

サービス情報検索と適格性に基づくランキング

田麥節治^{†1} 是津耕司^{†2} 木俣豊^{†2} 田中克己^{†1}

サービス情報を Web サーチで検索する際、結果として得られたサービス情報を、サービス提供者としての適格性 (eligibility) の評価尺度にもとづいてランキングを行う方式を提案し、評価を行う。

Service Information Search and Ranking by Eligibility

SETSUJI TAMUGI^{†1} KOJI ZETTSU^{†2} YUTAKA KIDAWARA^{†2}
KATSUMI TANAKA^{†1}

We preset and evaluate the ranking by Eligibility of service provider when you search service information on the web.

1. はじめに

世の中には多種多様なサービスが存在している。例えば、ホテルの宿泊や CD のレンタル、商品の販売など、多くの人にとって馴染みのあるものばかりである。近年では、インターネットの普及に伴い、人々がオンライン上で提供されるサービスを利用したり、実世界で提供されるサービスを利用するための情報を集めたりすることが一般的になっている。その際、ユーザは自分が利用したいサービス情報を Web 上から見つけ出すために、Web サーチエンジンによる検索を行なうことが多い。その具体的なプロセスは以下のようなものである。まず、ユーザは Google[6]や Yahoo![7]などに代表されるような Web サーチエンジンに対して、自分が実行したいサービスの意図を表す検索クエリを入力する。例えば、“duesenberg というメーカーのギターを中古で買いたい”と考えているユーザがいたと仮定すると、そのユーザは“duesenberg ギター 中古 購入”などの検索クエリを入力することが想定される。しかし、実際にこのようなクエリで Web サーチを行った時、検索結果に現れるリンク先の Web ページは、必ずしも実際に duesenberg の中古のギターを購入できるような要件が揃っているものばかりではない。

この原因として、Web サーチとサービスサーチにおいて、重要となるランキングの要素が異なることが挙げられる。ドキュメント検索のための Web サーチでは、ランキングの要素として、Topic relevancy (クエリと検索結果の話題の適合度) や diversity (検索結果の多様性) が重要であるとされている。一方、サービスサーチにおいては、Topic relevancy が重要な要素の一つであることは変わらないが、単純な diversity はあまり重要でないように思われる。なぜなら、ユーザがあるサービスを利用しようとして検索を行なった

とき、検索結果にはユーザが実行できるサービス情報を持つ多様な Web ページが出力された方が、ユーザにとって有用だと言えるからである。つまり、サービスサーチでは、単なる diversity とは異なり、サービス提供者によって提供されるサービス情報を持っている上でなおかつ多様な Web ページ群が出力されるべきである。

そこで、本研究では、このようなサービスサーチを実現するために、検索結果のランキングの要素として Eligibility に着目する。Eligibility とは、サービス提供者としての適格性であり、ユーザが実行したいサービスを利用するために必要な要件が揃っているかどうかの尺度である。

本研究では、各 Web ページの Eligibility を測るために、Web ページ内のリンクやサービス提供者へのアクセス情報に着目する。ユーザが検索クエリとして入力したワード群と Web ページ中のリンクのアンカーテキストを比較することで、その Web ページがサービスを利用したいユーザにとって適格であると言えるかどうかを測る。また、そのリンクについて、https で保護されているか、あるいはリンク先ページがリンク元と同じサイトか、別サイトであるかななどの指標も用いる。この、サービス提供者としての適格性である Eligibility を新しいランキングの軸として用い、従来の Web サーチエンジンで得られる検索結果を再ランキングする新たなサービスサーチのシステムを提案する。そして、提案するシステムの有用性を測るために行った小規模な評価実験の結果についても述べる。

本稿の今後の構成は以下の通りである。まず、2 節で Web サーチとサービスサーチの比較を行い、サービスサーチに求められる Eligibility という概念について定義を与える。次に、3 節で、具体的に Eligibility が高い Web ページが持つべきサービス情報とはどのようなものかについて述べる。4 節では、実際に Eligibility をサービスサーチの検索結果のランキングに適用するアプローチとシステムの全体像について述べる。5 節でそのプロトタイプシステムの小規模な

†1 京都大学

Kyoto University

†2 情報通信研究機構

National Institute of Information and Communications Technology

評価実験について述べ、6節で関連研究、7節でまとめを述べる。

2. サービスサーチ

この節では、Webサーチとサービスサーチのそれぞれの特徴とその違いについて説明し、サービスサーチにおけるランキングの新たな指標として **Eligibility** を提案する。また、本研究におけるサービスサーチの対象とするサービスの定義についても述べる

2.1 Webサーチとサービスサーチの比較

まず、サービスを利用しようとした時に Webサーチを行う場合を考える。入力される検索クエリの例として考えられるものは、“duesenberg ギター 購入” などである。このような検索クエリを入力したユーザの意図は、“duesenberg というメーカーのギターを購入したい” というものであると言える。この検索クエリで Webサーチを行うと検索結果の上位は以下のようなものになる。

