(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月17日(17.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/184288 A1

(51) 国際特許分類:
A61C 7/00 (2006.01) *A61C 19/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/008895

(22) 国際出願日： 2020年3月3日(03.03.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2019-046443 2019年3月13日(13.03.2019) JP

(71) 出願人: 国立大学法人大阪大学 (**OSAKA UNIVERSITY**) [JP/JP]; 〒5650871 大阪府吹田市山田丘１番１号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 谷川 千尋 (**TANIKAWA Chihiro**); 〒5650871 大阪府吹田市山田丘１番１号 国立大学法人大阪大学内 Osaka (JP).

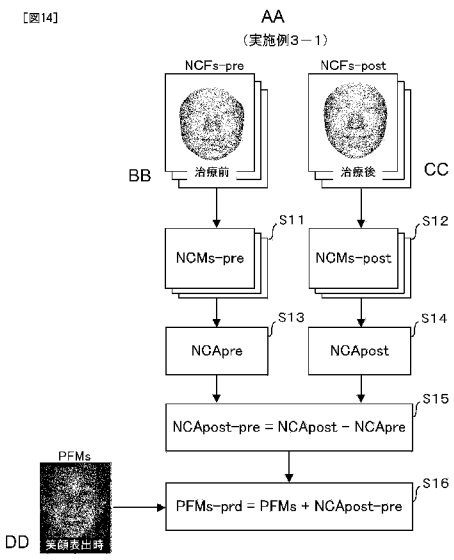
(74) 代理人: 特許業務法人 津国 (**TSUKUNI & ASSOCIATES**); 〒1020083 東京都千代田区麹町５－３－１ 麹町ビジネスセンター Tokyo (JP).

(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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,

(54) **Title:** METHOD AND SYSTEM FOR PREDICTING FACIAL MORPHOLOGY IN FACIAL EXPRESSION AFTER TREATMENT

(54) 発明の名称： 治療後の表情表出時の顔面形態予測方法及びシステム



AA Example 3-1
BB Before treatment
CC After treatment
DD Smiling state

(57) **Abstract:** This method for quantitatively predicting the facial morphology of a patient in consideration of an expression after treatment comprises the steps of: acquiring patient morphology models PFM of a resting state and a smiling state of a patient being evaluated; extracting a patient feature vector PV from the patient morphology models PFM; extracting case feature vectors CV from facial morphology models CFM of patients of a plurality of cases for the resting state and the smiling state thereof and before and after treatment; selecting a similar case, the case feature vector CV of which has a small distance to the patient feature vector PV; computing a vector mean difference NCA post-pre of the facial morphology models of the smiling state of the patient of the similar case before and after treatment; and acquiring a predicted morphology model PFMs-prd of a predicted smiling face after treatment by adding the vector mean difference NCA post-pre of the patient of the similar case to the patient morphology models PFM of the resting state or the smiling state of the patient being evaluated.

WO 2020/184288 A1

[続葉有]

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：患者の治療後の表情を考慮した顔面形態を定量的に予測する方法は、評価対象患者の安静時及び笑顔時の患者形態モデルＰＦＭを得るステップと、患者形態モデルＰＦＭから患者特徴ベクトルＰＶを抽出するステップと、複数の症例患者の治療後及び治療前並びに安静時及び笑顔時の顔面形態モデルＣＦＭから症例特徴ベクトルＣＶを抽出するステップと、症例特徴ベクトルＣＶのうち患者特徴ベクトルＰＶと距離が近い近似症例を選択するステップと、近似症例患者の笑顔時の治療前後の顔形態モデルのベクトル平均差分ＮＣＡpost-preを演算するステップと、評価対象患者の安静時又は笑顔時の患者形態モデルＰＦＭに近似症例患者のベクトル平均差分ＮＣＡpost-preを加味することで、治療後に予測される笑顔の予測形態モデルＰＦＭs-prdを得るステップとを含む。

明　細　書

発明の名称 ：

治療後の表情表出時の顔面形態予測方法及びシステム

技術分野

[0001] 本発明は、患者の治療後の顔面形態を演算処理により予測するための方法及びシステムに関する。特に、矯正歯科治療後の笑顔等表情表出時の顔形態を定量的に高い精度で予測することが可能な方法及びシステムに関する。

背景技術

[0002] 人の顔は、自己が社会的に受け入れられているという心理的充足を得る上で強い影響力を有している。また、顔の表情は、社会生活において、感情や思考の伝達を行う上の非言語コミュニケーション手段として重要な機能を果たすものである。それ故に現代の矯正歯科治療においては、社会心理学的な立場から、顔の軟組織の形態を改善することが重要な治療目的のひとつであると認識されている。

[0003] 例えば、歯科医師が、不正咬合を有する患者の治療方針を決定する際、抜歯か非抜歯か、また外科手術が必要なのか或いはカムフラージュ治療（外科手術を伴わない治療）で済むのかなどの治療方針を的確に判断するためには、患者の三次元の顔形態を客観的に評価し、更には予後の顔形態の予測を行うことが不可欠となっている。

[0004] 従来、矯正歯科治療後の顔変化の予測は、頭部Ｘ線規格写真（「セファログラム」又は単に「セファロ」ともいう。）に写し出された矯正前の患者の硬組織（歯骨格）と軟組織（筋肉及び皮膚）のプロファイルに基づいて行われている。例えば、モニターに表示した二次元のセファロ画像上で硬組織を移動させると、それに追従して軟組織も移動する等の画像処理表示を行うことで、治療後の側貌を可視化してシミュレーションできるソフトウエアが広く普及している。

[0005] 例えば特許文献１には、顎変形患者の外科的矯正治療における患者の術前

の正面位頭部Ｘ線規格写真及び通常顔写真から、術後の正面観における顔の見え方を予測する方法が開示されている。

[0006] しかし、従来のセファロを用いた予測アルゴリズムは、歯や顎骨などの硬組織と皮膚などの軟組織の移動量が単純な比例関係に立つという前提で構成されており、その比例定数も専門医師等の主観又は経験に基づき指定される。そのため、顔変化の予測結果には医療従事者間のバラツキがあり、定量的・客観的な意味において予測精度が保証された技術ではなかった。

[0007] そこで、発明者らは、これまで術者の主観的評価に依存していた顔面形態・機能評価の偏りを可能な限りなくすため、過去の多数の症例患者の計測情報を知識化し、治療後の顔面形態についての、より定量的で客観的な評価方法の研究及びその確立を試みてきた（例えば特許文献２参照）。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開２０１４－１７１７０２号公報

特許文献2：国際公開第２０１７／０６９２３１号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 発明者らは、同研究の予備的解析を通じて、安静時及び表情表出時における疾患固有の形態的な顔の歪み（容貌・表情表出障害）を有する症例が存在すること、そして、安静時及び笑顔表情表出時の三次元顔計測が、この歪みの検出に有効であるとの知見を得た。上記のように、矯正歯科治療においては、顔の表情改善が重要な治療目的のひとつであると認識されている。それにも関わらず、「良い笑顔」を作り出す治療計画かどうかについては、専門の歯科医師等といえども、その事前の予測及び検討が困難であるとの課題があった。

[0010] 本発明は、患者の治療後の表情を考慮した顔面形態を定量的に予測することができる等の技術の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

[0011] 上述の課題を解決するため、本発明は、患者の治療後の表情表出時の顔面形態を、コンピュータ装置が実行する演算処理により予測する方法であって、前記演算処理が、治療を行った複数の患者（その治療を行った過去の患者を「症例患者」という。）から、三次元計測装置を使って取得した症例顔面形態データＣＦに基づいて、予め選択された複数の特徴変量を要素とする多次元の症例特徴ベクトルＣＶのセットを抽出するステップと、治療を検討している新たな患者（その新たな患者を「評価対象患者」という。）から、三次元計測装置を使って取得した患者顔面形態データＰＦに基づいて、前記複数の特徴変量を要素とする多次元の患者特徴ベクトルＰＶを抽出するステップと、複数の前記症例患者についての前記症例特徴ベクトルＣＶのセットのうちから、前記患者特徴ベクトルＰＶに近似する近似症例特徴ベクトルＮＣＶを複数選択するステップと、選択された複数の前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶに対応する各症例患者（その選択された症例患者を「近似症例患者」という。）について、治療前の安静時に三次元計測装置を使って取得した治療前安静時症例顔面形態データに基づいて正規化した治療前安静時近似症例顔面形態モデルＮＣＭr-preを演算するステップと、前記各近似症例患者について、治療後の表情表出時に三次元計測装置を使って取得した治療後表情表出時症例顔面形態データに基づいて正規化した治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-postを演算するステップと、前記治療前安静時近似症例顔面形態モデルＮＣＭr-preのベクトル平均を演算して治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＳpreを得るステップと、前記治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-postのベクトル平均を演算して治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＳpostを得るステップと、前記治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＳpostから前記治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＳpreを差し引いた近似症例ベクトル平均差分ＮＣＳpost-preを演算するステップと、前記評価対象患者の前記患者顔面形態データＰＦに基づいて正規化した、安静時患者顔面形態モデルＰＦＭｒを演算するステップと、前記安静時患者顔面形態モデルＰＦＭｒ

に、前記近似症例ベクトル平均差分ＮＣＳpost-preを加味することで、当該評価対象患者の治療後に予測される、表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦＭs-prdを演算するステップとを含む、治療後の表情表出時の顔面形態予測方法である。

[0012] 顔面形態予測方法において、前記各症例患者についての前記症例顔面形態データＣＦが、当該症例患者の治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-preと、治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preとを含み、前記症例特徴ベクトルＣＶが、前記治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-pre及び前記治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preの変化量である治療前症例形態変化量ＣＤpreに基づいて抽出され、前記評価対象患者についての前記患者顔面形態データＰＦが、当該評価対象患者の安静時患者顔面形態データＰＦrと、表情表出時患者顔面形態データＰＦsとを含み、前記患者特徴ベクトルＰＶが、前記安静時患者顔面形態データＰＦr及び前記表情表出時患者顔面形態データＰＦsの変化量である患者形態変化量ＰＤに基づいて抽出されることが好ましい。

[0013] また、顔面形態予測方法において、前記演算処理が、前記評価対象患者の歯を含む硬組織を撮影した画像データに基づいて、正規化した矯正前硬組織形態モデルＨＭpreを演算するステップと、前記矯正前硬組織形態モデルＨＭpreに基づいて当該評価対象患者の矯正後硬組織形態モデルＨＭpostを予測するステップと、前記表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦＭs-prdに前記矯正後硬組織形態モデルＨＭpostを組み入れて表示するステップとを更に含むことが好ましい。

[0014] また、顔面形態予測方法において、前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶが、前記患者特徴ベクトルＰＶとの距離が近い順に所定症例数選択されることが好ましい。

[0015] また、顔面形態予測方法において、前記演算処理が、前記症例特徴ベクトルＣＶに対しクラスタリング処理を行うことで複数の症例クラスに分類するステップと、前記各症例クラスについてクラスタ重心Ｇをそれぞれ演算する

ステップとを含み、分類された前記各症例クラスについての前記クラスタ重心Ｇのそれぞれのうち、前記患者特徴ベクトルＰＶとの距離が最も近いクラスタ重心を有する症例クラスに属する症例特徴ベクトルＣＶが、前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶとして選択されてもよい。

[0016] また、本発明は、患者の治療後の表情表出時の顔面形態を予測するシステムであって、コンピュータ装置の演算処理により実現される、特徴ベクトル抽出手段と、近似症例選択手段と、予測モデル演算手段とを少なくとも含み、前記特徴ベクトル抽出手段が、治療を行った複数の患者（その治療を行った過去の患者を「症例患者」という。）から、三次元計測装置を使って取得した症例顔面形態データＣＦに基づいて、予め選択された複数の特徴変量を要素とする多次元の症例特徴ベクトルＣＶのセットを抽出する処理と、治療を検討している新たな患者（その新たな患者を「評価対象患者」という。）から、三次元計測装置を使って取得した患者顔面形態データＰＦに基づいて、前記複数の特徴変量を要素とする多次元の患者特徴ベクトルＰＶを抽出する処理とを実行し、前記近似症例選択手段が、複数の前記症例患者についての前記症例特徴ベクトルＣＶのセットのうちから、前記患者特徴ベクトルＰＶに近似する近似症例特徴ベクトルＮＣＶを複数選択する処理を実行し、前記予測モデル演算手段が、選択された複数の前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶに対応する各症例患者（その選択された症例患者を「近似症例患者」という。）について、治療前の安静時に三次元計測装置を使って取得した治療前安静時症例顔面形態データに基づいて正規化した治療前安静時近似症例顔面形態モデルＮＣＭr-preを演算する処理と、前記各近似症例患者について、治療後の表情表出時に三次元計測装置を使って取得した治療後表情表出時症例顔面形態データに基づいて正規化した治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-postを演算する処理と、前記治療前安静時近似症例顔面形態モデルＮＣＭr-preのベクトル平均を演算して治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＳpreを得る処理と、前記治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-postのベクトル平均を演算して治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＳpostを得

る処理と、前記治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＳpostから前記治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＳpreを差し引いた近似症例ベクトル平均差分ＮＣＳpost-preを演算する処理と、前記評価対象患者の前記患者顔面形態データＰＦに基づいて正規化した、安静時患者顔面形態モデルＰＦＭｒを演算する処理と、前記安静時患者顔面形態モデルＰＦＭｒに、前記近似症例ベクトル平均差分ＮＣＳpost-preを加味することで、当該評価対象患者の治療後に予測される、表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦMs-prdを演算する処理とを実行する、治療後の表情表出時の顔面形態予測システムである。

[0017] 顔面形態予測システムは、前記各症例患者についての前記症例顔面形態データＣＦが、当該症例患者の治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-preと、治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preとを含み、前記症例特徴ベクトルＣＶが、前記治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-pre及び前記治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preの変化量である治療前症例形態変化量ＣＤpreに基づいて抽出され、前記評価対象患者についての前記患者顔面形態データＰＦが、当該評価対象患者の安静時患者顔面形態データＰＦrと、表情表出時患者顔面形態データＰＦsとを含み、前記患者特徴ベクトルＰＶが、前記安静時患者顔面形態データＰＦr及び前記表情表出時患者顔面形態データＰＦsの変化量である患者形態変化量ＰＤに基づいて抽出されることが好ましい。

