

機器操作マニュアルの知識と構造を利用した音声対話ヘルプシステム

伊藤 亮介[†] 駒谷 和範[†] 河原 達也[†]

機器操作マニュアルの検索に音声対話インタフェースを適用することで、ユーザフレンドリなヘルプシステムを構築する。本システムでは、まずユーザに自由な発話による検索を許し、キーワード集合を基にマニュアルの項目とマッチングを行うが、この段階では多数の候補が得られる。そこで、機器操作マニュアルから抽出される知識と階層的な構造を利用して対話を行うことにより、ユーザの意図を詳細化し検索結果を絞り込む。効率的に絞り込む質問を生成するために、マニュアルのディレクトリ構造を利用し、3種類のコスト関数を定義した。ビデオデッキのマニュアルに関して14人の被験者に対して実験を行った結果、本対話戦略によってシステムからの質問回数は、単純に尤度の高い候補から確認発話を行う戦略に比べて71%に減少した。

Spoken Dialogue Help System for Electrical Appliances Using Knowledge and Structure of Their Manuals

RYOSUKE ITO,[†] KAZUNORI KOMATANI[†] and TATSUYA KAWAHARA[†]

We present a user-friendly help system for electrical appliances with speech interface that makes queries to their manuals. Users can make queries by unconstrained speech, from which keywords are extracted and matched to the items in the manual. As a result, so many items are usually obtained. Thus, we introduce an effective dialogue strategy which narrows down the items using a tree structure extracted from the manual. We present three cost functions that minimize the number of dialogue turns. We have evaluated the system performance with 14 subjects on VTR manual task. The number of average dialogue turns is reduced to 71% using our strategy compared with a conventional method that makes confirmation in turn according to the matching likelihood.

1. はじめに

近年、家電製品等の電気機器の性能が飛躍的に高機能になり、我々の生活は便利になっている。しかしその反面各機器の操作法が煩雑になり、マニュアルから目的の項目を見つけ出すことが容易でない。これに対して音声言語による検索は要求を直接的に伝えられ、また習熟が容易である。本研究では機器操作マニュアルの検索に音声認識および音声対話インタフェースを適用することで、ユーザにとって使いやすいヘルプシステムの構築を目指す。電気機器に音声言語インタフェースを用いる研究はこれまでもあるが、基本的にはコマンドによる機器の操作を対象としていた^{1);2)}。本研究では、自由発話から対話によりユーザの意図を推察し、情報を検索できるシステムを目指す。

ユーザフレンドリなシステムを実現するには自然な発話から検索結果が得られることが望ましい。しかし、

ユーザが最初から検索に必要な十分な情報を含む内容を発話できるとは限らない。また、誤認識や解釈誤りが生じるとい問題もある。そこで認識結果からユーザの意図を推察するため、ユーザの発話における情報の不足分と認識・解釈誤りによる情報の欠損を、ユーザとの対話によって埋めていく枠組みを考える。またマニュアルの持つ知識とマニュアルに存在する一般的な構造を利用することで、効率的でかつ汎用性の高い対話管理を行う。

従来の情報検索システムは、ディレクトリ検索型とキーワード検索型の2つに大別できる³⁾。ディレクトリ検索型システムでは、データを階層的にカテゴリ化し、ユーザは上位のカテゴリから順に選択していくことによって、目的としている項目を得ることができる。ポータルのような電話による情報検索システム⁴⁾はこの一例であり、システムのプロンプトに従って要求を順に具体化していくことによって情報が得られる。しかし、ディレクトリ検索型システムでは、ディレクトリの木構造や各項目の表現がシステム開発者によって規定されるので、ユーザが理解や選択に戸惑う

[†] 京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻
Graduate School of Informatics, Kyoto University

場合がある．一方、キーワード検索型システムでは、キーワードを複数入力し、そのキーワードにマッチングする項目が出力される⁵⁾．Web検索エンジン⁶⁾や自然言語処理技術を用いた検索システム^{7),8)}はこれに分類される．キーワード検索型システムでは、ユーザが自分の要求を自由に入力できる利点があるが、検索結果が多数である場合の対処が問題となる．とりわけ出力に音声や小さな表示画面を用いる場合には、多数の検索結果をすべて出力するのは非常に効率が悪く、事実上不可能である．

