

モバイルユーザの状況を考慮した 候補提示型コンテンツ検索支援システム

宮本大樹^{†1} 小牧大治郎^{†1} 原隆浩^{†1}
嶋谷健太郎^{†1} 間下以大^{†1,†2} 清川清^{†1,†2}
上向俊晃^{†3} 西尾章治郎^{†1} 竹村治雄^{†1,†2}

近年, モバイル端末を用いて, Web コンテンツを検索することが一般的になっている. モバイル端末はどこへでも持ち運べるため, ユーザは歩いている, 立ち止まっているなど様々な状況でコンテンツを検索できる. 特に, 歩いている場合には, ユーザは端末の操作に十分に集中することができず, 文字入力のような煩雑な操作を行うことは難しい. さらに, 時間や場所によってユーザの検索目的も変化する. そこで本研究では, そのような状況におけるコンテンツ検索を支援するために, ユーザの状況を考慮して, 容易な操作で必要なコンテンツを取得可能な候補提示型コンテンツ検索支援システムを提案する. 提案システムでは, センサデータに基づいてユーザのおかれている状況を推定し, 推定された状況に応じた選択肢を提示する. ユーザ実験により, 提案システムを用いることで, 被験者が容易な操作で必要な情報を得られたことと, 状況に応じて適応的に選択肢を提示することの有効性を確認した.

A Menu-based Content Search Support System Considering Mobile User's Situations

HIROKI MIYAMOTO,^{†1} DAIJIRO KOMAKI,^{†1}
TAKAHIRO HARA,^{†1} KENTARO SHIMATANI,^{†1}
TOMOHIRO MASHITA,^{†1,†2} KIYOSHI KIYOKAWA,^{†1,†2}
TOSHIAKI UEMUKAI,^{†3} SHOJIRO NISHIO^{†1}
and HARUO TAKEMURA^{†1,†2}

Due to the popularization of mobile phones, many people search Web contents using their own mobile phones. Since people bring their mobile phones everywhere, they can search Web contents in various situations (e.g., walking and sitting). In particular, when users are walking, they cannot pay enough

attentions to operate their devices and it is difficult to conduct complicated operations such as character inputting. In addition, users' search objectives are also affected by the time and their location. To assist content search in such situations, in this paper, we propose a content search support system that presents a few options that enable mobile users to get desired contents easily considering the users' situations. The system infers users' situation based on sensory data and presents initial options considering users' search objective corresponding to the inferred situation. Through a user experiment, we confirmed that participants could get desired information easily by using our system and it was effective to adaptively present options based on the inferred situations.

1. はじめに

近年, Android や iOS 等の高性能な OS を搭載したモバイル端末が爆発的に普及しており, 多様なアプリケーションを用いて必要なコンテンツを探せるようになった. ここで, モバイル端末はその持ち運ぶという特性上, 街を歩いているとき, 電車の椅子に座っているとき, レストランで食事をしているとき等の様々な状況で利用できる. このため, ユーザが画面に集中して端末を操作できるかどうかは状況に依存する. 本稿では, 画面に集中できる度合いを“画面認知度”と定義する. 例えば, ユーザが電車の椅子に座っている状況では, 画面認知度は十分に高く, 集中して操作をできると考えられる. 一方, ユーザが駅に向かって歩いている状況では, 画面認知度は低く, キーワード入力等の煩雑な操作を行いにくくなると考えられる. そのような画面認知度の低い状況では, ユーザの検索目的は付近の施設や電車・バスのスケジュール等に関するコンテンツに絞られると考えられる. さらに, ユーザの検索目的は時間や場所に応じて変化すると考えられる. 例えばユーザが, 朝, 普段と同じ道を駅に向かって歩いているときには電車に関する情報を探している可能性が高いと考えられる一方, 普段とは異なる道を歩いているときには, 寄り道する店などの付近の施設を探している可能性が高いと考えられる.

