

## 未知機能の発見支援を目的としたソフトウェア 機能実行履歴の提示

白石 裕美\* 森崎 修司\* 門田 暁人\* 松本 健一\* 井上 克郎\*,†

\*奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

〒 630-0101 奈良県 生駒市 高山町 8916-5

†大阪大学 大学院基礎工学研究科

〒 560-8531 大阪府 豊中市 待兼山町 1-3

{yumi-s, shuuji-m, akito-m, matumoto, k-inoue}@is.aist-nara.ac.jp

あらまし

筆者らは、「似通った目的でソフトウェアを使用しているユーザ間では、必要とする機能の種類も似ている」という仮定に基づいて、ユーザ間でソフトウェア機能の知識を共有する方式について研究している。本稿では、複数ユーザから長期間にわたって収集した機能実行履歴を入力として、未知機能の発見に役立つ情報をユーザに提示する方式を提案する。Microsoft Word, 及び, PowerPointを対象とした評価実験では、被験者10名全員が未知の機能を発見でき、そのうち、Word平均34.5%, PowerPoint平均31.6%の機能は被験者が有用であると答えた。

キーワード 操作履歴, ユーザ支援, 知識の共有, KWIC

## Visualizing Users' Function-execution History of Software to Support Function Discovery

Yumi Shiraishi\* Shuuji Morisaki\* Akito Monden\*  
Ken-ichi Matsumoto\* Katsuro Inoue\*,†

\*Graduate School of Information Science Nara Institute of Science and Technology  
8916-5 Takayama, Ikoma, Nara 630-0101

†Graduate School of Engineering Science, Osaka University  
1-3 Machikaneyama-cho, Toyonaka, Osaka 560-8531, Japan

{yumi-s, shuuji-m, akito-m, matumoto, k-inoue}@is.aist-nara.ac.jp

**Abstract** We are conducting a research on sharing usage knowledge of software functions according as the functions that are needed by users who use the same software for similar purpose are similar. In this paper, we propose a visualization method of histories of function executions collected in long period. The proposed method enables users to identify functions that are unaware of by them. We evaluated the proposed method adapting the method to MS Word and PowerPoint. Experimental result shows that all subjects can discover functions unaware and that the 34.5 functions out of discovered functions of PowerPoint are useful for the subjects.

**Keywords** operation history, user support, knowledge sharing, KWIC

## 1 はじめに

近年、文書作成ソフトウェアをはじめとしてアプリケーションソフトウェアが提供する機能は膨大な数となっているが、機能の増加はユーザの作業効率の向上に必ずしも結びついていない。その原因の1つは、ある作業を実施する際に、必要となる機能や便利な機能（作業効率を高める機能）を膨大な機能から探し出すことが難しいことにある [1]。膨大な機能を全て学習することは多くのユーザにとって現実的ではなく、ガイドブックやオンラインヘルプを用いて、作業ごとに必要な機能を探し出して使っているのが現状である。しかし、その存在を想像さえもできない機能を発見することは、オンラインヘルプのキーワード検索を使用しても容易ではない [4]。

著者らは文献 [1] において、「似通った目的でソフトウェアを使用しているユーザ間では、必要とする機能の種類も似ているであろう」という仮定に基づいて、ユーザ間でソフトウェア機能の知識を共有する方式を提案している。この方式では、各ユーザの機能実行履歴を自動的に収集、蓄積しておき、ユーザ毎に提示することによって、あるユーザにとって未知の機能をそれ以外のユーザの機能実行履歴から発見することを支援できる。ただし、収集した機能実行履歴をどのような形式でユーザに提示すれば効果的にユーザを支援できるかは明らかではなかった。

本稿では、複数ユーザから長期間にわたって収集した機能実行履歴を入力として、未知機能の発見に役立つ情報をユーザに提示する方式を提案する。提案方式は次の二つの部分から構成される。一つは、学習すべき機能の選択を容易にすることを目的として、機能実行履歴に含まれる各機能の出現頻度をユーザ毎に一覧表の形式で提示する方式である。もう一つは、各機能が実行されたコンテキストの理解を容易にすることを目的として、実行履歴中の部分系列を提示する方式である。

