範囲811を組み合わせた結果を示している。図8の(C)において、誤差範囲810および誤差範囲808を組み合わせたとき、誤差が最小となる関節807が選択され、誤差範囲809および誤差範囲811を組み合わせたとき、誤差が最小となる関節806が選択されたことが分かる。すなわち、信頼度が高い関節807および関節806の位置を最終的な3D骨格モデルの関節として決めることができる。

【0076】

本発明の一実施形態によれば、映像データとモーションデータとのそれぞれから生成された3D骨格モデルの誤差範囲を融合して信頼度が高い情報を選択することにより、ユー

50

ザの全身に対する3D骨格モデルの正確度を向上することができる。

【0077】

図2の(G)において既に詳察したように、図6～8のそれぞれで説明されたユーザの全身に対する3D骨格モデルは、毎時間ごとにユーザの全身に対する軌跡を出力するために用いることができる。

【0078】

図9は、本発明の一実施形態に係る骨格生成方法の全体過程を示すフローチャートである。

【0079】

ステップS901において、映像センサは映像データを収集し、モーションセンサはモーションデータを収集することができる。この後、収集された映像データとモーションデータは、骨格モデル生成装置100に入力される。

10

【0080】

ステップS902において、骨格モデル生成装置100は、映像センサが収集した映像データとモーションセンサが収集したモーションデータとを収集し、収集された2つのデータの同期化を実行することができる。このとき、骨格モデル生成装置100は、互いに異なる位置で収集された映像データおよびモーションデータを同一位置で相互参照できるようにデータの位置情報を同期化(空間同期化)することができる。また、骨格モデル生成装置100は、互いに異なる時間で収集された映像データおよびモーションデータを同一時間で相互参照できるように映像データとモーションデータの時間情報を同期化(時間同期化)することができる。

20

【0081】

例えば、骨格モデル生成装置100は、映像データにおけるモーションセンサの位置とモーションデータにおけるモーションセンサの位置を予め設定した基準位置に基づいて変換して位置情報を同期化することができる。そして、骨格モデル生成装置100は、データ補間を用いて映像データとモーションデータの時間情報を同期化することができる。

【0082】

ステップS903において、骨格モデル生成装置100は、同期化された映像データからユーザのシルエットを抽出することができる。なお、映像データの数に応じて抽出されたシルエットの数が異なることもある。

30

【0083】

ステップS904において、骨格モデル生成装置100は、同期化されたモーションデータからユーザの関節に対する位置または方向を計算することができる。このとき、モーションセンサは、ユーザの全身に含まれた一部の関節に対して取り付けることができるため、ユーザの関節に対する位置または方向も一部の関節に対して計算することができる。残りの関節は、3D骨格モデルを生成するときに計算することができる。

【0084】

ステップS905において、骨格モデル生成装置100は、シルエットと関節に対する位置または方向を用いてユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成することができる。

【0085】

40

本発明の一実施形態によれば、骨格モデル生成装置100は、シルエットに基づいて関節の位置または方向からユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成することができる。このとき、骨格モデル生成装置100は、逆運動学を用いてモーションデータに含まれた関節の位置または方向から残りの関節のソリューションを計算することができる。このとき、ソリューションが複数である場合、骨格モデル生成装置100は、シルエットの範囲に属する最適なソリューションを選択することができる。

【0086】

本発明の他の実施形態によれば、骨格モデル生成装置100は、関節の位置または方向に基づいてシルエットからユーザの全身に対する3D骨格モデルを生成することができる。このとき、骨格モデル生成装置100は、シルエットから抽出した基準点とモーション

50

データに含まれた関節の位置および方向を用いてシルエットの範囲に属する残りの関節を決めることができる。

【 0 0 8 7 】

本発明のさらに他の実施形態によれば、骨格モデル生成装置 1 0 0 は、シルエットから抽出した 3 D 骨格モデルと関節の位置または方向から抽出した 3 D 骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を用いてユーザの全身に対する 3 D 骨格モデルを生成することができる。このとき、骨格モデル生成装置 1 0 0 は、シルエットから抽出した 3 D 骨格モデルと関節の位置または方向から抽出した 3 D 骨格モデルとのそれぞれの誤差範囲を組み合わせることで誤差が最小である位置を選択することができる。

【 0 0 8 8 】

なお、ステップ S 9 0 1 ~ S 9 0 5 によってユーザの全身に対する 3 D 骨格モデルが生成されれば、骨格モデル生成装置 1 0 0 は、ステップ S 9 0 6 において、毎時間 3 D 骨格モデルの軌跡を取得することができる。

