

平成 17 年度

筑波大学第三学群情報学類

卒業研究論文

題目 フリーハンドの書き込みを利用して
ページの蓄積・管理を行う Web ブラウザ

主専攻 情報科学

著者名 宮崎 裕久

指導教員 田中 二郎、三末 和男、志築 文太郎、高橋 伸

要 旨

情報収集の手段として、Web はますます重要なものになってきている。Web を利用して情報収集を行うときには主に Web ブラウザが利用される。ブラウザを用いて Web ページを閲覧することで、そこに記載された情報を集めることができる。有益な情報を持つページを見つけたとき、ユーザはそのページを何らかの手段で保存しようとする。このとき、従来のブラウザが持つ機能では不便に感じることもある。本研究では、従来の機能の問題点を考察し、ページを保存するために求められる機能を確認した。そして、フリーハンドの書き込みを利用することで、ページの蓄積・管理を行う Web ブラウザを提案した。さらに、フリーハンドの書き込みを利用するブラウザ Markerpen を実装した。

目次

第 1 章	序論	1
第 2 章	Web を利用した情報収集の考察	2
2.1	従来の手法	2
2.1.1	ブックマーク	2
2.1.2	履歴	3
2.1.3	ローカルに保存	3
2.2	ユーザの要求	4
第 3 章	フリーハンドの書き込みを利用したブラウザの提案	5
3.1	フリーハンドの書き込みの利用	5
3.2	ページの保存	6
3.3	閲覧方法	6
3.4	検索	7
第 4 章	書き込みを利用するブラウザ Markerpen	9
4.1	Markerpen の機能	9
4.2	基本的な使用法	10
4.3	情報収集への利用	11
4.4	ページのカテゴリ分け	13
第 5 章	Markerpen の実装	15
5.1	開発環境	15
5.2	フリーハンドの書き込み	15
5.3	ページの保存	17
5.4	ページの閲覧	17
5.5	ページの検索	17
第 6 章	関連研究	19
第 7 章	結論	20
謝辞	21
参考文献	22

目次

図 1	項目が多くなったブックマークのサイドバー	3
図 2	書き込みの種類	6
図 3	書き込みを利用した検索	8
図 4	Markerpen の実行画面	10
図 5	星型の記号を書き込む	11
図 6	「ユビキタス・コンピューティング」に関するページの検索	12
図 7	記号によるカテゴリ分け	13
図 8	複数のカテゴリに属するページ	14

第1章 序論

今日、Web は重要な情報源のひとつである。Web 上にはニュースなどの一般的な分野から趣味や学術研究のような専門的な分野に渡る、様々な文章・画像・音声が存在する。発信者も公的機関や企業、個人と様々で、その情報量は膨大である。また、Web 上の情報は更新が比較的早いので、最新の情報を得易いという特徴がある。情報収集の手段として、Web は欠かせないものになっている。

Web を利用して情報収集を行う際には、Internet Explorer[1]や Firefox[2]のような Web ブラウザが主に利用される。Web ブラウザを用いて Web ページが置かれた URL にアクセスすることで、ページに記載された情報を得ることができる。ユーザは Web ページのリンクをたどったり、検索エンジンを利用したりすることで様々なページを閲覧し、情報を集めていく。ページを保存することで、集めた情報を蓄積することができる。しかし、現在一般的に使われているブラウザは保存のための機能が十分であるとは言えない。ユーザが多くの情報を集める際に、不便に感じることもある。

本研究の目的は、従来の機能の問題点を解決したシステムを開発することで、Web を利用した情報収集を支援することである。ページの蓄積・管理をスムーズに行えるようにすることで、ユーザが多くのページから情報を集め、有効利用するのを手助けする。

本研究では情報収集を支援するために、フリーハンドの書き込みを有効利用する。書き込みを利用することで、ユーザが文章を理解するのを助けるだけでなく、ユーザがそのページに興味があるかどうかをシステムが知ることもできる。これによって、効率的なページの保存が可能になる。さらに、書き込みを利用したページの検索方法も提案する。

本論文の構成は以下の通りである。本章では Web を利用した情報収集の現状と研究の目的を述べた。第 2 章では現在一般的に使われているブラウザの機能を考察し、ページの保存に利用する際の問題点を明らかにする。そして Web を利用した情報収集を支援するために求められる機能を確認する。第 3 章ではフリーハンドの書き込みを利用したシステムを提案する。第 4 章でフリーハンドの書き込みを利用したブラウザである Markerpen の機能を説明し、第 5 章では Markerpen の実装について述べる。第 6 章では関連研究を紹介し、第 7 章で結論を述べる。

第2章 Web を利用した情報収集の考察

有益な情報や、気になる情報が記載されたページを見つけたとき、ユーザは何らかの方法でそのページを保存しておきたいと考える。そのようなページは何度も読み返す可能性が高いからである。

Web ブラウザは、ページを保存することができる機能をいくつか備えている。この章では、ユーザが興味を持ったページを保存するために用いる従来の機能の問題点を考察し、Web を利用した情報収集を支援するためにはどのような機能が求められているかを確認する。

2.1 従来の手法

Web ページを保存する手段として、従来の Web ブラウザは次のような機能を備えている。「ブックマーク」、「履歴」、そして「ローカルに保存」という機能である。「興味を持ったページを保存し、後で読み返す」という場面における、それぞれの機能の利点・欠点について考察する。

2.1.1 ブックマーク

ブックマークは、よく読むページや気に入ったページの URL をブラウザに登録する機能である。登録されたページは、サイドバーやポップアップメニューにページのタイトルが一覧表示される。タイトルをクリックすることで、そのページを開くことができる。ブックマークを用いれば、ユーザは興味を持ったページを保存することができる。後で読み返すためには、サイドバーあるいはポップアップメニューから読みたいページを開けばよい。

ブックマークの問題点は、ページの内容が変更されたら、以前の情報が失われてしまう可能性があることである。これは、ブックマークがページそのものではなく、ページの URL を保存しているためである。また、登録したページが増えると、ブックマーク一覧に表示される項目の数が多くなり、目的のページを見つけることが難しくなる。図 1 は、ブックマークに大量のページを登録したブラウザの実行画面である。ブラウザの左側に表示されているのがサイドバーである。表示される項目が多く、使いにくくなってしまっている。そうならないためには、ユーザは自分でブックマークを分類し、フォルダに分けて整理する必要がある。しかし、ページを大量に保存する場合には、この作業は情報収集を妨げるほどの負担になってしまう。

