

# タブレット端末を対象とした複合検索語ナビゲーション機能を有する タイピング・フリー検索機構

島岡諒<sup>†</sup> 倉林修一<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 慶應義塾大学総合政策学部 〒252-0882 神奈川県藤沢市遠藤 5322

<sup>‡</sup> 慶應義塾大学環境情報学部 〒252-0882 神奈川県藤沢市遠藤 5322

E-mail: <sup>†</sup> <sup>‡</sup> { s09411rs, kurabaya }@sfc.keio.ac.jp

**あらまし** 本稿では、タッチパネル式携帯端末における検索インターフェイスを対象として、タイピング操作を行うことなく検索するスマート検索インターフェイスを提案する。本システムの特徴は、エンドユーザーの検索語をインタラクティブに推薦し、ユーザーの正誤評価によって検索結果を個人化する点にある。本システムは、ユーザーの検索操作プロセスのログを蓄積し、ユーザーの好む検索クエリをタッチ回数に応じて階層的に学習する。本システムの実現により、最少回数のタッチで目的の検索語群・検索結果を出力し、タッチパネル式端末における検索操作性の大幅な改善を可能とする。

**キーワード** タイピング・フリー検索, 複合検索語, 個人化

## A Typing-Free Search Engine with a Query-Word Navigation Mechanism for Tablet Terminals

Ryo SHIMAOKA<sup>†</sup> and Shuichi KURABAYASHI<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Policy Management Studies, Keio University 5322 Endo, Fujisawa, Kanagawa, 252-0882 Japan

<sup>‡</sup> Faculty of Environment and Information, Keio University 5322 Endo, Fujisawa, Kanagawa, 252-0882 Japan

E-mail: <sup>†</sup> <sup>‡</sup> { s09411rs, kurabaya }@sfc.keio.ac.jp

**Abstract** With the rapid progress of the mobile smart terminals, such as iPhone, iPad, and Android terminals, touch-based UI is becoming more and more popular. However, conventional web search engines' UI employ a keyword input interface that is not useful for users of mobile terminals. Thus this study develops a novel typing-free search interface system that recommends search queries personalized for each user. This system provides the touch interface which recommends appropriate query keywords automatically. The system constructs a hierarchical querying-log that records transactions of a user's query input and the corresponding number of times of query modification. The system recommends a query keyword by computing directional relevance between a keyword to another keyword by using the hierarchical query-log. By this search interface, user can input search queries with the minimum number of touch operations. An applicable scope of this study includes search queries search for web pages, papers, books in libraries.

**Keyword** Typing-Free Search, Complex Query Keywords, Personalization

### 1. はじめに

iOS, および, Android に代表される携帯情報端末用 OS を搭載した端末の普及に伴い, インターネットにおける主要なアプリケーションの一つである検索エンジンは, タブレット端末からも活発に利用されている。タブレット端末を購入した理由の 66.7% は「PC 用の Web サイトを閲覧したかった」<sup>1</sup>であり, タブレット端末利用者の 3 分の 2 がウェブサイトを検索する必要があることが窺える。また, タブレット端末普及は増加の

一途を辿っており, 世界市場において, 2007 年に 8987 万台であったスマートフォン出荷台数は, 2010 年に 17514 万台まで普及し, 2013 年には 3 億 4300 万台まで普及するとの予測が上がっている。<sup>2</sup>このことから, 今後, タブレット端末におけるウェブサイト検索の需要は, さらに増加すると推測される。

タブレット端末の多くは, インプット・デバイスとしてタッチパネルのみを有するため, 検索時に入力すべきキーワードの組み合わせを考慮し, タッチ操作によって入力することは, 利用者にとって大きな負担と

<sup>1</sup> 「スマートフォンを購入した理由」価格.com 対象: 価格.com 登録ユーザー6149人 (2009年8月)

<sup>2</sup> 「スマートフォン市場に関する調査」矢野経済研究所 (2009年7月~2010年4月)

なる。特に、利用者にとって未知の情報を検索する際に、利用者自身の求める結果を出力する複合検索語を、試行錯誤的に記述することは、携帯情報端末の利便性を大きく損なっている。タブレット端末を対象として、複合検索語を効率的に入力する仕組みの実現が重要である。検索時に複合検索語を推薦する既存技術として、例えば、Googleでは、検索語を入力すると、過去の検索履歴に応じて複合検索語の候補を推薦する。Yippy<sup>3</sup>では、検索語を入力すると、提示されるトピック・ワードを利用者が選択し、より詳細な絞り込みを行うことが出来る。関連研究として、未知語理解支援のためにシソーラス・ノードへ検索語を分類し、検索語推薦を行う研究[1]や、単語クラスタリングを用いて検索語を提示する研究[2]が行われている。

