

状況に応じた着目点提示による モバイル向け対話型情報ナビゲーション

河 野 泉[†] 宮 崎 陽 司[†]
原 雅 樹[†] 池 上 輝 哉[†]

携帯電話などのモバイル端末を使った検索で欲しい情報を見つけるためには、(1) 限定された表示領域においても検索条件の設定が簡単なこと、(2) 曖昧な目的が検索途中で明確化できるよう試行錯誤が簡単なことが必要である。我々は、モバイル向けの情報検索支援方式として「対話型情報ナビゲーション」を開発した。本方式では、(1) 状況に応じて検索条件候補の優先順位を計算し、着目点としてユーザに提示することで、検索条件の設定を支援する。また、(2) 着目点の生成を対話的に行い、結果を予測させる対話文とともに提示することで、試行錯誤を支援する。提案方式を従来方式と比較したところ、(1) 状況に応じた検索条件の提示により操作負荷が減り、携帯電話でも簡単に検索が進められること、(2) 検索過程における条件修正が少なく、検索結果を確認しながら徐々に検索条件を追加するやり直しの少ない試行錯誤が実現できることが分かった。さらに、情報発見率と満足度が向上し、ユーザが欲しい情報を見つけられていることが分かった。

Mobile Information Navigation Based on Presenting a Focus Facet Using Context

IZUMI KOHNO,[†] YOJI MIYAZAKI,[†] MASAKI HARA[†]
and TERUYA IKEGAMI[†]

In order to find desired information on mobile phones, it is necessary to set search keywords easily and to explore a search, if user's information needs are not well defined. We propose an information navigation method to help users succeed in finding information on mobiles. Our proposal method has two functions. The first function presents to users a focus facet by analyzing context about users, dialog and contents. The second function presents users a focus facet each time they refine a search. Users can select his/her desired keyword from the facet, and check the search results, and then users can define their ambiguous needs through interaction. We evaluated our method compared to some traditional search methods. In our experiments, both setting some keyword loads and the keyword correction rate of our method are lower than those of the traditional search methods. Users can experience greater search success and satisfaction using our method than the traditional search methods.

1. はじめに

インターネットの普及により、商品情報や店舗情報など膨大な情報が氾濫し、その中から欲しい情報を探す検索システムが多くの人々に利用されている。これらの情報はPCから検索されるだけでなく、携帯電話から検索される場面も増えてきている。たとえば、レストランなどは、事前にPCで検索するだけでなく、街中で携帯電話を使って探すことも多い。しかし、携帯電話での検索は、画面や通信速度などの端末の制約

から問題が多い。画面が小さいために情報の一覧性が低く、検索条件を設定したり、大量の検索結果を見たりすることは困難である。通信速度が遅いために、検索のやり直し作業に負担を感じ、途中であきらめることも考えられる。また、街中でレストランを探すようなタスクは、店名が分かっているキーワード検索できるケースは少なく、ユーザ自身の要求が曖昧なために検索条件の設定が難しいことも問題となる。

我々は、携帯電話における情報検索のための新方式として「対話型情報ナビゲーション」を提案する。

対話型情報ナビゲーションでは、検索対象に対する着目点として検索条件候補を提示して、限定された表示領域における検索を支援し、ユーザの検索目的が曖

[†] 日本電気株式会社
NEC Corporation

味な場合でも、対話的に検索結果を絞り込んで欲しい情報を得ることを支援する。

以下、2章では本手法の基本コンセプトを、3章では方式の詳細を、4章では携帯電話むけのアプリケーションを、5章では従来方式との比較評価実験結果を、6章では関連研究との比較について述べる。

2. 基本コンセプト

対話型情報ナビゲーションの達成すべき目標は、

目標1：携帯電話のような限定された表示領域におけるユーザの検索条件設定を支援し、ユーザに欲しい情報を見つけさせること

目標2：ユーザの曖昧な目的の明確化を支援して、ユーザに欲しい情報を見つけさせること

の2つである。この2つを達成するために、着目点の提示と対話的なナビゲーションを提案する。

2.1 状況に適応した着目点の提示

まず目標1を達成するために必要な要件とアイデアを述べる。情報は多面的な属性を持っており、情報を探す際にはそれぞれの属性を決定しながら絞り込むことが必要である。たとえば、レストランを探す場合には、ジャンルや場所や価格などの複数の属性の中で自分が重視する条件を選択して決定する。

携帯電話のような小さい画面では、すべての属性を一覧することは困難なため、様々な情報の属性のうち何に着目するかを決定することが重要である。我々は、様々な属性の中から優先的に検索条件として利用する属性（検索条件候補）を「着目点」と考え、ユーザのおかれている状況によって異なる着目点を提示することを提案する。検索時の着目点に影響を与える状況として、コンテンツ状況、ユーザ状況、対話状況を利用することを提案する。

コンテンツ状況

検索条件が作れない理由の1つに、検索対象に対する知識の不足があり¹⁾、検索対象の特徴をとらえることは重要である。そこで、検索対象コンテンツの中で特徴的な属性を着目点とすることを提案する。たとえば、周りのほとんどの店が中華であるという属性分布の偏りの特徴をとらえたり、ある属性で選択すると店が0件になってしまうというコンテンツ数の特徴をとらえたりすることが考えられる。

ユーザ状況

ユーザを取り巻く実世界の状況によっても、検索の着目点は変わる。たとえば、携帯電話を使って街中でレストランを探す場合、“ユーザの現在位置”や“現在時刻”などの状況にあわせて、店の位置や開店時間に

着目して検索すると、近くの開いている店が素早く探せて効率的である。また、車に乗ってレストランを探す場合には、“乗車中”などの状況にあわせて、駐車場の有無から着目して検索すると、駐車場がない店を見つけた後、再度駐車場がある店を探し直すというような無駄がなくなる。ユーザが効率良く望みの情報を見つけるために、ユーザ状況にあった属性を着目点とすることを提案する。

