

審査の結果の要旨

氏名 齋藤大輔

本論文は「A Study on Separation and Integration of Speech Information for Speech Synthesis (音声合成のための音声情報の分離・統合に関する研究)」と題し、全8章から成る。現在主流の音声合成方式は、テキストを入力し、それを音声へと変換する、言わば、文字(音韻)から音へのメディア変換技術として実装されることが多い。しかしこれは、幼児の言語獲得プロセスとは大きく異なる。読み上げる形で発話方式を学ぶ幼児はいない。音韻の意識が希薄な状態で、幼児は親と音声コミュニケーションをとるようになる。幼児は何を声に変換しているのか?本論文はこのような視点に立ち、発達心理学的に妥当な形で、音声生成能力の計算機実装を試みている。この目的のために、音声から言語的な(語彙)情報と非言語的な(話者)情報を分離し、それを再統合する形で音声を合成する枠組みを二種類提案し、その有効性について検証している。

第一章は序章であり、本研究の背景と目的、更には本論文の構成について述べている。

第二章ではまず、人間における音声生成プロセス、音声から抽出される音響的特徴、及び、その特徴量を用いた音声のモデリング技術(隠れマルコフモデル)について説明している。その後、現在研究されている音声合成方式を、人の調音器官を機械的に模擬し、入力テキストに対して調音器官ロボットを動作させる合成方式、信号処理に基づいて入力テキストから音響的に音声波形を生成する合成方式に分けて説明している。最後に、これら従来の方式と本研究の目指す方式との違いについて述べている。本研究では、音声に含まれる言語情報と非言語情報とを分離し、それを再統合する形で音声合成を試みる。

第三章では、声道の長さの差異(体格の差異)による音声変形に対して、数理モデルを提案している。幼児は親の音声を真似るが、声帯模写をする訳ではない。逆に言えば幼児は、話者の違い(声道長の違い)による音声変形に対して、鈍感な音声模倣を行っている。本章では、言語模倣過程に影響を及ぼさない(模倣対象音声の)音響的変形に対する数理モデリングを行っている。ケプストラム空間でこの問題を捉えると、声道の伸び縮みは、発声軌跡の幾何学的な回転として近似できる。より具体的には、声道長変換でしばしば使われる変換行列が n 次元の回転行列に近似できることを示している。

第四章では、前章での議論に基づき、話者の違い、マイクの違いなどの非言

語的要因に凡そ不変な音声表象である音声の構造的表象について説明している。この表象そのものは先行研究で提案されているが、第三章の議論は、この表象の不変性に対する幾何学的説明を与えている。

第五章では、構造的な音声特徴に基づいた頑健な孤立単語認識を検討している。ここでは、新出単語（発声）の登録を構造的に行う手法を提案している。これは幼児の言語獲得で言えば、既に持ち合わせている話者不変なコントラスト特徴量を組み合わせることで、新出単語に相当する話者不変表象を導出する過程の実装となる。音声認識実験により、その有効性を検証している。

第六章は、第一の「音声から言語的な情報と非言語的な情報を分離し、それを再度統合する形で音声を合成する枠組み」を提案し、その有効性を聴取実験により検証している。より具体的には、話者不変表象である音声の構造的表象に対して、話者の身体特性（体格や声道長の情報）を与えることで、具体的な声としての言葉を生成する枠組みについて検討している。ここでは、初期条件として幾つかの実音が与えられたと仮定し、そこから構造的表象を制約条件として、それを満たす音を音響空間から次々と探索する方式を提案した。また、その精度向上、最適化アルゴリズムを提案している。聴取実験を通してその有効性についても検証している。

第七章では、第二の枠組みを提案している。音声の話者性を変換させる声質変換技術に着眼し、この技術をベイズの定理を用いることで、声質変換というタスクを「発話内容を保つための項」と「話者性を変える項」とに分離させて捉える。そして、両者の乗算として声質変換タスクを解釈し直し、これに基づいた声質変換を実装している。その結果、変換に必要なパラレルデータの量を抑えても十分な変換精度が得られることを実験的に示した。

第八章では、上記の理論的検討、実験的検討についてまとめている。また今後の課題についても言及している。

以上要するに本論文は、幼児の言語獲得プロセスへの着眼から、音声を言語（語彙）情報と非言語（話者）情報へと分離、再統合する枠組みを提唱し、これを実装するための手法を、二種類提案している。また、聴取実験を通してその有効性についても検証しており、情報工学に貢献するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。