

平成 13 年度

学士学位論文

活性化拡散モデルに基づく
ブックマークインターフェースの提案

A Proposal for a Bookmark Interface

Based on the Spreading-Activation Model

1020261 大澤 亮

指導教員 任 向実

2002 年 2 月 8 日

高知工科大学 情報システム工学科

要 旨

活性化拡散モデルに基づく ブックマークインターフェースの提案

大澤 亮

現在の Web ブラウザは、ブックマークを木構造ファイルシステムによって管理するインターフェースを提供している。しかし、このブックマークインターフェースは、その木構造に起因するいくつかの重大な問題を抱えている。本研究では、人の知識構造が木構造をしていないことに問題の根本的原因があると考え、木構造に代えて、人の知識構造により近い構造に基づくインターフェースを開発することで、問題の解決を図る。インターフェースの基となる知識構造モデルには、Collins & Loftus (1975) による「活性化拡散モデル」を採用した。本論文では、同モデルに基づくブックマークインターフェースを提案する。

キーワード ブックマークインターフェース, ブックマーク, 活性化拡散モデル, 知識構造, Web 空間

Abstract

A Proposal for a Bookmark Interface Based on the Spreading-Activation Model

Ryo OSAWA

Current Web browsers provide a bookmark interface based on a tree structure file system. However this interface has some serious problems. These problems may be attributed to the fact that the semantic memory structure of the human brain is not akin to a tree structure. This study attempts to solve these problems by developing a bookmark interface based on a structure which more accurately reflects the semantic memory of a human being. We adopted a "Spreading-Activation" model as the basis for a new type of interface and, based on this model, we propose a new bookmark interface.

key words Bookmark Interface, Bookmark, the Spreading-Activation Model, Semantic Memory Structure, Web Space

目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	従来のブックマークインタフェースの問題点	2
2.1	従来のブックマークインタフェースの問題点	2
2.2	問題点（1）ブックマークの分類・保守が困難	2
2.2.1	ブックマークの分類・保守が困難になる理由	2
2.2.2	具体例 1：分類における困難	3
2.2.3	具体例 2：保守における困難	3
2.3	問題点（2）ブックマークの選択が困難	4
2.3.1	ブックマークの選択が困難になる理由	4
2.3.2	理由 1：ブックマークの有用性が表現されない	4
2.3.3	理由 2：階層が存在する	4
2.4	問題点（3）ユーザにブックマーク登録を躊躇させる	4
第 3 章	活性化拡散モデルに基づく ブックマークインタフェースの提案	5
3.1	問題解決へのアプローチ	5
3.2	活性化拡散モデル	6
3.2.1	活性化拡散モデル	6
3.2.2	活性化拡散モデルにおける人の知識構造	6
3.3	活性化拡散モデルに基づく Web 空間モデル	7
3.4	インターフェースの構成と機能	8
3.5	補足：有用性の度合いについて	10
3.6	ブックマークの登録	10

目次

3.7	ブックマークの保守	12
3.8	本インターフェースの導入により期待できる効果	14
3.8.1	本インターフェースの導入により期待できる効果	14
3.8.2	効果（1）ブックマークの把握・選択が容易になる	15
3.8.3	効果（2）ブックマークの分類・保守が容易になる	15
3.8.4	効果（3）ユーザが気楽にブックマーク登録を行える	16
第4章 システムの補完と拡張		17
4.1	システムの補完と拡張	17
4.2	従来のブックマークインターフェースとの並存	17
4.2.1	活性化拡散モデルに基づくインターフェースの問題点とその対策	17
4.2.2	合同インターフェースにおけるブックマーク登録および保守	19
4.3	ブックマークの自動仮登録	20
4.4	Web ページの存在・更新情報の付加	21
4.5	ラベルによるブックマークの絞り込み	22
4.6	ブックマークの評価方法の再検討	23
4.7	ブックマークの表示数の再検討	25
第5章 実験（案）		26
5.1	実験（案）	26
5.2	ブックマークの表示数の決定	26
5.2.1	目的	26
5.2.2	方法	27
5.2.3	結果予測	27
5.3	ブックマーク選択における有効性の検証	28
5.3.1	目的	28
5.3.2	方法	28

目次

5.3.3 結果予測	29
5.4 ブックマーク登録における心理的抵抗軽減の検証	29
5.4.1 目的	29
5.4.2 方法	30
5.4.3 結果予測	30
第 6 章 おわりに	31
謝辞	32
参考文献	33

図目次

3.1 問題解決へのアプローチ	5
3.2 活性化拡散モデル	6
3.3 活性化拡散モデルに基づく Web 空間モデル	7
3.4 活性化拡散モデルに基づく仮想 Web 空間	9
3.5 キャッシュの働きによるブックマーク表示の変化	9
3.6 ラベリングによるブックマーク登録	11
3.7 Web ページの複数グループへの所属	12
3.8 「朝日新聞」のキャッシュ	12
3.9 「朝日」のホームページだけから「新聞」ラベルを剥す場合	13
3.10 「新聞」ラベルを貼られたすべてのホームページから「新聞」ラベルを剥す 場合	14
4.1 キャッシュ部とストレージ部	18
4.2 ブックマークの自動仮登録	20
4.3 Web ページの存在・更新情報の付加	21
4.4 ラベルによるブックマークの絞り込み	22
4.5 Web ページ閲覧の文脈によるブックマーク評価	24

第 1 章

はじめに

近年，インターネットは，WWW の爆発的普及により，従来に無い強力な情報メディアとして発展を続けている。しかし，その広大かつ動的な Web 空間を有用な情報獲得メディアとして活用するためには，ユーザは，自らが必要とする情報源 (= Web ページ) への参照 (= ブックマーク) を確保し，常にアクセスしやすいように管理しておく必要がある。

こうした要求に対し，現在の Web ブラウザは，ブックマークを木構造ファイルシステムによって管理するインターフェースを提供している。しかし，このブックマークインターフェースは，その構造上の理由から，次に示すような重大な問題を抱えており，今後，益々情報量が増加するであろう Web 空間ににおいて，適切なインターフェースであるとは考えにくい。

- (1) ブックマークの分類・保守が困難
- (2) ブックマークの選択が困難
- (3) ユーザにブックマーク登録を躊躇させる < (1) (2) の結果として>

こうした背景において，これまでにもブックマーク管理の支援を目的とした研究がいくつか行われている [1][2]。しかし，それらはいずれも，システムが木構造を前提としているか，大掛かりであるかして，上記の問題を抜本的に解決することは難しいと筆者は考えた。

本研究では，人の知識構造が木構造をしていないことに問題の根本的原因があると考え，木構造に代えて，人の知識構造により近い構造に基づく，より簡単でストレスの少ないブックマークインターフェースを開発することで，問題の解決を図る。インターフェースの基となる知識構造モデルには，Collins & Loftus (1975)[3] による「活性化拡散モデル」を採用した。本論文では，同モデルに基づくブックマークインターフェースを提案する。

第 2 章

従来のブックマークインターフェース の問題点

2.1 従来のブックマークインターフェースの問題点

現在の Web ブラウザが提供しているブックマークインターフェースは、ブックマークを木構造に基づき階層的に管理することを目的としている。しかし、このインターフェースは、その木構造に起因する重大な問題を抱えている。その問題とは、次のようなものである。

- (1) ブックマークの分類・保守が困難
- (2) ブックマークの選択が困難
- (3) ユーザにブックマーク登録を躊躇させる

本章では、これらの問題について考察する。

2.2 問題点（1）ブックマークの分類・保守が困難

2.2.1 ブックマークの分類・保守が困難になる理由

木構造に基づくブックマークインターフェースにおいて、ブックマークの分類・保守が困難になるのは、木構造の階層的で硬直的な性質が、Web 空間の多様性や動的性に本質的に馴染まないことによる。