対話状況

検索結果に望みの情報が見つからない場合、同じ属性で検索を続けるよりも、違う属性から検索する方が、視点が変わり情報を見つけやすいと考えられる。たとえば、レストランを検索していて、ジャンルを和食にしても中華にしても良い店が見つからない場合に、視点を変えて雰囲気に着目すると、「夜景が見える店」のようにまったく別の属性で良い店を見つけられるかもしれない。そこで、システムから提示した検索条件と、ユーザの選択条件という対話の履歴を状況としてとらえ、対話状況に応じて着目点を提示することを提案する。

このように、ユーザが情報を探すときには、コンテンツの状況やユーザを取り巻く状況や対話の状況によって着目点が変わってくる。そこでシステムが状況にあわせて着目点を提示し、検索条件の設定を支援する仕組みを提案する。

2.2 対話的なナビゲーション

次に目標2を達成するために必要な要件とアイデアを述べる。検索目的が曖昧な場合、検索結果を見ながら、検索条件を追加していき徐々に情報を絞り込む方法が有効である。検索結果を見て情報の性質を理解することで、要求が具体化されたり新たな興味が生れたりして検索目的が明確化されるためである²⁾。我々は、ユーザの曖昧な目的を明確化するために、システムがまず着目点となる検索条件を提示してユーザに検索を行わせ、検索結果に対してさらに新たな着目点を提示するという対話的なナビゲーションを提案する。

検索試行と結果確認という試行錯誤は、検索目的の明確化に有効であるが、ユーザがやみくもに検索を繰り返して、欲しい情報に徐々に近づいているのでなければ、試行錯誤に負担を感じて、操作を途中でやめてしまう恐れがある。通信速度の遅い携帯電話では、特に負担が強く感じられることが予想される。そこで我々は、着目点の生成理由を説明する対話文や、検索結果の件数情報を提示して、結果を予測させるナビゲーションを行い、無駄なやり直しが少ない試行錯誤の支援を提案する。

また、ユーザが検索作業を行っている際には、何らかの検索の方針（戦略）に従って作業を進めていることが考えられる。たとえば、検索し始めて情報の内容がよく分からない間は、情報の性質をとらえながら探そうとすることが考えられる。しかし、検索回数が増えてくるとなるべく早く探したいと思ったり、ある程度検索結果が絞り込まれると関連情報も探したいと思ったりすることがある。試行錯誤の質を向上させるためには、検索戦略を複数用意し、検索戦略に応じた着目点を提示すればよい。そこで、我々は、検索戦略に沿った対話的なナビゲーションを提案する。

3. 対話型情報ナビゲーション方式

対話型情報ナビゲーションは、検索対象コンテンツに対して着目点となる検索条件候補と、検索結果の件数情報と、着目点の生成理由を説明する対話を提示する。図1に示す例では、100件のレストランに対してジャンルの中、中華、洋食、焼肉という検索条件候補が着目点として提示されている。以下に本方式の処理の流れと主な特徴である状況による検索軸ランキング、着目点の繰返し生成について述べる。

3.1 処理の流れ

対話型情報ナビゲーションは、1つの情報に対して複数の独立したカテゴリ体系を定義した“ファセット分類型³⁾”のコンテンツを対象としている。提案方式では、コンテンツにつけられたファセットを検索軸と考える。たとえば、レストランコンテンツに対しては、図2に示すようにジャンルや雰囲気が各検索軸となる。検索軸内の各属性は、ジャンル軸の中の和食、洋食のように1つのコンテンツに1つ与えられる場合と、雰囲気軸の中の女性向け、夜景のように1つのコンテンツに複数与えられる場合とがある。

図1に示すように着目点は、1) コンテンツに設定された検索軸を状況によってランキングし、2) 優先度が最も高い検索軸から、画面に表示可能な数の検索条件を選択し、3) 検索軸の選択理由を示す対話を生成するという処理の流れを経て、ユーザに提示される。ユーザによって着目点から検索条件が選択されると、システムはコンテンツ検索を行って結果を提示し、その検索結果を対象に再び着目点を生成して対話的にナビゲーションを行う。

3.2 状況による検索軸ランキング

各検索軸についてコンテンツ状況、ユーザ状況、対話状況のそれぞれから評価値を求め、3つの評価値を使って検索軸をランキングする。検索軸をランキングするための評価値計算方法を検索戦略と呼ぶ。検索戦

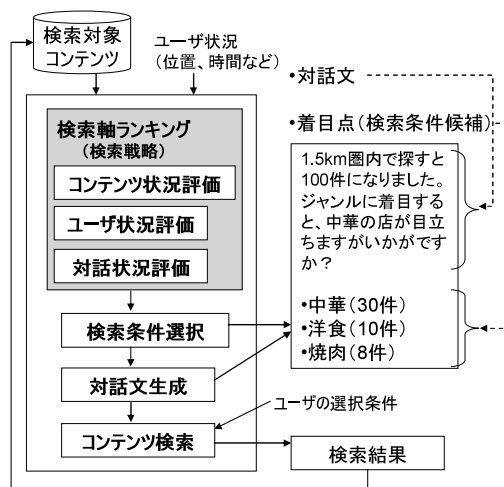


図1 対話型情報ナビゲーションの枠組み

Fig. 1 System architecture.

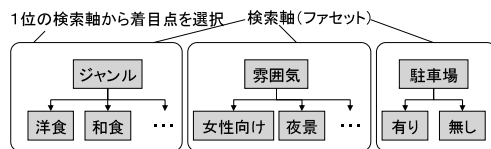


図2 ファセット（検索軸）から着目点を選択

Fig. 2 Selecting a focus facet.

