

氏 名	伊 藤 彰 則
授 与 学 位	工 学 博 士
学位授与年月日	平成 3 年 3 月 28 日
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 1 項
研究科, 専攻の名称	東北大学大学院工学研究科 (博士課程) 情報工学専攻
学 位 論 文 題 目	タスクに依存しない日本語文音声の認識に関する研究
指 導 教 官	東北大学教授 木村 正行
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 木村 正行 東北大学教授 曾根 敏夫 東北大学教授 丸岡 章 東北大学助教授 阿曾 弘具 東北大学助教授 牧野 正三

論 文 内 容 要 旨

第 1 章 序 論

本論文では、「タスクに依存しない日本語音声の認識」を目指して、そのためのさまざまな技術の開発・提案を行ってきた。従来の文音声認識システムでは、タスクの情報を利用することに重点がおかれてきたが、最終的な認識対象である言語（本論文においては日本語）自体を整理して音声認識に有効な知見を得ようという研究はほとんど行われてこなかった。タスクに依存しない文音声認識を行うためにはそのような知見が不可欠であるという認識から、本論文ではまず日本語文法体系の構築を行った。日本語の文法を記述する場合、文節内と文節間の2つに分けたほうが記述性がよいことから、本論文では文節内文法と文節間文法の2つのレベルに分けて文法の記述を行った。次に、ここで述べた日本語文法を効率よく処理できる連続音声認識アルゴリズムの開発を行った。本論文では、そのようなアルゴリズムを2種類提案している。最後に、ここで提案した文法およびアルゴリズムを用いて連続音声認識システムを構築し、文認識実験を行った。

第 2 章 日本語文の構造と制約(1)－文節内文法－

本章では、日本語の文法のうち、文節内文法の構築を行った。まず、日本語を構成する要素を大きく実質語と機能語に分け、実質語に機能語がいくつか後続する単位－文節－を設定した。実質語と機能語は、それぞれいくつかのカテゴリに分類できる。本論文では、実質語として名詞、活用語（動詞・形容詞・形容動詞）、副詞、連体詞を設定した。また機能語としては、活用表現6種（補助

動詞, Copula, ムードの助動詞, 態・否定の助動詞, 活用語尾)と非活用表現4種(ムードの助動詞, 名詞に接続する後置詞, 活用語に後続する後置詞, 形式名詞)を設定した。この文節の構成を表す文法, すなわち文節内文法は, 正規文法のクラスで表現することができる。本論文では, 実質語と機能語間の接続関係を正規文法と等価な有限オートマトンによって表現したモデルを設定した。この文節構造モデルの概略図を図1に示す。また, 実質語の持つ形質を利用した文節内の接続制限について整理し, 文節モデルの精密化を行っている。ここでは, 制約として主に「補助動詞に関する制約」と「形式名詞・接尾辞に関する制約」を用いている。補助動詞に関する制約は, 動詞と「～いる」「～はじめる」などのアスペクト形式との接続に関する制約である。ここでは, 語幹となる動詞のアスペクト的な性質を, 「金田一の四分類」として知られる基本的な分類に従って分類した。実質語となる動詞がこの金田一の四分類のどれに属するかによって, 接続しうる補助動詞の種類が制限される。形式名詞・接尾辞に関する制約では, 統語処理で用いられる Feature を用いて接続制限を行なっている。さらに, ここで用いられている制約について, perplexity を用いた定量的な評価を行った。その結果, 形式名詞に関する制約が有効であることがわかった。