関連する研究としては、機能の存在をユーザに知らせることを目的とした active help system [2][3] がある。active help system は、ユーザが行った操作の系列から、(ユーザモデルに基づいて) ユーザの意図、及び、目的を推測し、意図や目的に応じた機能の存在を提示する。しかし、性能のよいユーザモデルを構築することは一般に容易ではない。一方、提案方式では、ユーザモデル構築の必要がない。

以降、2章では、ユーザ間で機能実行履歴を収集し、参照するための方式を簡単に述べた後、提案す

```
2000/02/03 18:51:01 ファイル->印刷プレビュー (&V)
2000/02/03 18:51:14 ファイル->印刷 (&P)
2000/02/03 18:51:16 ファイル->上書き保存 (&S)
2000/02/03 18:51:23 ファイル->終了 (&X)
```

図 1: 機能実行履歴の例

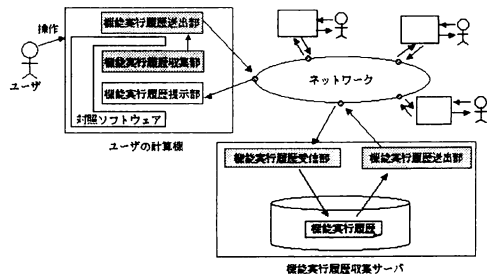


図 2: 機能実行履歴の収集・提示のアーキテクチャ

る提示方式について述べる。3章では、2章で述べた方式をもとに作成したツールについて述べ、ツールを使用した評価実験を4章で述べる。5章で考察した後、6章でまとめる。

## 2 提案する提示方式

### 2.1 概要

著者らは文献 [1] において、似通った目的で同一のソフトウェアを使用するユーザ間では、便利な機能（作業効率を高める機能）は似通っている、と仮定している。この仮定に基づき、ソフトウェアの機能の実行履歴をユーザ間で参照し合うことにより、他のユーザの機能実行履歴から便利な機能の発見を支援する。

機能実行履歴とは、ユーザがソフトウェア機能を実行した機能名（メニュー項目、GUI ボタン）に実行日時を付加して時系列に並べたものである (図 1)。図 1 の 1 行はユーザが機能を実行した時の 1 操作に対応する。各行は左から順にユーザが機能を実行した日付、時間、機能名から構成される。例えば図 1 の 1 行目は、ユーザがメニューバーの「ファイル」から「印刷プレビュー」を実行したことを表している。

機能実行履歴の収集、提示するためのアーキテクチャを図 2 に示す。ユーザの計算機上には実行履歴の送出处、収集部、提示部を組み込む。機能実行履

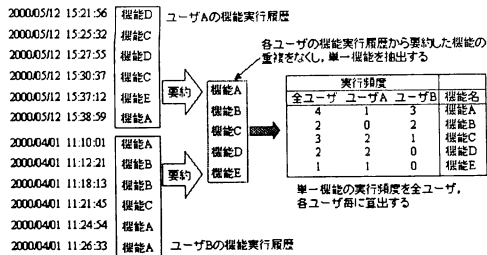


図 3: 機能毎の実行頻度の提示方法

歴史集サーバは、ユーザの計算機からネットワーク経由で実行履歴を受信、蓄積する。そして、ユーザからの要求に応じて実行履歴を送出する。本章の以降では、機能実行履歴を提示する2つの方式について述べる。

## 2.2 機能毎の実行頻度一覧

機能毎の実行頻度一覧は、機能実行履歴を参照するユーザにとって未知の機能を他ユーザの実行履歴から発見することを支援する。一覧は、図3のように、機能実行履歴を参照し合う全ユーザの実行履歴から抽出した単一機能名と実行頻度を対にして提示する。ユーザは一覧から他のユーザが実行したことのある機能のうち、自分が実行したことのない機能を参照することにより、未知の機能を発見することができる。本方式の特徴を以下に述べる。

