

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-196580

(P2018-196580A)

(43) 公開日 平成30年12月13日(2018.12.13)

(51) Int.Cl.
A61C 7/20 (2006.01)F I
A61C 7/20テーマコード (参考)
4C052

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2017-102565 (P2017-102565)
(22) 出願日 平成29年5月24日 (2017.5.24)(71) 出願人 505005049
スリーエム イノベイティブ プロパティ
ズ カンパニー
アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
-3427, セント ポール, ポスト オ
フィス ボックス 33427, スリーエ
ム センター
(74) 代理人 100088155
弁理士 長谷川 芳樹
(74) 代理人 100107456
弁理士 池田 成人
(74) 代理人 100128381
弁理士 清水 義憲
(74) 代理人 100162352
弁理士 酒巻 順一郎

最終頁に続く

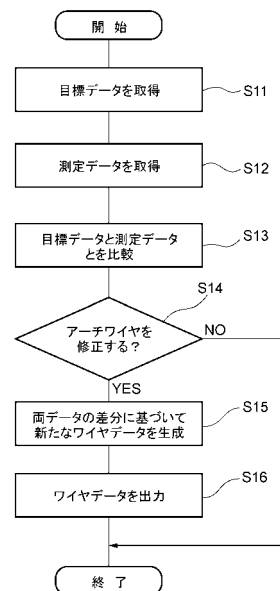
(54) 【発明の名称】 歯列矯正支援方法および歯列矯正支援システム

(57) 【要約】

【課題】歯列矯正におけるアーチワイヤの修正をより簡便かつ正確に行うことを目的とする。

【解決手段】一実施形態に係る歯列矯正支援方法は、複数のブラケットが装着された目標歯列を示す目標データを取得する第1取得ステップと、複数のブラケットが装着された患者の実際の歯列を走査することで得られた測定データを取得する第2取得ステップと、目標データと測定データとを比較することで目標データと測定データとの差分を求める比較ステップと、複数のブラケットに取り付けられるアーチワイヤの形状を差分に基づいて修正し、該修正された形状を示すワイヤデータを生成する生成ステップとを含む。

【選択図】図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

コンピュータにより実行される歯列矯正支援方法であって、
複数のブラケットが装着された目標歯列を示す目標データを取得する第 1 取得ステップと、
前記複数のブラケットが装着された患者の実際の歯列を走査することで得られた測定データを取得する第 2 取得ステップと、
前記目標データと前記測定データとを比較することで前記目標データと前記測定データとの差分を求める比較ステップと、
前記複数のブラケットに取り付けられるアーチワイヤの形状を前記差分に基づいて修正し、該修正された形状を示すワイヤデータを生成する生成ステップと
を含む歯列矯正支援方法。

10

【請求項 2】

前記第 1 取得ステップでは、前記目標データが示す前記ブラケットの位置および向きを取得し、
前記第 2 取得ステップでは、前記測定データから、少なくとも歯に装着された前記ブラケットの位置および向きを取得し、
前記比較ステップでは、前記目標データが示す前記ブラケットの位置および向きと、前記測定データが示す前記ブラケットの位置および向きとの差分を求める、
請求項 1 に記載の歯列矯正支援方法。

20

【請求項 3】

前記ワイヤデータで示される前記アーチワイヤが、前記複数のブラケットに対応する複数のセグメントに分割され、
前記生成ステップでは、前記セグメント毎に前記アーチワイヤの形状を修正する、
請求項 1 または 2 に記載の歯列矯正支援方法。

【請求項 4】

前記生成ステップでは、前記差分と対抗する方向に前記アーチワイヤを変形させることで前記アーチワイヤの形状を修正する、
請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の歯列矯正支援方法。

【請求項 5】

前記生成ステップでは、前記差分と対抗する方向を、前記アーチワイヤの位置、トルク、アンギュレーション、およびローテーションの少なくとも一つに基づいて決定する、
請求項 4 に記載の歯列矯正支援方法。

30

【請求項 6】

前記比較ステップでは、前記差分が所定の閾値より大きい場合に前記ブラケットの再装着をユーザに促すメッセージを出力する、
請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の歯列矯正支援方法。

【請求項 7】

複数のブラケットが装着された目標歯列を示す目標データを取得する第 1 取得部と、
前記複数のブラケットが装着された患者の実際の歯列を走査することで得られた測定データを取得する第 2 取得部と、
前記目標データと前記測定データとを比較することで前記目標データと前記測定データとの差分を求める比較部と、
前記複数のブラケットに取り付けられるアーチワイヤの形状を前記差分に基づいて修正し、該修正された形状を示すワイヤデータを生成する生成部と
を備える歯列矯正支援システム。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の一側面は歯列矯正支援方法および歯列矯正支援システムに関する。

50

【背景技術】

【0002】

従来から、歯列矯正を支援するための方法またはシステムが知られている。例えば、下記特許文献1には、歯列矯正処置の計画を立てるワークステーションが記載されている。このワークステーションが実行するソフトウェアは、患者を処置するためのセットアップをユーザが対話操作で生成するためのグラフィカル・ユーザ・インタフェースを提供する命令と、そのセットアップを対話操作により評価するための一連の処理を実行するための命令とを含む。セットアップは、歯列および頭蓋顔面構造についての目標3次元位置を示すものである。

【0003】

また、下記特許文献2には、歯列矯正患者の3次元デジタルモデルを生成する方法が記載されている。この方法は、a) 歯列矯正患者の歯列矯正構造のデータを取得するステップと、b) その歯列矯正構造の少なくとも一つのスケーリング参照点を取得するステップと、c) スケールデータを生成するために、そのスケーリング参照点に基づいて歯列矯正構造のデータを拡大縮小するステップと、d) その歯列矯正構造に関する少なくとも二つの方向参照点を取得するステップと、e) 3次元デジタルモデルを生成するために、該方向参照点に基づいてそのスケールデータを座標系にマッピングするステップとを含む。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2004/0197727号明細書

【特許文献2】米国特許第6512994号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、歯列矯正は比較的長期間にわたって行われる。その治療期間において、医師は、患者の歯列が目標の形状になるように、複数のブラケットに跨って嵌められるアーチワイヤを必要に応じて修正することがある。この修正は手作業で行われるので、歯列矯正についての豊富な経験と高度の技能とを持つ医師が行ったとしても多くの時間が費やされてしまう。そこで、歯列矯正におけるアーチワイヤの修正をより簡便かつ正確に行うための仕組みが望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一側面に係る歯列矯正支援方法は、コンピュータにより実行される歯列矯正支援方法であって、複数のブラケットが装着された目標歯列を示す目標データを取得する第1取得ステップと、複数のブラケットが装着された患者の実際の歯列を走査することで得られた測定データを取得する第2取得ステップと、目標データと測定データとを比較することで目標データと測定データとの差分を求める比較ステップと、複数のブラケットに取り付けられるアーチワイヤの形状を差分に基づいて修正し、該修正された形状を示すワイヤデータを生成する生成ステップとを含む。

【0007】

本発明の一側面に係る歯列矯正支援システムは、複数のブラケットが装着された目標歯列を示す目標データを取得する第1取得部と、複数のブラケットが装着された患者の実際の歯列を走査することで得られた測定データを取得する第2取得部と、目標データと測定データとを比較することで目標データと測定データとの差分を求める比較部と、複数のブラケットに取り付けられるアーチワイヤの形状を差分に基づいて修正し、該修正された形状を示すワイヤデータを生成する生成部とを備える。

【発明の効果】

【0008】

本発明の一側面によれば、歯列矯正におけるアーチワイヤの修正をより簡便かつ正確に

10

20

30

40

50

行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】歯列矯正の概念を示す図である。

【図2】実施形態に係る歯列矯正支援システムの全体構成を示す図である。

【図3】実施形態に係る歯列矯正支援システムで用いられるコンピュータのハードウェア構成を示す図である。

【図4】実施形態に係る歯列矯正支援システムの機能構成を示す図である。

【図5】患者の歯列を走査する構成を示す図である。

【図6】初期歯列形状および目標歯列形状を生成する手順を示す図である。

【図7】生成されるアーチワイヤの例を示す図である。

【図8】生成されるブラケットの例を示す図である。

【図9】実施形態におけるアーチワイヤの修正処理を示すフローチャートである。

【図10】実施形態に係る歯列矯正支援プログラムの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一または同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0011】