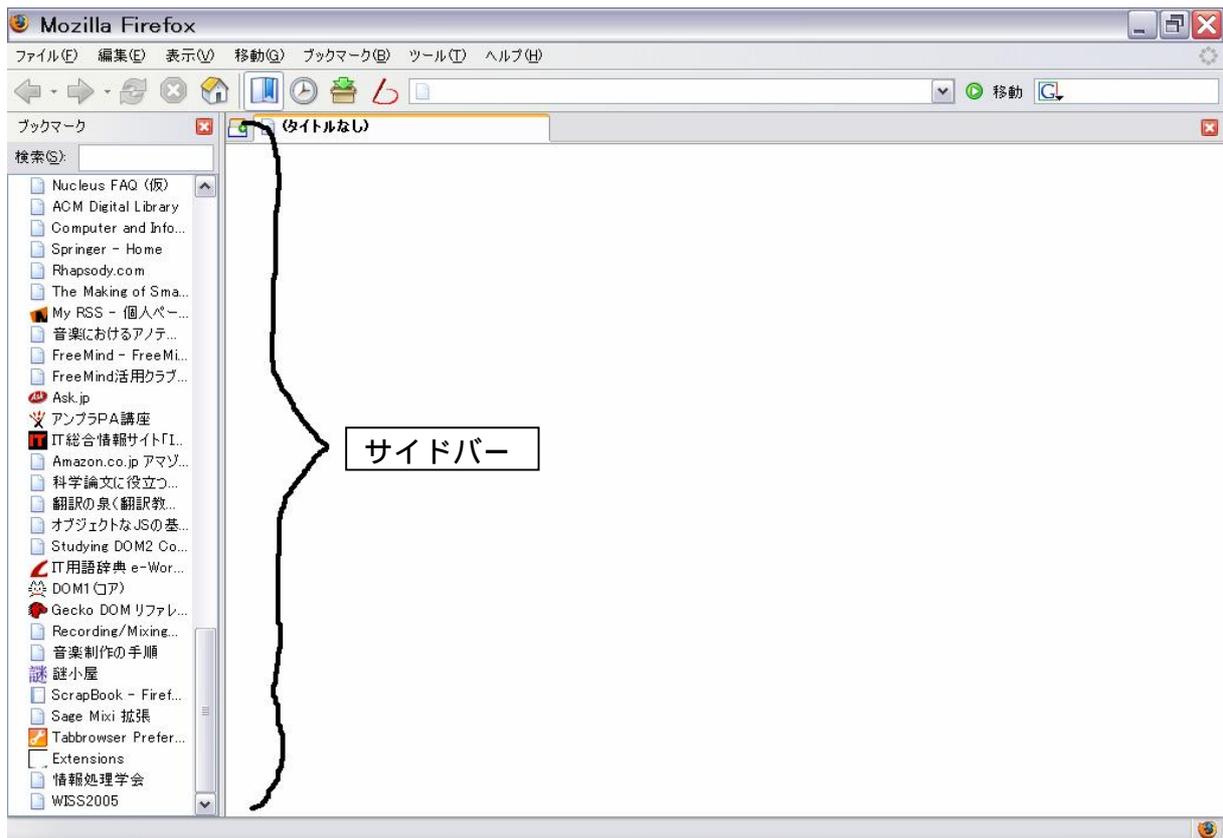


図 1 項目が多くなったブックマークのサイドバー

2.1.2 履歴

履歴は、過去に開いたページのタイトルをサイドバーに一覧表示する機能である。一度開いたページは、サイドバーのページタイトルをクリックすることで再び開くことができる。履歴は、開いたページの URL をすべて保存しているため、ユーザが興味を持ったページは自動的に追加されている。興味を持ったページをもう一度読みたい場合には、履歴からそのページを探し出せばよい。

履歴は、ユーザがそのページに興味を持っているかどうかに関わらず、すべてのページの URL が保存されている。そのため、保存された URL の数が膨大になり、履歴から目的のページを探すには大きな負担がかかる。また、ブックマーク同様 URL を保存しているため、ページの内容が変更される恐れがある。

2.1.3 ローカルに保存

ブラウザには、ページの HTML ソース及びページに含まれる各種のファイルを、ローカルに保存する機能がある。ページを保存するには、メニューからこの機能呼び出し (Internet Explorer[1]の場合、「名前をつけて保存」という項目を選ぶ) 保存するページのファイル名と保存するフォルダを指定する。URL の保存とは違い、元のページが変更された場合でも、保存した情報は失われない。

この機能の問題点は、ページを保存する度にファイル名および保存するフォルダを考えなければならない点である。情報収集の場面では、少しでも興味のあるページはなるべく保存しておきたい。しかし、ユーザは保存の手間とそのページへの興味を天秤に掛け、その結果ページの保存をやめてしまうかもしれない。また、履歴やブックマークと異なり、保存したページをブラウザのサイドバーやメニューから読み込むことができない。数多くのページを保存し、次々に閲覧するには、この機能は不向きである。

2.2 ユーザの要求

情報収集を支援するシステムを設計するために、従来の手法の問題点を踏まえて、どのような機能が求められるかを考察する。「ブックマーク」、「履歴」、「ローカルに保存」の利点と問題点を考慮すると、求められる機能は以下のようなものになる。

- 少ない手順でページを保存できる機能

本章で述べたように、ページを保存するための負担が大きいシステムでは、多くのページを保存するときや、軽い気持ちでページを保存する場合に障害になる恐れがある。ページの保存はなるべく少ない手順、できれば自動で行われることが望ましい。

- 適切な閲覧機能

保存したページを有効活用するために、適切な閲覧機能も要求される。サイドバーは、ウィンドウの左端でページの一覧を見ながらウィンドウの右側でページの内容を見られる優れたインターフェースであるが、ページが多くなった場合、サイドバーから目的のページを見つけるのが難しくなる。何らかの方法で閲覧を助ける必要がある。

- 効果的な検索機能

閲覧を助けるために、優れた検索機能も要求される。ドキュメント管理システム Q-Pocket[3] が取り入れている考え方は、優れた検索機能があればカテゴリ分けなどの管理は不要になるというものである。Web ページを扱う場合、Q-Pocket と同様に保存したページを全文検索するという方法も考えられるが、これは一度読んだページをもう一度 Web 上から探し出すのと大差がない。保存したページが持つ情報を有効に利用し、読みたいページをすぐに見つけられるような検索機能が要求される。

第3章 フリーハンドの書き込みを利用したブラウザの提案

情報収集を支援するために求められる機能を備えた、フリーハンドの書き込みを利用したブラウザを提案する。

3.1 フリーハンドの書き込みの利用

O'Hara ら[4]によると、紙に印刷された文章を読むとき、ただ目で追って読むよりも、ペンで書き込みをしながら読んだ方が理解を深めやすい。また、そのように書き込みをして読んだ文章は、もう一度読み返すときに文章の要点や興味を持った部分を把握しやすい。

Web を利用した情報収集を支援するために、このような書き込みの利点を利用したブラウザを提案する。このブラウザは、紙の文書にペンで書き込みをするように、ページにフリーハンドの書き込みをすることができる機能を持つ。書き込みは、マウスやタブレットのような、自由な曲線を描けるポインティングデバイスを用いて行う。この機能を利用すると、ユーザは興味のある部分や有益な情報が記された部分に書き込みをしながらページを読むことができる。

ユーザが行う書き込みには、以下のようなものが考えられる(図2)。

- 下線

興味のある文章や単語があった場合、文字に下線を引く。下線を引くことで、ページの中の重要な部分を確認しながら読むことができる。また、そのようにして読んだページを読み返すときには、始めから重要な部分がわかるので内容をすばやく把握できる。