略は次のルールに従う。

- (1) 各検索軸に含まれる属性とコンテンツ数によってコンテンツの分布状態を求め、各検索軸の評価値とする。検索対象の中でどういう属性が目立っているか、どういう属性が均等に分布しているかを判断するため、各検索軸について属性の偏り具合や均一性を計算し、検索軸の評価値とする。
- (2) ユーザ状況と関連した検索軸の評価値を高くする。ユーザ状況とは、GPSなどで取得したユーザ位置や現在時刻などユーザを取り巻く様々な情報である。ユーザの状況にあった着目点から提示するために、ユーザ状況と関連した検索軸の評価値を高くして、優先的に実行する。たとえば、“ユーザの現在位置”という状況と距離の検索軸を関連づけておくと、ユーザの位置が取得できる場合は、現在地からの距離で探す検索軸を優先的に実行する。
- (3) 対話に利用した検索軸の評価値をいったん低くし、対話が進むにつれて徐々に上げる。同じ検索軸で検索が続くことを避けるため、ユーザが検索条件を選択すると、次の対話ではその検索条件が含まれる検索軸の評価値を下げ、別の検索軸を優先して実行する。また一度ユーザに提示した検索軸でも、対話ごとに評価値を上げていき、対話が進むと再度着目点として提示する。

3.3 着目点の繰返し生成

対話型情報ナビゲーションは、状況に応じて着目点を生成し、ユーザの選択した検索条件によって検索結果を提示する。提案方式では、試行錯誤を支援するため、検索結果に対して着目点を繰返し生成する。検索結果を検索対象コンテンツとして分布状態を再計算してコンテンツ状況を更新し、その時点までの対話履歴を使って対話状況を更新して、検索軸をランキングし着目点を生成する。

検索軸の評価値計算は検索戦略としてルール化されている。対話型情報ナビゲーションでは、検索方針1つを検索戦略に対応づけ、複数の検索戦略を定義可能にしている。そのため、ユーザは、様々な検索方針に合わせた探し方ができる。検索戦略は、検索開始時に設定するだけでなく、検索途中でも切替え可能にしている。ユーザは検索に行き詰まりを覚えたときには、検索の方針を変えて着目点を提示させることができる。

4. 携帯電話アプリケーションへの適用

携帯電話からレストランを探すためのアプリケーションシステムを開発した。約4,500件のレストランデータに対して、9種類の検索軸（場所と時間、駐車場、価格、設備、サービス、料理、雰囲気、大ジャンル、中ジャンル）と、4種類のユーザ状況（ユーザの現在位置、現在時刻、車に乗っているかどうか、所持金）を設定した。設定したユーザ状況は、携帯電話へのGPSや電子マネー機能の搭載により将来的に自動取得可能と考えているが、試作システムでは手動で各値を入力した。検索軸をランキングするための計算方法である検索戦略については、ユーザのレストラン検索の進め方を考えて2種類用意した。1つは、周囲にどういう店があるのかよく分かっていないときに利用することを想定して、検索結果の特徴をとらえられる着目点を提示する「大まかな傾向を知る」検索戦略である。もう1つは、なるべく早く店を決定するための「早く絞る」検索戦略である。それぞれの検索戦略について検索軸のランキング方法について述べる。

4.1 「大まかな傾向を知る」検索戦略

「大まかな傾向を知る」検索戦略では、式(1)に示すように、コンテンツ状況、ユーザ状況、対話状況を使って各軸の評価値を求め、最も評価値の高い検索軸を選択する。

$$E_i = C_i \times U_i \times D_i \quad (1)$$

ここで、 E_i は検索軸 i の評価値、 C_i は検索軸 i のコンテンツ状況による評価値、 U_i は検索軸 i のユーザ状況による評価値、 D_i は検索軸 i の対話状況による

(A) 大まかな傾向を知る

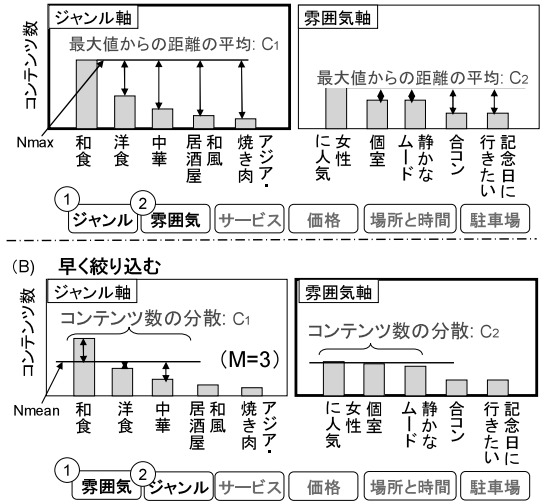


図3 コンテンツ分布に基づくランキング

Fig. 3 Ranking based on contents distribution.

評価値である。

「大まかな傾向を知る」検索戦略のコンテンツ状況による評価値は、検索軸ごとに属性の分布を調べ、他の属性と比べて突出した属性を持っている検索軸を優先させる。周囲の店の中で、極端に偏った特徴を持つ店が集まっている場合、まず、その特徴をユーザに知らせてユーザの判断を求めるためで、たとえば、周囲に和食の店が多くを占めているという特徴がある場合には、ジャンル軸に着目して検索が進められる。評価値は式(2)に示すように、コンテンツ件数の最も多い属性とそれ以外の属性とのコンテンツ数の差の平均値となる。

$$C_i = \sum_j^{m_i} (N_{i,\max} - N_{i,j})^2 / m_i \quad (2)$$

$$N_{i,\max} = \max(N_{i,j})$$

ここで m_i は検索対象コンテンツについて検索軸 i に属する属性数、 $N_{i,j}$ は検索軸 i における属性 j のコンテンツ数を、検索軸 i の全属性のコンテンツ数の総和で正規化したものである。図3(A)に示す例では、雰囲気軸よりもジャンル軸の評価値が高くなる。

ユーザ状況による評価値は、ユーザの現在位置、現在時刻が設定されると検索軸「場所と時間」が、乗車中が設定されると検索軸「駐車場」が、所持金を設定されると検索軸「価格」が優先して実行されるように固定値を設定した ($U_{\text{場所と時間}} = 1.8$, $U_{\text{駐車場}} = 1.5$, $U_{\text{価格}} = 1.3$, $U_{\text{その他の軸}} = 1$)。

対話状況による評価値は、一度利用された検索軸の評価値を下げ、対話ごとに評価値が上がるよう式(3)を用いた。

$$D_i = \begin{cases} \alpha_i \times n_i & \alpha_i \times n_i < 1 \\ 1 & \alpha_i \times n_i \geq 1 \end{cases} \quad (3)$$

ここで, n_i は, 検索軸 i の利用時点からの対話回数 (利用時点で $n_i = 0$), α_i は対話回数ごとに上がる評価値の傾きで本システムでは $\alpha_i = 0.01$ とした.