実施形態に係る歯列矯正支援システム1は、ユーザによる患者の歯列矯正を支援するためのコンピュータ・システムである。「歯列矯正」とは、不正咬合を改善するために患者の歯の位置を変える治療である。「ユーザ」とは、歯列矯正を施す人であり、例えば歯科医および歯科技工士を含む。「患者」とは、歯列矯正を受ける人である。

【0012】

図1は歯列矯正の概念を示す図である。一般に歯列矯正治療では、患者の前歯、犬歯、および小白歯に固定される複数のブラケット（小さなスロットを有する器具）301と、そのブラケット301のスロットに嵌められるアーチワイヤ302とが用いられる。ブラケット301は、個々の患者に合わせてカスタマイズされることもあれば、様々な患者に適合するように設計されることもある。アーチワイヤ302は歯を所望の向きに案内するための軌道として機能する。通常、アーチワイヤ302の端部は、患者の犬歯に固定されるバックルチューブ303という器具に固定される。図1は、患者の上歯列（上顎で支えられる歯列）211および下歯列（下顎で支えられる歯列）212に歯列矯正器具が取り付けられた例を示す。ブラケット301、アーチワイヤ302、およびバックルチューブ303のセットを歯列矯正器具という。以下の各実施形態では歯列矯正器具のうち、例としてブラケットおよびアーチワイヤについて説明する。

【0013】

今日多く用いられている歯列矯正の方法はエッジワイズ法である。この方法では、治療終了時（所望の歯並びになった時）に個々のスロットが平坦な基準面に位置するように、スロットの向きを含むブラケットの形状とブラケットの接着位置とが選択される。また、その平坦な基準面内で湾曲した形状を有する弾性アーチワイヤが用いられる。これは、アーチワイヤがいかなる力も加えられることなく平坦になろうとする作用を利用して個々のスロットをその基準面上に揃え、これにより歯列を所望の配列にしようとする仕組みである。

【0014】

各ブラケットは、舌側歯表面に取り付けられてもよいし、頬唇側歯表面に取り付けられてもよい。舌側歯表面にブラケットを取り付ける舌側矯正は、歯列矯正器具を歯列で他人の目から隠したり目立たなくしたりすることができる点で有利である。舌側矯正の製品の一つに、スリーエム社が提供するインコグニト（商標）・アブライアンス・システムがある。以下の各実施形態では、各ブラケットの歯に接着される面が、患者の各歯の少なくとも一部の舌側の表面形状に沿った形となる様にカスタマイズされている例について説明す

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 1 5 】

エッジワイズ法では、歯を動かす方向としてイン - アウト関係、トルク、アンギュレーション、およびローテーションというパラメータを考慮する。イン - アウト関係は舌側および頬唇側のどちらにどのくらい歯を動かすかを示すパラメータである。トルクは舌側および頬唇側のどちらにどのくらい歯を傾けるかを示すパラメータであり、これを考慮することで、垂直平面に対する理想的な歯の角度を達成し得る。アンギュレーションは近心側および遠心側のどちらにどのくらい歯を傾けるかを示すパラメータであり、これを考慮することで、近心 - 遠心方向に沿って見た場合の理想的な歯の角度を達成し得る。ローテーションは咬合面と直交する軸周りに歯をどれくらい回転させるかを示すパラメータである。エッジワイズ法的一种であるスタンダードエッジワイズ法ではこれらのパラメータがアーチワイヤに埋め込まれ、エッジワイズ法の別の種類であるストレートワイヤ法ではこれらのパラメータが各ブラケットに埋め込まれる。

10

【 0 0 1 6 】

ここで、歯列矯正に関するいくつかの用語について説明する。「近心側」とは正中（右側 1 番目の歯と左側 1 番目の歯との間。言い換えると、歯列弓の中央。）に向かう方向を意味する。「遠心側」とは正中から遠ざかる方向を意味する。「頬唇側」とは頬または唇に向かう方向を意味する。「舌側」とは舌（または口蓋）に向かう方向を意味する。「咬合側」とは歯の外側先端部に向かう方向を意味する。「歯肉側」とは歯茎または歯肉に向かう方向を意味する。

20

【 0 0 1 7 】

所望の歯並びを実現するためには、個々のブラケットの形状および接着位置とアーチワイヤの湾曲とを正確に決める必要があり、治療計画の策定および実際の処置には多くの経験を要する。近年、歯列矯正器具の設計および作製の少なくとも一部の工程はコンピュータ化されており、そのコンピュータ・システムにより従来よりも短時間かつ正確に立案および処置することができるようになっている。例えば、個々の患者の歯列を表すデータを取得し、そのデータを用いて患者の歯列を視覚化したり、治療の任意の段階において歯列矯正の計画を診断したりすることなどが、コンピュータにより行われている。このようなコンピュータ化された手法は、例えば特表 2 0 0 5 - 5 1 6 7 2 7 号公報、特表 2 0 0 8 - 5 1 5 5 4 1 号公報、特表 2 0 1 0 - 5 3 3 0 0 8 号公報、および特表 2 0 1 4 - 5 1 2 8 9 1 号公報に記載されている。これら 4 文献の全内容は参照により本明細書に組み込まれるが、この組み込みは本明細書の開示を限定するものではない。

30

【 0 0 1 8 】

歯列矯正は一定の期間を要し、その治療期間中には必要に応じてアーチワイヤの湾曲が修正（調整）される。例えば、治療過程では、近心 - 遠心方向における位置または回転のずれ（アンギュレーションのずれ）や舌 - 頬唇方向におけるずれ（トルクのずれ）などが生じ得る。従来、歯の移動が当初の計画からずれた場合、ユーザはアーチワイヤの湾曲の少なくとも一部を修正し、修正されたアーチワイヤをブラケットに嵌めることでずれを補償してきた。この修正作業は豊富な経験と高度の技能を要し、しかも手作業で行われるので時間が掛かる。また、ずれの量およびワイヤの修正量を定量的に求めることができないため、修正を行ったワイヤを装着し、その後の歯の移動経過を検診の際に観察しながら再度ワイヤの修正を行う作業が必要となる場合もあった。本実施形態に係る歯列矯正支援システム 1 は、歯の移動の計画とのずれを適切に補償するワイヤデータの生成をコンピュータで行うことで修正作業を支援する。

40

【 0 0 1 9 】

実施形態

図 2 は、歯列矯正支援システム 1 の全体構成の一例を示す。本実施形態では、歯列矯正支援システム 1 はサーバ 1 0、1 以上のクライアント端末 2 0、データベース 3 0 を備える。サーバ 1 0 およびクライアント端末 2 0 は有線または無線のインターネットやイントラネットなどの通信ネットワーク N を介して互いにデータを送受信することができる。サ

50

サーバ１０は通信ネットワークＮを介してデータベース３０にアクセスすることができる。通信ネットワークＮの具体的な構成、すなわち装置間の具体的な接続の態様は何ら限定されない。歯列矯正支援システム１は、現実の歯列矯正器具を製造するコンピュータ・システムである製造システム４０と連携する。製造システム４０は歯列矯正支援システム１とは独立したシステムであってもよいし、歯列矯正支援システム１の一部であってもよい。

【００２０】

サーバ１０はクライアント端末２０にサービスを提供するコンピュータである。サーバ１０はクライアント端末２０からの要求に応じて処理を実行し、その要求への応答として所定のデータをクライアント端末２０に送信する。サーバ１０は１台のコンピュータで構成されてもよいし、ソフトウェアを動作させるための計算リソースを異なる複数台のコンピュータに分散する構成であってもよい。複数台のコンピュータを用いる場合には、これらのコンピュータがインターネットやイントラネットなどの通信ネットワークを介して接続されることで、論理的に一つのサーバ１０が構築される。例えば、サーバ１０はクラウドサーバまたは物理サーバであってもよい。

【００２１】

クライアント端末２０は、ユーザが利用するコンピュータである。クライアント端末２０の例として、据置型または携帯型のパーソナルコンピュータと、タブレット端末および高機能携帯電話機（スマートフォン）などの携帯端末とが挙げられるが、クライアント端末２０の具体的な種類は限定されない。クライアント端末２０はユーザによる操作に応じて所定のデータをサーバ１０に要求し、その要求に応じてサーバ１０から送られてきたデータを受信し、そのデータを表示したり記憶したりする。このような機能は例えば、ウェブブラウザ上で実行されてもよいし、専用アプリケーション・プログラムにより提供されてもよい。

