

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 坂上 勇太
学位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博 (工) 第 510 号
学位授与の日付 令和3年3月23日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 コーンビーム CT 画像を用いた三次元歯軸および歯列の解析に関する研究

論文審査委員 主査 教授・田邊 裕治
副査 教授・新田 勇
副査 教授・平元 和彦
副査 教授・小林 公一
副査 教授・坂本 信

博士論文の要旨

歯の長軸を示す歯軸は基本的な歯の形態的基準軸であるが、従来からの決定方法では、「歯頸部付近に重点を置き、歯の中央部を縦に通る直線を歯軸とする」という概念的な定義であり、歯科医師の目視で手動によって求められてきた。歯の三次元的形状から計算的に求める自動歯軸に関する研究は極めて少なく、臨床で使用されているコーンビーム CT (以下、CBCT) により、主成分分析法から歯軸を求めた生体内研究他、数例があげられるのみである。また、一般の矯正治療等の歯科臨床では、二次元 X 線画像を用いた歯軸が多く用いられているのが現状である。

一方、歯の配列を示す歯列は通常歯列弓といわれ、口腔横断面内において、切歯の切縁、犬歯の尖頭、そして臼歯の頬側咬頭の尖頭を通る平面内の曲線と定義されている。現在の歯列弓の求め方は、口腔内模型をキャストにより作製し、その後レーザーキャナを用いて歯の歯冠表面の特徴点を測定する方法等があるが、これらの方法では横断面内における歯列を二次元的に表現しており、横断面外に位置する歯軸の情報が含まれない。さらに、この種の測定法では検者間誤差が生じやすく、上下顎歯の位置関係を正確に知ることはできないという欠点もある。

本論文は、CBCT 画像を用いて検者に依存しない三次元歯軸や歯列を求める新たな手法を提案し、その適用例を示すことで本法の有用性について明らかにすることを主な目的としている。

本論文は全 6 章から構成されている。

第 1 章「緒論」では本研究の十分に考察するために必要な歯軸および歯列の基礎的な知識、背景、意義および目的を述べている。そして、歯軸と歯列を計算的に求めた研究例は極めて少なく、本研究の意義が高いことを示している。

第 2 章「前歯部の三次元歯軸の決定法」では、成人 5 名の生体内 CBCT 画像から得られた中切歯、側切歯、犬歯の合計 60 本の前歯部の歯を対象に、主成分分析法を用いて三次元歯軸を自動決定した結果を示すと同時に、検者 3 名による目視による手動歯軸との比較を行っている。そして、三次元自動歯軸決定法の特徴および有用性等について明らかにしている。

第 3 章「ワールド座標系を用いた前歯部の三次元歯軸および歯列決定法」では、CBCT 画像から三次元再構成した上下顎骨の特徴点から口腔内にワールド座標系を構築し、上下顎前歯の歯軸と歯列の三次元絶対位置を自動的に求める新たな手法を提案している。成人 6 名の CBCT 画像を用いた三次元歯軸と歯列の解析結果を示し、座標系の再現性の精度等について明らかにしている。

第 4 章「三次元歯列曲線の解析」では、CBCT 画像から三次元再構成した上下顎骨からのワールド座標系に基づいた三次元歯列曲線を求めている。成人 8 名の三次元歯モデルより三次元形状重心を求め、歯の形状重心による三次元歯列を表現する手法を提案している。

第 5 章「三次元歯軸の解析」では、成人 10 名の生体内 CBCT 画像から第三大臼歯を除く 28 本の歯に対し主成分分析法で求めた三次元歯軸を歯列とともに示す表現手法について検討し、従来からの歯軸の傾向と比較して本法の有用性等について明らかにしている。

第 6 章は本論文の結論であり、得られた結果を総括するとともに、今後の展望について述べている。

以上、本論文では CBCT 再構築画像から歯軸と歯列の三次元位置を標定する工学的方法を展開しており、前歯部および一部大臼歯を除いた全歯に適用して、その有用性を示している。すなわち、歯科診療への統一基準の導入に道を拓くものともなっており、工学の新たな成果の取得およびその臨床応用において有用な結果を得ている。

審査結果の要旨

本論文は、歯科臨床で用いられている CBCT 再構築画像から、歯軸と歯列の三次元位置を標定するという歯科バイオメカニクス研究である。

本論文では、主成分分析手法による歯軸の自動決定、明確な解剖学的参照点に基づくワールド座標系構築による歯軸や歯列の絶対位置同定、三次元曲線による歯列の表現、そして歯軸と歯列の同時表現法について、測定と解析を展開している。その独創性は、これまで専ら臨床医個々の主観や目測によって行われてきた歯軸の決定を工学的手法によって客観的かつ定量的に算出したこと、さらにはその結果から全歯の配列を数学的に表現したことである。そして前歯部および一部大臼歯を除いた全歯に適用して、その有用性を示している。これらの結果は同一基準による歯軸や歯列の三次元位置決定に道を拓くことになり、歯科矯正などを代表として診断、治療計画の立案、治療効果の判定に大きく貢献することが期待される。

以上のように、本論文は、工学的手法の積極的導入によって歯軸や歯列の三次元位置評定を客観的かつ定量的に初めて行ったものであり、歯科診療における統一基準の導入に道を拓き、臨床の観点でも意義ある知見を得ている。すなわち、得られた成果は歯科バイオメカニクスの発展に貢献するところが大きい。

よって、本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると認定した。