そこで本研究ではこれら両手法を統合した対話戦略を提案する．ユーザには自由な入力発話を許し、そこから得られるキーワードをもとに、各項目に対してキーワード検索型の手法を用いて尤度を計算する．尤度計算では音声認識における認識誤りや自然言語理解におけるユーザの意図の曖昧性を考慮してマッチングを行う．この結果、ユーザの要求に多数の候補がマッチングする場合や、音声認識や解釈の誤りにより余分な候補が得られることが考えられる．その場合には電気機器のマニュアルから機械的に抽出したディレクトリ型の木構造を利用して、システムから絞り込みのための質問をする．その際にその後の質問回数が最小となるように、動的に対話を制御する．

質問の回数を最小化する手法として文献9)では、部署名や個人名等のあらかじめ定められたスロットを順次埋めていくタスクにおいて、現在のスロットとその値からスロット間の依存関係を考慮して確認の回数を最小化する方法が提案されている．しかし、本研究で扱う電気機器に対するヘルプシステムでは、限定されたスロットを順次埋めていくというモデルではタスクを実現できない．そこで、知識としてマニュアルから得た木構造を利用することにより、当該タスクにおける概念の包含関係を利用した効率的な質問を生成する方法を提案する．

本研究では、機器操作マニュアルの一例としてビデオデッキのマニュアルを対象とする．当例を用いた理由は、典型的な電気機器で、多様な操作法があり、規模も適度であるためである．

2. マニュアルからの知識と構造の抽出

本研究の目標とするヘルプシステムは、操作法に関するユーザの質問に対して、システムの持つ知識項目の中で最も適当なものを対話的に同定するものである．システムの持つ知識として電気機器の操作マニュアルを利用する．したがって、本ヘルプシステムのタスクは、ユーザの質問に対応するマニュアル内の項目をい

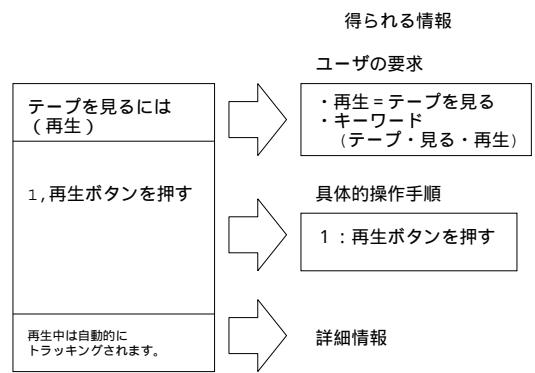


図 1 マニュアル項目からの知識の抽出

Fig. 1 Extraction of knowledge from manual entries.

かに効率良く見つけるかである．

操作マニュアルには、目次に見られる知識の階層構造や、各項目における一般的なフォーマットが存在する．本研究ではこれらを利用することにより、構造を持ったシステムの知識を半自動的に構築する．

2.1 マニュアルの各項目から得られる知識の利用
操作マニュアルの各項目は、以下の部分に分割できると想定する(図1)．

- 見出し部分
- 具体的操作手順
- 詳細情報

見出し部分にはその項目に記述されている操作方法の要約が記述されている．各項目の内容を表すキーワードとして、この見出し部分の自立語を取り出して保持する．このキーワードはユーザ発話とのマッチングに利用する．見出し部分にはそのマニュアル独自の専門用語が用いられることがあるが、通常は平易な言い換え表現もあわせて記されているため、この同値関係も保持しておく．

具体的操作手順部分と詳細情報部分に関しては、該当項目が決定された時点でユーザに対して出力する．

2.2 マニュアルの目次に存在する木構造の利用

マニュアルの目次は、概念の包含関係を表すように階層的に構造化されている(図2)．この木構造をシステムの知識構造としてそのまま利用する．すなわち木構造のそれぞれのノードが持つ内容の内包的概念を、その親のノードの見出しが持っていると思なす．

入力発話とのマッチングにおいて多くの項目が得られた場合には、この構造を利用して各項目の内包的概念をシステム側から質問する^{10),11)} ことによって、効率良く目的の項目を絞り込むことを考える．