4.2 「早く絞る」検索戦略

「早く絞る」検索戦略でも, 「大まかな傾向を知る」検索戦略と同様に, 式 (1) を使って検索軸を評価する. ユーザ状況による評価値と対話状況による評価値も, 「大まかな傾向を知る」検索戦略と同様の式を用いる.

「早く絞る」検索戦略のコンテンツ状況による評価値は, 検索軸ごとに属性の分布を調べ, コンテンツ数に偏りの少ない属性を持つ検索軸を優先させる. 小画面で限られた数の選択肢を表示する際に, 1 回の対話で確実に絞り込める検索軸を着目点とする.

「早く絞る」検索戦略における, 評価値は式 (4) で求める. 各検索軸のコンテンツ数上位 M 個の属性について評価値を求め, コンテンツ数の分散が小さくなるほど評価値が高くなるようにする. M は画面に表示する検索条件候補数から決定する.

$$C_i = \exp\left(-\sum_k^M (N_{i,\text{mean}} - N_{i,k})^2 / M\right) \quad (4)$$

$$N_{i,\text{mean}} = \sum_k^M N_{i,k} / M$$

ここで, $N_{i,k}$ は検索軸 i における属性 k のコンテンツ数を, 検索軸 i の上位 M 個の属性のコンテンツ数の総和で正規化したものである.

図 3(B) ではジャンル軸よりも雰囲気軸の評価値の値が高くなる.

コンテンツ状況による評価値は, 検索軸内の属性間の分布を比較しており, 必ずしも検索結果数が絞り込まれることを保証していない. しかし, レストランデータでは, 1 つの属性のコンテンツ数は, 全コンテンツの最大 50% 程度であり, 実質問題になることはないと考えられる.

4.3 動作例

システムの動作例を説明する. 図 4(A) に示すように, ユーザの現在位置と時刻を設定し, 検索戦略「大まかな傾向を知る (この辺りを大まかに教えます)」を設定して検索を開始する. ユーザ状況である現在位置と時刻が分かっているため「場所と時間」の検索軸の優先度が上がり, 図 4(B) に示すように, 「京都駅周辺 2 km 圏内で探す」と, 106 件に絞り込めます」という対話文と, 距離に関する検索条件が提示される. このとき, システム内部ではユーザの現在位置近くで

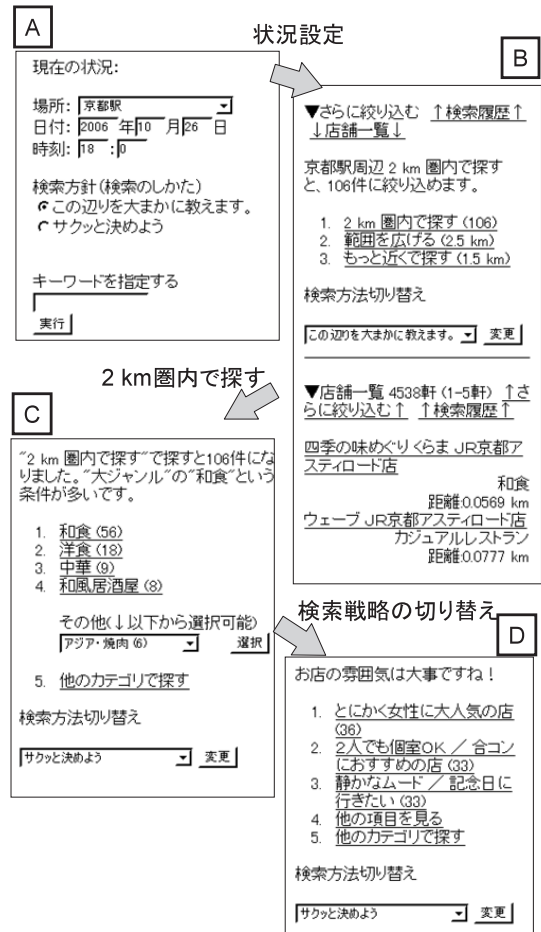


図 4 システムの動作例

Fig. 4 An example of a search flow.

現在開店している店が自動検索され, 検索条件の中の距離 “2 km” や, 件数 “106 件” が求められている.

ユーザが提示された条件「2 km 圏内で探す」を選択すると, 図 4(C) に示すように, 検索結果 106 件に対して, さらに検索条件が提示される. 「大まかな傾向を知る」検索戦略では, 最も突出した属性を持つ検索軸の優先度が上がり, 「和食」という属性が突出しているジャンルの検索軸を使って, 「大ジャンルの和食という条件が多いです」という対話文と, 検索条件が提示される. 同じ検索対象に対して, 検索に時間をかけたくない場合は, 検索戦略を「早く絞る (サクッと決めよう)」に切り替えることができる. 「早く絞る」検索戦略では, 検索軸ごとに属性の分布を調べて, コンテンツ数の偏りが少ない検索軸の優先度が上がる. 図 4(D) に示すように, 検索対象 106 件の中で雰囲気の検索軸の優先度が上がり, 雰囲気に関する検索条件が生成される.

