

PB 電話機を用いた自動電話番号案内システムの開発と評価*

東田 正信^{†a)} 奥 雅博[†] 村上 仁一^{††}

Development of a Fully Automated Directory Assistance System Using Touch-Tone Telephones and its Evaluation*

Masanobu HIGASHIDA^{†a)}, Masahiro OKU[†], and Jin'ichi MURAKAMI^{††}

あらまし PB (プッシュボタン) 電話機から利用者が検索条件を入力して電話番号を検索できる自動電話番号案内システムを開発した。検索キーワード入力には、情報機器に不慣れな利用者でも、簡単に操作方法を学習でき、短時間で入力できる文字情報縮退入力方式を採用した。本方式では、ひらがな 5 文字を一つの数字キーに縮退させて割り付けた PB 電話機の数字キーを使い、検索キーワードをその「よみがな」に従って逐次数字キーを押下することで入力する。同様の文字割付に従い数字列化された情報を付加した電話帳 DB を数字列化されたキーワードで検索する。本論文では、文字情報の縮退度情報を用いて利用者からの入力回数を最小化するための入力情報数最小化技術、採用した入力方式に起因する曖昧性を複数の曖昧さを含む情報の相互接続可能性を用いて解消する相乗的曖昧性解消技術などの知的対話誘導技術、及びこれらの技術を実装した自動電話番号案内システムの構築と評価について述べる。このシステムは「あんないジョーズ」という名称で公衆サービスとして提供された。1998 年から 2007 年までのサービス期間中に、約 1300 万呼に対して検索処理を実行し、正しく電話番号を案内できた呼は約 1000 万呼であった。表示機能がないことによる入力内容のミスやキータッチのミスなどに起因して、番号が案内できなかった呼を除いて、「あんないジョーズ」が利用者に対してオペレータと同等の応対を提供できた呼の数は呼全体の約 85%であった。

キーワード 自動電話番号案内システム, 知的対話誘導技術, 文字情報縮退入力方式, 相乗的曖昧性解消技術, あんないジョーズ

1. ま え が き

電話加入者の住所と名義を聞いて、電話番号を調べて利用者に案内する電話番号案内サービスは 1890 年に開始され 120 年以上の歴史を誇るサービスである。

このサービスは電信電話事業の付帯事業として、当初無料で開始された。しかし、電話加入者が急速に増大し、番号案内の利用が拡大するにつれて、手作業によるオペレータ案内には限界が生じ、1986 年(昭和 61 年)には、電話帳を電子化して、オペレータが端末からキーワードを投入して電話帳を検索するという

ANGEL (Advanced Number Guide by Electronic Computer) サービスが開始され、IT 技術による効率化が図られた。

しかし、1989 年には利用数が、一日平均 330 万呼、1 時間最繁時 30 万呼、最大で年間 12.8 億呼になるに及んで、操作端末数が 6,000 台、24 時間サービスを維持するためのオペレータの数は 20,000 人を超えるようになった。このため、更なる効率化のために自動化と有料化が検討された。

1990 年に利用者がパソコン端末を利用して自分で検索できる自動化サービス ANGEL LINE 及び、番号検索専用端末 ANGEL NOTE (両者とも 1 検索 10 円) が有料化に合わせて提供された。

1996 年には、新たな自動化サービスの提供が検討され、同時に料金改定も収支償還を目的に検討された。

それまでの自動化サービスの利用状況を分析した結果、以下が新たな課題であることが分かった。

① 利用端末数の増加

[†] NTT ソフトウェア株式会社, 東京都

NTT Software Corporation, 2-16-2 Konan, Minato-ku, Tokyo, 108-8202 Japan

^{††} 鳥取大学工学部知能情報工学科, 鳥取市

Department of Engineering, Tottori University, 4-101 Koyamacho-minami, Tottori-shi, 680-8552 Japan

a) E-mail: higashida.masanobu@po.ntts.co.jp

* 本論文はシステム開発論文である。

当時普及が進んでいた電話機を端末として利用する（加入電話数 6300 万（住宅用電話 4000 万，事務用電話 2300 万），及び公衆電話）。

② 簡便な検索条件入力方式の開発 [1]~[3]

キーボード操作に不慣れな利用者（番号案内サービス利用者には中高年者が多い）でも電話機を使って簡単な操作で検索キーワードを入力できる。

これを実現するため，簡便な検索キーワード（住所，名義名）の入力方法に関して，以下の 2 案を検討した。

(1) 音声入力方式

音声認識技術を利用した電子オペレータを実現して，利用者とシステムの音声対話で，入力情報を確認，検索処理を実行する。

(2) 文字入力方式

PB（押しボタン）電話機のボタンキーを利用して利用者が検索キーワードを入力，システムとの音声対話で入力情報を確認，検索処理を実行する。

(1) の音声入力方式は全国にある全ての電話機から使用可能なことから，利用者にとっては便利である。当時，外国では幾つかの先行事例 [4]~[6] として実験された，あるいは特許レベルのもの [7], [8] があるが，いずれも商用システムとして成功したという報告はない。音声認識の精度が十分でないことから，利用できる語彙を大きく制限して認識精度を上げる工夫をするもの [4]~[6] や，認識不可の場合は利用者に何度か再入力を促し，それでも不可のときはオペレータにつなぐ [7] ハイブリッド型のもの，あるいは単語認識と音韻認識，綴り認識を組み合わせる正解候補を出そうとするもの [8] などがあるが，利用者には大きな負担を強いるものであると考えられる。

(2) の文字入力方式については，PB 電話機のボタンキーを利用した文字入力方式のアプリケーションとしては，ベル研究所内の職員 1300 名程度を対象にした番号案内を試行したもの [9] があるが，対象者数を大きく絞り込むことで成功している。更に，後年には，聴覚障害者でメッセージ送信をボタンキー操作で送るサービスなどを試行した例 [10] がある。しかし，この場合も使用できる語彙を絞り込んでいるため，対象者数や対象語彙が膨大になった場合についての適用可能性については言及されていない。

以上の先行事例を考慮して，今回のサービス開発にあたっては，限定的な認識機能を有する音声認識を利用

した利用者に大きな負担を強いるサービスの提供は問題があるため，(1) の音声入力方式は採用を見送ることとした。

本システム開発では (2) の文字入力方式を採用することとして，利用者に簡便な検索キーワード入力方法を提供する文字情報縮退入力方式 [1], [2] を新規に開発した。

携帯電話機の普及に伴い，現在は本論文と同様の手法に基づくメッセージや文章などのテキスト入力手法が増えてきている [11]~[15]。特に携帯電話，スマートフォンが普及し始めた頃からは，表示機能があるため，複数候補を表示して選択させるなど，入力の仕方に大きな変化が生じてきている。また，表示機能があることでメッセージや文章などの文字数が多い文も入力できるようになった。本論文でのサービスが提供されて以降に提案された各種入力方式を比較，方式の違いなどを付録 1. にまとめた。