- duesenberg のギターの通信販売サイト
- duesenberg に関する掲示板
- duesenberg のギター購入を検討する人の Q&A
- duesenberg を取り扱う実店舗のブログ記事

このように、検索結果として、通信販売サイトや掲示板、ブログなど多様な Web ページが返ってきている。これは、従来の Webサーチエンジンにおいて、Topic relevancy (クエリと検索結果の話題の適合度) や diversity (検索結果の多様性) などの指標がランキングにおいて重要視されているからであると考えられる。このような検索結果中の Web ページは、大きく分けると二つに分類できると考えられる。一つ目は、サービス提供者によって提供されているサービス情報が書かれた Web ページであり、通信販売サイトや店舗のブログ記事などがこれに当たる。もう一つは、サービス利用者の行動情報、つまりどのようにサービスを利用したかが書かれた Web ページであり、掲示板や duesenberg に関する Q&A などがこれに当たる。

このような二種類の Web ページが混在するような検索結果では、ユーザ側でいちいち検索結果のリンク先についてどちらのタイプの Web ページか判断しなければならず、“ギターを購入したい” という意図を満たせる Web ページを効率よく発見することができない。よって、サービスサーチにおいては、サービス提供者によるサービス情報が書かれた Web ページのみを上位にランキングしたような検索結果を出力することが求められると言える。

このようなサービスサーチを実現するために、どのようなランキングの指標が必要となるかを述べる。先にも述べたが、通信販売サイトや店舗のブログ記事などが、サービス提供者によって提供されているサービス情報が書かれた Web ページに当てはまる。これらの Web ページは、“ギターを買いたい” というユーザに対してそのサービスをすぐ

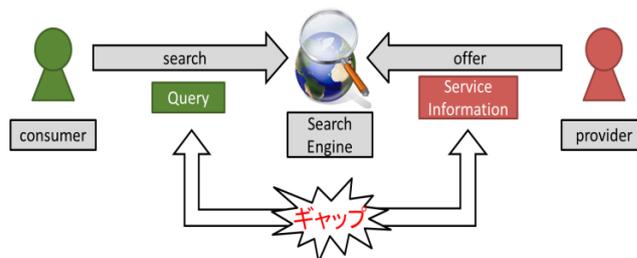


図 1 サービス利用者とサービス提供者の間のギャップに受ける機能もしくはサービスを受けるために必要な情報を持っているページであると言える。このように、ユーザがサービス実行を行動に移せるような“機能”あるいは“情報”があれば、その Web ページはサービス提供者として適格であると言える。これが **Eligibility** (サービス提供者の適格性) という概念であり、**Eligibility** の定義は、ユーザが受けたいと思っているサービスに対して、サービス実行を行動に移せるような適格な機能や情報を持っているかどうかである。

2.2 サービスサーチの対象とするサービス

本研究でサービスサーチの対象とするサービスの定義について述べる。経済学の分野では、“サービスとは、ある主体が別の主体に提供する経済活動である。顧客は、金銭、時間、活動の対価として物、労働力、専門技術、設備、ネットワーク、システムを利用し、価値を手に入れることを期待している。” というような定義を与えられている[13]。本研究では、この定義を広く捉えて、“顧客が、金銭、時間、活動の対価として価値を手に入れることを期待するもの”をサービスとし、検索の対象とする。

3. Web ページの Eligibility

この節では、まず、前節で述べた **Eligibility** という概念について、**Eligibility** の高い Web ページを得るにはどのような方法があるかについて述べる。次に、**Eligibility** の高い Web ページの特徴について詳細に述べる。

3.1 Eligibility が高い Web ページの取得

サービスとは、そのサービスを使いたいと考えるサービス利用者 (consumer) と、それを提供するサービス提供者 (provider) がいて成立するものである。良いサービスサーチの役割は、あるサービスを利用したいと考える consumer とそのサービスを提供している provider を結びつけることである。つまり、consumer と provider の間に存在するギャップを埋めることが、サービスサーチの解くべき課題である。このギャップが埋まっていれば、ユーザは **Eligibility** が高い Web ページを得ることができる。

以下、サービス利用者とサービス提供者の間に存在するギャップの簡単な一例を説明し、どうすればそのようなギャップを埋めることができるかを述べる。

図 1 に示すように、サービス利用者は検索エンジンに検索クエリを入力することで、サービス提供者から提供され

ているサービス情報を見つけようとする。例えば、通信販売サービスを利用したいと考えているサービス利用者のケースを考える。通信販売というサービスを、サービス利用者の観点から考えたとき、通信販売は商品を“購入する”ためのサービスである。一方、サービス提供者の観点から考えると、通信販売は商品を“販売する”サービスである。このように、サービス利用者がサービス利用の意図を伝えるためのボキャブラリーと、サービス提供者がサービス情報を記述するためのボキャブラリーの間にはギャップが存在する。このボキャブラリーの違いは、サービス利用者が自分の使いたいサービスを検索するときに悪影響をもたらす。仮に、ある通信販売サービスの Web ページに、サービス提供者が“ギターを販売しているサービスです”という内容のテキスト情報しか用意していなかったとする。すると、サービス利用者が“ギター 購入”という検索クエリで検索を行った場合、そのサービス情報を持つ Web ページは検索結果の上位にランキングされず、結果としてサービス利用者の目に触れる可能性が低くなってしまふ。