【００２２】

図３は、サーバ１０またはクライアント端末２０として機能するコンピュータ１００の一般的なハードウェア構成を示す。コンピュータ１００は、オペレーティングシステムやアプリケーション・プログラムなどを実行するプロセッサ（例えばＣＰＵ）１０１と、ＲＯＭおよびＲＡＭで構成される主記憶部１０２と、ハードディスクやフラッシュメモリなどで構成される補助記憶部１０３と、ネットワークカードまたは無線通信モジュールで構成される通信制御部１０４と、キーボード、マウス、タッチパネルなどの入力装置１０５と、モニタやタッチパネルなどの出力装置１０６とを備える。当然ながら、コンピュータ１００の構成部品はコンピュータ１００の種類により異なる。例えば、据置型または携帯型のパーソナルコンピュータは一般に、入力装置１０５としてキーボードおよびマウスを備え、出力装置１０６としてモニタを備える。一方、タブレット端末および高機能携帯電話機（スマートフォン）では一般に、タッチパネルが入力装置１０５および出力装置１０６として機能する。

【００２３】

サーバ１０の各機能要素およびクライアント端末２０の各機能要素は、プロセッサ１０１または主記憶部１０２の上に所定のソフトウェア（例えば、後述するサーバ・プログラムＰ１またはクライアント・プログラムＰ２）を読み込ませてそのソフトウェアを実行させることで実現される。プロセッサ１０１はそのソフトウェアに従って、通信制御部１０４、入力装置１０５、または出力装置１０６を動作させ、主記憶部１０２または補助記憶部１０３におけるデータの読み出しおよび書き込みを行う。処理に必要なデータまたはデータベースは主記憶部１０２または補助記憶部１０３内に格納される。

【００２４】

データベース３０は、プロセッサまたは外部のコンピュータからの任意のデータ操作に対応できるようにデータ集合を記憶する機能要素または装置である。データベース３０に対するデータ操作は、例えば、抽出、追加、削除、上書きなどを含む。一般にデータベース３０はデータベース管理システムにより構築される。データベース管理システムは、リレーショナル（ＲＤＢＭＳ）、階層（ＨＤＢＭＳ）、多次元（ＭＤＢＭＳ）、オブジェク

10

20

30

40

50

ト指向（ODBMSまたはOODBMS）、またはオブジェクトリレーショナル（ORDBMS）であってもよい。

【0025】

データベース30は、患者の歯列矯正に関する治療計画データを記憶する。本実施形態では、治療計画データは、患者ID、初期歯列形状、目標歯列形状、ワイヤデータ、およびブラケットデータというデータ項目を含み、それぞれが対応付けられた状態で記憶される。患者IDは患者を一意に特定する識別子である。初期歯列形状は治療前の患者の歯列の3次元形状を示すデータである。目標歯列形状は治療後の患者の歯列（目標歯列）の3次元形状を示すデータである。ワイヤデータは歯列矯正で用いられるアーチワイヤの構成および形状を示すデータである。ブラケットデータは歯列矯正で用いられる複数のブラケットの構成、取付位置、および取付方向を示すデータである。ワイヤデータは、下歯列用のアーチワイヤと上歯列用のアーチワイヤとの少なくとも一方を示す。ブラケットデータは、下歯列用のブラケットサブセットと上歯列用のブラケットサブセットとの少なくとも一方を示す。ブラケットが患者に合わせてカスタマイズされる場合には、そのブラケットは治療中に付け替えられることなく治療終了まで使い続けられるのでブラケット一式の器具構成は一つであり、したがって、一人の患者についての治療計画データは一種類のブラケットデータを含む。これに対し、治療の段階に応じてブラケットを取り換える場合には、ブラケット一式の器具構成は段階に応じて変わるのでブラケット一式の構成は複数であり、したがって、一人の患者についての治療計画データは複数種類のブラケットデータを含む。

10

20

【0026】

初期歯列形状、目標歯列形状、ワイヤデータ、およびブラケットデータはいずれも、所定のグラフィックスソフトウェアがインストールされたコンピュータ上で描画することができる。例えば、医師または患者はそのコンピュータ・グラフィックスによる視覚的な表示により、歯列および器具に関する情報を容易に把握することができる。

【0027】

図4は、歯列矯正支援システム1の機能構成を示す。図4を参照しながらサーバ10およびクライアント端末20の機能を詳しく説明する。

【0028】

まず、クライアント端末20の機能および構成を説明する。クライアント端末20は、患者の現在の歯列（実際の歯列）を示すデータを取得したり、歯列形状をグラフィック表示したり、ユーザが入力した指示に応じて所定の処理を実行したりする。クライアント端末20は機能的構成要素としてユーザ・インタフェース21およびスキャン制御部22を備える。

30

【0029】

ユーザ・インタフェース21は、ユーザによって入力された指示およびデータの表示を実行する機能要素であり、一般に視認可能にディスプレイ装置（図示せず）の画面上に表示される。例えば、ユーザ・インタフェース21は、歯列および歯列矯正器具の少なくとも一方を視覚的に表示する領域と、その歯列または歯列矯正器具に対する操作やサーバ10への所定の指示を受け付けるためのグラフィカル・ユーザ・インタフェース（GUI）とを含む。GUIの例としてカーソル、アイコン、リストボックス、テキストボックスなどが挙げられる。当然ながら、ユーザ・インタフェース21の具体的な構成はこれらに限定されない。

40

【0030】

スキャン制御部22は、患者の実際の歯列の3次元形状を示す点群データを取得する。図5は、クライアント端末20においてその点群データを取得する構成の一例を示す。この例では、クライアント端末20は、患者200の歯列を走査することで歯列の画像を取得するスキャナ50と通信可能に接続する。クライアント端末20とスキャナ50とは有線または無線で接続される。スキャナ50の例として、スリーエム社が提供する「3M（商標） True Definition Scanner」という口腔内スキャナが挙

50

げられるが、スキャナ 50 はこれに限定されない。スキャナ 50 は、口腔内の 3 次元的な表面形状を取得できればいずれのスキャン方法を用いても良い。例えば、スキャンには任意の好適なスキャン技法、例えば、X 線撮影法、レーザースキャン、光スキャン、能動型波面サンプリング、コンピュータ断層撮影（「CT スキャン」）、超音波撮像法、および核磁気共鳴画像法（「MRI」）などを使用することができる。スキャナ 50 は歯列を撮影または走査してその画像から点群データを生成し、その点群データをクライアント端末 20 に転送してもよい。あるいは、スキャナ 50 がクライアント端末 20 に画像を送信し、スキャン制御部 22 がその画像から点群データを生成してもよい。点群データは 3 次元空間内の点群を示すデータであり、このデータを表面化处理することで、歯、歯肉、他の口腔構造、および歯列矯正器具の各表面を示す仮想歯列モデルを生成することができる。

10

【0031】

本実施形態では、患者の歯列は少なくとも 2 回の異なるタイミングで走査される。最初の走査は治療前の患者の実際の歯列を得るために実行される。この際には、スキャン制御部 22 は歯列矯正器具が取り付けられていない歯列を示す点群データを取得する。2 回目以降の走査は治療中の患者の実際の歯列を得るために実行される。この際には、スキャン制御部 22 は、少なくともブラケットが取り付けられた歯列を示す点群データを取得する。ブラケットが装着された状態の歯列をスキャンすることで、ブラケットの口腔内での位置および向きを取得することができる。また、スキャン時にブラケットを取り外す必要が無い。例えば、患者の歯の形状に合わせてカスタマイズされたブラケットの場合、治療中に取り外しが為されない場合、または、ワイヤの交換頻度と比較してブラケットの交換頻度が低い場合などであっても、歯の表面形状およびブラケットの位置を取得することができる。また、ブラケットと歯との相対的な位置関係を正確に求めることができるため、ワイヤの修正を正確に行うことが可能となる。

