

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 11 月 4 日 (04.11.2004)

PCT

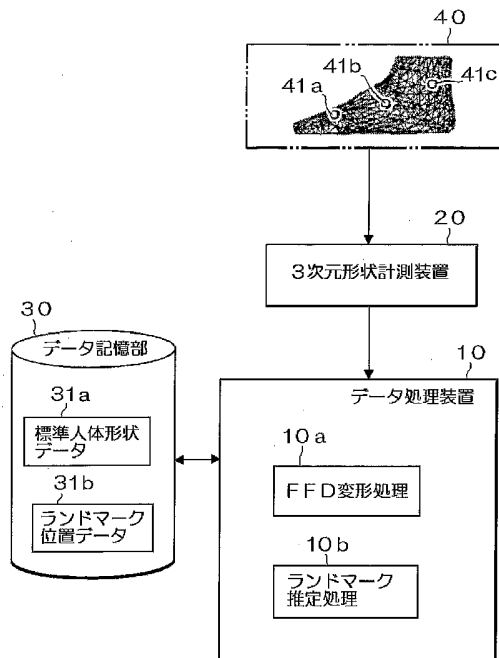
(10) 国際公開番号
WO 2004/094945 A1

- (51) 国際特許分類7: G01B 11/24, TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区
G06T 1/00, A41H 1/02, A61B 5/103 霞が関 1 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/002622 (72) 発明者; および
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 3 日 (03.03.2004) (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 持丸 正明
(MOCHIMARU, Masaaki) [JP/JP]; 〒1350064 東京都
(25) 国際出願の言語: 日本語 江東区青海 2-4 1-6 独立行政法人産業技術総合
研究所内 Tokyo (JP). 河内 まき子 (KOUCHI, Makiko)
(26) 国際公開の言語: 日本語 [JP/JP]; 〒1350064 東京都江東区青海 2-4 1-6
独立行政法人産業技術総合研究所内 Tokyo (JP). 福
井 幸男 (FUKUI, Yukio) [JP/JP]; 〒3058566 茨城県つ
(30) 優先権データ: 特願2003-057418 2003 年 3 月 4 日 (04.03.2003) JP くば市東 1-1-1 中央第 6 独立行政法人産業技
術総合研究所内 Ibaraki (JP). 日隈 直紀 (HIGUMA,
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立 Naoki) [JP/JP]; 〒7310021 広島県広島市安佐北区三
行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND 入東 2-3 2-2 1 Hiroshima (JP).

/ 続葉有 /

(54) Title: DEVICE AND METHOD OF EXTRACTING LANDMARKS

(54) 発明の名称: ランドマーク抽出装置およびランドマーク抽出方法



(57) **Abstract:** A landmark-extracting device has an input device, a memory device, a data-converting device, and a landmark position-estimating device. The input device measures a human body to be measured, on which main landmark positions are marked, by a three-dimensional scanner and acquires human body shape data of the human body to be measured together with data of the main landmark positions. The memory device has, in its memory, data of a standard human body shape and all landmark position data given to the standard human body shape data. The data-converting device reads the standard human body shape data and the landmark position data, and performs data conversion processing between the standard human body shape data and the landmark position data, deforming the standard human body shape to approximate it to the measured human body shape. The landmark position-estimating device estimates landmark positions other than the main landmark positions of the human body to be measured, the estimation made from landmark positions of data of the deformed standard human body shape when the landmark positions given to the standard human body shape data by the data conversion processing correspond to the main landmark positions within a predetermined range.

20...THREE-DIMENSIONAL SHAPE-MEASURING DEVICE
30...DATA MEMORY PORTION
31a...STANDARD HUMAN BODY SHAPE DATA
31b...LANDMARK POSITION DATA
10...DATA-PROCESSING DEVICE
10a...FFD DEFORMATION PROCESSING
10b...LANDMARK ESTIMATION PROCESSING

/ 続葉有 /



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

ランドマーク抽出装置は、主要ランドマーク位置をマーキングした被計測人体を3次元スキャナーにより計測して被測定人体の人体形状データと共に前記主要ランドマーク位置データを取得する入力装置と、標準人体形状データと当該標準人体形状データに付与されている全てのランドマーク位置データとを記憶している記憶装置と、前記標準人体形状データとランドマーク位置データとを読み出し、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データとランドマーク位置データとのデータ変換処理を行うデータ変換装置と、前記データ変換処理により標準人体形状データに付与されているランドマーク位置が前記主要ランドマーク位置に所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体の主要ランドマーク位置以外の他のランドマーク位置を推定するランドマーク位置推定装置を備える。

明細書

ランドマーク抽出装置およびランドマーク抽出方法

5 技術分野

本発明は、人体表面の3次元形状データから人体の解剖学的特徴点であるランドマーク位置の情報を抽出することのできるランドマーク抽出装置およびランドマーク抽出方法に関するものである。

10 背景技術

人体形状に適合させて装着する工業製品を製作する場合には、例えば、衣料品、皮革製品、眼鏡類、補装具、ガスマスク等を設計する際に、人体の骨格構造によって決定される身体特徴量データが必要とされる。この身体特徴量データの主要データとしては、解剖学的特徴点であるランドマーク (Landmark, Anatomical landmark) が用いられる。

すなわち、人体形状に適合させる工業製品の設計においては、人体形状の情報として、表面形状の3次元座標情報の他に、骨格位置等に基づく3次元位置情報の基準情報が必要となる。

20 しかし、ランドマークは、身体表面を触察して骨格位置を確認することで初めてわかる位置情報であるため、3次元スキャナー等で計測された身体の表面形状の情報からは、これらのランドマークの位置情報を的確に抽出することは困難である。このため、従来においては、専門家が被測定者の身体を触察することでランドマークの位置を同定し抽出していた。

25 また、このような技術に関係する技術として、ランドマーク（生体内の骨格などによって決定される人体皮膚表面上の点）を、自動的に検出する方法としては、これまでに、次のような3つの方法が提案されている。

第1の方法は、人体形状データの局所的な形状特徴（数学的には曲率）と全身的な人体寸法の関係からランドマークを検出する方法である（非特許文献1、非特許文献2）。

第2の方法は、人体形状データと同時に捉えた写真情報（テクスチャ情報）から画像処理技術によって目や鼻などのパーツを自動検出する方法である（非特許文献3）。第1の方法と第2の方法を融合させた方法についても提案されている（非特許文献4）。

第3の方法は、既存の標準体型モデルを計測した人体形状データにフィットするように変形させる方法である（非特許文献5）。

10

第1の方法は、曲率に依存するため、太った人など特殊な体型の人に適用するのが難しい。第2の方法は、顔に関しては有効であるが、全身や手、足など、ランドマークとする目立った模様がない部位には適用できない。また、第1の方法と第2の方法を融合させた方法（非特許文献4）では、自動検出の
15 確実性を高めているが、第2の方法と同様に顔にしか適用できない。第3の方法では、標準体型モデルを、個人の輪郭線情報（シルエット）に適合するように変形しているが、ここで用いられているランドマークは、輪郭線から得られる手先や脇の下などに限定されている。

[非特許文献1]

20 L. Dekker, S. Khan, E. West, B. Buxton, and P. Treleaven, "Models for Understanding the 3D Human Body Form", presented at IEEE International Workshop on Model-Based 3D Image Analysis, Mumbai, India, 1998.