2.2 問題点（1）ブックマークの分類・保守が困難

2.2.2 具体例1：分類における困難

登録したブックマークの増加に伴い、当然、それらの把握および選択は困難になる。ユーザは、ブックマークを分類し、整理することによって、こうした状況の回避を試みる。

しかし、インターネット上に存在するWebページは多種多様であり、また、1つのWebページが複数の属性を持つ場合も多い。したがって、それらのブックマークを木構造上でただ1つのディレクトリに分類することは、その判断が非常に難しい。

もちろん、木構造において、同一のブックマークを複数のディレクトリに分類するということも可能ではある。しかし、それは、「登録したブックマークの増加に伴う、それらの把握および選択の困難化を防ぐ」という分類のそもそもの趣旨に反する上に、WebページのURL変更や消滅に伴うブックマークの保守作業の手間を倍増させてしまうと考えられる。

2.2.3 具体例2：保守における困難

ブックマークを適切に分類していくためには、あらかじめ整合性の取れた木構造構成が完成されている必要がある。

しかし、Webページは、多種多様であるだけでなく、絶えず更新され、その内容を変化させている。また、多くのWebページが新たに誕生する一方で、消滅していくものも数知れない。このように多様かつ動的なWebページのブックマークを分類するにあたって、あらかじめ整合性の取れた完璧な木構造構成を想定しておくことは、まず不可能である。

したがって、ユーザは、場当たり的に木構造構成を決定し、ブックマークの分類を行っていくほかに方法はなく、その結果として、後々木構造構成が整合的で無くなった場合には、その再構成の必要に迫られることになる。

2.3 問題点（2）ブックマークの選択が困難

2.3 問題点（2）ブックマークの選択が困難

2.3.1 ブックマークの選択が困難になる理由

木構造に基づくブックマークインターフェースにおいて、ブックマークの選択が困難になる理由は次の2つである。

1. ブックマークの有用性が表現されない
2. 階層が存在する

2.3.2 理由1：ブックマークの有用性が表現されない

ブックマークには、それぞれ有用な場合と無用な場合とがあると考えられる。

しかし、木構造におけるブックマークの配置は、その動的な有用性とはまったく関係が無い。つまり、「階層の浅いディレクトリに格納されているブックマークはより有用で、深いディレクトリのものはそうでもない」などということは無いのである。

このように、インターフェースが、有用なブックマークと無用なブックマークとを区別せず同列に扱うことは、ユーザのブックマーク選択の妨害となる。

2.3.3 理由2：階層が存在する

ブックマークを分類することにより、木構造階層は深化していく（特に、木構造構成の整合性を追求するほど、そうなる傾向がある）。これに伴い、階層の深いディレクトリに格納されているブックマークへのアクセスは困難になる（マウス操作の手間が増えるため）。

2.4 問題点（3）ユーザにブックマーク登録を躊躇させる

(1) (2) の問題は、登録されたブックマークの数がそう多くない場合には、さほど深刻ではない。しかし、この事実は、ユーザにブックマーク登録を躊躇させ、有用なWebページを見逃す可能性を高めるという、決定的に不利な状況を引き起こすと考えられる。

第3章

活性化拡散モデルに基づく ブックマークインターフェースの提案

3.1 問題解決へのアプローチ

本研究では、人の知識構造が木構造をしていないことに前章で指摘した問題が問題として発現する根本的原因があると考え、木構造に代えて、人の知識構造により近い構造に基づく、より簡単でストレスの少ないブックマークインターフェースを開発することで、問題の抜本的解決を図る。つまり、人が自分自身の記憶を検索するのと同様のやり方でWebページを検索することが可能ならば、前章で指摘したような問題は発生しないであろうと考えたのである。この考え方を図示すると、図3.1のようになる。

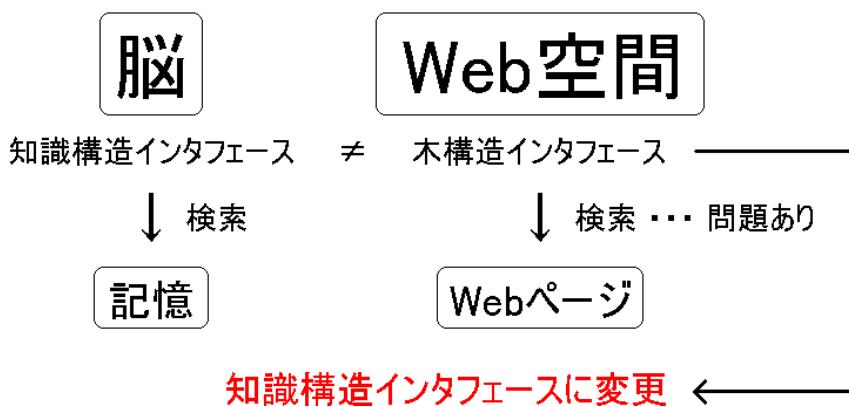


図3.1 問題解決へのアプローチ

3.2 活性化拡散モデル

3.2.1 活性化拡散モデル

本研究では、インターフェースの基となる知識構造モデルとして、Collins & Loftus (1975)[3]による「活性化拡散モデル」を採用した。同モデルは、Collins & Quillian (1969)[4]による木構造的な知識構造モデルの改良版として提唱されており、旧モデルでは説明のつかない「概念の分類反応時間」や「意味的プライミング」等、既存の認知心理学的な実験データをうまく説明することができるため[5][6]、知識構造モデルとしての信頼性が高いと考えられる。そして何より、同モデルは、ネットワーク構造を有することから、Web空間との親和性が高いと筆者は考えた。

3.2.2 活性化拡散モデルにおける人の知識構造

図3.2に示すように、活性化拡散モデルでは、人の知識構造は、連想関係にある概念ノード同士がリンクを介して結合する（階層の無い）ネットワーク構造として表現される。

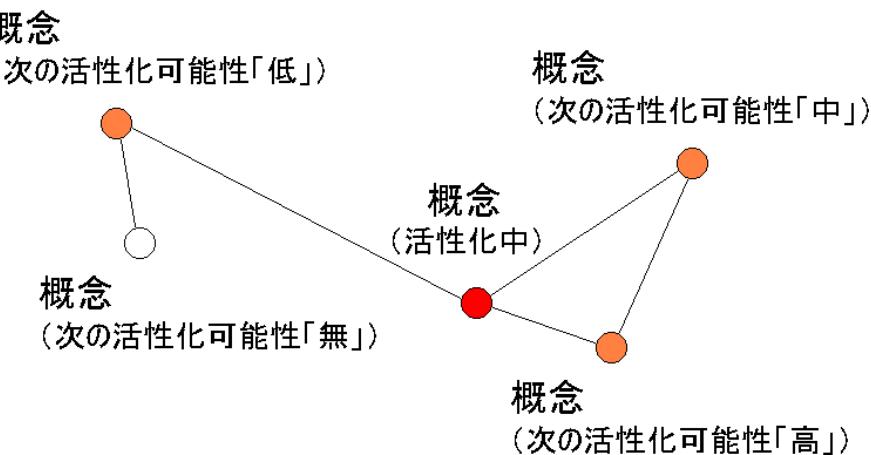


図3.2 活性化拡散モデル

3.3 活性化拡散モデルに基づく Web 空間モデル

ここで、リンクの長さ^{*1}は、概念ノード間の関係の強さを表し、それが短いほど関係が強いとされる。また、概念ノードがアクセス（＝想起）され活性化すると、その活性化がネットワークを通じて周囲の概念ノードに拡散する（つまり、連想が起きる）と考える。当然のことながら、活性化の拡散は、関係の強い概念ノード間において、より起こりやすい。