【 0 0 8 9 】

図 9 で説明されなかった部分は、図 1 ~ 8 の説明を参照することができる。

【 0 0 9 0 】

なお、本発明の一実施形態に係る骨格生成方法は、コンピュータにより実現される多様な動作を実行するためのプログラム命令を含むコンピュータ読取可能な記録媒体を含む。当該記録媒体は、プログラム命令、データファイル、データ構造などを単独または組み合わせて含むこともでき、記録媒体およびプログラム命令は、本発明の目的のために特別に設計されて構成されたものでもよく、コンピュータソフトウェア分野の技術を有する当業者にとって公知であり使用可能なものであってもよい。コンピュータ読取可能な記録媒体の例としては、ハードディスク、フロッピー（登録商標）ディスク及び磁気テープのような磁気媒体、CD-ROM、DVDのような光記録媒体、プロパティカルディスクのような磁気-光媒体、およびROM、RAM、フラッシュメモリなどのようなプログラム命令を保存して実行するように特別に構成されたハードウェア装置が含まれる。また、記録媒体は、プログラム命令、データ構造などを保存する信号を送信する搬送波を含む光または金属線、導波管などの送信媒体でもある。プログラム命令の例としては、コンパイラによって生成されるような機械語コードだけでなく、インタプリタなどを用いてコンピュータによって実行され得る高級言語コードを含む。

【 0 0 9 1 】

上述したように、本発明の好ましい実施形態を参照して説明したが、該当の技術分野において熟練した当業者にとっては、特許請求の範囲に記載された本発明の思想および領域から逸脱しない範囲内で、本発明を多様に修正および変更させることができることを理解することができるであろう。すなわち、本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲に基づいて定められ、発明を実施するための最良の形態により制限されるものではない。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 2 】

- 1 0 0 : 骨格モデル生成装置
- 1 0 1 : データ同期化部
- 1 0 2 : シルエット抽出部
- 1 0 3 : 関節情報計算部
- 1 0 4 : 骨格モデル生成部
- 1 0 5 : 空間同期化部
- 1 0 6 : 時間同期化部
- 3 0 0 , 4 0 4 : ユーザ
- 3 0 1 , 4 0 1 : 映像センサ
- 3 0 2 , 4 0 2 : モーションセンサ
- 3 0 3 : 特定部位
- 4 0 3 , 6 0 1 , 6 0 4 , 7 0 1 : 基準点

10

20

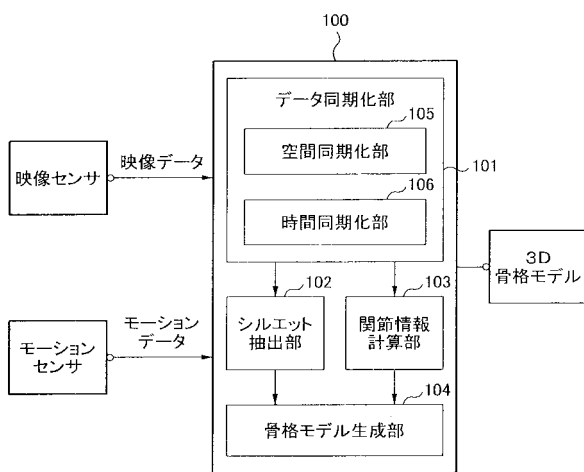
30

40

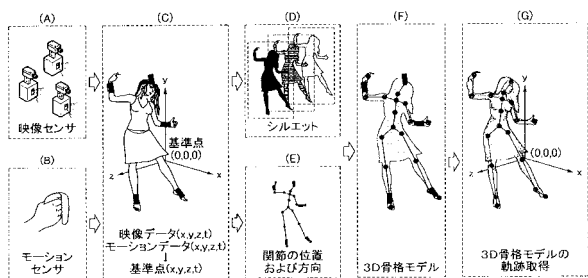
50

- 501, 504 : モーションデータ
- 502, 503 : 映像データ
- 602, 702, 703, 801, 802, 803, 804, 806, 807 : 関節
- 603 : ソリューション
- 808, 809, 810, 811 : 誤差範囲
- 812 : シルエット