- 一覧を参照するユーザの実行頻度がゼロである機能を未知機能の候補として強調表示する。ユーザは、強調表示された機能を見ることより全ての機能を見るより効率的に未知の機能が分かる。
- 一覧を参照するユーザ以外の他ユーザの機能実行割合を提示する。ユーザは、提示されている各機能に対し自分以外の他ユーザが何人くらい機能を用いているか分かる。
- 提示する機能名にルートメニューからの選択経路もしくはボタンバー（ツールバー）の名称を付加する。ユーザは機能が GUI メニュー、ボタンバー上のどこに属しているかが分かることにより、機能実行の再現が可能となる。
- 次節で述べる機能実行履歴の部分系列の一覧をユーザが表示できるようにする。ユーザは一覧より気になる機能を見つけた場合、その機能を含む部分系列をすぐに表示することができる。

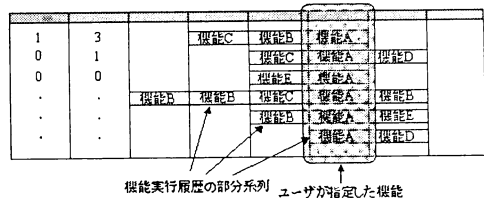


図 4: KWIC 形式を用いた部分系列の提示方法

## 2.3 機能実行履歴の部分系列の一覧

部分系列の一覧は、ユーザが指定した機能を実行するコンテキストを理解することを支援する。一覧は、機能実行履歴から部分系列を抽出し、長さ2以上の部分系列を KWIC(KeyWord In Context) 形式で提示する。具体的には、実行履歴に含まれる部分系列を抽出し、その出現頻度を計数する。部分系列は図4のように、指定機能を中心として、その出現頻度と対にして提示する。本方式により、指定機能と共に、連鎖する機能から指定機能がどのような機能であるか想像し易くなることが期待できる。本方式の特徴を以下に示す。

- 一覧を参照するユーザが1回以上実行したことのある部分系列は、ユーザが機能を実行するコンテキストを理解しているものと見なし、その部分系列をユーザの指定により省くことができる。
- 指定した機能と共に、連鎖する機能を、ユーザの指定により強調表示できる。

## 3 システム

### 3.1 概要

前章で提案した機能実行履歴の提示方式をシステムとして実装した。システムは、Microsoft Office 2000を対象ソフトウェアとしている。Office 2000は本研究で対象とする膨大な機能を提供するソフトウェア群である。例えば、Word、PowerPointのメニュー項目の概数はそれぞれ500、400である。機能実行履歴提示部はOffice2000のプラグイン(add-in)モジュールとして実装した。提示部は、Office 2000の各アプリケーションのツールメニューの中に組込まれている。一覧表はメニュー項目を選択する手順と同様にメニューバーの「ツール」から「機能毎の実行頻度一覧」、「機能実行履歴の部分系列の一覧」を選択することにより実行される。本章の以降では機

実行頻度	userA	userB	userC	userD	userE	機能名
50%	2	0	0	1	1	Toolbar List(ツールバー)一覧→拡張
25%	4	1	0	1	2	Format(書式)→段落組み(&C)
25%	4	0	0	0	0	Formatting(書式設定)→段落番号(&N)
25%	5	0	0	0	0	Edit(編集)→切り取り(&T)
25%	2	0	0	0	0	Table(テーブル)→セルの結合(&M)
50%	5	0	4	0	0	Format(書式)→フォント(&F)
25%	4	0	0	0	0	Edit(編集)→元に戻す(&U) 貼り付け
25%	2	0	0	0	0	Table(テーブル)→セルの結合(&M)
25%	3	0	0	0	0	Text(テキスト)→箇条書きと段落番号(&)
25%	7	0	0	0	0	Formatting(書式設定)→インデント解除
25%	20	0	0	0	0	Edit(編集)→貼り付け(&P)
25%	8	0	0	0	0	Edit(編集)→コピー(&C)
19%	0	6	6	2	1	Formatting(書式設定)→インデント(&I)
50%	4	2	0	0	0	File(ファイル)→開く(&O)
50%	6	0	3	0	0	Slider(スライダー)移動(&S)
50%	5	1	0	0	0	File(ファイル)→名前をつけて保存(&A)
50%	9	2	0	0	0	Formatting(書式設定)→文字色印
50%	6	2	0	0	0	Insert(挿入)→空白と白紙(&B)
50%	4	1	0	0	0	Formatting(書式設定)→左揃え(&L)
50%	8	2	0	0	0	File(ファイル)→終了(&Q)
0%	0	0	0	0	0	Cell Alignment(セルの配置)→中央揃え(&A)