3.3 活性化拡散モデルに基づく Web 空間モデル

本研究における問題解決へのアプローチの方法は、「人の記憶検索と同様のやり方での Web ページ検索を可能にする」というものであった。この考えを実現するための準備として、Web 空間に人の知識構造と同様の構造を仮定する。

活性化拡散モデルを基に Web 空間のモデル化を試みると、図 3.3 のようになる。

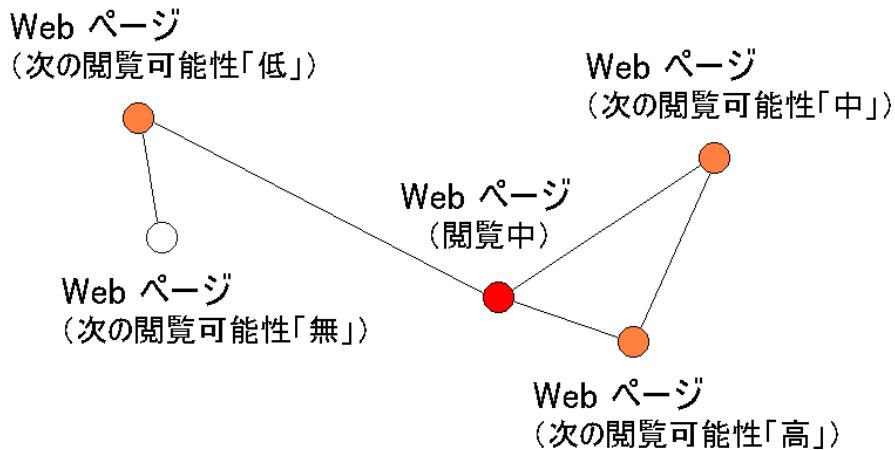


図 3.3 活性化拡散モデルに基づく Web 空間モデル

^{*1} 本来ならば、リンクの長さは、その向きによって異なると考えられる。具体的には、たとえば、「鳥」という概念から「カラス」という概念への連想関係の強さと、その逆の連想関係の強さは異なるということである。しかし、そのような状態を図で表現することは困難であるので、本論文における説明の上では、便宜上、この考えを無視する。ただし、本研究で提案するブックマークインターフェースには、この考えが反映される

3.4 インタフェースの構成と機能

すなわち、Web 空間は、関係のある Web ページ同士がリンクを介して結合するネットワーク構造として表現される。ここで、閲覧中の Web ページとリンクでつながっている Web ページは次に閲覧する可能性があり、中でもリンクが短いものほどその可能性が高い、ということになる。つまり、この Web 空間モデルにおいては、活性化拡散モデルにおける「活性化の拡散」が、ユーザが Web ページから Web ページへとジャンプし、閲覧 Web ページを変更することに対応している。

3.4 インタフェースの構成と機能

上記の Web 空間モデルに即した Web ページ検索を行うにあたって、ブックマークインターフェースに要求される基本的な機能は、次の 2 つである。

ユーザが閲覧する Web ページごとに

1. 「次に閲覧する可能性のある Web ページ（だけ）」を提示する機能
2. 「（提示された Web ページの）次の閲覧可能性の高低」を表現する機能

これらは、次のようにも言い換えられる。

ユーザが閲覧する Web ページごとに

1. 「有用性のあるブックマーク（だけ）」を提示する機能
2. 「（提示されたブックマークの）有用性の高低」を表現する機能

本研究では、Web ページごとに固有の「キャッシュ（cache）」を用意することで、以上の要求を満たすブックマークインターフェースを実現する。

キャッシュは、ユーザが閲覧する各 Web ページにおいて、次に閲覧する可能性があると考えられる Web ページのブックマークのみを保存・表示する。さらに、キャッシュは、ブックマークの表示順序により、その有用性の高低を表現する。

3.4 インタフェースの構成と機能

つまり、本インターフェースは、ユーザが閲覧する Web ページごとに、有用性があると考えられるブックマークだけを有用性の高い順に表示する動的なものである。

たとえば、図 3.4 に示す活性化拡散モデルに基づく仮想 Web 空間において、[A] ~ [E] の順に Web ページ閲覧を行うとすると、本インターフェースにおけるブラウザ画面上でのブックマーク表示は、図 3.5 に示すように変化する。

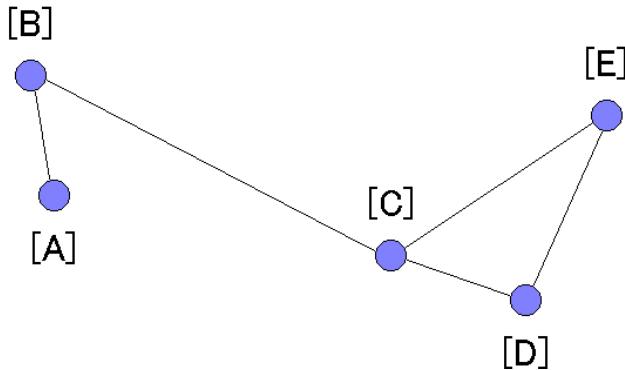


図 3.4 活性化拡散モデルに基づく仮想 Web 空間

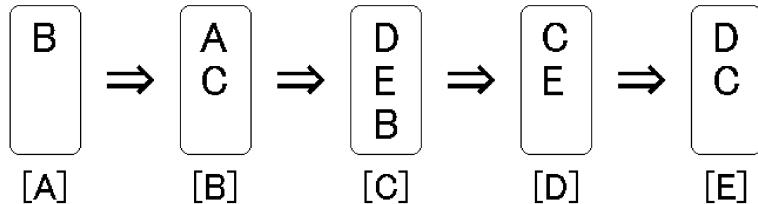


図 3.5 キャッシュの働きによるブックマーク表示の変化

なお、本インターフェースにおいて、ブックマークの有用性の高低を判断するのはシステムの役目であるが、有用性の有無を判断するのは、あくまでユーザの役目である。有用性の有無の判断は、キャッシュへのブックマーク登録という形で行われる^{*2}。一方、システムによる有用性の高低の判断は、「(閲覧中の Web ページにおいて) 最近使ったブックマークほど有用である」という規準に基づいて行われる。

^{*2} 言うまでも無く、キャッシュに登録されたブックマークは、そのキャッシュが属する Web ページにおいて有用性がある、ということである

3.5 補足：有用性の度合いについて

また、キヤッショに登録可能なブックマークの数に上限は無いが、数の増加によるブックマークの把握および選択の困難化を防ぐため、一度に画面表示されるブックマークの数は最大で「7」に制限される（参考：Miller[7] の「マジカルナンバー 7 ± 2」）。表示数が制限されても、有用性の高い順に表示される機能により、ユーザが求めるブックマークがなかなか表示されないという事態は、最小限に抑えられると考えられる。

3.5 補足：有用性の度合いについて

本インターフェースにおいて、ブラウザ画面に表示されるブックマーク間の距離は一定である。このことは、本インターフェースが、ブックマーク間に存在する有用性の順序にだけ焦点を当てており、有用性の度合いそのものについては考慮していないということを意味する。有用性の度合いについても考慮し、それに応じて表示するブックマーク間の距離を変化させるというインターフェースも考えられる（たとえば、有用性にあまり差が無ければ隣接させて表示、差が大きければ離して表示、というように）。しかし、それがユーザのブックマーク選択に有效地に働くかどうかについては疑問の余地が残るため、その採用は見送った。

3.6 ブックマークの登録

本インターフェースにおいて、各 Web ページにおけるブックマークの有用性の有無を判断するのはユーザの仕事であり、それは、キヤッショへのブックマーク登録という形で行われる^{*3}。しかし、無数に存在する Web ページのキヤッショそれぞれに1つ1つブックマーク登録を行うことは、ユーザの負担を考えると現実的ではない。したがって、本インターフェースには、新たなブックマークの登録方法が必須となる。

