

音声によるデータベースアクセスの研究

荒川ゆう子, 増永良文
図書館情報大学

本研究では、音声によるデータベースアクセスを考え、それを実現するシステムの構築を行った。まず、音声による質問文入力から、SQL文への変換、データベースでの質問処理、結果の音声出力という一連の流れを処理できるプロトタイプシステムを市販の音声認識装置、音声合成装置、リレーショナルデータベース管理システムを使い組み上げた。これらのシステムを組み上げる際に開発したソフトウェアは、センテンスパターン認識モジュール、動的SQL質問文変換モジュール、質問結果変換モジュールである。このプロトタイプにより実験を行った結果、同音語の問題、出力の問題など様々な問題も明らかになった。本稿では作成したプロトタイプシステムを報告する。

A Prototype of Query-by-Speech Interface to Relational Databases

Yuko Arakawa and Yoshifumi Masunaga
University of Library and Information Science

We have developed a Query-by-Speech interface to relational databases. In order to implement this prototype, we used a speech recognizer, a speech synthesizer and a relational DBMS. The prototype can recognize a variety of Japanese spoken queries, translate them into SQL queries, and present a result relation to users by speech. We have developed softwares such as a sentence pattern recognition module, a dynamic-SQL translation module and a result relation translation module to realize the system. By the examination using this prototype, we have identified several problems to be solved which include problems caused by such as homonym, authentication, and others.

1. はじめに

音声は人間にとって最も自然な情報伝達手段である。従って、音声によるデータベースアクセスが可能になればデータベースの構築・検索・更新・応用開発などデータベースに対する様々な側面でデータベースとの新しい係わり方が明かになるであろう。そこで、本研究では、音声によるデータベースアクセスを実現するシステムの構築を試み、問題を探った。

さて、現在の音声認識システムでは、完全に自由な発話文を全て認識することは不可能である。しかしながら、あらかじめ認識できる文の型（これをセンテンスパターンと呼ぶ）を設定しておくなどの方法を探って実用に供されているシステムは存在する。日常生活の特定の状況における会話は、ある程度限られた範囲内の構文と語彙で成立しているため、限られた構文と単語を使って発話された音声を認識するシステムであっても、応用によっては十分に実用性があると考えられるからである。

本研究ではそのようなシステムの一つである音声認識装置の仕様を前提にして、自然に発話した音声で入力した質問文でリレーショナルデータベース（以下RDB）にアクセスし、結果リレーションを音声で出力するシステムを構築することを目的とする。そのために、まず、質問の対象となるRDBを作成し、それに対して発せられるであろう質問を表す日本語質問文の集合を作成する。次に、これら質問文に対応したセンテンスパター

ンを作成し、音声認識装置に設定する。それにより音声認識装置は不特定話者の発する音声を認識しそれを文字列に変換できる。この文字列をRDBへのアクセスを可能にするためSQL文に変換する。従って本システムでは、SQL文への変換は、構文解析や意味解析を行うのではなく、センテンスパターンを利用したパターンマッチングによって行っている。SQL文でRDBへのアクセスが行われ、結果リレーションを音声で出力する。

本プロトタイプシステムで作成した質問文についてはその全てが正しいSQL文に変換され、RDBで質問処理が行われ、正しい結果が返されている。しかしながら、幾つかの本質的な問題点が明らかになってきた。その中に人の名前や地名などに典型的に見られる同音語の問題がある。これは単に音声認識の問題にとどまらず、同音語を前提にデータベースアクセスをどうするかという本質的な問題として捉えられるべきである。

以下、本論文では2章で音声によるデータベースアクセスの基本システムの構築について述べ、3章ではシステムの評価と問題点の同定について述べる。第4章は結論である。

2. 音声によるデータベースアクセスシステムの試作

2.1 システムの目的

来たるべきグローバルネットワーク社会においてデータベ

スが満ち満ちている(ubiquitous)状態を作り出しておく必要がある。この場合、移動体データベースが目指すようにデータベースを地理的にどこからでもアクセスできる環境の実現は当然のこととして、ある特殊な携帯端末を持っていなければアクセスできないとか、データベースアクセスのための言語(例えばSQL)を知っていなければならないかといった状況ではその目的が十分に達成されているとはいえない。(携帯)電話機が一つあれば普通に喋ってデータベースにアクセスできる環境の提供は現在NTTの提供するデジタル携帯電話が人口比率で日本の94%をカバーしているという事実を考えると意味がある。本研究ではまず、現在利用可能な音声認識装置や音声合成装置を使用して日本語音声によるリレーショナルデータベースアクセスシステムを試作してみ、問題点を明らかにする。