文字情報縮退入力方式とは，PB 電話機の各ボタンキーに配置された文字表を見ながら，入力する日本語の「よみがな」を「ひらがな文字列」として，そのひらがな文字列が配置されている PB キー（図 1 参照）を文字単位に一度ずつ押していくという入力方式である。結果として「よみがな」の文字列の文字が表示されたボタンキーを一度ずつ押下して，「よみがな」文字列に対応した数字列を入力することになる。この入力方式は，利用端末に表示機能を必要とせず，利用者が意図した入力情報を縮退させた状態で入力させるために，一般的に入力情報には曖昧性を生じる。

この入力方式を用いてシステムを開発するときには，曖昧性が生じたときに，利用者によるこのことを意識させずに，曖昧性を解消するために必要な付加情報を取得する対話プロセスを組み込む必要がある。このために特別な知的対話誘導技術を考案した。

上記入力方式と知的対話誘導技術を用いた自動電話番号案内システムはプロトタイプを開発して，操作性，実用性を評価した後に，商用システムとして開発された。このシステムは，1998 年「あんないジョーズ」として公衆サービスとして提供され，2007 年のサービス終了まで一般の利用者に利用された。アクセス呼数は約 1500 万に上るが，実際に検索処理された呼数は約 1300 万である。

以下，2. では現行のオペレータによる番号案内サービス内容の分析について述べる。3. では今回考案した，利用者負担を最小にして，曖昧性解消情報を獲

得する知的対話誘導技術について、4. ではこの技術を用いたシステム開発の概要を述べる。5. では、開発したシステムの性能や機能を評価する。

2. オペレータ介在型電話番号案内

2.1 オペレータ対話の手順

番号案内のオペレータは利用者から住所情報と名義情報を取得して目的とする加入者名義を 6300 万件の膨大な電話帳 DB の中から特定し、その電話番号を利用者に伝えることを任務としている。

コスト削減のため、オペレータは利用者との応対時間をできる限り短くすることを求められている。このため、最少の情報で目的とする検索結果を出せるように、地名の取得順序、確認や、姓・名の聴取・確認などにおいては高度な知的活動をしている（下記(2)の④～⑦、(3)の②③⑤など)[16]。

オペレータは検索時、「よみがな」をキーワードとして入力して電子電話帳 DB を検索する。また DB 検索時は「よみがな」を清音化^(注1)したもので検索する。

オペレータの基本動作を以下に示す。

- (1) 個人名義検索か、法人名義検索かを聞く
- (2) 個人名義のとき
 - ① まず、地域（市区郡）の情報を聞く
 - ② 町・字しかわからないときはその情報を聞く（同時に上位の市区郡まで確定する）
 - ③ 県名しかわからないときは、検索不可とする（サービス終了）
 - ④ ①②で得られた地域を基本検索範囲とする（確認のときは常に一つ上位の地名から行う）
 - ⑤ 姓と名を聞く（姓しかわからないときも結果が得られない場合があることを利用者に承諾してもらい、検索は実行する）
 - ⑥ 検索結果が複数存在するときは、丁目（必要に応じて番地情報も利用）までの住所情報、表記（漢字）情報をもとに絞り込む
 - ⑦ 候補の絞込みにあたっては、他の候補者の個人情報を開示しないように、利用者からの情報を引き出して利用する（オペレータからの情報提供はしない）

- ⑧ 電話帳不掲載希望者の場合を除いて番号を案内してサービスを終了する

(3) 法人名義のとき

- ① まず、住所（市区郡）を聞く
- ② 都道府県名しかわからない場合でもそこを検索範囲として検索を実行する
- ③ 名義情報を聞く（名義は途中まででもよいし、部分的な情報でもよい。また当該会社が提供する製品名などで検索することも可としている）
- ④ 名義情報を聞いて、「よみがな」で投入
- ⑤ 検索結果が複数あるとき（本店・支店、地域 1 号店、2 号店などのケースが多い）は、例示して、利用者の選択に基づいて電話番号を案内する

2.2 オペレータ対話の効率化対策

オペレータ会話を分析してわかったことは、以下の二つの方針の下に利用者との対話を進めていることである。

方針 1：入力情報数を最小化

利用者からの聴取情報の個数を最小にする。特に住所情報は検索範囲絞込みに必要な範囲にとどめる。

- 基本的には市区郡（都内の場合は市区郡よりも町・字）情報＋名義名（個人の場合は姓＋名、法人の場合は名義名称）から電話番号を検索。
- 住所や姓・名で曖昧性（下記方針 2 参照）が生じたときのみ、追加情報獲得の誘導対話を実行。

方針 2：対話の中での曖昧性解消

聴取情報に曖昧性が含まれるときには、解消のために最も有効な情報を利用者から聴取する。

- 住所では「同よみがな異表記」、「同よみがな同表記異場所」の曖昧性が生じる（付録 2. (1) 参照）。前者の場合、曖昧性解消と検索地域の更なる絞込みのためにより下位の情報を聴取することが検索範囲の更なる絞込みが可能で、効果的。同様に後者の場合も、より下位の情報を聴取することが効果的。下位情報が得られない場合は上位情報を聴取することで曖昧さを解消。
- 姓・名の場合は「同よみがな異表記」は発生する可能性が高い。このような場合は、姓・名の組み合わせの可否^(注2)か、漢字の表記情報を使

(注1)：濁音・半濁音を全て清音に変える。これは利用者が「中島」を「なかじま」と「なかしま」など、読みを混同していることがあるため、これを救済するために検索は清音化する。ただこれだと「長嶋」「永島」(ながしま)なども検索されてくるため、オペレータは漢字情報も参考にして、画面を見ながら、利用者に対応する。

(注2)：該当検索範囲に取得した姓・名（よみがな）を両方有する加入者が実在するかどうかをチェックして曖昧性を解消する。

うかして、曖昧さを解消.

2.3 電子電話帳 DB の構成

電話帳 DB の加入者インスタンスの構成を以下に示す (表記, よみがなを含む).

加入者情報 = 住所 + 名義 + 電話番号 (1)

名義 = 個人名義 or 法人名義 (2)

また, 住所 DB の構成を以下に示す.

住所 = 都道府県名 + 市区郡名 + 町字名 + 丁目
+ 番地情報 (3)

個人名義・法人名義の構成を以下に示す.

個人名義 = 姓 + 名 (4)

法人名義

= 名義 + 枝情報 (本支店名, 部署名など) (5)

住所情報は番地情報まで含めると全ての加入者インスタンスには異なる情報が割り振られている. 上位 (都道府県名) から下位, 細部 (番地情報) までの住所情報が全て取得できれば, 名義を特定できる.

加入者インスタンスを「よみがな」レベルで見ても, 同様に全てのインスタンスは異なるよみがな情報をもつ. この DB を, 市名と姓・名の「よみがな」だけの情報で検索しようとするのと両方とも同じよみがなであるインスタンスである場合が発生する. これがオペレータ案内で生じる曖昧性である.

文字情報縮退入力方式に対応する DB は, 「よみがな」を更に, 図 1 に基づく対応により「数字列」に変換している. したがって, この DB を, 市名と姓名だけの「数字列」情報で検索しようとするとき「同数字列」で異なるインスタンスが存在する場合が発生する. これが今回開発するシステムで発生する曖昧性である.

曖昧性が生じたときには, これらのインスタンスの間で異なる情報をもっている部分を探し出し, 利用者からその情報を取得することで曖昧性の解消が図れる.