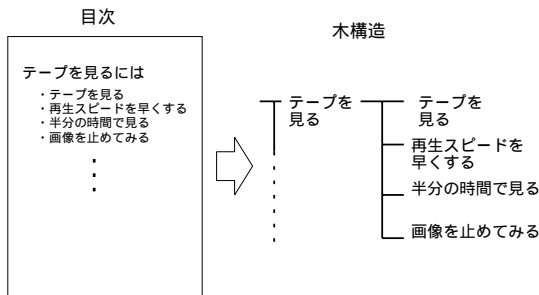


図 2 目次からの木構造の抽出

Fig. 2 Extraction of tree structure from table of contents.

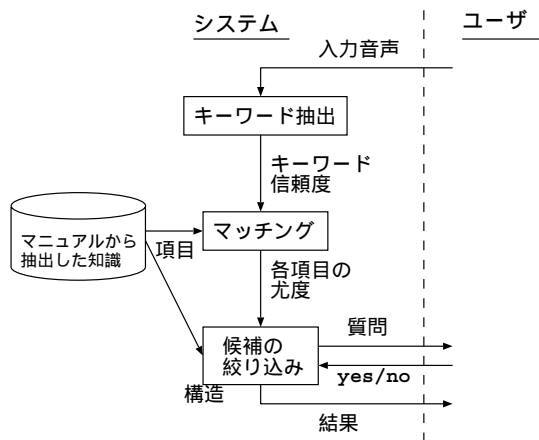


図 3 処理の概要

Fig. 3 System overview.

3. 音声対話ヘルプシステムの構築

前章で構造化されたマニュアルの知識を用いて、音声によるヘルプシステムを構築する。システムの処理の基本的な流れを図 3 に示す。以下各モジュールについて順に説明する。

3.1 入力音声からのキーワード抽出

ユーザに対して「録画中に違う番組を見たいのですが」とのような自由な検索発話を許し、連続音声認識を実行する。言語モデルには、タスクに合致した N-gram モデルを用いるのが望ましいが、ここでは学習コーパスがないので、人手で文法を記述した。認識結果から、2.1 節で設定されたキーワード（「録画」、「違う」、「番組」、「見る」等）を抽出する。各キーワードに対して音声認識結果の信頼度を計算する¹²⁾。

3.2 入力単語とマニュアルの知識とのマッチング

得られたキーワードと信頼度を用いて、ユーザの入力発話がマニュアルのどの項目に該当するかを検索する。認識されたキーワード集合に対して、マニュアルの各項目 j がどの程度マッチングするかを表す尤度

L_j を定義する⁸⁾。

各キーワードの重要さと音声認識の確実性を考慮するために、認識された各キーワード i に関する文書頻度 df_i と信頼度 CM_i を用いる。文書頻度 df_i はキーワード i を含むマニュアルの項目数であり、この逆数をとることで、一般的に現れるキーワードの重みを小さくし、特定の項目にしか現れないキーワードの重みを大きくする¹³⁾。またここに信頼度を導入することで、認識誤りの可能性の高いキーワードの重みを低くする。項目 j とのマッチングの尤度 L_j は下式で求める。

$$L_j = \frac{1}{n_j} \sum_i \left(CM_i * \log \frac{N}{df_i} \right) \quad (1)$$

N : マニュアル全体に含まれる項目の数 (定数)

df_i : マニュアル全体の項目のうち、キーワード i が含まれる項目の数

CM_i : キーワード i の信頼度

n_j : 項目 j に含まれるキーワードの総数

なお、尤度は総和が 1 になるように正規化し、値が 0 以外の項目すべてを以後の絞り込みの対象とする。

3.3 候補絞り込みのための対話戦略

マッチングの結果、各項目にそれぞれ尤度が計算されるが、つねに候補が 1 つに絞られるとは限らない。そのため、候補の中からユーザの求める項目を特定しなければならない。複数の項目が該当する場合、通常 Web の検索システムに見られるようにリスト化して表示する方法が用いられている。しかしシステムの応答を音声で行う場合、1 つ 1 つの候補を読み上げていくことは現実的でない。そこで候補を絞り込むために、ユーザに対してシステムが質問を生成し、その回答によって追加の情報を得て、ユーザの求める項目に至るような対話を行う。本システムでは、候補の内包的な概念を用いて質問することによって、候補の絞り込みの効率化を図る。候補の内包的な概念は 2 章で述べたマニュアルの木構造から得る。