本インターフェースで採用するのは、Web ページにその属性を表すラベルを貼りつけ、同じラベルを持つ Web ページ同士をグループ化するという方法である。

^{*3} この作業には、ユーザに情報間（Web ページ間）の関係を意識させるという意味もある

3.6 ブックマークの登録

たとえば、図 3.6 に示すように、「読売」「毎日」「産経」「朝日」の各新聞社のホームページにユーザが「新聞」ラベル^{*4}を貼りつけると、システムがそれらのホームページを「新聞」グループと見なし、各ホームページのキャッシュそれぞれに、グループのメンバーである他の 3 紙のホームページのブックマークを自動的に登録する。

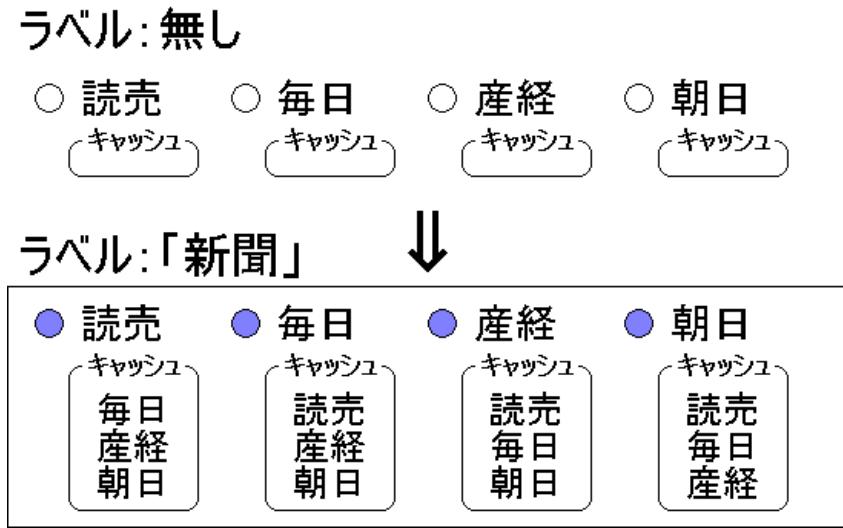


図 3.6 ラベリングによるブックマーク登録

この方法であれば、キャッシュごとに 1 つ 1 つブックマークを登録するよりもはるかに手間がかかるなくて済む。図 3.6 の例では、1 つ 1 つブックマーク登録を行う場合の作業回数は、(キャッシュあたりのブックマーク数) $3 \times$ (キャッシュの数) $4 = 「12」$ であるが、このラベリングによる登録では、ブックマーク登録の対象となる Web ページの数 (= キャッシュの数) と同じ「4」で済んでいる。一般に、両者の負担の差は、登録すべきブックマークの数が増加するにつれて開いていく。

^{*4} ラベルは、ユーザが自由に作成することができる

3.7 ブックマークの保守

また、図 3.7 に示すように、複数のラベルを貼りつけることにより、1つの Web ページを複数^{*5}のグループに所属させることも可能である。図 3.7 における「朝日新聞」ホームページのキャッシュは、図 3.8 に示す通りである（ただし、ブックマークの並びは順不同）。

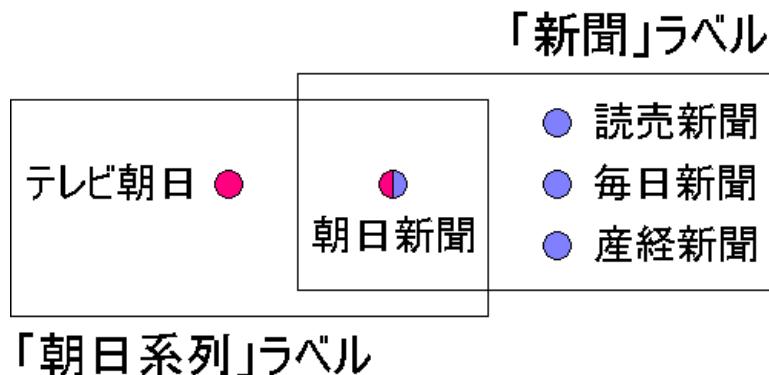


図 3.7 Web ページの複数グループへの所属

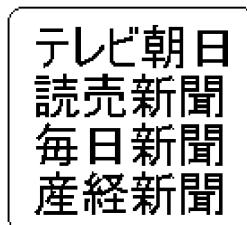


図 3.8 「朝日新聞」のキャッシュ

3.7 ブックマークの保守

本インターフェースにおけるブックマークの保守は、登録の場合と同様、ラベルを用いて行う。具体的には、Web ページに貼ったラベルを剥す、ラベルの名前を変更する、といった作業を行う。

^{*5} 上限は無い

3.7 ブックマークの保守

保守の際には、ラベルの影響範囲を次の3つの中から選択することができる。

1. ラベルが貼られている任意の1 Web ページ
2. 同一のラベルが貼られているすべての Web ページ
3. 同一のラベルが貼られている任意の複数 Web ページ

