

「脳を創る」

平成10年度採択研究代表者

誉田 雅彰

(NTTコミュニケーション科学基礎研究所 主幹研究員)

「発声力学に基づくタスクプランニング機構の構築」

1. 研究実施の概要

発声動作の情報処理機構を運動計画、運動制御、及び発声系の生理力学構造の視点から明らかにするため、発話運動制御における感覚情報の機能、発話運動計画モデルの構築、及び発声系の生理的モデルと機械実体モデルの構築を進めた。

2. 研究実施内容

(1) 発話動作メカニズム

発話力学系における筋電位と筋収縮力との間のダイナミックな特性の測定とそのモデル化を行った。まず、唇の運動神経にパルス状の電気刺激を与え、それに対して唇が応答する力パターンを測定した。また、舌についても舌の筋肉に電気刺激を与え、舌の応答力を測定した。(写真1)次に、筋への運動指令から唇の力発生までのシステムを時間遅れを含む線形2次系モデルで表し、モデルのパラメータを推定した。推定されたシステムの時定数を腕などの筋肉の時定数と比較し、発声器官が筋収縮の応答が腕より速いことを定量的に明らかにした。



写真1 電気刺激による筋ダイナミクスの計測

発声動作における聴覚フィードバックのメカニズムを明らかにするため、発声者の音声をリアルタイムで修正して聴覚にフィードバックする実験系を構築し、母音を中心に修正聴覚フィードバックが発声動作に及ぼす影響を検討した。その結果、不明瞭な音声にな

るように音声を聴覚フィードバックすると、発声者は明瞭な音声を発声する方向に発声の補償動作が生じることを示した。

(2) 発声動作モデル

発声者の声を聞き、発声者とは異なる自分の声で聞きまね発声する機能のモデル化を目指し、昨年度考案した隠れマルコフモデルに基づく統計的音声生成モデルの話者適応化法について検討を進めた。モデルにおけるマルコフ連鎖と調音音響マッピングのパラメータを未知話者の音声から推定することにより、未知話者の発声動作の癖を学習する手法を考案した。この結果、未知話者の発声を真似て、発声ロボットがロボットの声で聞き真似発声する上での学習の機構が構築できた。

(3) 発声力学系モデル

発声器官の構造を模擬した発声力学系の計算機モデルと実体モデル（発話ロボット）の構築を進めた。計算機モデルでは、これまで開発してきた舌の生理的モデルを基に、唇の生理的モデルの構築を進めた。また、発話ロボットに関しては、声帯の機構をより人間の機構を模擬する形に発展させ、(写真2) 声帯の開閉動作および声帯張力による振動周波数の制御機能を改善した。(写真3) また、人間の発声器官の柔軟な変形をより良く模擬するため、舌と唇の自由度の増大、口蓋形状の改良を行った。また、人間の声道内での共鳴現象をより良く模擬するため、声帯部と口腔部の音響的インピーダンス整合の改良、口腔よりの音漏れの改良などを行った。これらの改良により、ロボットが発声する音声の品質の向上を図った。



写真2 発声ロボットの概観

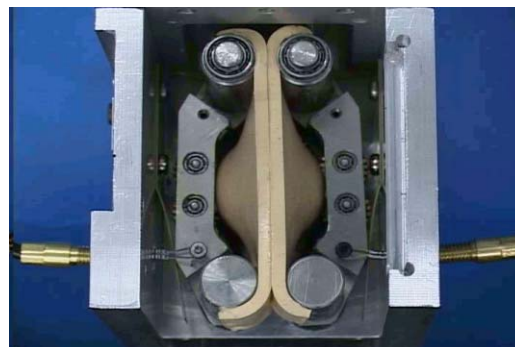


写真3 発声ロボットの声帯

(4) 発声生理機構

発話動作の形態計測法と生理計測法の検討を進めた。形態計測に関しては、喉頭および唇測定用にMRI装置の受信コイルを新たに製作し、従来にくらべて高い空間解像度で声帯と唇の形態および筋配置を観測できるようになった。また、生理的計測に関しては、針金電極を用いて5つの舌の筋電計測とEMA装置を用いた舌運動の計測を同時に行い、筋活動と運動の関係の分析、および発声系生理モデルの検証を進めた。

3. 研究実施体制

(1) 運動計画グループ

研究分担グループ長名

菅田雅彰 (NTTコミュニケーション科学基礎研究所、主幹研究員)

研究項目

(1) 発話動作メカニズムの研究

(2) 発話動作モデルの研究

(2) モデリンググループ

研究分担グループ長名

高西敦夫 (早稲田大学理工学部、教授)

研究項目

(1) 発声系モデルの研究

(2) 発声系音響モデルの研究

(3) 生理機構グループ

研究分担グループ長名

本多清志 (ATR、室長)

研究項目

(1) 発声生理機構の研究

4. 主な研究成果の発表 (論文発表および特許出願)

(1) 論文発表

- 五味 裕章、伊藤 貴之、Emi Z. Murano、菅田 雅彰、” Compensatory articulation during bilabial fricative production by regulating muscle stiffness”、*The Journal of Phonetics*、2002年掲載予定
- 佐々木 幸司、三木 信弘、松崎 博季、宮永 喜一、「3次元声道音響解析における有限要素法の計算の高速化」、*電子情報通信学会 和論文誌A*
- 鏑木 時彦、” Three-dimensional electromagnetic articulograph: A measurement principle”、*アメリカ音響学会誌*

(2) 特許出願

H14年度特許出願件数：1件