- 囲み

興味のある文章や単語を囲む。広い範囲を囲むこともある。ページの特定の部分にだけ興味がある場合は、その部分を囲むことで、次に読み返すときに興味がある部分を見つけ易くなる。

- 記号

そのページの目印として、任意の記号を描く。円や二重丸、星型など、様々な種類の記号が利用される。ページに目立つ記号が描かれていることで、そのページに有益な情報が記されていることがわかる。

このブラウザは、フリーハンドの書き込みを様々な機能に利用して、ユーザの要求に応える。

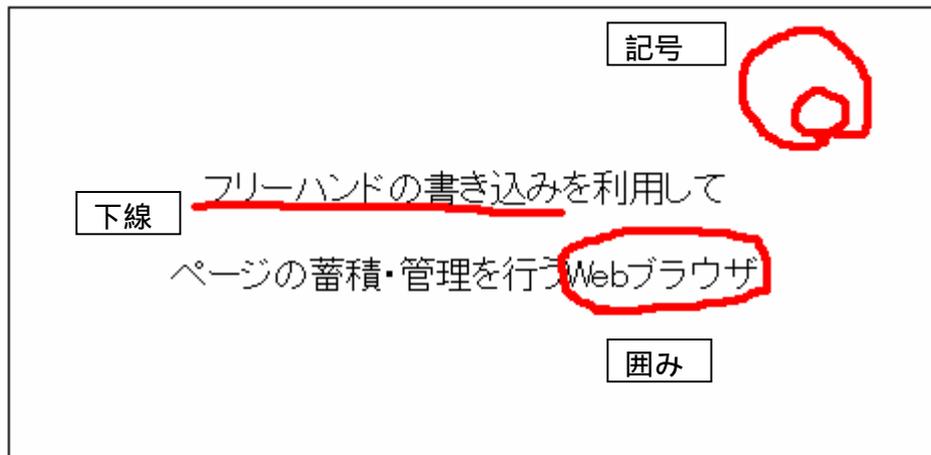


図 2 書き込みの種類

3.2 ページの保存

ユーザが保存したい情報を失わないためには、ページの URL だけでなく、ページそのものをローカルに保存する方法が好ましい。このブラウザは、ページそのものをローカルに保存する方法を選択する。

ブラウザで開いたページをすべて自動的に保存すれば、ユーザが集めた情報を漏らさずに残すことができる。しかし、この方法は従来の履歴の機能のように、保存するページの数が多くなり、後で目的のページを見つけることが困難になる。このシステムでは、ユーザが興味を持って読んだページだけを選んで保存する。そのためには、システムが「ユーザがこのページに興味を持って読んだ」ということを検知できる仕組みが必要である。このブラウザでは、ユーザが行うフリーハンドの書き込みを、ユーザの興味を検知する仕組みとして利用する。ユーザによる書き込みがなされることで、システムは「ユーザは興味を持ってこのページを読んだ」ということを知ることができる。システムは書き込みがなされたページを保存することで、ユーザが興味を持ったページを自動的に蓄積することができる。また、ユーザはページに何かしらの書き込みをすることで、残しておきたいページを意図的に保存することもできる。

システムは、フリーハンドの書き込みの利点を生かすために、ページに併せて書き込みも保存する。これによって、ユーザが保存したページを読む際に、このページのどこに興味があったか、どこが重要かという事がわかりやすくなる。

3.3 閲覧方法

このシステムによって保存されたページは、ブックマークや履歴のように、サイドバーに一覧として表示される。一覧に表示されるタイトルをクリックすることで、ページをブラウザに読み込むことができる。

保存されたページの数はある程度多量になることが考えられる。そのため、サイドバーに表示させる順番をいくつかの基準から選択できるようにし、蓄積した情報を利用する手助けをする。基準のひとつとして、そのページが保存された日時を利用する。最後に保存されたページがサイドバーの一番上に表示され、下部に表示されるページほど保存された日時が古くなるようにする。時間軸に沿ってページを並べることで、ユーザが保存したページを想起しやすくなる。また、ユーザが行った書き込みの分量も、基準として有効であると考えられる。多くの書き込みがされたページをサイドバーの上部に表示することで、ユーザの興味を多くひいたページを見つけやすくなる。

3.4 検索

このブラウザは、保存したページを全文検索する機能だけでなく、フリーハンドの書き込みを利用した新しい検索機能を提供する。それは、ページに加えられた書き込みの形状を手掛かりとして、ページを検索するというものである。検索したい書き込みをひとつシステムに与えると、システムは保存したページの中から検索したい書き込みに近い形状の書き込みを持つページを探し出す(図3)。検索結果は1つとは限らない。

この検索方法は、ページに目印の記号が記入されている場合に有効である。例えば、後で必ず読み返すと思われる重要な情報が記述されているページに、星型の記号を書き込んだとする。後で読み返したいときに、検索したい書き込みとして星印を与えると、システムは星印の書き込みを持つページを検索し、サイドバーに一覧表示する。これによって、ユーザは蓄積したページの中から、星印の書き込みをしたページを見つけることができる。この検索機能を利用すれば、ページを保存するときにわかりやすいファイル名を考えたり、保存先のフォルダに迷ったりすることなく、大量のページの中から目的のページを探し出せるようになる。