5. 評価実験

対話型情報ナビゲーションの有効性を、1) 目標 1 (検索条件の設定支援) と目標 2 (曖昧な目的の明確化支援) の総合的な達成度として、満足できる情報が見つけれられるか、2) 目標 2 の達成度として試行錯誤の質はどうか、3) 目標 1 の達成度として検索軸のランキングにより検索条件の選択負荷が低減されるか、という 3 つの観点から評価する。比較対象として、従来技術を用いた 2 つの実験システムを試作した。1 つは、状況によらずつねに同じ条件が表示され、対話を繰り返しても条件が変わらない「条件列举方式」、もう 1 つは、検索結果が 0 件にならない検索条件が対話的に生成される「ファセットナビゲーション方式」である。

5.1 評価指標

5.1.1 情報発見率と満足度

対話型情報ナビゲーションは、探索的な検索を支援して、欲しい情報を見つけさせるシステムである。検索前に欲しい情報を定義できない場合もあり、正解データを設定して検索結果と正解データを比較する適合率や再現率などの評価指標は適切とはいえない。そこで、1 回の検索タスクごとにユーザに欲しい情報が見つかったかどうかを質問し、タスク実行数に対して情報が発見できたタスク数の割合を「情報発見率」と定義し、これを指標とした。見つかった情報が検索前に想定していた情報かどうかには関係なく、ユーザが見つかったと回答した場合を「発見」と考える。本実験では、情報発見率を測定するため、検索タスク実行の際に、店を見つけることを必須とせず、「良い店が見つからなかったり、途中でいやになったりしたときにはやめてください」という指示を与える。これは、日常生活でレストランを検索する場合に自然に行っている行動と考える。

さらに、見つかった情報に対してどれくらい満足したかを表す「満足度」を指標とする。これは同じ「発見」でも、妥協して見つけた情報と、満足して見つけた情報との違いを調べるためである。本実験の満足度は、アンケートでユーザに見つかった店への満足度を質問し、評価点 1 点から 5 点で回答してもらう。店が見つからなかった場合、0 点として計算している。

5.1.2 試行錯誤の質

検索過程における検索試行と結果確認という試行錯誤の質を評価する。試行錯誤の指標として、検索試行数と検索修正率を用いる。検索試行数は、検索結果に影響を与える操作の合計数であり、検索条件の追加や



図 5 対話型情報ナビゲーション方式と条件列举方式の実験システムの画面

Fig. 5 The interface of two experimental systems.

削除や変更などの操作数を合計して求める。検索修正率は、検索操作の中で検索をやり直す割合であり、タスク実行中に設定した検索条件の数に対して、一度設定した条件を削除した数の割合を求める。検索修正率が高い場合は、試行錯誤の中で無駄な条件設定の割合が多く、試行錯誤の質は低いといえる。

5.1.3 検索条件の選択負荷

携帯電話のような小さい画面では、情報が持つ様々な属性の中で、ユーザが重視する条件を探して選択するための負荷が大きくなる点が問題となる。対話型情報ナビゲーションは、状況によって検索軸をランキングして検索条件選択の負荷低減を狙っている。

従来技術では、検索軸の表示順序は固定的なため、検索条件の選択負荷を評価する指標として、検索軸の切替え操作数を用いる。

5.2 実験 1 条件列举方式との比較

対話型情報ナビゲーションと条件列举方式とを、情報発見率と満足度、試行錯誤の質の観点から比較評価する。検索条件の選択負荷については、検索軸ランキングの有無以外に、2 つのシステムで条件選択操作の UI 上の違いがあつて比較しにくいいため実験 1 では対象にしない。

実験 1 のシステムの画面を、図 5 に示す。対話型情報ナビゲーションも条件列举方式も同じ情報を持つ

検索目的の抽象度

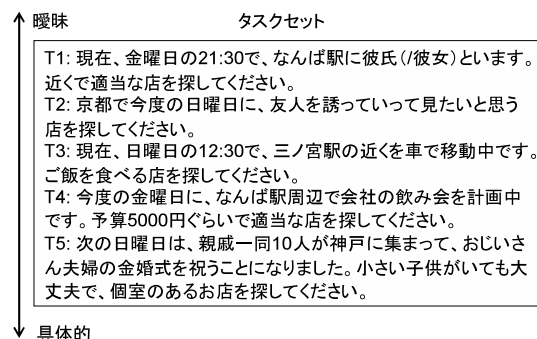


図 6 検索目的の抽象度別に設定したタスク例

Fig. 6 Task examples for each abstract degree of search purpose.

データベースへ接続し、検索結果を画面上部に表示し、検索条件を画面下部で設定するよう統一した。実験は、20～40代の被験者16名に対して実施した。被験者は、普段からPCや携帯電話を使っているが、特にインターネットや検索の専門家ではない。

検索目的が曖昧な場合における対話型情報ナビゲーションの有効性を評価するため、検索目的の抽象度によってレベル分けした実験タスクを用意した。被験者には、両システムについて検索目的の抽象度が違う5つの検索タスク(T1～T5)を実行してもらう。

実験タスクの例を図6に示す。検索目的が曖昧なタスクT1から検索目的が具体的なタスクT5までを用意した。T1とT2は、日時と場所のみを設定しているタスクで、T1は今すぐ探すような場面、T2は少し先の予定をじっくり探すような場面を想定している。T3は日時と場所に加えて車で移動中という場面を設定している。T4は日時と場所に加えて、1つの検索条件をイメージさせる(図6の場合は予算)場面を設定し、T5は日時と場所に加えて、2つの検索条件をイメージさせる(図6の場合は小さい子供、個室)場面を設定している。T1からT5を1つのタスクセットとし、場面を変えた複数のタスクセットを用意した。

被験者には、各タスクを実行して店が見つかったとき、もしくは見つからずに諦めるときには、タスク終了のボタンを押してもらう。タスクが1つ完了するたびに、店が見つかったかどうかや満足度などのアンケートに回答してもらい、5つの検索タスクが終了した時点で、次のシステムへ移ってもらった。2つの検索システムの実施順序は被験者によって入れ替え、各システムで別のタスクセットを割り当てた。実験結果は、アンケート回答とシステムが出力する操作ログとから集計した。

表 1 条件列举方式との比較(情報発見率と満足度)

Table 1 The discovery rate and the satisfaction level compared to a traditional search system which shows all categories any time.