利用者が所有する情報の内で, 上記曖昧性を解消するための最適情報を聞くことが, 最短時間で候補を一つに絞り込んで番号案内をするために必要である.

情報エントロピーの観点からみると以下のようになる. 4000 万の個人名義インスタンスの集合は 25.3bit の情報エントロピーをもっており, 2300 万の法人名義インスタンスの集合は 24.4bit の情報エントロピーをもっている.

インスタンスが全国に均一に分布しているとするとき, 都道府県名 (47) がわかれば 5.5bit 減少して 19.7bit になる. このようにしてインスタンス集合の中から, 住所や名義の部分情報を利用して情報エントロピーを減少させ, 情報エントロピーが 0bit になる部分集合を見つけることが, 加入者インスタンス候補が 1 件になったということである. 電話番号案内における情報検索とは, 検索条件に合致したインスタンスの部分集合を作成して情報エントロピーを減少させ, 最終的には情報エントロピーを 0 にするインスタンスの部分集合 (候補が 1 件) を作る検索処理であると言える.

3. 利用者との対話誘導戦略

3.1 自動電話番号案内システムの入力方式と曖昧性発生の可能性

PB 電話機を使用する自動電話番号案内システムでは前述のように文字情報縮退入力方式 [1], [2] を採用した. PB 電話機のボタンキーへのひらがなの配置を図 1 に示す (一般的には各行の先頭文字 (あ, か, さ, 等) を印字したものが多く).

オペレータ介入型システムでは, 「同よみがな異表記」, 「同よみがな異場所」の曖昧性が生じる. 今回開発した自動番号案内システムでは, 「同数字列異よみがな」の曖昧性が追加で発生する (例については付録 2. (2) を参照).

この入力方式を利用して電話番号の検索を行う際に使用する電話帳 DB では, オペレータが「よみがな」で検索するために作成した DB の (1)~(5) までの情報に, これらを全て対応する数字列に置き換えた情報を付加した DB を追加作成する.

検索は利用者から入力された数字列の検索キーワードをもとに上記 DB を検索して, 解にたどり着くまで,

1 あいうえお	2 ABC かきくけこ	3 DEF さしすせそ
4 GHI たちつてと	5 JKL なにぬねの	6 MNO はひふへほ
7 PQRS まみめも	8 TUV やゆよ	9 WXYZ らりるれろ
* 濁点 半濁音	0 わをん	# #:区切り ##:終了

図 1 電話機ボタンへの文字配置

Fig. 1 Allocation of hiragana and alphabetical characters to touch-tone keys.

利用者との対話を行う形式で処理が進められる。

3.2 知的対話誘導技術の開発

PB 電話機を利用した自動化電話番号案内システムにおいては、オペレータ介在型電話番号案内システムに比較して以下の制約条件が存在する。

- ① 利用者からの入力には PB 電話機の 12 個のボタンキーからの数字 (*, # を含む) 列に限られる (「わからない」を表現する方法も必要)
- ② 文字情報以外には、Yes/No 型の質問しかできない (情報確認などに使用)

上記の制約条件を踏まえて、オペレータの知的な対話戦略を考慮して、下記の二つの知的対話誘導技術を開発した。

《知的対話誘導技術 1》入力情報数最小化技術

- 利用者の入力操作の負担を最小にするため、住所や名義の構成部分の内、できるだけ少数の入力情報から、住所の特定 (検索範囲の限定) と名義の特定 (検索名義数の限定) を行えるようにする技術
- どの構成部分を選択するかは、「よみがな」から「数字列」への変換過程における情報縮退の度合いを情報エントロピーの減少割合から推定して選択する
- 入力の文字列が少なくなるほど入力ミスも減る

《知的対話誘導技術 2》相乗的曖昧性解消技術

- PB 電話機を利用した利用者からの入力情報では、「同数字列異よみがな」、「同数字列同よみがな異表記」、「同数字列同よみがな同表記異場所」の曖昧性が生じる。これに関連する追加情報を利用者から取得 (上記と同様の曖昧性が生じている可能性がある) し、その両者の相互接続可能性から、両者の曖昧性を同時に解消しようという技術 [18] (例については付録 3. (1) を参照)。言い換えれば、両者の検索キーワードを有するインスタンスが検索対象の中に存在するかどうかをチェックすることである。
- 利用者には、入力方式に起因する曖昧性が生じていることを開示しないで曖昧性解消を図る。
- 追加情報の選択は、上記 1 の技術による。

以上の知的対話誘導技術は、以下の 3 ステップ 6 対話誘導手法に展開した。

【ステップ 1】住所入力

《手法 1》利用者が最初に入力する情報は住所で、最も曖昧性が生じにくい「市区郡名」とする。

- 住所情報のうち市区郡が ① 表記 → ② よみがな → ③ 数字列への変換での情報エントロピーの減少度合いが小さい。すなわち曖昧性が生じる可能性が低い。
- これは利用者が持ち併せている情報の中で最も正確な情報が期待できるものでもある。
- この入力での検索範囲を市区郡レベルに絞り込める期待が大きい

《手法 2》上記《手法 1》で曖昧性が生じた場合は、利用者に追加情報の入力を求める。追加情報は相乗的曖昧性解消効果が期待できる項目を選ぶ。最初は「町字」情報の入力を求める。不可の場合は「都道府県名」の入力とする。(絞り込めない例については付録 3. (2) 参照)

《手法 1》《手法 2》により、検索範囲を市区郡レベルまたは、町字レベルにまで絞り込みができる。

【ステップ 2】名義入力

《手法 3》個人名義の場合、姓名を続けてではなく、姓、名の順に入れてもらう。一度に入力したい利用者には区切り記号「#」を挟んでもらう^(注3)。姓、名は曖昧性が生じる可能性が大きいので、姓、名の両方の入力を基本とする。曖昧性が生じない姓や長い姓などでは姓だけでも検索実行可とする。(例については付録 3. (3) 参照)

《手法 4》法人名義の場合、名称が長い場合や略称が通称になっている場合もあり、入力情報最小化方針に基づき、名称の一部や通称などの入力も可とする。

- 名称が長い場合は、「同数字列同よみがな」の曖昧性が生じる可性は極めて低い (付録 3. (3) 参照)。このため、正式名称の入力が望ましいが、利用者が保持していないことも多い。
- 部分検索も実施するために検索高速化の検討も実施した [17]。
- 人間オペレータ案内と同様に、当該企業が扱う製品名称などの入力も可とする。

【ステップ 3】検索結果の曖昧性の解消

【ステップ 1】で絞り込まれた地域と【ステップ 2】で入力された名義情報で検索を実施して、複数の名義候補が検索された場合は、更に絞り込む必要がある。法人名義の場合はほとんどが名義は 1 件に絞り込まれ、あとは名義内の枝情報 (2. 3, 式 (5) を参照) の絞込

(注3)：例えば、「はしもとじろう」が連続して入力されたときには「はし、もとじろう」なのか「はしもと、じろう」なのかの区別がつかなくなる。

みに入るだけとなる。

個人名義の場合には、検索地域内に「同数字列同よみがな異表記」「同数字列異よみがな」が発生する可能性が大きい。

《手法5》まず、検索範囲を絞り込むための「町字名」情報を取得する。(既に町字情報が取得済みの場合は下位の「丁目」情報を取得する。)