20

【0032】

歯列表面の点群データは、患者の歯のポジまたはネガ印象のいずれかを走査することによっても取得することができる。歯列表面は、患者の歯の模型上に接触プローブを使用することによって取得することもできる。歯列表面の点群データは、印象材を用いて患者の歯列の印象を注型成型し、この印象（模型）を走査することによって生成されてもよい。印象（模型）を走査する手法の例として、X 線透視法、レーザ走査、コンピュータ断層撮影、核磁気共鳴画像法、および超音波画像法が挙げられる。

30

【0033】

点群データは様々な目的に利用され得る。例えば、ユーザ・インタフェース 21 はその点群データをレンダリング処理することで 3 次元画像をディスプレイ装置（図示せず）に表示してもよく、これによりユーザまたは患者は患者の現在の歯列を視認することができる。スキャン制御部 22 は点群データ、患者 ID、および走査種別を含む測定データを生成し、この測定データをサーバ 10 に送信する。走査種別は歯列を走査したタイミングを示す値であり、本実施形態では、「治療前（最初の走査）」および「治療中（2 回目以降の走査）」の 2 種類であるとする。本実施形態では、走査種別が「治療中」である測定データは、アーチワイヤの修正をサーバ 10 に要求する役割も果たす。

【0034】

次にサーバ 10 について説明する。サーバ 10 は機能的構成要素として測定データ受信部 11、治療計画生成部 12、および修正部 13 を備える。修正部 13 は測定データ処理部 14（第 2 取得部）、目標データ取得部 15（第 1 取得部）、比較部 16、およびワイヤデータ生成部 17 を備える。

40

【0035】

測定データ受信部 11 は、クライアント端末 20 から測定データを受信する。測定データ受信部 11 は受信した測定データの走査種別が「治療前」である場合にはその測定データを治療計画生成部 12 に送り、走査種別が「治療中」である場合には測定データを修正部 13 に送る。

【0036】

50

治療計画生成部 12 は、治療計画データを生成する。治療計画生成部 12 は測定データに含まれる点群データを表面化処理することで初期歯列形状および目標歯列形状を生成する。初期歯列形状とは治療前の患者の歯列の 3 次元形状を示すデータであり、目標歯列形状とは治療後の患者の歯列の 3 次元形状を示すデータである。

【0037】

目標歯列形状および初期歯列形状の生成方法は限定されないが、例えば、治療計画生成部 12 は歯列のセグメンテーションという手法を用いてこれらの歯列形状を生成してもよい。歯列のセグメンテーションそのものは周知技術であるが、図 6 を参照しながら以下にその手法を要約する。図 6 は 2 種類の歯列形状を生成する手順を示す図である。治療計画生成部 12 は、歯列形状を生成するための下記各ステップを自動的にまたはユーザ入力（クライアント端末 20 での入力）に従って実行する。

10

【0038】

まず、治療計画生成部 12 は点群データを表面化処理することで歯列表面の 3 次元形状を取得する。図 6 に示す歯列表面 210 はその処理で得られる 3 次元形状の一例である。続いて、治療計画生成部 12 は歯列を歯肉および他の口腔構造とは別のオブジェクトとして分離（セグメンテーション）する。続いて、治療計画生成部 12 は、それぞれの歯を別々のオブジェクトとして独立して動かすことができるように歯列表面を個別の要素に仮想的に分離する。治療計画生成部 12 は個々の歯の境界を規定することで個々の歯を分離し、それぞれの歯を認識することで、初期歯列形状を得る。歯列の表面をセグメント化することで個々の歯を操作することが可能になる。

20

【0039】

続いて、治療計画生成部 12 はそれぞれの歯の表面について座標系を定義する。図 6 に示すように、治療計画生成部 12 は歯の咬合面に複数のランドマーク 401 を設定する。続いて、治療計画生成部 12 はそのランドマークに基づいて近心 - 遠心軸、頬唇 - 舌軸、および咬合 - 歯肉軸から成る座標系を定義する。それぞれの歯について座標系が定義されることで、初期歯列形状に対する回転、平行移動などの様々な変更が可能になる。続いて、治療計画生成部 12 はそれぞれの歯の表面に仮想的な歯根株を付加する。歯根株は、それぞれの歯の向きを隣の歯に対して視覚化する助けとなるデジタル表現である。続いて、治療計画生成部 12 は図 6 に示すように咬合面 402 および正中矢状面 403 を定義する。咬合面とは歯の咬合部を通る仮想平面であり、一般に、左大白歯上の一つの接点と、右大白歯上の一つの接点と、中央歯または側歯上の一つの接点とを含む。正中矢状面とは正中を通り歯列を左半分と右半分に分ける仮想平面である。

30

【0040】

続いて、治療計画生成部 12 はそれぞれの歯の表面の位置および向きを調整して、歯列矯正の対象となる顎（上顎および下顎の少なくとも一方）のアーチフォームのそれぞれに各歯表面を配置する。治療計画生成部 12 は、歯列矯正における公知の指針、処方、および規則に基づくアルゴリズムに従って各歯表面を配置する。治療計画生成部 12 は個々の歯についてトルク、アンギュレーション、ローテーション、近心 - 遠心方向における位置、咬合 - 歯肉方向における位置、および頬唇 - 舌方向における位置を調整する。治療計画生成部 12 は、隣接し合う歯が衝突しないように、かつ適切な咬合（上顎歯列と下顎歯列との間の適切な対応）が実現するようにその調整を実行する。続いて、治療計画生成部 12 は各歯列表面を調整することで所望の咬合を設定する。治療計画生成部 12 は、例えばアーチフォームと、上顎および下顎の間の歯列の長さの関係と、個々の歯の座標系（すなわち、それぞれの歯の位置および向き）と、歯の大きさおよび形状とを考慮してこの調整を実行する。さらに、治療計画生成部 12 は歯列の咬合（顎関節および顎の動き）をシミュレートし、上顎と下顎との間の歯列の衝突をより精密に調整し、これにより目標歯列形状を得る。図 6 は初期歯列形状 210 に対してアーチフォーム 230 を適用して目標歯列形状 220 を得た例を示す。

40

【0041】

続いて、治療計画生成部 12 は目標歯列形状に基づいてアーチワイヤの寸法（長さおよ

50

び径)および形状を設定する。設定されるアーチワイヤの形状は一平面内においてU字状である。治療計画生成部12はアーチワイヤを個々の歯に対応する複数のセグメントに分割し、各セグメントについてその寸法および形状を決定する。個々のセグメントは任意の幾何学的関係で表すことが可能である。例えば、セグメントはラインおよびポリラインなどの線形幾何学的関係で表されてもよいし、円曲線、放物曲線、楕円曲線、カテナリ曲線などの非線形幾何学的関係で表されてもよい。あるいは、セグメントはパラメトリック3次曲線セグメント、3次スプラインなどのより高次の幾何学的関係で表されてもよい。治療計画生成部12は設計した個々のセグメントを連結することで、アーチワイヤの全体を示すワイヤデータを生成する。治療計画生成部12はセグメント同士を連結する際に連結点を平滑化してもよい。

10

【0042】

続いて、治療計画生成部12は初期歯列形状、目標歯列形状、およびアーチワイヤ形状に基づいて個々のブラケットの形状および取付位置を決定する。上述したように、個々のブラケットの形状および取付位置は、目標歯列形状においてアーチワイヤが一平面内で湾曲するように決定される。治療計画生成部12は、ブラケット基部(パッド)の形状および寸法を対応の歯表面に基づいて決定し、スロットを含むブラケット本体の形状および寸法を初期歯列形状、目標歯列形状、およびアーチワイヤ形状のうちの少なくとも一つに基づいて決定する。治療計画生成部12はブラケット本体のライブラリ(予め用意された様々なデザインのブラケット本体を記憶するデータベース)からそれぞれの歯に合ったブラケット本体を読み出してもよい。治療計画生成部12はそれぞれの歯について、ブラケット基部(パッド)とブラケット本体とを結合することで、その歯に接着するブラケットを導出する。この結果、ブラケットデータが得られる。

20

【0043】

エッジワイズ法で考慮されるイン・アウト関係、トルク、アンギュレーション、およびローテーションというパラメータはワイヤデータまたはブラケットデータに埋め込まれる。

【0044】

治療計画生成部12は、上述した一連の処理で求めた目標歯列形状、目標歯列形状、ワイヤデータ、およびブラケットデータを患者IDと関連付けることで治療計画データを生成し、その治療計画データをデータベース30に格納する。