情報発見率	検索目的の抽象度					具体的
方式	T1	T2	T3	T4	T5	全タスク
対話型	94%	88%	100%	81%	75%	87%
条件列举	69%	94%	88%	64%	71%	78%

満足度(5段階評価)

方式	T1	T2	T3	T4	T5	全タスク
対話型	3.69	3.31	3.93	3.33	2.87	3.42
条件列举	2.38	3.44	3.19	2.36	2.57	2.80
p	0.04	0.77	0.23	0.10	0.76	0.03

5.3 実験2 ファセットナビゲーション方式との比較

検索結果に合わせて条件を自動生成する検索方式としてファセットナビゲーションがある^{3),4)}。ファセットナビゲーションは、絞り込み結果が0件にならない条件を含むファセット(検索軸)を一覧表示し、検索条件が選択されるごとに対話的に、検索条件を生成して表示する技術である。ファセットナビゲーションはPCでは有効な検索支援技術であるが、携帯電話では通信量や画面サイズの問題からすべての検索軸を一覧表示できず、検索軸を切り替えるための操作が発生し、負荷が高くなることが予想される。そこで、状況によって検索軸をランキングする対話型情報ナビゲーションと、検索軸の表示順序が固定的なファセットナビゲーション方式について、検索条件の選択負荷を比較する。評価指標として、1タスクあたりの検索軸切替え数を用いる。また2つのシステムを、情報発見率と満足度、試行錯誤の質の観点からも比較する。

実験2の対話型情報ナビゲーションのシステムは、実験1と同様である。ファセットナビゲーション方式では、検索軸1つ分の検索条件を表示し、検索軸の切替え操作が行われるごとに別の検索軸を表示する。検索軸の表示順序はアイウエオ順に固定した。

実験2は、20～30代の被験者5名に対して実施し、実験1で使った検索タスクT1, T3, T5を両システムで実行してもらう。

5.4 結果

5.4.1 条件列举方式との比較(情報発見率と満足度)

情報発見率をタスクレベル別と、全タスクで集計した結果を表1に示す。全タスクの情報発見率は、条件列举方式が78%に対して、対話型情報ナビゲーション

表 2 条件列举方式との比較 (検索試行数と修正率)

Table 2 The number of operations and the correction rate compared to a traditional search system which shows all categories any time.

方式	検索 試行数	検索 修正率
対話型	3.45回	8.9%
条件列举	2.16回	37.4%

対話型情報ナビゲーション(検索戦略別)

検索戦略	タスク数	検索 試行数	検索 修正率
大まか	42	3.90回	5.9%
早く	27	2.00回	16.7%
大まか+早く	6	6.83回	15.6%

ンが 87%と約 10%高かった。また、全タスクの満足度は、条件列举方式が 2.80 に対して、対話型情報ナビゲーションは 3.42 と約 0.6 ポイント高かった。表 1 の満足度の p は、 t 検定 (両側) の確率を示しており、2 つの方式に有意差が見られた ($p < 0.05$)。情報発見率と満足度がともに、従来方式よりも対話型情報ナビゲーションの方が高く、ユーザが欲しい情報を見つけるのに役だったと考えられる。

表 1 の情報発見率をタスクレベル別に見ると、T2 を除く全タスクレベルで対話型情報ナビゲーションの情報発見率が条件列举方式より高く、より詳細に見ると、T1 では対話型情報ナビゲーションの情報発見率が条件列举方式より 25%高いのに対して、T5 ではその差は 4%と小さくなっていった。また、満足度をタスクレベル別に見ると、T1 でのみ有意差が見られた。そこで、対話型情報ナビゲーションは従来方式と比べて、検索目的が曖昧な場合に特に情報を見つけやすいといえる。

5.4.2 条件列举方式との比較 (試行錯誤の質)

表 2 に検索試行数と検索修正率を示す。対話型情報ナビゲーションについては、検索戦略別にそれぞれ集計した値も示す。

対話型情報ナビゲーションの検索試行数は 3.45 回と条件列举方式 2.16 回に比べて多く、検索修正率は 8.9%と条件列举方式の 37.4%よりかなり小さくなっていった。条件列举方式は、検索のやり直しが多いが、検索試行数は約 2 回と少ないため、やり直し作業が負担になって、ユーザが検索途中でやめていることが予想される。

対話型情報ナビゲーションにおける検索戦略別の検索試行数は、「大まかな傾向を示す」では 3.9 回、「早く絞り込む」では 2.0 回になっていた。検索修正率は、

表 3 ファセットナビゲーション方式との比較

Table 3 A comparison result to a facet navigation.

方式	検索軸 切替数	情報 発見率	満足度	検索 試行数	検索 修正率
対話型	0.8回	100%	3.73	3.1回	7.3%
ファセット	1.7回	87%	3.47	3.0回	18.4%

「大まかな傾向を示す」では 5.9%、「早く絞り込む」では 16.7%になっていた。すなわち、大まかな傾向を知る検索戦略では、検索試行を約 4 回繰り返している中で検索のやり直しは少なく、早く絞り込む検索戦略では、検索試行が半分の約 2 回と早く絞り込まれているが、検索のやり直しは大まかな傾向を知る戦略よりやや増えていた。

5.4.3 ファセットナビゲーション方式との比較

表 3 に対話型情報ナビゲーションとファセットナビゲーション方式の検索軸切替え数を示す。また情報発見率、満足度、検索試行数、検索修正率も示す。対話型情報ナビゲーション検索軸切替え数は 0.8 回とファセットナビゲーション方式 1.7 回に比べて少なく、検索軸選択の操作負荷が低減できている。

検索修正率は対話型情報ナビゲーション 7.3%とファセットナビゲーション方式の 18.4%より小さく、情報発見率は対話型情報ナビゲーション 100%とファセットナビゲーション方式 87%より高くなっていった。満足度と検索試行数には有意差は見られなかった。

5.5 考 察

対話型情報ナビゲーションが、条件列举方式より情報発見率が高くなった点を考察する。被験者へ対話型情報ナビゲーションの使いたいシーンを質問したところ、「行きたい店が決まっていないとき」「知らないところで店を決めるとき」「だれかに決めてほしいとき」などがあげられていた。これらのシーンはユーザの欲しい情報が曖昧で、条件列举方式では検索条件の設定が難しいときである。このようなシーンで、従来では店を見つけられずにあきらめていたものが、対話型情報ナビゲーションが提示した着目点を利用することで情報発見率が上がったと考えられる。また対話型情報ナビゲーションでは、満足度も条件列举方式に比べ高かった。被験者へのアンケートでは、対話型情報ナビゲーションに対し「新たな発見があり楽しい」「いろいろ知ることができて楽しい」などの意見があった。対話型情報ナビゲーションの場合、ユーザはシステムが提示した検索条件を選択して検索結果を得るというプロセスを楽しんでいる。そのため、検索開始時の目的とは多少違ったとしても、ユーザ自身が納得できる