そこで, 本研究では, 画面認知度の低い状況におけるコンテンツ検索を支援するために, モバイルユーザの状況を考慮して少数の選択肢を提示するコンテンツ検索支援システムを提案する. 提案システムは GPS, 時間, 加速度及び個人のプロフィール情報に基づいてユーザの状況を推定する. 次に, 推定された状況から考えられるユーザの検索目的に応じた選択

^{†1} 大阪大学大学院情報科学研究科

^{†2} 大阪大学サイバーメディアセンター

^{†3} KDDI 研究所

肢を提示する。提示された選択肢のうちの一つを選ぶと、システムはユーザの検索目的の候補を絞り込み、新しい選択肢を提示する。この操作を繰り返すことで、文字入力等の煩雑な操作を行わずに、容易な操作で必要なコンテンツを取得できる。

提案システムの有効性を検証するために、14名の被験者による評価実験を行った。その結果、提案システムを用いることで、容易な操作で必要なコンテンツを取得できることを確認した。また、状況に応じて適応的に選択肢を提示することの有効性を確認した。

本稿の構成は以下の通りである。まず、第2章で関連研究について述べ、第3章で提案システムについて説明する。第4章で実施した評価実験について述べ、第5章で本稿のまとめと今後の予定について述べる。

2. 関連研究

2.1 モバイル検索

電車の時刻表やレストランのようなコンテンツを検索する手段として Web 検索は一般的である。しかし、モバイル端末は小さな画面や限られた入力インタフェースしか持たないため、デスクトップ PC と比べ、Web 検索を行いにいくことが問題である。文献 3) は多面的なメタデータを利用して、大量の検索結果の絞り込みを行うモバイル検索アプリケーションを提案している。文献 2) は検索結果の自動カテゴリ化を行うことで、検索結果の提示を改善するインタフェースを提案している。しかし、ユーザの検索意図をシステムに伝えるためには文字入力が必要である。ユーザの画面認知度が低い状況では、文字入力は困難と考えられる。

2.2 コンテキストアウェアなコンテンツ推薦

モバイルユーザの行動とコンテキストを推定する研究は数多く行われている。例えば文献 5) では、特別なハードウェアを使用せずに、“家にいる”、“作中”、“買物”、“食事”、“訪問中”というコンテキストを推定する手法を提案している。さらに、文献 4) では GPS の追跡データからユーザの目的地を推定する手法を提案している。このようなコンテキスト推定技術の発展に伴い、モバイルユーザの行動を支援するアプリケーションについても研究が盛んに行われている。文献 7) では、ユーザのプロファイル、計画、買物リスト、以前に訪れた場所などの情報を用いて、ユーザにとって有益な情報を推薦するシステムが提案されている。文献 1) では、ユーザの嗜好モデルに基づいて、ユーザの現在の状態と、将来の行動を推測し、関連するコンテンツを推薦するシステムを提案している。このシステムは、街のガイダンス等の目的に特化されており、一般的なコンテンツ検索を対象としていない。

2.3 カテゴリ型検索

文字入力の必要ない一般的なコンテンツ検索として、カテゴリに基づいてナビゲーションを行うシステムがある。Yahoo! Directory^{*1}では、ユーザは階層カテゴリを辿って必要なコンテンツを検索する。また、文献 8) では、モバイルユーザの日常行動のオントロジーに基づいた、タスク志向メニューを用いたシステムを提案している。このシステムでは、日常活動の分類に基づいたメニューを提示し、ユーザは必要なコンテンツを検索できる。このシステムは、モバイルユーザのための階層型メニューを提示する点で提案システムと類似しているが、提案システムは、画面認知度の低いユーザを対象とし、ユーザの状況の変化により適応的にメニューを提示することを目的としている。