常に携帯され、個人的な用途に用いられるタブレット端末を対象として、複合検索語入力を支援するためには、全ての検索者に画一的な検索語を提供するのではなく、利用者個人の興味・関心に応じて検索語を自動的に推薦する検索システムが有効である。そこで、本稿では、利用者の検索プロセスを記録し、利用者に個人化された複合検索語・検索結果を推薦するタイピング・フリー検索機構を提案する。本システムは、検索時に使用された各キーワードの関連を、検索語関連性マトリクスを用いて蓄積する。

本システムの特徴は、分野横断的な検索語の閲覧を行う Sliding 検索機能、および、一つの分野の中で絞り込みを行うための検索語の閲覧を行う Narrowing 検索機能を提供し、2つの機能をタッチ操作で駆動し、複合検索語を容易に入力する点にある。

本システムの実現により、Web 上において検索エンジンの種類を問わず、利用者の興味・関心に応じた複合検索語を最小のタッチ回数で入力することが出来るようになる。

## 2. 検索語関連性マトリクスによる複合検索語ナビゲーション・システム

本システムは、検索者の絞り込み検索の過程を記録した検索語関連性マトリクスによって推薦し、検索者の関心の遷移に対応する Sliding 検索・Narrowing 検索を行う。図1に、本方式の概要を示す。本システムでは、次の3機能により、検索者に個人化した複合検索語推薦を実現する。

1. 検索語ネットワーク生成機能：検索時に使用された各キーワードをログ化し、各単語間の関連を抽象度に応じてネットワークとしてモデル化する。
2. Sliding 検索語推薦機能：同位検索語を横断的に推

薦し、検索者が、検索トピックを選択することを支援する。

3. Narrowing 検索語推薦機能：検索者が検索トピックを確定した後に、下位検索語を用いて行う絞り込み検索を実現する。

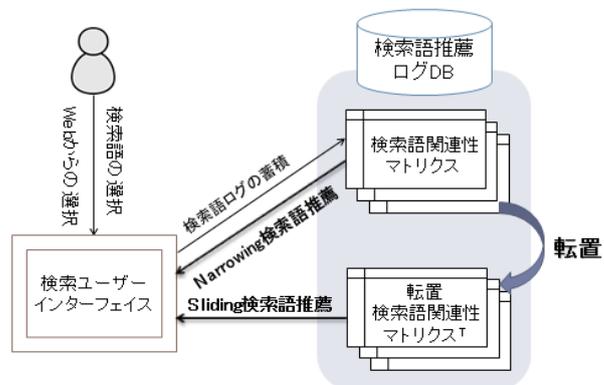


図1 システム概要：検索者の絞り込み検索の過程を用いた検索語関連性マトリクスによって推薦し、検索者の関心の遷移に対応する Sliding 検索、および、Narrowing 検索を実現

### 2.1. 複合検索語推薦システム

本システムは、検索者が連続的に検索語を選択することにより、連続的に検索結果の内容を変更する(図2)。本節では、このシステムのデータ構造、Sliding・Narrowing 検索機能、および、ユーザー・インターフェイスの構成方式について述べる。

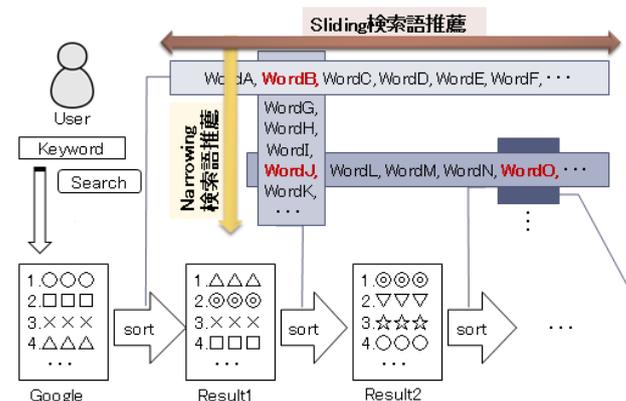


図2 複合検索語推薦用いた絞り込み検索による段階的な検索結果の出力

### 2.2. データ構造

#### 2.2.1. 検索語関連性マトリクス

本システムは、検索語推薦のための検索語群を、検索語関連性マトリクスを用いて構築する。ユーザーは、絞り込み検索に用いる複合検索語を、上位検索語から下位検索語の順に、階層的に選択する。

本システムは、検索語関連性マトリクスによって構

<sup>3</sup> Yippy <http://search.yippy.com/>

築する(表 1). マトリクスの行には上位検索語の候補, 列には下位検索語の候補が表示される. このとき, 全ての検索語は, 上位検索語・下位検索語どちらにもなり得るため, 行と列には, 同一の検索語が含まれる.