図3.6においてラベリングを行った新聞社のホームページからラベルを剥す場合を例に、1と2について説明する（3については省略）。

1. 影響範囲が「朝日」のホームページ1つだけの場合

図3.9に示す通り、「朝日」のホームページだけが「新聞」グループから除外される。

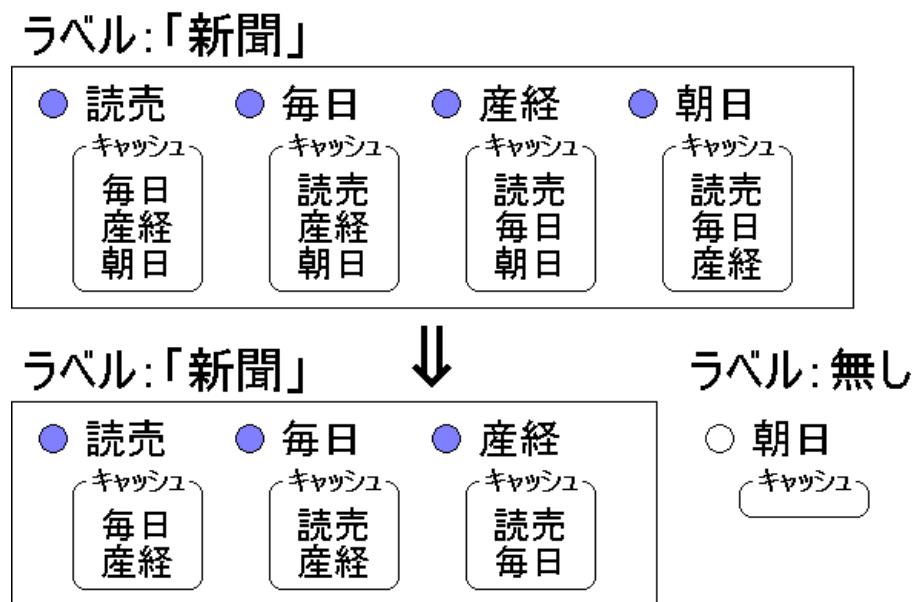


図3.9 「朝日」のホームページだけから「新聞」ラベルを剥す場合

3.8 本インタフェースの導入により期待できる効果

2. 影響範囲が「新聞」 ラベルを貼られたすべてのホームページの場合

図 3.10 に示す通り、「新聞」 グループが消滅する。

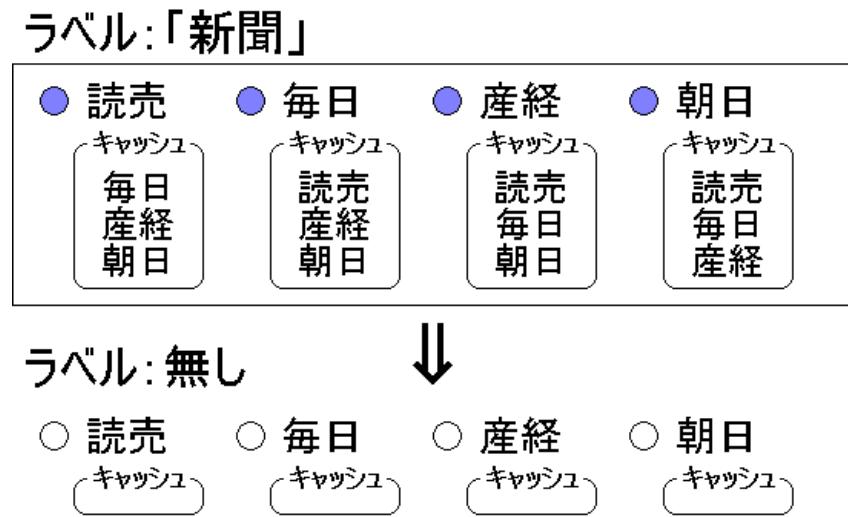


図 3.10 「新聞」 ラベルを貼られたすべてのホームページから「新聞」 ラベルを剥す場合

3.8 本インタフェースの導入により期待できる効果

3.8.1 本インタフェースの導入により期待できる効果

本章のまとめとして、本インタフェースを導入することによって期待できる効果について整理する。その効果とは、以下の通りである。

- (1) ブックマークの把握・選択が容易になる
- (2) ブックマークの分類・保守が容易になる
- (3) ユーザが気楽にブックマーク登録を行える

3.8 本インターフェースの導入により期待できる効果

3.8.2 効果（1）ブックマークの把握・選択が容易になる

本インターフェースでは、ユーザが閲覧する各 Web ページにおいて、有用性があると考えられるブックマーク（＝ユーザがキャッシュに登録したブックマーク）だけが有用性の高い順（＝最近使われた順）に表示される。また、表示されるブックマークは、その把握を容易にするため、一度に 7 つまでと制限される。以上の機能により、登録したブックマークの増加に伴い、その把握および選択が困難になるという状況は、起こりにくくなると考えられる。

また、本インターフェースにおいては、従来のインターフェースのような階層構造は存在せず、有用性の高いブックマークほど少ないマウス操作でアクセスすることが可能である⁶。この点からも、ブックマーク選択が容易になることが言える。

3.8.3 効果（2）ブックマークの分類・保守が容易になる

上述の通り、本インターフェースでは、登録したブックマークの増加に伴い、その把握および選択が困難になるという状況は、起こりにくくなると考えられる。そうであるとするならば、ユーザがいわゆる「分類」作業、すなわち木構造的な分類作業を行って、ブックマークを把握しやすくする必要性は生じない（そもそも、そのような機能をキャッシュは持たない）。ブックマークを登録する際に行う Web ページへのラベリングを敢えて分類と呼ぶこともできるであろうが、1 つの Web ページにラベルを何枚貼ろうとブックマークの把握および選択が困難になるわけではないので、ユーザが「分類」に頭を悩ますことは無いと言える。

また、木構造的な分類作業を行う必要が無いということは、木構造の再構成を行う必要も無いということであるから、本インターフェースにおいては、ブックマークの保守作業を行う必要性が減少すると予想される。保守作業自体も、ラベルの影響範囲を指定することによって効率的に行うことが可能であり、ユーザへの負担は少ないと考えられる。

⁶ 本インターフェースにおいて、有用性のより低いブックマークへアクセスする際に、より多くのマウス操作が必要となるのは、7 つ以下という表示数制限に伴うブックマークの表示切替作業が必要となるからである

3.8 本インターフェースの導入により期待できる効果

3.8.4 効果（3）ユーザが気楽にブックマーク登録を行える

本インターフェースを導入することによって期待できる（1）（2）の効果をまとめると、「ブックマークが増えても、ユーザの負担は増えない」ということになる。この効果により、ユーザがより気楽にブックマークの登録を行えるようになることが期待できる。

第4章

システムの補完と拡張

4.1 システムの補完と拡張

前章では、人の知識構造（に近いと考えられる構造）に基づくブックマークインターフェースとして、活性化拡散モデルに基づくブックマークインターフェースを提案し、その基本的な機能について説明した。しかし、本インターフェースを実用に耐え得るものにするためには、または、より使いやすいものにするためには、まだ検討すべき課題がいくつか残されている。本章では、それらの課題への対策として、以下に示すシステムの補完と拡張を提案する。

- 従来のブックマークインターフェースとの並存
- ブックマークの自動仮登録
- Web ページの存在・更新情報の付加
- ラベルによるブックマークの絞り込み
- ブックマークの評価方法の再検討
- ブックマークの表示数の再検討

4.2 従来のブックマークインターフェースとの並存

4.2.1 活性化拡散モデルに基づくインターフェースの問題点とその対策

本インターフェースにおける最大の問題点は、ユーザの求めるブックマークが閲覧中 Web ページのキャッシュに存在しない場合、それがブックマークインターフェースとしてまったく機能しないということである。

4.2 従来のブックマークインターフェースとの並存

この致命的欠陥に対し、本研究では、本インターフェースと従来のインターフェースとを機能別に並存させ、全体として効果をあげるという解決策を探る。つまり、この合同インターフェースにおいては、ユーザは、まず動的^{*1}な本インターフェースにアクセスし、それで求められるブックマークが見つからない場合には、従来の静的^{*2}なインターフェースにアクセスする、という流れで Web ページ検索が行われる。なお、これ以降、本研究で提案した活性化拡散モデルに基づく動的インターフェースの部分を「キャッシュ部」、従来の木構造に基づく静的インターフェースの部分を「ストレージ部」と呼ぶこととし、「本インターフェース」とは、このキャッシュ部とストレージ部からなる合同インターフェースのことを指すものとする。図 4.1 に示すのは、本インターフェースの画面イメージである。



図 4.1 キャッシュ部とストレージ部

*1 閲覧 Web ページごとに変化する

*2 閲覧 Web ページに関わらず変化しない

4.2 従来のブックマークインターフェースとの並存

4.2.2 合同インターフェースにおけるブックマーク登録および保守

キャッシュ部とストレージ部を並存させるにあたって、解決しなければならない問題が1つある。それは、ブックマークの登録および保守をどのような方法で行うかという問題である。もし、本インターフェースにおいて、キャッシュ部とストレージ部のブックマーク登録および保守を別々に行うとするならば、ユーザにかかる負担は従来のインターフェースのものよりもはるかに大きくなり、本インターフェースを導入する意味が無くなってしまう。したがって、ブックマーク登録および保守の方法には、何らかの工夫が必要になる。

この問題に対し、本研究では、キャッシュ部のラベルによるブックマーク登録および保守によって、ストレージ部のブックマーク登録および保守を兼ねるという方法を提案する。

たとえば、それは、ユーザがWebページにラベルを貼りつけると、システムにより、そのラベルと同じ名前を持つ（ストレージ部の）ディレクトリに、そのWebページのブックマークが自動的に登録されるという方法である（同名のディレクトリがストレージ部に存在しなければ、システムが新たにディレクトリを作成する）。より具体的には、「日経新聞」のホームページにユーザが「新聞」ラベルと「経済」ラベルを貼りつけたとすると、システムにより、ストレージ部の「新聞」ディレクトリと「経済」ディレクトリに、「日経新聞」ホームページのブックマークが自動的に登録されるという方法である。保守の場合もこれと同様の流れで行われる。