3. 提案システムの設計と実装

3.1 設計方針

画面認知度の低い状況であっても、容易な操作で必要なコンテンツを取得できるように、以下の方針に基づいて提案システムを設計した。

- (a) 操作が容易であること：画面認知度が低い状況では、ユーザは端末操作に集中できないため、操作が簡潔で使いやすいインタフェースとするべきである⁹⁾。
- (b) 操作量が少ないこと：ユーザが現在の活動に忙しく、検索作業に集中できない可能性があるため、複雑な操作を必要とせず、少数回の操作で検索を可能にするべきである。
- (c) コンテキストに応じて検索スコープを絞り込むこと：画面認知度の低い状況では、ユーザの必要とする情報は、電車関連や付近の施設、個人のスケジュール等の時間や場所に関連する情報に限られると考えられる。このため、状況に応じて、検索のスコープを絞り込むべきである。
- (d) 状況に応じて適切なコンテンツを提示すること：ユーザの検索目的は、状況に影響される可能性が高いため、状況の変化に応じて適応的にコンテンツを提示するべきである。

これらの方針に従って、図 1、図 2 に示すように少数の選択肢を提示するシステムとした。まず、(a) を実現するために、大きいボタンで少数の選択肢を提示するものとする。また、(b) を満たすために、選択肢を数回たどることで、必要なコンテンツを得ることができるようになる。さらに、(c)、(d) を満たすため、モバイル環境でユーザが必要とする可能性

*1 Yahoo! Directory, <[http:// dir.yahoo.com](http://dir.yahoo.com)>



図1 システムが「会社に遅刻しそうである」と判断した場合の選択肢



図2 システムが「近隣施設に立ち寄ろうとしている」と判断した場合の選択肢

があるコンテンツを分類した“カテゴリツリー”を構築し、コンテキスト推定によりユーザの検索のスコープを絞り込む。カテゴリツリーの各ノードには、状況に応じた優先度が与えられ、優先度が高いものが選択肢として選択され、画面上に提示されるものとする。

3.2 システムの概要

提案システムは状況に応じて異なる選択肢を提示する。例えば、会社員が普段よりも遅くに家を出て、普段の通勤路で駅に向かって歩いている場合、その会社員は会社に遅刻しないか考えている可能性があるとして推定し、電車に関する選択肢を提示する(図1)。一方、普段と異なる道を歩いている場合、会社員は近隣の施設に寄り道をしたいと考えていると推定し、近隣施設に関する選択肢を提示する(図2)。

3.3 システムの構成

提案システムは PHP と JavaScript を用いて iPhone 用の Web アプリケーションとして実装した(図3)。以下に、各構成要素について述べる。

[状況推定部] 状況推定部は、GPS、時間、加速度センサから取得した各種パラメータと、ユーザのプロファイル情報を組み合わせてユーザの状況を推定する。状況推定の詳細については3.4節で述べる。

[優先度決定部] 優先度決定部は、状況推定部で推定されたユーザの状況に基づいて、カテゴリツリーの各ノードに対して優先度を与える。優先度の割り当て方法の詳細について

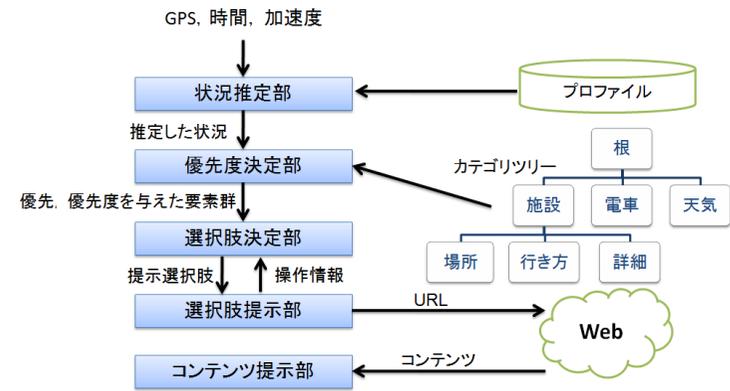


図3 提案システムの構成

は3.5節で述べる。

[選択肢決定部] 選択肢決定部では優先度決定部で決定された優先度に基づいて、4つの選択肢を選択する。選択肢の決定方法の詳細については3.6節で述べる。

[選択肢提示部] 選択肢提示部は、選択肢決定部で選択された選択肢を提示する。さらに、ユーザがカテゴリツリーの葉ノードに該当する選択肢を選んだ場合、対応するURLをコンテンツ提示部へ送る。