[0018] また、顔面形態予測システムは、前記予測モデル演算手段が、前記評価対象患者の歯を含む硬組織を撮影した画像データに基づいて、正規化した矯正前硬組織形態モデルＨMpreを演算する処理と、前記矯正前硬組織形態モデルＨMpreに基づいて当該評価対象患者の矯正後硬組織形態モデルＨMpostを予測する処理と、前記表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦMs-prdに前記矯正後硬組織形態モデルＨMpostを組み入れて表示する処理とを更に実行することが好ましい。

[0019] また、顔面形態予測システムは、前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶが、前記患者特徴ベクトルＰＶとの距離が近い順に所定症例数選択されることが好

ましい。

[0020] また、顔面形態予測システムは、前記近似症例選択手段が、前記症例特徴ベクトルＣＶに対しクラスタリング処理を行うことで複数の症例クラスに分類する処理と、前記各症例クラスについてクラスタ重心Ｇをそれぞれ演算する処理とを実行し、分類された前記各症例クラスについての前記クラスタ重心Ｇのそれぞれのうち、前記患者特徴ベクトルＰＶとの距離が最も近いクラスタ重心を有する症例クラスに属する症例特徴ベクトルＣＶが、前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶとして選択されてもよい。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、患者の治療後の表情表出時の顔面形態を簡便かつ定量的に予測することができる。したがって、患者の表情を考慮した治療方針の適切な判断に貢献することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]顔面形態予測システムの概略構成を例示するブロック図である。

[図2]症例顔面形態データＣＦを例示する図である。

[図3]症例顔面形態モデルＣＦＭを例示する図である。

[図4]治療前の症例形態変化量ＣＤpreを例示する図である。

[図5]人間の正面の顔から選択される特徴パラメータを例示する図である。

[図6]特徴パラメータの選択例を更に示す顔縦断面図である。

[図7]特徴パラメータの選択例を更に示す顔横断面図である。

[図8]特徴パラメータの選択例を更に示す顔横断面図である。

[図9]症例顔面形態モデルＣＦＭから抽出される症例形態特徴ベクトルＣＦＶを例示する図である。

[図10]症例形態変化量ＣＤから抽出される症例形態変化量特徴ベクトルＣＤＶを例示する図である。

[図11]顔面形態予測方法の概要を説明するための図である。

[図12]顔面形態予測方法の概要を例示するフローチャートである。

[図13]本発明に係る予測モデル構築の実施例を説明するための図である。

[図14]実施例３－１による予測モデル構築処理を示すフローチャートである。

[図15]実施例３－２による予測モデル構築処理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

[0023] （顔面形態予測システムの概要説明）

図１に矯正歯科治療後の顔面形態予測システムの概略構成を例示する。顔面形態予測システムにおいて、後述する各種処理手段は、主にコンピュータ装置１０の演算処理により実現される。コンピュータ装置１０には、大容量のデータベース２０、入力装置３０、出力装置４０等が接続される。データベース２０は、コンピュータ装置１０に直接的に接続されるハードディスクや光ディスクの他、ネットワークを介してコンピュータ装置１０からアクセス可能な例えば病院内のデータサーバやストレージであってもよい。また、データベース２０は、広域ネットワーク上の例えばクラウドデータセンターに設けられるものでもよい。

[0024] データベース２０には、後述するように、治療を行った複数の患者（その治療を行った過去の患者を「症例患者」という。）から測定したＸ線写真データや三次元の顔面形態データ等の一次データ、一次データに基づいて正規化した顔面形態モデル、特徴を抽出した多変数量である特徴ベクトル等の中間データ、そして評価データである予測顔面形態モデル等を含む症例データが記憶される。なお、データベース２０等の症例データへのアクセス許可は、データの共有や使用が許された特定者（例えば担当医師）のみに制限されることが好ましい。

[0025] コンピュータ装置１０は、データベース２０に記憶した症例データを使用して、後述する顔面形態予測の演算処理を実行する。入力装置３０は、例えばキーボード、マウス、タッチパネル等の、ヒューマンインターフェースと連携した操作入力装置を含む。また、入力装置３０は、他のシステムで取得又は処理されたデータを、情報記憶媒体又はネットワークを介してコンピュ

ータ装置１０に入力できる機能を有する装置であってもよい。出力装置４０は、例えば予測した顔面形態データやモデルを三次元的に可視化表示する画像ディスプレイを含む。また出力装置４０は、データを他のシステムに提供できるようにするための情報記憶媒体の書き込み装置又はネットワークを介して外部に出力できる通信装置であってもよい。

[0026] また、顔面形態予測システムは、病院の検査室等で撮影された患者の顔写真データや三次元の顔面形態データが、データベース２０を介して、又は直接的に、コンピュータ装置１０に取り込まれるように構成されている。そのために、本システムは、デジタルカメラ６１や、三次元計測装置６２を備えている。三次元計測装置６２は、患者の顔の全部又は咬合部などの所定部位を、三次元カメラ、三次元スキャナ又は三次元レーザプロファイラ等の一般的な光学式計測装置を用いることができる。これら患者の顔面形態データ等が、情報記憶媒体を介して入力装置３０から入力されてもよいし、例えば病院のネットワークを介して本システムに入力されてもよい。

[0027] 本実施形態の顔面形態予測システムは、患者の硬組織（歯骨格）を撮影するため、Ｘ線写真やセファロ画像のデータが、コンピュータ装置１０及び／又はデータベース２０に入力されてもよい。そのために、例えば病院のネットワークを介して、Ｘ線検査装置６３が本システムに備えられてもよい。Ｘ線検査装置６３は、上述のセファロ画像の他、患者の咬合部のパノラマＸ線写真、ＣＴ画像データ等を撮影可能な検査装置を含むものでもよい。

[0028]（症例データの説明）

データベース２０に蓄積される「症例データ」について具体的に説明する。ここで、症例データは、一次データとして、複数人の症例患者の顔を、三次元計測装置６２を使って計測した「症例顔面形態データＣＦ」のセットＣＦ(j=1,2,…,N)を含む。ここで、Ｎは症例患者数（すなわち症例数）を示す。

[0029] 各症例患者についての症例顔面形態データＣＦは、詳細には、「治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-pre」、「治療前表情表出時症例顔面形態デー

タＣＦs-pre」、「治療後安静時症例顔面形態データＣＦr-post」、「治療後表情表出時症例顔面形態データＣＦs-post」を含む。

[0030] 図２に症例顔面形態データＣＦの例を示す。なお、本実施形態において、「表情非表出時」の顔とは、具体的には安静時の顔をいい、「表情表出時」の顔とは、具体的には笑顔表情表出時の顔をいうものとする。

[0031] 治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-preは、症例患者が治療前に表情を表出していない状態、すなわち安静時の顔を三次元計測した顔面形態データをいう。

治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preは、症例患者が治療前に、例えば笑顔表情を表出した顔を三次元計測した顔面形態データをいう。

治療後安静時症例顔面形態データＣＦr-postは、症例患者が治療後に表情を表出していない安静時の顔を三次元計測した顔面形態データをいう。

治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-postは、症例患者が治療後に、例えば笑顔表情を表出した顔を三次元計測した顔面形態データをいう。

[0032] ところで、三次元の顔面形態データは、各患者の顔の大きさ等により取得されるデータ数が異なる。また撮影された患者の立ち位置などに応じて原点の位置も異なる。本実施形態の顔面形態予測システムでは、各患者の顔面形態の定量的な比較や統計学的処理を行えるようにするために、三次元顔面形態データを正規化した顔面形態モデルに変換する形態モデル化手段１１０を備えている。形態モデル化手段１１０は、例えば、患者の三次元顔面形態データから予め定めた解剖学的特徴点を抽出し、その特徴点を同一点数、同一位相幾何学構造のポリゴンに配置することで、正規化した三次元顔面形態モデルを構築する演算処理を行う。そのような手法で構築される形態モデルは、一般には「相同モデル」と呼ばれ、例えばＡＩＳＴ（産業技術総合研究所）が提供するＨＢＭ（Homologous Body Modeling）プログラムを利用することができる。

[0033] 形態モデル化手段１１０は、各症例患者についての上述の症例顔面形態データＣＦを正規化して「症例顔面形態モデルＣＦＭ」を構築する処理を行う

。図３に症例顔面形態モデルＣＦＭの例を示す。

[0034] より詳細には、治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-preを正規化したモデルデータを「治療前安静時症例顔面形態モデルＣＦＭr-pre」と称し、治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preを正規化したモデルデータを「治療前表情表出時症例顔面形態モデルＣＦＭs-pre」と称し、治療後安静時症例顔面形態データＣＦr-postを正規化したモデルデータを「治療後安静時症例顔面形態モデルＣＦＭr-post」と称し、治療後表情表出時症例顔面形態データＣＦs-postを正規化したモデルデータを「治療後表情表出時症例顔面形態モデルＣＦＭs-post」と称する。

データベース２０には、演算された症例患者Ｎ人に対応する症例顔面形態モデルＣＦＭのセットＣＦＭ(j=1,2,…,N)が蓄積される。

[0035] 症例データは、更に、症例患者Ｎ人分の「症例形態変化量ＣＤ」を含む。本実施形態において各症例患者についての症例形態変化量ＣＤは、詳細には、「治療前症例形態変化量ＣＤpre」と「治療後症例形態変化量ＣＤpost」とを含む。

[0036] 形態変化量演算手段１２０は、治療前安静時症例顔面形態モデルＣＦＭr-pre及び治療前表情表出時症例顔面形態モデルＣＦＭs-preの変化量を演算することにより「治療前症例形態変化量ＣＤpre」を得る。また、形態変化量演算手段１２０は、治療後安静時症例顔面形態モデルＣＦＭr-post及び治療後表情表出時症例顔面形態モデルＣＦＭs-postの変化量を演算することにより「治療後症例形態変化量ＣＤpost」を得る。図４に治療前の症例顔面形態モデルＣＦＭr-pre、ＣＦＭs-preから症例形態変化量ＣＤpreを得る例を示す。

[0037] すなわち「形態変化量」は、患者の安静時の顔から笑顔表出時の顔に変化する際の軟組織の変化量と方向の情報を含み、それらを三次元の画像データとして表示することができる。

[0038] そして、データベース２０には、演算された症例患者Ｎ人に対応する治療前症例形態変化量ＣＤpreのセットＣＤpre(j=1,2,…,N)と、治療後症例形態変化量ＣＤpostのセットＣＤpost(j=1,2,…,N)が蓄積される。

[0039] （知識ベースの説明）

特徴ベクトル抽出手段１３０は、各症例患者についての症例顔面形態モデルＣＦＭから、予め選択された複数の「特徴変量」（特徴パラメータの値）を要素とする多次元の「症例形態特徴ベクトルＣＦＶ」を抽出する処理を行う。

[0040] ここで、「特徴パラメータ」とは、人間の顔などの形態を特徴的に表す幾何学的パラメータであり、例えば専門医がその経験や知識に基づいて予め選択される。ここでは、特徴パラメータ及び特徴変量について、若干の説明を加える。

[0041] 図５には人間の顔外形線において選択される特徴パラメータの例が示される。図５に示されるように、人間の顔には、その形態においていくつかの変曲点を認識することができる。そのような変曲点は、目や鼻などの境界線の角や、三次元的に最も突出した位置や、最も窪んだ位置などを選択することができる。本明細書では、そのような変曲点を「ランドマーク」と称し、特徴パラメータの定義に使用される。なお、ランドマークは、変曲点でなくても、２つの変曲点を結ぶ直線の中心点など幾何学的に定義できる点であれば特に制約はない。

[0042] なお、顔の外形線は次のように抽出することができる。先ず、顔の正面画像から顔面形態を測定するためにカスタマイズされた演算プログラムにより、三次元表面データの各ピクセルにおける面法線が計算される。また、顔表面の各座標についてｚ軸と顔の面法線とのなす角度も計算される。ｚ軸と顔の面法線とのなす角度が例えば６０度である各座標点が抽出され、それらの点を結ぶ線が顔の外形線として用いられる。顔の外形線を規定する前記角度は４５度から９０度の間の角度が好ましい。

[0043] 特徴パラメータの一つの例はランドマーク間の距離である。図５に示される、例えば特徴パラメータｖ１は、目尻Ｅｘ間の距離（｜Ｅｘ－Ｅｘ｜）として定義される。また、ｖ３のように、ランドマーク間を結ぶ線（例えば顔の最側端Ｚｙ´と顎の突点Ｇｎ）を結ぶ線）と、ランドマーク（例えば頬の

突点Ｇｏ´）との距離であってもよい。また、特徴パラメータの他の例は、ランドマークを結ぶ線の角度である。例えば特徴パラメータｖ４の角度は、顔の最側端Ｚｙ´、頬の突点Ｇｏ´及び頬の位置関係で定まる。

[0044] なお、距離の特徴パラメータは無次元量であってもよい。例えば口角幅（｜Ｃｈ－Ｃｈ｜）を目尻間の距離（｜Ｅｘ－Ｅｘ｜）で正規化した幅（｜Ｃｈ－Ｃｈ｜／｜Ｅｘ－Ｅｘ｜）を特徴パラメータとして採用することができる。また、複数の平均値に対する偏差や平均に対する比を特徴パラメータとして考慮してもよい。

[0045] また、図６～８に示すように、人間の顔の特定部位を撮影した三次元データに基づく断面からも複数の特徴パラメータが選択される。これらの断面は、三次元の座標系を決定した後に、解剖学的計測点に基づくデータ処理により作成される。図６には、例として、目尻Ｅｘと口角点Ｃｈとを結ぶラインで被験者の顔を切断した場合のｙｚ断面が示される。例えば、目尻Ｅｘを基点とする口角Ｃｈのｚ軸方向における角度（ｖ７）、目尻Ｅｘを基点とする当該断面における頬の突点Ｐ（Ｅｘ－Ｃｈ）の角度（ｖ８）、目尻Ｅｘと口角Ｃｈの外形曲線の長さ（ｖ１２）、前記外形曲線で閉じられる面積（ｖ１３）などが特徴パラメータとして選択できる。