もちろん、本研究はこれからのマルチモーダルなデータベースアクセス環境を実現するための基礎としても位置づけている。一般にマルチモーダルユーザインタフェースは、音声言語やノンバーバルインタフェースを介してマルチメディアデータと直接対話することを目指しており、次世代ユーザインタフェースの有力候補として期待されていることは言を待たない。

2.2 システム構成

本研究では以下のようシステムを構築した。このシステムでの処理の流れを図1に示す。まず、アクセスの対象となるデータベース(=リレーション群)を構築し、ある特定の利用環境下でのデータベースアクセスを考え、その場合での質問文(群)を想定し、その質問文に対応するセンテンスパターンを設定し、音声認識装置に入力した。本研究で開発したソフトウェアモジュールは大別すると次の3つになる(図1)。

- 「DS200」によって認識されたセンテンスのセンテンスパターンを同定するためのモジュール。
- 認識されたセンテンスを上記モジュールが同定したそのセンテンスパターンを使って、SQL文に変換するモジュール。
- 結果リレーションを音声合成装置の入力系列に変換するモジュール。

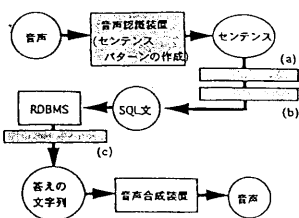


図1 音声によるデータベースアクセスシステムの処理の流れ

システムは(株)オージス総研の音声認識装置「DS200」、日本オラクル(株)のRDBMS「Oracle7」、(株)明電舎の音声合成装置「FineTalk」、ワークステーションにはSun SPARCstation2を使用している。

音声認識装置「DS200」は、シンタックス記述方式を採用しており、セットアップの際に男性/女性、英語/日本語用を

セットするだけで、不特定話者の連続的に発声された音声を認識するシステムである。その処理の流れを図2に示す。

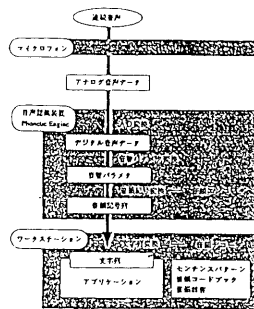


図2 音声認識装置「DS200」における音声認識処理過程 [9]

2.3 サンプルデータベース

本研究では音声によるデータベースアクセスが有効であるような場面を想定することからデータベース作成作業を開始した。それはある商品販売会社のセールスマンが携帯電話機を所持しながら、全国津々浦々を訪問販売しており、セールスマンは出先で客と対応しているときに、商品に対する質問、在庫に対する質問、他の顧客に対する質問等々、に即時で答えてゆきたいという状況と設定した。そのために構築したサンプルデータベースは商品(商品番号、商品名、愛称、型、メーカ、定価)、顧客(顧客番号、顧客姓、顧客名、読み姓、読み名、住所1、住所2、住所3、電話番号、FAX番号、性別)、社員(社員番号、社員姓、社員名、読み姓、読み名、所属、給与)、納品(納品番号、商品番号、顧客番号、納品日、納品数、単価、合計金額、担当者番号)、倉庫(倉庫番号、倉庫名、住所1、住所2、住所3)、在庫(倉庫番号、商品番号、在庫量、安全在庫量)の6つのリレーションから成っている。リレーション顧客、倉庫の属性である"住所1"には都道府県名が入り、"住所2"には市区町村名が入る。そして"住所3"には、都道府県名から番地までの住所が入る。これにより、都道府県名からだけでも検索できる。サンプルデータベースのインスタンス例を付録に示す。

2.4 センテンスパターンの作成

2.4.1 シンタックス記述方式

音声認識をセンテンスパターンを用いて行う方式をシンタックス記述方式という。センテンスパターンとは、音声認識装置において音韻アコードが入力された音声のアコード(音韻コード列を文字列に変換する処理)する場合に、どのセンテンスが発話されたかを決定するためのルールで、シンタックスソースファイルに記述される。この方式は米国Speech Systems社製の音声認識装置「DS200」に実装されており、(株)オージス総研により日本語に対応するように基本アルゴリズムの改訂が行われた[6]。