この例で示されるようなサービス利用者とサービス提供者の間に存在するギャップを埋める方法として、二つの策が考えられる。一つは、サービス利用者側が入力した検索クエリを変換し、サービス提供者によるサービス情報の検索に適したものにする方法である。もう一つは、サービス利用者が入力した検索クエリによる検索結果に含まれるサービス情報のうち、検索クエリで表されるサービス利用の意図により適したものを検索結果の上位に再ランキングするという方法である。以下、それぞれの方法について例を用いながら述べる。

まず、クエリ変換であるが、これはサービス利用者が入力した自分が使いたいサービスに対する意図を表す検索クエリを、よりサービスサーチに適したものに交換する方法である。単純な例を挙げると、サービス利用者が入力したクエリが“duesenberg ギター 中古 購入”だった場合、サービス利用者側のボキャブラリーである“購入”を、サービス利用者側のボキャブラリーである“販売”などに交換する。そして、元の検索クエリの検索結果に加えて、“duesenberg ギター 中古 販売”を検索クエリとした検索結果も組み合わせ出力するというものである。これにより、サービス利用者の意図をくみ取り、その意図にあったサービス情報をより幅広く検索してユーザに示すことでギャップを埋めることが出来る。つまり、ユーザが入力した検索クエリを、Eligibility が高い Web ページをより幅広く検索できるように交換する方法であると言える。

もう一つの方法である、再ランキングによるものについて述べる。これは、サービス利用者が入力した検索クエリによる検索結果に含まれる、サービス提供者が提供しているサービス情報の中から、サービス利用者の意図により適しているサービス情報を含む Web ページを検索結果の上

位に再ランキングするという方法である。例えば、2 節で述べた例をもう一度取り上げると、“duesenberg ギター 購入”という検索クエリで Web サーチを行うと、検索結果には以下のような Web ページが含まれている。

- duesenberg のギターの通信販売サイト
- duesenberg に関する掲示板
- duesenberg に関する情報をまとめたサイト
- duesenberg は取り扱う実店舗のブログ記事

これらの Web ページのうち、ユーザの“duesenberg のギターを購入したい”というサービス利用の意図により適したサービス情報を持つ Web ページだと言えるのは、通信販売サイトや実店舗のブログ記事である。なぜなら、ユーザはこれらの Web ページにアクセスすることで、実際にギターを購入したり、ギターを販売している店舗に関する情報を得てギターを購入しに行ったりすることができるからである。このようなサービス利用者が価値を得るために必要な情報が含まれる Web ページ、つまり Eligibility の高い Web ページを検索結果の上位に再ランキングすることで、サービス利用者は自分の意図に対してより適格なサービス情報を効率よく得られるようにする方法であると言える。

最終的には、このクエリ変換と再ランキングの二つの方法を組み合わせたサービスサーチを提案することが望ましいが、本稿では Eligibility による再ランキングを適用したサービスサーチについて提案する。

3.2 Eligibility が高い Web ページの特徴

この節では、Web ページ中にどのような情報が含まれていればその Web ページは Eligibility が高いと言えるのかについて述べる。

本研究では、各 Web ページについて次に挙げるような点に着目することで、その Web ページの Eligibility を測ることができると仮説を立てた。

- サービスを実行できる機能が備わっているか
- サービスを実行するために必要な情報が備わっているか
- 提供されるサービスの実行プロセスは安全であるか
- 提供されているサービス情報の発信者はそのサービス提供者自身であるか

以下、それぞれについて例を用いて順に詳しく述べる。

3.2.1 サービス提供者としての適格な機能

Eligibility とは、サービス提供者としての適格性であり、あるサービスを利用しようと考えているサービス利用者が、ある Web ページ中のサービス情報をもとに、価値を手に入れられるかどうかを測る指標である。つまり、サービス利用者がサービス利用の意図を満たすことができ、価値を手に入れるのに役立つような機能あるいは情報が Web ページ中に備わっていれば Eligibility が高い Web ページであると言える。例えば、先の例と同様、“duesenberg のギターを購入したい”と考えているサービス利用者がいた場合、そ