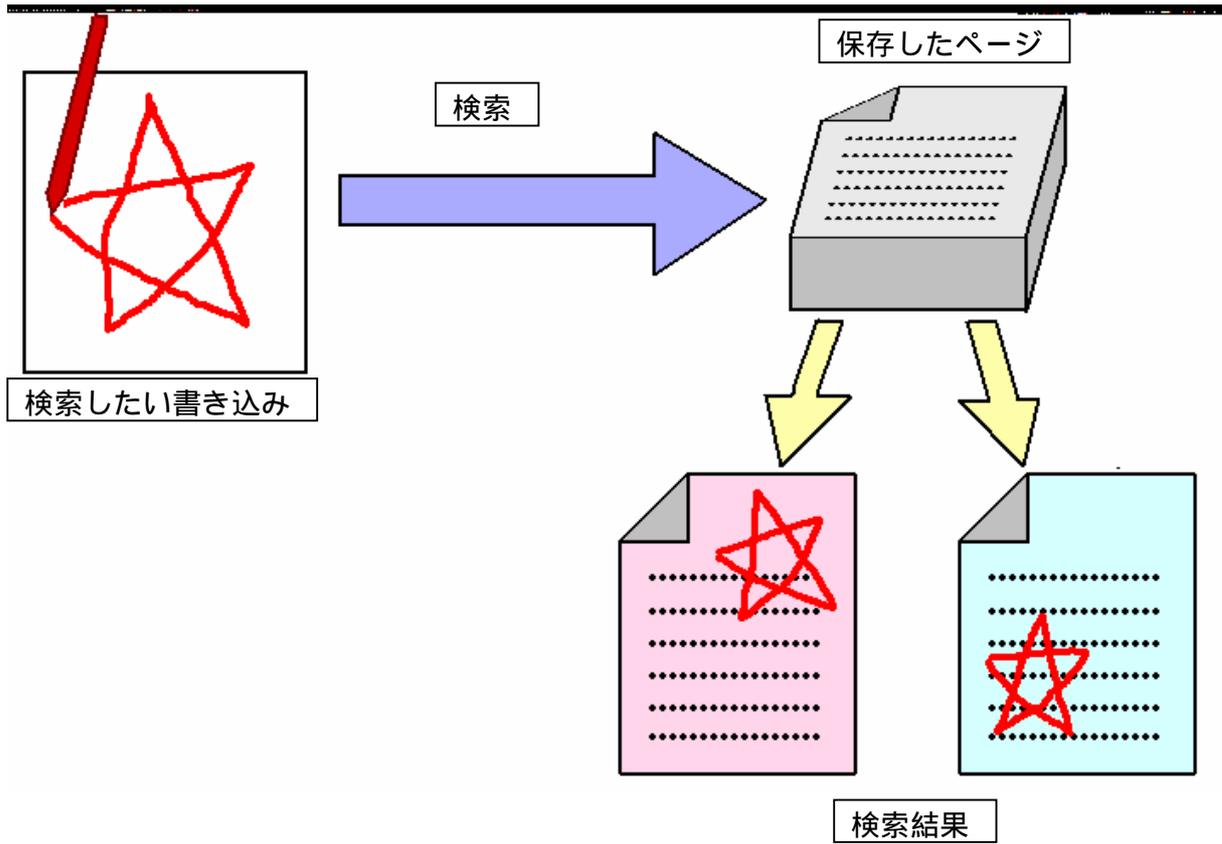


図 3 書き込みを利用した検索

第4章 書き込みを利用するブラウザ Markerpen

前章で述べた機能を持つ、書き込みを利用したブラウザを開発した。そのシステム名を「Markerpen」と名付けた。

4.1 Markerpen の機能

Markerpen は、以下のような機能をもつブラウザである。

- フリーハンドの書き込み

ブラウザが表示しているページに、フリーハンドの書き込みを行うことができる。マウスやタブレットを用いてページ上をドラッグすることで、ペイントツールのように書き込みを行うことができる。図 4 における赤い曲線が、ユーザによって書き加えられた書き込みである。

- ページの保存

ユーザが書き込みを行ったページを、ローカルに自動的に保存する。保存の際、ファイル名や保存するフォルダなどの情報を入力する必要はない。

- 保存したページの閲覧

保存したページはサイドバーにタイトルが一覧表示される。サイドバーは、ブラウザの左側に表示される。一覧に表示されたページのタイトルをクリックすることで、保存したページを呼び出すことができる。

- 書き込みを利用した検索

ページに加えられた書き込みをもとに、検索を行うことができる。ブラウザの左下の検索ボックスに書き込みを行うことで、その書き込みと似た形状の書き込みを持つページを検索できる。

Markerpen の実行画面を、図 4 に示す。



図 4 Markerpen の実行画面

4.2 基本的な使用法

Markerpen は、ツールバーのボタンをクリックすることで、「書き込みモード」に移行する。「書き込みモード」では、フリーハンドの書き込みを行うことができる。ページ上をドラッグすると、ポインタの通り道に赤い軌跡が表示される。この機能を用いて、ページ中の重要な部分に下線を引いたり、ページに目印となる記号を描いたりすることができる。

ページに書き込みが行われると、Markerpen はページを自動的に保存する。ユーザが書き込みを追加するたびに、保存したページに上書き保存し、情報を更新していく。保存されたページはサイドバーに一覧表示される。タイトルをクリックすることで、そのページを呼び出すことができる。呼び出したページには、以前行った書き込みも併せて表示される。

サイドバーの下部にある検索ボックスに書き込みをすると、その書き込みと近い形状の書き込みを含むページを検索することができる。より近い形状の書き込みを含むページが、一覧の上位に表示される。

4.3 情報収集への利用

Markerpen の利用例として、「ユビキタス・コンピューティング」に関連した記事を、Web を利用して調べる場面を説明する。

「ユビキタス・コンピューティング」に関連したページを、ニュースサイトの検索機能や、検索エンジンなどを利用して検索する。目的の情報が記述されていると思われるページを見つけたら、書き込みながらページを読む。読んだ上で、そのページが目的の記事であったら、さらに目印として、星型の記号を描く（図 5）。同様に、いくつかのページを集める。

十分な量のページが集まったら、集めた情報をまとめるために、保存したページをもう一度確認する。ページを集めるときに目印として描いた、星型の記号を検索することで、集めたページを一覧表示させることができる。図 6 は星型の記号を検索している様子である。検索ボックスとサイドバーをそれぞれ拡大している。ブラウザ左下の検索に星型の書き込みをすると、サイドバーに表示されるページは、星型の書き込みをもつ「ユビキタス・コンピューティング」に関するページのみを一覧表示する。

Markerpen を利用することで、手軽にページを集めることができる。また、書き込みの情報を利用することで、保存したページを簡単に一覧表示することができ、読み返す際の手助けにもなる。