[0046] 図７には、追加的な例として、鼻下点Ｓｎを通る水平面で被験者の顔を切断した場合のｘｚ断面が示される。同じく図８には、鼻の最突点Ｐｍを通る水平面で被験者の顔を切断した場合のｘｚ断面が例示される。これらの図に示されるように、様々な断面位置における顔の部位のｚ方向へ突出する量（ｖ１４、ｖ１８）、突点部の角度（ｖ１６、ｖ２０）、突出量（ｖ１７、ｖ２２、ｖ２３）、凹点部の角度（ｖ２１）などが特徴パラメータとして選択できる。顔面形態を特徴付ける断面は、図示はしないがこれら以外にも、例えば、眉間点Ｇｌａ、鼻根点Ｎ、上唇点Ｌｓ、下唇点Ｌｉ、オトガイ点Ｓｍを通る断面であってもよい。また、特定部位のｚ平均値に対する差分や比率を特徴パラメータに加えてもよい。

[0047] 特徴ベクトル抽出手段１３０は、患者の三次元顔面形態データから、選択

設定された複数の各特徴パラメータに対応する特徴変量を測定する処理を行う。特徴ベクトル抽出手段１３０は、測定したｎ個の特徴変量ｖをベクトル要素とするｎ次元の「特徴ベクトルＶ」を抽出する。

[数1]

$$V = [v1, v2, v3, \cdots, vn] \in R^n$$

[0048] 上述したように、特徴ベクトル抽出手段１３０は、各症例患者についての治療前と治療後並びに安静時と笑顔表情表出時のそれぞれの症例顔面形態データＣＦに基づいて多次元の「症例形態特徴ベクトルＣＦＶ」を抽出する処理を行う。図９に、症例顔面形態モデルＣＦＭから症例形態特徴ベクトルＣＦＶを抽出する例を示す。

[0049] 治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-preに基づいて抽出された特徴ベクトルを「治療前安静時症例形態特徴ベクトルＣＦＶr-pre」と称し、治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preに基づいて抽出された特徴ベクトルを「治療前表情表出時症例形態特徴ベクトルＣＦＶs-pre」と称し、治療後安静時症例顔面形態データＣＦr-postに基づいて抽出された特徴ベクトルを「治療後安静時症例形態特徴ベクトルＣＦＶr-post」と称し、治療後表情表出時症例顔面形態データＣＦs-postに基づいて抽出された特徴ベクトルを「治療後表情表出時症例形態特徴ベクトルＣＦＶs-post」と称する。

[0050] また、特徴ベクトル抽出手段１３０は、各症例患者について安静時及び笑顔時の軟組織変化量を示す症例形態変化量ＣＤから多次元の「症例形態変化量特徴ベクトルＣＤＶ」を抽出することもできる。

[0051] 図１０に、症例形態変化量ＣＤから症例形態変化量特徴ベクトルＣＤＶを抽出する例を示す。治療前症例形態変化量ＣＤpreに基づいて抽出された特徴ベクトルを「治療前症例形態変化量特徴ベクトルＣＤＶpre」と称し、治療後症例形態変化量ＣＤpostに基づいて抽出された特徴ベクトルを「治療後症例形態変化量特徴ベクトルＣＤＶpost」と称する。

[0052] なお、後述する「近似症例患者」を選択する際の基底変量として使用する「症例特徴ベクトルＣＶ」は、上述の治療前安静時症例形態特徴ベクトルＣ

ＦＶr-pre、治療前表情表出時症例形態特徴ベクトルＣＦＶs-pre及び治療前症例形態変化量特徴ベクトルＣＤＶpreの群から選択されるいずれか１つの特徴ベクトルか、又はこれら２つ以上の特徴ベクトルの特徴変量を複合した拡張型特徴ベクトルとすることができる。

[0053] すなわち、「症例特徴ベクトルＣＶ」の具体的な実施例としては、

（例１）治療前安静時症例形態特徴ベクトルＣＦＶr-pre

（例２）治療前表情表出時症例形態特徴ベクトルＣＦＶs-pre

（例３）治療前症例形態変化量特徴ベクトルＣＤＶpre

（例４）治療前安静時症例形態特徴ベクトルＣＦＶr-pre＋治療前表情表出時症例形態特徴ベクトルＣＦＶs-pre

（例５）治療前安静時症例形態特徴ベクトルＣＦＶr-pre＋治療前症例形態変化量特徴ベクトルＣＤＶpre

（例６）治療前表情表出時症例形態特徴ベクトルＣＦＶs-pre＋治療前症例形態変化量特徴ベクトルＣＤＶpre

などが挙げられる。

[0054] このようにしてデータベース２０には、症例形態特徴ベクトルＣＦＶ及び／又は症例形態変形量特徴ベクトルＣＤＶから抽出された、症例患者Ｎ人に対応する症例特徴ベクトルＣＶのセットＣＶ(1)，ＣＶ(2)，ＣＶ(3)，・・・，ＣＶ(N)が知識化される。以下、症例特徴ベクトルＣＶのセットを、ＣＶ(j=1,2,…,N)又はＣＶ(j)と表記する。

[0055] 複数の症例患者についての症例特徴ベクトルＣＶのセットは、クラスタリング処理されてデータベース２０に知識化されてもよい。クラスタリング処理としては、Ｌｌｏｙｄ法やｋ－ｍｅａｎｓ法などの一般的なベクトル量子化手法を用いることができる。

[0056] 例えばｋ－ｍｅａｎｓ法によれば、次のようにして、症例特徴ベクトルＣＶのクラスタリング処理を行うことができる。先ず一次クラスタの数Ｃ１を任意に設定し、ｎ次元（ｎは特徴変量ｖの個数）のベクトル空間に仮のクラスタＣＬ*(l=1,2,…,C1)を割り当てる。次に、各一次クラスタＣＬ*(l)に属

する症例特徴ベクトルＣＶの平均を演算して一次クラスタ重心Ｇ*(l=1,2,…,C1)を求める。そして、求めたＣ１個の各重心Ｇ*(l)と全ての症例特徴ベクトルＣＶとの距離Ｄ*(l,i)＝｜Ｇ*(l)－ＣＶ(i)｜を求める。ここで、ベクトル間の「距離」は、ユークリッド距離又はマンハッタン距離の何れでもよい。

[0057] 次に、各症例特徴ベクトルＣＶから見て、最短距離にある一次クラスタ重心Ｇ*(l)を探し、最短距離重心Ｇ*(l)を共通とする症例特徴ベクトルＣＶの群を要素とする二次クラスタＣＬ**(l)を再編成する。そして、二次クラスタＣＬ**(l)においても二次クラスタ重心Ｇ**(l)を求め、最短距離にある症例特徴ベクトルＣＶの群から三次クラスタ重心Ｇ***(l)を求める。このようなクラスタの再編成のサイクルを繰り返すことで収束させたＣ１個のクラスタ（症例クラス）ＣＬ(l=1,2,…,C1)に、各症例患者の症例特徴ベクトルＣＶを分類することができる。

[0058] 続いて、クラスタ（つまり症例クラス）の数の最適化の処理を、次のアルゴリズムにより行ってもよい。

先ず、候補となるクラスタの個数Ｃを、例えば３，４，・・・，１２など想定される合理的な範囲でいくつか設定し、それぞれのクラスタ数で分類した各クラスタの重心Ｇｃ(l=1,2,…,C)を求める。各クラスタで得られた各重心Ｇｃ(l)と、各重心Ｇｃ(l)のクラスタに属する症例特徴ベクトルＣＶ(j=1,2,…,N)との距離Ｄｃ(l,j)をそれぞれ演算し、そのうち最小の距離Ｄｃ(l)ｍｉｎを求める。

[0059] 各クラスタの最小距離Ｄｃ(l)ｍｉｎの平均値であるクラスタ間距離Ｄｃを数式（１）で求める。

[数2]

$$D_C = \left(\sum_{l=1}^{C} D_C(l)min \right) \Big/ C \qquad \cdots (1)$$

$$\Delta D_C = D_{C+1} - D_C \qquad \cdots (2)$$

[0060] クラスタ数の各候補Ｃ（例えば３，４，・・・，１２）について、クラスタ間距離Ｄｃ（例えばD_3，D_4，・・・，D_{12}）をそれぞれ求め、数式（２）に示す変化ΔＤｃが最大となるＣに１を加算したＣ＋１を、最適のクラスタ数として決定することができる。

[0061] 症例クラス分類手段１８０は、各症例患者の症例特徴ベクトルＣＶ(j=1,2,…,N)に対しこのようなクラスタリング処理を行うことで、Ｃ個のクラスタ重心Ｇ(l=1,2,…,C)を演算し、Ｃ個の症例クラスＣＬ(l=1,2,…,C)に分類することができる。各症例クラスＣＬに分類された症例特徴ベクトルＣＶと、そのクラスタ重心Ｇのデータは、データベース２０において知識化される。

[0062] （顔面形態の予測方法の説明）

上述した顔面形態予測システムに、以下説明する方法で上述した症例データの知識ベースを活用することにより、患者の治療後の表情表出時の顔面形態を定量的に予測することができる。図１１は顔面形態予測方法の概要を示すブロック図、図１２はそのフローチャートである。

[0063] まず、ステップＳ１において、治療を検討している新たな患者（その新たな患者を「評価対象患者」という。）の顔を、治療前に三次元計測装置６２を使って計測して患者顔面形態データＰＦを取得する。このとき、患者が表情を表出していない状態、すなわち安静時の顔を計測した顔面形態データである「安静時患者顔面形態データＰＦr」と、笑顔表情表出時の顔を計測した顔面形態データである「表情表出時患者顔面形態データＰＦs」の少なくとも２種類の患者顔面形態データＰＦを取得する。

[0064] 形態モデル化手段１１０は、患者顔面形態データＰＦに基づいて、例えば上述した相同モデルアルゴリズムを利用して正規化した「患者顔面形態モデルＰＦＭ」を演算する。安静時患者顔面形態データＰＦrに基づいて構築した顔面形態モデルを「安静時患者顔面形態モデルＰＦＭr」と称し、表情表出時患者顔面形態データＰＦsに基づいて構築した顔面形態モデルを「表情表出時患者顔面形態モデルＰＦＭs」と称する。

[0065] また、形態変化量演算手段１２０は、安静時患者顔面形態モデルＰＦＭr及

び表情表出時患者顔面形態モデルＰＦＭsの変化量を演算することにより「患者形態変化量ＰＤ」を得る。

[0066] 次に、特徴ベクトル抽出手段１３０は、患者顔面形態モデルＰＦＭ及び／又は患者形態変化量ＰＤから、複数の特徴変量を要素とする多次元の「患者特徴ベクトルＰＶ」を抽出する。

[0067] 安静時患者顔面形態モデルＰＦＭrに基づいて抽出された特徴ベクトルを「安静時患者形態特徴ベクトルＰＦＶr」と称し、表情表出時患者顔面形態モデルＰＦＭsに基づいて抽出された特徴ベクトルを「表情表出時患者形態特徴ベクトルＰＦＶs」と称する。また、患者形態変化量ＰＤに基づいて抽出された特徴ベクトルを「患者形態変化量特徴ベクトルＰＤＶ」と称する。

[0068] 上述の「患者特徴ベクトルＰＶ」は、安静時患者形態特徴ベクトルＰＦＶr、表情表出時患者形態特徴ベクトルＰＦＶs及び患者形態変化量特徴ベクトルＰＤＶの群から選択されるいずれか１つの特徴ベクトルか、又はこれら２つ以上の特徴ベクトルの特徴変量を複合した拡張型特徴ベクトルとすることができる。

[0069] すなわち、「患者特徴ベクトルＰＶ」の具体的な実施例としては、

（例１）安静時患者形態特徴ベクトルＰＦＶr

（例２）表情表出時患者形態特徴ベクトルＰＦＶs

（例３）患者形態変化量特徴ベクトルＰＤＶ

（例４）安静時患者形態特徴ベクトルＰＦＶr＋表情表出時患者形態特徴ベクトルＰＦＶs

（例５）安静時患者形態特徴ベクトルＰＦＶr＋患者形態変化量特徴ベクトルＰＤＶ

（例６）表情表出時患者形態特徴ベクトルＰＦＶs＋患者形態変化量特徴ベクトルＰＤＶ

などが挙げられる。

[0070] 次に、ステップＳ２において、近似症例選択手段１４０は、複数の症例患者についての症例特徴ベクトルＣＶを基底変量として近似症例を選択する処

理を行う。具体的には、症例特徴ベクトルＣＶのセットＣＶ(j=1,2,…,N)から、患者特徴ベクトルＰＶに近似する複数の症例特徴ベクトルＣＶを選択する。ここで選択された、患者特徴ベクトルＰＶに近似する症例特徴ベクトルＣＶを「近似症例特徴ベクトルＮＣＶ」と称する。

[0071] なお、症例特徴ベクトルＣＶの母集合は、評価対象患者と、例えば性別、年代、治療部位、硬組織（歯並び等）などが共通又は近似する症例に絞られることが好ましい。

[0072] 患者特徴ベクトルＰＶと、それと距離が比較される症例特徴ベクトルＣＶの組み合わせは同種のものとなる。それらの組み合わせの例を以下に挙げる。

[0073] （実施例１－１）

例えば、患者特徴ベクトルＰＶとして「安静時患者形態特徴ベクトルＰＦＶr」を採用するときには、症例特徴ベクトルＣＶは「治療前安静時症例形態特徴ベクトルＣＦＶr-pre」となる。

[0074] （実施例１－２）

また、患者特徴ベクトルＰＶとして「表情表出時患者形態特徴ベクトルＰＦＶs」を採用するときには、症例特徴ベクトルＣＶは「治療前表情表出時症例形態特徴ベクトルＣＦＶs-pre」となる。

[0075] （実施例１－３）

また、患者特徴ベクトルＰＶとして「患者形態変化量特徴ベクトルＰＤＶ」を採用するときには、症例特徴ベクトルＣＶは「治療前症例形態変化量特徴ベクトルＣＤＶpre」となる。

[0076] 特に、上記実施例１－３の形態変化量特徴ベクトルは、顔の軟組織の変形量、変形方向、組織の軟らかさ等の情報を特徴量として含むので、これを基底変量として近似症例を選択することにより、評価対象患者の笑顔表情表出時の顔面形態予測の精度を増すことができる。