30

【0045】

さらに、治療計画生成部12は製造システム40に治療計画データを送信する。製造システム40はその治療計画データに基づいて、ブラケットが埋め込まれたインダイレクト・ボンディング・トレイとアーチワイヤとを作製する。製造システム40を構成する装置の例としてフライス加工システム、立体リソグラフィシステム、3次元プリンタ、および6軸ロボットが挙げられるが、これらに限定されない。作製された歯列矯正器具は患者に装着される。

【0046】

図7は、視覚化されたワイヤデータの一例、あるいは作製されたアーチワイヤ302の一例を示す。このアーチワイヤ302は平面404内で湾曲している。この形状はアーチワイヤ302に外力が加わっていない状態を示し、また、患者の歯列が目標歯列になった際(すなわち治療終了時)の状態を示す。不正咬合がある歯列にこのアーチワイヤ302を適用するとアーチワイヤ302は不正咬合により変形する。

40

【0047】

図8は、視覚化されたブラケットの一例、あるいは作製されたブラケット301の一例を示す。なお、理解を容易にするために、図8では歯列210と共に複数のブラケット301を示している。アーチワイヤ302は個々のブラケット301のスロットに嵌められる。

【0048】

修正部13は、アーチワイヤを修正する機能要素であり、サーバ10の特徴的な機能を

50

担う。以下に、修正部 13 を構成する各機能要素について詳しく説明する。

【0049】

測定データ処理部 14 は、複数のブラケットが装着された患者の実際の歯列を走査することで得られた測定データを取得する。測定データ（点群データ）が入力されると、測定データ処理部 14 は治療計画生成部 12 と同様に点群データを処理することで、患者の現在のブラケットが装着された状態での歯列形状を得る。すなわち、測定データ処理部 14 は点群データを表面化処理することで、ブラケットが装着された状態での歯列表面の 3 次元形状を取得する。続いて、測定データ処理部 14 はブラケットが装着された状態での歯列表面の 3 次元形状を歯列、歯肉、他の口腔構造、および複数のブラケットに仮想的に分離する。続いて、測定データ処理部 14 は、歯列表面を個別の要素に仮想的に分離する。続いて、測定データ処理部 14 はセグメント化された各ブラケットの位置および向きを求める。この計算の精度を高めるために、測定データ処理部 14 は後述する目標データで示されるブラケットの 3 次元形状を参照して、目標データで示されるブラケットの形状とのマッチング誤差が最小になる実際のブラケットの位置および向きを求めてもよい。測定データ処理部 14 はブラケットの位置および向きだけでなく、各ブラケットのスロットの位置および向きを求めてもよい。測定データ処理部 14 は処理した測定データを比較部 16 に出力する。

10

【0050】

目標データ取得部 15 は、目標歯列形状をデータベース 30 から読み出す。目標データ取得部 15 はクライアント端末 20 から受信した測定データに含まれる患者 ID に対応する治療計画データをデータベース 30 から読み出す。続いて、目標データ取得部 15 はその治療計画データに含まれる目標歯列形状およびブラケットデータを用いて、複数のブラケットが装着された患者の歯列の目標（目標歯列）を示す目標データを生成する。目標データ取得部 15 はその目標データを比較部 16 に出力する。

20

【0051】

比較部 16 は目標データと比較データを比較することで両データの差分を求める。比較部 16 は目標データで示される個々のブラケットの位置および向きと、比較データで示される個々のブラケットの位置および向きとを比較することで、それぞれのブラケットについて目標の位置および向きと現在の位置および向きとの差分を求める。比較部 16 は個々のブラケットについての差分をワイヤデータ生成部 17 に出力する。

30

【0052】

ワイヤデータ生成部 17 は、目標データと比較データの差分に基づいてアーチワイヤの形状を修正し、該修正された形状を示すワイヤデータを生成する。ワイヤデータ生成部 17 はその差分の値にかかわらず常にそのワイヤデータを生成してもよいし、差分が所定の閾値より大きい場合にのみそのワイヤデータを生成してもよい。ワイヤデータを生成するか否かを判定する場合には、ワイヤデータ生成部 17 は、所定の個数以上（例えば、1 以上、2 以上、3 以上など）のブラケットについて差分が所定の閾値より大きい場合にワイヤデータを生成してもよい。

【0053】

ワイヤデータを修正する場合には、ワイヤデータ生成部 17 は患者 ID に対応するワイヤデータをデータベース 30 から読み出す。ワイヤデータ生成部 17 は目標データと比較データとの間の個々のブラケットについての差分に基づいて、ワイヤデータで示されるアーチワイヤの形状を修正し、修正されたアーチワイヤを示す新たなワイヤデータを生成する。上述したように、ワイヤデータで示されるアーチワイヤは、個々のブラケットに対応する複数のセグメントに分かれている。ワイヤデータ生成部 17 はそのセグメント毎にアーチワイヤの形状を修正する。

40

【0054】

セグメントの識別子を i とし、アーチワイヤの i 番目のセグメントに関する位置の情報を以下のように定義する。

・ $X(\text{position}, i)$: i 番目のセグメントの新たな位置を示すベクトル情報。

50

この位置の定義は限定されず、例えばセグメントの重心位置または平均位置でもよいし、他の所定の位置でもよい。

・ $X(ini_position, i)$: i 番目のセグメントの修正前の位置を示すベクトル情報。

・ $\Delta b(position, i)$: 目標データと測定データとの間の位置の差分。

このとき、 i 番目のセグメントの新たな位置は下記式 (1) で得られる。

【数 1】

$$X(position, i) = X(ini_position, i) + \alpha_i(\Delta b(position, i)) \quad \dots(1)$$

10

ここで、 α_i は、差分が生じている方向と逆の方向を示し、かつ差分が大きいほど大きな絶対値を返す関数である。

【0055】

したがって、例えばある一つのセグメントに対応する歯が予定よりも所望の方向に動いていない場合には、該セグメントはその歯を該所望の方向により積極的に動かすように修正される。これは、該セグメントを所望の方向に向かってさらに湾曲させるようにアーチワイヤを修正することを意味する。これに対し、ある一つのセグメントに対応する歯が所望の方向に予定よりも多く動いている場合には、該セグメントはその歯の移動を抑えるように修正される。これは、該セグメントの湾曲の度合いを下げるか、または該セグメントを所望の方向とは反対の方向に向かって湾曲させるようにアーチワイヤを修正することを

20

【0056】

トルク、アンギュレーション、およびローテーションについても、以下のように、位置と同様の手法で修正することができる。

【0057】

i 番目のセグメントに関するトルクの情報を以下のように定義する。

・ $\Theta(torque, i)$: i 番目のセグメントの新たなトルク。

・ $\Theta(ini_torque, i)$: i 番目のセグメントの修正前のトルク。

・ $\Delta b(torque, i)$: 目標データと測定データとの間のトルクの差分。

このとき、 i 番目のセグメントの新たなトルクは下記式 (2) で得られる。

30

【数 2】

$$\Theta(torque, i) = \Theta(ini_torque, i) + \beta_i(\Delta b(torque, i)) \quad \dots(2)$$

ここで、 β_i は、差分が生じている方向と逆の方向を示し、かつ差分が大きいほど大きな絶対値を返す関数である。

【0058】

したがって、例えばある一つのセグメントに対応する歯が舌 - 頬唇方向において予定よりも所望の方向に傾いていない場合には、該セグメントはその歯を該所望の方向により積極的に傾けるように修正される。これは、該セグメントを所望の方向に向かってさらにねじるようにアーチワイヤを修正することを意味する。これに対し、ある一つのセグメントに対応する歯が舌 - 頬唇方向において所望の方向に予定よりも大きく傾いている場合には、該セグメントはその歯の傾きを抑えるように修正される。これは、該セグメントのねじりの度合いを下げるか、または該セグメントを所望の方向とは反対の方向に向かってねじるようにアーチワイヤを修正することを意味する。