3.3.1 基本的対話戦略

人間同士の対話においても、相手の質問に対して回答候補が複数ある場合に、その上位概念を用いて質問し、相手の意図を明確化する方法はしばしば用いられる。たとえば「昨日録画した番組を見たい」という質問に対する回答候補として「再生のしかた」「巻き戻しのしかた」「index 信号を使って頭出しする方法」「カウンタが 0 のところで頭出しする方法」等があげられる。その際には、最も確信度の大きいものを中心に質問を作ることが多い。この例では「index 信号を使っ

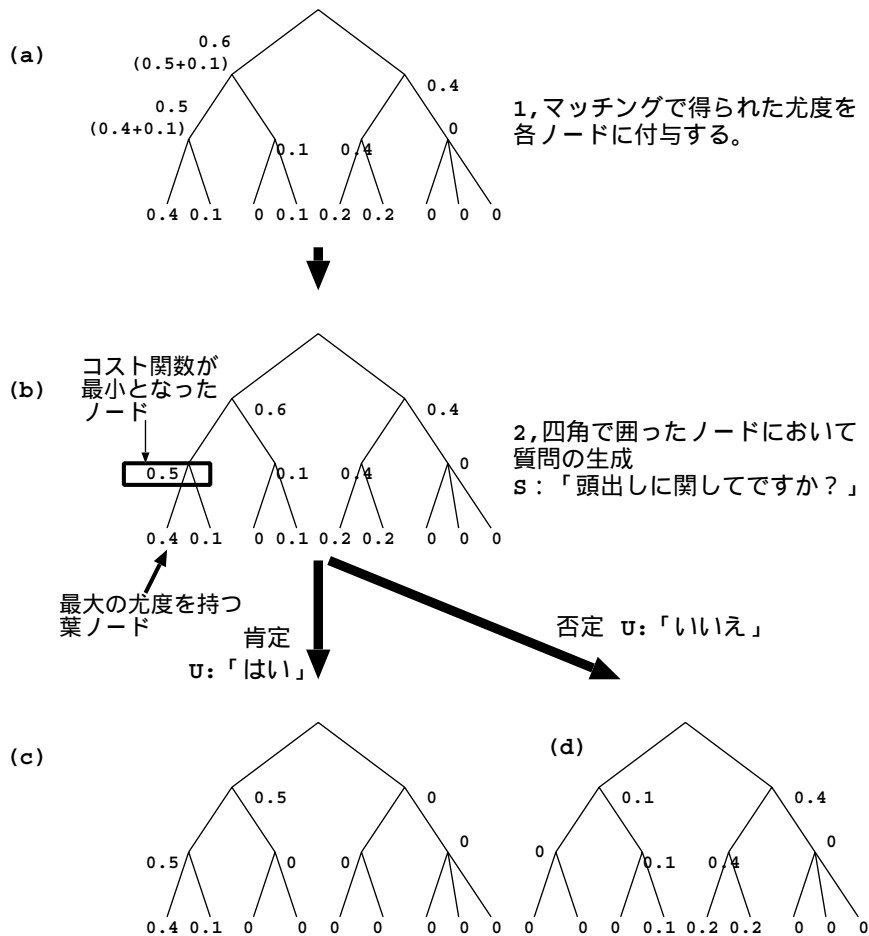


図4 絞り込みアルゴリズムの概略

Fig.4 Overview of algorithm to narrow down to intended item.