[0077] 図１２のステップＳ２における、近似症例特徴ベクトルＮＣＶを選択する処理の具体的な実施例を説明する。

[0078] （実施例２－１）

近似症例選択手段１４０は、患者特徴ベクトルＰＶとの距離が近い順に所定症例数ｋの症例特徴ベクトルＣＶを選択することができる。近似症例数ｋは、専門の医師等の経験則的判断により定められる数である。

上述したように症例患者Ｎ人に対応する症例特徴ベクトルＣＶのセットＣＶ(j)がデータベース２０に知識化されている。近似症例選択手段１４０は、各症例特徴ベクトルＣＶ(j)と、抽出された患者特徴ベクトルＰＶとの距離（｜ＣＶ(j)－ＰＶ｜）が近い順に、症例数ｋの近似症例を選択する。ここで、ベクトル間の「距離」は、ユークリッド距離又はマンハッタン距離の何れでもよい。

[0079] （実施例２－２）

また、近似症例選択手段１４０は、患者特徴ベクトルＰＶとの距離が最も近いクラスタ重心Ｇを有する症例クラスＣＬに属する症例特徴ベクトルＣＶを、近似症例特徴ベクトルＮＣＶとして選択してもよい。

上述したように、各症例クラスＣＬに分類された症例特徴ベクトルＣＶと、そのクラスタ重心Ｇのデータは、データベース２０において知識化されている。近似症例選択手段１４０は、各症例クラスＣＬ(l=1,2,…,C)に属する症例特徴ベクトルＣＶの重心Ｇ(l=1,2,…,C)のうち、患者特徴ベクトルＰＶとの距離（｜Ｇ(l)－ＰＶ｜）が最も近いベクトル重心Ｇを有する近似症例クラスＮＣＬを選択する。この場合の「距離」は、ユークリッド距離又はマンハッタン距離の何れでもよい。

そして、近似症例選択手段１４０は、近似症例クラスＮＣＬに属するすべての症例特徴ベクトルＣＶのセットを、近似症例特徴ベクトルＮＣＶとして選択する。

[0080] 次に、図１２のステップＳ３において、予測モデル演算手段１５０は、評価対象患者の患者顔面形態モデルＰＦＭに基づいて、当該評価対象患者の治療後に予測される、笑顔表情表出時の「予測顔面形態モデルＰＦＭs-prd」を演算する。その予測モデル構築処理の実施例を、図１３～１５を参照して以

下説明する。

[0081] （実施例３－１）

本実施例３－１によれば、図１３に示すように、評価対象患者の笑顔時の患者顔面形態モデルＰＦＭsに基づいて、治療後に予測される、笑顔時の予測顔面形態モデルＰＦＭs-prdを演算する。

[0082] 本実施例による予測モデル構築処理を、図１４のフローチャートに基づいて、更に詳細に説明する。まず、ステップＳ１１において、各近似症例患者についての治療前表情表出時症例顔面形態データＮＣＦs-preに基づいて、正規化した「治療前表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-pre」のセットを演算する。

また、ステップＳ１２において、各近似症例患者についての治療後表情表出時症例顔面形態データＮＣＦs-postに基づいて、正規化した「治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-post」を演算する。

[0083] ステップＳ１３において、治療前表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-preのセットのベクトル平均を演算して「治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＡpre」を得る。また、ステップＳ１４において、治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-postのセットのベクトル平均を演算して「治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＡpost」を得る。

[0084] ステップＳ１５において、治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＡpostから治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＡpreを差し引いた「近似症例ベクトル平均差分ＮＣＡpost-pre」を演算する。

[0085] ステップＳ１６において、評価対象患者の表情表出時患者顔面形態モデルＰＦＭsに、ステップＳ１５で演算した近似症例顔面形態ベクトル平均差分ＮＣＡpost-preを加味する。これにより、当該評価対象患者の治療後に予測される、笑顔表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦＭs-prdが演算される。

[0086] （実施例３－２）

また、予測モデル演算手段１５０は、図１３に示したように、評価対象患者の安静時の患者顔面形態モデルＰＦＭrに基づいて、治療後に予測される、

笑顔時の予測顔面形態モデルＰＦＭs-prdを演算してもよい。

[0087] 本実施例による予測モデル構築処理を、図１５のフローチャートに基づいて、更に詳細に説明する。まず、ステップＳ２１において、各近似症例患者についての治療前安静時症例顔面形態データＮＣＦｒ-preに基づいて、正規化した「治療前安静時近似症例顔面形態モデルＮＣＭr-pre」のセットを演算する。

また、ステップＳ２２において、各近似症例患者についての治療後表情表出時症例顔面形態データＮＣＦs-postに基づいて、正規化した「治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-post」を演算する。

[0088] ステップＳ２３において、治療前安静時近似症例顔面形態モデルＮＣＭr-preのセットのベクトル平均を演算して「治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＡpre」を得る。また、ステップＳ２４において、治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-postのセットのベクトル平均を演算して「治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＡpost」を得る。

[0089] ステップＳ２５において、治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＡpostから治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＡpreを差し引いた「近似症例ベクトル平均差分ＮＣＡpost-pre」を演算する。

[0090] ステップＳ２６において、評価対象患者の安静時患者顔面形態モデルＰＦＭrに、ステップＳ２５で演算した近似症例顔面形態ベクトル平均差分ＮＣＡpost-preを加味する。これにより、当該評価対象患者の治療後に予測される、笑顔表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦＭs-prdが演算される。

[0091] 次に、予測した患者顔面形態のモデルを表示するステップＳ４（図１２参照）では、治療後の歯並び等の画像を、笑顔表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦＭs-prdとともに、ディスプレイ等の出力装置４０に表示することが好ましい。

[0092] その場合、コンピュータ装置１０による演算処理が、評価対象患者の歯骨格を含む硬組織を撮影した画像データに基づいて、正規化した矯正前硬組織形態モデルＨＭpreを演算するステップと、前記矯正前硬組織形態モデルＨＭ

preに基づいて当該評価対象患者の矯正後硬組織形態モデルＨＭpostを予測するステップと、ステップＳ３で評価した、治療後の笑顔表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦＭs-prdに、予測した前記矯正後硬組織形態モデルＨＭpostを組み入れるステップと、を含むことができる。

[0093] 硬組織の画像データは、例えば患者の歯の部分を三次元計測装置で計測した三次元画像データ、咬合部の歯骨格を含むＣＴ画像、セファロ画像、パノラマＸ写真等であり、硬組織形態モデルＨＭpreは、これらの二次元及び／又は三次元画像データを組み合わせて構築されてもよい。

[0094] 矯正治療を計画している硬組織構造と共通する症例データに絞って、上述の予測モデル構築処理を実行すれば、治療後に予測される歯並びが笑顔表情表出時の予測顔面形態の画像に表示させることができる。例えば、予測した笑顔のうち口元の部分に、三次元の歯列予測画像もしくは二次元の歯列予測画像を組み合わせることで、歯並びの見え方も含めた予測が可能である。また、画像上で硬組織を移動させながら、それに追従して治療後の笑顔がどのように改善されるか可視化してシミュレーションも行うことができる。

[0095] 以上説明した顔面形態予測システム及び顔面形態予測方法によれば、矯正歯科治療後の患者の三次元の顔面形態を、簡便かつ定量的に予測することができる。特に、本実施形態では、笑顔表情表出時の顔形態が治療前に事前に予測できるので、患者にとっても表情の審美的改善につながる「良い笑顔」を作り出す治療計画かどうか、適切な判断に貢献することができる。

[0096] 本発明に係る顔面形態予測システム及び顔面形態予測方法は、矯正歯科治療以外にも、例えば顎変形症患者の外科的治療にも利用できる。また、例えば顎顔面外科（口腔外科と形成外科を含む）手術単独、矯正歯科治療又は顎補綴治療と共同で治療を行うときの予測にも利用できる。更に、顔面形態の加齢変化予測にもその応用が期待できる。

符号の説明

[0097] １０　コンピュータ装置　　２０　データベース

３０　入力装置　　４０　出力装置

６２　三次元計測装置　　６３　Ｘ線検査装置

１１０　形態モデル化手段　　１２０　形態変化量演算手段

１３０　特徴ベクトル抽出手段　　１４０　近似症例選択手段

１５０　予測モデル演算手段

ＣＦ　症例顔面形態データ　　ＣＦＭ　症例顔面形態モデル

ＣＤ　症例形態変化量　　ＣＶ　症例特徴ベクトル

ＣＦＶ　症例形態特徴ベクトル　　ＣＤＶ　症例形態変化量特徴ベクトル

ＰＦ　患者顔面形態データ　　ＰＦＭ　患者顔面形態モデル

ＰＦＭs-prd　表情表出時の予測顔面形態モデル

ＰＤ　患者形態変化量

ＰＶ　患者特徴ベクトル　　ＰＤＶ　患者形態変化量特徴ベクトル

ＮＣＶ　近似症例特徴ベクトル

ＮＣＡpre　治療前近似症例ベクトル平均

ＮＣＡpost　治療後近似症例ベクトル平均

ＮＣＡpost-pre　近似症例ベクトル平均差分

Ｎ　症例患者数（症例数）　　ＣＬ　症例クラス

ＮＣＬ　近似症例クラス　　Ｇ　クラスタ重心

請求の範囲

[請求項1] 患者の治療後の表情表出時の顔面形態を、コンピュータ装置が実行する演算処理により予測する方法であって、

前記演算処理が、

治療を行った複数の患者（その治療を行った過去の患者を「症例患者」という。）から、三次元計測装置を使って取得した症例顔面形態データＣＦに基づいて、予め選択された複数の特徴変量を要素とする多次元の症例特徴ベクトルＣＶのセットを抽出するステップと、

治療を検討している新たな患者（その新たな患者を「評価対象患者」という。）から、三次元計測装置を使って取得した患者顔面形態データＰＦに基づいて、前記複数の特徴変量を要素とする多次元の患者特徴ベクトルＰＶを抽出するステップと、

複数の前記症例患者についての前記症例特徴ベクトルＣＶのセットのうちから、前記患者特徴ベクトルＰＶに近似する近似症例特徴ベクトルＮＣＶを複数選択するステップと、

選択された複数の前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶに対応する各症例患者（その選択された症例患者を「近似症例患者」という。）について、治療前の安静時に三次元計測装置を使って取得した治療前安静時症例顔面形態データに基づいて正規化した治療前安静時近似症例顔面形態モデルＮＣＭr-preを演算するステップと、

前記各近似症例患者について、治療後の表情表出時に三次元計測装置を使って取得した治療後表情表出時症例顔面形態データに基づいて正規化した治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-postを演算するステップと、

前記治療前安静時近似症例顔面形態モデルＮＣＭr-preのベクトル平均を演算して治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＳpreを得るステップと、

前記治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-postのベク

トル平均を演算して治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＳpostを得るステップと、

前記治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＳpostから前記治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＳpreを差し引いた近似症例ベクトル平均差分ＮＣＳpost-preを演算するステップと、

前記評価対象患者の前記患者顔面形態データＰＦに基づいて正規化した、安静時患者顔面形態モデルＰＦＭｒを演算するステップと、

前記安静時患者顔面形態モデルＰＦＭｒに、前記近似症例ベクトル平均差分ＮＣＳpost-preを加味することで、当該評価対象患者の治療後に予測される、表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦMs-prdを演算するステップと

を含む、治療後の表情表出時の顔面形態予測方法。

[請求項2] 前記各症例患者についての前記症例顔面形態データＣＦが、当該症例患者の治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-preと、治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preとを含み、

前記症例特徴ベクトルＣＶが、前記治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-pre及び前記治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preの変化量である治療前症例形態変化量ＣＤpreに基づいて抽出され、

前記評価対象患者についての前記患者顔面形態データＰＦが、当該評価対象患者の安静時患者顔面形態データＰＦｒと、表情表出時患者顔面形態データＰＦsとを含み、

前記患者特徴ベクトルＰＶが、前記安静時患者顔面形態データＰＦr及び前記表情表出時患者顔面形態データＰＦsの変化量である患者形態変化量ＰＤに基づいて抽出され

る、請求項１に記載の治療後の表情表出時の顔面形態予測方法。

[請求項3] 前記演算処理が、

前記評価対象患者の歯を含む硬組織を撮影した画像データに基づいて、正規化した矯正前硬組織形態モデルＨMpreを演算するステップ

と、

前記矯正前硬組織形態モデルＨＭpreに基づいて当該評価対象患者の矯正後硬組織形態モデルＨＭpostを予測するステップと、

前記表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦＭs-prdに前記矯正後硬組織形態モデルＨＭpostを組み入れて表示するステップと

を更に含む、請求項１又は２に記載の治療後の表情表出時の顔面形態予測方法。

[請求項4] 前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶが、前記患者特徴ベクトルＰＶとの距離が近い順に所定症例数選択される、請求項１又は２に記載の治療後の表情表出時の顔面形態予測方法。

[請求項5] 前記演算処理が、

前記症例特徴ベクトルＣＶに対しクラスタリング処理を行うことで複数の症例クラスに分類するステップと、

前記各症例クラスについてクラスタ重心Ｇをそれぞれ演算するステップと

を含み、

分類された前記各症例クラスについての前記クラスタ重心Ｇのそれぞれのうち、前記患者特徴ベクトルＰＶとの距離が最も近いクラスタ重心を有する症例クラスに属する症例特徴ベクトルＣＶが、前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶとして選択される、請求項１又は２に記載の治療後の表情表出時の顔面形態予測方法。

[請求項6] 患者の治療後の表情表出時の顔面形態を予測するシステムであって、

コンピュータ装置の演算処理により実現される、特徴ベクトル抽出手段と、近似症例選択手段と、予測モデル演算手段とを少なくとも含み、

前記特徴ベクトル抽出手段が、

治療を行った複数の患者（その治療を行った過去の患者を「症例患

者」という。）から、三次元計測装置を使って取得した症例顔面形態データＣＦに基づいて、予め選択された複数の特徴変量を要素とする多次元の症例特徴ベクトルＣＶのセットを抽出する処理と、