本方式による問題点は次のように要約される。センテンスパターンとして認識装置内に設定してある文の発話は認識が可能でセンテンスに変換されるが、センテンスパターンから外れて

いるものについては全く認識しないか、無理にいずれかのセンテンスパターンとして認識してしまうため認識の精度に問題がある。しかし、ユーザにどのようなセンテンスパターンがあるのかを予備知識として（ある程度）知らせておけば、精度の問題は軽減されることが期待できる。また、未登録語をシステムが認識できないので、データベース更新時に未登録語をユーザが発声してもシステムは認識できない。従ってデータベースの更新には制限がでる場合が多い方式である。（このことはデータベース検索の立場からは特段の問題は起こらない。）

2. 4. 2 センテンスパターンの記述方法

センテンスパターン記述上のルールと、その例を次に示す[9].

- (1) ひらがな以外の文字（漢字、数字、アルファベットなど）すべてにふりがなを付記する。ひらがなでも、表記と読みが異なる場合には読み仮名を指定する。一つの単語で複数の読み方を指定することもできる。
- (2) いくつかの単語を1つのカテゴリの単語であるとみなして、グループ化することができる。

word_category_name == word1 word2 word3 ...

- (3) 小括弧“ () ”で括弧することにより省略が可能な単語、フレーズを表す。

- (4) 中括弧“ {} ”を用いてネスト（入れ子）構造を定義できる。縦棒“ | ”で区切られた要素は選択肢を表す。

(例) SS->センテンスパターン1 | センテンスパターン2
 センテンスパターン1->単語1_ は[わ] 単語2_である
 センテンスパターン2->[私[わたし]; 僕[ぼく]] の本[ほん]
 単語1_ == 林檎[りんご] レモン[れもん]
 単語2_ == 果物[くだもの] 食べ物[たべもの]

次に、音声認識装置内の1つのシンタックスソースファイルに設定できるセンテンスパターン、登録単語の数を以下に示す。

- ・1単語の長さ：全角18文字
- ・1文に入る単語数：656個
- ・文の数：155文
- ・1変数に登録できる単語数：156個（2つめの変数からは142個）

2. 4. 3 センテンスパターンの作成法

[1] 等結合グラフ

質問文をSQL文に変換する方法として、query graph [16]の考えを利用する方法が考えられる。Query graphとはリレーショナルデータベースに対する質問(query)をグラフ表現したものである。そのノードはリレーションに対応し、辺にはその両端にくるリレーション同士がどの属性集合上で等結合(equi-join)をとられたかを表す属性の集合が付随する。

さて、本研究では音声認識装置により認識された質問文から対応するSQL文を得るために、質問文とマッチしたセンテンスパターンの構造的因子を抽出してそれを行う。しかしながら、質問文が（そのセンテンスからだけではSQL文を作成するに必要な十分な情報が得られないと言う意味で）不完全な場合、「リレーショナルデータベースの等結合グラフ」をquery graphの考え方で作成し、それを補助的に使うことも考える。ここ

に、リレーショナルデータベースの等結合グラフとは(V,E)であり、Vはリレーショナルデータベースのリレーションに1対1に対応するノード集合、Eはもしノードv1,v2に対応するリレーションをR1,R2として、R1とR2が属性集合A12上で等結合がとれるとき、辺E12にA12なる名前を付けた無向辺の集合である。図3に本稿で想定しているサンプルリレーショナルデータベースの等結合グラフの一部を示す。

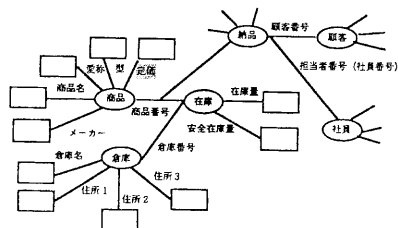


図3 サンプルデータベースの等結合グラフ

[2] 単純質問のセンテンスパターン作成

さて、本研究では、質問文はセンテンスパターンをひな形として作成されるため、発話された質問を音声認識装置が認識し、その結果得られたセンテンスからできるだけその質問を表すSQL文のSELECT句の選択リスト、FROM句の表参照リスト、WHERE句の探索条件を抜き出したい。従って、出きるだけそのセンテンスにそれらの情報が記載されていることが望ましい。このことを考慮して、まず、単純質問についてのセンテンスパターン作成法を論じる。