40

【0059】

i 番目のセグメントに関するアンギュレーションの情報を以下のように定義する。

・ $\Theta(angulation, i)$: i 番目のセグメントの新たなアンギュレーション。

・ $\Theta(ini_angulation, i)$: i 番目のセグメントの修正前のアンギュレーション。

50

・ $\Delta b(\text{angulation}, i)$: 目標データと測定データとの間のアンギュレーションの差分。

このとき、 i 番目のセグメントの新たなアンギュレーションは下記式 (3) で得られる。

【数 3】

$$\Theta(\text{angulation}, i) = \Theta(\text{ini_angulation}, i) + \gamma_i(\Delta b(\text{angulation}, i)) \quad \dots(3)$$

ここで、 γ_i は、差分が生じている方向と逆の方向を示し、かつ差分が大きいほど大きな絶対値を返す関数である。

【0060】

10

したがって、例えばある一つのセグメントに対応する歯が近心 - 遠心方向において予定よりも所望の方向に傾いていない場合には、該セグメントはその歯を該所望の方向により積極的に傾けるように修正される。これは、該セグメントを所望の方向に向かってさらにねじるか湾曲させるようにアーチワイヤを修正することを意味する。これに対し、ある一つのセグメントに対応する歯が近心 - 遠心方向において所望の方向に予定よりも大きく傾いている場合には、該セグメントはその歯の傾きを抑えるように修正される。これは、該セグメントのねじりまたは湾曲の度合いを下げるか、または該セグメントを所望の方向とは反対の方向に向かってねじるか湾曲させるようにアーチワイヤを修正することを意味する。

【0061】

20

i 番目のセグメントに関するローテーションの情報を以下のように定義する。

・ $\Theta(\text{rotation}, i)$: i 番目のセグメントの新たなローテーション。

・ $\Theta(\text{ini_rotation}, i)$: i 番目のセグメントの修正前のローテーション。

。

・ $\Delta b(\text{rotation}, i)$: 目標データと測定データとの間のローテーションの差分。

このとき、 i 番目のセグメントの新たなローテーションは下記式 (4) で得られる。

【数 4】

$$\Theta(\text{rotation}, i) = \Theta(\text{ini_rotation}, i) + \eta_i(\Delta b(\text{rotation}, i)) \quad \dots(4)$$

30

ここで、 η_i は、差分が生じている方向と逆の方向を示し、かつ差分が大きいほど大きな絶対値を返す関数である。

【0062】

したがって、例えばある一つのセグメントに対応する歯が、咬合面と直交する軸周りに予定よりも所望の方向に回転していない場合には、該セグメントはその歯を該所望の方向により積極的に回すように修正される。これは、該セグメントを所望の方向に向かってさらにねじるか湾曲させるようにアーチワイヤを修正することを意味する。これに対し、ある一つのセグメントに対応する歯が、咬合面と直交する軸周りに予定よりも大きく回転している場合には、該セグメントはその歯の回転を抑えるように修正される。これは、該セグメントのねじりまたは湾曲の度合いを下げるか、または該セグメントを所望の方向とは反対の方向に向かってねじるか湾曲させるようにアーチワイヤを修正することを意味する。

40

【0063】

上記式 (1) ~ (4) に基づく修正は、差分と対抗する方向にアーチワイヤを変形させることを意味する。すなわち、ワイヤデータ生成部 17 は、アーチワイヤの個々のセグメントについて、その位置、トルク、アンギュレーション、およびローテーションの少なくとも一つに基づいて、差分と対抗する方向を決定し、その方向にアーチワイヤを変形させる。

【0064】

50

ワイヤデータ生成部 17 は、生成したワイヤデータを、対応する患者 ID の治療計画データに追加し、データベース 30 に格納する。

【0065】

また、ワイヤデータ生成部 17 はワイヤデータを製造システム 40 に送信する。製造システム 40 はそのワイヤデータに従って、修正されたアーチワイヤを製造することができる。製造システム 40 はワイヤデータの修正版を新たに作製してもよいし、既存のワイヤデータを変形させることで修正版を得てもよい。ユーザは修正されたアーチワイヤを患者に取り付ける。この再調整により、患者の歯列矯正をより早期に終わらせることが期待できる。

【0066】

図 9 は、アーチワイヤの修正処理の一例を示すフローチャートである。図 9 を参照しながら、歯列矯正支援システム 1 の動作を説明するとともに本実施形態に係る歯列矯正支援方法について説明する。特に、歯列矯正支援システム 1 の特徴の一つであるアーチワイヤの修正について説明する。

【0067】

まず、目標データ取得部 15 がクライアント端末 20 からの要求に応じて目標データを取得する（ステップ S 11、第 1 取得ステップ）、目標データ取得部 15 はその要求で示される患者 ID に対応する目標歯列形状およびブラケットデータをデータベース 30 から読み出し、これらのデータを用いて目標データを生成する。目標データは、個々の歯にブラケットが装着された患者の歯列の目標を示す。また、測定データ受信部 11 がクライアント端末 20 から点群データを受信し、測定データ処理部 14 がその点群データを処理して測定データを取得する（ステップ S 12、第 2 取得ステップ）。測定データは、複数のブラケットが装着された患者の実際の歯列を示す。続いて、比較部 16 が目標データと測定データとを比較して両データの差分を求める（ステップ S 13、比較ステップ）。

【0068】

続いて、ワイヤデータ生成部 17 がアーチワイヤの修正が必要か否かを判定する（ステップ S 14）。例えば、ワイヤデータ生成部 17 は差分が所定の閾値より大きい場合に修正が必要と判定してもよい。アーチワイヤを修正すると判定した場合には（ステップ S 14 において YES）、ワイヤデータ生成部 17 はステップ S 13 で求めた差分に基づいて、アーチワイヤの修正された形状を示す新たなワイヤデータを生成する（ステップ S 15、修正ステップ）。そして、ワイヤデータ生成部 17 はステップ S 15 で求めたワイヤデータを出力する（ステップ S 16、出力ステップ）。例えば、ワイヤデータ生成部 17 はステップ S 15 で求めたワイヤデータをデータベース 30 に格納したり製造システム 40 に送信したりする。

【0069】

なお、ワイヤデータ生成部 17 はアーチワイヤの修正の必要性を判定することなく、常にアーチワイヤの修正およびワイヤデータの生成を実行してもよい。すなわち、ステップ S 14 は省略可能である。

【0070】

図 10 は歯列矯正支援プログラム P の構成を示す図である。以下、図 10 を参照しながら、歯列矯正支援システム 1 を実現するための歯列矯正支援プログラム P を説明する。

【0071】

歯列矯正支援プログラム P は、コンピュータをサーバ 10 として機能させるためのサーバ・プログラム P 1 と、コンピュータをクライアント端末 20 として機能させるためのクライアント・プログラム P 2 とを含む。

【0072】

サーバ・プログラム P 1 はメインモジュール P 10、測定データ受信モジュール P 11、治療計画生成モジュール P 12、および修正モジュール P 13 を含む。修正モジュール P 13 は測定データ処理モジュール P 14、目標データ取得モジュール P 15、比較モジュール P 16、およびワイヤデータ生成モジュール P 17 を含む。メインモジュール P 1

10

20

30

40

50

0 は、サーバ 10 での処理を統括的に管理する部分である。測定データ受信モジュール P 11、治療計画生成モジュール P 12、修正モジュール P 13、測定データ処理モジュール P 14、目標データ取得モジュール P 15、比較モジュール P 16、およびワイヤデータ生成モジュール P 17 を実行することで、測定データ受信部 11、治療計画生成部 12、修正部 13、測定データ処理部 14、目標データ取得部 15、比較部 16、およびワイヤデータ生成部 17 が実現する。

【0073】

クライアント・プログラム P2 はメインモジュール P20、ユーザ・インタフェース・モジュール P21、およびスキャン制御モジュール P22 を含む。メインモジュール P20 は、クライアント端末 20 での処理を統括的に管理する部分である。ユーザ・インタフェース・モジュール P21 およびスキャン制御モジュール P22 を実行することで、ユーザ・インタフェース 21 およびスキャン制御部 22 が実現する。

10

【0074】

歯列矯正支援プログラム P は、例えば、CD-ROM や DVD-ROM、半導体メモリなどの有形の記録媒体に固定的に記録された上で提供されてもよい。あるいは、歯列矯正支援プログラム P は、搬送波に重畳されたデータ信号として通信ネットワークを介して提供されてもよい。サーバ・プログラム P1 およびクライアント・プログラム P2 は一緒に提供されてもよいし、別々に提供されてもよい。