[コンテンツ提示部] コンテンツ提示部は選択肢提示部から受け取ったURLに対応するコンテンツを取得し提示する。コンテンツは、画面認知度の低い状況下でも閲覧しやすい形式に再構成して提示する。

3.4 状況推定

状況推定部ではGPS、時間、加速度データ、あらかじめ定義したユーザのプロファイル情報(自宅や会社の位置、勤務時間、通勤経路など)に基づいてユーザの状況を推定する。特に、行動認識技術⁶⁾を用いて、加速度データから“歩いている”、“走っている”、“止まっている”、“電車に乗っている”というユーザの行動に関する情報を取得する。これらの情報を用いて、以下に示す2ステップのルールで、ユーザの詳細な状況を推定する。まずシステムは、得られたデータを、ユーザの日常行動のパターン(家から駅まで歩く、会社・学校最寄り駅まで電車に乗る、駅から会社・学校まで歩く、会社・学校で過ごす、昼休みにご飯や買い物のために移動する、会社・学校から駅まで歩く、自宅最寄り駅まで電車に乗る、駅から

家まで歩く、家の中で過ごす)のいずれかに対応させる。この推測されたパターンとユーザのプロファイル情報を用いることで、ユーザの詳細な状況を判断する。

例えばユーザが、朝、家から駅に向かって歩いている場合、現在の時間と場所からユーザが通勤中に家から駅に向かって歩いている行動パターンであると分類する。そして、駅に到着する予定時間とプロファイル情報である普段駅に着く時間を比較し、いつもよりも遅く出かかっていると判断する。さらに、ユーザが現在通っている道が普段通勤に使っている道である場合、ユーザが会社に遅刻しそうであり、急いで駅に向かって歩いていると推定する。

3.5 優先度決定

ユーザの状況に応じて適切な選択肢を提示するために、3.4節で推定した状況を用いてカテゴリツリーの各要素に優先度を割り当てる。カテゴリツリーは図4に示すように、モバイル環境でユーザが必要とするコンテンツとそれを分類したカテゴリから構成される木で、本研究ではあらかじめ手動で作成したものを使用する。同一の親を持つ要素同士について、ユーザの状況に応じてどの要素を優先的に提示するべきかを決定するために“確率表”を用いる。

確率表は、カテゴリツリーの各要素に対して、ユーザのおかれた各状況におけるそのカテゴリのコンテンツを要求する確率を定義している。例えば“寄り道”という状況では、確率表の“寄り道”の列を参照し、図4に示すような確率を与える。確率を割り当てる際には直接の子要素の確率の和が親の要素の確率になるように割り振る。例えば、ユーザの状況が“寄り道”の場合、根の確率を100%とし、確率表の該当列の値に従って算出すると、“周辺施設”の要素の確率が60%、“電車関連”の要素の確率が30%、“天気予報”の要素の確率が10%となり、さらに“周辺施設”の子である“施設の場所”、“施設への移動方法”、“施設の詳細”は確率表の値、親である“周辺施設”の確率60%を参照し、それぞれ18%、18%、24%の確率を割り振る。

ここで、確率表の値が0に設定されているものは、ユーザがその状況においては検索しないと考えられるものである。具体的には、ある施設が営業時間外である場合や、その施設を利用した直後には、確率表の値を0に設定している。例えば図4の場合、一般施設、および図書館では確率表の値を0に設定しているため、要素の確率が0となっている。ここで、一般施設の子要素にはホテル、郵便局、銀行、ホール、映画館が存在する。図4はユーザが、朝、家を出て検索する状況の例を表しており、この状況では、一般施設の子要素及び、図書館はすべて営業時間外であるため、確率表の値に0を設定している。