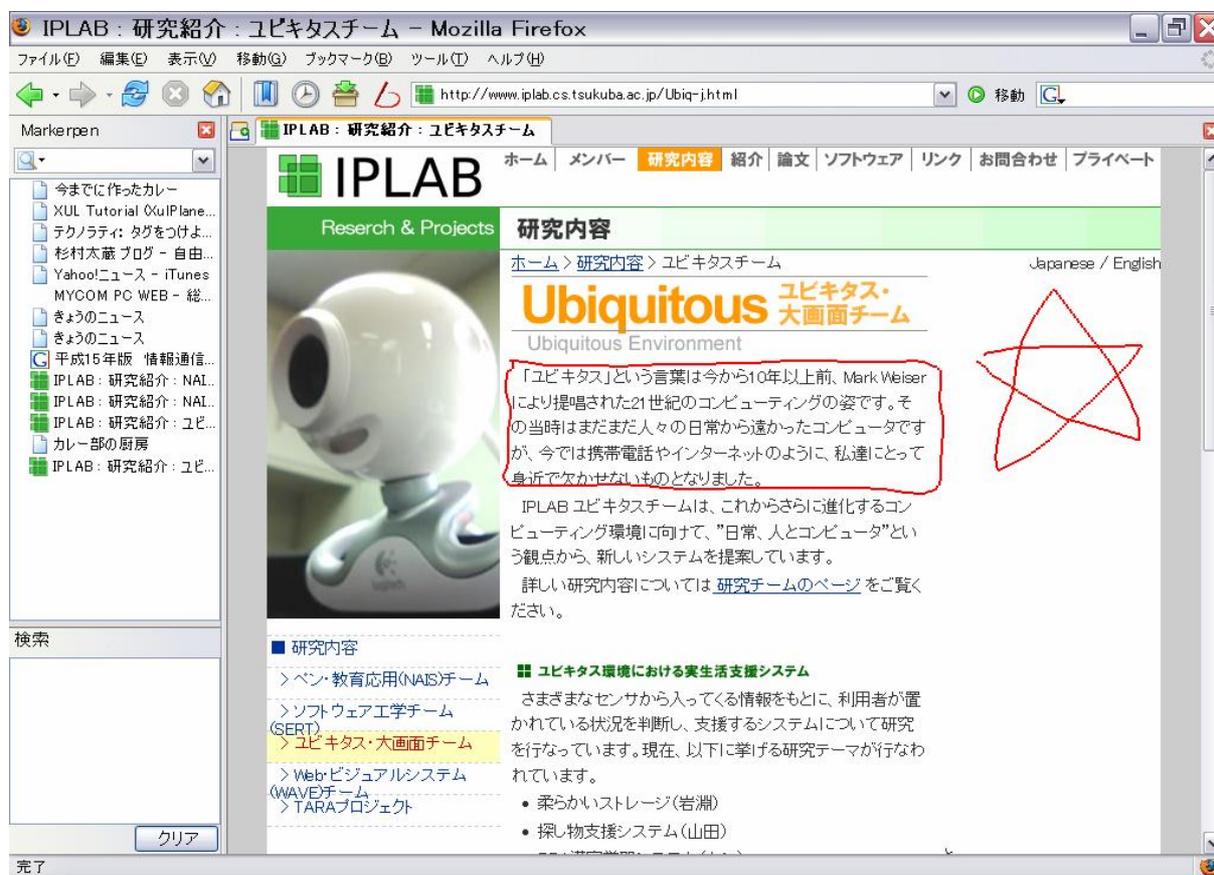


図 5 星型の記号を書き込む

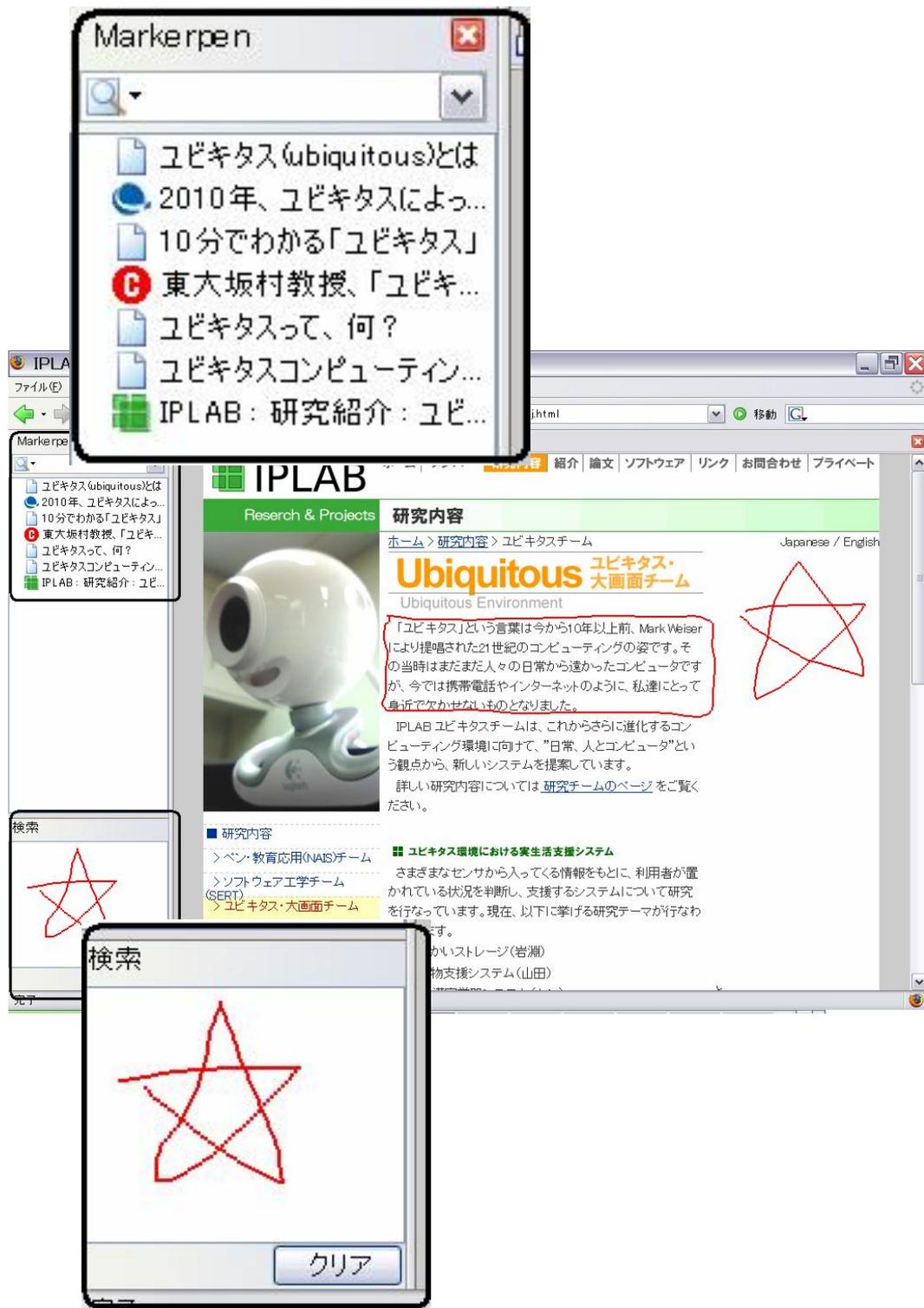


図 6 「ユビキタス・コンピューティング」に関するページの検索

4.4 ページのカテゴリ分け

Markerpen の検索機能を用いれば、任意の記号をカテゴリ分けに利用することができる。各カテゴリに対応する記号を、ユーザが自由に定義できるのである。例えば、気になったニュースが記載されているページには二重丸の記号を、音楽に関係する記事が記載されているページには三角形を、コンピュータに関係する記事が記載されているページにはダイヤ型の記号を付けるようにする。そうすれば、「ニュース」、「音楽」、「コンピュータ」といったカテゴリを作成することができる(図7)。集めたページを、各カテゴリに対応する記号の形状で検索することで、そのカテゴリに属するページを一覧表示することができる。

