

コミュニケーション齟齬に着目したメニュー体系の設計

堀口 由貴男*¹ 黒田 祐至*^{1*2} 中西 弘明*¹ 榎木 哲夫*¹ 井上 剛*³ 松浦 聡*³

Analysis and Proposal of Hierarchical Menu Design from the Perspective of Communicative Breakdown

Yukio Horiguchi*¹, Yuji Kuroda*^{1*2}, Hiroaki Nakanishi*¹, Tetsuo Sawaragi*¹,
Tsuayoshi Inoue*³ and Satoshi Matsuura*³

Abstract – As for digital electric appliances, peripheral functions are likely to be shoved to the ‘out-of-the-way’ corners of menu hierarchy because flagship functions have precedence of visibility and accessibility than they do. Those functions are therefore likely to cause various breakdowns in human-machine communication when users are exploring a particular function of them from among a lot of menu items organized in hierarchy. In order to analyze the factors of and to find some solutions to such breakdowns, we apply a couple of analysis methods, i.e., “communicative breakdown” analysis and “information scent” analysis, to user behaviors of menu selection. This paper explains our analyses of user behaviors when users tried to operate a DVD recorder with many functions they had never used. Another menu system experimentally developed based on the Scatter/Gather algorithm is then introduced and experimented in terms of communicative breakdown and information scent.

Keywords : communicative breakdown, information scent, menu system, usability, behavioral analysis

1. はじめに

多数の機能を備える昨今の電子機器では、ユーザ・インタフェース（以下、UI と表記）上に提示されるメニューの選択を繰り返して所望の機能にアクセスし、タスク遂行のためにその機能を使用するという形態の人間-機械インタラクションが一般的である。しかし、ますます増大する機能数に対して UI 上に提供できる情報量には限界があり、まずもってその存在をアピールする必要がある主要機能に比べて、非主要機能はどうしてもメニュー階層の奥に追いやられてしまう。すなわち、新機能の追加や主要機能に対するアクセスを重視せざるを得ないために、意味的に共通する機能であってもメニュー階層内に点在することになり得る。さらに、提示できるメニュー数の制約があるために、それらの機能をまとめる中間メニューのラベルは曖昧な表現にならざるを得ない。そのため、普段使いとは異なる「その他」の機能を利用しようとする際には、例えばマニュアルの参照が必要になるように、それらの機能へのアクセスが問題になる。

多機能電子機器における多様な機能へのアクセシビリティを改善するためには、何を拠り所として人間-

機械間のインタラクションを再設計すべきか。本研究では、デザイナーが設計したメニューの体系とそれに対するユーザの理解の関係に注目し、UI 上にある記号の解釈を通じたコミュニケーションの観点からこの問いに対する検討を行う。具体的な対象には DVD レコーダを用い、メニュー・システムを介した機能へのアクセスにおいて対話的な機能探索が失敗する要因を調査する。特に UI 上の記号の意味解釈に焦点を当て、機能探索過程においてユーザと機器の間で交わされるコミュニケーションの破綻であるコミュニケーション・ブレイクダウン (communicative breakdown) [4] を分析する。そして、UI 上の手がかりがその先に控える目的物へのアクセスをどれほど強くサポートしているかを評価する情報香 (Information Scent) [6],[7],[9] のモデルを使用して、そのような破綻の素地を定量的に評価する。さらに、非主要機能へのアクセスを改善するために、機能間の意味的な距離に基づく機能群の再構造化を実現する対話型 UI について議論する。

本稿の構成は次のとおりである。第 2 章と第 3 章では、本研究においてユーザ行動の分析に用いたコミュニケーション・ブレイクダウンと情報香の概念についてそれぞれ説明する。第 4 章では、これらの 2 つの観点から多機能電子機器 (DVD レコーダ) 使用時のユーザの機能探索行動について分析する。そして第 5 章では、非主要機能へのアクセスを改善するために試作した対話型 UI を評価する。最後に、第 6 章において本

*1: 京都大学大学院 工学研究科

*2: 同上修士課程修了後、現在日産自動車株式会社に勤務。

*3: 松下電器産業株式会社

*1: Graduate School of Engineering, Kyoto University

*2: He is currently with Nissan Motor Co., Ltd.

*3: Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

研究の知見をまとめる。

2. コミュニカティブ・ブレイクダウン

C.S. Pierceの記号論 (semiotics) では、記号 (sign) は「それ自身とは別の何かを表すもの」と定義され¹⁾、記号として認識される「代表項」(representamen) とそれが参照する「対象」(object), 両者を結ぶ「解釈項」(interpretant) で構成される三項関係としてその構造が記述される^{[1]~[3]}。ここで解釈項とは、認識した記号を対象に結びつける解釈者の思考作用を意味する。つまり、代表項と対象の関係は解釈項を介して意味づけられるものであり、両者の間に直接的な関連は必要としない。記号を解釈して対象を想起していくプロセスは記号過程 (semiosis) と呼ばれる。解釈項はそれ自体が心の中に生成された更なる記号としても機能するため、解釈項が連鎖的に生まれることで記号過程という対象を中心とした思考すなわち記号内容の意味づけは無限に発展し得る (無限の記号過程^[2])。

C.S. de Souza らは、この記号論の考え方を対話型人工物の設計に取り入れた記号工学 (Semiotic Engineering) と呼ばれる理論体系を提唱している^[4]。ここでは、デザイナーがユーザと人工物のインタラクションを形作る言語を UI 上に創作し、その言語様式に従ってコード化されたメッセージの交換を人工物との間で繰り返すことによってユーザは種々の目的を達成すると見なす。ユーザは利用可能な選択肢の中から自分の意思を表明するための操作を選択し、人工物はその処理結果を提示して新たな選択をユーザに促す。この「会話」(discourse) において、やりとりされるメッセージが記号であり、その参照する対象をめぐる記号過程が会話参加者の内にさまざまに展開される。熟知していない機器利用におけるユーザの記号過程は、ユーザ自身もつ知識をもとにして立てた、デザイナーが設計したインタラクションについての尤もらしい「仮説」に基づく推論が基本となる。

記号工学では、ユーザが人工物を適正に使用できずに生じるユーザビリティの問題は、デザイナーが意図したインタラクションをユーザが理解しないことが根本にあると考える。そして、このデザイナーユーザ間の齟齬を具体的に把握するために、ユーザー人工物間の会話の詳細な分析を行う。齟齬が顕在化する過程では、大小さまざまな意図伝達の途絶が両者の会話において発生する。de Souza はこれらをコミュニケーション・ブレイクダウン (communicative breakdown) と定義した。そして、言語使用者の意図と言語使用の結果を区

別する J.L. Austin と J. Searle の言語行為論 (speech act theory)^[5] の考え方を分析に取り入れ、ユーザが「発話」すなわち操作選択に際して意図していたもの (発語内行為: illocution) とその発話の実際の状況への効果 (発語媒介行為: perlocution) の一致の観点および会話の状況に対するユーザの姿勢の観点から、ブレイクダウンを 13 種類に分類した (分類の詳細は付録 1. に記載)。会話の分析では、インタラクションの時系列におけるブレイクダウンの発生を、ユーザの気持ちを代弁する言葉 (“Where is it?” や “Help!” など) によってタグ付けし、その発生パターンや頻度などに注目して人工物のインタラクション設計の問題点を特定する。

3. 情報香

仮説推論に基づく機能探索において、操作選択の結果が仮説の期待する結果と整合しないブレイクダウンが発生すると、ユーザは仮説を見直して UI 上のメッセージの解釈を改める。しかし、ユーザにとって有力と思われた仮説による解釈とデザイナーの設計意図との隔たりが大きければ大きいほど、ユーザが意図どおりにその意味を理解できない機会は増加することになる。本研究では、ユーザと機器の会話の事後分析によるインタラクション設計の定性的な評価に加えて、コミュニケーション・ブレイクダウン発生地の素地となる設計意図とユーザの解釈の隔たりを定量的に評価する。そのために、情報香 (Information Scent: 以下、IS と表記) と呼ばれるユーザビリティ評価のモデルを用いる。