図 5: 機能毎の実行頻度一覧の画面例

機能毎の実行頻度一覧、機能実行履歴の部分系列の一覧について述べる。

### 3.2 機能毎の実行頻度一覧

機能毎の実行頻度の一覧の画面例を図 5 に示す。一覧の各行は 1 つの機能に対応している。各列は、左から、他ユーザの実行割合、全ユーザの実行頻度、各ユーザの実行頻度、機能名、である。実行割合、各実行頻度はその列のヘッダをクリックすることで昇順、降順に並べ替えることができる。機能名は、GUI メニューやショートカットボタンのキャプションである。一覧は以下の機能を持つ。

- ユーザの選択: 機能実行履歴を提示しているユーザのユーザ名をプルダウンメニューとして提示する。
- メニュー階層の表示: 機能名に付加する選択経路の表示、非表示を切替る。
- 部分系列の一覧の表示: 機能実行履歴の一覧を表示する。

例えば、図 5 では、「userC」が指定されている。一覧は、userC の実行頻度が 0 の行を強調表示している。強調表示している行のうち 13 行目は、1 列目の他ユーザの実行割合 (75%) から userC 以外のユーザ 4 人中 3 人が 13 行目の機能を実行していることを示しており、2 列目の全ユーザの機能実行頻度は全ユーザ合わせて 19 回この機能を実行したことを示している。13 行目の機能は userC が未知であり、有用である機能の可能性が高い。

### 3.3 機能実行履歴の部分系列の一覧

機能実行履歴の部分系列の一覧の画面例を図 6 に示す。一覧の各行は 1 つの部分系列に対応する。各列は、左から、他ユーザの実行割合、全ユーザの実行頻度、部分系列の長さ、各ユーザの実行頻度、部

分系列を構成する各要素である。実行割合、各実行頻度、部分系列の長さはその列のヘッダをクリックすることで昇順、降順に並べ替えることができる。部分系列を構成する各要素は、1 つのセルに 1 つの要素 (機能名) が提示される。一覧は以下の機能を持つ。

- 指定したユーザのパターン除去: 指定ユーザが 1 回以上実行したことがある部分系列の行の表示、非表示を切り替える。
- 同メニューの色分け: 部分系列の各要素を表示しているセルをユーザがクリックすることより、その機能と同じ機能 (選択経路も同一) を表示しているセルの背景色を同色にする。

## 4 評価実験

### 4.1 概要

構築したシステムにより未知の機能の発見が可能であるかどうかを評価するための実験を行った。対象ソフトウェアは Microsoft Word 2000, PowerPoint2000 である。被験者は奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科教官 1 名、学生 9 名の計 10 名である。以前のバージョンも含めた各被験者の Word, PowerPoint の使用年数は 1 ~ 4 年程度である。被験者の主な作成ドキュメントは、Word では論文、レポート、ソフトウェア設計書、PowerPoint では輪講、研究発表用スライド、研究発表用ポスターである。

10 名の被験者のうち、あらかじめ 5 名の被験者 (S1 ~ S5) から論文執筆時、3 名の被験者 (S1 ~ S3) から研究発表用スライド作成時の機能実行履歴を 1 ~ 10 カ月間にわたり収集している。収集した実行履歴の総行数、機能の種類数は、Word では 4117 行、123 種類、PowerPoint では 3297 行、130 種類である。全ての被験者は本システムにより他の被験者の実行履歴をはじめて参照する。