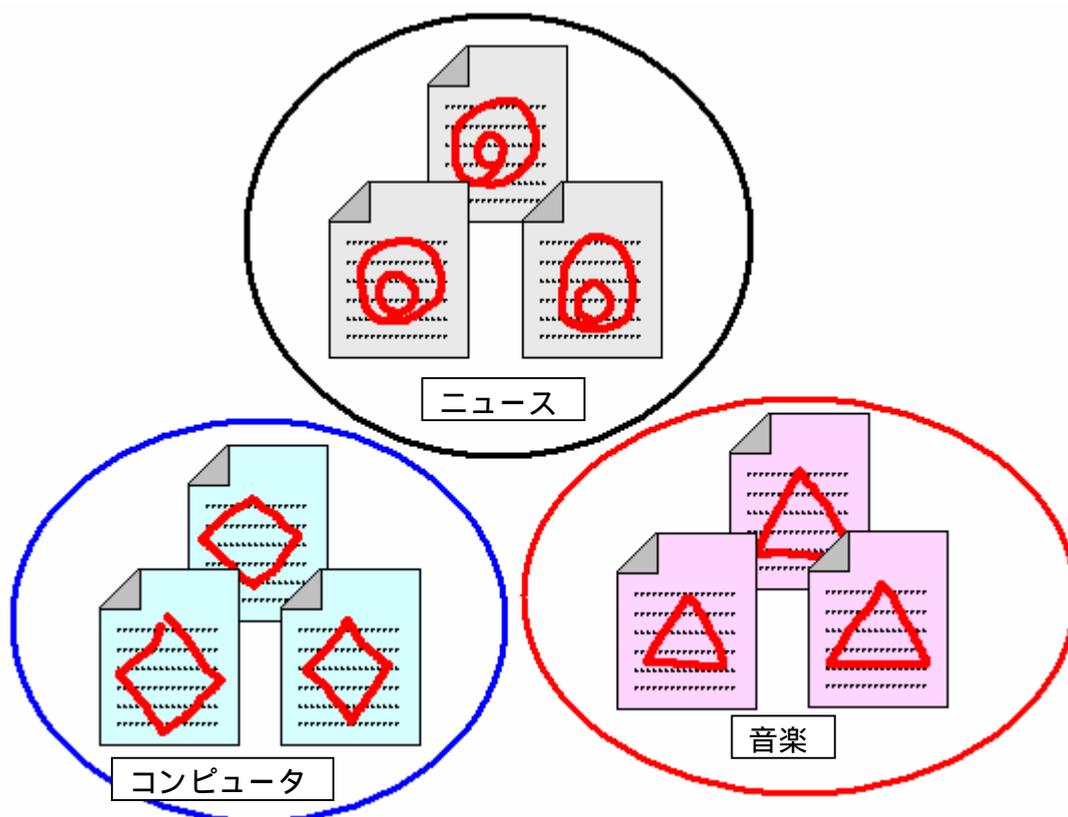


図 7 記号によるカテゴリ分け

この方法の利点は、ページに記号を描く、というひとつの動作で、保存とカテゴリ分けの両方が行われる、ということである。また、ひとつのページに複数の記号を描くことで、複数のカテゴリに属するページとして保存することもできる(図8)。このように、ひとつのページをふたつ以上のカテゴリに関連付けることは従来のフォルダの階層構造を用いたページの管理方法では難しい。

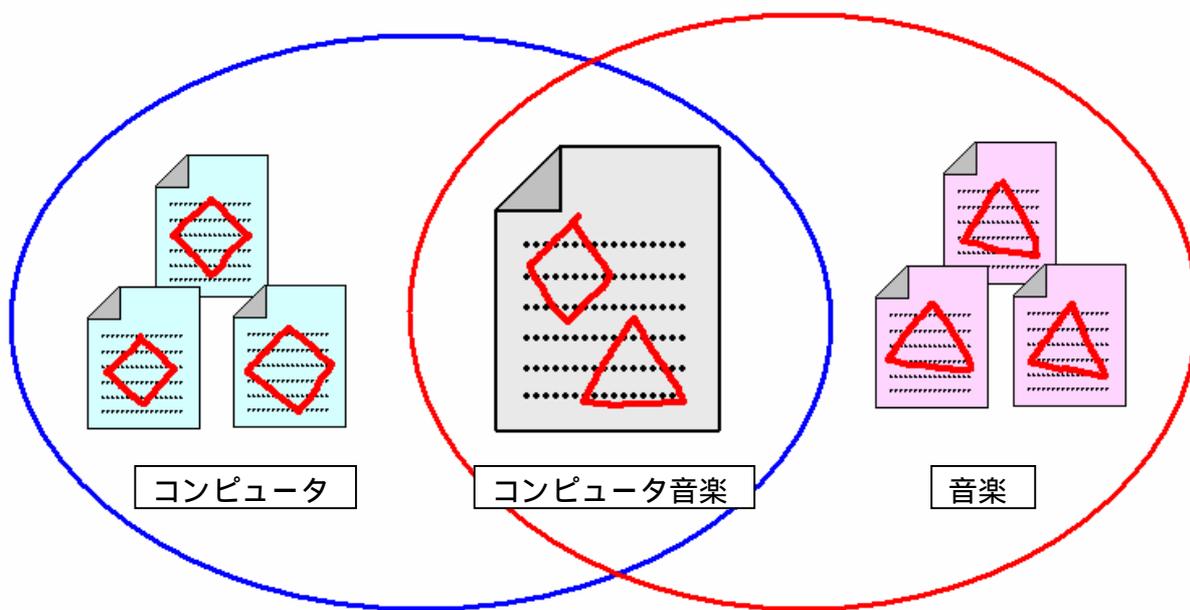


図 8 複数のカテゴリに属するページ

第5章 Markerpen の実装

この章では、Markerpen の実装について説明する。

5.1 開発環境

書き込みを利用したブラウザを開発する手段として、いくつかの候補が挙げられた。ひとつは、C#言語を用いる方法である。C#は、IE コンポーネントを利用することができる。IE コンポーネントを用いれば、比較的容易に独自のブラウザを作ることができる。もうひとつは、ブラウザ Firefox[2]の拡張機能として実装する方法である。Firefox には拡張機能という仕組みがあり、ブラウザに様々な機能を追加することができる。拡張機能は、特別なライセンスなしに誰でも開発できる。この方法のメリットは、追加する機能の開発に専念できることである。さらに、すでに Firefox を利用している多くのユーザに使用してもらうこともできる。よって、書き込みを利用したブラウザ Markerpen は、Firefox の拡張機能として実装することにした。

Firefox は、XUL という XML ベースのユーザインターフェース技術で構成されている。XUL 技術によって、XML、CSS、JavaScript を混ぜて使って、クロスプラットフォームのグラフィカルユーザインターフェースを定義できる。

5.2 フリーハンドの書き込み

Markerpen では、書き込みの情報を次のように扱っている。まず、書き込みが行われたページの HTML ソースには書き込みを格納するためのコンテナとなるタグが追加される。コンテナには、書き込みの大きさや長さなどの情報も含まれる。この情報は、検索のために利用される。次に座標・色・大きさなどの情報を持った点を表すタグがコンテナに複数個格納され、点列となってドラッグの軌跡、すなわち書き込みを表現する。

点列のうち一つの点は、次のようなタグ<traildot>で表現される。点の座標・色・大きさは style 属性に記述される。

```
<traildot style=" background: rgb(255, 0, 0); //点の色
                width: 2px; height: 2px;    //点の大きさ
                left: 229px; top: 281px;"    //点の座標
></traildot>
```