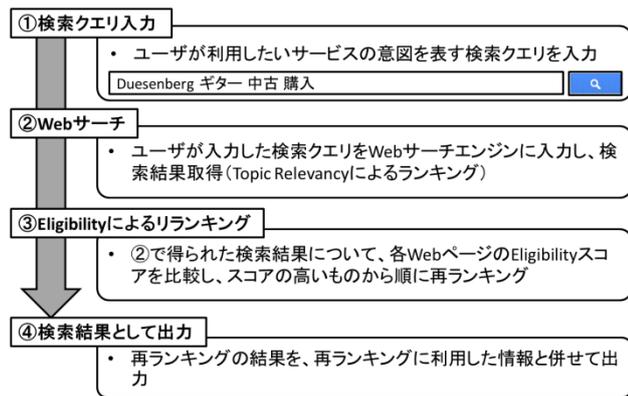


図 2 提案するサービスサーチの全体の流れ

のギターを購入できる機能を備えているような通信販売のサービス提供者の Web ページは Eligibility がとても高いと言える。

3.2.2 サービス提供者としての適格な情報

通信販売でギターを購入できる機能は備わっていないが、実店舗で duesenberg のギターを販売しているというようなサービス情報も Eligibility の高い Web ページであると言える。仮に、大阪にある三木楽器というお店が自身の店舗 blog 記事などで、duesenberg のギターを販売しているというサービス情報を発信していれば、サービス利用者はその情報をもとにサービスを受けるために行動を起こすことができるからである。

3.2.3 提供されるサービス実行プロセスの安全性

ギターを購入できるような機能を備えている Web ページに関して、さらに詳細にその Web ページの適格性を判断する。“duesenberg のギターを購入したい”と考えているサービス利用者が、仮に自分の欲しいギターを販売している通信販売サイトを見つけた場合、それを購入するためにはいくつかのプロセスを踏まなければならない。そのサービス実行のプロセスが安全であることが保障されているサービスは、ユーザにとって信頼できるものであると言える。そのため、そのような安全なサービスを提供しているサービス提供者はより適格な提供者であると言える。

3.2.4 提供されているサービス情報の発信者

サービス利用者が実行しようとしているサービス情報が、サービス提供者自身によって直接発信されているものであればそのサービス情報は信頼でき直接利用できるため、そのようなサービス情報を含む Web ページはより適格なサービス提供者であると言える。もしサービス発信者以外の第三者がサービス情報を発信していた場合、そうでない場合に比べてそのサービス情報の実行プロセスはより冗長なものになると言えるからである。

以上のような仮説に基づき、各 Web ページの Eligibility を測る。次節でこの仮説に基づいた各 Web ページの Eligibility のスコアを計算する具体的なアプローチについて述べる。

4. Eligibility を適用したサービスサーチ

この節では、まず、Eligibility をランキングの指標として適用したサービスサーチの全体像について述べる。次に、前節で述べたような Eligibility という指標に基づいて、各 Web ページをスコア付けするためのアプローチを述べる。

4.1 提案システムの全体像

Eligibility を適用したサービスサーチの全体像を図 2 に示す。まず、ユーザは自分が使いたいサービスに対する意図を表した検索クエリ $Q = q_1 \wedge q_2 \wedge \dots \wedge q_n$ を入力する。この検索クエリ Q に基づき、サービス情報を検索するため、Web サーチエンジンに検索クエリ Q を入力する。本研究では Web サーチエンジンとして Bing 検索の API を利用する。得られた Bing 検索の検索結果 P に対して、Eligibility スコアによる再ランキングを行う。各 Web ページの Eligibility スコアの算出のアプローチについては次節で詳細に述べる。最後に、得られた再ランキングの結果 R をユーザに出力する。その際、検索結果に、タイトルやスニペットと合わせて、Eligibility スコアを測る際に利用した情報も出力する。

4.2 Eligibility のスコア付けのアプローチ

各 Web ページに対する Eligibility のスコア付けは、まず以下の四つのスコアに分けて計算を行い、最終的にその四つのスコアを組み合わせることで Eligibility スコアとする。

- 適格な機能を有するかを測るスコア： E_f
- 適格な情報を有するかを測るスコア： E_i
- サービス実行プロセスの安全性スコア： E_s
- サービス情報の発信者スコア： E_p

以下、それぞれについて、本研究における各スコアの計算方法を述べ、さらにそれらを組み合わせる Eligibility スコアを算出する方法を述べる。

4.2.1 適格な機能を測るスコア E_f

本研究では、まず、Web ページ中に用意されているリンク情報に着目することで、Web ページの Eligibility を測る。

ユーザが入力した検索クエリ Q による Web サーチの検索結果に含まれる Web ページ p 中に用意されているリンク L のうち、 Q を構成するワード q_1, q_2, \dots, q_n をアンカーテキストに含むようなリンク L' は、そのリンク先でユーザが行いたいサービスを提供してくれる適格な機能である。リンク L' が用意されているような Web ページ p' は、ユーザが受けたいと思っているサービスに対して適格な機能を提供していると言えるので、 L' を持たない Web ページと比較して Eligibility が高い。また、 Q を構成するワード q_1, \dots, q_n を、リンク L' のアンカーテキストに含めば含むほど、よりユーザが意図したサービスを提供している可能性が高いので、より Eligibility が高い。

本研究では、Web ページ p 中に含まれているリンク L' の数をスコア E_f として利用する。

4.2.2 適格な情報を測るスコア E_i

実世界においてサービスを locate するために必要な情報である、サービス提供者の電話番号や住所（地図）、営業日（定休日）、営業時間などのアクセス情報 A を持てば持つほど、そのような Web ページ p'' にはユーザが実際にサービスを受ける行動を起こすための適格な情報が備わっていると言えるので、Eligibility は高い。