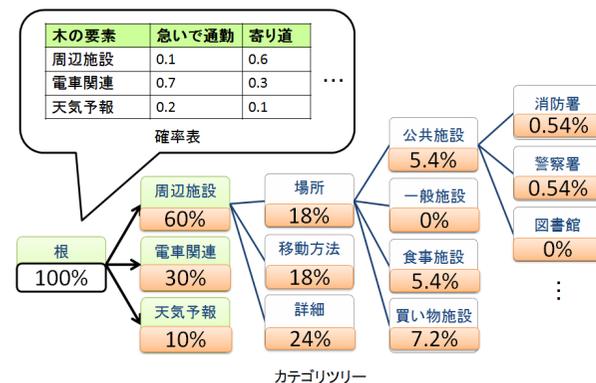


図4 カテゴリツリーの各要素に対する優先度の割り当て

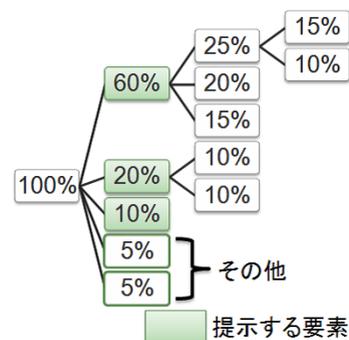


図5 幅優先方式において提示される要素

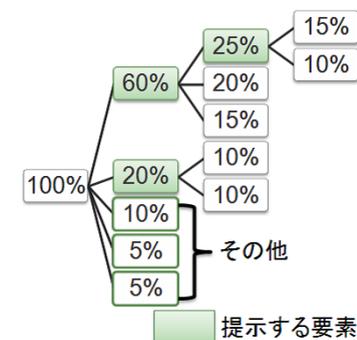


図6 確率優先方式において提示される要素

3.6 選択肢決定

割り当てられた優先度に基づいて、4 択の候補として提示する選択肢を決定する。このとき、以下に示す 2 種類の方式を用いる。また、優先度の低い要素群をまとめた“その他”という選択肢を作ることで、全ての選択肢要素を到達可能にする。

- 幅優先方式 (図5)

ユーザが選択肢の意味を直感的に理解しやすいように、ユーザが選択した要素の子要素

の中から、優先度の高い要素を順に提示する。直接の子要素をすべて提示しても、提示する選択肢数に満たない場合には、孫要素を提示する。直接の子要素を提示しきれなかった場合には、提示しきれなかった要素を複数個まとめて“その他”として提示する。この方式では、確率の低い要素であっても直接の子要素であれば優先的に提示するため、ユーザが必要としていないと考えられる優先度の低い選択肢要素を提示してしまうことも多い。

- 確率優先方式（図 6）

ユーザが必要としている可能性の高いコンテンツに、より少ない操作で到達できるように、選択された選択肢要素の全ての子の中から、階層の深さに関わらず、優先度の高い要素を順に提示する。これにより、優先度の高い、深い階層の要素を提示することができる。深い階層の要素を提示する際には、必ず同時に親の要素も提示する。

4. 評価実験

本章では、提案システムの有効性を検証するために行った評価実験について述べる。提案システムでは、ユーザの選択した選択肢に基づいて必要なコンテンツを推定することを目的としている。ここで、インターネットを通じてコンテンツを得る方法には Web 検索エンジン、GIS、スケジューラ、Eメールなど、多くのアプリケーションがあるが、今回は簡単のため、Web 検索エンジンのみを対象とした。

4.1 実験手順

被験者は研究室内の 20 代の学生 14 名（男性 11 名、女性 3 名）とした。実験では提案システムの幅優先方式と確率優先方式に加え、比較方式としてキーワード検索を用いた。提案システムを評価するため、被験者には、歩きながら、以下の 3 つのケースを組み合わせた状況を想像してもらいながら、タスクを実行してもらった。

- (1) 朝、駅に向かって歩く、または、夕方、家に向かって歩く（各 9 回）。
- (2) 普段通っている道かどうか（自由に選択）。
- (3) 普段よりも早く出かけているか遅く出かけているか（自由に選択）。

