

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 磯 健一

本論文は「音声認識の高度化のための高精度、コンパクトな音響モデルの研究」と題し、音声認識の音響モデルとしての隠れマルコフモデル(HMM)の高度化を、特徴量の時間的相関、変動の統計的性質の観点から達成するとともに、認識システムの実用化を、音響モデル、言語モデルの記述の効率的な簡素化により達成したものであって、全6章からなる。

第1章は「序論」であって、まず、音声認識システムの構成と問題点を概観した上で、本論文では、特に音響モデルについて焦点を当て、時間情報の記述能力の向上、事前知識を用いた効率的・効果的な話者適応、システム実装に向けたモデルパラメータのコンパクト化と高速パターン照合の観点から行った研究に関して記述している。最後に、第2章以降の論文の構成を述べている。

第2章は「音声認識の基礎」と題し、HMMとそれを用いた認識アルゴリズム、ニューラスネットワークの学習手法、HMMの話者適応化手法など、本論文を理解する上で必須となる音声認識に関する諸事項・手法について整理して記述している。

第3章は「音声の動的性質をモデル化した音声認識方式」と題し、まず、HMMの問題点として、各状態内で音声の特徴ベクトルが独立にガウス分布に従って分布するという仮定があることを指摘し、それに対する従来の手法として、セグメントモデルと回帰特徴量を取り上げ、それらが音声における隣接した特徴ベクトル間の非線形な相関を表現しきれないことを示している。次に、過去の時点の特徴と現在の特徴との非線形な相関をニューラルネットワークで表現するニューラル予測モデル(NPM)を提案し、その学習・認識アルゴリズム等を開発している。不特定話者が発声した離散数字音声について実験を行い、動的計画手法と比較して、大幅な認識率の向上が可能であることを示している。さらに、半音節に対応したNPMを連結することで単語音声認識実験を行い、良好な結果を得ている。最後に、ニューラル予測によりガウス分布の平均ベクトルを更新するニューラル予測HMMを提案して、認識・学習アルゴリズムを開発し、英語アルファベット音声認識で従来のHMM等と比較した優秀性を示している。

第4章は「多数話者の事前知識を用いた話者適応化方式」と題し、まず、現在の有効な話者適応手法であるMAP法、MLLR法について、推定するパラメータの自由度が固定されている点、不特定話者音声コーパスに含まれている話者変動情報の有効利用がなされていない点に問題があることを指摘した上で、それらを同時に解決する手法として、Eigen-Voice(EV)法に自律的モデル複雑度制御法を導入した階層的EV(HEV)法を提案している。これは、HMMパラメータ空間を階層的木構造クラスタリングにより複数クラスタに分解した後、クラスタ毎に主成分分析して直交基底を抽出して次元削減することに基づく。次に、不特定話者音声コーパスから固有ベクトルを学習して、HEV手法で話者適応を行う手法を開発している。大語彙連続音声認識実験を行って、従来のMLLR法等と比較し、5文程度の適応音声で50文程度の適応効果が得られることを示している。

第5章は「音声認識の実用化」と題して、まず、大語彙連続音声認識を携帯情報端末などの携帯機器で実現する上で、動作に必要なメモリ量の削減、演算量の低減が不可欠なことを指摘している。その上で、音響モデルのコンパクト化として、MDL基準を用いた混合ガウス分布数の削減、ガウス分布の対角共分散行列の共有化、木構造を利用した効率的な出力確率計算の各手法を提案して、認識実験を行い、認識率をほとんど低下させること無しに、音響モデルのパラメータ数を1/3程度に、演算量を1/10以下に低減可能なことを示している。次に、言語モデルについて、クラスbi-gramに高頻度単語bi-gramを組み合わせることを提案するとともに、言語スコアの計算結果を保存して再利用するなどの探索の効率化を行っている。最後に、以上の手法を取り入れ、旅行会話をタスクとした連続音声認識モジュールを開発し、95%程度の単語正解精度を得ている。

第6章は「結論」であって、本研究で得られた成果を要約し、将来の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、現在の大語彙連続音声認識で問題となっている、認識精度の向上、認識対象への適応、認識システムのコンパクト化と認識時間の短縮に向けて、特徴量の時間的変動を音響モデル(HMM)に明示的に導入したニューラル予測モデル、音響コーパス中の話者変動の記述とそれによる音響モデルの効率的な話者適応手法、MDL基準を用いた混合ガウス分布数削減手法等、を提案してその有効性を立証したものであって、音声認識の高度化、実用化に大きく寄与したものであり、電子工学、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。