3.1 情報採餌理論

Pirolli らは、生物学における最適採餌理論 (Optimal Foraging Theory) の考え方を人間の情報探索行動に応用した情報採餌理論 (Information Foraging Theory) を提案している^{[6],[7],[9]}。ここでは、WWW (World Wide Web) をターゲットとして、さまざまなデータが氾濫する情報環境の中から有益な情報を探索/収集/取得するためにユーザが選択する行動が、生物の採餌行動との類比によって説明される。この理論は以下の 3 つのモデルで構成されている^{[6],[7]}。

- Information Patch Model
- Information Scent Model
- Information Diet Model

Information Patch Model は、情報が偏在する環境での情報収集において、ある区画 (例えば、書架などのような文書コレクション) での収集を継続するのか、それとも別の区画の探索に移るかの時間配分に関する意思決定を扱う。一方 Information Diet Model は、多種多様な情報アイテムの中からどれを選択して追求するかに関する意思決定を扱う。そして Information

1: “A sign, or representamen, is something which stands to somebody for something in some respect or capacity.” (記号あるいは代表項とは、ある人にとって、ある観点もしくはある能力において何かの代わりをするものである)^[1]

Scent Model は、手近にある手がかりから遠隔にある情報の価値を特定するユーザ行動を評価する [8]。情報の「香り」を嗅ぎ分けて所望の情報源を探索するユーザの認知モデルは、他の 2 つの意思決定とも密接に関係し、IS は情報採餌理論の中心的な概念となっている。Pirolli らはこのモデルを WWW 上でのナビゲーション行動に応用し [8]、ウェブサイトのユーザビリティを評価するシステムを開発している [11], [12]。

本研究では、IS の考え方を多機能電子機器の使用におけるユーザのメニュー選択行動に適用し、対話的な機能探索プロセスの分析を行う。情報香分析では、単語間の意味的類似度や連想関係をコーパス（テキスト集合）から抽出して利用する。コーパスとしてどのようなテキスト集合を選ぶかにも依存するが、そこで抽出される連想関係は、UI 上のメッセージに対するユーザの解釈の基礎となる常識的な仮説（の一部）に相当するものと見なすことができる。なお、IS の評価には特異値分解を用いる潜在意味解析（Latent Semantic Analysis : LSA） [13] を利用する方法 [14], [15] を含めていくつかのバリエーションが存在するが [16]、本研究では Pirolli らの算出方法 [6]~[9] を応用することにする。

3.2 情報香の評価方法

Pirolli らの ACT-IF モデル [6], [7] や SNIF-ACT モデル [8], [9] は、J.R. Anderson らが提案する認知アーキテクチャ ACT-R [10] をベースとした WWW 上でのユーザの情報採餌行動の認知モデルである。ここでは、ユーザが直接目にしたテキストからの連想によって IS の認知プロセスがモデル化されている。つまり、画面上のテキストを構成する単語の集合を IS の手がかりとして、それらと関連のある単語集合に活性が伝播し、その活性パターンが IS が与える情報源の価値と対応づけられる。例えば閲覧中のウェブページ内のあるハイパーリンクを説明するテキストは、それがどのような単語集合を想起させたかによってリンク先のウェブページの内容をある程度特定することができる。この連想プロセスの計算モデルには、単語間の共起確率をリンク強度とする活性伝播ネットワーク（spreading activation network）が用いられる。

3.2.1 活性伝播ネットワークの構築

活性伝播ネットワークを構築するにあたり、単語同士の意味的な関連性を直接与えることは困難なため、先行研究 [7] に倣い、コーパスでの単語出現の共起性に関する情報を用いてその関係を代替する。すなわち、ある 2 つの単語が同一文書内に登場する場合、その単語同士に何らかの意味的な関連性があると見なす。

単語 i の基本活性量 B_i は、単語 i と遭遇する確率 $Pr(i)$ と単語 i と遭遇しない確率 $Pr(\bar{i}) (= 1 - Pr(i))$ を用いて式 (1) で与えられる。ただし、 ψ は B_i が正

の値を返すための規格化定数である。

$$B_i = \ln\left(\frac{Pr(i)}{Pr(\bar{i})}\psi\right) \quad (1)$$

単語 j から単語 i への関連度 S_{ji} は、単語 i が単語 j を含む文脈中に現れる条件付確率 $Pr(i|j)$ と、単語 i が単語 j を含まない文脈中に現れる条件付確率 $Pr(i|\bar{j})$ を用いて式 (2) で与えられる。この値は、活性伝播ネットワークにおける単語 j から単語 i に向かう活性量を計算するリンクの重みとして用いられる。

$$S_{ji} = \ln\left(\frac{Pr(i|j)}{Pr(i|\bar{j})}\psi\right) \quad (2)$$

以上のようにして、分析の対象となる作業に合わせて選定したコーパスから各単語の出現確率と単語同士の共起確率を算出し、それに基づいて活性伝播ネットワークを構築する。構築したネットワークは次に述べる方法で IS の算出に用いられる。

3.2.2 情報香の算出方法

本研究では、実験参加者に実施すべき作業課題（以下タスククエリと表記）を文章の形式で提示し、その遂行プロセスを評価する。そのため、UI 上に存在する手がかり（操作画面内の説明文やメニューを構成する単語集合）からの活性量の伝播と、タスククエリからの活性量の伝播を、2 つの活性伝播モデルによってモデル化する。つまり、参加者がタスククエリから想起した機器の機能についてのイメージを表現する活性パターンと手がかりから想起した機能についてのイメージを表現する活性パターンの類似度をもって IS の強さを評価する。この IS の評価値 $g(C, G)$ の具体的な計算手順は以下のとおりである。なお、ネットワークを活性させる単語 i の活性量 W_i には B_i と同じ値を用いる²。

1. 活性伝播ネットワークを構成する全ての単語 i に対して、タスククエリ Q に含まれる単語 j から伝播される活性量を求め、その合計を L_i とする。

$$L_i = B_i + \sum_{j \in Q} W_j S_{ji} \quad (3)$$

2. 活性伝播ネットワークを構成する全ての単語 i に対して、手がかり C に含まれる単語 k から伝播される活性量を求め、その合計を R_i とする。

²: ACT-IF モデル [6], [7] と SNIF-ACT モデル [8], [9] では、 W を、人間がもつ注意量の限界を特徴づけるパラメータと見なしている [9]。そして、高頻度で出現する単語の方が連想においてより注意を割かれるとして、ユーザの認知過程のシミュレーションでは W に B と同じ値を用いていた [7]。本研究でのモデルの用途であるタスククエリや手がかりが意味することの想起に関しても、初めて使用するような機器や機能に対する仮説生成を対象としているために、出現頻度の低い特異な単語よりも、高頻度で使用される一般的な単語の方が連想に貢献すると考えて、Pirolli らの方法 [7] を特に改変することなく使用した。

$$R_i = B_i + \sum_{k \in C} W_k S_{ki} \quad (4)$$

3. 活性パターンを表すベクトル $\mathbf{L} = (L_1, L_2, \dots)$ と $\mathbf{R} = (R_1, R_2, \dots)$ のユークリッド距離の逆数を IS の評価値 $g(C, Q)$ とする. $g(C, Q)$ は, \mathbf{L} と \mathbf{R} の活性パターンが似ている場合ほど大きな値をとる³.

$$g(C, Q) = \frac{1}{\sqrt{\sum_i (L_i - R_i)^2}} \quad (5)$$

4. 多機能電子機器における機能探索行動

本研究では分析の対象となる多機能電子機器として DVD レコーダを用いた. 本節では, DVD レコーダを使用したことのないユーザが UI 上の手がかりだけを頼りに作業課題を実行する際のメニュー選択行動について分析する.

4.1 実験内容

実験参加者は 30 代から 50 代の女性 12 名 (30 代 4 名, 40 代 4 名, 50 代 4 名) である. 全員ビデオ・カセット・レコーダの使用経験はあるが, DVD レコーダの使用経験はない. 実験での操作対象として松下電器産業株式会社製の DVD レコーダ DIGA DMR-EX100 を使用した. 参加者に課したタスクは以下の 4 つで, Task1 から Task4 の順序で実施した.