て頭出しする方法」の確信度が最も大きい。他の候補も同様に確信度が大きい。この場合、個別に「index信号を使って頭出しする方法ですか？」と聞くよりも、もしこれと「カウンタが0のところ頭出しする方法」等いくつかの上位概念として「頭出し」というものがあるなら、「頭出しに関してですか？」と質問した方が効率が良い。そこで、本システムでは「最も確信度の大きいもの=最も尤度の高い候補」とし、これに基づいて質問を生成していく。この具体的手順を以下に示す。またその様子を図4に示す。ここで用いる階層的な概念構造として、マニュアルから構成した木構造を利用する。

- (1) 木の各葉にはマッチングによる尤度を付与し、葉以外の各ノードについては、その子ノードの尤度の合計値を付与する。例を図4(a)に示す
- (2) 葉ノードのうち最大の尤度を持つものの祖先の中から、質問コスト(次節で説明)が最小とな

るノードを選択し、それを基にユーザへの質問を生成する。質問はそのノードに対する yes/no 質問である。

図4(b)では、一番左の葉ノードの尤度が最大であるため、そのノード自身とそのノードの2つの祖先ノードについて質問のコストを計算する。その結果、枠で囲まれたノードの質問コストが最小になった場合、そのノードを基に「頭出しに関してですか？」といった質問を生成する。

- (3) ユーザの回答により以下の処理を行う。

- 肯定の場合：(2)で選択したノードの子孫以外の葉をすべて候補より削除する。すなわち、それらの尤度を0とする(図4(c)のようになる)。
- 否定の場合：(2)で選択したノードの子孫の葉をすべて候補より削除する(図4(d)のようになる)。

- (4) 候補が一定数以下になるまで(1)~(3)を繰り返す。その際、毎回葉ノードの尤度の合計が1になるように正規化し、他ノードの尤度も更新する。

3.3.2 質問生成のためのコスト関数

次に質問の効率を評価する手法について検討する。効率的な質問であるほど、コストが小さくなるような質問関数を定義する。本研究では、以下のように3つの質問関数を考える。

質問関数 1 曖昧性が大きい項目から質問する(エントロピーが最大の項目について質問する)ことが絞り込みに有効と考えられる。そこで、0~1の間で正規化された尤度が0.5に近いほど曖昧性が高いと考え、下式を用いる。

$$\text{質問のコスト} = |(\text{ノードの尤度}) - 0.5|$$

図4(b)では、枠で囲ったノードの質問コストが0で最小になる。それ以外の2つのノードではともに質問コストが0.1である。

質問関数 2 現在の状態以後の質問の回数を考慮した対話戦略が有効であると考えられる⁹⁾。質問関数2では残った葉の数を予測される質問の回数として近似した下式を用いる。

$$\begin{aligned} \text{質問のコスト} = & (\text{ノードの尤度}) * (\text{yesの場合に残る葉の数}) + \\ & (1 - (\text{ノードの尤度})) * (\text{noの場合に残る葉の数}) \end{aligned}$$

図4(b)では、枠で囲ったノードの質問コストが2.5(=0.5*2+0.5*3)である。その子ノードが2.6,その親ノードが2.8であるため、枠で囲ったノードの質問コストが最小になる。

質問関数 3 質問関数2では、その後の質問回数を葉の数で近似しているが、さらに厳密にその後の質問回数の計算を行うことで、より精密に質問回数の期待値を求める。

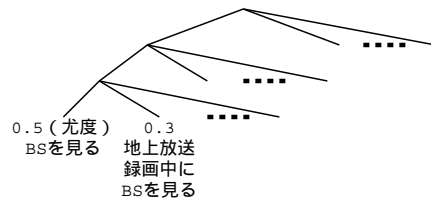
$$\begin{aligned} \text{質問のコスト} = E(\text{全ノード}) = & (\text{ノードの尤度}) * E(\text{yesの場合に残るノード}) + \\ & (1 - (\text{ノードの尤度})) * E(\text{noの場合に残るノード}) + 1 \end{aligned}$$

E は引数として受け取ったノードから結果を得るまでの質問回数の期待値を表す。上記の式を用いて再帰的に計算を行う。葉ノード数 $\leq \alpha$ のとき $E = 0$ となる。 α は候補を最終的にユーザに提示する数である(実装したシステムではこの値を3とした)。

3.4 当ヘルプシステムにおける対話例

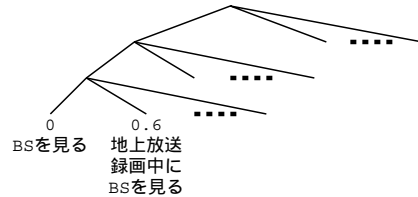
以下に実際の対話例をいくつか紹介する。

● 例 1



S: 「普通にBS放送を見る方法ですか?」

U: 「いいえ」



S: 「地上波放送録画中にBS放送を見る方法についてですか?」

U: 「はい」

図 5 対話例 1

Fig. 5 Example of dialogue 1.

