

## 機能意味検索と操作自動実行に基づくナビゲーションソフト

芥子育雄 佐藤亮一 宮川晴光 黒武者健一 清水仁

シャープ株式会社 情報システム事業本部 情報商品開発研究所  
〒632-8567 奈良県天理市櫛本町 2613 番地の 1

質問して、候補を選んで、実行する、という共通の操作で、Microsoft Word98、Microsoft Excel97、Windows98 が、使いこなせる操作ナビゲーションソフトの概要を紹介する。本ナビゲーションソフトでは、利用者が自分の言葉で入力した質問文に適切な機能を検索する機能意味検索と、初心者には難しい操作を自動的にやってくれる操作自動実行の組み合わせにより、初心者のための統一した操作環境を実現した。本稿では、本操作ナビゲーションソフトの概要を紹介した後、機能意味検索の性能評価と操作自動実行構築の方法論について述べる。

## Navigation Software based on Semantic Function Retrieval and Automatic Executed Operation

Ikuo Keshi Ryoichi Sato Harumitsu Miyakawa Ken'ichi Kuromusha Hitoshi Shimizu

Information Systems Product Development Laboratories, Information Systems Group,  
Sharp Corporation

This paper describes the design and the implementation of the navigation software, which allows everybody to make good use of Microsoft Word98, Microsoft Excel97 and Windows98, through the common user interface such as requests, selections and execution. This navigation software provides ordinary language access to software functions and performs a variety of tasks concerning software operation on the untrained user's behalf. In this paper, the evaluation of semantic function retrieval and the methodology to realize automatic executed operation is discussed.

### 1. はじめに

パソコンの基本ソフトは、非常に多くの機能がメニューに登録されており、メニュー階層が深く、必要な機能呼び出すためには数ステップの操作

が必要である。また、ワープロ、表計算のような応用ソフトの機能は高度化し、これらのソフトのダイアログボックスは容易に使いこなせない機能が溢れている。初心者にとってはマニュアル通り操作することが難しく、専門用語を知らなければ、

オンラインヘルプから自分のやりたいことを実現する機能を探すことも困難である。このことは基本ソフトや応用ソフトを使うためのノウハウを解説した書籍が書店に溢れている様子を見ても明らかである。

このような背景の元に、筆者らは、操作法を知らないと使えない従来のユーザインタフェースと全く異なるユーザインタフェースの概念として、オン・デマンド・ユーザインタフェースを提唱している[4], [5]。オン・デマンド・ユーザインタフェースは、機器を使うためのノウハウを機器の中に組み込み、機器の操作を自動的に実行してくれる統一した操作環境を提供するものであり、次の3ステップより構成される。

①要求文入力→②候補選択→③操作自動実行

この新しいインタフェースの概念は、要求文入力によりユーザからの働きかけがあった時にだけ、操作自動実行により機器が反応するユーザインタフェースとの意味で、オン・デマンド・ユーザインタフェースと名付けた。

本稿で紹介するパソコンの操作ナビゲーションソフト「パソコンナビ Ver. 1.1」は、オン・デマンド・ユーザインタフェースの概念を具現化した商用ソフトである。質問して、候補を選んで、実行する、という共通の操作でWord 98も、Excel 97も、Windows98も、同じように使いこなせることを目的としている。

## 2. パソコンの操作ナビゲーションソフト

本ナビゲーションソフトは、機能意味検索と操作自動実行の組み合わせにより、初心者のための統一した操作環境を実現する。機能意味検索は、意味ベクトルによる連想検索技術[1], [2], [3]を応用する。パソコンの各機能を予め意味ベクトル(266種類のFEATUREとの関係)で表現しておき、ユーザの要求文の意味ベクトルと照合処理することにより適切な候補を検索することで、自分の言葉での検索を実現する。操作自動実行は、ユーザが「このようなことをしたい」と要求すれば、その操作法を知らなくても自動的に実行してくれ

り、その操作法を教えてくれたりするものである。

パソコンナビ Ver. 1.1 (以後、パソコンナビと呼ぶ) のシステム構成を図1に示す。ユーザが入力した要求文を、単語の意味ベクトル辞書を用いて単語抽出を行い、要求文の意味ベクトルを作成する。ユーザ要求文DBには、対象ソフトの機能ごとに、意味ベクトル及び単語のインデックスが格納されている。操作するソフトに合わせて、意味ベクトル辞書やユーザ要求文DBは自動的に切り換えられる。連想検索エンジンは、要求文の意味ベクトルと各機能の意味ベクトルとの距離及びキーワード検索の得点を計算し、類似度順に機能の候補を表示する。ユーザが選択した候補が機能DBに格納されている場合は、対応する関数を呼び出して、操作の自動実行を行う。また、説明文DBに格納されている場合は、その説明文を表示する。