Task1: ○○○○ (人名) の出ている番組を録画予約してください.

Task2: 地上波デジタル放送や BS デジタル放送では字幕を表示することができます. 字幕を表示してください.

Task3: 2 重音声で放送されている番組の副音声を確認するための設定をして下さい.

Task4: デジタル放送では, 録画予約をした番組が, その前の番組の延長などに伴って放送時間が増えられた場合でも, 変更後の時間に合わせて録画を開始するように設定することができます. 変更後の時間に合わせて録画を開始するように設定して下さい.

すべてのタスクは, タスククエリを記載した紙面を参加者に提示し, その紙面を下げた後に参加者がタスクの内容を十分に理解したことを確認してから作業開始とした. タスクを実験者の口頭による説明ではなく紙面に記載された文章の形で提示した理由は, 参加者間でタスクの理解に関する条件が変動しないようにするためである. そして, タスク説明文の作成では,

3: 式 (3) と (4) は基本活性量 B の項を共有しているために, 結局式 (5) では他の単語からの活性伝播のみが IS の評価に影響を与えることになる. そのため, タスククエリ Q と手がかり C がある単語を共有しているのではなく, 各々を構成する単語群から連想されるものの類似性が評価される.



図1 実験での作業の様子 (DVD レコーダ)
Fig.1 Photograph of a participant operating the DVD recorder in the experiment.

ユーザが日常生活において DVD レコーダを利用する場面を想定し, 極力平易な表現で記述するように留意した⁴. さらに, 日常利用においてユーザの目的がテキストの形で外在化されていることはないと思われ, 参加者には自身の記憶を頼りにタスクとメニュー項目を照合して作業遂行にあたらせる形式を採用した. なお, 提示後のタスク内容の理解の確認については, タスクを自分の言葉で説明させ, それが提示した内容と整合していれば, 参加者は正しくそのタスクを理解したと見なした.

実験ではタスク実行について制限基準時間 4 分を設定し,

- ① 参加者がタスクを達成できたと申告した
- ② 参加者がタスク遂行を断念した
- ③ 制限基準時間を経過したが, そのまま作業を継続しても参加者がタスクを達成できないと実験者が判断した (達成の見込みがあれば, 制限基準時間経過後も作業を継続させた)

のいずれかの場合をもって作業終了とした. なお, 作業遂行に対してタイムプレッシャーを感じさせないために, 制限標準時間の存在は参加者に伝えず, また作業中もそれを悟られないように注意して実験を行った.

実験データとしては, レコーダの表示画面と参加者のリモコンの操作履歴および発話を記録した. 図1に本実験での参加者の作業の様子を示す.

4.2 実験結果

参加者全員のタスク終了状態の集計結果を表1に示す. 表中の「断念」と「時間切れ」の項目は, タスク

4: タスク説明文の作成に関しては, メニュー項目のラベルを構成する単語が文章に含まれるか否かがユーザの作業遂行に影響することが当然懸念される. しかし, 複数回の選択を繰り返して目的の機能にアクセスするメニュー・システムの場合には, そのような単語の影響は限定的なものと考えられる. また状況的行為論^[17]の観点からは, 探索中に遭遇する単語群の方がユーザの思考により大きな影響を与えるものと考えられる.

表1 タスク終了状態の分布 (DVDレコーダ)
Table 1 State distribution of participants' finishing each task (DVD recorder).

	成功	断念	時間切れ	誤解	成功率
Task1	10	0	2	0	83%
Task2	6	3	3	0	50%
Task3	6	1	5	0	50%
Task4	1	4	6	1	8%

経過時間	ユーザの操作選択	メニューシステムの挙動	ブレイクダウン	インタビュー時の実験参加者のコメント
0:00:15	番組表	(作業開始)		
0:00:28	(カーソル操作)	【番組表】の表示 (カーソルの移動)	Where is it? I can't do it this way.	この中に予約できるメニューがあると思った。 しかし、予約できるメニューがなかった。
0:00:38	戻る			
0:00:47	再生ナビ	テレビ画面の表示	What's this?	押したことの無いボタンだったので押してみた。
	(カーソル操作)	【再生ナビ】画面の表示 (カーソルの移動)	Where is it? I can't do it this way.	
0:01:12	戻る			
0:01:33	機能選択	テレビ画面の表示	What now?	結局、このボタンしかなかったのをこれを押した。
0:01:42	戻る	【機能選択】画面の表示		
0:01:45	サブメニュー	テレビ画面の表示	What's this?	まだ押して事がなかったので押してみた。 禁止マークが出たのであきらめた。
0:01:53	機能選択	無効マークの表示		
		【機能選択】画面の表示	What's this?	予約するというメニューの中にそれらしいものが見つからず、 それらしいものがこれしかなかった。
0:02:07	番組表の検索	【番組表の検索】画面の表示		
0:02:17	人名検索	【人名検索】画面の表示 (以降は問題なく操作)		

図2 ユーザー-DVDレコーダ間の会話分析例 (Task1)

Fig.2 An analyzed discourse between a participant and the DVD recorder (Task1).

終了条件②と③にそれぞれ対応する。他方「成功」と「誤解」の項目は、①の条件での終了の中で正しい機能を選択して終えたものと参加者の勘違いで間違った機能を選択して終えたものの違いを表している。この結果より、Task1が比較的容易に実行できる課題であるのに対して、Task4はUI上の手がかりだけで目的の機能にアクセスすることが非常に困難な課題であることが確認できる。

4.3 コミュニカティブ・ブレイクダウンの分析

ユーザが操作選択に際して意図していたもの（発語内行為）と操作の実際状況への効果（発語媒介行為）が整合しないことから発生したコミュニケーション・ブレイクダウンを、本実験におけるユーザー機器間のインタラクション系列の中で特定する「会話分析」作業を行った。この分析では、ユーザの気持ちを代弁する言葉によってブレイクダウンの発生をタグ付けする。ブレイクダウンの分類は付録1に記載した de Souza の分類法^[4]に従った。

実験終了後、作業中のDVDレコーダの表示画面を撮影したムービーを実験参加者に提示し、各選択場面においてなぜそのような操作を選択したのかの理由を聞き出した。会話分析では、インタビューにおける参加者の回答と作業中の発話記録を利用して上述のブレイクダウンを特定した。ある参加者のTask1における会話の分析結果を図2に示す。分析結果は、ユーザの操作選択とそれに対するメニュー・システムの挙動、およびそのインタラクションについての参加者のコメ

ントを表形式でまとめたものとなっている。そして、ブレイクダウンはユーザの操作選択の直前に挿入する吹き出しの形式で記述した。

コミュニケーション・ブレイクダウンの発生頻度を機能探索の成功率にかなりの差があったTask1とTask4の間で比較するために、参加者全員の分析データを集計したもの⁵を図3に示す。グラフより、Task4ではTask1に比べて“I can't do it this way.”の増加が確認できる。このブレイクダウンは、それまで試みた仮説に基づく一連の探索作業が設計意図とはそぐわず、機能探索の戦略を再構築しなくてはならないとユーザが認識したことを意味する。その増加を招く主要因としては“Where is it?”の多発が挙げられる。これは、ユーザが自分の意図を表現するための操作(“it”)が利用可能な選択肢の中に見つけられない状況に対応する。Task4の遂行では“Where is it?”の発生頻度が大きく増加しており、このタスクに対する現行のメニュー・システムの設計が実験参加者のもつ常識からは距離のあるものであったことが分かる。また、この乖離の現れとして、UI上の記号の意味するところを読み取るために他の手がかりを得ようとする“What's this?”の増加が確認できる。そして、両ブレイクダウンの発生は、デザイナーが意図したインタラクションを理解できず手がかりもない状況におかれて、ユーザの記号過程が停止する“What now?”の発生につながっている。