- 「姓」+「名」で検索し、該当検索範囲で複数の候補が残る場合が生じる可能性がある
- 姓について「同数字列同よみがな」の場合で、「名」について「同数字列同よみがな」「同数字列異よみがな」いずれの場合も、利用者に安心感を与えるために姓の「よみがな」を利用者に伝えて「名」の曖昧性解消のため(検索範囲を絞り込む)の住所の追加情報の入力を促す。
- 姓について「同数字列異よみがな」がある場合は、検索範囲に複数の候補者がいる事だけを伝えて、検索範囲を絞り込むため、より詳細な住所の追加情報の入力を促す。
- 「丁目」情報を取得するときは候補が存在する「丁目」を列挙して選択してもらう。

《手法6》上記《手法5》でも候補が一意に絞り込めないときは以下の場合に分けて対応する。

- ① 利用者が丁目情報を持ち併せていない。
 - ② 「丁目」情報を利用して絞り込んででもまだ複数の候補が同一地域に存在する。
 - ③ 「丁目」情報で絞り込むと候補なしになる。
- の3通りの場合が存在する。

- ① ③ に関しては、検索解が見つからないとして「番号案内不可」として処理する。② に関しては利用者が番地情報までもっていることが確認できる場合は、番地情報を入力してもらい、候補の絞り込みをする。② で番地情報がなくても、姓・名の漢字情報で区別ができる場合は、利用者に漢字情報を伝えて1件に絞り込む[19],[20]。
- 基本的には番地までの情報が取得できたときには候補は一人になるので、「姓名」の読みを確認後、利用者に電話番号を通知する。
- 番地情報をもっていないときは、「番号案内不可」として処理する。

以上の戦略により、利用者の入力ミスを減らすために入力情報数を最少化し、採用した文字情報縮退入力方式に起因する曖昧性を利用者に開示しないことで、

利用者にストレスを感じさせることなく解消できる見通しを得た[1]。

4. 自動電話番号案内システムの概要

自動電話番号案内システムは、まず、小規模なプロトタイプシステムを構築し、機能、操作性、性能などを評価した。ここでは、電話帳DBは全国版を使用、新規に導入した文字情報縮退入力方式や、曖昧性解消の知的対話誘導技術などを組み込んだ。次に、全国からのアクセスを可能とするサービス提供を目的に、トラフィック量に応じたアクセス呼の処理、課金処理、電話帳DB・住所DBの日々更新処理などを実装した商用システムの開発を行った。

4.1 プロトタイプの開発

プロトタイプの構成については、クライアント/サーバ(C/S)構成[2]とし、100Mbit/sのFDDI(Fiber-Distributed Digital Interface)で接続されている。このシステムは利用者の増加に伴い、クライアントを増設するだけで呼の増大に対処できることを見越した構成とした。

(1) サーバ

サーバには、電話帳の加入者情報データベース(日本語でのDB(表記+よみがな)と数字列に変換されたDB)と検索高速化のためのインデックス、対話誘導のためのガイダンス文や対話誘導用の可動部付きのテンプレート等が搭載されている。

- 電話帳DB(6300万加入者(個人4000万加入、法人2300万加入の名義)約64GB)
 - 検索の高速化のために新たに導入したインデックス[17]約20GB
- 合計で約84GBとなる。

サーバは以下の処理を行う。

- (a) クライアントからの検索キーワードを受け取り、電話帳DBを検索する。検索した結果をクライアントに提供する。
- (b) クライアントからのガイダンス文や対話誘導用のテンプレート文の要求に基づき、読み情報を付加した応対文をクライアントに提供する。

(2) クライアント

利用者との対話誘導、回線制御などは、クライアントが処理する。クライアントは利用者とのやりとり(対話誘導)、呼処理、回線制御などを受け持つ。

クライアント本体に接続された回線制御ボードは以下の処理を行う。

- (a) 利用者からの呼を受けつける。
- (b) 利用者が入力した PB 信号 (DTMF 信号) を受け取って数字列 (0~9 までの数字及び *, #) としてクライアント本体に送る。
- (c) クライアント本体で音声化された応対文やガイダンス文の合成音声を利用者に送出する。
- (d) 通信が終われば呼の終了処理を行う。

クライアントでは、対話制御機能を受け持っている、以下の処理を行う。

- (a) PB 電話機から受け取った数字列 (利用者により入力された検索キーワード) と、現在の対話誘導の局面とから、次に検索する内容を決め、検索条件をサーバに送る。
- (b) サーバからの検索結果を受け取り、その結果と利用者との検索要求との分析を行い、次に利用者に提供すべき情報 (あるいは要求すべき情報) とそれを埋め込む応対テンプレート、あるいはガイダンス文の選択を行い、サーバに提供を要求する。
- (c) 受け取った応対文の読み情報を、クライアント内蔵の音声合成器にかけて出力音声を生成する。

4.2 プロトタイプの評価

新規に導入した入力方式の操作性や対話誘導の印象などを、45 名のモニターによるプロトタイプの試用から得た。

(1) モニターの構成

モニターは、今後新サービスを利用してもらいたい 30 歳台の人を半数とし 10 歳台~60 歳台まで幅広い年齢層から選んだ。男女の比率は 4 : 6 であった。一般の人から募集したため、番号案内を頻繁に利用する人は少なく (5%)、時々利用する、たまに利用するという人がほとんど (95%) であった。

(2) 操作性の評価

モニターによる操作性の評価では、80%の人が操作方法を学習するのは簡単、70%の人が入力する文字を探すのが容易、と評価している。入力結果の表示がないことに不安を感じる人が 40%近くいて、感じない人と同割合になっている。しかし、80%の人が対話誘導で正しい結果が得られることで、安心して利用できると答えている。40 歳以上の人にも入力方式、入力操作について特に抵抗感は見られなかった。

「サービスが実施されたら利用するか?」という質問に対しては、料金が「無料」または「オペレータ案内よりも格安」なら利用してもよいと答えた人が 70%で、

表 1 プロトタイプの性能評価

Table 1 Performance evaluation of a prototype.