[非特許文献2]

L. Dekker, I. Douros, B. Buxton, and P. Treleaven, "Building Symbolic
25 Information for 3D Human Body Modeling from Range Data", presented at 3DIM 99, Ottawa, CA, 1999.

[非特許文献3]

T. Yokoyama, et al, "Extracting Contours and Features from Frontal Face Images", The Journal of the Institute of Image Information and Tele-Television Engineers, vol. 53, No. 11, pp. 1605-1614, 1999.

[非特許文献4]

- 5 小高一慶、青木義満、橋本周司、「3次元顔画像を用いた特徴抽出とマッチング」、第5回パターン計測シンポジウム、pp.71-77, 2000.

[非特許文献5]

- 今尾公二、亀田能成、美濃導彦、池田克夫、「シルエット画像に基づいて個人
10 体型を反映する3次元形状モデルの変形法—仮想試着室の実現に向けて」、電子情報通信学会論文誌、vol. J82-D-II, pp.1684-1692, 1999.

[非特許文献6]

T. W. Sederberg: "Free-Form Deformation of Solid Geometric Models", Proceedings of ACM SIGGRAPH'86, Computer Graphics, 20, 4, pp.151-160, 1986

[特許文献1]

- 15 特許第2725739号公報

発明の開示

- ところで、上述した従来の技術におけるランドマークを抽出する方法では、専門家による処理のため人手がかかり、いつでもどこでも抽出可能という
20 訳ではなく、処理の高速化も困難であるという問題がある。

人体形状に適合させて装着する工業製品においては、製品の高付加価値化と環境保護のためには、製品の身体適合性を高めて、標準サイズばかりでなく、様々な体格の人体形状に合わせた製品群を需要に応じて迅速に設計生産し、提供するシステムへの要求が高まっている。

- 25 このためには、店頭などにおいて、高度な技術を持つ専門家が不在でも簡単に人体形状を計測し、かつ、ランドマークを抽出することができるランドマーク抽出装置およびランドマーク抽出方法が提供されることが所望されるが、

これまでには、そのような装置および方法は提案されていない。

したがって、本発明の目的は、3次元スキャナーによる人体形状計測により複数のランドマークを自動抽出することが可能なランドマーク抽出装置およびランドマーク抽出方法を提供することにある。

5

本発明は第1の態様として、本発明によるランドマーク抽出装置が、主要ランドマーク位置をマーキングした被計測人体を3次元スキャナーにより計測して被測定人体の人体形状データと共に前記主要ランドマーク位置データを取得する入力装置と、標準人体形状データと当該標準人体形状データに付与されている全てのランドマーク位置データとを記憶している記憶装置と、前記標準人体形状データとランドマーク位置データとを読み出し、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データとランドマーク位置データとのデータ変換処理を行うデータ変換装置と、前記データ変換処理により標準人体形状データに付与されているランドマーク位置が前記主要
10 ランドマーク位置に所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体の主要ランドマーク位置以外の他のランドマーク位置を推定するランドマーク位置推定装置とを備えることを特徴とするものである。

この第1の態様において、前記標準人体形状データにはテクスチャ情報が付属しており、前記形状データ変換装置は、前記テクスチャ情報を前記被計測人体の人体形状データのテクスチャ情報と比較して対応づけ、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データのデータ変換処理を行うようにしてもよい。
20

また、第1の態様において、前記ランドマーク位置推定装置は、被計測人体の人体形状データから形状特徴点を抽出し、前記データ変換処理により標準人体形状データの形状特徴点と所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体のランドマーク位置を推
25

定するようにしてもよい。

本発明は第2の態様として、本発明によるランドマーク抽出方法が、主要ランドマーク位置をマーキングした被計測人体を3次元スキャナーにより計測して被測定人体の人体形状データと共に前記主要ランドマーク位置データを
5 取得し、記憶装置に記憶されている標準人体形状データと当該標準人体形状データに付与されている全てのランドマーク位置データとを読み出し、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データとランドマーク位置データとのデータ変換処理を行い、前記データ変換処理により標準人体形状データに付与されているランドマーク位置が前記主要ランドマ
10 ーク位置に所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体の主要ランドマーク位置以外の他のランドマーク位置を推定することを特徴とするものである。

この第2の態様において、前記標準人体形状データにはテクスチャ情報が付属しており、前記データ変換処理は、前記テクスチャ情報を前記被計測人体の人体形状データのテクスチャ情報と比較して対応づけ、標準人体形状を計
15 測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データのデータ変換処理を行うようにしてもよい。

また、第2の態様において、前記ランドマーク位置の推定は、被計測人体の人体形状データから形状特徴点を抽出し、前記データ変換処理により標準
20 人体形状データの形状特徴点と所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体のランドマーク位置を推定するようにしてもよい。

本発明は、第3の態様として、ランドマーク抽出処理をコンピュータにより実行するプログラムが、主要ランドマーク位置をマーキングした被計測人体を3次元スキャナーにより計測して被測定人体の人体形状データと共に前記
25 主要ランドマーク位置データを取得するステップと、記憶装置に記憶されている標準人体形状データと当該標準人体形状データに付与されている全てのラン

ドマーク位置データとを読み出すステップと、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データとランドマーク位置データとのデータ変換処理を行うステップと、前記データ変換処理により標準人体形状データに付与されているランドマーク位置が前記主要ランドマーク位置に
5 所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体の主要ランドマーク位置以外の他のランドマーク位置を推定するステップとをコンピュータにより実行させるようにしたことを特徴とするものである。

この第3の態様において、前記標準人体形状データにはテクスチャ情報が
10 が付属しており、前記データ変換処理を行うステップは、前記テクスチャ情報を前記被計測人体の人体形状データのテクスチャ情報と比較して対応づけ、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データのデータ変換処理を行うようにしてもよい。