以上のユーザー機器間の会話分析の結果は、Task4のような非主要機能へのアクセスに関して、ユーザにとって有力な仮説による解釈の傾向とデザイナーの設計意図の間の隔たりの大きさを示唆している。次節では、これを定量的に評価するためにISを用いたメニュー・システムの評価を行う。

4.4 情報香によるメニュー・システムの分析

操作選択場面におけるメニュー項目のISを評価することで、ユーザの解釈の傾向とメニュー・システムの設計との乖離を分析する。ISの評価値を算出するための活性伝播ネットワークは、DVDレコーダの取扱説明書^[25]をコーパスとして用いて構築した。これは、以下の2つの理由から、取扱説明書がユーザの常識的な意味解釈と対応する連想関係を抽出するのに適していると考えたからである。一つは、取扱説明書が機器のもつ機能のほぼすべてを網羅し、それらについて質・量ともに十分な記述がなされているためである。もう一つは、初めてその機器を使用するユーザでも各機能を正しく利用できるように、機能や使用方法につ

5: Task1とTask4について、それぞれ1名の参加者のインタビューに記録漏れがあったため、ともに11名分の集計データとなっている。

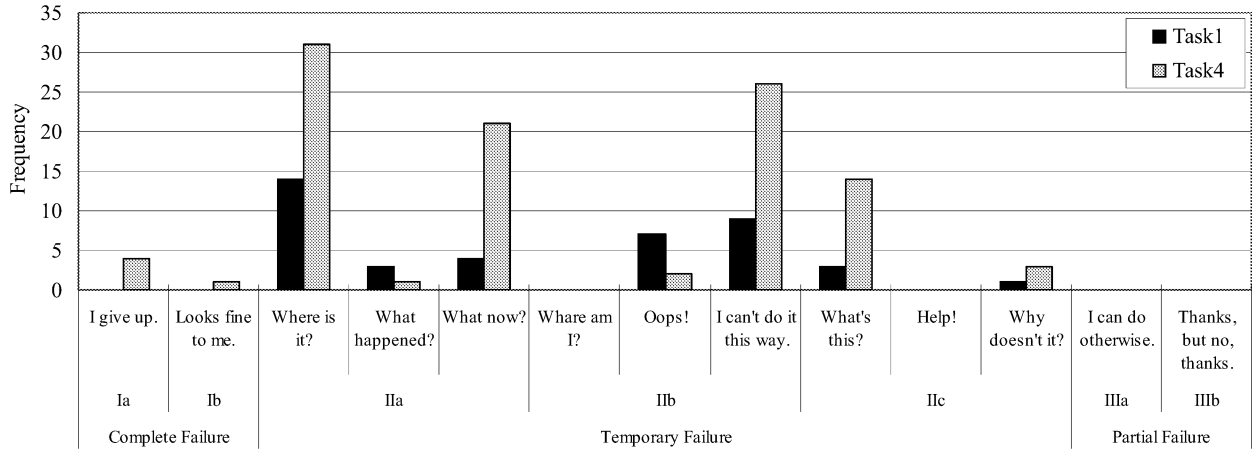


図3 コミュニカティブ・ブレイクダウンの発生頻度 (DVD レコーダ)

Fig.3 Frequency distribution of communicative breakdowns when operating the DVD recorder.

表2 「機能選択」画面におけるメニュー項目のIS

Table 2 Information scents of menu items in 'KINOU-SENTAKU' screen.

	再生ナビ	番組表から予約	番組表の検索	予約確認	Gコード入力	ダビング	その他の機能へ
Task1	1.168	2.704	<u>2.135</u>	1.331	1.373	1.139	0.976
Task2	0.898	1.539	<u>1.530</u>	1.260	1.304	0.839	<u>1.292</u>
Task3	1.100	1.535	1.511	1.218	1.283	1.032	<u>1.305</u>
Task4	1.052	2.137	2.106	1.478	1.564	1.062	<u>1.218</u>

表3 「その他の機能」画面におけるメニュー項目のIS

Table 3 Information scents of menu items in 'SONOTA-NO-KINOU' screen.

	プレイリスト編集	ぴったり録画	メール/情報	初期設定	放送設定	HDD管理
Task1	1.048	2.513	0.983	1.179	1.078	1.175
Task2	0.825	1.066	1.099	1.671	2.036	0.873
Task3	0.958	1.284	1.136	1.860	1.695	1.069
Task4	0.951	1.528	1.074	1.797	<u>1.659</u>	1.059



図4 「機能選択」画面 (取扱説明書^[25]より転載)

Fig.4 Screenshot of 'KINOU-SENTAKU' (reprinted from the manual^[25]).

いて、幅広いユーザ層を対象とした平易な表現を用いて記述されているためである。なお、取扱説明書からの活性伝播ネットワークの作成方法は付録2.に記載している。

リモコンの「機能選択」ボタンを押下することで表示されるメニュー画面を図4に示す。この画面はさまざまな機能へアクセスするためのメニュー・システム

の入口となっている。そして表2は、「機能選択」画面で提示されている全メニュー項目のISをタスク毎に評価した結果である。表2中の太字の数字はメニュー内で最大のIS評価値を表し、下線はタスク達成のための機能に辿り着くために選択すべきメニュー項目を表している。一方、表3は「機能選択」画面において「その他の機能へ」を選択した時に表示されるメニュー画面内のISの分布を示している。表2と表3の結果より、成功率が低いタスクほど選択すべきメニュー項目のISの顕在性が低く、競合する別のメニュー項目にユーザの判断が容易に惹きつけられることが推測できる。そして、断念や時間切れで作業を終了した参加者の機能探索が、このような不適当なメニュー・システムの設計によって混乱させられたはずである。

一方、実験参加者のメニュー選択行動の傾向を調べるために、参加者が実際に選択したメニュー項目が各選択場面において何番目に強いISを有していたかを調査した。調査対象となる選択場面には、図4のようなテレビ画面に表示されたメニュー画面以外に、リモ

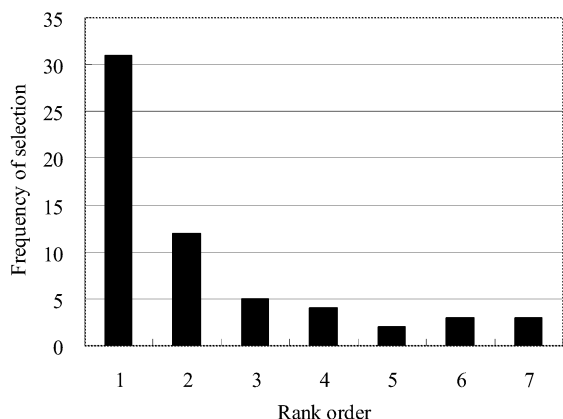


図5 メニュー項目のISの順位とユーザの選択頻度 (DVDレコーダ)

Fig. 5 Frequency of participants' selection of menu items with respect to their rank order of IS value (DVD recorder).