実行したユーザ	出現回数	User A	User B	User C	User D	User E	User F	機能名	実行日時	実行回数
25x	1	2	0	0	0	1	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	2	1	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	2	0	0	0	0	1	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	1	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	1	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	1	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	0	1	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	1	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	0	1	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	1	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	1	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	0	1	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	1	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	0	1	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	1	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	0	1	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	3	0	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	4	0	0	0	1	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	4	0	0	0	0	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	4	0	0	0	1	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	4	0	0	0	1	0	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	4	0	0	0	0	1	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	4	0	0	0	0	1	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	4	0	0	0	0	1	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1
25x	1	4	0	0	0	0	1	常に目次&D...	25/4/17 14:00	1

図 6: 機能実行履歴の部分系列一覧の画面例

被験者にはシステムを用いて次節で述べるタスクを実行してもらい、未知機能の発見を試みてもらった。被験者が実験に要した時間は、約 Word が 1 時間、PowerPoint が約 30 分程度であった。

#### 4.2 タスク

システムが提示する未知機能の候補から、被験者にとって未知の機能の発見を試みてもらおう。システムが提示する未知機能の候補の数は被験者間でそれぞれ異なる。Word では、機能実行履歴が蓄積されている被験者 S1～S5 は 100 個未満、蓄積されていない被験者 S6～S10 は 130 個である。PowerPoint では、実行履歴が蓄積されている被験者 S1～S3 は 70 個未満、蓄積されていない被験者 S4～S10 は 123 個である。被験者に行ってもらったタスクは次の通りである。

- システムから提示された機能を既知の機能、未知の機能に分類する。
- 未知機能の場合のみ、機能の操作、図 6 に示す機能実行履歴の部分系列の一覧の参照、オンラインヘルプの使用、のいずれかにより機能の動きを理解してもらおう。動きを理解できた機能を「発見機能」とする。
- 発見機能を、自分にとって有用と思う機能、有用と思わない機能に分類する。ここで有用と思う機能は、被験者が論文執筆、研究発表用スライド作成において今後使用する可能性が高いと思う機能の数である。

#### 4.3 結果

実験結果を表 1 に示す。表 1 中の「提示機能数」は、未知機能の候補の数である。機能実行履歴が蓄

積されている被験者では、蓄積されている他の被験者のいずれかが 1 回以上実行した機能のうち自分が 1 回も実行したことのない機能の数である。実行履歴を蓄積していない被験者の未知機能の候補は、実行履歴が蓄積されている被験者のいずれかが 1 回以上実行したことがあるすべての機能の数である。「発見機能数」は、被験者が実験中にその存在に気づいて、機能の動きを理解した機能の数である。「有用機能数」は、被験者が発見した機能から有用であると思った機能の数である。括弧内は、発見機能に含まれる有用機能の割合である。例えば、被験者 S1 の Word の提示機能数は 51 個、発見機能数は 28 個である。2 つの差である 23 個は、既知であった機能、未知であった機能のうち機能の動きが理解できなかった機能である。

被験者が機能の発見に用いた方法の内訳を図 7 に示す。図 7 中の数は Word と PowerPoint の発見機能数を合わせた数である。機能の動きを理解した発見機能のうち 72 機能 (28+12+22+10) は機能実行履歴の部分系列の一覧を参照している。そのうちの 22 個は、部分系列の一覧の参照のみで機能の動きが理解できた数である。

#### 5 考察

評価実験により、提案システムが未知の機能の発見を支援するための有効性を示唆する結果が得られた。提案システムは被験者に対し、未知機能の候補を Word 平均 97 個、PowerPoint 平均 101 個提示した。未知機能の候補の中から被験者は Word 平均 29 個、PowerPoint 平均 19 個、未知の機能が発見できた。

機能実行履歴が蓄積されている被験者の未知機能

表 1: 実験結果 (Word/PowerPoint)