単純質問は1個のリレーションに対して発行される質問である。従って、あるリレーションの属性値（の集合）を指定して、そのリレーションの別の属性値（の集合）を求めようとする質問である。たとえば、リレーション商品を対象にして「商品名がAptiva550の商品の定価は」という質問が典型的と考えられるが、図4に示すセンテンスパターンを音声認識装置に設定しておく、これが「商品名%Aptiva550 \$ 商品*定価は」というセンテンスとして認識される。従って、これから選択リストは“定価”、表参照は“商品”、そして探索条件は“商品名=Aptiva550”であることがパターンマッチで分かる。さらに、上述の議論から単純質問は一般に図4に示されるセンテンスパターンで記述できる。なお、このセンテンスパターンとSQLパターンの対応は次節で示す。

SS->質問属性_ (@[で] 質問属性_ (@[で] 質問属性_ (@[で] 質問属性_ (@[で] 質問属性_)))) \$[の という] リレーション名_ *[の] 検索属性_ (&[と] 検索属性_ (&[と] 検索属性_ (&[と] 検索属性_ (&[と] 検索属性_)))) は[わ] 質問属性_ == 商品番号[しょうひんばんごう] %[が] 数_ 名前[なまえ] %[が] {読み姓_ ;読み名_} ... リレーション名_ == 商品[しょうひん] 顧客[こきゃく] ... 検索属性_ == メーカー[めーかー] 住所[じゅうしょ] ...

図4 単純質問のセンテンスパターンと登録単語の一例

質問文が上記の意味で完全でない質問文、たとえば「Aptiva550の定価は」を考える。この質問は意味的には「商品名がAptiva550の商品の定価は」と同じであるが、SQL文を完成させるに必要な全ての情報は含んでいない。従って、もし「Aptiva550の定価は」がセンテンスとなるセンテンスパターンを考えると、SQL文を完成させるためにはサンプルデータベースの等結合グラフを解析しないといけない。(パターンマッチのみでは必要な情報は抽出できない。)ちなみに、「Aptiva550の定価は」という質問からそれを表すSQL文を得るには等結合グラフに次のような処理を施す必要がある。

- (1) 所与の属性値をグラフの所定の位置にセット
- (2) "Aptiva550"の属性名を決定し、探索条件;商品名="Aptiva550"を同定
- (3) 対象となるリレーション名として商品を決定
- (4) SQL文を作成

[3] 結合質問のセンテンスパターン作成

次に、結合質問のセンテンスパターンの作成を論じる。議論を明確化するために、2個のリレーションの等結合質問を考える。この場合の質問パターンは次の4つのみに分類される(図5)。

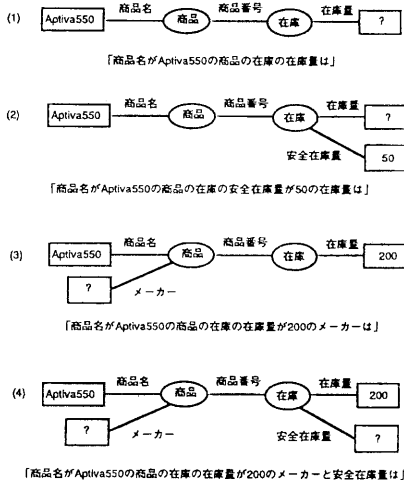


図5 結合質問の質問パターン(例)

そこで、これら4つの質問パターンに対応する上記の意味で完全なセンテンスパターンとして次が考えられる。

- (1) 質問属性_ \$[の] リレーション名1_ ¥[の] リレーション名2_ * [の] 検索属性_ は[わ]
- (2) 質問属性1_ \$[の] リレーション名1_ ¥[の] リレーション名2_ @[の] 質問属性2_ * [の] 検索属性2_ は[わ]
- (3) 質問属性1_ \$[の] リレーション名1_ ¥[の] リレーション名2_ @[の] 質問属性2_ * [の] 検索属性1_ は[わ]
- (4) 質問属性1_ \$[の] リレーション名1_ ¥[の] リレーション名2_ @[の] 質問属性2_ * [の] 検索属性1_ & [と] 検索属性2_ は[わ]