【0075】

以上説明したように、本実施形態の歯列矯正支援システムによれば、患者にとって理想の歯列である目標歯列を示す目標データと、現実の患者の歯列（治療中の歯列）を示す測定データとの差分が得られ、差分に基づいて、アーチワイヤの修正された形状を示すワイヤデータが生成される。この一連の処理により、それまでよりもさらに適切なアーチワイヤの形状が得られる。そのため、例えば生成されたワイヤデータは、ワイヤの曲げ加工を行う加工装置に送られ、ワイヤデータに基づいて、人手を介することなく正確なアーチワイヤを作製することができる。また、ブラケットが装着された状態で歯列をスキャンすることが可能なため、ブラケットの口腔内での位置および向きを正確に求めることができる、また、ワイヤを正確に修正することができる。

20

【0076】

実施形態の歯列矯正支援システムによれば、ワイヤデータで示されるアーチワイヤが、複数のブラケットに対応する複数のセグメントに分割され、生成ステップにおいて、セグメント毎にアーチワイヤの形状を修正してもよい。アーチワイヤをセグメント化してセグメント毎に修正することで、アーチワイヤの所望の形状をより正確に得ることができる。

30

【0077】

実施形態の歯列矯正支援システムによれば、生成ステップにおいて、差分と対抗する方向にアーチワイヤを変形させることでアーチワイヤの形状を修正してもよい。このようにアーチワイヤを変形させることで、目標歯列と現実の歯列との乖離を早期に解消することが期待できる。

【0078】

実施形態の歯列矯正支援システムによれば、生成ステップにおいて、差分と対抗する方向を、アーチワイヤの位置、トルク、アンギュレーション、およびローテーションの少なくとも一つに基づいて決定してもよい。これらの要素を考慮することでアーチワイヤの所望の形状をより正確に得ることができる。

40

【0079】

比較部は、例えば、さらに歯列とブラケットとの相対的な位置関係为目标データと測定データとの間で比較してもよい。相対的な位置関係を比較した結果、目標データと測定データとの間の相対的な位置関係の差分が所定の閾値より大きい場合、ブラケットの再装着を促すメッセージをユーザに向けて提示してもよい。ここで、「再装着」とはブラケットを歯に取り付ける位置を変更することをいう。そのメッセージは、再装着が推奨されるブラケットを特定するための情報（例えば、ブラケットの形状もしくは位置、または装着さ

50

れている歯の種類もしくは番号)を含んでもよい。比較部はそのメッセージをクライアント端末に表示し、クライアント端末がそのメッセージを表示してもよい。例えば、クライアント端末は、そのメッセージを歯列およびブラケットの3次元グラフィックスとして表示してもよい。例えば、クライアント端末は、音でユーザに再装着を促してもよい。閾値は、装着される歯の種類や治療の段階毎に異なる値であってもよい。

【0080】

すなわち、本変形例の歯列矯正支援システムによれば、比較ステップにおいて、差分が所定の閾値より大きい場合にブラケットの再装着をユーザに促すメッセージを出力してもよい。

【0081】

上記の各実施形態では、ブラケットの位置に基づいてワイヤを修正する例について述べたが、同様にバカルチューブの位置に基づいてワイヤを修正する構成であってもよい。

【0082】

上記実施形態では歯列矯正支援システム1はクライアント・サーバ・システムであるが、システム構成はこれに限定されない。例えば、1台のコンピュータがサーバ10およびクライアント端末20の双方の機能を備えてもよいし、サーバ10、クライアント端末20、およびデータベース30の機能を備えてもよい。

【0083】

少なくとも一つのプロセッサにより実行される歯列矯正支援方法の処理手順は上記実施形態での例に限定されない。例えば、上述したステップ(処理)の一部が省略されてもよいし、別の順序で各ステップが実行されてもよい。また、上述したステップのうちの任意の2以上のステップが組み合わされてもよいし、ステップの一部が修正又は削除されてもよい。あるいは、上記の各ステップに加えて他のステップが実行されてもよい。

【0084】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0085】

1...歯列矯正支援システム、10...サーバ、11...測定データ受信部、12...治療計画生成部、13...修正部、14...測定データ処理部、15...目標データ取得部、16...比較部、17...ワイヤデータ生成部、20...クライアント端末、21...ユーザ・インタフェース、22...スキャン制御部、30...データベース、40...製造システム、50...スキャナ、P...歯列矯正支援プログラム、P1...サーバ・プログラム、P10...メインモジュール、P11...測定データ受信モジュール、P12...治療計画生成モジュール、P13...修正モジュール、P14...測定データ処理モジュール、P15...目標データ取得モジュール、P16...比較モジュール、P17...ワイヤデータ生成モジュール、P2...クライアント・プログラム、P20...メインモジュール、P21...ユーザ・インタフェース・モジュール、P22...スキャン制御モジュール。