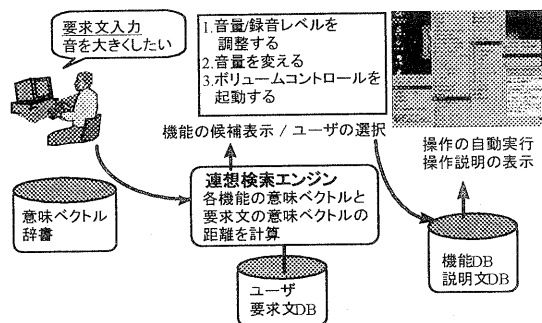


図1. システム構成

自動実行する機能は、当社のサポートセンターに寄せられた質問を調査、分類して作成した。

自動実行は、各ソフトのAPIを直接呼び出すことで、実現可能なものもあるが、パソコンナビ利用者からは、操作を自動実行するだけでなく、「操作を覚えて自分でやりたい」との要望が強かった。そこで、初心者向けの機能については、各ソフトを実際に操作することで自動実行を実現し、操作速度可変の学習モードを付けて、操作方法を修得できるようにした。各ソフトの対応機能数を表1に示す。

表1. パソコンナビの機能数

	学習モード 対応機能数	全機能数
Word98	207 機能	285 機能
Excel97	50 機能	259 機能
Windows98	163 機能	257 機能

### 3. 機能意味検索

#### 3.1 ユーザ要求文 DB

ユーザ要求文 DB は、サポートセンターなどから収集した実際のユーザの質問文を、各機能に分類したものである。機能名が「Windows の起動と同時に実行したいプログラムを登録する」である機能に分類された質問文の例を以下に示す。各機能に分類された質問文を想定要求文と呼ぶ。

Windows の起動と同時に実行したいプログラムを登録する

- ・ Windows98 起動時に特定のプログラムを起動したい
- ・ よく使うソフトはすぐ使えるようにしたい
- ・ よく使うソフトを毎回立ち上げるのが面倒だ
- ・ 最初から特定のプログラムを動かしたい
- ・ 毎回プログラムを開けるのが面倒だ
- ・ 起動時に実行したいものがある

機能名と想定要求文の組み合わせが、パソコンナビの検索対象（レコード）となる。

#### 3.2 単語の意味ベクトル辞書構築

意味ベクトルは、多くの FEATURE との意味的な関係をベクトル表現したものである。 $n$  個の概念分類を FEATURE とし、各次元が一つの FEATURE に対応した  $n$  次元ベクトル空間上の一点で、意味を表現するものである。ベクトル  $X = (x_1, \dots, x_n)$  の各要素を 2 値で表す場合は式(1)のようになる。

$$x_i = \begin{cases} 1 & (\text{FEATURE}_i \text{ と関係あり}) \\ 0 & (\text{FEATURE}_i \text{ と関係なし}) \end{cases} \quad (1)$$

例えば、FEATURE として「人間、悲しい、芸術、科学、興奮、政治」を採用した場合には、単語「パイロット」の意味ベクトルは (1, 0, 0, 1, 1, 0) となる。このように各 FEATURE を関係あり、なしの 2 値で表現することで、分野に依存しない汎用的な意味ベクトル辞書を構築できると考えている。

単語の意味ベクトル辞書構築は、ユーザ要求文 DB を用いたブートストラップ学習 [1], [2], [3] によって行っている。FEATURE は、266 種類の概念分類を利用し、基本単語 2 万語は人手で作成した意味ベクトルを用いる。266 種類の FEATURE や、基本単語は、操作ナビゲーションソフトに特化したものではなく、百科事典や画像検索、インターネット検索と共通である。これらの基本単語の意味ベクトルを元に、ユーザ要求文 DB に対して、ブートストラップ学習を行い、単語の意味ベクトルをユーザ要求文に適応化させると共に、未知語の意味ベクトルを自動生成した。