ケース	入力情報	接続時間 (秒)	正答率 (%)
1	(市区郡+町字) & (姓+名)	62	99.0
2	(市区郡) & (姓+名)	71	85.0
3	(市区郡+町字) & (姓)	99	65.9
4	(市区郡) & (姓)	120~180	16.5

利用料金が高い場合は、やはりオペレータ番号案内のほうを利用すると答えた人が 60%に上った。ただ、「曖昧性がいつの間にか解消される過程が面白い」インタフェースでサービス対話を楽しめるので使いたいという人も 30%いた。

ガイダンスや対話誘導に用いた音声は合成音声を使用した。聞き取りにくいとの意見が多く寄せられたため、商用システムでは、改良を図ることとした。

表 1 に個人名義の電話番号を入力情報の条件を変えて検索したときの平均的な処理時間を示す。ここでは、利用者からの入力情報を 4 種類設定して、それぞれの接続時間と正答率を測定した。

プロトタイプでは、ガイダンスは簡素なものとした。また、利用者が市区郡と町字の両方がわかっているときには、これらの情報を連続して入力できるように、入力情報間を「#」で区切って入れるようにしている。なお、入力の終了時には「##」を入れるようにしている。

A. 接続時間

ここでは、「呼を受け付けてから、利用者とのやりとりを完了するまでに要する時間」を接続時間として測定している。

接続時間は利用者が持ち併せている情報により若干の差異が出るが、市区郡までの情報と姓名情報があるとおおむね (85%以上) 加入者を特定できて、1 分程度でサービスを成功裏に終了することができている。

実際の番号案内におけるオペレータの 1 件当たりの呼の処理時間は平均で約 40 秒である。

オペレータは、利用者との対話とキーボード入力を並行して進めていることを考えると、このシステムでの所要時間は下記の理由により妥当なものと考えることができ。

- ① 対話誘導に要している時間と、利用者が PB 電話機を使って入力操作をしている時間を並行処

理できない。

- ② ガイダンスや情報確認などは、明瞭度を上げるために時間をかけて実施している。

B. 正答率

ここでは正答率を、「受け付けた呼の中で利用者が適切な情報を入力した後で、利用者が望む電話番号を案内できた呼の全呼に対する割合」とする。

正答率は、利用者がどのような情報をもっているかに大きく依存する。表1より、利用者が市区郡と町字レベルの住所情報と姓と名情報とを正しく入力すれば、ほぼ加入者を一人に特定できることがわかる。

また、町字レベルの情報まで提供してもらい検索地域を限定することよりも、姓と名の両方が入力される（入力方法に起因する曖昧性が残っている可能性がある）ことの効果が大きいこともわかる。

プロトタイプの評価により、以下のことがわかったので、商用システムの開発に移行した。

- (1) 新規に導入した検索キーワードの入力方式、システムとの対話を利用者にとって受け入れられるものである。
- (2) 番号案内サービスの基本である、住所情報と正確な名義情報があれば、入力方式に起因する曖昧性があっても、これを解消して検索を成功させて番号を案内することができる。
- (3) 所要時間はオペレータ案内に比べると遅いが、対話誘導の手間をかけ方からして妥当である。

4.3 商用システムの開発

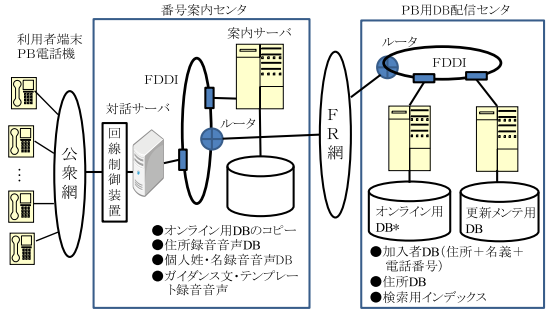
プロトタイプシステム概念を受け継ぎ、商用システムの開発を実施した。このシステムは、1998年5月に「あんないジョーズ」として商用に導入され、2007年3月にサービスが終了する^(注4)まで9年間、公衆サービスとして提供された。

サービス開始前後には各種新聞に、そのサービス内容や技術内容が紹介された[21]~[23]。

システム構成を図2に示す。

商用システムの開発に向けて、新規に考慮された事項は以下のとおりである。

- (1) 24時間365日無休のサービスを提供する。
他の自動化システムと同等のサービスとする。
- (2) 番号案内センタとPB用DB配信センタを分離
プロトタイプシステムの機能を基本的に番号



*オンライン用DBとは当日のサービスに使用されるDB

図2 自動電話番号案内サービス「あんないジョーズ」のシステム構成図

Fig.2 System configuration of a fully automated Directory Assistance (DA) system “An-nai Jyozu”.

案内センタに構築、日々最新化されたDBに更新^(注5)して案内センタに配信しているPB用DB配信センタに分離した。

案内センタはプロトタイプと同様C/S構成で、対話サーバ（クライアント4台：256回線収容）と案内サーバ（サーバ2台）とからなる。

- (3) 課金可能自動サービス用特別番号の使用
他の自動サービスと同様の扱いとし、検索に成功して電話番号を通知できた呼については課金できるようにした。このためにアクセス番号は全国共通の0190-104555という10桁の番号とした。この特定の番号を使うことで、完了呼に対して課金することができる。
- (4) 電話帳DBの日次更新
加入者データは日々、新規加入、内容変更、解約などのために変更が生じる。一日の更新データは顧客管理システムから送信されてくる。電話帳DBはこの更新情報を反映した最新のDBを作成して、ANGELと「あんないジョーズ」のセンタに配信するようにした。電話帳DBを保有・維持管理している場所と、本システムが設置されている場所とをFR網（フレームリレー網）で接続してデータの最新化を図れるようにした。日々配信されるDB量は、約100GBになる。
- (5) 地名・人名の録音DB作成・更新
利用者にとって、聞いた音声の了解度をよくするために、地名と個人名義の姓と名の異なる「読

(注4)：この理由としては、インターネットの急速な普及によりネット上の検索が主流になり、番号案内へのアクセス呼が激減するなど、サービスを取り巻く環境が大きく変化したことがあげられる。

(注5)：日々約30万件の更新件数がある。

み]のものを全て録音した。また、ガイドンス文やテンプレート文なども全て録音、テンプレートの可変部分にも、録音音声埋め込むことで、利用者にとって、聞きやすく、確認しやすい音声とした。録音音声 DB は約 14.5GB である。

(6) 法人名義に対して音声合成器を使用

また法人名義に関しては、2300 万件と膨大な数になることと、日々の更新件数（新規・削除・変更）が多く対応が困難なこと、一部加入者だけに録音音声を取録すると加入者間での不公平が生じることから、全てを合成音声とすることとし、音声品質を向上するために音声合成器は、NTT 研究所で開発した FLUET [24] を使用した。

(7) キータッチミス、濁音・半濁音キーの押し忘れなどの入力ミス自動修正機能の追加

プロトタイプ実験の中で、実験中の約 15% の呼については、入力ミスのために対話誘導がうまくいっていないことがわかった。この中には、① 誤入力の数字列に対応する住所や名義名に対応する検索結果が存在し、これに基づいた対話誘導がうまくいかない場合と、② 誤入力の数字列に対応した検索結果が存在しないがために、対話誘導がうまくいかない場合が混在している。このうち、① については対話誘導で住所や名義の入れ直しなどで対応、② については誤入力のパターンや頻度を調査して、利用者の入力数字列に対応する検索結果が得られない場合にのみ、1 文字のミスについてはシステムで自動修正できるような機能を新規に組み込んだ。

4.4 商用システムの評価

商用システムを公衆サービスとして提供する前に社内モニターによる番号案内の実験を行い、アンケートを実施した。モニター数は 1100 名で男女比は 3 : 7、年齢では 30 代と 40 代が約 7 割、104 の番号案内利用経験者は 9 割であった。

この結果、システム全体として ① 使える、まずまず使えると答えた人が 69%、104 に比べて ② 遜色ない (13%)、やや劣るが使える (66%)、であった。

また、対話誘導については ③ 言葉遣いが丁寧 (34%)、普通 (62%)、④ 応答がわかりやすい (50%)、普通 (30%)、⑤ 応答が速い (6%)、適当 (90%) であった。