コン上の各種機能ボタンの選択を含めた。ただし「機能選択」と「その他の機能へ」は、それらのテキストがかなり幅広い場面での使用を示唆するためにユーザの選択回数が必然的に多くなり、集計結果において過大評価されることになるため、集計の対象からは除外した。また、コミュニケーション・ブレイクダウン分析で“Oops!”に分類された選択(2例)も対象からは除外した。さらに、未選択の項目を上から順に確認していくような試行錯誤の影響を極力排除するため、上記の条件を満足する選択場面での参加者の最初の選択(48例)のみを集計した。図5に集計結果を示す。このグラフより、IS評価値に関して高いランクを占めるメニュー項目ほど高頻度で選択されるという傾向が確認できる。これは参加者らのメニュー選択行動がISの観点からかなりの割合で説明できることを意味し、そのようなユーザの行動戦略とメニュー・システム(主にメニュー構造および各項目を説明するラベル)の設計の不整合が、Task4を典型とする表1の実験結果として現れたと考察する。

以上のような状況を改善するためには、ユーザの記号解釈の常識に近い様式で機能群を構造化し、種々の目的に対して妥当なメニュー項目の情報香が顕在化するようにUIを設計する必要がある。また、非主要機能は製品設計時にアクセスのしやすさに十分配慮することが困難であることから、機能群の構造化は自動的に実現されることが望ましい。

5. 非主要機能に対するアクセスの改善

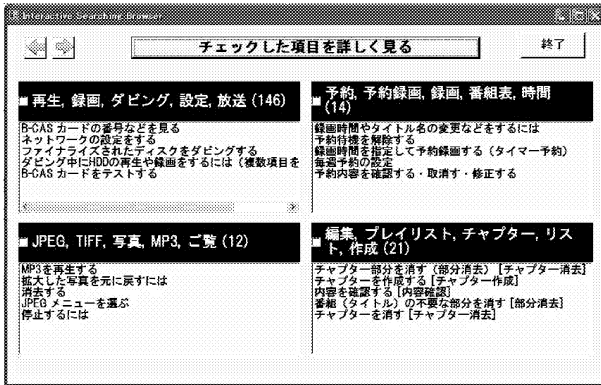
非主要機能へのアクセスを改善するために、現行のメニュー・システムに代わる対話型インタフェースをPC上に試作し^[18]、DVDレコーダと同様の被験者実

験による評価を行う。アクセス改善のための方策としてキーワード検索を用いるアプローチも考えられるが、R.S. Taylorの情報要求^[19]の階層に照らしてみると、本研究が対象とするユーザや機器の使用状況は、要求(=探している機能)が明確に言語化できない「直感的要求」(visceral need)や「意識された要求」(conscious need)のレベルにある。そのため試作システムには、キーワード検索ではなく、文書集合の目次的な構造を自動的に作成するScatter/Gatherアルゴリズム^{[20]~[22]}を適用することにした。このアルゴリズムの利用により、各機能へのアクセスの経路はユーザの操作選択によって柔軟に変化し、主要/非主要に関係なく均等なアクセスの機会を提供できる。また、機能群の構造化(クラスタリング)に際して、機能を説明する文章が含む単語群が機能間でどれほど類似しているかを尺度として用いることで、ユーザの記号解釈の常識に近い様式での構造化の実現が期待できる。

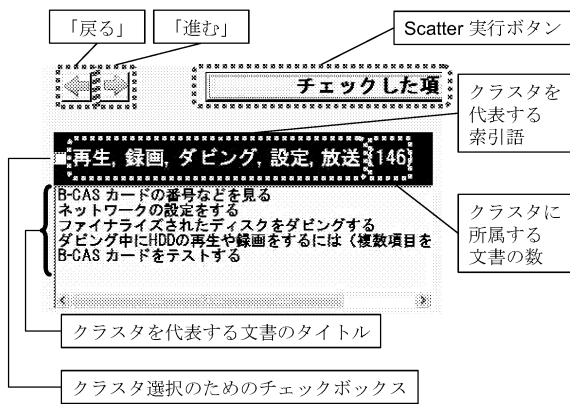
5.1 Scatter/Gather ブラウザ

Scatter/Gatherは、書籍における目次が果たす、文書集合の傾向や構造の把握とそれに基づく個々の文書へのアクセスという「ブラウジング」の機能を大規模文書集合の情報探索に対して提供すべく提案されたアルゴリズムである^{[20]~[22]}。このシステムでは、文書集合が索引語の出現頻度情報を属性として数個のクラスタに分割(“Scatter”)され、各クラスタの要約としてクラスタ中心に近い文書のタイトルとクラスタ形成に寄与した索引語がユーザに提示される。ユーザがこの要約に基づいて興味のあるクラスタを1つ以上選択すると、選ばれたクラスタに属する文書群は集積され(“Gather”)、再度システムがクラスタリングした後に各クラスタの要約をユーザに提示する。このインタラクションの繰り返しによって探索対象となる文書集合のサイズは徐々に小さくなり、より細かい文書間の違いが要約画面上に現れてくる。すなわち、システムがクラスタとして提示する文書集合の構造に関する情報をもとにユーザが選択を行い探索の対象を絞り込んでいく過程で、必要な情報を含む文書が特定されていく。本研究では、このアルゴリズムをDVDレコーダの機能探索UIに利用した。

図6(a)に試作した機能探索用ソフトウェアの操作画面を示す。実装の詳細は別稿^[18]に譲るが、付録2.記載の活性伝播ネットワークの構築と同じようにDVDレコーダの取扱説明書^[25]の内容(テキストデータのみ)を機能ごとに分割し、各機能を説明する文章を1つの文書に対応づけて探索の対象とした。各文書は索引語となる単語の出現頻度情報(TF-IDF値^[19])を使ってベクトル形式で表現され、索引語の出現傾向の類似性によって文書間の意味的な距離(Ward法^[23]



(a) 全体



(b) 詳細 (左上部分)

図6 Scatter/Gather アルゴリズムに基づく機能探索用 UI

Fig.6 User interface developed for searching the DVD functions, to which Scatter/Gather algorithm is applied.

を使用) が評価される。説明文書はこの評価値に基づいてクラスタリングされる。試作システムでは、各操作選択場面において探索対象となる説明文書群を4つにクラスタリングするように設計した。すなわち、画面に提示されている4つのクラスタからの選択と再クラスタリング処理の繰り返しによって目的文書の探索機能を提供する。図6(b)に示すとおり、代表的な5つの索引語と文書タイトルおよび所属する文書数の情報が各クラスタの要約情報として提供される。そして、ユーザはどのクラスタを再クラスタリング処理にかけるかをチェックボックスで指定し、Scatter処理を実行することで文書を絞り込む。各クラスタを代表する文書として列挙されている文書は、そのタイトルをダブルクリックすることで説明内容を確認することができる。なお、試作システムを介してDVDレコーダを操作する機能は未実装であるため、説明を表示した機能

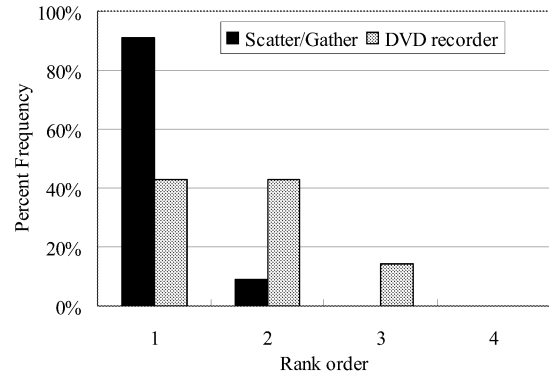


図7 正しい選択経路を辿る場合の選択メニュー項目のISの順位の比較

Fig.7 Comparison of IS ranking distribution if the correct pathways of menu were selected.

を実行して動作を確認することはできない。

Scatter/Gatherにおけるクラスタの選択と再クラスタリング処理の実行は、前節で扱ったメニュー・システムと同等に扱うことができる。すなわち、画面に提示されている各クラスタ自体をメニュー項目に対応づけることができる。そこで、4.4節で用いたISに関する分析方法を用いて、試作システムの目的文書への誘導能力についての評価を行った。図7は、正しい選択経路を辿る場合の選択メニュー項目のISの順位分布をTask1~4について集計したものである。比較のために、現行のメニュー・システムを用いる場合(DVD recorder)についても併記している。このグラフから明らかのように、試作システム(Scatter/Gather)では、IS評価値が最も強いメニュー項目の選択を繰り返せば、目的の文書にほぼ問題なく到達できることが分かる。

5.2 実験設定

実験参加者は4.1節と同一である。実際には4.1節の実験と本節の実験は連続して実施された。そして、以降展開する被験者間平均による比較分析において、作業課題に対する参加者の学習効果の影響を相殺するために、参加者の半数は本節の実験を先に経験した。参加者に課したタスクおよびその提示方法も4.1節と同一である。ただし、試作システムは取扱説明書内の説明文を提示する機能しか有しておらず、DVDレコーダを選択した説明文書に連動して操作することはできない。そのため参加者のタスク達成の判断(タスク終了条件①)は、探し出した文書が与えられたタスクを達成するために必要な操作手順についての記述となっているかどうかを判断させるものになった。

表4 タスク終了状態の分布 (Scatter/Gather)
Table 4 State distribution of participants' finishing each task (Scatter/Gather).

