

矯正歯科治療後の三次元顔形態を予測する人工知能(AI)システムの開発



1. 概要

近年、深層学習の応用範囲が広がり、医療分野においても、過去のデータベースから様々な推論が可能となりつつある。現在、矯正歯科治療の分野でも治療前後の三次元顔画像等のデータの蓄積が行われているが、大量の情報を有するためにその情報の活用が進んでいないのが現状である。我々の研究チームは、これまでいくつかの医療課題への深層学習の応用を行い、さらに三次元形態を効率よく表現した相同モデルの活用が深層学習の応用に有用であることを確認してきた。

そこで、本研究では、深層学習と相同モデル化を組み合わせることで顔の三次元画像に解析することで、これまで不可能であった「矯正歯科治療前の情報から治療後の三次元顔形態を予測する」ことを目的とした。これにより、過去に困難であった治療前の情報から治療後の顔の三次元形態を視覚化して患者に提供することが可能となり、客観的な証拠に基づいた医療および個々の患者に特化した医療の提供が可能になることを期待する。

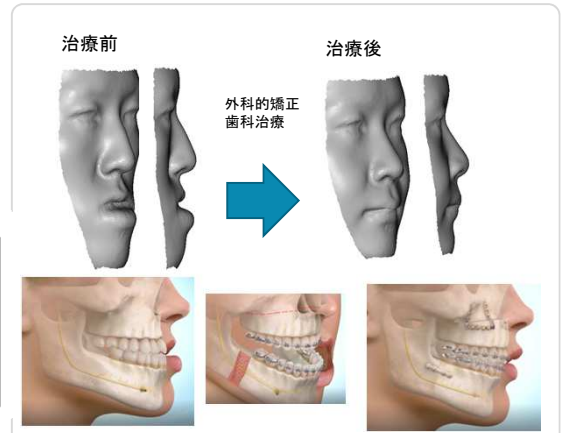
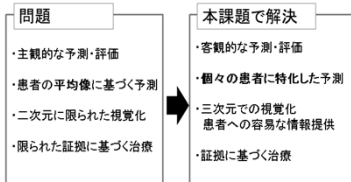


図1 外科的矯正治療の概要

2. 研究の意義

ひとの顔は相互の社会的コミュニケーションを適切に行う上で重要な機能を果たしている。顎顔面部の形成異常や顎変形症に由来する顔の形態的な歪みがある場合、個人にとって重大な社会心理学的な不適応という問題を引き起こすことが考えられる。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は、重要な治療目標のひとつとみなされている。不正咬合を有する患者の治療計画を立てる場合には、抜歯か非抜歯のいずれが治療方法として適切か、またカムフラージュ治療か外科手術を伴う治療のいずれが治療方法として適切かを判断する上で、軟組織顔の形を評価し、その情報を従来の診断資料に組み込んで治療予測を行うことは不可欠である。しかしながら、診断・予測は専門医の長年の経験によって獲得した知識をもとに行われることが多い。矯正歯科分野における顔の予測についても、これまで専門医の経験をもとに主観的に行われてきた。現在、矯正歯科治療後の顔の軟組織の形態予測を行う機能をもつとされる市販のソフトウェアで用いられているアルゴリズムも、二次元での可視化を行うものであり、さらにそのアルゴリズムの多くは、硬組織と軟組織の移動量が比例関係を有するとの誤った前提に立つものである。治療後の顔の形を、深層学習を応用して客観的に予測し、三次元にて視覚化することが可能になれば、個々の患者に特化した「証拠に基づく」高品質な医療を提供する上で大きな意義を有する。

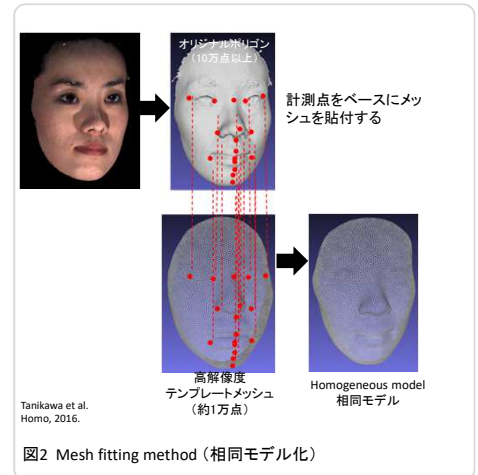


図2 Mesh fitting method (相同モデル化)

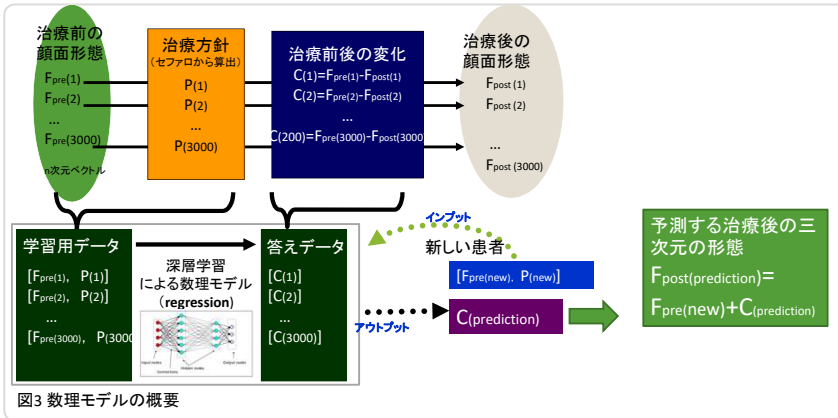


図3 数理モデルの概要

3. 方法

外科的矯正歯科治療(図1)を行った成人患者の治療前後の三次元顔面画像およびセファロ画像を資料として、顔面を構成する座標値群と解剖学的特徴点の位置情報を蓄積した。すべての三次元顔面画像に対し、顔の相同モデルFpre, Fpost(図2)を生成した上で、顔の治療による形態変化を表すベクトル群Cを抽出した。また、セファロ画像より上顎切歯、下顎切歯、下顎下縁平面の角度変化などの治療方針を表す特徴ベクトルPを求めた。新たに入力された特徴ベクトル[Fpre(new), P(new)]からC(prediction)を算出するようなニューラルネットワークを生成した。算出されたC(prediction)を治療前の顔の相同モデルFpre(new)に加算することで、治療前の三次元顔形態から治療後の三次元顔形態Fpost(prediction)を予測するシステムを構築した。Fpost(new)とFpost(prediction)の差分を算出し、システムの妥当性を検討した(図3)。

4. 結果

Fpost(new)とFpost(prediction)の差分の平均(n=40)はx軸(横方向)1.0mm, y軸(垂直方向)0.9mm, z軸(前後方向)0.9mmであり本システムの有用性が示唆された。しかしながら、左右非対称を有する症例において、口角、下唇、おとがい部の予測が難しいことが示され、今後改善のための方法を検討する予定である。