本マトリクスの行列の要素の値は, 検索語の出現順位を  $n$  としたとき, 検索語の共起確率  $\times 1/(n-1)$  ずつ加算する. 例えば, 利用者が「HTML5 API リファレンス」「HTML5 API Canvas」「Java API リファレンス」「C# API リファレンス」の 4 つの複合検索語セットで検索を行った時, 表 1 のような値になる.

表 1 検索語関連性マトリクス

	HTML5	API	リファレンス	Java	C#	Canvas
HTML5	1	0.5	0.125	0	0	0.125
API	0	1	0	0	0	0
リファレンス	0	0	1	0	0	0
Java	0	0.25	0.125	1	0	0
C#	0	0.25	0.125	0	1	0
Canvas	0	0	0	0	0	1

### 2.3. 検索者の関心遷移に基づいた Sliding・Narrowing 検索に対応する複合検索語推薦

本システムでは, 検索者の関心遷移に基づいた Sliding・Narrowing 検索語推薦を行う. 検索には, 1) 起点となる検索語と間接的関連性の高い事象を対象とした検索, 2) 起点となる検索語と直接的関連性の高い事象を対象とした検索, の 2 つの検索様式が存在する. 本システムでは, 上記 2 検索様式を検索に対応する, 1) Sliding 検索語推薦, 2) Narrowing 検索語推薦, を実現する.

### 2.4. 検索語関連性マトリクスによる Sliding・Narrowing 検索

本システムは, 検索語関連性マトリクスによって, 検索語推薦を行う.

本システムの Sliding 検索語推薦は, 検索語関連性マトリクス(表 1)の特定上位検索語において, 多くの下位検索語を共有している上位検索語から順に提示する.

本システムの Narrowing 検索語推薦は, 検索語関連性マトリクスを転置した, 転置検索語関連性マトリクス<sup>T</sup>(表 2)を用いる. Narrowing 検索語推薦は, 特定下

位検索語において, 多くの上位検索語を共有している下位検索語から順に提示する.

表 2 転置検索語関連性マトリクス<sup>T</sup>

	HTML5	API	リファレンス	Java	C#	Canvas
HTML5	1	0	0	0	0	0
API	0.5	1	0	0.25	0.25	0
リファレンス	0.125	0	1	0.125	0.125	0
Java	0	0	0	1	0	0
C#	0	0	0	0	1	0
Canvas	0.125	0	0	0	0	1

Sliding 検索のための検索語間関連性マトリクス(表 1)を  $M$ , Narrowing 検索のための検索語間関連性マトリクスを  $M^T$  としたとき, 任意の検索語  $a$  と, 検索語  $b$  の間の, sliding/narrowing 関連性を, 次のように定義する.

$$sliding(a,b) := \sum_{i=0}^n M_{[a,i]} \cdot M_{[b,i]}$$

$$narrowing(a,b) := \sum_{i=0}^n M^T_{[a,i]} \cdot M^T_{[b,i]}$$

### 2.5. ユーザー・インターフェイス

本ナビゲーションでは, Sliding・Narrowing 検索に適した検索インターフェイスを用いる(図 3). 本検索インターフェイスは, 中央の赤色で表されている文字列が起点となる検索語, 赤色の周囲に灰色で示されている文字列が間接的関連性のある検索語(Sliding 検索語), 灰色の周囲に黄色で示されている文字列が直接的関連性のある検索語(Narrowing 検索語), であることを示している.

本システムは, 利用者が検索語をタッチすることで起点となる検索語と関連性の高い検索語を展開し, 利用者が展開された検索語をタッチすると該当する複合検索語セットを任意の検索エンジンの検索ボックスに挿入する.