	成功	断念	時間切れ	誤解	成功率
Task1	3	0	2	7	25%
Task2	3	2	0	7	25%
Task3	4	0	2	6	33%
Task4	10	0	1	1	83%

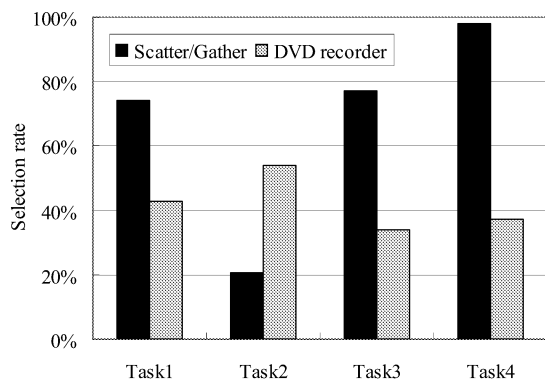


図8 ユーザの選択したクラスタ群の中に IS 評価値が最大のクラスタが含まれていた割合
Fig.8 Rates at which the participants' selections include the clusters with the highest IS value.

5.3 実験結果と考察

参加者全員のタスク終了状態の集計結果を表4に示す。この結果より、DVDレコーダのメニュー操作において、機能へのアクセスが最も問題になったTask4のパフォーマンスは大きく改善されたことが分かる。しかしながら、他の3つのタスクについては成功率が大きく低下している（特にTask1が大きく低下）。この成功率の低下に影響しているのが「誤解」の多さである。試作システムでは、取扱説明書には添えられている図や記号などの内容理解を促進する要素がすべて取り除かれた説明文しか参加者に提示されなかった。そのため、提示された説明内容と実際のDVDレコーダの操作の対応がイメージしづらかったことが誤解したまま作業を終えた一因であると考えている。例えば、DVDレコーダより先に試作システムでの作業を経験した参加者は、6名中5名がTask1において誤解した判断を下している⁶。

一方、説明文書の選択場面に至るまでのメニュー（クラスタ）選択行動については、Task2を除いて改善が

見られた。この効果は、参加者が探索中に選択したメニューにIS評価値が最大の項目が含まれていた割合を現行のメニュー・システム（DVD recorder）と試作システム（Scatter/Gather）の間で比較した図8のグラフから読み取れる。Task2については、正解にたどり着くために、作業開始時に提示される最初の操作選択画面においてIS順位が2位のメニューを選択しなくてはならないことが影響している。この画面でのIS順位1位のメニューと2位のメニューのIS評価値の差は0.047と僅か⁷であるが、実験参加者12名のうちの10名がIS順位1位のメニューを選択していた。この行動が彼らのその後の機能探索に影響を与える結果となった。試作システムでは、機能群をクラスタリングするために、索引語の出現傾向の類似性によって文書間の意味的な距離を利用した。この評価方法は索引語間の意味的類似度を考慮しないため、生成されたメニュー構造は、ISで評価される連想関係を十分に反映したものとはなっていない可能性が高い。そして、機能群の構造化をユーザの記号解釈の常識に近づけるためにも、機能間の意味的な距離の評価方法について検討する必要がある。

ユーザー・機器間の「会話」におけるコミュニケーション・ブレイクダウンの発生についても4.3節での結果から発生傾向に変化があった。図9は、試作システム使用時の参加者全員の会話分析データを集計してTask1とTask4の間で比較したものである。Task4については、ブレイクダウンの発生が全体的に少なく、現行のメニュー・システムの場合（図3）と比べてもかなり低減されたことが分かる。他方Task1は、前述した誤解（“Looks fine to me.”）の多さに加えて、“What’s this?”が頻出し、その数は現行のメニュー・システムの場合（図3）と比べても増加している。試作システムでは、各クラスタに含まれる機能群の傾向を把握させるために、文書タイトルを含むたくさんのテキストを要約情報として提示している。これは機能探索においてユーザの選択肢の解釈に役立つ一方で、DVDレコーダを使用したことのない実験参加者にとって機能の内容を特定しにくい文書タイトル（「チャプターを作成する」など）を多く目にするにもつながった。この結果として、そのような項目についての知識を得るための作業に従事する機会が増加することになったと考える。

Scatter/Gatherアルゴリズムによる機能探索にある程度慣れてくると、いわゆるメニュー・システムとは異なる探索戦略がより顕著に現れるようになった。その一例として、自身のTask4の作業実行に対する

6: Task1では、【番組表（Gガイド）の検索を使って予約録画する】というタイトルの機能説明文書が正解であったが、誤解に分類された参加者は全員【番組表（Gガイド）を使って予約録画する】を選択して作業を終えた。DVDレコーダによる実験では番組表に出演者情報が掲載されないために有効性が参加者自身で判断できたが、「番組表から○○○○（人名）の番組を選ぶと思った」という参加者のコメントに代表されるように、試作システムによる実験ではそれを認識させることができなかった。

7: 他の操作選択画面におけるIS順位1位と2位のIS評価値の差は平均0.755（標準偏差0.461）であった。

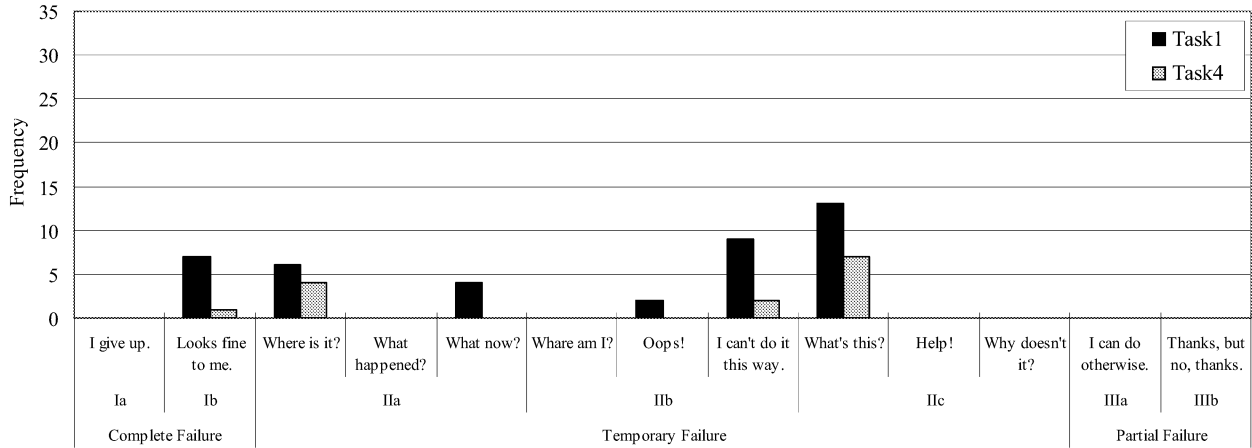


図9 コミュニカティブ・ブレイクダウンの発生頻度 (Scatter/Gather)

Fig.9 Frequency distribution of communicative breakdowns when operating the Scatter/Gather browser.

経過時間	ユーザの操作選択	メニュー・システムの挙動	インタビュー時の実験参加者のコメント
0:00:00		画面0	
0:00:15	クラスタ1の選択	クラスタ1のチェック	「録画」ということ、 「録画」「予約録画」。
0:00:22	クラスタ2の選択	クラスタ2のチェック	
0:00:35	Scatter実行		
0:00:49		画面C	「録画」が入っているものを選んだ。
0:01:15	クラスタ3の選択	クラスタ3のチェック	
0:01:24	クラスタ2の選択	クラスタ2のチェック	
0:01:25	Scatter実行		
0:01:33		画面C6	「予約録画」が入っているの、他の三つは違うと思った。 3の「録画」は違うと思った。「録画時間やタイトルの変更を するには」とあったのでそちらを選んだ。
0:01:52	クラスタ4の選択	クラスタ4のチェック	
0:02:07	Scatter実行		
0:02:10		画面C61	「番組追従」、その下に「予約時間」や「タイトル名の変更」 というものが出てきたので。
0:02:26	クラスタ3の選択	クラスタ3のチェック	
0:02:28	Scatter実行		
0:02:31		画面C612	この文章だとすごく明確になったので確信しました。
0:02:37	クラスタ2の選択	クラスタ2のチェック	
0:02:39	【番組の時間変更に合わせて予約時間も 自動で変更したいときは】の表示を選択		

図10 Scatter/Gather 使用時の探索戦略の例 (Task4)

Fig.10 An example of user's exploration strategy by use of the Scatter/Gather browser (Task4).