この方法であれば、ユーザはキャッシュ部のブックマーク登録および保守だけを意識していれば良い。更に、1度でもどこかのキャッシュに登録したブックマーク（= 1度でもラベルを貼りつけたWebページのブックマーク）は、必ずストレージ部に存在していることになるため、求めるブックマークがキャッシュに無い場合の「保険」としての役割を、ストレージ部に期待できるようになる。

なお、ストレージ部では、従来の方法でのブックマーク登録および保守も可能である。検索エンジン等の非常に汎用性が高いWebページのブックマークは、キャッシュに登録するよりも、ストレージ部のルート階層に登録する方が、作業コスト対効果が高いと考えられる。

4.3 ブックマークの自動仮登録

ブックマーク登録を行うためには、ユーザは、Web ページの有用性の有無を、それを閲覧しているその場で判断する必要がある。しかし、常にそのようなことが可能であるとは限らないし、また、閲覧中の Web ページを有用と判断した場合でも、ユーザがたまたまそのブックマーク登録を面倒と思ったり、忘れたりするということがあるかもしれない。

このような、ユーザがブックマーク登録のチャンスを逸してしまうという問題の対策として、ブックマーク登録をある程度自動化するということが考えられる。具体的には、図 4.2 に示すように、ユーザが、Web ページ [A] から Web ページ [B] へとジャンプした際に、[A][B] 双方のキャッシュに互いのブックマークが自動的に登録されるという機能をシステムに追加する。

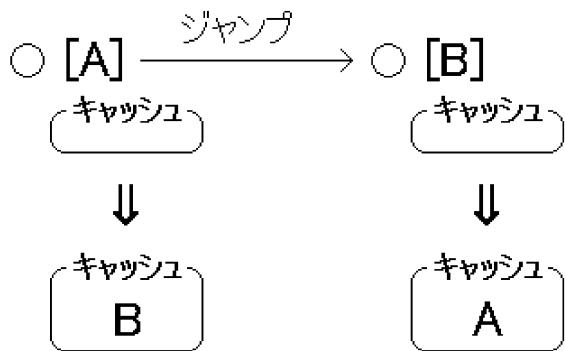


図 4.2 ブックマークの自動仮登録

しかし、この機能は、Web ページ間の意味的な関係は一切考慮せずに、閲覧順序だけによってそれらの関係を見出そうとする、非常に単純なものであるから、これを無制限に使用すると、キャッシュの中身がすぐに無関係なブックマークで一杯になってしまふことが予想される。したがって、キャッシュに占める自動登録ブックマークの数または割合は、制限される。また、同じ理由で、ある一定期間、自動登録されたブックマークが使用されなかった場合、それは自動的に削除される。つまり、この自動登録は、あくまでも仮の登録として扱われ、そのブックマークの有用性も低く判断される。ただし、この自動仮登録ブックマークをユーザがあとから正規のブックマークとして登録し直すことは、もちろん可能である。

4.4 Web ページの存在・更新情報の付加

なお、この機能は、ユーザによっては余計なものでしかない場合もあると考えられるので、オプションとする。

4.4 Web ページの存在・更新情報の付加

Web 空間は、人の脳とは異なり、検索すべき情報 (= Web ページ) がユーザの知らないうちに消滅していたり、更新されていたりする。当然のことながら、存在しない Web ページにアクセスするのは時間の無駄であるし、更新された Web ページの情報価値はより高い可能性が大きい。したがって、Web ページが存在しているかどうか、または更新されているかどうか、といった情報がブックマークに付加されれば、ユーザは Web ページ検索をより快適に行うことができると考えられる。

しかし、この機能をキャッシュ部およびストレージ部のすべてのブックマークに適用するのは、システムの負担が大きく、現実的ではない。したがって、本インターフェースでは、その適用をキャッシュ部の画面表示ブックマーク（多くても 7つ）に制限する。この方式ならば、有用性が高いと考えられるブックマークから順番に、選択的に情報を付加することになり、すべてのブックマークに情報を付加する場合と比較しても、あまりその効果を落とさずに済む。図 4.3 に、本機能を適用したキャッシュ部の画面イメージを示す。



図 4.3 Web ページの存在・更新情報の付加

4.5 ラベルによるブックマークの絞り込み

本インターフェースにおけるキャッシュ部のブックマークは、システムにより有用性が高いと判断される順に画面表示される。しかし、システムによる有用性の評価が常にユーザの嗜好に合うとは限らない。このような場合への対策として、ラベルによってブックマークを絞り込み、その選択を容易にするということが考えられる。図 4.4 は、この操作を行った際のキャッシュ部の変化を示したものである（イメージ）。なお、図中のラベル「なし」は、ブックマークが自動仮登録によるものであることを示す。

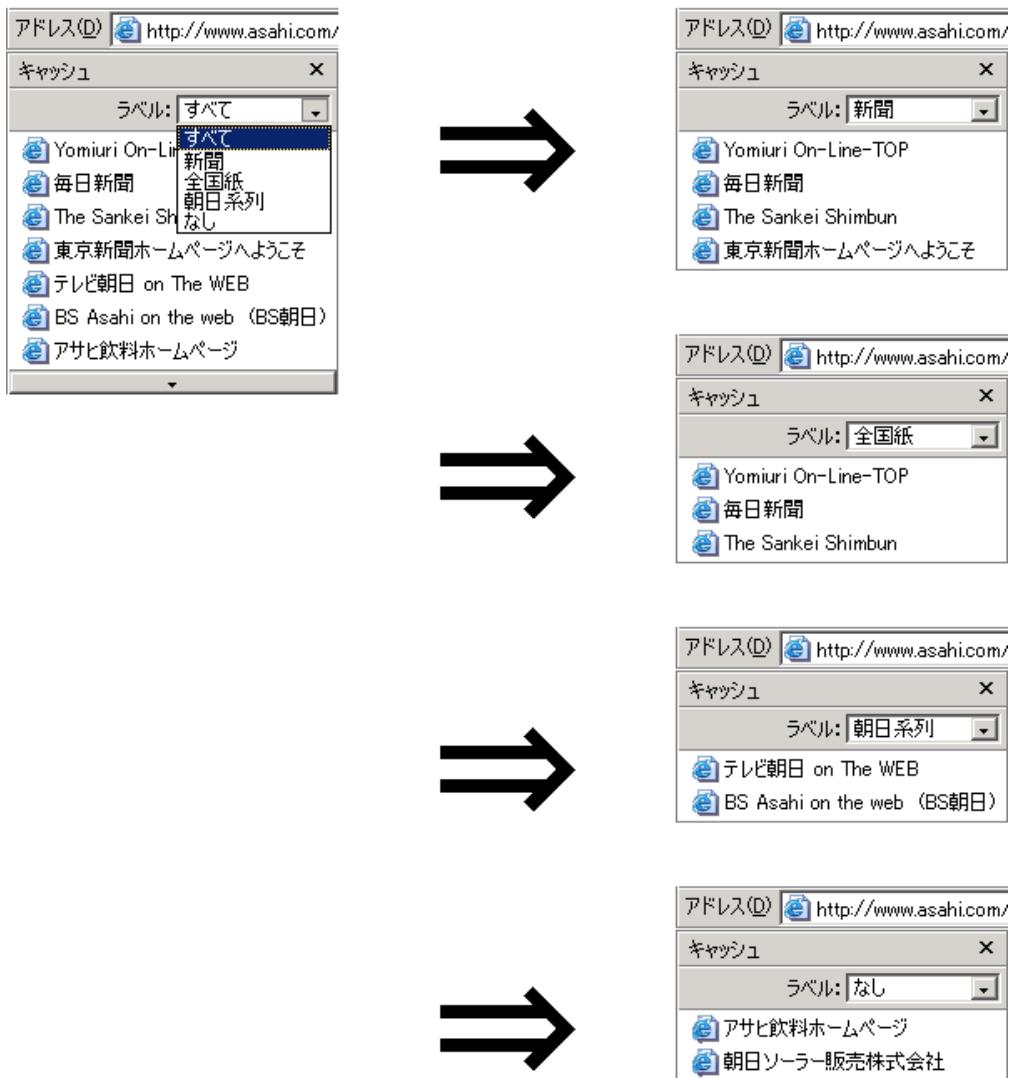


図 4.4 ラベルによるブックマークの絞り込み

4.6 ブックマークの評価方法の再検討

キヤッショ部におけるブックマークの評価規準は、「(閲覧中の Web ページにおいて) 最近使ったブックマークほど有用性が高い」というものであった。しかし、これは、Web ページ間の関係の一面にしか注目していない、非常に単純な規準であり、この「使用の時間間隔」の他にも、考慮すべき基準^{*3}が多い。たとえば、以下に示すような基準^{*4}が考えられる。