被験者	提示機能数/発見機能数/有用機能数	
	Word	PowerPoint
S1	51/28/9(32%)	44/16/4(25%)
S2	64/9/5(56%)	61/13/6(46%)
S3	31/21/5(24%)	39/4/2(50%)
S4	95/26/9(35%)	123/11/9(82%)
S5	80/31/14(45%)	123/26/1(4%)
S6	130/32/13(41%)	123/25/15(60%)
S7	130/55/10(18%)	123/30/3(10%)
S8	130/18/8(44%)	123/25/4(16%)
S9	130/33/12(36%)	123/29/10(34%)
S10	130/35/18(51%)	123/8/4(50%)
平均	97/29/10(34.5%)	101/19/6(31.6%)

の候補の中には、既知である機能も含まれていた。これは、機能実行履歴の収集が短期間であったため、既知であっても使用しなかった機能が実行頻度 0 となって含まれていたためである。今後、実行履歴が蓄積されていた被験者の実行履歴を継続して収集することで、システムより提示される機能の数の絞り込みが期待でき、未知機能発見の効率を上げることが期待される。

機能実行履歴が蓄積されていない被験者の未知機能の候補の中には、既知である機能が多く含まれていた。今後、実行履歴を参照するほとんどのユーザが用いている機能で実行頻度も高い機能は未知機能の候補として提示しないなど、未知機能の絞り込みをすることで、未知機能発見の効率を上げることが期待される。

図 7 に示されるように、ユーザは、大部分の機能を「機能実行」により発見した。つまり、実行頻度の一覧表に含まれる機能名をもとに、その機能呼び出すアイコンやメニューを探し出し、実際に実行してみることでその機能の動きを理解した。ただし、機能実行だけでは発見できない機能も 53 個 (22 + 10 + 21) あった。それらの機能の発見には、オンラインヘルプの参照、及び、部分系列の一覧の参照が役立った。被験者が注目した機能のコンテキストを理解するために部分系列の一覧を用いることが有用であったことが伺える。

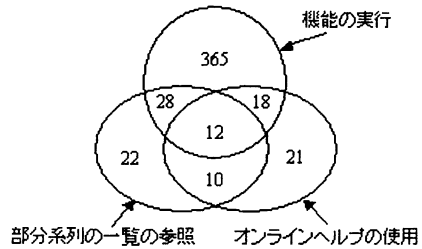


図 7: ユーザが機能の発見に用いた方法

## 6 おわりに

ソフトウェアが提供する膨大な機能から、ユーザが存在に気づいていない便利な機能を発見することを支援することを目的として、ソフトウェアの機能実行履歴の提示方法を提案した。提案方式では、似通った目的を持ち、ソフトウェアを利用するユーザ間では、便利な機能(作業効率を高める機能)も似通っていると仮定し、複数のユーザの機能実行履歴を要約して提示する。対象ソフトウェアを Microsoft Word 2000, PowerPoint 2000 を対象としたシステムを用いた実験結果から、被験者 10 名全員が未知の機能を発見でき、そのうち、Word 平均 34.5%, PowerPoint 平均 31.6% が被験者が有用であると感じ、今後使用するつもりであると答えた。

今後の課題は、機能実行履歴を収集していないユーザ、提案システムの使用期間が短く機能実行履歴の蓄積が小さいユーザへの効果的な提示方式の提案である。

## 参考文献

- [1] 森崎 修司, 門田 暁人, 松本 健一, 井上 克郎, 鳥居 宏次: 機能実行履歴を用いたソフトウェア利用知識の共有, 情報処理学会論文誌 (2000 年 10 月掲載予定).
- [2] 伊藤 昭, 海老名 毅, 熊本 忠彦: 対話型計算機利用支援におけるユーザ質問の分類と支援回答戦略, 電子情報通信学会論文誌, vol. J77-D-II No. 7, pp. 1319-1328, 1994.
- [3] 高田 光男, 西野 順二, 小高 知宏, 小倉 久和: UNIX 高機能シェルの行編集機能に対する適応型ヒューマンインタフェースの構築とその評価, 情報処理学会論文誌, vol. 38, No. 10, pp. 1919-1927, 1997.
- [4] Belkin J. Nicholas: Helping people find what they don't know, Communications of the ACM vol. 43, No. 8, pp.58-61 (2000)