治療を検討している新たな患者（その新たな患者を「評価対象患者」という。）から、三次元計測装置を使って取得した患者顔面形態データＰＦに基づいて、前記複数の特徴変量を要素とする多次元の患者特徴ベクトルＰＶを抽出する処理と

を実行し、

前記近似症例選択手段が、複数の前記症例患者についての前記症例特徴ベクトルＣＶのセットのうちから、前記患者特徴ベクトルＰＶに近似する近似症例特徴ベクトルＮＣＶを複数選択する処理を実行し、

前記予測モデル演算手段が、

選択された複数の前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶに対応する各症例患者（その選択された症例患者を「近似症例患者」という。）について、治療前の安静時に三次元計測装置を使って取得した治療前安静時症例顔面形態データに基づいて正規化した治療前安静時近似症例顔面形態モデルＮＣＭr-preを演算する処理と、

前記各近似症例患者について、治療後の表情表出時に三次元計測装置を使って取得した治療後表情表出時症例顔面形態データに基づいて正規化した治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-postを演算する処理と、

前記治療前安静時近似症例顔面形態モデルＮＣＭr-preのベクトル平均を演算して治療前近似症例ベクトル平均ＮＣＳpreを得る処理と、

前記治療後表情表出時近似症例顔面形態モデルＮＣＭs-postのベクトル平均を演算して治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＳpostを得る処理と、

前記治療後近似症例ベクトル平均ＮＣＳpostから前記治療前近似症

例ベクトル平均ＮＣＳpreを差し引いた近似症例ベクトル平均差分ＮＣＳpost-preを演算する処理と、

前記評価対象患者の前記患者顔面形態データＰＦに基づいて正規化した、安静時患者顔面形態モデルＰＦＭｒを演算する処理と、

前記安静時患者顔面形態モデルＰＦＭｒに、前記近似症例ベクトル平均差分ＮＣＳpost-preを加味することで、当該評価対象患者の治療後に予測される、表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦMs-prdを演算する処理と

を実行する、治療後の表情表出時の顔面形態予測システム。

[請求項7] 前記各症例患者についての前記症例顔面形態データＣＦが、当該症例患者の治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-preと、治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preとを含み、

前記症例特徴ベクトルＣＶが、前記治療前安静時症例顔面形態データＣＦr-pre及び前記治療前表情表出時症例顔面形態データＣＦs-preの変化量である治療前症例形態変化量ＣＤpreに基づいて抽出され、

前記評価対象患者についての前記患者顔面形態データＰＦが、当該評価対象患者の安静時患者顔面形態データＰＦｒと、表情表出時患者顔面形態データＰＦｓとを含み、

前記患者特徴ベクトルＰＶが、前記安静時患者顔面形態データＰＦr及び前記表情表出時患者顔面形態データＰＦｓの変化量である患者形態変化量ＰＤに基づいて抽出され

る、請求項６に記載の治療後の表情表出時の顔面形態予測システム。

[請求項8] 前記予測モデル演算手段が、

前記評価対象患者の歯を含む硬組織を撮影した画像データに基づいて、正規化した矯正前硬組織形態モデルＨＭpreを演算する処理と、

前記矯正前硬組織形態モデルＨＭpreに基づいて当該評価対象患者の矯正後硬組織形態モデルＨＭpostを予測する処理と、

前記表情表出時の予測顔面形態モデルＰＦMs-prdに前記矯正後硬

組織形態モデルＨＭpostを組み入れて表示する処理と

を更に実行する、請求項６又は７に記載の治療後の表情表出時の顔面形態予測システム。

[請求項9] 前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶが、前記患者特徴ベクトルＰＶとの距離が近い順に所定症例数選択される、請求項６又は７に記載の治療後の表情表出時の顔面形態予測システム。

[請求項10] 前記近似症例選択手段が、

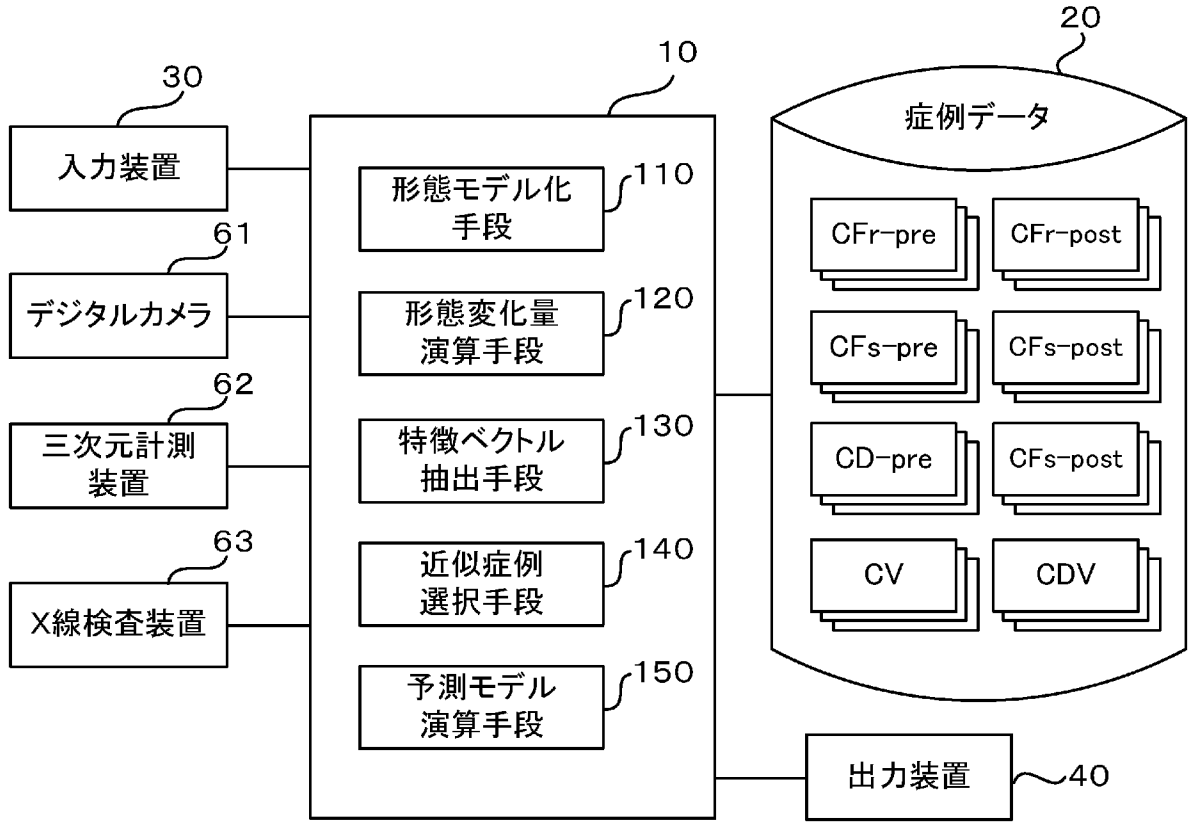
前記症例特徴ベクトルＣＶに対しクラスタリング処理を行うことで複数の症例クラスに分類する処理と、

前記各症例クラスについてクラスタ重心Ｇをそれぞれ演算する処理と

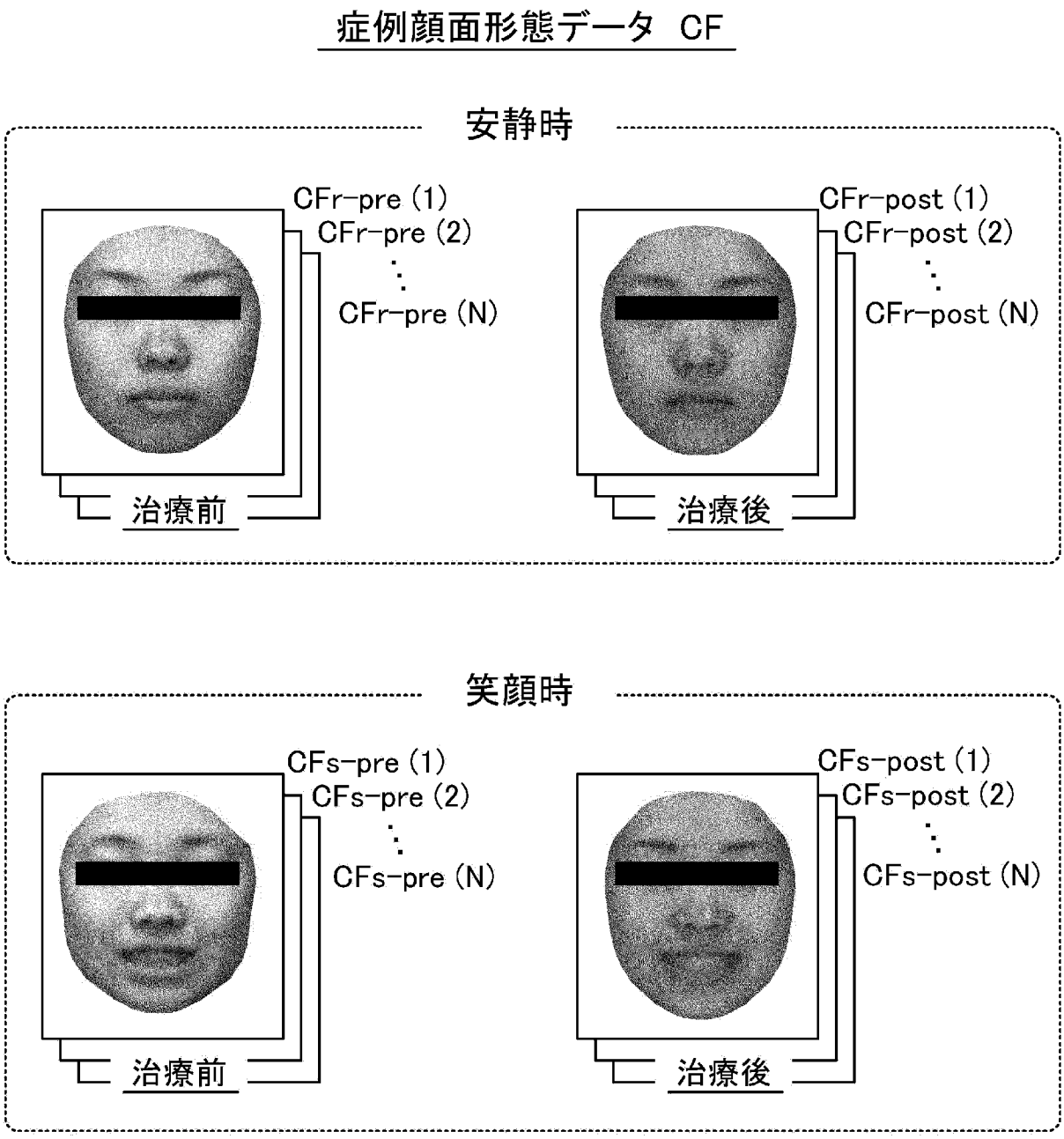
を実行し、

分類された前記各症例クラスについての前記クラスタ重心Ｇのそれぞれのうち、前記患者特徴ベクトルＰＶとの距離が最も近いクラスタ重心を有する症例クラスに属する症例特徴ベクトルＣＶが、前記近似症例特徴ベクトルＮＣＶとして選択される、請求項６又は７に記載の治療後の表情表出時の顔面形態予測システム。

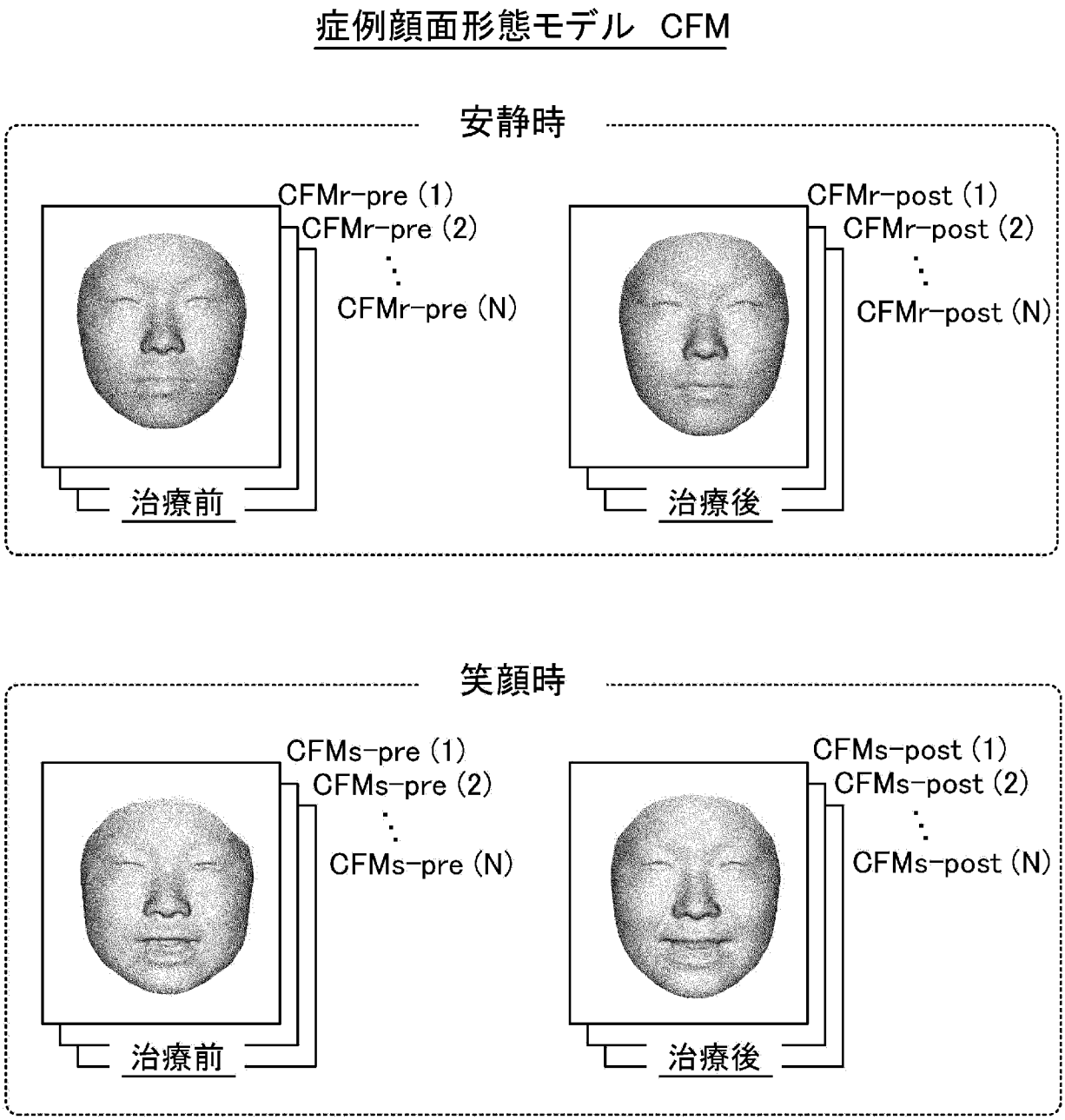
[図1]