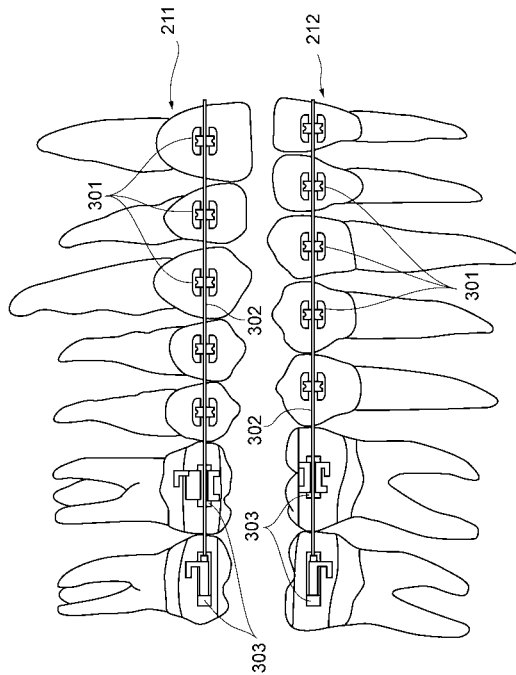
10

20

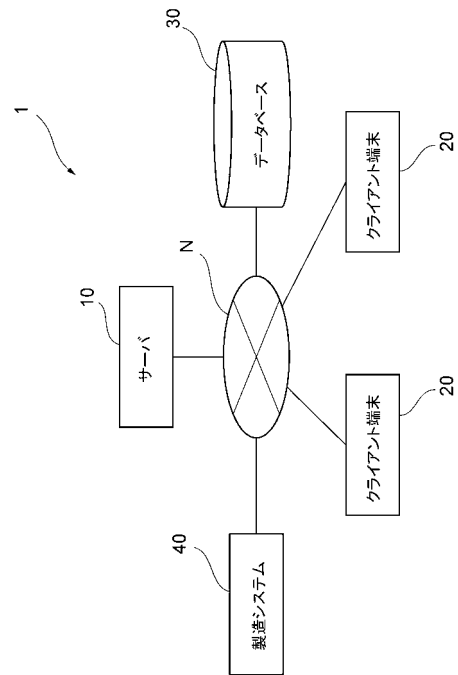
30

40

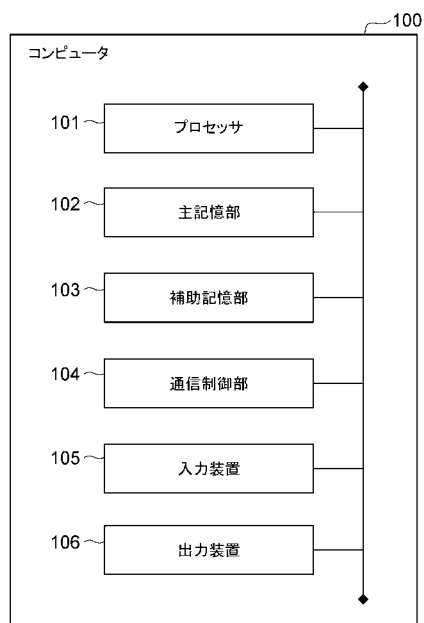
【図 1】



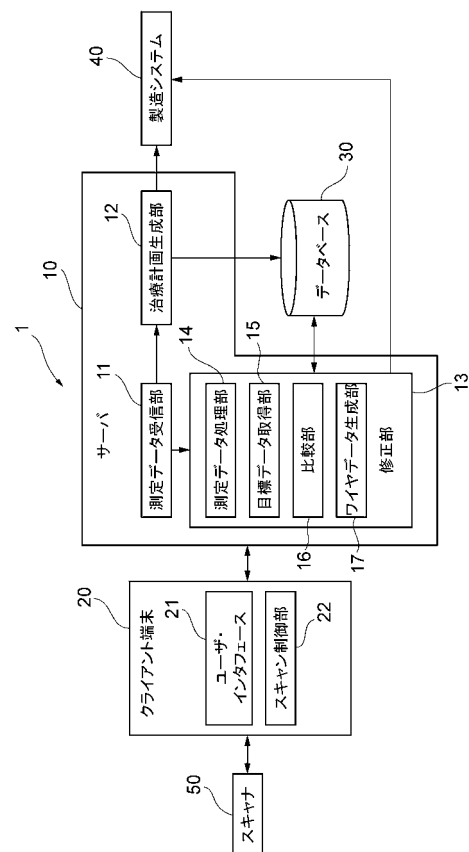
【図 2】



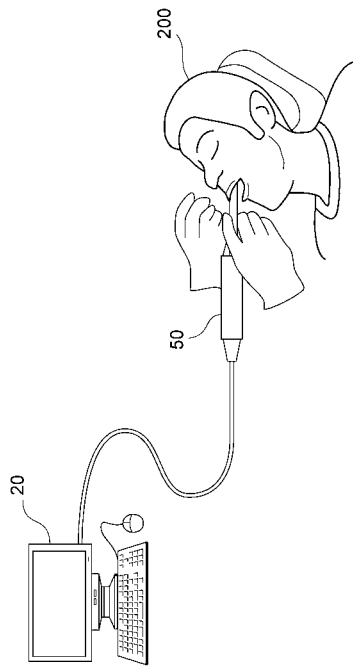
【図 3】



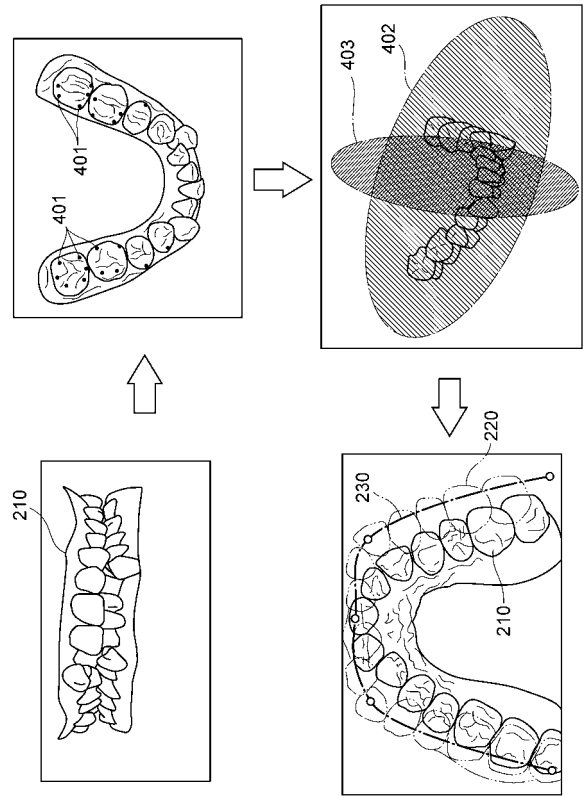
【図 4】



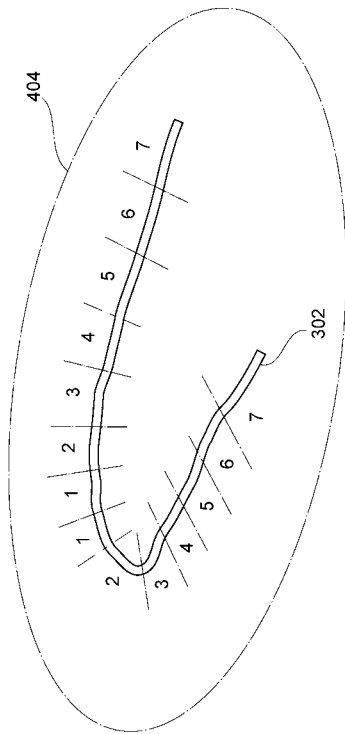
【図 5】



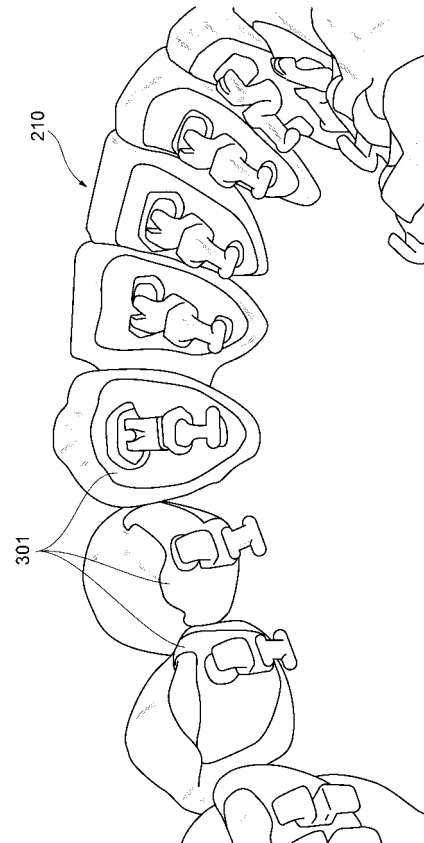
【図 6】



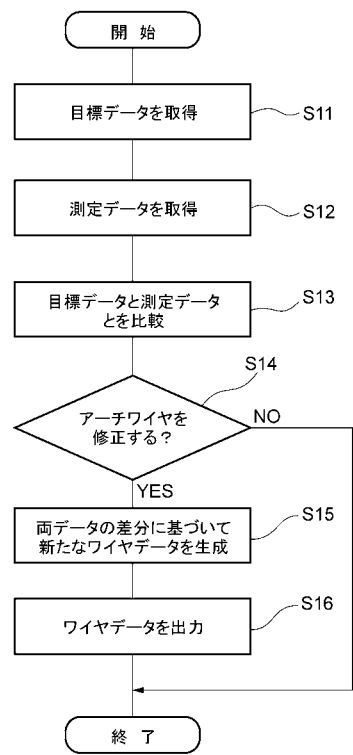
【図 7】



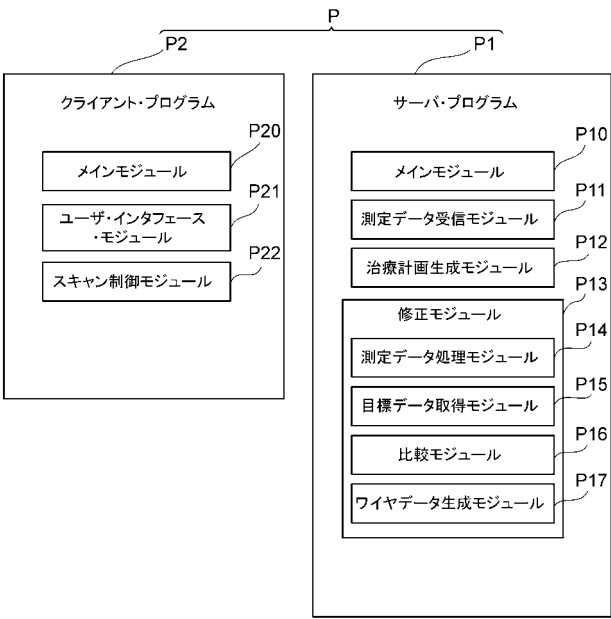
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(74)代理人 100144440

弁理士 保坂 一之

(72)発明者 熊本 園子

東京都品川区北品川6丁目7番29号 スリーエム ジャパン株式会社内

(72)発明者 田島 健一

神奈川県相模原市中央区南橋本3丁目8-8 スリーエム ジャパン株式会社内

Fターム(参考) 4C052 AA20 JJ02 JJ10