#### 3.3 連想検索エンジン

連想検索技術は、意味ベクトルを用いることが技術の根幹になっており、従来の情報検索では困難であった意味検索を実現し、キーワード検索では検索できない関連事項の検索や、キーワード検索で大量にデータが検索された時のデータのランキングを行うことができる。

連想検索は、ユーザの要求文と検索対象（レコード）との意味ベクトルによる距離と単語含有率による距離の両方を用いて検索結果のランキングを行っている。

レコードの意味ベクトルは、レコード中から抽出された各単語の意味ベクトルの和として計算する。つまり、レコードに含まれる単語の意味ベクトルを  $T_k$ 、その単語の重みを  $W_k$  とした時のレコードの意味ベクトル  $X$  は、式(2)で計算される。

$$X = \sum_{k=1}^m W_k T_k \quad (2)$$

ただし、 $m$  はレコード中の単語の数である。また、単語の重み  $W_k$  は、式(3)のように、データベースに含まれる単語の出現確率の逆数によって決める。

$$W_j = \log(N/df_j) \quad (3)$$

ここで、 $N$  は全レコード数、 $df_j$  は単語  $j$  を含むレコードの数である。式(3)は、あるレコードに偏って出現する単語ほど、レコードを検索する上で重要になることを表わしている。レコードの意味ベクトル  $X$  は、要求文の意味ベクトルとの距離を計

算するために一定の大きさに正規化しておく。要求文の意味ベクトルもレコードの意味ベクトルと同様に、要求文中の単語の意味ベクトルから生成される。要求文の意味ベクトルを  $X_k$ 、レコード  $i$  の意味ベクトルを  $X_i$  とすると、2つの意味ベクトル間の距離は内積  $SAV_i$  によって計算される。

$$SAV_i = X_k \cdot X_i \quad (4)$$

この内積値  $SAV_i$  が大きいほど要求文との距離が近いということになる。

また、単語含有率による距離計算は、各レコードの得点  $SAW_i$  を、式(5)のように計算する。

$$SAW_i = \frac{\sum_{k \in I} W_{ki}}{\sum_{k \in A} W_{ki}} \quad (5)$$

式(5)の右辺の分母は要求文の単語について、分子はレコード  $i$  に含まれる要求文の単語について、その重みの和を表している。単語の重みを考慮することで、頻度が高い語でも、どのレコードにでも現れるような語の場合、その語の重要度は低いと考えられるので、その語の影響の度合を低くすることができる。パソコンナビでは、単語含有率の計算において、機能名と想定要求文の単語含有率を別々に計算し、機能名の方に重みを置いている。このようにすることで、要求文のキーワードを含む機能がより上位に検索されるため、検索結果の違和感を解消できる。

そして、これら2つを足し合わせて、要求文の持つ意味と近い意味を持つレコードを抽出する際の指標となる得点  $SA_i$  として、

$$SA_i = SAV_i + \alpha SAW_i \quad (6)$$

を計算する。ただし、 $\alpha$  は両者の和の比率を調整するための係数である。 $\alpha$  の値が小さいほど、連想の度合が高くなる。この得点  $SA_i$  順にレコードをランキングしたものが検索結果となる。

### 3. 4 機能意味検索の評価

マニュアルの専門家に、Word98 以外の2社 (A社, B社) のワープロマニュアルから基本機能236件を抽出してもらい、以下の通り、パソコンナビの意味検索精度を評価するためのベンチマークを

作成した。ただし、A社のワープロはパソコン用ソフト、B社のものはワープロ専用機である。まずマニュアルから抽出した各機能について、1件の質問文を作成した。次に、マニュアルの専門家2名が、236件の質問文について、パソコンナビのWord98全機能285件の中から正解機能を探した。その結果、専門家2名が同じ機能を正解とした質問は119件、正解が少なくとも1件あげられた質問は208件(2人の専門家の正解機能が一致しなかった質問が89件)あった。機能のカバー率は、88.1%(208/236)である。これは質問を抽出したワープロの1台が専用機であったため、Word98にない機能もいくつか含まれていたことを考慮すると、高いカバー率と言える。

表2に本ベンチマークを用いたパソコンナビの候補内正解率を示す。208件質問文には、正解機能が2件含まれているものもあるが、1件でも正解機能が候補内に検索されれば正解とした。