検索時間については、⑥ 思ったより速い (36%)、普通 (22%)、手間がかかることもある (29%) であり、

検索結果については、⑦ うまく検索できた (44%)、うまく検索できないこともあった (45%)、

入力の手間については ⑧ 手間取らなかった・普通 (56%)、手間取った (37%) であった。

検索正答率については、当初目標とした 75%^(注6) を超える正答率をクリアする 80% を達成できた。

この結果、正式に商用サービスとして提供されることになった。

上記アンケート結果からも、本システムで採用した文字情報縮退入力方式を採用した入力情報最少化技術や利用者にならざるを得ない曖昧性を解消する相乗的曖昧性解消技術などが有効性を発揮していることが分かる。

以下、幾つかの点について定量的な観点からの評価について述べる。

(1) 呼の処理件数

サービス開始当初は年間でアクセス呼が約 300 万呼であった。これは番号案内全体の利用呼の約 0.3% にあたる。徐々に利用数の減少が始まり最終的には年間で 20 万呼にまで減少した。サービスの期間中のアクセス呼は 1,500 万呼、このうち実際に検索処理された呼数は 90% の約 1,300 万呼になる。

そのうちで案内が完了した呼は約 1,000 万呼、残り検索結果が一意に決まらず、電話番号の通知ができなかった呼（不完了呼）であった。1300 万件の検索実行呼から、表示機能がないことによる入力内容のミスやキータッチのミスなどに起因する「あんないジョーズ」固有の不完了呼を除外すると、オペレータと同等の処理（代替機能）が提供できた呼となる。これは 1300 万呼のうちの約 85% であった。

また、104 のオペレータ検索では 90% が法人で 10% が個人だが、「あんないジョーズ」ではそれぞれ 60%、40% で、比率で見ると個人検索が圧倒的に多い。

これは、商用サービスでもやはり名前の長い法人名義の検索は敬遠されているということを示している。

(2) 処理性能（接続時間）

検索条件が明確で、実際にその人が実在する場合の検索について、100 件の検索実験をした結果を表 2 に示す。

これから、利用者が各ケースに対応する確かな情報

(注6) : ANGEL LINE, ANGEL NOTE の他の自動化サービスでの平均の検索正答率。

表 2 入力時に曖昧性が生じる幾つかのケースにおける事象と処理時間
 Table 2 Performance for several cases which occurs ambiguities in Japanese character input.

項番	市区郡入力での事象	曖昧性が生じる場合の分類 (住所は実在)		具体例 (人物は実在ではなく例示)	完了呼の平均処理時間 (秒)		出現比率	生起比率**
1		住所+姓で1件に確定	市区郡(確)+姓(確)	金沢区+御法川 253*02+75920		50.4		0.05
2	市区郡入力で住所が確定(数字列に対するよみがなは一意で表記も一意)	姓+名で1件に確定 (相乗的曖昧性解消を含む)	市区郡(確)+姓(曖)+名(曖/確)	天理市(確)+石野(曖)+次次郎(確) 4093+135+203*91	石野、浅野、磯野は同数字列(135)	79.5	0.88*	0.3
3		姓+名では曖昧性残 (同数字列(同よみがな+異よみがな)の人が複数地区に存在) 町字名、丁目名などを必要 漢字情報も必要な場合も	市区郡(確)+姓(曖)+名(曖/確定)+町字(確)	金沢市(確)+浅野(曖)+浩紀(曖)+泉が丘(確) 253*03+135+693+13*72*12	春子、弘子、浩紀 春樹は同数字列(693)	90.9		0.65
4	市区郡入力では住所が未確定 (「同数字列異よみがな」、「同数字列同よみがな異表記」が発生)	町字名入力で住所確定 (相乗的曖昧性解消を含む) 住所+姓で1件に確定	市区郡(曖)+町字(曖/確)+姓(確)	魚津市(曖)+生田(曖/確)+御法川(確) 114*3(うおづし、うえだし、いだし、おおだし、がある) 75920(みのりかわ)は一通りしかない。	魚津市と上田市は同数字列(114*3) 生田(124)は異場所にもあるが相乗的曖昧性解消で一意に。 大沢(1130)も同様に異場所が複数あるが同様の解消で一意に	80.4	0.12	0.1
5		町字名入力で住所確定 (相乗的曖昧性解消を含む) 姓+名では曖昧性残 (同数字列(同よみがな+異よみがな)の人が複数地区に存在) さらに、丁目名などを必要、 漢字情報も必要な場合も	市区郡(曖)+町字(曖/確)+姓(曖)+名(曖)	上田市(曖)+大沢(曖/確)+石野(曖)+寛治(曖) 135(いしの、いその、あさの、等) 203*(かんじ、けんじ、きんじ等)		77		0.9
山口県と山形県では山口市中尾(なかお)と山形市中江(なかえ)のように、数字列による市名入力でも区別がつかないケースもある。この場合は県名を聞いても同数字列のため、読み(「やまぐちけん」や「やまがたけん」)を提供して区別する必要がある。このようなケースはここ以外にはない。							*同数字列同よみがなが無い確率 **実験時の想定値	

を保有して、入力ミスをしないう状態で利用すれば、50秒から90秒程度で検索が成功して番号を通知することができる。平均処理時間は84.4秒であった。

プロトタイプシステムのとくと比べるとモニターの構成は異なるもののおおよそ同程度の時間で処理が完了している。また、この時間が利用者にとって、妥当な処理時間と受け取られていることから、利用者への負担感はかなり抑えられていると評価できる。

(3) ヒューマンインターフェース

表2の実験に関して、利用者が入力する情報の回数を計算すると平均で3.64回になる(情報確認のためのシステムからのYes/No質問への応答等はカウントしない)。これは同じ情報内容を利用者がもっている場合に、104オペレータが利用者から聴取して検索端末に入力する平均回数3.62回に比して若干多い程度であり、知的対話誘導のおかげで、利用者の入力回数は曖昧性を含んだ入力を許容したにもかかわらずそれほど大きくなっていない。利用者の入力情報数による負担がほぼオペレータと同等のレベルまで軽減できていることを示している。

5. む す び

本論文では、家庭やオフィスからPB電話機を使用して、利用者が自ら検索キーワードを投入する自動電話番号検索システムの開発とその評価について述べた。

このシステムでは利用者の入力に対するストレスを軽減するために文字情報縮退入力方式と呼ぶ新しい検索キーワードの入力方式を考案して採用している。この入力方式は曖昧性を許容した方式であるが、情報縮退度の情報を利用して利用者からの入力情報の数を最少にする入力情報数最少化技術も開発した。また、入力方式に起因する曖昧性については、処理を進める対話誘導の中で得られた複数の情報の相互接続可能性を検定することで解消していく相乗的曖昧性解消技術を開発した。これら二つの技術は知的対話誘導技術として本システムの中に組み込んだ。