ただし、質問属性1_、検索属性1_ はリレーション名1_の属性に関するもので、質問属性2_、検索属性2_ はリレーション名2_の属性に関するものである。

図5の(2)「商品名がAptiva550の商品の在庫の在庫量が200の定価は」という質問について説明する。これは、図9に示されるセンテンスパターンにより「商品名%Aptiva550 \$ 商品¥在庫@在庫量%200*定価は」というセンテンスとして認識される。従って、これから選択リストは”定価”, 表参照は”商品”と”在庫”, そして探索条件は”商品名=”Aptiva550”と”在庫量=200”であることがパターンマッチで分かる。結合質問ではさらに結合の際に用いる属性名の情報が必要となるが、それは等結合グラフから得るものとする。他の(1), (3), (4)についても上記と同様の処理でSQL変換が可能となる。

なお、3つ以上のリレーションを結合する質問についても等結合グラフアプローチは有効と考えられる。入れ子型質問のセンテンスパターンの設定は今後議論する。

2.5 SQL変換モジュールの作成

一つのセンテンスパターンはユーザが発行するある質問パターン(本論文ではより具体的にSQLパターンと呼ぶ)に対応している。従って、音声認識装置によって認識されたセンテンスがどのセンテンスパターンに一致したのかが分かればセンテンスの意味する質問文に対応するSQL文を生成することができると考えられる。

まず、認識されたセンテンスがどのセンテンスパターンにマッチしているのかを割り出す処理を行う。この処理が必要なのは音声認識装置「DS200」がセンテンスパターンを用いてセンテンスの認識をして文字列を出力してくれるもの、数あるセンテンスパターンのうちのパターンに合致したのかの情報は出力してくれないからである。我々は出力された文字列から逆にどのセンテンスパターンが用いられたのかを推定するソフトウェアを構築する必要がある。本研究では、文字列のパターン認識によりセンテンスパターンの割り出しを行った。

次に、センテンスパターンとSQLパターンの関係付けを簡単な例題で見てみる。ここで、SQLパターンはSQL文のSELECT句、FROM句、WHERE句の値が変数として定義される表現をいうと定義する。図6に、センテンス、センテンスパターン、対応するSQL文、SQLパターンの一例を、「商品番号が1の商品の定価は」という単純質問に対して与えてみる。

質問(=センテンス): 「商品番号が1の商品の定価は」
 センテンスパターン: 「質問属性_ \$[の] リレーション名_ * [の] 検索属性_ は[わ]」
 質問属性_ == 商品番号[しょうひんばんごう] %[が] 数1_
 SQLパターン: SELECT 検索属性_
 FROM リレーション名_
 WHERE 商品番号=数1_
 質問のSQL文: SELECT 定価
 FROM 商品
 WHERE 商品番号=1;

図6 「質問属性_ \$[の] リレーション名_ * [の] 検索属性_ は[わ]」という質問、センテンスパターン、SQLパターン、SQL文

2. 6 動的SQL文によるデータベースアクセスと結果処理

前節のSQL変換により、音声による質問文からSQL文までの変換が可能となった。次に、作成されたSQL文をRDBへアクセスさせる方法を説明する。

埋込み型SQL文などの静的SQL文では、実行する時点でそのSQL文の構成が全てわかっているなければならない。しかし、実行するSQL文の構成が実行時までわからないものや、実行のたびに異なるものもある。このようなものは、各種のSQL文を実行時に受け入れて処理しなければならない。このように実行時にSQL文を作り出して処理を行う形式を動的SQLによるプログラミングという。

本研究における質問処理は対話式に行われるため、センテンスパターンは設定されているものの、その個々の変数にどの単語が入力されるのかは、実際に質問が発せられてからでないとわからない。つまり、本研究では質問が発せられたときにその質問文をSQL文に変換するため、SQL文の構成は実行時までわからない。よって、動的SQL文を使用して、RDBへアクセスする。