表2. 候補内正解率

候補数	119件質問文	208件質問文
1件	53.8%(64/119)	47.6%(99/208)
3件	72.3%(86/119)	68.8%(143/208)
5件	83.2%(99/119)	81.7%(170/208)
10件	95.0%(113/119)	94.2%(196/208)

次に、自然言語入力可能なオンラインヘルプを備えているA社とC社のワープロソフトを対象に、ワープロソフトの入門者1名に、専門家2名の正解機能が一致した119件の質問文について、実際に検索をして検索結果の上位N件の候補に正解があるかどうかを判断してもらった結果を表3に示す。パソコンナビの10候補内正解率が95.0%から81.5%に落ちていることが分かる。これはパソコンナビ、特に初心者ユーザが多いと考えられるWord98の操作ナビゲーションでは、機能名はできるだけ初心者にも分かり易い言葉を使っているが、逆に質問文に専門用語が含まれているため、機能名からは正解かどうか判断できないことが原因であると考えられる。このことは、質問文作成に用

いたA社の自然言語ヘルプと比較して、C社の自然言語ヘルプの正解率が極端に低いことから分かる。パソコンナビは、A社の自然言語ヘルプと比較しても正解率が高く、機能意味検索の効果を確認できる。

表3. 初心者ユーザによる機能検索正解率

候補数	A社	C社	パソコンナビ
1件	47.1%	21.0%	53.8%
3件	59.7%	34.5%	68.1%
5件	63.9%	45.4%	73.1%
10件	74.8%	50.4%	81.5%

#### 4. 操作自動実行(ナビゲーション)方法論

Windows98 (基本ソフト) は、Word98 や Excel97 のような応用ソフトに比べると、初心者向けの機能は少ない。そこで、時計の表示やプログラムの起動など初心者向けとか考えられる機能に限定して自動実行を作成した。また、解像度の変更など各種の設定に関する機能は、目的のダイアログボックス (以後、ダイアログと呼ぶ) を表示するまでの自動実行を実現した。これらのメニューを辿る操作は Rational Visual TEST で記述し、関数化を行い、機能 DB に格納されている。Windows98 の操作自動実行は、メニューの階層が深く、目的の機能を探すことが困難という GUI の問題点を解消している。

一方、Word98、Excel97 の自動実行は、文字列や表、図など操作対象を指定する必要があるため、Visual Basic で実現した。また、Word や Excel については、初心者でも高度な機能を簡単な操作で使いたいというニーズが強いため、代表的な機能を網羅するように自動実行を作成した。実現した操作自動実行 (ナビゲーション) 法は、機能の性質に応じて、次の5種類に分類できる。

##### (1) 決め打ち自動実行とダイアログ表示

- よく使われる機能は決め打ちで実行する。ただし実行前に操作対象の指定をしてもらう (例: 「文字を太字にする」)。
- 操作対象の指定が必要ないもの、暗黙のうちに

操作対象が了解されていると考えられるものは操作対象の指定無しで実行する (例: 「ページ全体を線で囲む」)。

- ユーザに選択をしてもらう必要のあるもの、決め打ち自動実行だけではバリエーションが多すぎて対応しきれないものはダイアログを表示させたところで止める (例: 「保存した文書を開く」)。

##### (2) ボタン選択による自動実行

- 選択肢をボタン化し、この中から選択して実行する (例: 「重なった図形の順序を変更する」)。
- 代表的操作と、詳細な設定を行うためのダイアログ表示を行う両方のボタンを同時に表示し、この中から選択して実行する (例: 「文字を赤字・青文字などにする」)。

##### (3) ガイド付き自動実行

- いくつかのステップを要する操作をステップごとにガイダンスを出して実行する (例: 「文字や文章をコピーする」)。
- 複雑な操作を要したり、ダイアログ表示だけでは操作が難しい機能はダイアログを表示すると同時に操作方法を説明するガイダンスを表示して操作の手助けをする (例: 「複数の文書を一度に印刷する」)。

##### (4) より便利な自動実行

- 既存の機能を組み合わせることによって機能性の高い自動実行を実現する (例: 「一部のセルを書き込み禁止にする」普通はこの操作を行うのにセルの設定とシートを設定を組み合わせなければならぬが、この自動実行を使うと対象セルの選択・指定とボタンの選択だけで操作が完了する)。
- 実行した時の状態の確認と設定変更が行える自動実行 (例: 「英単語の自動スペルチェック機能を使う・使わない」)。