入力情報数最少化技術に関しては、本システムにおける入力情報数が、オペレータが入力する回数とほぼ同等となり、有効性が確認できた。

相乗的曖昧性解消技術に関しても、対話誘導に満足している利用者が多いこと、また、応対時間の平均は

オペレータ対応平均時間の約 2 倍になるものの、全体的に満足と答えている人が多いことから、有効に機能していると判断できる。

「あんないジョーズ」サービスは、サービス開始後 9 年間に 1,300 万件の検索処理を実行し、約 1000 万件については利用者に電話番号を通知することができた。「あんないジョーズ」が利用者に対してオペレータと同等の対応が提供できた呼は、全体のうちの約 85% であった。

このサービスは、利用者からのクレームがほとんどない状態で年中無休のサービス提供を維持、人間のオペレータによる案内サービスを補完する自動案内サービスとしての役割を果たした。

今回の商用システム開発を通じて、利用者の検索キーワードの入力負担を軽減することを目的に新規に提案した文字情報縮退入力方式や、知的対話誘導技術は、表示機能がない端末上に十分有用な情報検索アプリケーションを開発できることを示すことができた。表示機能があるスマートフォンのような端末が使えれば、更にパリエーションのある情報検索アプリケーションを開発することも可能である。

今後は、情報案内分野において音声認識を使った電子オペレータを実現することも課題である。2000 年以降にも音声認識を用いた番号案内の自動化への試みは続いている [25], [26]。

今回提案したような知的対話誘導を使用すれば、100% でない音声認識技術を用いる場合でも、対話の中で発生する曖昧さを自然に解消して目的の情報を検索し、利用者に提供するような自動化情報案内システムを実現できる可能性があり、キー操作に不慣れた利用者にとって大きな福音となることが期待できる。

謝辞 検討を進めるにあたって、議論いただいた林智定氏、石塚順三氏に感謝いたします。また本論文を投稿する機会を与えて下さった山田伸一氏に感謝いたします。

文 献

- [1] 東田正信, 村上仁一, 奥 雅博, “オペレータレス自動電話番号案内システムの開発,” 情報処理学会自然言語研究会, 123-4, pp.25-32, Jan. 1998.
- [2] 佐藤 享, 東田正信, 林 智定, 奥 雅博, 村上仁一, “PB 電話機を利用した日本語入力方式,” 1997 信学総大, 情報システム (1), pp.102, March 1997.
- [3] M. Higashida, “A fully automated directory assistance service that accommodates degenerated keyword input via telephones,” Proc. PTC, pp.167-174, 1997.
- [4] M. Lennig, G. Bielby, and J. Massicotte, “Directory assistance automation in bell canada: Trial results,” Speech Communication, vol.17, issue 3-4, pp.227-234, Nov. 1995.
- [5] C.A. Kamm, C.R. Shamieh, and S. Singhal, “Speech recognition issues for directory assistance applications,” Speech Communication, vol.17, issue 3-4, pp.303-311, Nov. 1995.
- [6] F. Seide, A. Kellner, and Julli, “Towards an automated directory information system,” Proc. Eurospeech, Cite Seer, Greece, 1997.
- [7] M. Lennig and R.D. Sharp, “Method and apparatus for automation of directory assistance using speech recognition,” US Patent, No.5,479,488, Dec. 1995.
- [8] F.E. Meador, III, K.M. Casey, and J.E. Curry, “Automated directory assistance system using word recognition and phoneme processing method,” US Patent, No.5,638, 425, June 1997.
- [9] L.R. Rabiner and R.W. Schafer, “Digital technique for computer voice response: Implementations and applications,” Proc. IEEE, vol.64, no.4, pp.416-433, April 1976.
- [10] G.V. Kondraske and A. Shennib, “Character pattern recognition for a telecommunication aid for the deaf,” IEEE Trans. Biomedical Engineering, vol.VME-33, no.3, pp.366-370, March 1986.
- [11] D.L. Grover, M.T. King, and C.A. Kushler, “Reduced keyboard disambiguating computer,” US Patent, no.5,818,437, Oct. 1998.
- [12] 田中久美子, 大塚祐介, 武市正人, “携帯電話における日本語入力—子音だけで日本語が入力できるか,” 情処学論, vol.43, no.10, pp.3087-3096, Oct. 2002.
- [13] 田中久美子, 大塚祐介, 武市正人, “少数キーを用いた日本語入力,” 情処学論, vol.44, no.2, pp.433-442, Feb. 2003.
- [14] F.C.Y. Li, R.T. Guy, K. Yamani, and K.N. Truong, “The 1 line keyboard: A QWERTY layout in a single line,” UIST11, Santa Barbara, CA, USA, Oct. 2011.
- [15] I.S. Mackenzie, R.W. Soukoreff, and J. Helga, “1 thumb, 4 buttons, 20 words per minute: Design and evaluation of H4-Writer,” UIST11, Santa Barbara, CA, USA, Oct. 2011.
- [16] M.J. Muller, R. Carr, C. Ashworth, B. Diekmann, C. Wharton, C. Eickstaedt, and J. Clonts, “Telephone operators as knowledge workers: Consultants who meet customer needs,” Proc. CHI '95, pp.130-137, 1995.
- [17] 奥 雅博, 永井良史, 野田良輔, 林 智定, 東田正信, “オペレータレス自動電話番号案内システムに適した部分一致検索法,” 信学論 (D), vol.J84-D-II, no.3, pp.529-540, March 2001.
- [18] 東田正信, “データベース照合型入力方法及び装置, 並びに電話番号案内サービスシステム”特許公報 (B2), 特許第 3221477 号 (登録日平成 13 年 8 月 17 日).
- [19] 藤岡健吾, 奥 雅博, “音声による姓名同音異字候補の持

- 定方法に関する検討,” 情報処理学会自然言語処理研究会, 122-15, pp.97-104, Nov. 1997.
- [20] 奥 雅博, 藤岡健吾, 浅野久子, 高木伸一郎, “PB 入力型電話番号検索実験システムに用いる漢字説明文の評価,” 情報処理学会第 55 回全国大会講演予稿集, 5w-10, 1997.
- [21] 読売新聞朝刊, “104 番号案内 5 値上げ—「自分で検索」新システムが登場,” 1998.4.18.
- [22] 日本経済新聞朝刊, “NTT の電話番号案内, 自動応答で新方式—プッシュホンで簡単に 50 音入力,” 1998.4.18.
- [23] 朝日新聞夕刊, “NTT の新番号案内「あんないジョーズ」—手抜き入力で相手を特定,” 1998.5.29.
- [24] 箱田和雄, 塚田 元, 吉田由紀, 広川智久, 水野秀之, “波形合成法を用いたテキスト音声合成ソフトウェア (FLUET),” 1996 信学ソ大 (情報・システム), p.465, 1996.
- [25] H. Schramm, B. Rueber, and A. Kellner, “Strategies for name recognition in automatic directory assistance systems,” *Speech Communication*, vol.34, issue 4, pp.329-338, Aug. 2000.
- [26] G. Lehtinen, S. Sufla, M. Gauger, J.L. Cochara, B. Kaspar, M. Hennecke, J.M. Pardo, R. Condoba, R. San-Segundo, A. Tsopanoglou, D. Louloudis, and M. Mantakas, “IDAS: Interactive directory assistance service,” VOTS 2000 Workshop, Belgium, 2000.