動的SQL文を使用することにより、RDBMS「Oracle7」で質問処理を行い、検索結果を結果リレーションとして出力することが可能となった。動的SQL文を使用するアプリケーションプログラム内では、検索結果は変数に入れられるため結果リレーション中の結果のみをファイルに出力した。そのファイル中の文字列を答えのセンテンスとして適当なものに変換し、音声合成装置FineTalkを用いて音声で出力させた。これにより、音声によるデータベースアクセスの一連の流れが行えるようになった。

2. 7 システムの機能

前述したように、本研究室で使用している音声認識装置は、認識に失敗すると入力した質問文とは違ったセンテンスを返したり、またセンテンスパターンとして登録されていない文が入力されても、必ずなんらかの文を出力してしまう。するとそのセンテンスがSQL文に変換され、リレーショナルデータベースで質問処理が行われてしまう。すると、ユーザーが意図する答えとは違ったものが返されるおそれがある。そこで、一度入力した質問文を、ユーザーに「はい」か「いいえ」で確認してもらう機能を付け加えた。また、音声認識装置が発話データをセンテンスへ変換することに失敗した場合、音声認識装置は次の入力待状態になってしまう。よってその場合には、音声合成装置から、もう一度入力を促すメッセージが出力されるような機能を加えた。

3. プロトタイプシステムの評価と問題点の同定

本研究では、プロトタイプシステムを構築し、不特定話者が音声で入力した質問文でRDBにアクセスし、検索結果を音声で出力することの可能性を検証した。システムは認識率の点などからみても問題なく稼働している。しかし、このシステムを実用に供することを考えると、これから解決しないといけない問題点も多い。ここでは、どのような点を認識したのかそれを列挙する。

(1) 同音語の問題

音声によるアクセスで必ず問題となるのが、この同音語に関する問題である。本研究で使用した音声認識装置は、同音語について全く対応していない。センテンスパターンに同音語をいくつか設定して、認識のテストを行ったところ、センテンスに変換されたのは、その内の一つだけであった。よって同音語については、ソフトウェアの面でなんらかの対応を考えなければならない。同音語の問題には、入力時における問題と出力時における問題の二種類が考えられる。それらについて説明する。

(a) 入力時の問題

例えば同じリレーション内に「小島[こじま]」と「児島[こじま]」がいたとする。「児島」に対する質問をかけたいが、前述のような理由により音声認識装置から確実に「児島」というセンテンスを得るのは不可能である。よって、人名については「読み」で検索を行うことにした。これにより、情報が漏れることはなくなったが、ユーザーの望む結果以外も含まれてしまう。

(b) 出力時の問題

音声出力では漢字の情報までは伝えられないため、出力された結果に対する確かな判断ができない。このような場合は、名前だけでなく他の情報も付け加えて出力するなどの機能が必要となる。

(2) 大量出力の問題

音声出力だけでは、結果が大量に出た場合それをどンドン読み上げられても、実用性に乏しい。このような状況を改善するための方策を研究する必要がある。

(3) 話者認証の問題

話者がデータベースに対するアクセス権を持っているか否かを、どのようにして識別するかの方法の研究が必要である。

(4) 電話との接続

システムの性質上、現在のシステムにネットワーク回線制御装置を組み込み全国各地からいつでも電話によるデータベースアクセスを可能とすることには大いに意義があると考えられる。しかし、この場合、周波数帯域(0.3~3.4kHz)の制限、周囲の雑音の影響、熟練者にとってシステム主導のガイダンスの煩さ、話者認識などの問題発生が予想され、さらに研究が必要である。

(5) センテンスパターンの設定法とSQL文への変換

2. 4節で示したセンテンスパターンはそこからSQL文への変換に必要なデータを抽出できるという意味では完全であったが、より不完全な質問文でも十分に質問の意図を伝えられる場合も多い。この場合、本研究ではリレーショナルデータベースの等結合グラフを採用することとしているが、その体系を十分研究することが必要である。

4. おわりに

本研究では、音声によるデータベースアクセスを考え、それを実現するシステムの構築を行ってきた。このプロトタイプにより実験を行った結果、同音語の問題、出力の問題など様々な問題が明らかになった。今後、これらの諸問題を解決する予定である。

