

Title	A Study On Construction And Control Of A Three-Dimensional Physiological Articulatory Model For Speech Production
Author(s)	Fang, Qiang
Citation	
Issue Date	2009-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/7996
Rights	
Description	Supervisor:Jianwu Dang, 情報科学研究科, 博士

摘要

多くの文献により、多くのスピーチ科学者は観測された音声信号または調音運動により音声生成のメカニズムを明らかにするため、音声生成に関する理論を提案した。しかし、音声生成理論の大部分はモータ・コマンドとモータ・コマンドを生成するための中枢神経系の活動を無視した。それで、スピーチの言語学表現と物理的な実現のギャップを引き起こした。もし、私たちはモータ・コマンドと中枢神経系の活動が発見できれば、このギャップに橋を架けると思う。私たちはボトムアップフレームワークにより、音声生成過程でのモータ・コマンドと中枢神経系の活動を解明する。まず、観測された調音運動からモータ・コマンドを発見する必要がある。次に、発見されたモータ・コマンドと言語学表現により音声生成過程の中枢神経系の活動を発見する。本論文では、母音生成過程のモータ・コマンドに集中する。観察された調音動作はモータ・コマンドで調音器官により生成するので、調音器官の生体力学的特性を十分に理解しないと、モータ・コマンドを知ることはほとんど不可能です。

本論文では、3次元生理的発話機構モデルにより母音生成過程でのモータ・コマンドを解明する。まずは、3D舌のモデルを用いて、3D下顎と声道壁を組み立て、3次元生理的発話機構モデルを構成する。提案されたモデルをより現実的にするように、3D舌の筋肉SGとILのオリエンテーションはそれらの解剖の記述によって洗練される。そのうえ、舌と下顎および舌と声道壁との接触に対処するため、接触処理と呼ばれるモジュールは取り入れられる。予備的評価により、関連筋肉が活性であるときに、モデルが正しく作用することを示した。モデル中の舌と下顎が関連する筋肉により作用するので、舌筋肉の詳細機能を解明することが必要です。このモデルで、舌筋肉の機能を定量的に分析し、単独の舌筋肉及び舌筋肉ペアのアゴニスト-抗アゴニストの主な機能を解明する。結果により、(1) 筋肉GGa、GGm、GGp、SG、およびMHの機能は解剖のオリエンテーションに基づいた推測と一致することがわかった；(2) 舌の表層に位置する筋肉(T、V、およびSL)は舌の表面の変形に最も貢献する；(3) 筋肉ペアGGm-SL、GGm-HG、GGA-HGは舌先に抗アゴニスト筋肉ペア、舌背にアゴニスト筋肉ペアとして役割することがわかった；(4) 筋肉ペアGGp-HG、GGp-SL、GGm-SGは舌背に抗アゴニスト筋肉ペア、舌先にアゴニスト筋肉ペアとして役割することがわかった。提案されたモデルを用いて、母音生成過程でのモータ・コマンドを解明するために、母音発音動作及び対応する筋肉活性を理解する際に、モデルの能力を評価する必要がある。本モデルで、シミュレーション結果と観察結果の間の3D差異を最小化するための最適化手順により、観測された母音調音に近似することにより行われた。よって、モデルが観察された母音調音を生成することができることを示し、また、推定された筋肉活性はEMG実験から観測されたものと一致することがわかった。私たちはフィード・フォワード・コントロール手法（調音姿勢を筋肉活性に写像する）によって、孤立した母音生成でのモータ・コマンドを効率的に解明した。結果により、この手法で、提案されたモデルが高精度でコントロールされる。

本モデルにより、舌と下顎の生体力学的特性、また、音声生成における舌と咽の構造間の相互作用が正しくモデル化できた。その上、フィード・フォワード・コントロール手法で、観測された母音調音から根本的なモータ・コマンドが容易に発見することがわかった