参加者のコメントを図10に示す。『「××」(という単語)が入っているの』というコメントが象徴しているが、探索初期の段階においては目的の機能を端的に表すキーワードに焦点を当て、ラベル追従則 (label-following heuristics) [24] のように、それを含むか否かによってメニュー項目を選別している。この傾向は全参加者に共通し、初期探索に使用されるキーワードは「録画」や「予約」といった広範な機能をカバーするものが用いられていた。そして、この方法で機能群を大雑把に絞り込んでいくとともに、目的の機能をより具体的に特定するキーワードや節を要約情報内の文書タイトル群の中に見出せることで、機能探索においてユーザの記号過程が停止する機会が低減されたと考える。なお、実機では、メニュー画面内に表示できる情報量に制限があるため、試作システムのような大量の文字情報を提示できない可能性が高い。しかし、上述

のユーザの機能探索戦略は、メニュー項目の列挙には索引語集合や文書数のみを提示し、注目したメニュー項目に対してのみより詳細な要約情報として文書タイトルの集合を提示するようなインタラクション設計の改良が有効であることを示唆している。

6. おわりに

本研究では、多機能電子機器の使用においてユーザが目的の機能へアクセスするためのメニュー選択行動について、探索過程における記号解釈活動に注目し、記号工学におけるコミュニカティブ・ブレイクダウンと情報採餌理論における情報香 (IS) の考え方をを用いて分析を行った。DVDレコーダを対象として実験参加者のメニュー選択行動を分析したところ、IS評価値の高さによって参加者のメニュー選択行動のかなりの割合がISの観点から説明できることを確認した。そして、メニュー階層の奥にならざるを得ない非主要機

能については、UI 上の手がかり（メニュー構造および各項目を説明するラベル）のデザインがユーザの行動戦略と適合しておらず、機能へのアクセスに問題があることを確認した。これは、ユーザにとって有力な仮説による解釈の傾向とデザイナーの設計意図の間の隔たりを示唆したコミュニケーション・ブレイクダウンの分析結果を裏付けるものであった。

一方、非主要機能へのアクセスを改善するための試みとして、文書間の意味的な類似度の観点から文書群を自動的に構造化する Scatter/Gather アルゴリズムを利用した機能探索用 UI を試作した。そして、機能間の意味的な距離に基づく機能群の構造化が、現行のメニュー・システムでは困難な機能へのアクセスを改善できることを実験によって確認した。しかし、試作システムの作り込みが不十分なこともあり、タスク成功率という形での改善効果を十分確認できるまでに至らなかった。試作システムについて明らかになったユーザの探索戦略の知見を応用することも含めて、UI のさらなる改良が必要である。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費 19GS0208（学術創成研究「記号過程を内包した動的適応システムの設計論」）の助成を受けて行われた。記して謝意を表する。

参考文献

- [1] Peirce, C.S.: (内田 編訳) パース著作集 2 記号学; 勁草書房 (1986).
- [2] ウンベルト・エコ: 記号論入門—記号概念の歴史と分析 (谷口 訳), 而立書房 (1997).
- [3] Chandler, D.: *Semiotics: The Basics*; Routledge (2007).
- [4] de Souza, C.S.: *The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction*; The MIT Press (2005).
- [5] 石崎, 伝: 談話と対話; 東京大学出版会 (2001).
- [6] Pirolli, P. and Card, S.K.: Information Foraging Models of Browsers for Very Large Document Spaces; *Proceedings of the Advanced Visual Interfaces Workshop (AVI '98)*, pp.83-93 (1998).
- [7] Pirolli, P. and Card, S.K.: Information Foraging; *Psychological Review*, **106**, pp. 643-675 (1999).
- [8] Pirolli, P.: The Use of Proximal Information Scent to Forage for Distal Content on the World Wide Web; (A. Kirlik, Ed.) *Adaptive Perspectives on Human-Technology Interaction: Methods and Models for Cognitive Engineering and Human-Computer Interaction*, Oxford University Press, pp. 247-266 (2006).
- [9] Pirolli, P.: *Information Foraging Theory: Adaptive Interaction with Information*; Oxford University Press (2007).
- [10] Anderson, J.R. and Lebiere, C.: *The Atomic Components of Thought*; Lawrence Erlbaum (1998).
- [11] Chi, E., Pirolli, P. and Pitkow, J.: The Scent of a

- Site: A System for Analyzing and Predicting Information Scent, Usage, and Usability of a Web Site; *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems 2000 (CHI2000)*, pp. 161-168 (2005).
- [12] Pirolli, P., Fu, W., Chi, E. and Farahat, A.: Information Scent and Web Navigation: Theory, Models, and Automated Usability Evaluation; *Proceedings of Human Computer Interaction International 2005*, (2005).
- [13] Landauer, T., Foltz, P.W. and Laham, D.: Introduction to Latent Semantic Analysis; *Discourse Processes*, **25**, pp. 259-284 (1998).
- [14] 北島, 高木, 山本, 張: 潜在意味解析 (LSA) を利用した Markov 連鎖モデルによる階層メニュー探索過程の評価; 情報処理学会論文誌, **43**(12), pp. 3722-3732 (2002).
- [15] 北島: 情報探索の認知モデル; 計測と制御, **45**(12), pp. 1030-1035 (2006).
- [16] Budiu, R., Royer, C. and Pirolli, P.: Modeling Information Scent: A Comparison of LSA, PMI and GLSA Similarity Measures on Common Tests and Corpora; *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems 2006 (CHI2006)* (2006).
- [17] Suchman, L.A.: *Plans and Situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication*, Cambridge University Press (1987) [L・A・サッチマン: プランと状況的行為—人間—機械のコミュニケーションの可能性 (佐伯 監訳), 産業図書 (1999)].
- [18] 黒田, 堀口, 井上, 松浦, 中西, 榎木: 情報探餌理論に基づくデジタル家電機器の対話型インタフェースに関する研究; 第 34 回知能システムシンポジウム資料, pp. 297-302 (2007).
- [19] 徳永: 情報検索と言語処理; 東京大学出版会 (1999).
- [20] Cutting, D.R., Karger, D.R., Pedersen, J.O. and Tukey, J.W.: Scatter/Gather: A Cluster-based Approach to Browsing Large Document Collections; *Proceedings of the 15th Annual International ACM/SIGIR Conference*, pp. 318-329 (1992).
- [21] Cutting, D.R., Karger, D.R. and Pedersen, J.O.: Constant Interaction-Time Scatter/Gather Browsing of Very Large Document Collections; *Proceedings of the 16th Annual International ACM/SIGIR Conference*, pp. 126-135 (1993).
- [22] Pirolli, P., Schank, P., Hearst, M.A. and Diehl, C.: Scatter/Gather Browsing Communicates the Topic Structure of a Very Large Text Collection; *Proceedings of CHI 96 Conference*, pp. 213-220 (1996).
- [23] 神鷹: データマイニング分野のクラスタリング手法 (1); 人工知能学会誌, **18**(1), pp. 59-65 (2003).
- [24] Polson, P.G. and Lewis, C.H.: Theory-Based Design for Easily Learned Interfaces; *Human-Computer Interaction*, **5**, pp. 191-220 (1990).
- [25] 松下電器産業株式会社: DVD レコーダー DMR-EX300/DMR-EX100 取扱説明書.
- [26] <http://chasen-legacy.sourceforge.jp/>