入力:

「BS放送を見ながら録画することはできますか?」

抽出されたキーワード(信頼度):

「BS(1)」「放送(1)」「見る(1)」「録画(0.8)」

ここでは、「録画」の信頼度が他に比べて低いため、尤度計算を行った結果最も尤度が高い項目として「BS放送を見る」が選ばれた。そこで図5のように対話が進められて、正しい項目「地上波放送録画中にBSを見る」が同定される。

● 例 2

入力: 「録画してみたい」

抽出されたキーワード(信頼度):

「録画(0.9)」「見る(1)」

ここでは、「みたい」を「見る」というキーワードとして誤って解釈されたため、再生に関する項目が最初にマッチングした。しかし図6のように対話を進めることで、正しい項目「普通に録画する」が同定される。

4. 評価実験

4.1 システムの仕様および実験条件

本システムで使用したマニュアルと音声認識システムの構成と、評価実験の条件について説明する。

ヘルプシステムの知識源であるマニュアルにはビデオデッキマニュアルを用いた。ページ数は111で、検索の対象となる操作項目(例:「再生する」「録画す

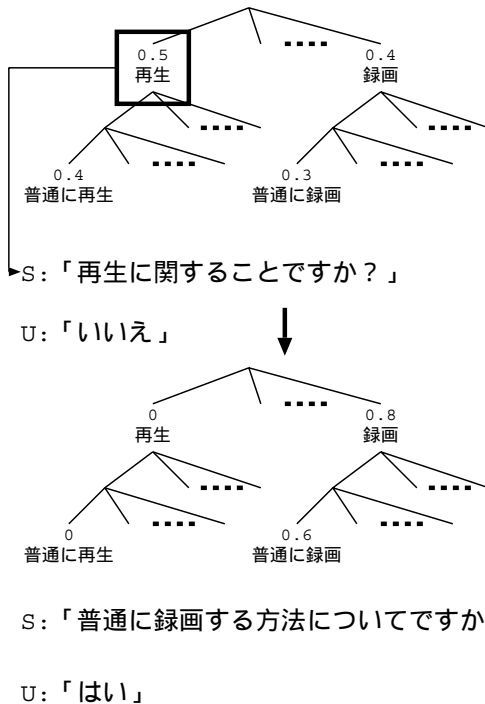


図 6 対話例 2

Fig. 6 Example of dialogue 2.

る」)の総数は 47 である。そこから作成したマニュアルの木構造の深さは 3, キーワード(操作ページの見出しから抽出した自立語)の総数は 137 である。しかし, 元の章構成では不都合な場合もあるため, 手作業による修正を若干加えた。認識エンジンには著者らの研究室で開発された有限状態文法に基づく Julian¹⁴⁾ を用いた。認識語彙サイズは 241 で, 文法は人手で記述した。音響モデルには性別依存 PTM triphone モデル¹⁵⁾ を用いた。

評価用データは 14 名(男 10, 女 4)の被験者により収集した。まず, 想定場面を設定し(「ビデオを借りてきた」, 「予約の時間を間違えた」等), その設定に基づく自発的な質問を各 10 発話収録した。次に何の設定もしていない自由な質問を各 2~3 発話収録した。その結果, 合計 195 発話を得た。そのうちマニュアルの知識で回答可能な質問である 157 発話に対して評価を行った。

システムの評価尺度として, まずこの 157 発話の質問に対して正解項目を検索できる数(成功数)を調べた。次にシステムが正解項目を得るまでに行った平均質問回数を求め, マッチングによる尤度の大きい項目から順に確認発話を行う場合の質問回数(正解の平均順位)と比較した。

表 1 テキスト入力による評価

Table 1 Result with text input.