「使用の頻度」…………そのブックマークは、どれくらいの頻度で使用されているか
 「使用の周期」…………そのブックマークは、どのくらいの周期で使用されているか
 「使用の文脈」…………そのブックマークは、Web ページ閲覧の文脈に沿っているか
 「Web ページの存在」…………そのブックマーク先 Web ページは、存在しているか
 「Web ページの更新日時」…そのブックマーク先 Web ページの更新日時は、いつか

以上の基準の中で、「使用の頻度」と「使用の周期」の 2 つは、Web ページごとにブックマークの利用履歴を記録しておく必要があり、システムにかかる負担が大きいと考えられるが、それに見合った効果が得られるかどうかについては、疑問が残る。一方、「Web ページの存在」と「Web ページの更新日時」の 2 つは、Web 空間の変動に伴い、ブックマークの評価を大きく変化させるため、ユーザを戸惑わせる可能性が高いと予想される（たとえば、普段良く使っているブックマークがなかなか画面に表示されなくなるなど）。また、これら 2 つの基準は、先に提案した通り、ブックマークに Web ページの存在・更新情報を付加するという方法で反映させることも可能である。したがって、以上の 4 つは、無理に評価基準として採用する必要は無いと考えられる。そこで、本研究では、実際的かつ効果的な評価方法として、「使用の文脈」と「使用の時間間隔」を組み合わせた次のような方法を提案する。

1. まず、Web ページ閲覧の文脈に沿うブックマークほど有用性が高いと判断する
2. 次に、最近使ったブックマークほど有用性が高いと判断する

^{*3} 規準と基準を区別に注意

^{*4} 当然のことながら、これらの基準には、「閲覧中の Web ページにおいて」という条件が付く

4.6 ブックマークの評価方法の再検討

つまり、この方法は、まず、ブックマークを Web ページ閲覧の文脈に沿う度合いに応じていくつかの段階に順序づけ、さらにそれぞれの段階の中で最近使った順に順序づける、というものである。

この評価方法において、ブックマークが Web ページ閲覧の文脈に沿っているかどうかについては、そのブックマーク先 Web ページに貼りつけられているラベルによって判断される。具体的には、閲覧中の Web ページと一つ前に閲覧した Web ページに共通して貼られているラベルが Web ページ閲覧の文脈と見なされ、それと同じラベルがブックマーク先 Web ページにいくつ貼られているかによって、そのブックマークの評価が決められる。

以下、図 4.5 を例に、更に詳しく説明する。

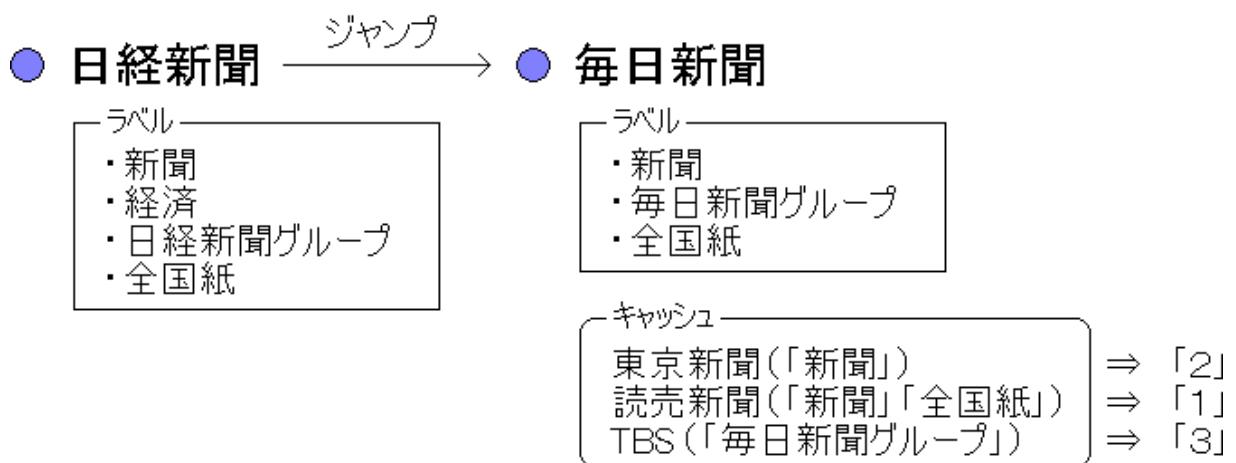


図 4.5 Web ページ閲覧の文脈によるブックマーク評価

- (1) 今、ユーザが「日経新聞」から「毎日新聞」へと閲覧 Web ページを移したとする
- (2) このとき、「日経新聞」と「毎日新聞」には、「新聞」ラベルと「全国紙」ラベルが共通して貼られているとする
- (3) システムは、この時点における Web ページ閲覧の文脈を「新聞」「全国紙」の両方、またはそのどちらかと判断する
- (4) システムは、「毎日新聞」において、以下の順に有用性が高いと判断する

4.7 ブックマークの表示数の再検討

1. 読売新聞（2つのラベルが文脈に合致）
2. 東京新聞（1つのラベルが文脈に合致）
3. TBS（文脈に合致するラベル無し）

4.7 ブックマークの表示数の再検討

キヤッショ部におけるブックマークの表示数は、Miller の「マジカルナンバー 7 ± 2 」を参考に「7」とした。しかし、これは、人の短期記憶に収まるチャンク（＝情報のひとかたまり）数の限界を表す数であり、人がひと目で把握できるブックマーク数とは異なる可能性も高い。したがって、キヤッショ部に表示するブックマークの数は、実験よってより適当な値を求める必要がある。

第 5 章

実験（案）

5.1 実験（案）

本研究で提案した活性化拡散モデルに基づくブックマークインターフェース¹は、未だ実装には至っていないため、その評価実験を行うことはできない。そこで、本章では、現段階で考えられる実装の前提実験案および実装後の評価実験案を提示し、その結果について予測する。実験項目は以下の通りである。

- ブックマークの表示数の決定
- ブックマーク選択における有効性の検証
- ブックマーク登録における心理的抵抗軽減の検証

5.2 ブックマークの表示数の決定

5.2.1 目的

本実験の目的は、キヤッシュ部における最適なブックマーク表示数を求ることである。キヤッシュ部に表示されるブックマークは、その数が多すぎると把握することが困難になり、また、少なすぎると求めるものがすぐには表示されない可能性が高くなる。したがって、ブックマークの表示数としては、それらの把握が容易と認められる範囲で、できるだけ大きな数が望ましい。