また、第3の態様において、前記ランドマーク位置を推定するステップ
15 は、被計測人体の人体形状データから形状特徴点を抽出し、前記データ変換処理により標準人体形状データの形状特徴点と所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体のランドマーク位置を推定するようにしてもよい。

本発明の第4の態様は、ランドマーク抽出処理をコンピュータにより実行するプログラムを記録した記録媒体であり、主要ランドマーク位置をマーキングした被計測人体を3次元スキャナーにより計測して被測定人体の人体形状データと共に前記主要ランドマーク位置データを取得するステップと、記憶装置に記憶されている標準人体形状データと当該標準人体形状データに付与されている全てのランドマーク位置データとを読み出すステップと、標準人体形状
20 を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データとランドマーク位置データとのデータ変換処理を行うステップと、前記データ変換処理により標準人体形状データに付与されているランドマーク位置が前記主要ラ

ンドマーク位置に所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体の主要ランドマーク位置以外の他のランドマーク位置を推定するステップとの処理をコンピュータにより実行するプログラムを記録した記録媒体としても良い。

5 この第4の態様において、前記標準人体形状データにはテクスチャ情報が付属しており、前記データ変換処理を行うステップは、前記テクスチャ情報を前記被計測人体の人体形状データのテクスチャ情報と比較して対応づけ、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データのデータ変換処理を行うようにしてもよい。

10 また、第4の態様において、前記ランドマーク位置を推定するステップは、被計測人体の人体形状データから形状特徴点を抽出し、前記データ変換処理により標準人体形状データの形状特徴点と所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体のランドマーク位置を推定するようにしてもよい。

15 このような本発明によるランドマーク抽出装置およびランドマーク抽出方法によれば、ランドマークの抽出処理は、被計測人体の主要なランドマークを予めマーキングしておき、3次元スキャナーで人体形状を計測すると同時に主要なランドマーク位置を同時に計測し、記憶装置に記憶されている標準の人体形状と当該人体形状に付与されている全てのランドマークの位置と比較し、
20 標準人体形状を当該計測された人体形状に近づけるように変形させて、変形させた標準人体形状データにより複数のランドマーク位置を同定することにより行う。

 その場合に、別の態様では、標準人体形状データに付属しているテクスチャ情報を前記被計測人体のテクスチャ情報と比較し対応づけて、前記標準人
25 体形状を変形させることで、複数のランドマークを同定する。また、人体形状にマーキングをしない場合においては、計測された形状点群から形状特徴量を抽出し、これを利用して標準人体形状データを変形させるデータ変換を行うこ

とで、複数のランドマークを同定する。

図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の一実施例のランドマーク抽出装置のシステム構成を示すブロック図である。

第 2 図は、ランドマーク抽出処理の詳細な処理内容をブロック図として示す第 1 の図であり、ランドマーク抽出処理の前処理の流れを示す図である。

第 3 図は、ランドマーク抽出処理の詳細な処理内容をブロック図として示す第 2 の図であり、ランドマーク抽出処理の後処理の流れを示す図である。

第 4 図は、3 次元スキャナーで得られた人体表面形状を表す 3 次元点群の例示図である。

第 5 図は、人体表面上のランドマーク位置を表す 3 次元点群を結んでできる編み目形状の例示図である。

第 6 図は、F F D 変形を行う格子状の制御点群と、制御点群を移動させることで変形される形状を説明する図である。

第 7 図は、断面形状の上で座標値の極値をとる点群を形状特徴量として抽出した例を示す例示図である。

発明を実施するための最良の形態

図 1 は、本発明の一実施例のランドマーク抽出装置のシステム構成を示すブロック図である。図 1 において、10 はメモリおよびマイクロプロセッサ (CPU) と演算プログラムを備えてデータ処理を行うデータ処理装置である。20 は被測定対象を載置するステージおよび光学スキャナーなどを備えた 3 次元形状計測装置、30 は標準人体形状データなど記憶しているデータ記憶部、40 は主要なランドマーク位置がマーキング (41a ~ 41c) された被計測対象の人体形状を表している。

データ処理装置 10 には、主要な処理モジュールとして、後述するよう

に、FFD (Free Form Deformation) 変形処理を行うデータ処理モジュール10aと、ランドマーク推定処理を行うデータ処理モジュール10bとが備えられており、データ記憶部30には、標準人体形状データ31aとランドマーク位置データ31bが備えられている。

- 5 3次元形状計測装置20は、主要ランドマーク位置のマーキング(41a~41c)を施した被計測人体形状40を、3次元スキャナーにより計測し、被測定人体形状の人体形状データと共に前記主要ランドマーク位置データを取得して、データ処理装置10に送る。

- 10 データ処理装置10は、データ記憶部30から、標準人体形状データ31aと当該標準人体形状データに付与されている全てのランドマーク位置データ31bとを読み出し、データ処理モジュール10aにより、FFD変形処理を行い、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データとランドマーク位置データとのデータ変換処理を行う。

- 15 また、データ処理装置10においては、データ処理モジュール10bにより、データ変換処理により標準人体形状データに付与されているランドマーク位置が前記主要ランドマーク位置に所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体の主要ランドマーク位置以外の他のランドマーク位置を推定する。この推定した結果により、被計測対象の人体形状に基づき、人体表面の3次元形状データから人体の解剖学的
- 20 特徴点であるランドマーク位置が抽出できることになる。なお、図1に示すシステム構成において、データ処理装置10、3次元形状計測装置20、データ記憶部30などのシステム要素は、物理的または論理的に結合されていれば良いので、同じ場所に設けられている必要はない。したがって、ネットワークにより結合された状態であっても良く、人体形状データの入力装置となる3次元
- 25 形状計測装置20は、設置する場合に、ある程度の空間的なスペースを有するので、計測室に設けられ、別の場所にあるデータ処理装置10にネットワークを介して送られるシステム構成であっても良い。

図2および図3は、データ処理装置10において処理されるランドマーク抽出処理の詳細な処理内容をブロック図として示す図である。図2および図3を参照して説明する。ここでの処理は、データ処理装置10のFFD変形処理を行うデータ処理モジュール10aとランドマーク推定処理を行うデータ処理モジュール10bが用いられて、実行される。図2および図3において、それぞれのブロックによる処理の流れにより示されている。

図2には、ランドマーク抽出処理の前処理の流れを示しており、図3には、ランドマーク抽出処理の後処理の流れを示している。後処理では、ランドマーク位置が未知の人体形状の表面形状点群からランドマーク位置を自動推定する手続きが示されている。