マッチングによる 平均候補数	12.4		
成功数	146/157 (93%)		
正解の平均順位	3.2		
提案手法による 平均質問回数	関数 1	関数 2	関数 3
	2.4	2.5	2.8

4.2 テキスト入力における評価

まず, 入力に音声ではなく, 書き起こしテキストからキーワードを抽出してシステムを動作させ, マッチングと絞り込み部分の評価を行った。表 1 にテキスト入力によるシステムの評価を示す。候補中に正解項目が含まれる割合は, 93% (146/157) である。マッチングの結果得られた候補の中での, 正解項目の尤度の順位は, 検索結果を尤度の高い候補から順に確認する場合の質問回数に相当し, 平均値は 3.2 であった。ただし, 正解が候補中に存在しない場合には, 候補数を順位としている。これに対して提案する対話戦略による平均質問回数は, 尤度の高い候補から順に確認する方法に比べて, 少なくなっていることが分かる! 関数」は 3.3.2 項で述べた質問関数 1, 2, 3 に対応する。この質問回数の効果が有意であるかどうかを調べるため, 有意水準 5% で t 検定を行った。この結果, 各質問関数を用いる方法と尤度の高い候補から順に確認する方法との間に有意差が認められた。

4.3 音声入力における評価

次に音声認識を用いてキーワードを抽出した場合について評価した。まず音声認識結果の信頼度の妥当性を示すため, キーワードの信頼度とその正解率(正解数/出現数)の分布を表 2 に示す。信頼度の高いものはおおむね正解率も高いことが分かる。表 3 に入力音声に信頼度を付加した場合としない場合の候補数と成功数, 平均順位を示す。これより, 音声入力を用いた場合でも 87% の発話に対して正解項目に到達できることが分かる。また平均順位の比較から, 信頼度を付加した方がマッチングの精度が若干高く, マッチングに信頼度を用いることの有用性が示された。表 4 に提案する対話戦略によるシステムの質問回数を示す。平均質問回数と平均順位を比較すると, テキスト入力の場合と同様に提案手法により質問回数を削減できることが分かる。この結果に対して, 有意水準 5% で t 検定を行った。その結果, 各質問関数を用いた場合と, 尤度の高い候補から順に確認する方法との間に有意差が認められた。ただし質問関数 1, 2, 3 の間には有意差は認められなかった。本対話戦略においては質問関数はある程度合理的なものであれば, 同じような挙動

表 2 キーワードの信頼度と単語正解率

Table 2 Confidence measure and accuracy of keywords.

信頼度	1	1-0.9	0.9-0.8	0.8-0.7	0.7-	合計
正解単語数	279	15	10	18	16	338
不正解単語数	63	17	20	49	60	209
正解率	82%	47%	33%	27%	21%	62%

表 3 音声入力における正解項目の順位と候補数

Table 3 Average rank of correct entries with speech input.

	信頼度あり	信頼度なし
マッチングによる平均候補数	13.3	
成功数	136/157 (87%)	
正解の平均順位	4.1	4.4

表 4 音声入力によるシステムの質問回数

Table 4 Average number of dialogue turns with speech input.

正解の平均順位	4.1		
提案手法による平均質問回数	関数 1	関数 2	関数 3
	2.9	2.9	3.2

信頼度ありの場合

をすると考えられる。ただし、この点については、他のタスクでの評価も今後必要である。

5. 結 論

本研究では、機器操作マニュアルに音声対話インタフェースを適用することによって、ユーザフレンドリなヘルプシステムの構築を行った。音声によるマニュアルの検索においては、候補が複数出現した場合の対話による絞り込みの方法が問題となる。そこでマニュアルの木構造を利用して、質問のコストが最小となるように質問の生成を行うことで、効率的にユーザが要求している項目に到達する方法を提案した。また、音声認識結果の信頼度をマッチングの際に考慮することによって、誤認識による影響を抑えた。評価実験の結果から、本手法により尤度の高い候補から順に質問する場合に比べて、質問回数を 71% に削減できた。質問を評価する関数について 3 種類を提案・比較したが、有意な差はなかった。これにより提案した対話戦略がマッチングの結果得られた候補の絞り込みに有効であることが示された。