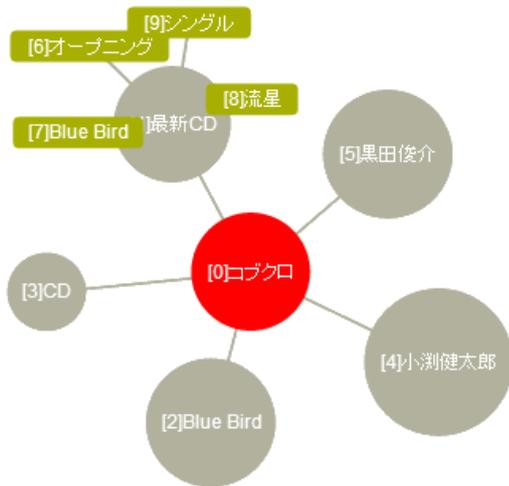


図 3 本システムによる複合検索語選択 UI

## 2.6. 起点となる検索語

本システム利用者は、起点となる検索語(検索語順位  $n=0$ )を、以下の 4 つの方式を用いて入力する。その方式とは、a) 文書内における任意語を選択、b) 話題の検索語群から選択、c) 利用者の検索プロセスのログから選択、d) 五十音から選択、である。本システム起動時には、「クリップボード」「話題」「履歴」「五十音」といったノードが表示される。

方式 a) は、利用者がウェブページを閲覧している際、未知語などの任意の語句を選択(ドラッグ)することで、当該語を起点に検索を行う。方式 2) は、本システムを利用している別利用者の検索プロセスのログを分析し、一定の時間内における話題の検索語群を出力し、その中で利用者の選択した検索語を起点に検索を行う。方式 c) は、当該利用者の全ての検索プロセスのログから、重要度の高い検索語群を出力し、その中で利用者の選択した検索語を起点に検索を行う。方式 d) は、子音(ただし a を除く)「a, k, s, t, n, h, m, y, r, w」と母音「a, i, u, e, o」を組み合わせることで構成した文字から始まる検索語を当該利用者の全ての検索プロセスの中から出力し、その中で利用者の選択した検索語を起点に検索を行う。

## 2.7. 複合検索語ナビゲーションにおける処理手順

本スマート・ナビゲーション・システムにおける処理は、以下の手順を繰り返し実行する。その手順とは、1) 複合検索語推薦結果の表示、2) 利用者の選択検索語の取得、3) 検索語関連性マトリクスへの反映、4) 検索語関連性マトリクスによる Narrowing 検索語推薦、5) 転置検索語関連性マトリクス<sup>T</sup>による Sliding 検索語推薦、6) 個人化アルゴリズムの適用、である。

手順 1) では、利用者の検索行為を支援するために、

複合検索語を推薦する。手順 2) では、利用者の検索語情報を取得する。手順 3) では、検索語推薦の精度を高めるため、取得した検索語の情報を検索語関連性マトリクスへ反映する。ここで適切な検索結果が出力された場合、利用者の検索行為が終了するため、この手順において、同様に処理手順の循環も終了する。以後の手順 4)~6) は、手順 1) を実行するために行う。

手順 4) では、検索語関連性マトリクスから Narrowing 検索語の候補を取得する。手順 5) では、手順 4) と同様に、転置検索語関連性マトリクス<sup>T</sup>による Sliding 検索語の候補を取得する。手順 6) では、手順 4), 5) にて取得した検索語群に、検索語省略による個人化アルゴリズムを適用し、より利用者のタッチ回数を削減する検索語群の集合を生成する。

本システムは、上記 6 手順の循環により実現する。

## 3. システム実装

本タイピング・フリー検索機構は、検索エンジン・クライアントである。本機構は、クライアントであるため、ユーザーの好む検索エンジンと共に使用することにより、多様な検索エンジンのインターフェイスとして使用することが可能である。また、本システムは、タブレット端末を対象としてウェブブラウザ上において動作する。

本システムの構造を図 4 に示す。本システムは、Google, Bing, および、Yahoo! 等のユーザーの選択した検索エンジンから、検索結果を取得する。実装にあたり、タッチ UI のための HTML5, jQuery による Ajax を用いる。