30
入力装置
61
デジタルカメラ
62
三次元計測装置
63
X線検査装置
10
形態モデル化手段
110
形態変化量演算手段
120
特徴ベクトル抽出手段
130
近似症例選択手段
140
予測モデル演算手段
150
20
症例データ
CFr-pre
CFr-post
CFs-pre
CFs-post
CD-pre
CFs-post
CV
CDV
出力装置
40

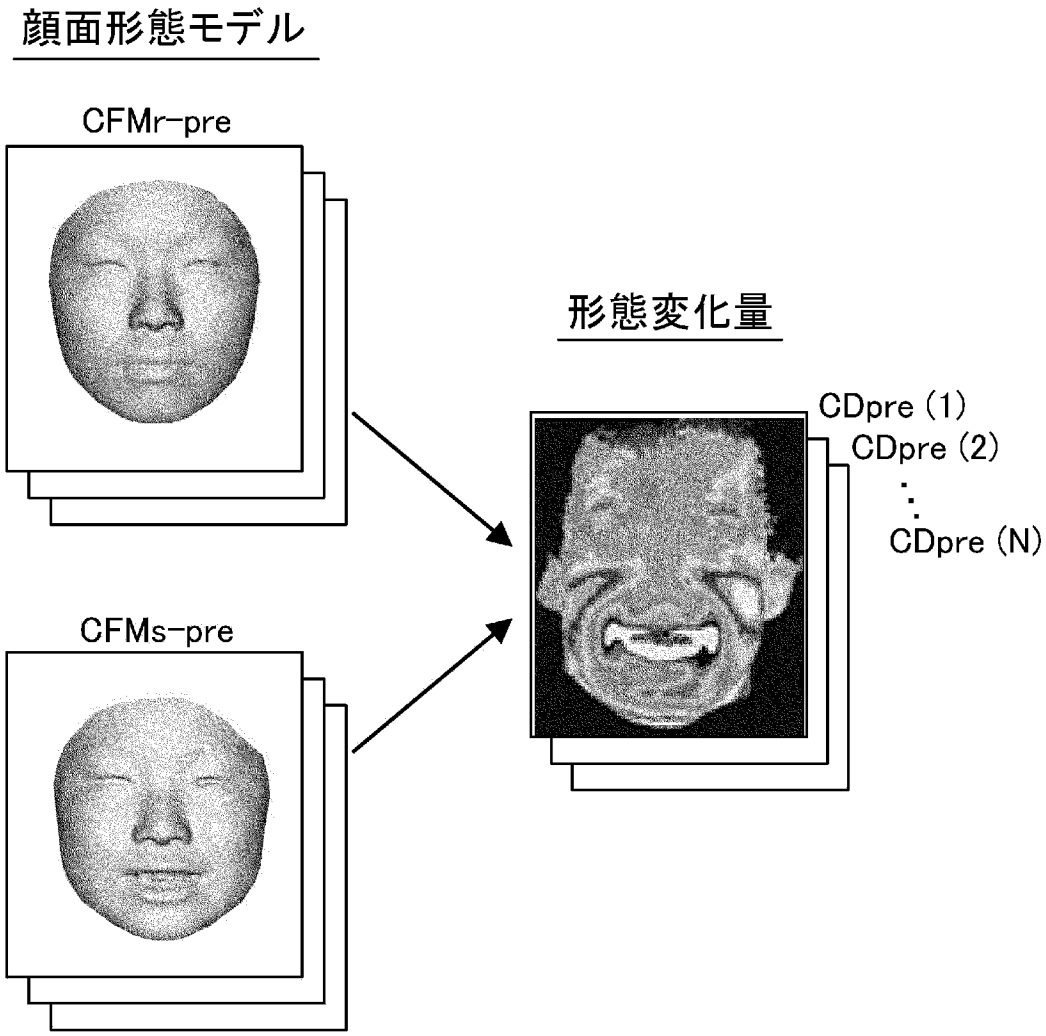
[図2]


症例顔面形態データ CF
安静時
CFr-pre (1)
CFr-pre (2)
CFr-pre (N)
治療前
CFr-post (1)
CFr-post (2)
CFr-post (N)
治療後
笑顔時
CFs-pre (1)
CFs-pre (2)
CFs-pre (N)
治療前
CFs-post (1)
CFs-post (2)
CFs-post (N)
治療後

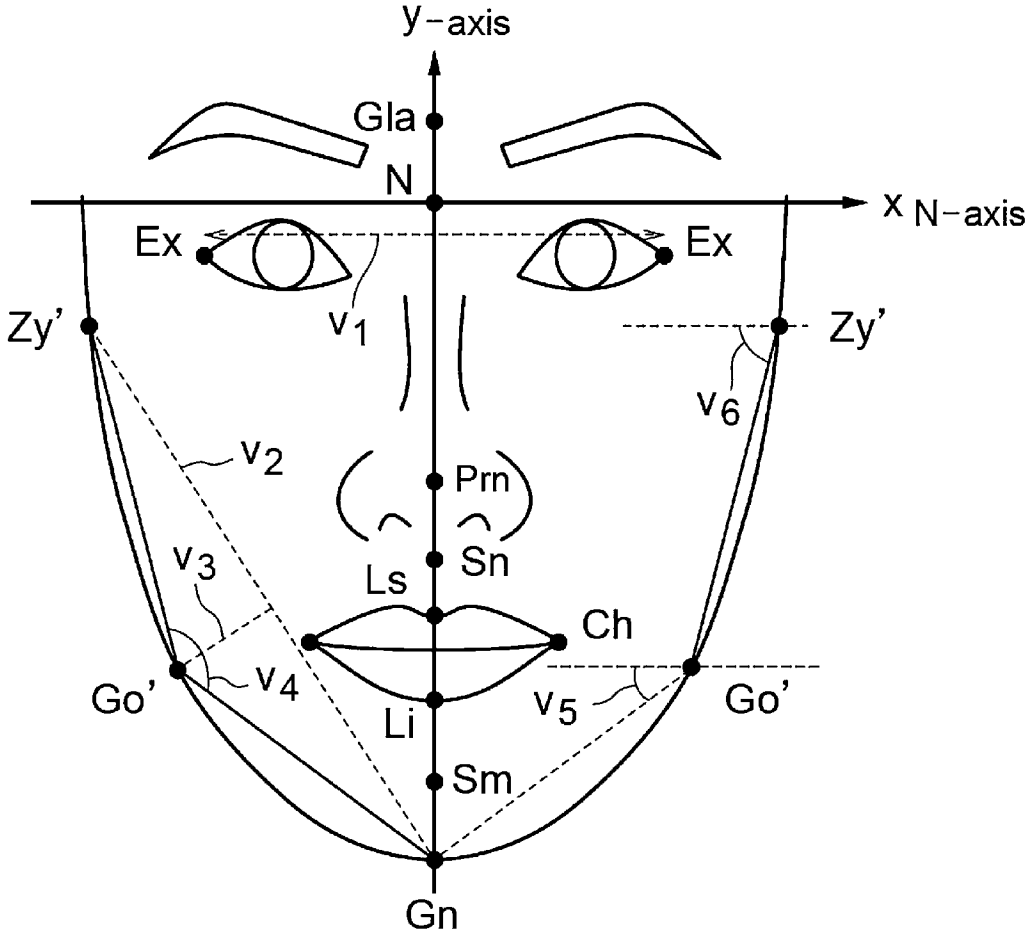
[図3]


症例顔面形態モデル CFM
安静時
CFMr-pre (1)
CFMr-pre (2)
CFMr-pre (N)
治療前
CFMr-post (1)
CFMr-post (2)
CFMr-post (N)
治療後
笑顔時
CFMs-pre (1)
CFMs-pre (2)
CFMs-pre (N)
治療前
CFMs-post (1)
CFMs-post (2)
CFMs-post (N)
治療後

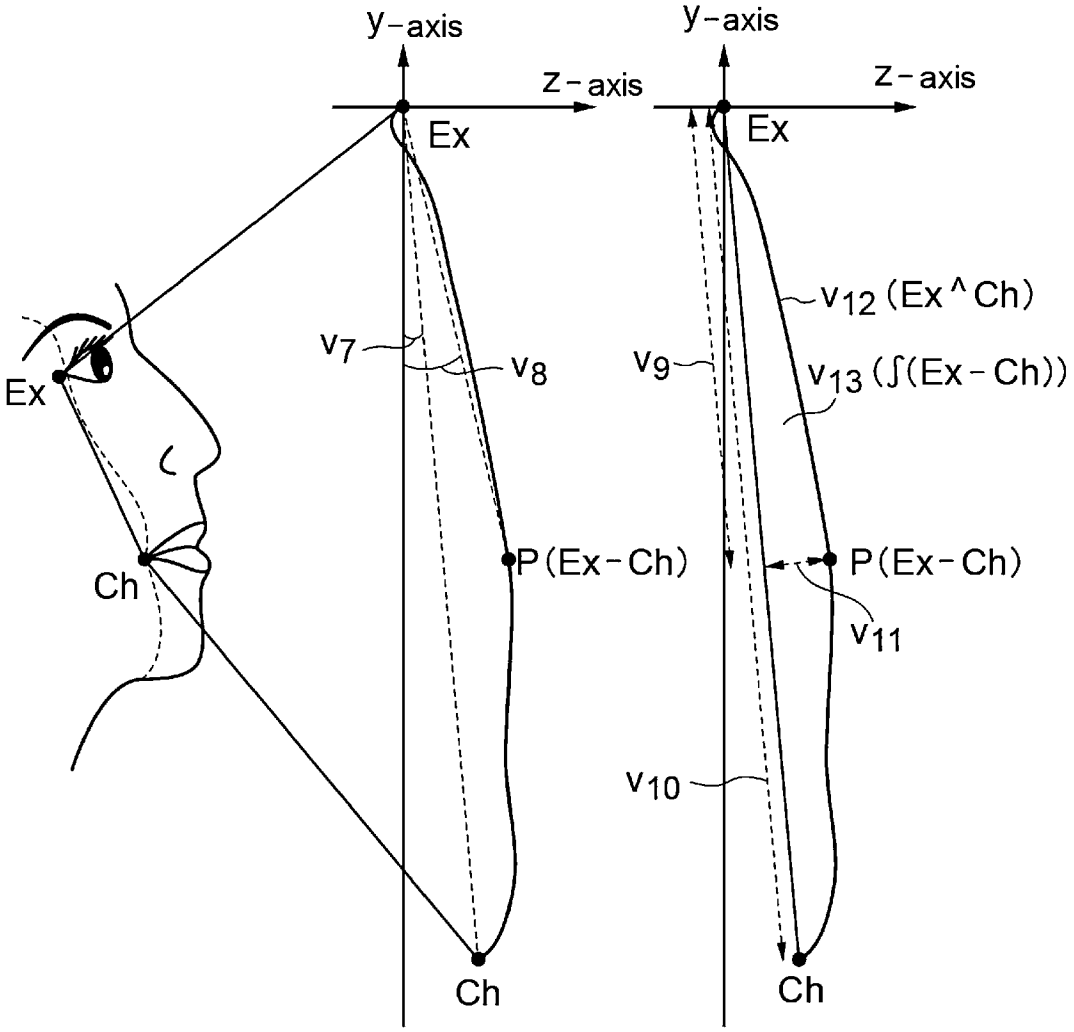
[図4]



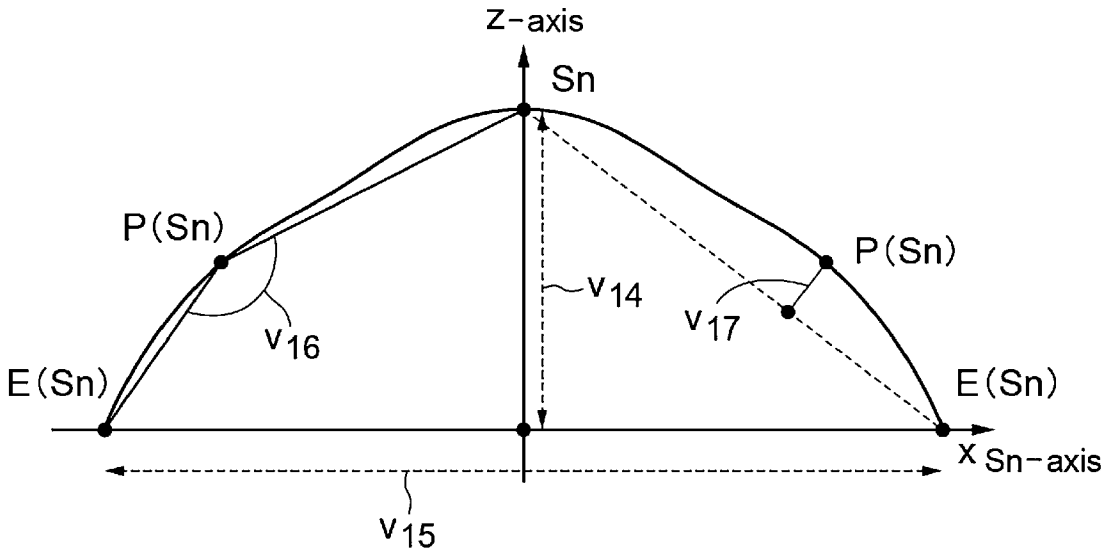
[図5]


y-axis
Gla
N
x N-axis
Ex
Ex
Zy'
Zy'
v1
v6
v2
Prn
v3
Sn
Ls
Ch
Go'
v4
v5
Go'
Li
Sm
Gn