本研究では、あらかじめ Web ページ中でサービス提供者のアクセス情報が記されているテキストに頻出する“住所”や“営業日”などの語群のリストを作成しておき、これらの語群が Web ページ p'' 中に含まれている数をスコア E_i として利用する。

4.2.3 サービス実行プロセスの安全性を測るスコア E_s

ユーザが行いたいサービスを提供してくれる適格な機能であるリンク L' のうち、https を用いて保護されているリンク L'' は、ユーザのサービス実行プロセスが安全であることを保障するものである。よって、リンク L'' を含む Web ページほど、より Eligibility が高い。また、同様に Web ページ p 自身の URL が https を用いて保護されている場合、そのような Web ページ p''' も Eligibility が高い。

本研究では、Web ページ p 中に含まれるリンク L'' の数をスコア E_s として利用する。また、Web ページ p''' においては、そのページ自身が https で守られているので、リンク L'' と同様に扱いスコア E_s に 1 を足す。

4.2.4 サービス情報の発信者スコア E_p

リンク L' のうち、そのリンクをクリックしたときに他の Web サイトに飛ばされることなく、同じドメインの別ページへ遷移するようなリンク L''' は、サービス情報がそのサービス提供者自身によって発信されているものであると言えるので、そのようなリンク L''' を持つ Web ページ p'''' は、より Eligibility が高い。

本研究では、各 Web ページ p' 中のリンク L' の数に対する L''' の割合をスコア E_p として利用する。なお、リンク L' を持たない Web ページ p に関しては $E_p = 0$ とした。

4.3 最終的な Eligibility スコアの算出

各 Web ページ p に対する四つのスコアについての計算方法を述べた。次に、これらのスコアを用いて各 Web ページの最終的な Eligibility スコアを算出する方法を述べる。

まず、これらのスコアを比較可能なものにするため、検索結果ページ群を $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ 、ある指標 x による各検索結果ページのスコアを $S_x = s_x(p_1), s_x(p_2), \dots, s_x(p_m)$ としたとき、以下の式を用いてスコアの分布状況を考慮したスコアの正規化を行う。

$$s'_x(p_k) = \frac{10(s_x(p_k) - \mu)}{\sigma} + 50$$

なお、 μ はスコア集合の平均、 σ はスコア集合 S の標準偏差とする。

この式により正規化された各スコア E'_f, E'_i, E'_s, E'_p を用い

て、以下の式により Web ページ p_k の最終的なサービスページとしてのスコア $S(p_k)$ を与える。

$$S(p_k) = (\beta \cdot E'_f + (1 - \beta) \cdot E'_i)^\alpha \cdot (\gamma \cdot E'_s + (1 - \gamma) \cdot E'_p)^{(1 - \alpha)}$$

この式の右辺は、各 Web ページがサービス提供者として適格であるために必要な機能や情報をどれほど備えているかを測る部分と、その機能が安全性や実行プロセスの冗長性の上でどの程度適格かを測る部分に分かれている。なお、次節で述べる実験においては、各パラメータの値をそれぞれ $\alpha = 0.7, \beta = 0.5, \gamma = 0.7$ とした。

5. 評価実験

提案システムがサービスサーチとして有効かどうかを検証するためにプロトタイプシステムを用いて評価実験を行った。

5.1 プロトタイプシステムの実装

前節で述べた Eligibility を適用したサービスサーチのプロトタイプシステムの実装を行った。このプロトタイプシステムでは、検索クエリを入力することにより、その検索クエリによる Bing の検索結果上位 100 件に対して Eligibility による再ランキングを行った結果を得ることができる。なお、このプロトタイプのすべての機能は Python で実装した。

5.2 実験方法

今回の実験では、提案システムにより、サービス利用者がサービスを実行でき価値を手に入れられるような Web ページが実際に上位にランキングされるかを小規模な実験によって評価した。ベースラインとして通常の Bing 検索を用いた。

まず、実験用の検索クエリとして、「duesenberg 中古ギター 購入」、「誕生日 ケーキ 名前入り 予約」、「ビンテージ 古着 購入」の三つを用意した。これらの検索クエリで表されるユーザのサービス利用の意図はそれぞれ、「duesenberg というメーカーの中古のギターを購入したい」、「誕生日を祝うために、名前を入れてもらえるようなバースデーケーキを予約したい」、「ビンテージ物の古着を購入したい」というものである。

次に、実験のためのデータセットを作成した。そのデータセットは、先に述べた三つの検索クエリでそれぞれ Bing 検索をした時の検索結果上位 100 件に含まれる URL とタイトル、スニペットである。さらに、その各々に対して、実際に Web ページを確認することで、その Web ページが以下のいずれのタイプに分類されるかも合わせてデータセットとした。

- ① Web 上で利用可能なサービスを提供している Web ページ
- ② ①に当てはまるような Web ページをまとめているような Web ページ

表 1 Bing と提案手法の MAP の値

上位L件	(ア)①~③を正解とした場合		(イ)①のみを正解とした場合	
	Bing	提案手法	Bing	提案手法
L=10	0.774	0.916	0.578	0.721
L=20	0.770	0.927	0.598	0.735
L=30	0.756	0.919	0.573	0.721