ランドマーク抽出処理の前処理では、予めランドマーク位置を専門家が触察により求めて（抽出して）マーキングしておき、その人体形状の複数個から、基準となる代表的なランドマークの標準セットを創成し、もとの人体形状のランドマークから標準セットへの変形を行う格子点を求める手がかりとして、別途形状特徴点を定義する。

そして、ランドマーク抽出の後処理により、ランドマークが未知の人体形状に対して、前処理と同様に形状特徴点を推定し、これより標準セットからの変形のための格子点を求め、標準セットを変形させて、未知のランドマーク位置を推定する。この後処理が、被計測対象の人体形状を取り替えて、それぞれの人体形状に対して、ランドマーク位置の情報を抽出する。

順を追って説明する。

(1) 予め専門家により、全てのランドマーク位置を抽出し、マーキングした状態でスキャナーにより計測した人体形状データ（以降サンプルデータと呼ぶ）を複数個作成して、サンプルモデルセット11とする。ここでのサンプルモデルセット11のサンプルデータにはランドマーク、人体表面形状に加えて、テクスチャ情報も付与させておく。サンプルデータの人体(足)表面形状を表す

3次元座標点群の例を、図4に示している。また、この表面形状に重なって位置するランドマークの座標点のみを抽出して、それらを結んで網目状に表現した状態を図5に示している。

(2) このようなランドマークが付与された複数のサンプルデータの対応するランドマーク位置の平均値を基にして創成した平均標準形状データを作成し、これを標準モデル13とする。この標準モデル13のデータをデータ記憶部30に記憶する。標準モデル13は、設計に必要な全てのランドマークによって構成される。

(3) 次に標準モデル13のランドマーク位置から、サンプルモデルセット11の各サンプルデータのもつランドマーク位置へ、FFD法を用いて変形させる。この変形処理は、FFD変形格子14を用いて行われる。

FFD法は「非特許文献6」によって示されている座標系変換方式であり、その原理は、3次元空間内に配置された制御点群のBernstein多項式(t を媒介変数としたとき、項 t と項 $(1-t)$ の和の n 乗を展開した各項)を係数としたアフィン結合において、Bernstein多項式の媒介変数値を与えることで得られる点を変換後の位置とし、前記多項式の媒介変数値を変換前の座標値とする座標系変換方式である。制御点群の位置を変えることで、FFD法による変換(以降FFD変換と呼ぶ)後の空間が変形することになる。これを形状設計時の変形に応用させる。この手法は、例えば、「特許文献1」において詳述されている方法を用いる。変形を行う基になる制御格子点群は、標準モデル13が包含される格子点群とする。変換前のランドマーク座標値は標準モデル13におけるものであり、変換後にサンプルデータのランドマーク位置となるような変形を行うための座標変換としてFFD法を用いる。格子点位置を移動させて内部の空間、および形状を変形させるFFD変換の概念図を、図6に示している。

(4) 一方、サンプルモデルセット 1 1 の各サンプルデータにより、幾何学的特徴量を、形状特徴点 1 2 として、複数個抽出する。この形状特徴点 1 2 は、例えば、サンプルデータにおいて、対応のつく点群の位置座標や、特定方向から見たときに一番突出した点、ガウス曲率の極大となる点、あるいは、適切に
5 選択した断面図の特定方向の幅、断面の周囲長、曲率の極大点など、形状の特徴を表現するものを用いる。また、形状特徴点 1 2 としては、顔の形状を例にとれば、眉、唇など、テクスチャ情報を持つものを利用することもできる。この場合の形状特徴点の例を、図 7 に示している。図 7 では、足長を基準に垂直に等分した断面の複数個において、最内点、最外点、最高点を示している。

10 (5) 次に、上記 (3) において、変形を行ったときの制御格子点の座標値と、上記 (4) において定義した形状特徴点の座標値の値との関連性を統計的に求める。形状特徴点群の座標値を説明変数 (独立変数) とし、制御格子点群の座標値を目的変数 (従属変数) と見なして、重回帰分析 1 5 を行い、制御格子点群の座標値は、各形状特徴点の座標値の線形結合として表現し、その係数
15 の最尤値を統計的に求める。

(6) 重回帰分析 1 5 の結果、得られる回帰式を用いることにより、形状特徴点に分かれれば、F F D 変形の制御格子の変形後の位置がわかるため、この変形操作を標準モデル 1 3 に施すことによって、ランドマークも同様に移動して、新しいランドマーク位置が求まることになる。

20 以上の手続きにより、形状特徴量と F F D 変形による制御格子の変化位置との関係が明らかにされる。次に、ランドマーク抽出処理の後処理では、図 3 に示すように、被計測対象の未知の人体形状が与えられたとき、以下の手順で行う。

25 (a) 未知の人体形状の人体形状データを入力する (ステップ 2 1)。

(b) 人体形状データから形状特徴点を求める (ステップ 2 2)。

(c) 前記重回帰分析の結果より、F F D 変形格子推定の処理を行って、F

F D変形制御格子の変化位置を求める（ステップ23）。

（d）標準モデルを求めたF F D変形制御格子によって変形させる（ステップ24）。

（e）前記変形で移動した標準モデルのランドマークを未知の人体形状の表面形状点上に投影する（ステップ25）。

（f）投影したランドマークの位置からランドマークの情報を抽出して出力する（ステップ26）。

なお、このような処理に用いられる人体形状において、3次元座標系を定めるために、基準点として人体形状の基本的な特徴点は複数点を用いる。説明に使用した足形状の場合、例えば、図7に示すように、形状特徴点の3点を基準点として、予めその位置を既知としている。

本発明にかかるランドマーク抽出装置は、上述した実施形態の他に、次のように変形された形態においても実施できる。すなわち、人体表面の3次元形状データを入力する計測機（入力装置）と、物理的ないしは論理的に接続された計算機（データ処理装置）とを備えた装置において、人体表面の3次元形状データから骨などによって決定される解剖学的特徴点を自動的に抽出し、その解剖学的特徴点の3次元座標値を出力する機能（処理プログラム）を備える。この構成により、例えば、計測時において人体表面上の解剖学的特徴点位置にマーカを貼り付けた箇所だけでなく、マーカが貼られていない解剖学的特徴点位置も同時に自動抽出することができる。

また、計算機（データ処理装置）において、データ記憶部に記憶された標準的な人体形状の解剖学的特徴点位置を、計測機で取得した人体表面の3次元形状データに一致させるように変形することで、計測した人体形状データ上の解剖学的特徴点位置を決定する。