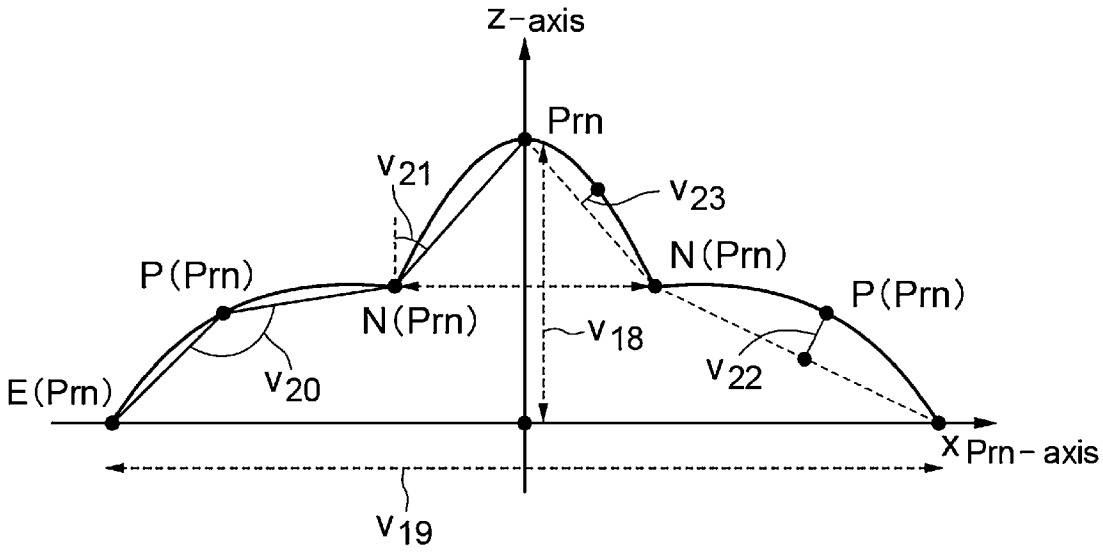
[図6]


y-axis
z-axis
Ex
Ch
v7
v8
P(Ex-Ch)
y-axis
z-axis
Ex
v12 (Ex^Ch)
v9
v13 (∫(Ex-Ch))
P(Ex-Ch)
v11
v10
Ch

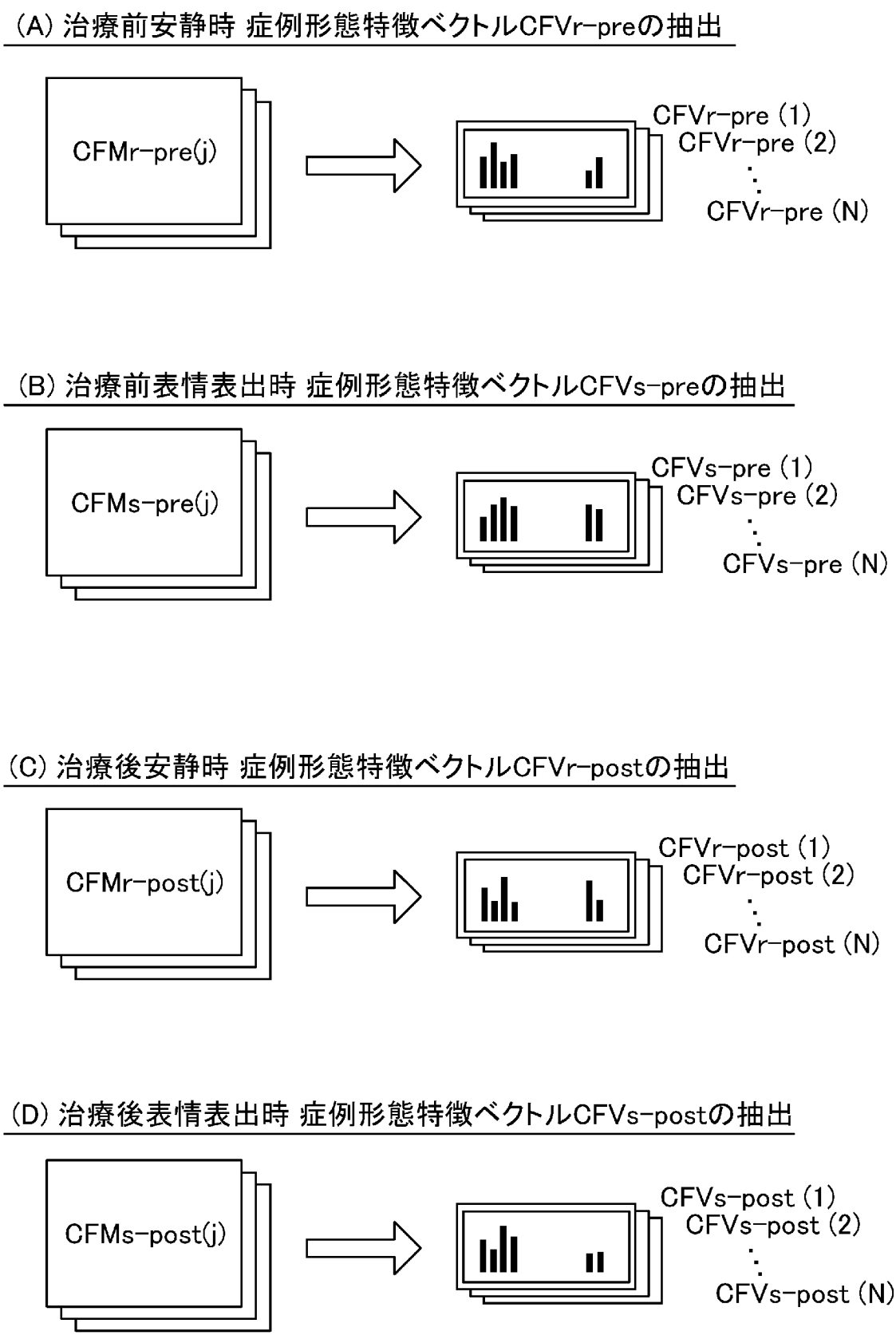
[図7]


z-axis
Sn
P(Sn)
v16
E(Sn)
v14
v17
P(Sn)
E(Sn)
x Sn-axis
v15

[図8]

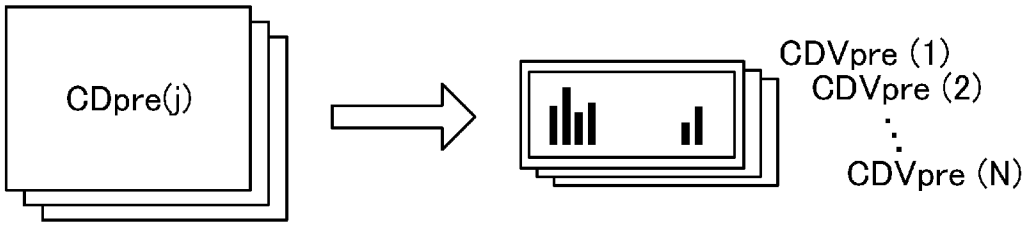

Z-axis
Prn
v21
v23
N(Prn)
P(Prn)
P(Prn)
N(Prn)
v18
E(Prn)
v20
v22
X Prn-axis
v19

[図9]


(A) 治療前安静時 症例形態特徴ベクトルCFVr-preの抽出
CFMr-pre(j)
CFVr-pre (1)
CFVr-pre (2)
CFVr-pre (N)
(B) 治療前表情表出時 症例形態特徴ベクトルCFVs-preの抽出
CFMs-pre(j)
CFVs-pre (1)
CFVs-pre (2)
CFVs-pre (N)
(C) 治療後安静時 症例形態特徴ベクトルCFVr-postの抽出
CFMr-post(j)
CFVr-post (1)
CFVr-post (2)
CFVr-post (N)
(D) 治療後表情表出時 症例形態特徴ベクトルCFVs-postの抽出
CFMs-post(j)
CFVs-post (1)
CFVs-post (2)
CFVs-post (N)

[図10]