- ③ Web 上では利用可能ではないが、実世界において利用可能なサービス情報を含む Web ページ
- ④ サービス情報を含まない Web ページ、もしくはユーザの検索意図に合わないサービス情報のみしか含まない Web ページ

すべての Web ページをこの①~④のいずれかに分類し、Bing の検索結果と提案システムの実験結果のランキングの上位にどのような違いが生じるかを比較した。

なお、評価には MAP を利用した。また、(ア) ①~③に分類された Web ページを正解とする場合と、(イ) ①に分類された Web ページを正解とする場合の二通りについて評価を行なった。その際、検索結果の出力件数 L として、その値を 10, 20, 30 と変化させて利用した。

5.3 結果

表 1 に (ア) ①~③に分類された Web ページを正解とする場合と、(イ) ①に分類された Web ページを正解とする場合の二つについて、ベースラインである Bing 検索と提案手法の MAP を示す。まず、(ア) の場合について、出力件数 L の値に関わらず、提案手法の方が優れていることが分かる。このことから、提案手法によってサービス利用者が価値を得るために役立つようなサービス情報を持つ Web ページを検索結果の上位にランキングすることに成功していることが分かる。また、(イ) の場合についても、出力件数 L の値に関わらず、提案手法の方が大きく優れている。これらのことから、提案手法では、サービス情報を含む Web ページの中でも特に①Web 上で利用可能なサービスを提供している Web ページを上位にランキングさせることに成功していると言える。

5.4 考察

(ア) (イ) のいずれの場合についても、提案手法の方が優れているため、提案手法ではサービス提供者として適切な機能を持つ Web ページを取得することに成功していると言える。特に検索クエリ Q を構成する語とリンク L' のアンカーテキストの関係に着目してサービス情報を発見するという仮説がおおよそ正しかったと言える。

ただし、細かく各 Web ページのスコアを比較すると、リンク L' のアンカーテキストに関する仮説のみがこのランキングに貢献しているわけではない。例えば、Q&A サイトには、リンク L' が多く含まれていたが、そのページ中にサービス提供者へのアクセス情報 A が含まれていなかったため、ランキングの中位に留めることが出来ている。また、分類の②に当てはまるサービス情報をまとめたようなサイ

トをランキングの上位から中位に下げることにも成功した。これは、②に当てはまる Web ページはリンク L' を数多く持つのだが、そのリンク先が別の Web サイトであるため、スコア E_p の値が低くなったり、実際にはサービスを提供していないためスコア E_s の値が低くなったりするためである。このように、3 節で述べた仮説に基づくことで、サービス提供者として適切な Web ページを効率的に取得することが可能になった。

しかし、提案システムの精度をより高めるために、いくつか改善しなければならない点も見つかった。例えば、検索クエリ「誕生日 ケーキ 名前入り 予約」で実験を行ったとき、ユーザの意図に合わないサービス情報を持つ Web ページがランキングの上位にいくつか見受けられた。このような Web ページに共通する特徴として、検索クエリ Q を構成する語の一部のみをリンク L' のアンカーテキストに複数回含んでいたという点が挙げられる。例を挙げると、“誕生日プレゼント”や“誕生日パーティー”というように、“誕生日”という語ばかりをアンカーテキストに含むリンク L' は数多くある一方で、“予約”という語をアンカーテキストに含むリンクが全くなく、ユーザの意図が満たされないというような Web ページである。このような問題点を解決するため、検索クエリを構成する語に対して、より重要であると思われる単語に対して重みづけをしたり、あるいはバランス良くすべての語がリンク L' のアンカーテキストに含まれていれば Eligibility スコアを高くしたりするという手法が考えられる。

6. 関連研究

6.1 サービスサーチ

既存のサービスサーチエンジンとして seekda [5]がある。seekda は、Web 上をクロールして集めた 28000 以上の様々な種類の Web サービスに関するサービス情報の中から、ユーザが使いたいサービスをキーワード検索できるシステムである。また、サービス提供者は、自身が提供するサービスの情報を seekda に登録することができる。これに対し、本研究で提案する Web サービスサーチは、検索の対象となるものが Web 上全体の Web ページである点で、seekda と異なると言える。さらに、seekda は、あらかじめサービス情報として与えられている、より一般的なキーワードによる検索でしか機能しない。例えば、“shopping”や“hotel reserve”などの検索クエリで検索すると、期待通り通信販売サービスやホテル予約サービスを返してくれる。一方、“duesenberg ギター 購入”などのより具体的なユーザのサービス利用の意図を表す検索クエリでは、ユーザが欲しいサービスを得ることができず、この場合検索結果にはサービスが一つも表示されなくなってしまう。この点で、本研究が提案する Web サービスサーチの方が、より柔軟にユーザの意図に対応できると言える。また、seekda はラン