また、人体表面形状に加えて人体表面上のテクスチャ情報を利用して、予め記憶されている標準的な人体形状を変形させることで、解剖学的特徴点位

置を自動抽出することができる。

マーカが貼られていない場合については、人体表面の 3 次元形状データから形状特徴点を自動抽出し、この形状特徴点を利用して、予め記憶されている標準的な人体形状を変形させることで、解剖学的特徴点の位置を自動抽出する
5 ことができる。

産業上の利用分野

本発明によれば、人体形状の表面上に少数の既知の基準点を与えるだけで多くのランドマークを自動推定することが可能となる。また、異なる人体形状データの
10 間で特徴点位置の対応がつけることが可能となり、設計上きわめて有効となる。したがって、本発明を用いれば、専門家でなくても少数の基準点を与えた状態で形状を 3 次元スキャナー等で計測するだけで、設計情報を得ることができる。

請求の範囲

1. 主要ランドマーク位置をマーキングした被計測人体を3次元スキャナーにより計測して被測定人体の人体形状データと共に前記主要ランドマーク位置データを取得する入力装置と、

標準人体形状データと当該標準人体形状データに付与されている全てのランドマーク位置データとを記憶している記憶装置と、

前記標準人体形状データとランドマーク位置データとを読み出し、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データとランドマーク位置データとのデータ変換処理を行うデータ変換装置と、

前記データ変換処理により標準人体形状データに付与されているランドマーク位置が前記主要ランドマーク位置に所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体の主要ランドマーク位置以外の他のランドマーク位置を推定するランドマーク位置推定装置と

を備えることを特徴とするランドマーク抽出装置。

2. 請求の範囲第1項に記載のランドマーク抽出装置において、

前記標準人体形状データにはテクスチャ情報が付属しており、

前記データ変換装置は、前記テクスチャ情報を前記被計測人体の人体形状データのテクスチャ情報と比較して対応づけ、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データのデータ変換処理を行うことを特徴とするランドマーク抽出装置。

3. 請求の範囲第1項に記載のランドマーク抽出装置において、

前記ランドマーク位置推定装置は、被計測人体の人体形状データから形状特徴点を抽出し、前記データ変換処理により標準人体形状データの形状特徴点と所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク

位置から被計測人体のランドマーク位置を推定することを特徴とするランドマーク抽出装置。

4. 主要ランドマーク位置をマーキングした被計測人体を3次元スキャナーにより計測して被測定人体の人体形状データと共に前記主要ランドマーク位置データを取得し、

記憶装置に記憶されている標準人体形状データと当該標準人体形状データに付与されている全てのランドマーク位置データとを読み出し、

標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データとランドマーク位置データとのデータ変換処理を行い、

前記データ変換処理により標準人体形状データに付与されているランドマーク位置が前記主要ランドマーク位置に所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体の主要ランドマーク位置以外の他のランドマーク位置を推定する

15 ことを特徴とするランドマーク抽出方法。

5. 請求の範囲第4項に記載のランドマーク抽出方法において、

前記標準人体形状データにはテクスチャ情報が付属しており、

前記データ変換処理は、前記テクスチャ情報を前記被計測人体の人体形状データのテクスチャ情報と比較して対応づけ、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データのデータ変換処理を行うことを特徴とするランドマーク抽出方法。

6. 請求の範囲第4項に記載のランドマーク抽出方法において、

25 前記ランドマーク位置の推定は、被計測人体の人体形状データから形状特徴点を抽出し、前記データ変換処理により標準人体形状データの形状特徴点と所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位

置から被計測人体のランドマーク位置を推定することを特徴とするランドマーク抽出方法。

7. 主要ランドマーク位置をマーキングした被計測人体を3次元スキャナーにより計測して被測定人体の人体形状データと共に前記主要ランドマーク位置データを取得するステップと、

記憶装置に記憶されている標準人体形状データと当該標準人体形状データに付与されている全てのランドマーク位置データとを読み出すステップと、

10 標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データとランドマーク位置データとのデータ変換処理を行うステップと、

前記データ変換処理により標準人体形状データに付与されているランドマーク位置が前記主要ランドマーク位置に所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体の主要ランドマーク位置以外の他のランドマーク位置を推定するステップと

15 を処理をコンピュータの処理により実行するランドマーク抽出処理をコンピュータにより実行するプログラム。

8. 請求の範囲第7項に記載のランドマーク抽出処理をコンピュータにより実行するプログラムにおいて、

20 前記標準人体形状データにはテクスチャ情報が付属しており、

前記データ変換処理を行うステップは、前記テクスチャ情報を前記被計測人体の人体形状データのテクスチャ情報と比較して対応づけ、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データのデータ変換処理を行う

25 ことを特徴とするランドマーク抽出処理をコンピュータにより実行するプログラム。

9. 請求の範囲第8項に記載のランドマーク抽出処理をコンピュータにより実行するプログラムにおいて、

前記ランドマーク位置を推定するステップは、被計測人体の人体形状データから形状特徴点を抽出し、前記データ変換処理により標準人体形状データの形状特徴点と所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体のランドマーク位置を推定することを特徴とするランドマーク抽出処理をコンピュータにより実行するプログラム。

10 10. ランドマーク抽出処理をコンピュータにより実行するプログラムを記録した記録媒体であって、

主要ランドマーク位置をマーキングした被計測人体を3次元スキャナーにより計測して被測定人体の人体形状データと共に前記主要ランドマーク位置データを取得するステップと、

15 記憶装置に記憶されている標準人体形状データと当該標準人体形状データに付与されている全てのランドマーク位置データとを読み出すステップと、

標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データとランドマーク位置データとのデータ変換処理を行うステップと、

前記データ変換処理により標準人体形状データに付与されているランドマーク位置が前記主要ランドマーク位置に所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのランドマーク位置から被計測人体の主要ランドマーク位置以外の他のランドマーク位置を推定するステップと、
20 の処理をコンピュータにより実行するプログラムを記録した記録媒体。