¹ ここでは、システムの補完と拡張がなされた、キヤッシュ部とストレージ部からなるインターフェースを指す

5.2 ブックマークの表示数の決定

5.2.2 方法

ブックマークの表示数を決定するためには、各表示数における「ブックマークの把握のしやすさ」を測り、それらを比較する必要がある。本実験では、そのブックマークの把握のしやすさを、被験者がブックマーク選択に要する時間によって測る。つまり、その選択時間が短いほど、ブックマークの把握が容易であると仮定する。具体的な実験手順は、以下の通りである。

1. 実験するブックマーク表示数を設定する（5～20程度）
2. 複数（5名以上）の被験者に順不同に並べられたブックマーク列を提示し、その中から実験者が指定するブックマークを選択させる
3. ブックマーク列の提示から指定ブックマーク選択までの被験者の反応時間を測る
4. 2～3を複数回（3回程度）繰り返し、その表示数での平均反応時間を得る
5. 実験するブックマーク表示数を変更し、2～4を繰り返す
6. 最後に、以上の実験で得られた各表示数での平均反応時間を比較し、最もパフォーマンスの良い表示数を決定する

5.2.3 結果予測

先にも触れた通り、キャッシュ部におけるブックマークの表示数は、Millerの「マジカルナンバー7±2」を参考に「7」前後が適切であると予測している。

なお、この実験結果は、「ブックマークの表示サイズ」や「ブックマーク間の距離」といったパラメータに干渉を受けることが予想される。これらのパラメータの変化をも考慮した実験を行うことができれば、キャッシュ部におけるブックマーク表示数を状況に応じて自動的に最適なものに変化させるインターフェースも考えられる。

5.3 ブックマーク選択における有効性の検証

5.3.1 ブックマーク選択における有効性の検証

5.3.1.1 目的

本実験の目的は、本インターフェースが、従来のインターフェースに比較して、ブックマークの選択においてより有効であること、すなわち、ブックマーク選択が容易であることを証明することである。

5.3.1.2 方法

両インターフェースのブックマーク選択における有効性を比較するためには、「ユーザがブックマークへのアクセスを意図してから実際にアクセスするまでにかかる時間」を比較したいところであるが、そのようなことを客観的に測定することは困難である。そこで、本実験では、その代替案として、「ブックマークにアクセスする際のマウス操作にかかる平均ステップ数」を比較するという方法を探る。つまり、マウス操作にかかる平均ステップ数が少ないほどブックマーク選択が容易であると仮定する。なお、便宜上、1ステップ = 1クリックとする。具体的な実験手順は、以下の通りである。

1. ある一定期間（2ヶ月以上）ずつ、複数（10名以上）の被験者に両インターフェースを使用してもらう
2. 使用期間中、被験者がブックマークアクセスに要したステップ数をすべて記録しておく（もちろん、記録作業はシステムが自動的に行う）
3. 定期的（たとえば、半月ごと）に、各インターフェースにおける平均ステップ数を計算し、両者を比較する

5.4 ブックマーク登録における心理的抵抗軽減の検証

5.3.3 結果予測

本実験の結果は、インターフェースの使用期間に大きく影響されると考えられる。

使用期間が短いうちは、ブックマーク登録があまり行われていないため、従来のインターフェースにおける木構造はさほど肥大化していないことが予想される一方、本インターフェースにおけるキャッシュも充実していないと考えられる。したがって、この期間は、両インターフェースが共に浅い階層からなる木構造中心のインターフェースになる^{*2}と予想され、両者のマウス操作に要する平均ステップ数にはあまり差が出ないか、または、ラベリングを行うことで自動的にディレクトリが作成される本インターフェースでの平均ステップ数の方が、むしろ多くなると予測している。

しかし、使用期間が長くなると、多くのブックマークが登録され、従来のインターフェースにおける木構造が肥大化する一方で、本インターフェースにおいてはキャッシュが充実し、ユーザの主たるアクセス対象が（階層がある）ストレージ部から（階層が無い）キャッシュ部に移ると考えられるため、本インターフェースにおける平均ステップ数の方が少なくなると予測している。

5.4 ブックマーク登録における心理的抵抗軽減の検証

5.4.1 目的

本実験の目的は、本インターフェースのブックマーク登録時における心理的抵抗が、従来のインターフェースに比較して小さいこと、すなわち、本インターフェースの方が気楽にブックマーク登録を行えることを証明することである。

^{*2} 本インターフェースではストレージ部中心

5.4 ブックマーク登録における心理的抵抗軽減の検証

5.4.2 方法

心理的抵抗の比較は、両インターフェースにおいて登録された正味^{*3}のブックマーク数を比較することによって行う。つまり、ユーザがより多くのブックマークを登録したということは、登録時における心理的抵抗がより小さかったからであると仮定する。具体的な実験手順は、以下の通りである。

1. ある一定期間（2ヶ月以上）ずつ、複数（10名以上）の被験者に両インターフェースを使用してもらう
2. 使用期間終了後、または使用期間中定期的に、それぞれのインターフェースにおいて登録された正味のブックマーク数を比較する

5.4.3 結果予測

使用期間にかかわらず、本インターフェースにおけるブックマーク登録数の方が多いと予測している。

^{*3} 本インターフェースにおいては、同一のブックマークが複数のキャッシュに登録されるのが普通であるが、これを1つと数える

第 6 章

おわりに

本論文では、人の知識構造（に近いと考えられる構造）に基づくブックマークインターフェースとして、活性化拡散モデルに基づくブックマークインターフェースを提案した。

本インターフェースの「ユーザが閲覧する Web ページごとに有用性のあるブックマークだけを有用性の高い順に表示する」という機能により、従来のインターフェースにおける次のような問題の解決が期待できる。

- (1) ブックマークの分類・保守が困難
- (2) ブックマークの選択が困難
- (3) ユーザにブックマーク登録を躊躇させる

今後の課題としては、まずシステムの実装、そしてその評価実験を挙げることができるが、評価を行うには、まだシステムとして不完全であるという点は否めない。特に、キャッシュ部の欠陥を補完するために従来のインターフェースをそのまま引き継いだストレージ部には、改善の余地が多い。したがって、もう一度、更なるシステムの改善・詳細化を検討する必要がある。

謝辞

本研究を御指導頂いた高知工科大学工学部情報システム工学科 任向実先生に心から感謝致します。

本論文を審査して頂く竹田史章先生、菊池豊先生、情報システム工学科の先生方にも感謝致します。

また、この一年間、筆者を支えてくれたすべての仲間に感謝します。

最後に、筆者を大学にまで進ませてくれた両親に感謝します。

参考文献

- [1] 青山慎吾, 平嶋宗, 竹内章 : WWW から収集した情報の知的整理支援システムの設計・開発, 情報処理学会第 61 回全国大会講演論文集 (4), 169-170 (2000).
- [2] 山本高敬, 稲葉晶子, 豊田順一 : ブックマーク管理を支援するシステムの提案, 情報処理学会第 61 回全国大会講演論文集 (4), 171-172 (2000).
- [3] Collins, A. M. & Loftus, E. F. : A Spreading-Activation Theory of Semantic Processing, *Psychological Review*, 82, 407-428 (1975).
- [4] Collins, A. M. & Quillian, M. R. : Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247(1969).
- [5] 高野陽太郎 (編) : 認知心理学 2 記憶, 東京大学出版会 (1995).
- [6] 箱田裕司・鈴木光太郎 (監訳) : 認知心理学と人間の情報処理 II, サイエンス社 (1988).
- [7] Miller, G. A. : The magical number seven, plus or minus two : Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97(1956).
- [8] 行場次朗・箱田裕司 (編著) : 知性と感性の心理 認知心理学入門, 福村出版 (2000).
- [9] 市川伸一・伊東裕司 (編著) : 認知心理学を知る (第 3 版), ブレーン出版 (1996).
- [10] 伊藤進 : はじめての認知心理学, 川島書店 (1994).