被験者には、朝、夕方の両方の場合で各 9 回（各方式で 3 回）の検索を行ってもらった（2）と（3）のケースについては、自由に選択してもらった。また、本実験の時点では、提案システムは限られたコンテンツしか検索できなかったため、被験者には検索可能なコンテンツのリストをあらかじめ準備して渡し、リストの範囲内で自由にコンテンツを検索してもらった。各方式での操作履歴を記録し、すべてのタスク終了後に表 1 に示すアンケートに 5 段

表 1 アンケート項目

番号	質問内容
Q1	容易に必要なコンテンツを得られたか？
Q2	歩きながら操作は行いやすかったか？
Q3	状況に適した選択肢が提示されたか？
Q4	選択肢の意味は理解しやすかったか？

表 2 平均操作量

キーワード検索（比較方式）	幅優先方式（提案方式）	確率優先方式（提案方式）
10.15	3.05	3.75

階で回答してもらった。さらに、アンケートの項目ごとに自由に意見を記述してもらった。

4.2 実験結果

4.2.1 操作量

被験者が必要なコンテンツを取得するまでに要した平均操作量を表 2 に示す。ここで、操作量を被験者が画面に触れた回数と定義する。表 2 より、提案方式である幅優先方式と確率優先方式では、キーワード検索方式よりも操作量が大幅に少なかったことがわかる。提案システムでは、必要なコンテンツを容易に検索できなかった場合でも、操作回数は多くて 10 回程度であり、大半の検索は 5 回以内の操作で終わっていた。キーワード検索方式では、検索ボックスを選択し、キーワードを入力し、検索ボタンを押す必要があるため、最低でも 3 回以上の操作が必要である。特に、検索ボックスに二つ以上のキーワードを入力するときに、操作量は増加する。さらに、歩いているときには画面操作が容易ではなかったと考えられる。

提案システムでは、操作回数の上限は基本的にカテゴリツリーの深さとなるため、操作量は少なかった。提案システムではユーザの状況に沿ってコンテンツの優先度を割り当てており、また、地名などのキーワードを入力する必要がないため、木の深さよりも小さい 3、4 回程度の操作で必要なコンテンツに辿りつけたことがわかる。図 7 から図 10 に幅優先方式と確率優先方式の朝と夕方における操作量の分布を示す。これらの結果から、幅優先方式では朝と夕方に明確な差はみられなかった。これは、要素ごとに与える割り当てられる優先度は変化していても、朝と夕方提示された選択肢にほとんど変化がなかったためと考えられる。一方、確率優先方式では朝と夕方に明確な差がみられた。これは、多くの被験者が朝の状況は、電車関連の情報を必要とするのに対して、確率優先方式では葉に近い電車関連の選択肢を早い段階で効果的に提示できたためである。この結果から、ユーザの検索目的が狭い

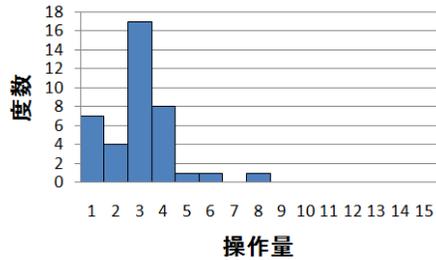


図 7 操作量のヒストグラム (幅優先方式, 朝)

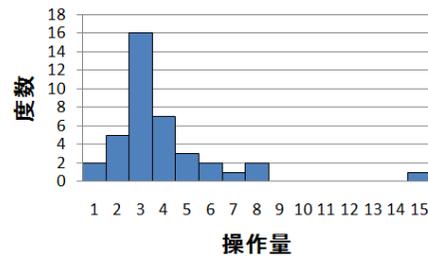


図 8 操作量のヒストグラム (幅優先方式, 夕方)