付 録

1. 2000 年以降に提案された日本語の入力方式について

文献 [11] から [15] では, いずれも複数の候補を表示できる表示機能を有する端末機器 (携帯電話機やスマートフォン, フルキーボードよりも少ないキーしかないキーボード付き端末) からの文字入力方式が提案されている。

文献 [15] は, 上 (U) 下 (D) 左 (L) 右 (R) のうちの UDR の 3 文字によるハフマンコーディングした文字をコードとして入力する方式である。入力文字に曖昧さは生じない。

その他は, 入力キー列に対応する文字列として画面に表示された複数候補から入力者が意図した文字列を選択して入力文字列を確定する。

文献 [11] は T9 として認知されている, 元来は米国で提案され, 日本でも携帯電話からの入力方式として提案されている。この方式は基本的には 0~9 までのキーに補助的な機能キーを含めて入力する。利用者が意図する文字列の各文字が割り付けられているキーを, 一文字ずつ順に一度ずつ押下したのち, 画面に表示された候補から意図する文字列を選択して, 文字列を確定する。英語でも日本語でも基本は単語単位に入力す

る。日本語ではひらがな列が表示され, それを選択した後に変換するという 2 段階変換で日本語を入力する。

文献 [12], [13] はそれぞれ 10 個, 4 個のキー (他に選択などの機能キーは必要) から日本語文章を入力しようという提案である (Touch me key)。10 個のキーの場合は日本語の 50 音を基本的に子音情報に縮退させたキーからの入力になり, 4 個のときは更に情報を縮退させたキーからの日本語の入力となる。ここでは, 1 度キーが押下されるごとに, 頻度統計に基づいたかな漢字変換された日本語の文字列の候補が画面に表示され, 意図した入力が表示されたときに, それを選択することで日本語文を入力する方法が提案されている。ここではキーを 1 度押下するごとに, ひらがな列ではなく, ひらがな列を含むかな漢字混じりの日本語候補文字列が表示されることが特徴である。

文献 [14] は英語のソフトキーボードを文字情報が縮退した状態で表示して, 意図する文字列が表示された 8 個のソフトキーを順に一度ずつ押下して行く。押下したキーの並びに対応する候補語が画面に表示されるので意図した単語を選択して, 入力を確定させる方式である。

2. ひらがな文字列, 数字列などの表記から縮退した情報に起因する曖昧性について

- (1) オペレータ対応で生じる曖昧性
オペレータが利用者から聴取した「よみがな」情報を検索キーワードとする。このため「同よみがな同表記異場所」「同よみがな異表記」の曖昧性が生じる。オペレータはこれらの曖昧性解消のために利用者との対話を進める。
- ① 「同よみがな異表記」の例
- 「いずみし」には「和泉市 (大阪府)」と「出水市 (鹿児島県)」がある
 - ② 「同よみがな同表記異場所」の例
 - 「ちゅうおうく (中央区)」は複数の県・市に存在する (東京都中央区, 大阪市中央区, 札幌市中央区) など
- (2) 文字情報縮退入力方式で生じる曖昧性
ここでは, 入力情報は利用者が押下したキーに対応する数字列 (濁音, 半濁音を示す * を含む) となる。このため, 「同数字列同よみがな異表記」, 「同数字列異よみがな」などの曖昧性が生じる。システムはこれらの曖昧性を解消して解に行き着くために利用者との対話を進める。
- ① 「同数字列異よみがな」の例

- これが今回の方式で最も特徴的な曖昧性が生じるケース。地名では数字列「13*73」に対して「いずみし（和泉市，出水市）」のほかに「いずもし（出雲市）」が対応する。姓では「6374」に対して「はしもと，ひさみつ，ひさまつ，ひさもと」などが対応（表記は更に複数候補あり）。法人名義では「746*338*13*」に対して「みつびししょうじ（三菱商事）」「みつぼししょうじ（三ツ星障子）」などがある。

② 「同数字列同よみがな同表記異場所」の例

- オペレータの項での「ちゅうおうく」の例に同じ。

③ 「同数字列同よみがな異表記（異場所）」

- 地名では数字列「7822*0」に対して「みやこぐん」（福岡県京都郡，沖縄県宮古郡）が対応。上記「いずみし」も同例。

3. 曖昧性解消技術について

(1) 相乗的曖昧性解消技術の例

- 地名では、「13*73」では、「いずみし（和泉市，和泉市）」「いずもし（出雲市）」の曖昧性が生じ、「2748*1」では、「かみちょう（香美町，上町）」「かもちょう（加茂町）」「くめちょう（久米町）」などの曖昧性が生じるが，両方の情報を併せもつ地名を探すと「13*73」+「2748*1」では「いずみしかみちょう（和泉市上町）」しか存在しないことから個々での曖昧性は実在性チェックで解消できる。

- 姓名では姓で「112」だと「あおき，いおか，おおき，うえき」などの曖昧性が生じ，名で「8132」では「ゆうすけ，ようすけ，ゆうさく」などの曖昧性が生じるが，検索地域に実在する人が上記組み合わせのうちで「うえきようすけ」だけだとすると曖昧性が解消されて一意に決まる。

(2) 曖昧性が解消できない例

日本全国で唯一、「山口市幸町」と「山形市幸町」は市名も町名も同一の数字列「872*43」「310148*1」になり，県名を聴取しても同じ数字列になるので，Yes/No型の質問で識別する以外に方法がない。

(3) 逆に曖昧性が生じない例

3文字では「16*7」（おばま（小濱）），4文字では「3232」（さきさか（向坂））などが「同数字列同よみがな」が一通りしかない。5, 6文字以上になるとほとんどが「同数字列同よみがな」が一通りになる。例えば「46*274（つばきもと（椿本））」「27574*1（くまのみどう（熊埜御堂））」など。一般には名義名称でも

7文字以上になるとほとんど情報縮退が生じないが，「三菱商事」「三ツ星商事」などのように名前や地名を冠した会社名，病院名などでは同じ数字列になる可能性がある。

（平成 25 年 1 月 10 日受付，5 月 13 日再受付）



東田 正信（正員）

昭和 47 年東大・工学。昭和 50 年同大大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社横須賀電気通信研究所（現在日本電信電話株式会社）入社。平成 14 年環境エネルギー研究所所長，平成 19 年 NTT ソフトウェア（株）入社，現在同社顧問。コンピュータアーキテクチャ，自然言語処理，音声対話処理などの研究開発に従事。情報処理学会，IEEE 各会員。



奥 雅博（正員）

昭和 57 年阪府大・工学。昭和 59 年同大大学院博士前期課程修了。同年日本電信電話公社（現 NTT）入社。平成 23 年 NTT ソフトウェア株式会社入社。機械翻訳，日本文献支援などの日本語処理技術の研究開発に従事。博士（工学）。情報処理学会，言語処理学会各会員。



村上 仁一（正員）

昭和 59 年筑波大・基礎工学。昭和 61 年同大大学院修士課程修了。同年 NTT 入社，情報通信処理研究所に勤務。平成 3 年～平成 7 年国際電気通信技術研究所（ATR）出向。平成 10 年鳥取大学工学部現在に至る。音声認識のための言語処理の研究，統計翻訳の研究などに従事。日本音響学会，言語処理学会各会員。