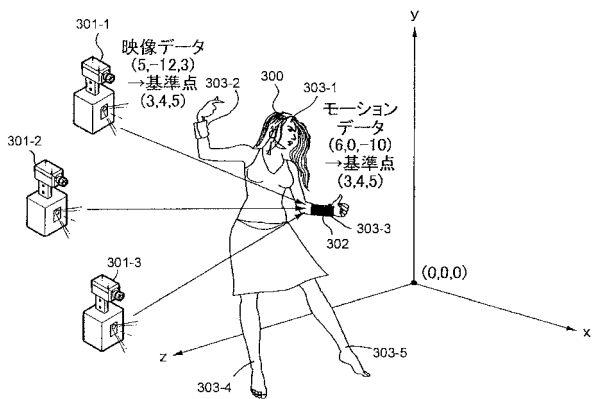
【図1】



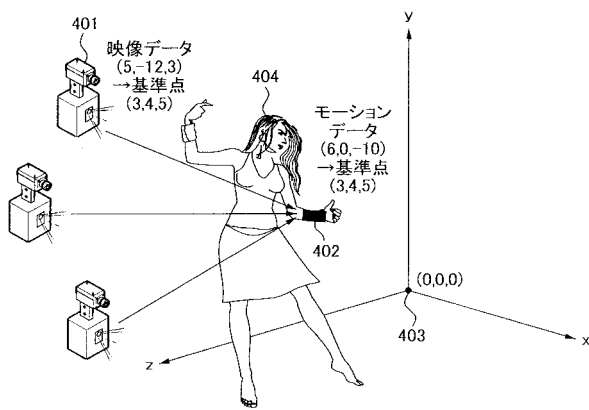
【図2】



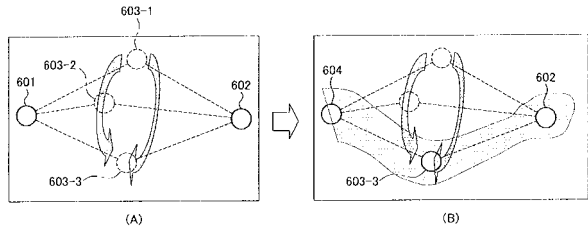
【図3】



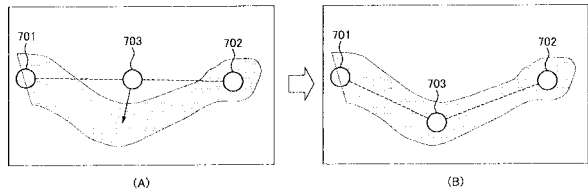
【図4】



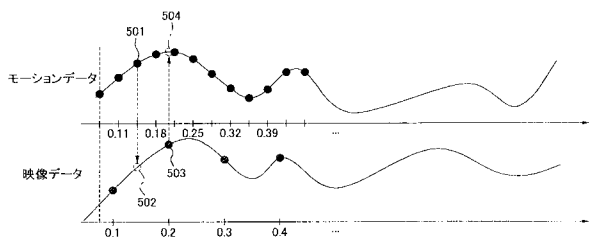
【図6】



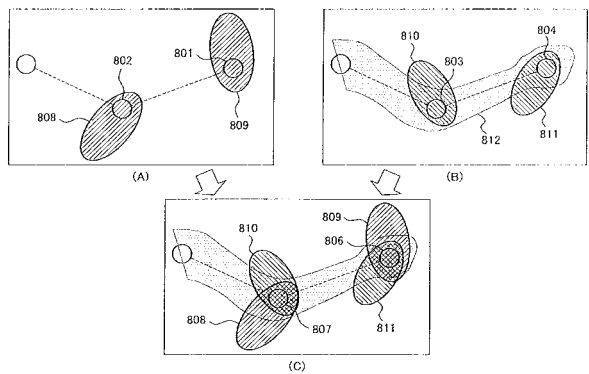
【図7】



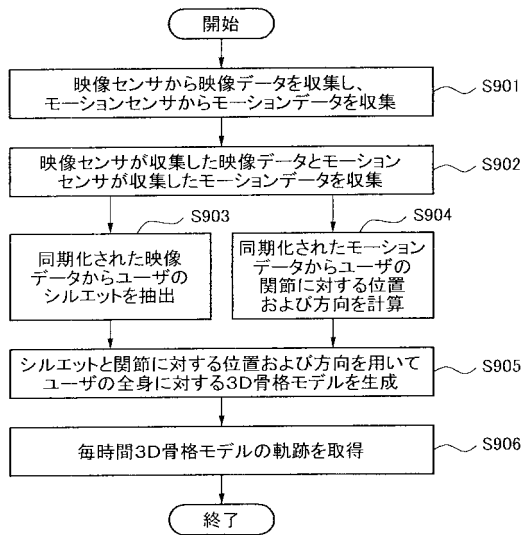
【図5】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (72)発明者 金 昌 容
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内
- (72)発明者 方 遠 ちよる
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内
- (72)発明者 金 道 均
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内
- (72)発明者 李 基 彰
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内
- (72)発明者 韓 在 濬
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内
- (72)発明者 林 和 燮
大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

審査官 片岡 利延

- (56)参考文献 特開2003-106812(JP,A)
特開2008-282110(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0164862(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 1/00