条件列举方式

	場所	大ジャンル	結果数
1回目	なんば駅 1km 圏内	洋風居酒屋	19件
2回目	なんば駅 500m圏内	洋風居酒屋	12件
3回目	なんば駅 100m圏内	洋風居酒屋	0件
4回目	なんば駅 500m圏内	和風居酒屋	101件
5回目	なんば駅 500m圏内	洋風居酒屋	12件

対話型情報ナビゲーション方式

	場所	料理	中ジャンル	雰囲気	結果数
A	なんば駅 1 km圏内				708件
B	なんば駅 1 km圏内	飲み放題 あり			349件
C	なんば駅 1 km圏内	飲み放題 あり	和風居酒屋		69件
D	なんば駅 1 km圏内	飲み放題 あり	和風居酒屋	女性に大 人気	17件

図 7 対話型情報ナビゲーションと条件列举方式における検索条件の設定の様子

Fig. 7 A user's log of an experiment.

店を見つけることができ満足度が高くなったと考えられる。一方、条件列举方式では、ユーザ自身が設定した検索条件で、検索結果が0件になってしまうとユーザはストレスを感じてしまい、新たに検索条件を設定して見つかった店に対しては、ある程度妥協して店を決定してしまうようだった。そのため、見つけた店への満足度が低くなったと考えられる。

次に、対話型情報ナビゲーションの試行錯誤の様子について考察する。表2に示したように、対話型情報ナビゲーションの大まかな傾向を知る検索戦略では、条件列举方式よりも検索をやり直すことが少なく、検索試行と結果確認を多く繰り返している。

その理由を実験結果の例から考察する。図7は、友人となんばで飲み会をするための店を探すというタスク(T2)における2つの方式の実験結果ログである。条件列举方式では、1回目に場所と大ジャンルの条件を設定し、場所の条件を変更して結果を絞り込み、0件になった時点で、場所と大ジャンルの条件を変更し、検索結果が増えすぎたため、結局2回目の検索条件に戻っている。条件設定後の検索結果の様子が分からないため、ユーザはやみくもに条件設定し、修正回数が多くなっている。この実験例では、ユーザが見つけた店の満足度は1と低く妥協した発見だったといえる。一方、対話型情報ナビゲーションでは、場所、料理、中ジャンル、雰囲気と検索条件を追加して徐々に検索結果を絞り込んでおり、検索条件の修正は一度もない。

A	地下鉄なんば駅周辺 1 km 圏内で探すと、708件に絞り込めます。 ・1 km 圏内で探す (708) ・範囲を広げる (1.5 km) ・もっと近くで探す (0.5 km)
B	“料理”の“飲み放題あり”という条件が多いです。 ・飲み放題あり (349) ・地酒がおいしい (71) ・食べ放題夜編 (44)
C	“中ジャンル”の“和風居酒屋”という条件が多いです。 ・和風居酒屋 (69) ・レストランバー (23) ・イタリア料理 (21)
D	“雰囲気”の“合コンにおすすめ”という条件が多いです。 ・合コンにおすすめ (36) ・女性に人気 (17) ・2人でも個室OK (9)

図 8 対話型情報ナビゲーションの提示条件

Fig. 8 Presenting keywords of information navigation system in the experiment of Fig. 7.

図8にこの実験例におけるシステムからの提示条件を示すように、ユーザはシステムが提示する検索条件に従って条件を追加している。対話型情報ナビゲーションでは、検索結果を確認しながら徐々に検索条件を追加して、やり直しの少ない検索の試行錯誤が実現できている。

また、対話型情報ナビゲーションの4回目で雰囲気による検索を実行している。このユーザは、検索前に探す店への希望やイメージは特にないと答えており、はじめから雰囲気にこだわって店を探していたわけではなかった。検索結果を絞り込むごとに提示された着目点によって、新たな興味がおり店を発見できたことがうかがえる。

早く絞り込む検索戦略の試行錯誤の様子についても詳細に見る。表2に示したように、早く絞り込む戦略では、大まかな傾向を知る検索戦略より、検索試行数が少なく早く結果を得られていた。大まかな傾向を知る検索戦略より条件修正率はやや高くなっていたが、条件列举方式よりは低かった。条件列举方式に比べると、提示された着目点で検索結果を確認できるため検索のやり直しは減っているが、早く絞るという目的に沿って提示された検索条件は、ときにはユーザの意図に沿わないこともあり、大まかな検索戦略よりはやり直しが増えたと思われる。

次に、実験2の対話型情報ナビゲーションとファセットナビゲーション方式の比較から検索軸のランキングについて考察する。表3に示したように、対話型情報ナビゲーションの検索軸の切替え数は、ファセット

ナビゲーション方式の約半分になっていた。ユーザの意見でも、「(ファセットナビゲーションでは)大ジャンルを条件にするまで、何回も切り替えないといけないのが大変」などがあげられており、対話型情報ナビゲーションの検索軸のランキングが有効に働いているといえる。さらに、実験中のファセットナビゲーション方式の操作を見ると、前述の意見を述べたユーザのように目的の検索軸まで切替え操作を行うユーザがいる一方、初めの2, 3種類の検索軸から検索条件を選択しているユーザも多かった。ファセットナビゲーション方式の検索修正率に対話型情報ナビゲーションより高いのは、あまり良いと思わない検索条件でも、表示された検索軸の中からとりあえず選択し、後で修正しているためと考えられる。そのため、携帯電話のような端末では、ユーザに検索を続けさせるために、検索軸をランキングして状況にあった検索条件を選択させることが重要と考えられる。