付録

1. コミュニカティブ・ブレイクダウンの分類

de Souza によるコミュニケーション・ブレイクダウンの分類^[4]は、Austin と Searle の言語行為論 (speech act theory)^[5]における発語内行為 (illocution) と発

語媒介行為 (perlocution) の概念を用いている。ユーザの操作選択や人工物の動作をそれぞれの発話行為 (locution) と見なし、その発話に際して意図していたものを発話内行為に、発話の実際の状況への効果を発話媒介行為に対応づける。受け手の発話外行為が話し手の発話内行為と整合する場合には両者のコミュニケーションが成功したと見なせるが、整合しない場合にはコミュニケーション・ブレイクダウンが発生したことになる。

また、さまざまな行為はより上位の行為実現のための手段として位置づけることができる。コミュニケーションのブレイクダウンは、そのような目的-手段関係における発話行為のレベルによって会話の進行に対する影響が異なる。de Souza の分類では、最上位の意図を参照する発話とその意図を達成するための下位の発話を区別し、前者をグローバルな発話行為と、後者をローカルな発話行為と定義する。

ユーザの発話内行為と人工物の発話媒介行為の整合の程度および会話の状況に対するユーザの姿勢の観点から、コミュニケーション・ブレイクダウンは以下の 13 種類に分類される。

- I Complete failure: ユーザのグローバルな発話内行為と人工物のグローバルな発話媒介行為が一致しない状況を指す。
 - Ia 【“I give up.”】 ユーザがその不一致に気づいている場合
 - Ib 【“Looks fine to me.”】 ユーザがその不一致に気づいていない場合
- II Temporary failure: ユーザのグローバルな発話内行為と人工物のグローバルな発話媒介行為は一致しているが、ローカルな発話内行為と発話媒介行為が一致しない状況を指す。
 - IIa ユーザの記号過程が一時停止する。
 - 【“Where is it?”】 ユーザが自身の意図を伝えるための発話方法を見つけられない場合
 - 【“What happend?”】 ユーザが人工物の発話内行為を認識・理解できない場合
 - 【“What now?”】 ユーザが自身の発話内行為のための適切な意図を見出せない場合
 - IIb ユーザは自身の発話内行為を再構成しなくてはならないことを自覚している。
 - 【“Where am I?”】 ユーザの意図は正しいが、発話する文脈が間違っていた場合
 - 【“Oops!”】 ユーザの文脈や意図は正しいが、発話内行為の表現方法が間違っていた場合
 - 【“I can't do it this way.”】 一連の会話が意図した効果をもたらさなかった場合
 - IIc ユーザが人工物の発話内行為について知識を

得ようとする。

- 【“What's this?”】 暗黙的なメタコミュニケーション⁸に従事する (他の手がかりを得るべく試行錯誤する) ことによって知識を得ようとする場合
 - 【“Help!”】 明示的なメタコミュニケーションに従事する (助けを呼ぶ) ことによって知識を得ようとする場合
 - 【“Why doesn't it?”】 自主的な意味づけ作業に従事する (例えば、一度失敗した方法を繰り返して確認する) ことによって知識を得ようとする場合
- III Partial failure: ローカルな発話内行為と発話媒介行為が一致しているが問題のある状況を指す。
- IIIa 【“I can do otherwise.”】 ユーザが本当の (設計において意図された) 解決方法を分かっているが解決に若干の問題が残る場合
 - IIIb 【“Thanks, but no, thanks.”】 ユーザは本当の解決方法を分かっているがあえてそれをしていないために解決に若干の問題が残る場合
2. 取扱説明書からの活性伝播ネットワークの作成
- IS 評価用の活性伝播ネットワークの作成にあたり、本研究では DVD レコーダの取扱説明書^[25] をコーパスとして用いた。
- ネットワークを構成する単語 (索引語) 群は、取扱説明書記載の 193 個の機能の説明文に対して日本語形態素解析システム茶釜^[26] (Version 2.3.3) を適用することで抽出した。ただし、形態素解析では語句を過分割する傾向があるため、以下の抽出規則をさらに適用した。
- 名詞・動詞・未知語のみを索引語の対象とする。
 - 「する」(動詞) は索引語から除外する。
 - 連続する名詞と未知語は 1 つの索引語とする。
 - 例 1: 「予約」と「録画」の連続は「予約録画」を索引語とする (名詞同士の複合化)。
 - 例 2: 「HDD」「初期」「化」は「HDD 初期化」を索引語とする (未知語と名詞の複合化)。
 - 連体化の助詞を挟み連続する名詞と未知語は 1 つの索引語とする。
 - 例 3: 「キーボード」「の」「表示」「位置」は「キーボードの表示位置」を索引語とする。
- 以上の手続きにより取扱説明書から抽出された索引語の総数は 1211 個であった。
- 一方、各単語の基本活性化量と単語間の関連度については、取扱説明書の内容を機能ごとに 193 個に分割して文書集合を作成し、全文書に対する索引語の出現頻

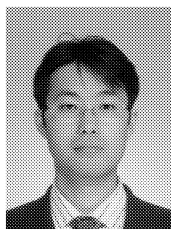
8: コミュニケーションを調整するために、コミュニケーションについて言及しているコミュニケーションのこと。

度を計算することで評価した。この計算方法は3.2.1節で説明している。

(2008年2月1日受付, 5月2日再受付)

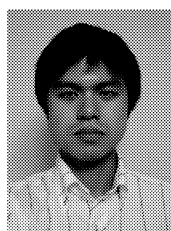
著者紹介

堀口 由貴男 (正会員)



1999年京都大学大学院工学研究科精密工学専攻修士課程修了。2003年同大学院博士課程指導認定退学。同年京都大学大学院工学研究科精密工学専攻助手。2005年改組により機械理工学専攻助手、2007年同専攻助教となり、現在に至る。その間、2001～2003年日本学術振興会特別研究員。人間機械系における協調のためのインタラクションデザインに関する研究に従事。ヒューマンインタフェース学会、計測自動制御学会、システム制御情報学会、日本知能情報ファジィ学会、IEEEの会員。京都大学博士(工学)。

黒田 祐至



2005年京都大学工学部物理工学科卒業。2007年京都大学大学院工学研究科機械理工学専攻修士課程修了。同年日産自動車株式会社入社、現在に至る。

中西 弘明



1994年京都大学大学院工学研究科航空工学専攻修士課程修了。同年日本電気(株)入社。1996年京都大学大学院工学研究科助手。2006年同大学講師となり現在に至る。システム制御工学、インテリジェントシステムの学習、レスキューロボットに関する研究に従事。計測自動制御学会、IEEEなどの会員。京都大学博士(工学)。

榎木 哲夫 (正会員)



1983年京都大学大学院工学研究科精密工学専攻修士課程修了。1986年同大学院博士課程指導認定退学。同年京都大学工学部精密工学教室助手。1994年同大学院工学研究科精密工学専攻助教、2002年同教授、2005年改組により機械理工学専攻教授、現在に至る。その間、1991～1992年米国スタンフォード大学客員研究員。現在、人間-機械共存環境下での協調システムの設計・解析と知的支援等に関する研究に従事。ヒューマンインタフェース学会、計測自動制御学会、日本機械学会、システム制御情報学会、IEEEなどの会員。京都大学工学博士。

井上 剛



1998年静岡大学大学院博士前期課程終了、同年松下技研(株)入社。以来、音声認識処理、音声対話システム、ヒューマンマシンインタフェースの研究に従事。現在、松下電器産業(株)先端技術研究所 プロトタイプ研究チーム 主事。情報処理学会会員

松浦 聰



1992年神戸大学工学部システム工学科卒業。1994年神戸大学大学院自然科学研究科修士課程修了。同年松下電器産業(株)入社。以来、知識情報処理、エージェントシステム、ヒューマンマシンインタフェースの研究に従事。現在、松下電器産業(株)先端技術研究所 知能情報技術研究所 主幹研究員。情報処理学会会員。