キングの軸として、relevancy や available documentation などを提供しているが、本研究では、Eligibility というサービスの適格性によるランキングを提案している点でも異なる。

Yahoo!Mindset[12]は、機械学習によって Web ページを shopping のためのものか情報収集のためのものかの二つのタイプに分け、ユーザは画面上部のスライドバーによって、検索結果にそれらの二つのタイプの Web ページをどのような割合で含むかを決められるシステムである。つまり、“duesenberg ギター”という検索クエリで、スライドバーを shopping 側に移動すると、検索結果には duesenberg のギターを販売する通販サイトが多く含まれるようになる。反対に、スライドバーを情報収集側に移動すると、カタログ情報や他のギターとの比較を行う Web ページなどが多く含まれるようになる。本研究における、ユーザが行いたいトランザクションを行なえる Web ページを上位にランキングしたいというモチベーションの部分については、共通するところがある。しかし、Yahoo!Mindset が対象としているのは shopping のみであるということに違いがあると言える。本研究では、ユーザが入力した検索クエリとリンクのアンカーテキストとの関係に着目しているため、ユーザが検索クエリとして入力したサービス利用の意図に幅広く対応できることが期待される。

6.2 検索連動型広告

検索連動型広告とは、サービス提供者が検索サービスに対してキーワードを購入することで、ユーザがそのキーワードで Web 検索を行った時に広告を提示する仕組みである。代表的なものとして、Google AdWords や Yahoo!スポンサードサーチなどがある。提示される広告のリンク先では、サービスが提供されていることが多い。さらに、広告主はサービスを利用してもらう機会を増やすために、サービスに関係があり、かつ、検索時に検索クエリとして入力される可能性が高いと考えられるキーワードを購入していることが多い。つまり、3.1 節で述べたようなサービス利用者とサービス提供者の間に存在するギャップを埋めるものの一つであると言える。Yamamoto ら[11]は、検索連動型広告を利用し、ユーザが検索クエリで意図したアクションの一部を構成するサブゴールのマイニングを行っている。例えば、検索クエリが“京都 旅行”だった場合、そのサブゴールは、ホテルの予約や新幹線の予約、レストランの予約などである。本研究では、サービス検索における Eligibility のリランキングの対象として Web 検索の結果に現れた Web ページのみを対象としているが、今後、この検索連動型広告に提示される Web ページの情報も活用することで、その精度の向上が期待される。また、本稿では取り上げていないクエリ変換を行う際に、検索連動型広告を分析することで得られる知見を利用することが考えられる。

6.3 検索クエリの意図推定

Broder[1]は、Web 検索のための検索クエリを、以下の三つのタイプに分類することができることを述べている。

- インフォメーションナルクエリ
- ナビゲーションナルクエリ
- トランザクショナルクエリ

以下、これらの各タイプについて説明する。インフォメーションナルクエリとは、ユーザが検索クエリとして入力したワードが持つ意味や情報を得るために入力するクエリである。ナビゲーションナルクエリは、ユーザが検索クエリとして入力したワードが示す Web サイトを見つけるために入力するクエリである。トランザクショナルクエリとは、ユーザが検索クエリとして入力したワードによって示されるサービスを提供する Web ページを見つけるために入力するクエリである。つまり、サービス検索をする際にユーザが入力する検索クエリは、このトランザクショナルクエリである。また、Broder[1]や Rose[10]は、商業検索エンジンに入力される検索クエリの約25%以上がトランザクショナルクエリであることを報告しており、トランザクショナルクエリは重要な研究対象となっている。本研究では、検索クエリとしてこのトランザクショナルクエリが入力されることを想定している。

ユーザの検索意図を推定する方法、つまり、ユーザが入力した検索クエリがこの三つのタイプのうちのどれに当てはまるかを判別する研究も行なわれている。Kang[2]は、クエリタイプの分別のために、リンクのアンカーテキストとリンク付けされたオブジェクトの種類の間を用いて機械学習を行い、トランザクショナルクエリを判別する手法を提案した。この研究では、まず、リンクのアンカーテキストに、リンク付けされたオブジェクトの種類をタグ付けする。オブジェクトの種類例として、Site や Music, Service などがある。この種類により、リンク付けされたオブジェクトを「読む」のか「訪れる」のか「ダウンロードする」のかが分かる。そして、リンクのアンカーテキストから手がかりとなるようなワードを抽出し、そのキーワードとリンク付けされたオブジェクトの種類をクエリのタイプ別のテストデータとして学習を行い、トランザクショナルクエリの判別を行っている。本研究は、Web ページ中のリンクに着目している点でこの研究と関連していると言える。しかし、トランザクショナルクエリかどうかを判別するのではなく、Eligibility を測るために利用している点で異なると言える。

6.4 アンカーテキスト情報を利用した検索

アンカーテキストとは、HTMLページにおいてリンクが貼られているテキスト、つまり<A>タグに挟まれているテキストである。このため、アンカーテキストには、リンク先のWebページがどのような内容であるかを簡潔に記してあると言える。McBryan[3]は、このアンカーテキストを