6. 関連研究

実験2で比較対象としたファセットナビゲーションは、検索結果に合わせて、絞り込み結果が0件にならない条件を含むファセットを一覧表示する。これに対し、我々が提案する対話型情報ナビゲーションでは、ファセット(検索軸)自体を状況によってランキングしている。そのため、情報に対する属性が増えてもユーザが検索条件の選択に迷うことがない。特に携帯電話のような小画面の端末では表示数が限られているため、絞り込んだ検索条件を提示できる点はメリットがある。

1回の検索で最終的な結果を得るのではなく、検索を繰り返し行い、結果をユーザの要求に近づける方法として適合フィードバック方法がある⁵⁾。適合フィードバックでは、ユーザがコンテンツに対して適合か不適合かの評価を行い、コンテンツの特徴ベクトルから検索式を生成する。適合フィードバックは複数の特徴が含まれているコンテンツを評価するため、ユーザの意図が不明確になることが考えられるが、対話型情報ナビゲーションでは、検索結果の中からユーザに判断を行わせる検索条件を選択して直接評価を求められる。

試行錯誤的にデータを分析する探索的データ分析も、ユーザがシステムに質問して、得られた結果を吟味し、新たな関心のもとで再質問するという試行錯誤のアプローチをとっている⁶⁾。文献6)は、データを可視化し分析する点に主眼がおかれているが、我々のシステムでは、システムが着目すべき検索条件を提示し、情報を見つけさせる点に主眼をおいている。

検索条件を入力すると、追加キーワードが表示され

る技術としては、たとえばGoogle Suggest⁷⁾が知られている。Google Suggestは、人気のあるキーワードを集計して入力されたキーワードと関連性の高い候補をあげる。検索条件候補が提示される点は同じ枠組みであるが、対話型情報ナビゲーションでは、検索結果の特徴やユーザ状況に合わせて検索条件候補を生成する点が異なる。

また、ユーザの状況やプロフィールを利用して、ユーザが検索条件を入力しなくても検索が自動的に行われるクエリフリー検索の研究事例がある。たとえば、ユーザが現在入力しているテキストや⁸⁾、ユーザのコンテンツ(位置、付近にいる人、書いた文書のタイトル、書いた文書のテキスト)をもとにメールなどの文書を検索する研究である⁹⁾。しかし、自動で検索された結果に対して、ユーザは決めつけ感を感じてしまうこともある。対話型情報ナビゲーションでは、ユーザの状況を使ってシステムが自動的に検索条件を決定できる場合でも、ユーザに対話的に問い合わせて確認をとることで、ユーザに納得感を与えることができる。

7. おわりに

検索対象に対して、着目点となる検索条件候補と、着目点の生成理由を説明する対話文とを提示する対話型情報ナビゲーションを開発した。コンテンツ状況、ユーザ状況、対話状況の評価値を使って、検索軸の優先順位を計算し、着目点を生成する。携帯電話上のレストラン検索システムを試作し、従来手法と比較実験したところ、本手法では、情報発見率と満足度が向上し、ユーザが満足できる情報を見つけられることが分かった。また、検索のやり直しが少なく、検索試行と結果確認という試行錯誤が滞りなく進められ、検索前に明確な要求を持っていない場合にも情報を発見できることが分かった。また、検索軸のランキングにより検索軸の切替え数が減り、携帯電話でも負荷が少なく操作できることが分かった。

本手法では、ユーザの検索条件の選択履歴を対話状況としてとらえて、検索軸のランキングに利用している。これは履歴情報を1回の対話の中で利用しているものであり、ユーザの長期的な選択履歴は反映できない。今後は、ユーザごとの長期的な履歴情報も活用して検索条件の生成を行うことが課題である。

参考文献

- 1) White, R.W., et al.: Supporting exploratory search, *Comm. ACM*, Vol.49, No.4, pp.36-39 (2006).

- 2) 庄司裕子, 森 幹彦, 松下光範: 曖昧な思考を精緻化するためのインタラクションデザイン, 知能と情報, Vol.15, No.5, pp.515-524 (2003).
- 3) Yee, K.-P., et al.: Faceted Metadata for Image Search and Browsing, *Proc. ACM CHI 2003*, pp.401-408 (2003).
- 4) Endeca. <http://endeca.com>
- 5) Rocchio, J.: Relevance feedback in information retrieval: In the SMART Retrieval System, *Experiments in Automatic Document Processing*, pp.313-323 (1971).
- 6) 松下光範, 中小路久美代, 山本恭裕, 加藤恒昭: 探索的データ分析における“自然なやりとり”の実現に向けて, *インタラクション 2003*, pp.99-106 (2003)
- 7) Google Suggest. <http://www.google.com/webhp?complete=1&hl=en>
- 8) Rhodes, B. and Starner, T.: The Remembrance Agent: A continuously running automated information retrieval system, *Proc. 1st International Conference on The Practical Application of Intelligent Agents and Multi Agent Technology (PAAM '96)*, pp.487-495 (1996).
- 9) Rhodes, B.: Using Physical Context for Just-in-Time Information Retrieval, *IEEE Trans. Computers*, Vol.52, No.8, pp.1011-1014 (2003).

(平成 18 年 6 月 21 日受付)

(平成 18 年 12 月 7 日採録)



河野 泉 (正会員)

1991 年大阪大学大学院基礎工学研究科修士課程修了。同年日本電気(株)入社。現在, インターネットシステム研究所勤務。対話エージェント, 情報検索, ユーザインタフェースの研究に従事。



宮崎 陽司 (正会員)

2000 年大阪大学大学院基礎工学研究科修士課程修了。同年日本電気(株)入社。現在, インターネットシステム研究所勤務。情報検索, ユーザインタフェースの研究に従事。FIT2003 ヤングリサーチ賞受賞。電子情報通信学会会員。



原 雅樹 (正会員)

1994 年神戸大学大学院工学研究科修士課程修了。同年日本電気(株)入社。現在, インターネットシステム研究所勤務。ユーザインタフェースの研究に従事。電子情報通信学会

会員。



池上 輝哉

1998 年大阪大学大学院基礎工学研究科修士課程修了。同年日本電気(株)入社。現在, システム基盤ソフトウェア開発本部勤務。ユーザインタフェースの研究に従事。