##### (5) 説明だけの自動実行

- 自動実行するよりアイコンやキーを操作した方が簡便な機能はその方法を表示してユーザ自身に操作をってもらう (例: 「拡張書式設定

を行う（蛍光ペン、傍点、ルビ、行間、段組みなど）」）。

- 自動実行にはそぐわないが、連想検索の特性を生かしてユーザの疑問を解消する説明を表示（例：「見出しの左の黒い点の意味」）。

図2に「ボタン選択による自動実行」の動作例を示す。要求文「図の順番を変えたい」に対し、1位の「重なった図形の順序を変更する」を実行させた。パソコンナビが選択肢をボタン化したダイアログを出力している。図2は、一番右端の四角形を選択して、「テキストの背面」ボタンを押した状態である。

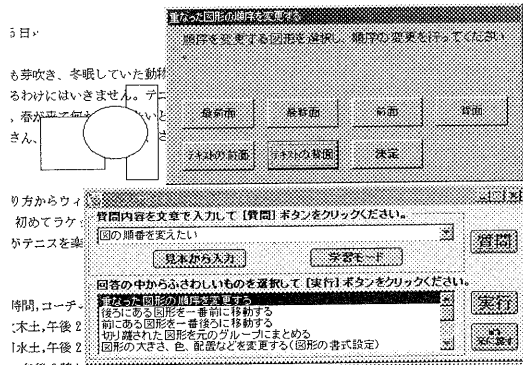


図2. パソコンナビの動作例

## 5. おわりに

操作ナビゲーションソフトとしての評価を以下の2種類行った。

### (1) モニタ調査

Word、Excelの初心者ユーザであるモニタ50名に、Word、Excelそれぞれ10件の課題を与えて、パソコンナビだけを使って課題を解いてもらい、アンケート調査を行った。典型的なモニタは、女性の20代で、パソコン歴3年以下である。

- 課題を解くためにパソコンナビは役立ったか？：非常に役に立った4%、まあまあ役に立った90%、ほとんど役に立たなかった6%
- パソコンナビを購入するか？：購入しない50%、価格次第で購入したい50%

### (2) 長期的な使用経験

Word、Excelの初心者ユーザ2名に課題を与えてパソコンナビを長期的に使ってもらい、以下の感想を得た。

- パソコンナビでExcelの操作を覚えた。Excelの方がWordと比べて思ったものが検索される。
- 3週間位までは、大変役に立ったが、課題が複雑になるにつれて、ヘルプを見る必要があった。

以上のモニタ調査の結果から、初心者ユーザ、特に3週間ユーザまでに、パソコンナビは有効であることが分かった。今後は、連続音声認識との融合、エージェントキャラクタによる操作ナビゲーションへの展開を考えている。

謝辞 本研究にあたり御討論いただいた当社パソコン事業部の名井哲夫副事業部長、取説グループの妹背康真副参事、森口稔副主任、出雲信子副主任、パソコンシステム営業の鈴木利夫主任、ソフト事業推進Cの中川潤子副参事、当研究所の坂田安男所長、斗谷充宏室長、池内洋副主任に感謝いたします。なお、本研究のプロトタイプの開発は、IPA創造的ソフトウェア育成事業によるものである。

### 参考文献

- [1] 芥子育雄，乾隆夫，石鞍謙一郎：大規模文書データベースからの連想検索，信学技報，AI92-99，pp. 73-80 (1993)。
- [2] 芥子育雄，池内洋，小淵保司：意味ベクトルによる百科事典テキストデータベースの構築，Proc. Advanced Database System Symposium '93，pp. 227-234 (1993)。
- [3] 芥子育雄，池内洋，黒武者健一：百科事典の知識に基づく画像の連想検索，信学論，Vol. J79-D-II，No. 4，pp. 484-491 (1996)。
- [4] 黒武者健一，池内洋，勘座浩幸，芥子育雄：意味ベクトルによるWWW情報自動収集と情報発信支援，Proc. Advanced Database System Symposium '96，pp. 163-170 (1996)。
- [5] 芥子育雄，黒武者健一，池内洋，勘座浩幸，宮川晴光，山口耕市：パソコン用オン・デマンド・ユーザインタフェースの開発，創造的ソフトウェア育成事業 中間成果発表会論文集，情報処理振興事業協会，pp. 333-339 (1997)。