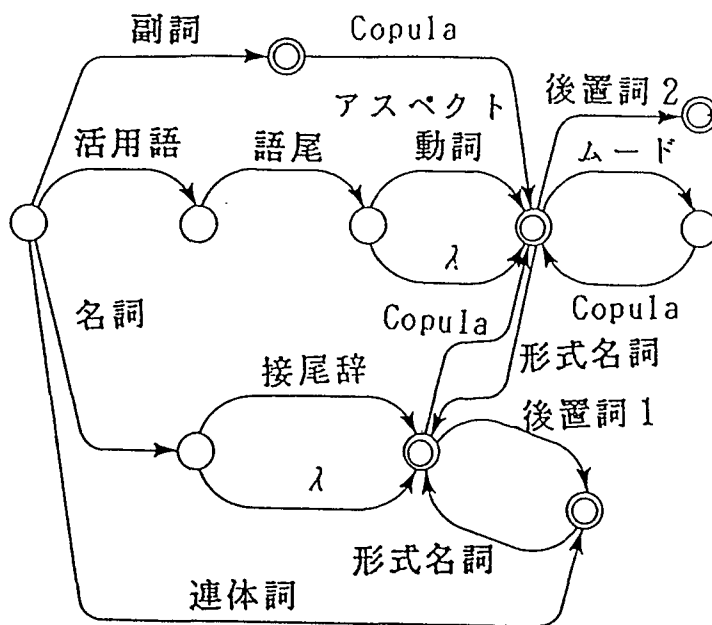


図1 文節構造を表すオートマトンの概略

第3章 日本語文の構造と制約(2)一文節間文法

本章では, 文節間文法の構築を行った。まず, 文節間文法の基本的な表現方法として, 二文節間の係り受けを拡張した方法を提案した。これは, 従来の「文節から文節への係り受け」を「文節を構成する単語から単語への係り受け」に拡張するものである。この拡張によって, 「私の/これは

／本だ」といった非文の排除を容易に行うことができる。次に、素性を媒介とした依存関係の表現法を提案した。これは、格関係・所有関係など依存関係の種類ごとにシンボル（素性）を設定し、これを媒介として依存関係を表現するという方法である。各単語には、その単語が他の要素を修飾するときに用いる素性の集合（Feature）と、その単語が他の要素から修飾されるときに用いる素性の集合（Slot）とが語彙項目として与えられる。この方法によって、単語ごとの性質に合わせた文法記述が可能になるとともに、文法のメンテナンスも容易になる。この考え方にに基づき、実際に素性を設定し、辞書記述を行った。ここで設定した素性は96種類である。本論文の考え方を用いれば、辞書記述がすなわち文法記述となる。さらに、この文法に制約を導入し、精密化をはかった。ここで導入した制約は、(1) Featureの動的変更、(2) Slotの動的変更、(3) 結合価の利用、(4) 呼応関係の利用の4種類である。Featureの動的変更は、ある要素が別な要素に修飾されることによって文法的な性質が変化するという現象に対応したものである。例えば、「特性のフィルタ」という名詞句はこれ単独では成立しないが、「特性」が別な要素に修飾されたもの、例えば「複雑な特性のフィルタ」は表現として成立する。ここでは、この現象を、「『特性』という要素が別な要素に修飾されることによってFeatureの内容が変化した」という枠組でとらえている。Slotの動的変更は、同様に「修飾されることによってSlotの内容が変化する」というもので、ここでは「～は」「～も」といった係助詞が他の格助詞と競合するのを防ぐためにこの枠組を用いている。また、結合価文法の応用として、ある格におさまる名詞+格助詞における名詞の種類を動詞ごとに指定している。例えば、「求める」という動詞の主格「～が」の中の名詞としては、人間あるいはそれに類するもの（組織など）しか許されないといった制限を設けている。呼応関係は、係り結び的な表現を制約として用いるもので、「どんな…も」「～するとは…ない」などの表現を扱っている。また、文認識実験を行い、ここで導入した制約が認識制度の向上に有効であることを確かめた。

第4章 文節スポッティングに基づく文認識法

本章では、文節のスポッティングを中心とした2段階の処理法を提案した。これは、入力音声の中から最初に文節をスポッティングし、どの位置にどんな文節が存在するかを表すデータ（文節ラティス）を生成してから、その文節ラティスを構文解析して最終的な文認識結果を得る方法である。まず、文節のスポッティングのためのアルゴリズムとして、構文駆動型連続DP法を提案した。この方法は、文節構造を有限オートマトンで表現し、それを用いて文節を生成しながらマッチングを行う方法である。最初に連続DPマッチングを用いて入力の中から実質語をスポッティングし、見つかった実質語に対してそれに続く機能語の候補を深さ優先に生成しながらマッチングを行う。このとき、計算量の削減のため、マッチング尤度による候補生成の枝刈り、整合窓の設定などを行っている。活用語の処理について従来法との比較実験を行った結果、単語を個別にスポッティングする方法と比較して候補数が1/20に削減でき、すべての派生形を辞書に登録する方法と比較して計算量が1/10～1/50に削減できることが示された。次に、文節ラティスに対して構文解析を行うアルゴリズムとして、CYK法に基づくアルゴリズムを提案した。この方法によって、2文節間の係り受けよりも複雑な文法を扱うことができること、またビームサーチによって計算量が削減され