25 11. 請求の範囲第10項に記載のプログラムを記録した記録媒体において、

前記標準人体形状データにはテクスチャ情報が付属しており、

前記データ変換処理を行うステップは、前記テクスチャ情報を前記被計測人

体の人体形状データのテクスチャ情報と比較して対応づけ、標準人体形状を計測された人体形状に近づけるように変形させる標準人体形状データのデータ変換処理を行う

ことを特徴とするプログラムを記録した記録媒体。

5

12. 請求の範囲第10項に記載のプログラムを記録した記録媒体において、

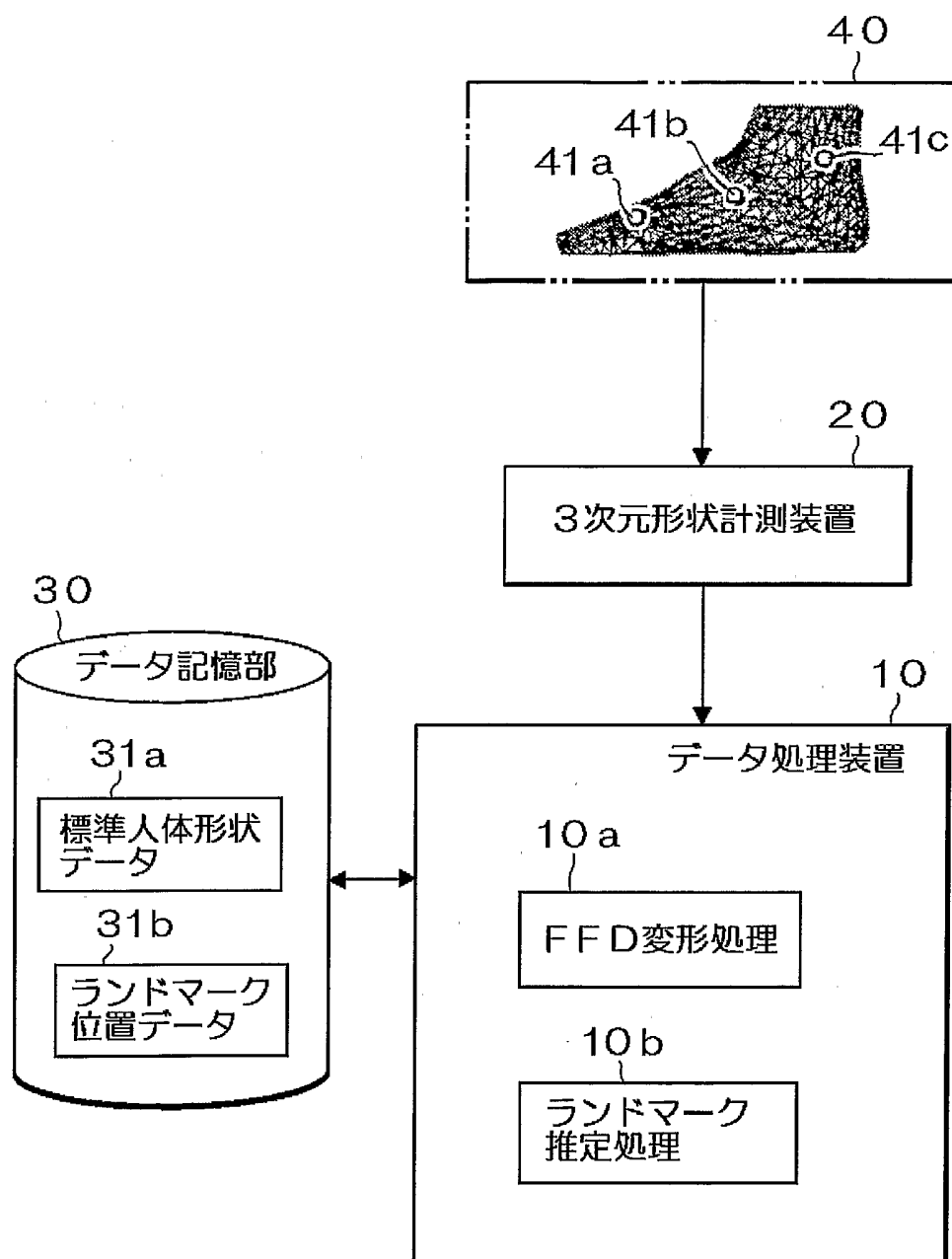
前記ランドマーク位置を推定するステップは、被計測人体の人体形状データから形状特徴点を抽出し、前記データ変換処理により標準人体形状データの形状特徴点と所定範囲内で対応した場合に、変形させた標準人体形状データのラ