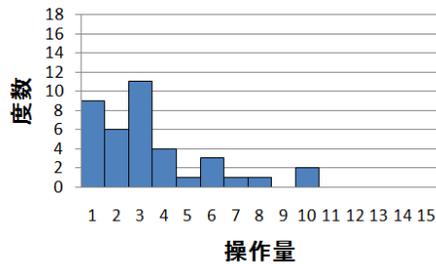


図 9 操作量のヒストグラム (確率優先方式, 朝)

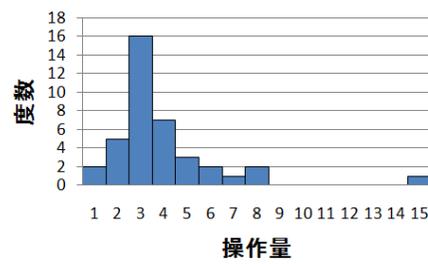


図 10 操作量のヒストグラム (確率優先方式, 夕方)

範囲 (朝, 駅に向かっているときは電車関係など) に絞られる状況では, 確率優先方式は効果的に選択肢を提示できることがわかる。

4.2.2 アンケート結果

アンケート結果を表 3 から表 6 に示す。表 3 の結果から, 1.5 倍以上の被験者が, 提案システムはキーワード検索に比べて使いやすい (4 または 5) と回答している。多くの被験者から, キーワード検索では文字入力に面倒であるという意見が得られた。特に, 8 名が近隣施設の情報を検索するために, 現在地の名称を入力する必要があるのが煩わしいと回答していた。一方で, 4 名の被験者から, 提案システムは煩雑な入力操作を行わずに容易にコンテンツを取得できたという意見を得た。しかし, 非常に容易に得られた (5) と評価をした被験

表 3 Q1: 容易に必要なコンテンツを得られたか?

Q1	1 (難しい)	2	3	4	5 (易しい)
キーワード検索	14%	43%	29%	7%	7%
幅優先方式	0%	14%	21%	57%	7%
確率優先方式	0%	21%	14%	64%	0%

表 4 Q2: 歩きながら操作は行いやすかったか?

Q2	1 (難しい)	2	3	4	5 (易しい)
キーワード検索	14%	64%	21%	0%	0%
幅優先方式	0%	7%	0%	36%	57%
確率優先方式	0%	0%	0%	57%	43%

表 5 Q3: 状況に適した選択肢が提示されたか?

Q3	1 (適していない)	2	3	4	5 (適している)
幅優先方式	0%	21%	57%	21%	0%
確率優先方式	0%	7%	36%	43%	14%

表 6 Q4: 選択肢の意味は理解しやすかったか?

Q4	1 (難しい)	2	3	4	5 (易しい)
幅優先方式	14%	29%	50%	7%	0%
確率優先方式	14%	21%	36%	21%	7%

者は幅優先方式, 確率優先方式のそれぞれで 7%, 0% のみであった。理由として, 提示された選択肢の意味が, 曖昧で抽象的であるとの意見が得られた。

表 4 の結果から, キーワード検索では, 歩きながらの操作が容易であった (4 または 5) と答えた人は 0% であった。9 名の被験者が, 提案システムでは選択肢を選択するだけなので, 操作は容易であるが, キーワード検索では文字入力が難しいと回答した。この結果より, 画面認知度の低い状況で, 大きいサイズの選択肢を提示することの有効性を確認した。

状況に適した選択肢が提示されていたかという質問に対して, 幅優先方式では, 57% の被験者がどちらでもない (3) と回答していた (表 5)。これは, 本研究で構築したカテゴリツリーにおいて, 同じ要素を親に持つ子の数が 4 個以内の場合が多かったため選択肢の変化が小さかったことに起因する。つまり直前に選択した要素の子の数が 4 個以内である場合, 状況に依存せず全ての子要素が提示されるためである。一方で, 確率優先方式では 57% の