ることを示した。さらに、連続音声認識における誤認識を減少させるために、文節数最小法を応用する方法を提案する。この方法は、統語処理の各段階において文節を融合するとき一定のペナルティを加えるという方法である。この方法により、連続発声された文の一位認識率が19%の改善がみられた。

第5章 機能語予測 CYK 法による文認識法

本章では、連続日本語音声認識のためのもう1つのアルゴリズム「機能語予測 CYK 法」について述べる。第4章で述べた2段階の処理方式では、文節処理と統語処理の間に文節ラティスを介するため、統語処理での情報を文節検出にフィードバックすることができず、処理に無駄が多くなるという欠点があった。そこで、文節内と文節間の処理を一度に行うことで処理の無駄を省き、さらに処理の各段階において次に現れる可能性のある機能語を予測することによって、処理を効率化するアルゴリズム「機能語予測 CYK 法」を提案した。この方法は、従来の CYK 法に機能語の予測機能を加えたもので、この予測機能によって効率的な処理を行うことができる。また、非終端記号の増加に伴う記憶容量と計算量の増加を抑えるため、機能語予測 CYK 法にビームサーチを導入したアルゴリズムを提案した。このとき、効率的な機能語の予測を行うため、機能語の接続を表す有限オートマトンを用いる。さらに、第4章の方法との比較を行った結果、機能語予測 CYK 法の方が少ない計算量で高い認識率を得ることができるという結果を得た。

第6章 日本語文の認識実験

本章では、これまで述べてきた文法とアルゴリズムを用いて日本語音声認識システムを構築し、文認識実験によりシステムの評価を行った。実質語843語、機能語431語の語彙を用い、論説文から抜粋した文章について実音声とシミュレーションの2種類の認識実験を行った。その結果、文節スポッティングに基づく方法では、文節発声を仮定した場合、シミュレーションで文認識率56.7%、実音声で文認識率25.0%を得た。また、機能語予測 CYK 法を用いたシステムでは、連続発声を仮定したシミュレーションで文認識率53.3%を得た。

第7章 結 論

本章では、本研究の内容を総括し、今後の課題について述べた。

審査結果の要旨

文章を朗読した音声を対象とする高度な連続音声認識技術の研究が、世界各国で行われている。しかし、従来の言語処理の方法では、誤りを含む一般的な文章を処理するには不十分であった。著者は、誤りを含む音素系列から文を認識するための文法や処理方法について研究し、連続音声認識に有用な新しい言語処理法を提案し、その有用性を検討した。本論文はその成果をまとめたもので、全編7章よりなる。

第1章は序論である。

第2章では、日本語について、文節内文法の構築を行っている。まず、文節内の構造を有限オートマトンによって表現したモデルを設定し、次に、文節内の接続制限を整理して文節モデルの精密化を行い、各制約について定量的な評価を行っている。ここで提案された文節モデルは、簡潔・明瞭で、自然言語処理分野でも有用なものである。

第3章では、文節間文法の構築を行っている。まず、文節間文法の基本的な表現方法として、素性を媒介とした2文節間の係り受けを拡張した方法を提案している。さらに、文法の精密化のためにいくつかの制約を導入して文認識実験を行い、導入した制約が認識制度の向上に有効であることを確かめている。本章で提案した方法は、構文情報と意味情報を一元的に扱える効率のよい方法である。

第4章では、まず文節候補検出のために、第2章の文節内文法に基づく構文駆動型連続DP法を提案している。従来の方法と比較して、文節候補数と計算量とを格段に削減できることを示している。次に、検出した文節候補に対して、構文解析によく用いられているCYK法に基づく構文解析法を提案し、2文節間の係り受けよりも複雑な文法を扱うことができることを示している。

第5章では、連続日本語文音声認識のためのもう1つの方法、すなわち「機能語予測CYK法」を提案している。この方法は、従来のCYK法に機能語の予測機能を加えたもので、この予測機能によって効率的な処理を行うことができ、きわめて実用的な方法である。

第6章では、これまで述べてきた文法と種々の方法を用いて日本語文音声認識システムを構築し、文認識実験によってシステムの評価を行い、従来にない高い認識率を得ている。

第7章は結論である。

以上要するに本論文は、日本語文音声認識システムの言語処理部について研究し、音声認識の立場から、日本語文法を整理・精密化し、それに基づいて種々の高精度かつ高速の言語処理法を提案すると共に、認識実験によってその有用性を明らかにしたもので、情報工学並びに音声工学に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。