提案手法は基本的には、構造化された操作マニュアルが存在するあらゆる機器に適用できると考えられる。ただし、実際の環境における自由な発話の認識手法や、より大規模なタスクにおけるマッチングの手法は今後の課題であり、研究を進めていく予定である。

謝辞 本研究に際してご指導、ご討論をいただいた、京都大学大学院情報学研究科奥乃博教授に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 長田誠也, 土井伸一, 亀井真一郎: 自然言語を用いて家庭機器操作を行う対話システム, 人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-9802-4 (1998).
- 2) 今井裕之, 本田大介, 荒木雅弘, 堂下修司: 遠隔講義機器設定タスクにおける発話内容の抽象化, 情報処理学会研究報告, 99-SLP-25-14 (1999).
- 3) 亀田弘之, 藤崎博也: 情報検索における音声・言語処理, 情報処理学会研究報告, 97-SLP-16-11 (1997).
- 4) Voizi. <http://www.voizi.net/>
- 5) 西崎博光, 中川聖一: キーワードの音声入力によるニュース音声の検索法, 情報処理学会研究報告, 99-SLP-29-16 (1999).
- 6) Google. <http://www.google.co.jp/>
- 7) Chu-Carroll, J. and Carpenter, B.: Dialogue management in vector-based call routing, *Proc. COLING-ACL98*, pp.256-262 (1998).
- 8) 日笠 亘, 藤井綱貴, 黒橋禎夫: 入力質問と知識表現の柔軟なマッチングによる対話ヘルプシステムの構築, 情報処理学会研究報告, 99-NL-134 (1999).
- 9) 安田宜仁, 堂坂浩二, 相川清明: タスク適応型高効率対話制御法, 情報処理学会研究報告, 2001-SLP-35-13 (2001).
- 10) Sturm, J., Os, E. and Boves, L.: Issues in spoken dialogue systems: Experiences with the Dutch ARISE system, *Proc. ESCA IDS'99 Workshop* (1999).
- 11) Han, J., Fu, Y. and Ng, R.T.: Cooperative query answering using multiple layered databases, *Proc. 2nd Int'l Conf. on Cooperative Information System (CoopIS'94)*, pp.47-58 (1994).
- 12) 駒谷和範, 河原達也: 音声認識結果の信頼度を用いた頑健な混合主導対話の実現法, 情報処理学会研究報告, 2000-SLP-30-9 (2000).
- 13) 長尾 真(編): 自然言語処理, pp.416-421, 岩波書店 (1996).
- 14) 李 晃伸, 河原達也, 堂下修司: 文法カテゴリ対制約を用いた A*探索に基づく大語彙連続音声

認識パーザ, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.4, pp.1374-1382 (1999).

- 15) 李 晃伸, 河原達也, 武田一哉, 鹿野清宏: Phonetic Tied-Mixture モデルを用いた大語彙連続音声認識, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J83-DII, No.12, pp.2517-2525 (2000).

(平成 13 年 11 月 16 日受付)

(平成 14 年 4 月 16 日採録)



伊藤 亮介

2001 年京都大学工学部情報学科卒業。現在, 同大学院情報学研究科知能情報学専攻修士課程在籍。音声情報処理の研究に従事。



駒谷 和範(学生会員)

1998 年京都大学工学部情報工学科卒業。2000 年同大学院情報学研究科知能情報学専攻修士課程修了。現在, 同大学院博士後期課程に在学中。言語処理学会会員。



河原 達也(正会員)

1987 年京都大学工学部情報工学科卒業。1989 年同大学院修士課程修了。1990 年同博士後期課程退学。同年京都大学工学部助手。1995 年同助教授。1998 年同大学情報学研究科助教授。現在に至る。この間, 1995 年から 1996 年まで米国ベル研究所客員研究員。1998 年から ATR 客員研究員。1999 年から国立国語研究所非常勤研究員。2001 年から科学技術振興事業団さきがけ研究 21 研究者。音声認識・理解の研究に従事。京大博士(工学)。1997 年度日本音響学会粟屋賞受賞。2000 年度情報処理学会坂井記念特別賞受賞。情報処理学会連続音声認識コンソーシアム代表。電子情報通信学会, 日本音響学会, 人工知能学会, 言語処理学会, IEEE 各会員。