利用することで、Web情報検索を改善できるのではないかと最初に提案した。以後、アンカーテキストを利用した情報検索について研究が行われている。

Tateishiら[4]は、アンカーテキストを重視したランキングの方法を提案した。まず、検索クエリを構成するワードがいくつページ中に含まれているかに応じてページをランキングする。その際、アンカーテキスト内に検索クエリを構成するワードが含まれていれば、そうでないものより上位にランキングする。しかし、この手法は、既存の検索システムOkapi[8]と比較し、精度が同等かそれに劣ると言う結果であった。阿部ら[9]は、この手法のアンカーテキスト内に検索クエリが含まれていれば無条件でランキングの上位に置くという点が問題であると指摘し、既存のコンテンツベース検索システムを基にすることで改善を試みた。その結果、4%程度の精度向上率が得られ、情報検索におけるアンカーテキストの有効性を明らかにした。本研究では、アンカーテキストだけではなく、そのリンク先ページの情報も利用してサービスサーチを行なおうとしている点で異なると言える。

7. まとめ

本稿では、まず、Webサーチとサービスサーチの相違点について議論し、サービスサーチに求められる新しい概念として、Eligibilityを提案した。また、Eligibilityの高いWebページを取得するためにクエリ変換と再ランキングという二つの方法があることを述べた。さらに、以下の点に着目することで、各WebページのEligibilityを測る手法を述べた。

- サービスを実行できる機能が備わっているか
- サービスを実行するために必要な情報が備わっているか
- 提供されるサービスの実行プロセスは安全であるか
- 提供されているサービス情報の発信者はそのサービス提供者自身であるか

その上で、これらのEligibilityをランキングの指標として用いた新たなサービスサーチを提案した。従来のWebサーチエンジンによって得られる検索結果を、Eligibilityのスコアによって再ランキングすることでそのサービスサーチを実現する手法についても述べた。

提案したシステムを実装し、BingのWebサーチエンジンとMAPの値を比較することで、そのサービス情報の検索へのある程度の有用性を示した。

しかし、今回行った評価実験は非常に小規模なものであり、提案システムがサービスサーチとしてどれほど有用であるかを十分示すには至っていない。今後は、実験用の検索クエリを幅広いトピックから選択し、提案システムに入力し結果を評価することで、提案システムの有用性を確認する。

また、5.4節の考察で述べたような、現時点で分かっている提案システムの改善点に加えて、より規模の大きな実験によってさらなる改善すべき点を発見し、提案システムをリファインすることでより精度の高いシステムを提案する。その一つとして、検索クエリを構成する語のうち、特にどのような語がユーザのサービス利用の意図を理解するために役立つかを分析し、検索クエリに重みづけをすることが今後取り組むべき課題である。

さらに、3.1節で述べたような、クエリ変換によってEligibilityの高いWebページを得ると言う方法についても今後取り組み、今回提案したリランキングと組み合わせることで、より有用なサービスサーチを提案したい。そのために、まず予備調査としてどのような検索クエリを入力すればより適切なサービス情報を得ることができるかを調べる必要がある。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金(研究代表者：田中克己，課題番号24240013)によるものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Broder, A. : A Taxonomy of Web Search. SIGIR Forum, pages 3-10, 36(2), (2002).
- 2) In-Ho Kang. Transactional query identification in web search. In AIRS, 2005.
- 3) Oliver A. McBryan. GENVL and WWW: Tools for taming the Web. In Proceedings of the First International Conference on the World Wide Web, Geneva, Switzerland, May 1994. CERN.
- 4) Kenji Tateishi, Hideki Kawai, Susumu Akamine, Katsushi Matsuda and Toshikazu Fukushima, "Evaluation of Web Retrieval Method Using Anchor Text", In Proceedings of the 3rd NTCIR Workshop Meeting, pp. 25-29, 2002
- 5) Seekda
<http://webservices.seekda.com/>
- 6) Google,
<http://www.google.com/>
- 7) Yahoo!
<http://www.yahoo.co.jp/>
- 8) S.E. Robertson and S. Walker, "Okapi/Keenbow at TREC-8", In Proceeding of the 8th Text Retrieval Conference, 1999
- 9) 阿部 匡史, 豊田 正史, 喜連川 優, "アンカーテキストとリンク構造解析を用いたWEB情報検索の改善," 第14回データ工学ワークショップ(DEWS2003), 2003.
- 10) D. E. Rose and D. Levinson. Understanding user goals in web search. In WWW '04, pages 13-19, 2004. ACM.
- 11) Takehiro Yamamoto, Tetsuya Sakai, Mayu Iwata, Yu Chen, Ji-Rong Wen and Katsumi Tanaka: "The Wisdom of Advertisers: Mining Subgoals via Query Clustering" Proceedings of the 21st ACM Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2012), October 2012.
- 12) Yahoo!Mindset
<http://mindset.research.yahoo.com/>
- 13) クリストファー・ラブロック, ヨッヘン・ウィルツ, "ラブロック&ウィルツのサービス・マーケティング" ピアソン・エデュケーション