【謝辞】

本研究を行うにあたり、(株)オージス総研からは音声認識装置「DS200」を、(株)明電舎からは音声合成装置「FINE TALK」を、日本オラクル(株)からはリレーショナルデータベース管理システム「Oracle7」の御提供をいただいた。本研究に対するこれらの御協力に対して心より感謝申しあげる。また、本研究を遂行するうえで貴重な御意見を下さった様々な方々に深く感謝申しあげる。特に、研究遂行の過程で種々お世話になった(株)オージス総研の柿本修司氏、貴重な御意見を頂戴した日本電気(株)の市山俊治氏に心より御礼申しあげる。

なお、本研究は平成7年度文部省科学研究費補助金一般研究(C)および平成8年度同基盤C一般「音声によるデータベースアクセスの研究」(課題番号07680333)の補助を得て行われているものであることを記す。

【文献】

[1] 竹林洋一：“音声理解と対話における自然言語処理情報処理”，Vol.34, No. 10, p-1287-1296, 1993.
 [2] 中川聖一：“音声言語情報処理研究の動向と研究課題”，情報処理, Vol. 36, No. 11, p-1012-1019, 1995.
 [3] 市山俊治他：“日本語インタフェースキットIf-kit”，NEC技法, Vol. 47, No. 8, p.53-58, 1994.
 [4] 河原達也他：“音声言語処理における頑健性”，情報処理, Vol. 36, No. 11, p.1027-1038, 1995.
 [5] 新田恒雄：“GUIからマルチモーダルUI (MUI) に向けて”，情報処理, Vol. 36, No. 11, p.1039-1046, 1995.

[6] 株式会社オージス総研柿本修司氏からの私信による
 [7] 増永良文：“リレーショナルデータベースの基礎-データモデル編-”，東京，オーム社，1990，212p.
 [8] 情報処理学会：“新版情報処理ハンドブック”，東京，オーム社，1995.
 [9] オージス総研：“音声認識装置DS200ユーザーズマニュアル”，オージス総研，1992.
 [10] Oracle Corporation：“SQL*Plusユーザーズ・ガイドおよびリファレンスバージョン3.1. 第4版”，Oracle Corporation. 1988.
 [11] Oracle Corporation：“Oracle Pro*Cプリコンパイラプログラマーズ・ガイド”，第2版，Oracle Corporation. 1993.
 [12] 明電舎：“日本語規則音声合成装置FINETALKユーザーズマニュアル”，明電舎，1992.
 [13] C. J. Date：“藤原諒訳，データベース・システム概論”，東京，丸善株式会社，1984，598p.
 [14] 原潔：“標準SQLプログラミング”，東京，啓学出版，1990，188p.
 [15] 増永良文：“リレーショナルデータベース入門”，東京，サイエンス社，1992.
 [16] Y. Kambayashi: "Processing Cyclic Queries," in Query Processing in Database Systems (W. Kim, D. S. Reiner, D. S. Batory-eds.), pp.62-78, Springer-Verlag, 1985.
 [17] 仁久丸拓平：“音声によるデータベースアクセスの研究”，茨城，図書館情報大学，1995，34p. 卒業研究論文。
 [18] 荒川ゆう子：“音声によるデータベースアクセスの研究”，茨城，図書館情報大学，1996，37p. 卒業研究論文。

【付録】

サンプルデータベース

商品

商品番号	商品名	愛称	型	メーカー	定価
1	Aptiva_550	Aptiva	デスクトップ	IBM	220000
...

顧客

顧客番号	顧客姓	顧客名	読み姓	読み名	住所1	住所2	住所3	電話番号	性別	FAX番号
1	荒川	ゆう子	あらかわ	ゆうこ	茨城県	土浦市	茨城県土浦市中	0298429720	F	0298421111
...

社員

社員番号	社員姓	社員名	読み姓	読み名	所属	給与
1	太田	由香	おおた	ゆか	営業	200000
...

倉庫

倉庫番号	倉庫名	住所1	住所2	住所3
1	第一	東京都	港区	東京都港区
...

納品

納品番号	商品番号	顧客番号	納品日	納品数	単価	合計金額	担当者番号
1	1	1	96.4.10	1	220000	220000	1
...

在庫

倉庫番号	商品番号	在庫量	安全在庫量
1	1	100	20
1	2	200	50