コンテナとなるタグ<trailcont>は、次のようになっている。点の数(書き込み全体の長さ)、書き込みの大きさ、そして書き込みの ID がそれぞれ属性として保存されている。

```

<trailcont traildots="150" //点の数
      trailwidth="89" trailheight="72" //書き込みの大きさ
      markid="2" //書き込みの ID
><trailandot style="..."></trailandot>... //点列が格納される
<trailandot style="..."></trailandot></trailcont>

```

ツールバーのボタンが押されると、Markerpen は次のような処理を行う。まず、現在「書き込みモード」であるかどうかを確認し、「書き込みモード」でなければモードを切り替え、マウスダウンイベントに関数を追加する。「書き込みモード」であればモードを解除し、マウスダウンイベントに追加した関数を除去する。書き込みを行う際に、誤ってページのリンクをクリックして、意図しないページ移動が起こることを防ぐために、「書き込みモード」のときはマウスクリックに false を返す関数を登録し、クリックイベントの処理が行われないようにする。

書き込みが行われるとき、Markerpen は次のような処理を行う。「書き込みモード」のときにページ上でマウスダウンイベントを検出すると、まずページにコンテナを追加する。その状態でマウスムーブイベントを検出すると、前の点との移動距離を計算し、前の点と現在のポインタの位置を直線状に繋ぐ点の列をコンテナに追加する。これによって、一度に長い距離の移動が行われた場合でも、書き込みが途切れない。マウスアップイベントを検出すると、書き込みの大きさや長さなどの情報をコンテナに追加し、書き込みの処理の一区切りが終了する。この情報は、検索のために利用される。

この処理は 3 つの関数により実装されている。一つ目は関数 startTrail() である。この関数はマウスダウンイベントが検出されたときに呼び出される。startTrail() の処理を以下に示す。

- 表示されているページへの参照を取得し、<body>タグを検出する。
- <trailcont>タグを生成し、<body>タグに追加する。
- <trailandot>タグを生成する。
- イベントが検出された座標を記憶する。

二つ目は関数 drawTrail() である。この関数はマウスムーブイベントが検出されたときに呼び出される。drawTrail() の処理を以下に示す。

- <trailcont>に<trailandot>を追加する関数 appendDot(x, y) を定義する。x, y は追加する点の座標である。
- 以前のイベントが検出された座標と、現在のイベントが検出された座標から、マウスの移動量を x 方向と y 方向それぞれについて計算する。
- 以前のイベントが検出された座標と、現在のイベントが検出された座標をつなぐ直線上に点を追加する。直線の傾きは(y 方向移動量)/(x 方向移動量)で計算する。
- イベントが検出された座標を記憶する。

三つ目は関数 endTrail() である。この関数はマウスアップイベントが検出されたときに呼び出される。この関数は点の数と書き込みの大きさを<trailcont>の属性値に書き込む。

ひとつのページに複数の書き込みが行われる場合、新たなコンテナを作成し、そこに点列を格納する。つまり、ひとつのコンテナはひとつの書き込みを表現するのである。

保存したページに、さらに書き込みを追加することもできる。保存したページを表示している状態で、ツールバーのボタンをクリックして「書き込みモード」にすることで、保存していないページの場合と同様に書き込みに関する処理が呼び出される。その場合は、ページがすでに保存されているフォルダに上書き保存される。

5.3 ページの保存

ページの保存は、Firefox の拡張機能である ScrapBook[5]のメソッドを利用する。ScrapBook はページの HTML ソースとページに含まれる画像などのデータを保存する機能を持つ。保存メソッドが呼び出されると、保存した日時を表す ID を名前として持つフォルダを作成し、そこにページを保存する。保存されたページに関する情報は、RDF ファイルに記述される。RDF ファイルには、保存したフォルダの位置、ページのタイトル、元のページの URL などが記録されている。RDF の記述は、次のようになっている。

```
<RDF:Description about="保存したフォルダの位置"  
    id="時間を元に付けられるページの ID"  
    title="ページのタイトル"  
    source="元のページの URL" />
```

保存メソッドは、ページに書き込みがなされた時点、具体的にはページ上でマウสดラッグをし、最後にマウスアップイベントが検出された時点で呼び出される。書き込みはタグとして HTML ソースに埋め込まれているので、このメソッドによってページと書き込みが同時に保存される。

5.4 ページの閲覧

保存したページは、サイドバーにタイトルが一覧表示される。表示する情報は、ScrapBook のメソッドによって生成された RDF ファイルから読み込む。タイトルをクリックされると、そのページが保存されているフォルダを参照し、ブラウザに表示する。

5.5 ページの検索

この実装では、書き込みの比較には正確さを重視しないシンプルな関数を使っている。今後、検索の精度を上げるために、より高度な関数を使うことも考えられる。しかし、検索の対象がフリーハンドの書き込みであるので、ある程度の曖昧さを残すことにも利点がある。この実装で用いる関数は、書き込みの大きさと書き込みに含まれる点の数を利用する。書き込みの大きさと、その書き込みの最小包含箱（バウンディングボックス）である。この関数はこれら二つの情報から、バウンディングボックスの縦横の比と、点の密度を計算して書き込みの比較に利用する。二つの書き込みを比較し、書き込み間の相違度 D を計算する式は、次のようになる。

$$w_1, w_2: \text{書き込みの幅} \quad h_1, h_2: \text{書き込みの高さ} \quad n_1, n_2: \text{点の数}$$

$$D = c_1 |h_1/w_1 - h_2/w_2| + c_2 |n_1/(w_1 h_1) - n_2/(w_2 h_2)|$$

c_1, c_2 は縦横比の差と密度の差にそれぞれ重み付けをする定数である。

検索ボックスへの書き込みが行われると、書き込みの大きさや、書き込みの長さなどの、検索に必要な情報を取得する。「検索」ボタンをクリックすると、保存されたページのコンテンツを参照して、そのページの書き込みと検索したい書き込みの相違度を計算する。ページごとに相違度を出して、相違度の低い順に並び替えられた RDF ファイルを生成する。この RDF ファイルをサイドバーに読み込むことで、検索したい書き込みに近い形状の書き込みを含むページを、一覧の上位に表示する。

検索ボックスへの書き込みが行われるとき、次のような処理が行われる。検索ボックス上でマウスダウンイベントを検出すると、マウスムーブイベントとマウスアップイベントに書き込みの描画のための関数を追加する。マウスムーブイベントを検出すると、ボックスに点列を追加し、書き込みを表示する。マウスアップイベントを検出すると、その書き込みの大きさと、点の数を取得し、書き込みの検索を始める。

検索は次のような手順で行われる。まず、保存されたページの情報が記述されている RDF ファイルを読み、ページが保存されている位置を取得する。次に、保存したページにアクセスし、HTML 内の<trailcont>タグを読み込む。タグの属性に記述されている書き込みの大きさと点の数を取得する。検索したい書き込みとの比較を行い、書き込みの相違度を計算する。ページに複数の書き込みがあれば、他の書き込みに対しても相違度を計算する。すべての書き込みに対して相違度を計算したら、最も値が小さいものをそのページの相違度とする。検索結果を記述する RDF ファイルを作成し、そのページの情報を書き込む。生成される RDF の記述は、次のようになる。

```
<RDF:Description about="保存したフォルダの位置"
  id="時間を元に付けられるページの ID"
  title="ページのタイトル"
  source="元のページの URL"
  diff="ページの相違度"/>
```