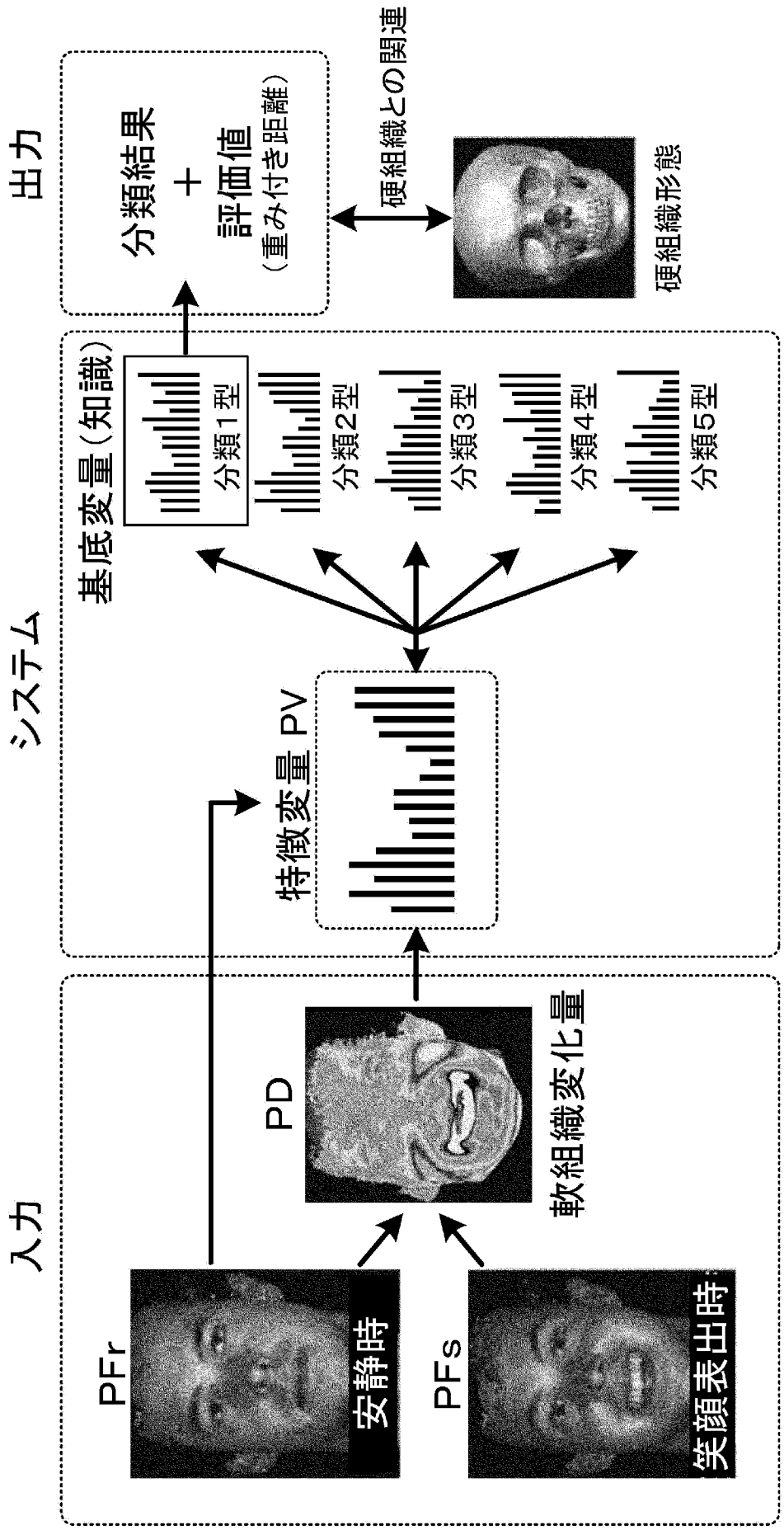
(A) 治療前症例形態変化量特徴ベクトル CDVpreの抽出



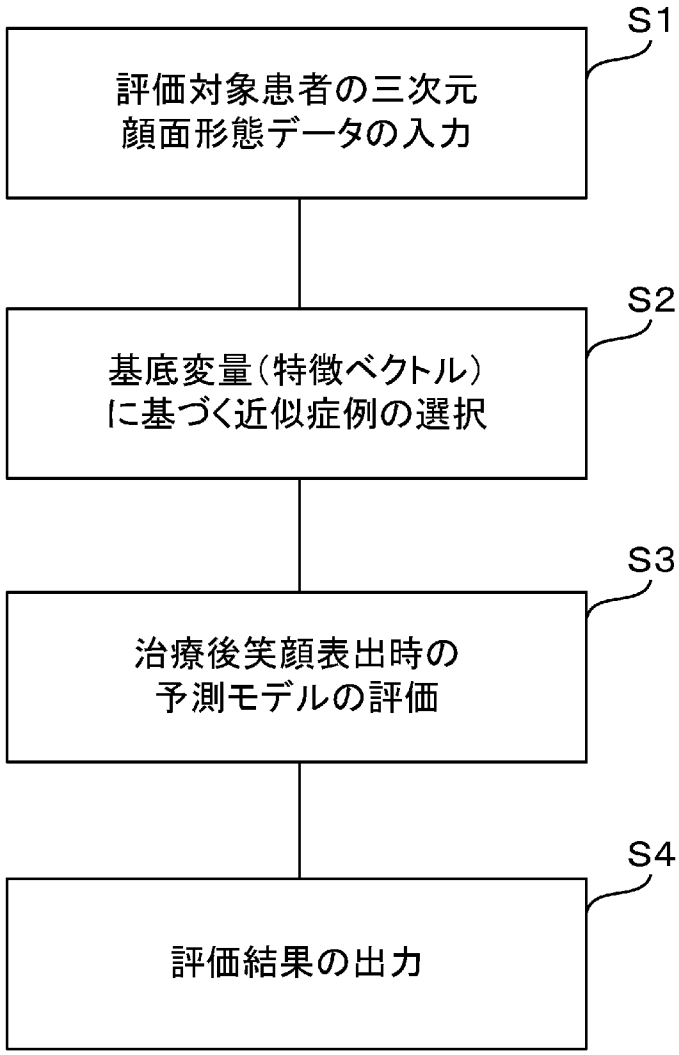
(B) 治療後症例形態変化量特徴ベクトル CDVpostの抽出



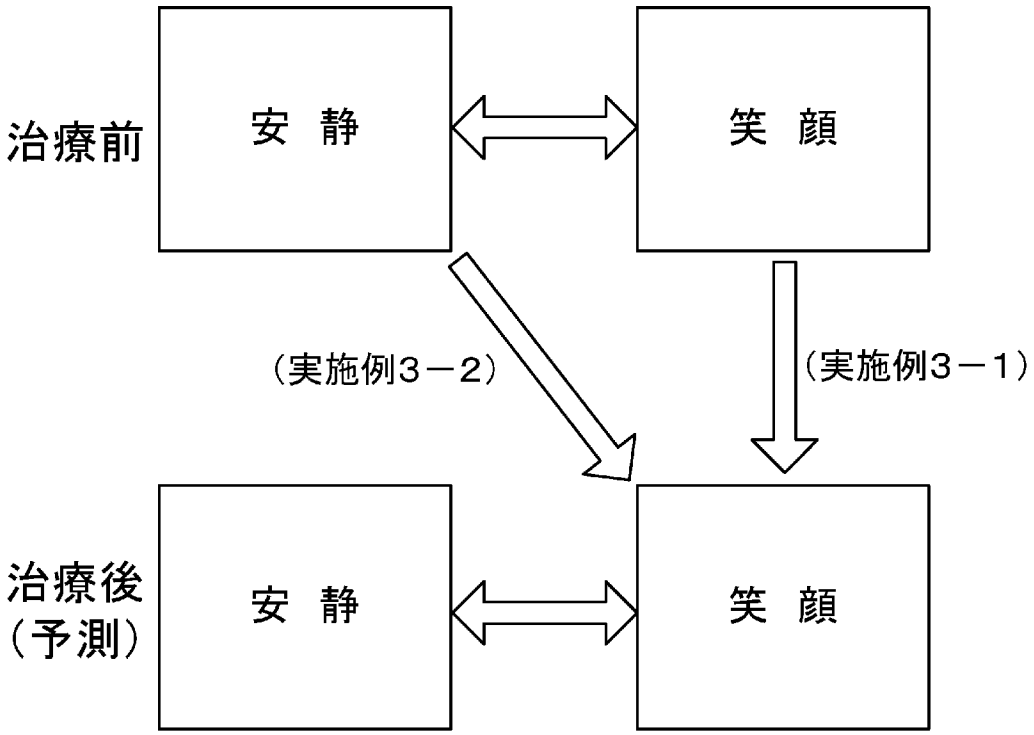
[図11]


出力
分類結果
＋
評価値
（重み付き距離）
硬組織との関連
硬組織形態
システム
基底変量（知識）
分類1型
分類2型
分類3型
分類4型
分類5型
特徴変量 PV
入力
PFr
安静時
PD
軟組織変化量
PFs
笑顔表出時

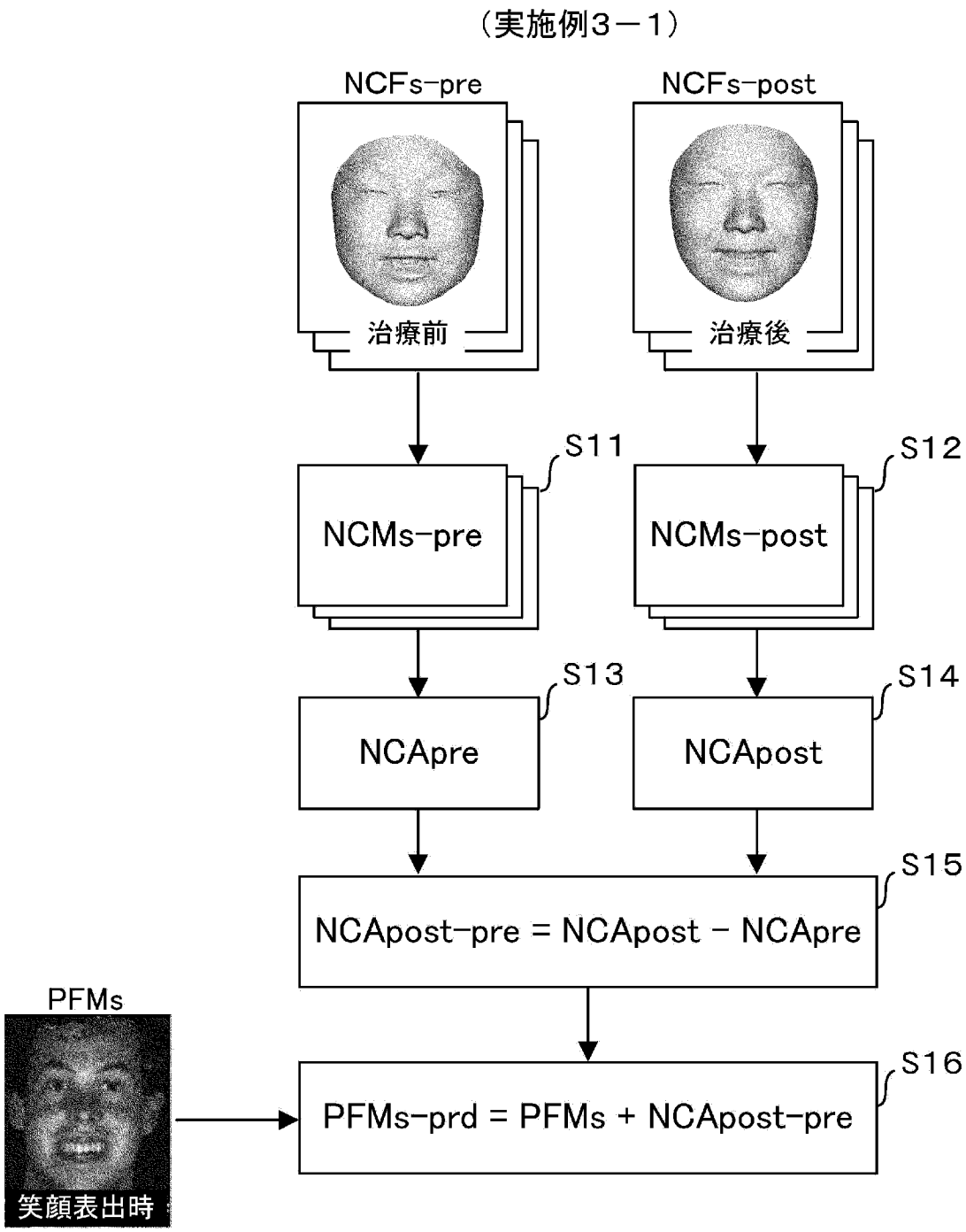
[図12]


S1
評価対象患者の三次元
顔面形態データの入力
S2
基底変量（特徴ベクトル）
に基づく近似症例の選択
S3
治療後笑顔表出時の
予測モデルの評価
S4
評価結果の出力

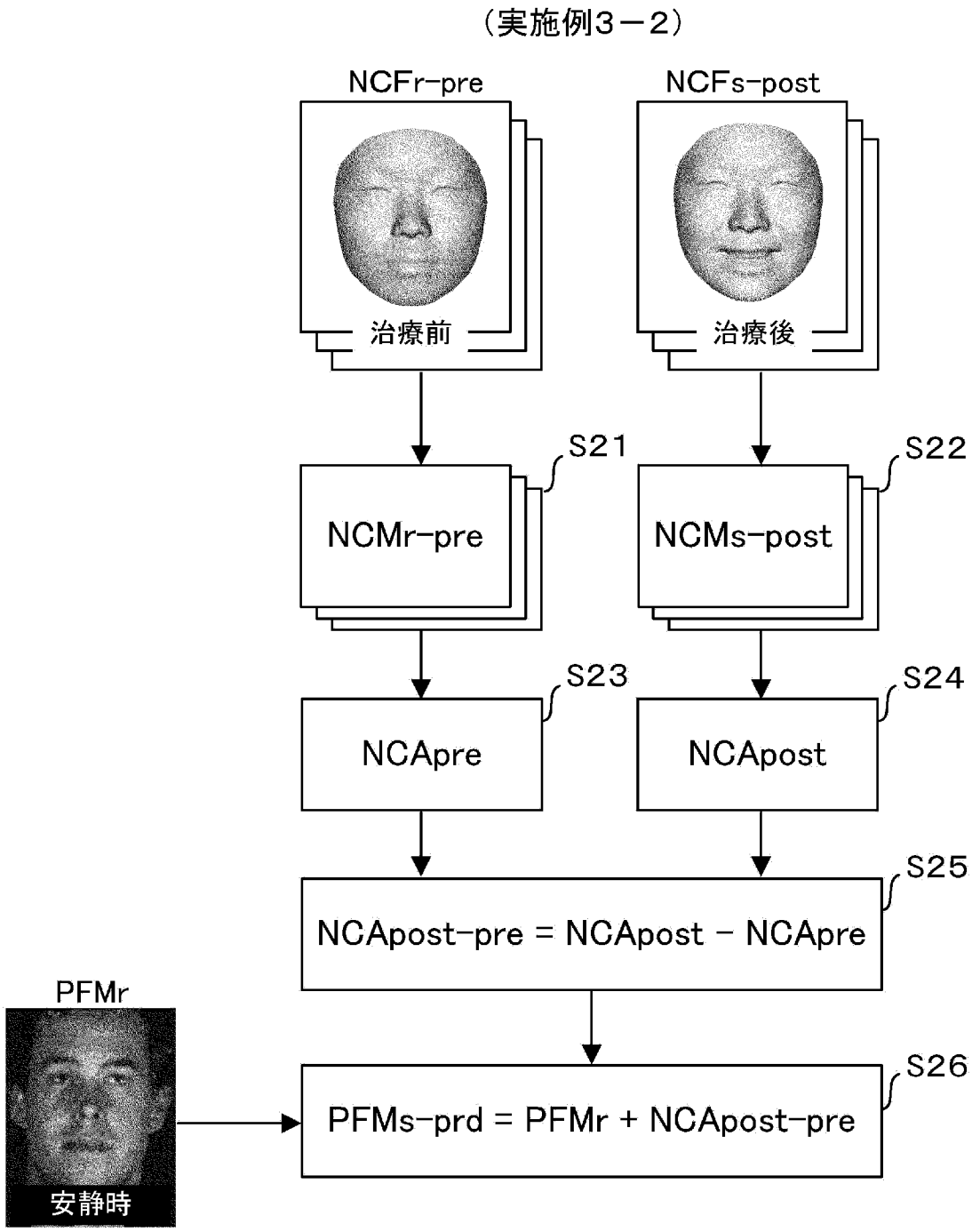
[図13]


治療前
安　静
笑　顔
（実施例３－２）
（実施例３－１）
治療後
（予測）
安　静
笑　顔

[図14]


（実施例3－1）
NCFs-pre
NCFs-post
治療前
治療後
S11
S12
NCMs-pre
NCMs-post
S13
S14
NCApre
NCApost
S15
NCApost-pre = NCApost - NCApre
PFMs
S16
PFMs-prd = PFMs + NCApost-pre
笑顔表出時

[図15]


（実施例3－2）
NCFr-pre
NCFs-post
治療前
治療後
S21
S22
NCMr-pre
NCMs-post
S23
S24
NCApre
NCApost
S25
NCApost-pre = NCApost - NCApre
PFMr
安静時
S26
PFMs-prd = PFMr + NCApost-pre

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/008895

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61C 7/00(2006.01)i; A61C 19/04(2006.01)i
FI: A61C7/00; A61C19/04 Z

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)
A61C7/00; A61C19/04

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	WO 2017/069231 A1 (OSAKA UNIVERSITY) 27.04.2017 (2017-04-27) paragraphs [0031]-[0033], [0040]-[0054], fig. 1-2	1-10
A	US 2004/0029068 A1 (ORAMETRIX, INC.) 12.02.2004 (2004-02-12) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2014-513824 A (MORPHEUS CO., LTD.) 05.06.2014 (2014-06-05) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2011-86266 A (CANON INC.) 28.04.2011 (2011-04-28) entire text, all drawings	1-10

☐ 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
"T" 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	Date of mailing of the international search report
19 May 2020 (19.05.2020)	02 June 2020 (02.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/008895

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2017/069231 A1	27 Apr. 2017	US 2018/0311013 A1 paragraphs [0041]-[0043], [0050]-[0064], fig. 1-2	
US 2004/0029068 A1	12 Feb. 2004	WO 2004/098379 A2 entire text, all drawings	
JP 2014-513824 A	05 Jun. 2014	US 2013/0328869 A1 entire text, all drawings WO 2012/115373 A2 EP 2680233 A2 KR 10-2012-0096238 A CN 103443827 A	
JP 2011-86266 A	28 Apr. 2011	US 2011/0091115 A1 entire text, all drawings CN 102043956 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/008895

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

A61C 7/00(2006.01)i; A61C 19/04(2006.01)i
FI: A61C7/00; A61C19/04 Z

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））

A61C7/00; A61C19/04

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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	関連する請求項の番号
A	WO 2017/069231 A1 (国立大学法人大阪大学) 27.04.2017 (2017-04-27) 段落[0031]-[0033],[0040]-[0054],図1-2	1-10
A	US 2004/0029068 A1 (ORAMETRIX, INC.) 12.02.2004 (2004-02-12) 全文，全図	1-10
A	JP 2014-513824 A (モルフェウス カンパニー リミテッド) 05.06.2014 (2014-06-05) 全文，全図	1-10
A	JP 2011-86266 A (キヤノン株式会社) 28.04.2011 (2011-04-28) 全文，全図	1-10

☐ 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の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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
19.05.2020	02.06.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
小林　睦 3S 8375
電話番号 03-3581-1101 内線 3398

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/008895

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2017/069231 A1	27.04.2017	US 2018/0311013 A1 段落[0041]-[0043],[0050]-[0064],図1-2	
US 2004/0029068 A1	12.02.2004	WO 2004/098379 A2 全文，全図	
JP 2014-513824 A	05.06.2014	US 2013/0328869 A1 全文，全図 WO 2012/115373 A2 EP 2680233 A2 KR 10-2012-0096238 A CN 103443827 A	
JP 2011-86266 A	28.04.2011	US 2011/0091115 A1 全文，全図 CN 102043956 A	