10 ンドマーク位置から被計測人体のランドマーク位置を推定する

ことを特徴とするプログラムを記録した記録媒体。

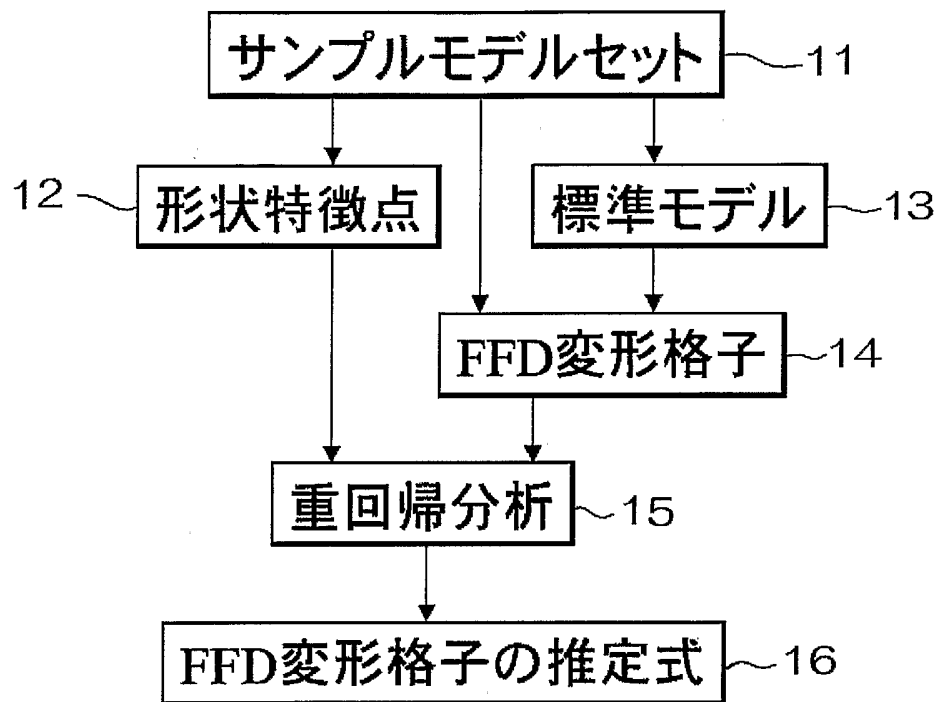
1/7

第1図



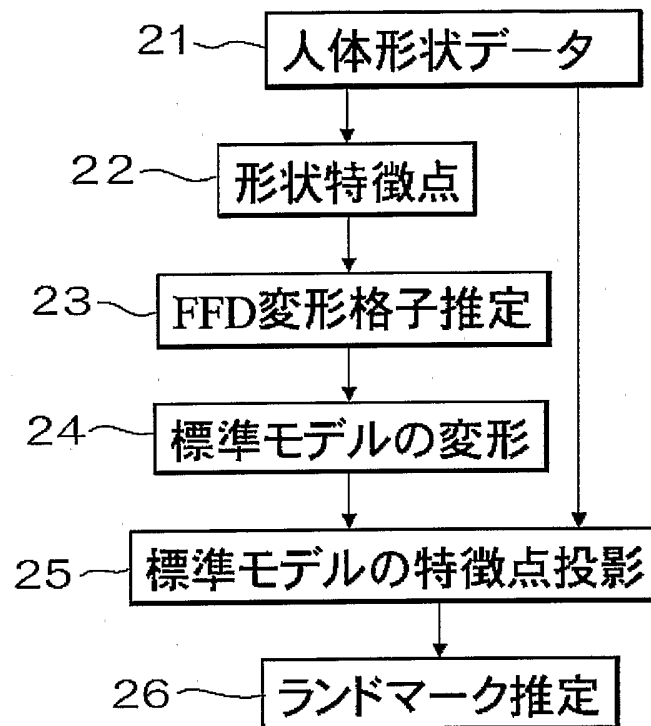
2/7

第2図



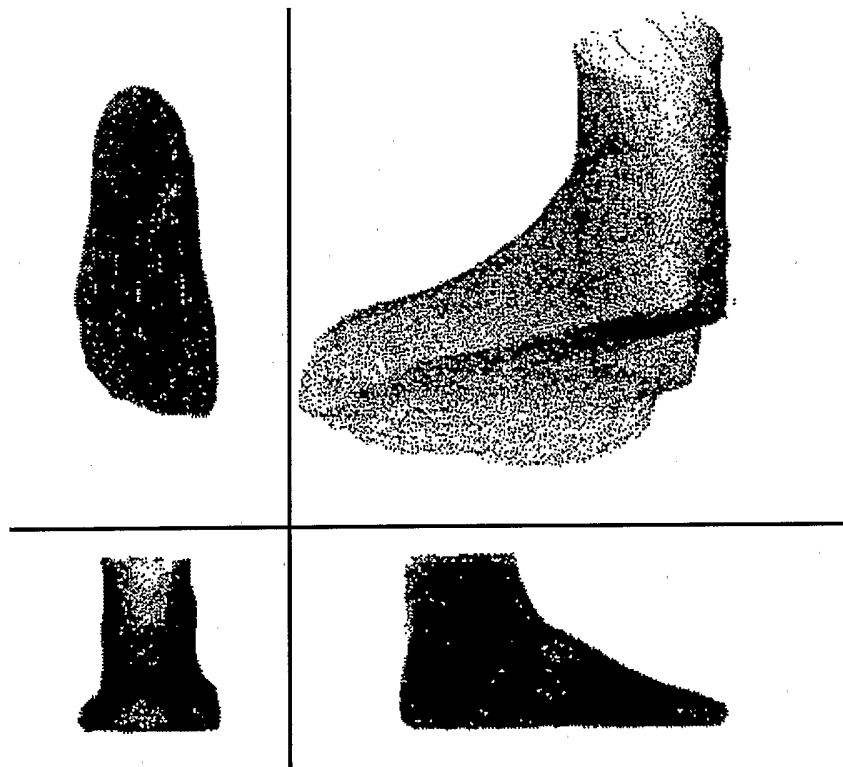
3/7

第3図



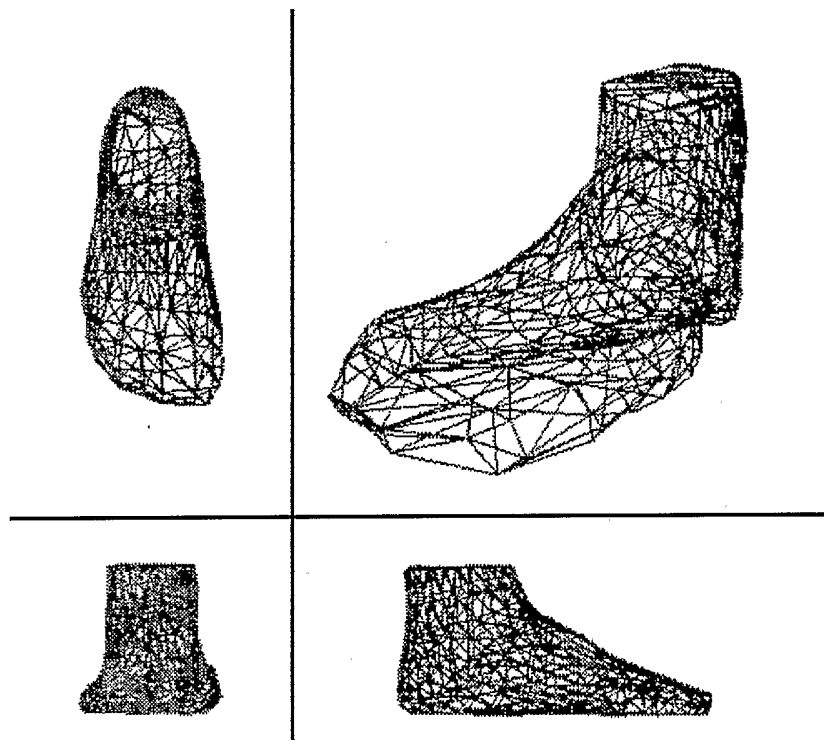
4/7

第4図



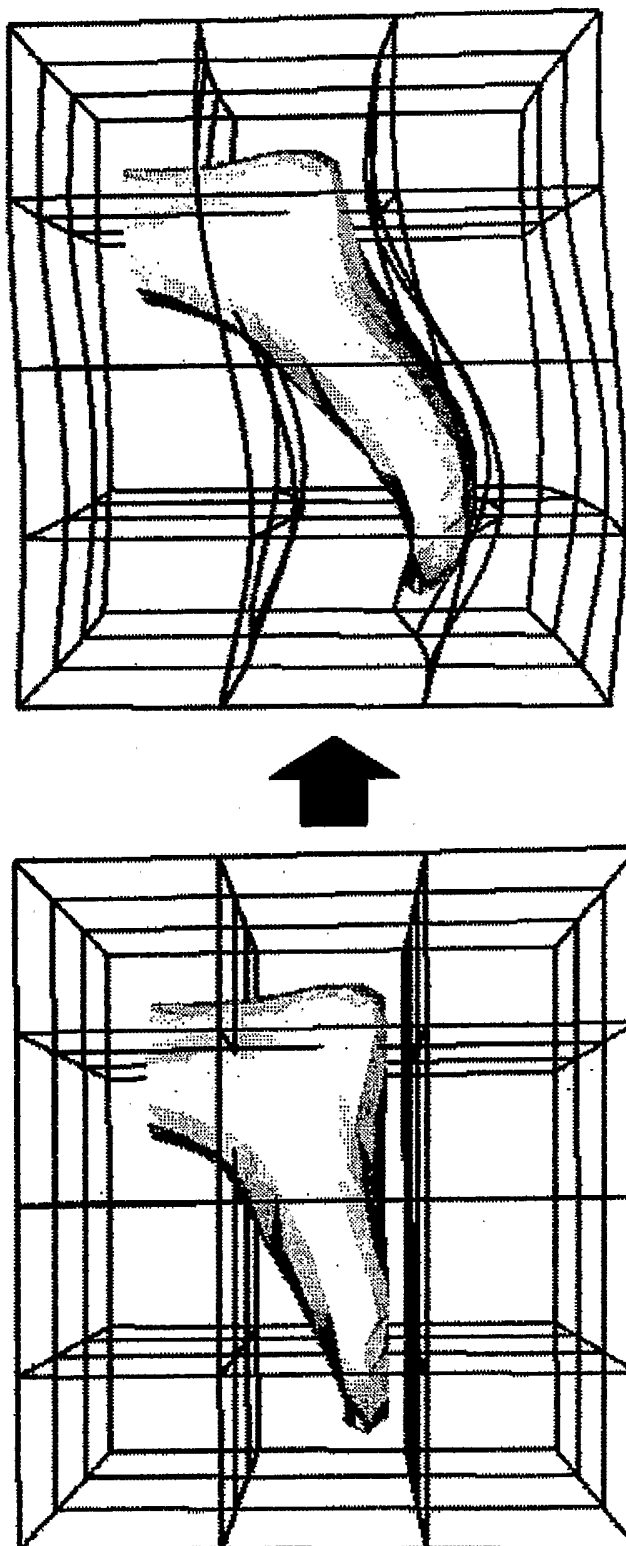
5/7

第5図



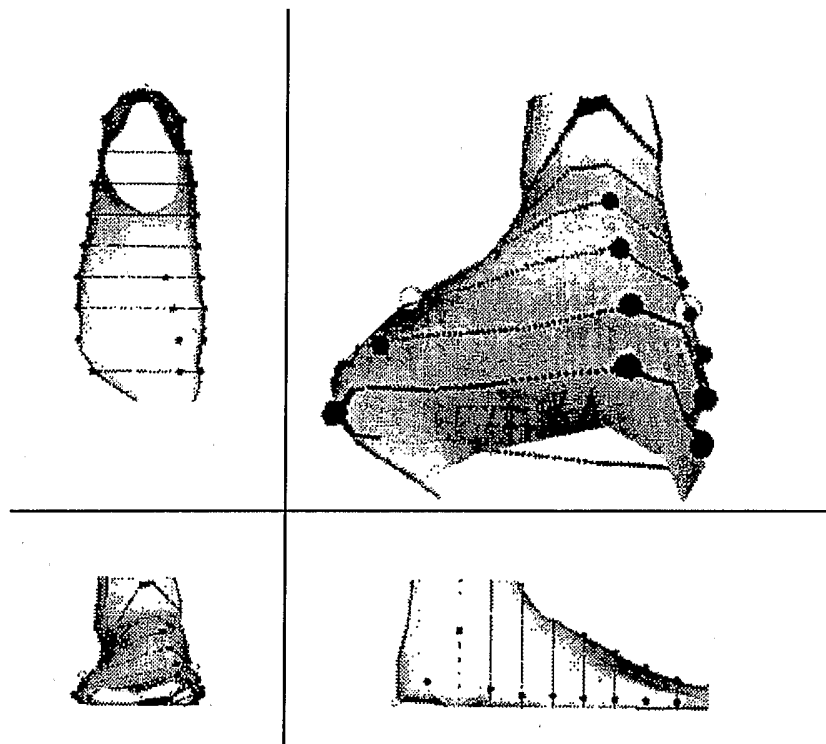
6/7

第6図



7/7

第7図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002622

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01B11/24, G06T1/00, A41H1/02, A61B5/103

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01B11/00-11/30, G01B21/00-21/32, G06T1/00-9/40,
A41H1/00-1/10, A43D1/00-1/08, A61B5/103-5/113

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-44873 A (Waseda University), 14 February, 2003 (14.02.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2002-92051 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 29 March, 2002 (29.03.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2001-140121 A (Director General of National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 22 May, 2001 (22.05.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 August, 2004 (17.08.04)Date of mailing of the international search report
07 September, 2004 (07.09.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002622

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02/40941 A1 (Japan as Represented by Secretary of Agency of Industrial Science and Technology), 23 May, 2002 (23.05.02), Full text; all drawings & EP 1345006 A1 & AU 1412801 A	1-12