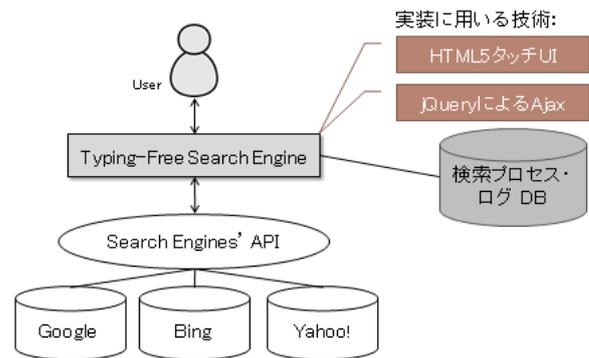


図 4 システム・アーキテクチャ

## 4. 評価実験

「タブレット端末に標準搭載されている既存の UI」と「本システム UI」によって、どれだけのタッチ回数の差が生じるか、比較・検証を行う。

## 4.1. 実験概要

質問文の解答を得るためのタッチ回数を UI 別に測定する。質問文は、全部で3つのトピックを対象としたものである。使用する検索エンジンは、Google の Web 検索とする。

また、被験者は、Google 検索結果の 1 ページ目(上位 10 件)までに表示されているウェブページを閲覧することができる。このとき、被験者は、検索結果に表示されているウェブページ内のリンクを辿ることは許されないものとする。これは、適切な複合検索語セットの推薦によって、被験者の求める検索結果が出力されている場合には、被験者はリンクを辿る必要はないという仮定に基づくものである。

実験トピック 1 :

J-pop アーティスト「コブクロ」の最新 CD の Track1 に入っている曲名と、その楽曲が何の番組のオープニングソングとなっているか？

実験トピック 2 :

登山において、ガスボンベを収納出来ることも多い、食器の機能を備え、鍋やフライパンとして使われるものの素材には、どのようなものがあるか？ (3つ)

実験トピック 3 :

調味料マイスター養成講座を開催している団体による、環境教育に役立つ知識をはかる検定とは何か？また、その検定の最も難易度の高いものは何級か。また、その級は、どのような人が活動していける知識レベルか。

## 4.2. 実験結果

本システムの実験結果は、図 5 に示すものとなった。なお、図 5 に示されているグラフに表示されている値は、タッチ回数を示すものである。

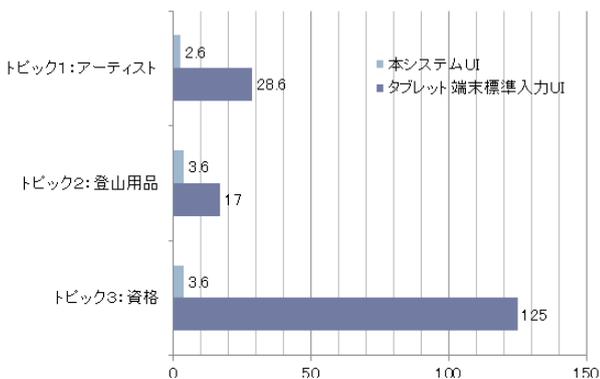


図 5 実験結果

## 4.3. 考察

本システムによって、利用者のタッチ回数は、トピック 1 において 26.0 回(92.9%),トピック 2 において 13.4 回(78.8%),トピック 3 において 121.4 回(97.1%), の削減を実現した。sliding/narrowing 検索語を組み合わせることにより、全体平均で、53.6 回(94.3%)のタッチ回数削減を実現し、3~4 回のタッチ回数で正解を獲得することができた。

すなわち、本システムによる複合検索語入力効率の改善率は、トピック 1 において 11.0 倍、トピック 2 において 4.7 倍、トピック 3 において 34.7 倍、となった。全体平均で、18.1 倍の複合検索語入力効率を実現した。

## 5. まとめ

本稿では、タブレット端末を対象として、複合検索語ナビゲーション機能を有する、タイピング・フリー検索機構の実現方式を示した。本システムは、検索語間関連性マトリクスによって、検索語間の関連性を計量し、個人化した複合検索語推薦を行った。本システムは、検索語間関連性マトリクスによって、検索語間の関連性を計量し、個人化した複合検索語推薦を行った。本研究の実験結果は、既存のタブレット端末の入力支援システムと比較し、平均 5.7%のタッチ回数で検索可能であることを示した。本研究は、検索語間関連性アルゴリズムを用いて、利用者の検索プロセスのログに存在しない複合検索語の推薦を実現した。

## 参考文献

- [1] 伊藤 俊介, 渡部 広一, 河岡 司. 情報検索における未知語理解支援方式 : 未知語のシソーラス・ノードへの分類, 社団法人情報処理学会, 2004
- [2] 小西 隆太, 上原子 正利, 小柳 滋. 単語クラスタリングを用いた検索キーワードの提示, FIT(電子情報通信学会・情報処理学会)推進委員会, 2008