被験者が状況に適した選択肢が提示された（4 または 5）と回答している。この結果から、確率優先方式は被験者の状況に適応可能な効果的な方式であることを確認した。

表 6 の結果から、幅優先方式、確率優先方式でそれぞれ、43%、35%の被験者が提示された選択肢の意味を理解しにくい（1 または 2）と回答した。7 名の被験者が、選択肢が抽象的で、理解しにくいものがあつたと回答している。また、3 名の被験者が、曖昧で複数の意味を持つ選択肢があつたと回答した。一方、28%の被験者は確率優先方式の選択肢は理解しやすかつた（4 または 5）と回答しており、幅優先方式よりも 21%高い。これは、葉に近い具体的な選択肢が幅優先方式よりも多く提示されたためと考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、画面認知度の低い状況におけるコンテンツ検索を支援するために、モバイルユーザの状況を考慮して少数の選択肢を提示するコンテンツ検索支援システムを提案した。提案システムはセンサデータ、時間、場所、個人プロフィール情報に基づいてユーザの状況を推定し、推定された状況から考えられるユーザの検索目的に応じた選択肢を提示する。本システムを用いることで、ユーザは煩わしい操作を行わずに必要なコンテンツを取得できる。

ユーザ実験により、提案システムは、画面認知度の低い状況で必要な情報を容易に取得できること、および推定された状況に応じて適応的に選択肢を提示できることを確認した。特に、ユーザの検索目的が絞られるような状況では、選択肢を適応的に提示することが効果的であることを確認した。具体的には、朝、駅に急ぎながら歩いているときに、電車関連の選択肢を提示することは効果的であつた。

今後の予定としては、一度に提示する選択肢の適切な個数を検証する予定である。また、カテゴリツリーを自動的に構築し、ユーザの行動履歴を用いて優先度を割り当てることも検討している。

謝 辞

本研究に多大な支援を頂いた KDDI 研究所所長秋葉重幸氏に感謝の意を表する。また、本研究の一部はグローバル COE プログラム（研究拠点形成費）の研究助成によるものである。

参 考 文 献

- 1) V. Bellotti, B. Beloge, E.H. Chi, N. Ducheneaut, J. Fang, E. Isaacs, T.King, M.W. Newman, K. Partridge, B. Price, P. Rasmussen, M. Roberts, D.J.Schiano, and A. Walendowski, "Activity-based Serendipitous Recommendations with the Magitti Mobile Leisure Guide," Proc. of CHI 2008, pp.1157–1166, 2008.
- 2) T. Heimonen and M. Käki, "Mobile Findex - Supporting Mobile Web Search with Automatic Result Categories," Proc. of MobileHCI 2007, pp.397–404, 2007.
- 3) A.K. Karlson, G. Robertson, D.C. Robbins, M. Czerwinski, and G. Smith, "FaThumb: A Facet-based Interface for Mobile Search," Proc. of CHI 2006, pp.711–720, 2006.
- 4) J. Krumm and E. Horvitz, "Inferring Destinations from Partial Trajectories," Proc. of UbiComp 2006, pp.243–260, 2006.
- 5) L. Liao, D. Fox and H. Kautz, "Location-based Activity Recognition Using Relational Markov Networks," Proc. of IJCAI 2005, pp.773–778, 2005.
- 6) 西川知宏, 間下以大, 小川剛史, 清川清, 竹村治雄, "モバイル環境におけるコンテキスト認識とスケジュール予測に基づくマルチメディアコンテンツの動的再生制御," 電子情報通信学会 論文誌 (D-II), Vol.94, No.1, pp.147–158, 2011.
- 7) M.V. Setten, S. Pokraev, and J. Koolwaaij, "Context-aware Recommendations in the Mobile Tourist Application COMPASS," Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Springer, LNCS, pp.515–548, 2004.
- 8) M. Sasajima, K. Furutani, Y. Kitamura, T. Naganuma, S. Kurakake, and R. Mizoguchi, "Prototyping of Task-Oriented Mobile Navigation System with Real Scale Mobile Services," Proc. of ACSE 2009, pp.205–210, 2009.
- 9) B. Schildbach and E. Rukzio, "Investigating Selection and Reading Performance on a Mobile Phone while Walking," Proc. of MobileHCI 2010, pp.93–102, 2010.