A	MOCHIMARU M. et al., Statistics for 3D Human Body Forms, Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress, Vol.44, No.6, pages 852 to 855	1-12
P,A	CERNY M.M. et al., Image Warping of Three-Dimensional Body Scan Data, SAE Technical Paper Series, June, 2003, SAE-2003-01-2231, 7 pages	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G01B 11/24, G06T 1/00, A41H 1/02, A61B 5/103		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G01B 11/00-11/30, G01B 21/00-21/32, G06T 1/00-9/40, A41H 1/00-1/10, A43D 1/00-1/08, A61B 5/103-5/113		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-44873 A (学校法人 早稲田大学) 2003.02.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2002-92051 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2002.03.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2001-140121 A (経済産業省産業技術総合研究所長) 2001.05.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 17.08.2004	国際調査報告の発送日 07.9.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 大和田 有軌	2S 3004
電話番号 03-3581-1101 内線 3256		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 02/40941 A1 (工業技術院長が代表する日本国) 2002.05.23, 全文, 全図 & EP 1345006 A1 & AU 1412801 A	1-12
A	MOCHIMARU M et al., Statistics for 3D Human Body Forms, Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress, Vol.44, No.6, p.852-855	1-12
PA	CERNEY M M et al., Image Warping of Three-Dimensional Body Scan Data, SAE Technical Paper Series, June 2003, SAE-2003-01-2231, 7 pages	1-12