他のページに対しても相違度を計算し、RDF ファイルに情報を追加していく。このとき、相違度の低い順にページが並ぶように、RDF の適切な位置に情報を追加するようにする。保存したすべてのページの相違度を計算し、RDF ファイルへの記述が完了したら、相違度の高いページに関する記述を削除して、相違度の低いページだけが記述された状態にする。この RDF ファイルをサイドバーに読み込み、検索結果を表示する。

第6章 関連研究

ScrapBook[5]は、ページをローカルに保存することができる Firefox の拡張機能である。右クリックメニューから「ページを取り込む」という項目を選択すると、表示しているページを保存することができる。ページを保存するために踏む手順は、ブラウザに標準搭載されている方法よりも少ない。保存したページは、サイドバーに表示される。サイドバーの項目は、ブックマーク同様、カテゴリ別にフォルダを作成するなどして整理する。Markerpen は、フリーハンドの書き込みを利用した検索機能を活用することで、フォルダへの分類を必要としないページの管理を可能にする。また、ScrapBook は、ページの文字を選択し、ハイライト表示させる機能や、ページの中に文字列を埋め込む機能を持ち、これらの機能を利用することで保存したページに注釈を付けることができる。Marderpen は、フリーハンドの書き込みを注釈情報として利用することができる。

Q-Pocket[3]は、蓄積した情報に対して全文検索を行うことで、フォルダを用いない情報の管理を可能にしたシステムである。情報の作成 / 更新時間のみを用いて情報を管理し、検索によって目的の情報にアクセスする手法は Markerpen も同様である。Markerpen は、ページ内の文字列だけでなく、フリーハンドの書き込みも検索に利用している。

Xlibris[6]は、ペンタブレットを用いて、フリーハンドの書き込みをしながら文書を読むことができるシステムである。紙の文書に対して行うように、書き込みをしながら文書を読むことで、ユーザがその文書を理解することを助ける。Markerpen は、Web ページに書き込みをすることでページに記述された内容の理解を助けることができる。

ScreenCrayons[7] は、あらゆる種類のドキュメントに注釈を加え、注釈に基づいた見出しを作成するシステムである。Web ページに注釈を与えることもできる。ただし、ドキュメントはキャプチャされた画像データとして扱われるので、文章をデジタルデータとして再利用することができない。Markerpen は、書き込みを点の集合としてページに埋め込むことで、元の HTML データを保持したまま、書き込みとページを保存することができる。

フリーハンドの書き込みの利点を、教育目的に活用したシステムがある。WebMemo[8]は、Web 教材に対して直線やフリーハンドの曲線を書き込むことができるシステムである。評価実験の結果、Web 教材に書き込むことの有用性が明らかになった。Markerpen は、書き込みの持つメリットをより一般的な Web を利用した情報収集に活かす。

第7章 結論

本論文ではまず、Web を利用した情報収集において、ページを保存するために使われる従来の機能を考察し、その問題点を明らかにした。次に、Web を利用した情報収集を支援するために要求される機能を確認した。そして、その要求に応えるために、フリーハンドの書き込みを利用したウェブブラウザを提案した。さらに、フリーハンドの書き込みを利用したブラウザ Markerpen を作成した。Markerpen を用いて、ひとつのテーマに関する情報を集め、ページを保存した。集めたページは簡単に読み返すことが出来た。さらに、Markerpen の検索機能を用いることで、書き込まれた記号をカテゴリに対応付けられるということを発見した。

Markerpen は、ページにフリーハンドの書き込みをすることで、情報の蓄積・管理を行うことができるブラウザである。フリーハンドの書き込みを利用する利点は次のようなものである。

- 書き込みながら読むことで、ユーザがページを理解するのを助ける。
- ページを読み返すときに、重要な部分がわかりやすくなる。
- ユーザが興味を持ってページを読んだということを、システムが検出できる。
- ページを検索するための、手掛かりとすることができる。

Markerpen は、これらの利点を活かすことで、ページの保存・閲覧・検索を行いやすくし、Web を利用した情報検索を助けることができる。

Markerpen は、書き込みを利用したページの検索を行う機能を持つ。目印となる書き込みをページに残すことで、蓄積したページの中から目的のページをすぐに見つけ出すことができる。さらに、同じ分野の情報を含むページに同じ記号をつけることで、ページのカテゴリ分けをすることができる。この分類方法は、フォルダ構造に頼らないので、ひとつのページを複数の分野に関連付けることもできる。

フリーハンドの書き込みを利用した Web ブラウザは、タブレット PC での使用において、さらにその利点を生かされると考えられる。タブレット PC では、文字入力には主に手書き文字認識システムが使われる。これはキーボードと比較すると入力に時間が掛かるので、スムーズな情報収集を行うためには、文字入力の回数が少なく抑えられることが望ましい。Markerpen は、ブックマークのフォルダ管理や、ページをローカルに保存する際のファイル名入力のような、文字入力を必要とされる場面がほとんど存在しない。さらに、タブレット PC は画面に直接書き込むことができるので、紙の文書に近い感覚で、Web ページに書き込みを行うことができる。このように、Markerpen はタブレット PC 向けの Web ブラウザとしても活用することができる。

謝辞

本論文の執筆にあたり、田中二郎先生をはじめ、三末和男先生、志築文太郎先生、高橋伸先生からは、丁寧なご指導をいただきました。ここに深く感謝申し上げます。また、田中研究室の皆様にも感謝いたします。特に NAIS チームの皆様からは、ゼミの時間に限らず多くの貴重な意見をいただきました。ありがとうございました。

参考文献

- [1] Microsoft Internet Explorer ホーム.
http://www.microsoft.com/windows/ie_intl/ja/default.msp
- [2] Firefox. <http://www.mozilla-japan.org/products/firefox/>
- [3] 増井俊之, “検索と例情報を活用した情報管理手法 Q-Pocket”, Workshop on Interactive Systems and Software (WISS2000) , 2000 .
- [4] O’Hara, K. and Sellen, A., “A comparison of reading paper and on-line documents”, Proceedings of the 1997 ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 97), pp.335-342, 1997.
- [5] ScrapBook. <http://amb.vis.ne.jp/mozilla/scrapbook/>
- [6] Morgan N. Price, Bill N. Schilit, Gene Golovchinsky, “XLibris: The Active Reading Machine”, CHI 98 Summary, ACM Press, pp. 22-23, 1998.
- [7] Dan R. Olsen Jr., Trent Taufer, Jerry Alan Fails, ScreenCrayons: “Annotating Anything”, UIST2004, pp. 165-174, 2004.
- [8] 伊藤清美, 柳沢昌義, 赤堀侃司, “Web 教材への書き込みを共有する学習環境 WebMemo システム” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.100 No.467, pp.35-40, 2003.