

複数のモバイルユーザによる協調的 WWW コンテンツ閲覧システム

A Collaborative WWW Contents Browsing System by Multiple Mobile Users

前川 卓也^{*} 原 隆浩^{*} 西尾 章治郎^{*}

Takuya MAEKAWA Takahiro HARA
Shojiro NISHIO

本論文では、筆者らがこれまでに提案した協調ブラウジングの実現例として、協調 WWW ブラウジングシステムの設計と実装について述べる。協調ブラウジングでは、モバイルコンピューティング環境において、1つの非力なモバイル端末のみでは閲覧できない情報量の多いコンテンツを分割し、近くにいるユーザのもつ複数のモバイル端末に分配する。本論文で実現する協調 WWW ブラウジングシステムは、協調ブラウジングのためのコンテンツ記述方式で記述したページを分割し、モバイル端末上のブラウザに表示する。ユーザは、それぞれの端末に表示された部分ページを互いに見ながら、相談して目的とする情報を検索、閲覧することができる。

In this paper, we describe design and implementation of a collaborative WWW browsing system as an application of collaborative browsing that we have proposed. In collaborative browsing, a rich content that cannot be displayed on one handheld device is divided into multiple objects and then these objects are distributed to multiple devices. The collaborative WWW browsing system divides a large WWW page that is described by the content description method for collaborative browsing and displays the partial pages on browsers of handheld devices. Users can search and browse their target information by discussing and watching partial pages displayed their devices.

1. まえがき

近年、通信技術や計算機技術の発展にともない、携帯電話やPDA(Personal Digital Assistant)などのモバイル端末が身近なものとなってきている。ユーザは、モバイル端末を用いて、インターネット上のコンテンツへのアクセスや、さまざまなアプリケーションの実行をいつでもどこでも行うことができる。しかし、依然としてモバイル端末はディスプレイサイズや計算能力に制限があるため、情報量の多いコンテンツを快適に閲覧することは困難である。

そこで筆者らは、ユーザが自身のモバイル端末と、周辺に

いるユーザがもつモバイル端末とを組み合わせることで、よりリッチなコンテンツを閲覧する協調ブラウジングを提案している[2][3]。協調ブラウジングでは、1つのコンテンツを複数の部分コンテンツに分割し、それぞれを各端末に割り当てることにより、1つの端末では閲覧できない情報量の多いコンテンツを複数の端末を用いて閲覧することができる。ここで、モバイルコンピューティング環境において、あるユーザが協調ブラウジングを行いたいときに、ユーザの身の回りある端末の数や性能などが一定であるとは限らない。また、1つのコンテンツを複数に分割するため、それぞれの端末に割り当てられたコンテンツは関連性のあるコンテンツから構成される方がユーザにとって閲覧しやすい。しかし、このようなさまざまな条件に応じて柔軟にコンテンツを分割することは困難である。そこで筆者らは、協調ブラウジングにおける柔軟なコンテンツ分割を実現するための、コンテンツ記述方式と分割方式を提案している[2][3]。

本論文では、協調ブラウジングの実現例として、協調 WWW ブラウジングシステムの設計と実装について述べる。本論文で実現する協調 WWW ブラウジングシステムでは、携帯電話とPDA上に実装したブラウザが、サーバによって分割されたコンテンツを受信して表示する。ここで、コンテンツは、筆者らが文献[2]で提案した記述方式で記述した木構造のメタデータ、木の葉ノードが表すオブジェクト、および、オブジェクトのレイアウトを指定するレイアウトデータから構成される。オブジェクトはHTML(Hyper Text Markup Language)で記述される。ブラウザは受信したオブジェクトを、レイアウトデータにしたがって画面上に表示する。サーバは、文献[2][3]で提案したコンテンツ分割方式を用いてコンテンツを分割する。ユーザは、それぞれの端末に表示された部分ページを互いに閲覧し相談しながら、目的とする情報を検索できる。このとき、1つのモバイル端末に表示される部分ページは情報量が少ないため、ユーザは、目的とする情報やリンクを短時間で探すことができる。

一方、各端末のブラウザには、1つのページを分割した部分ページが表示されるため、ユーザは元のページ構造や、どのオブジェクトがどのユーザに割り当てられているかを容易に把握することができない。そこで実現する協調 WWW ブラウジングシステムは、元のページのオーバービューを提供する。ユーザはオーバービューを用いて元のページ構造を把握し、互いの画面を見ながら協調してページの閲覧、検索を行うことができる。

2. 協調ブラウジング

協調ブラウジングでは、1つのリッチなコンテンツが複数のコンテンツに分割される。より正確には、コンテンツを構成する複数のオブジェクトを、分割数に応じてオブジェクト集合に分ける。各端末には、割り当てられたオブジェクト集合が配布される。ユーザは、それぞれの端末に表示されたコンテンツを用いて協調してコンテンツの閲覧を行う。以下では、筆者らが文献[2][3]で提案した協調ブラウジングのためのコンテンツ記述方式と分割方式の概要を説明する。

2.1 コンテンツ記述方式

コンテンツ記述方式は、コンテンツ分割に必要なメタデータをXML(eXtensible Markup Language)形式の木構造で記述する。図1にコンテンツ構造の概念図を示す。葉ノード(オブジェクトノード)は、コンテンツを構成する最小単位であるオブジェクトもしくはオブジェクト集合を表す。葉ノード

^{*} 学生会員 大阪大学大学院情報科学研究科博士後期課程
t.maekawa@ist.osaka-u.ac.jp

^{*} 正会員 大阪大学大学院情報科学研究科
[\[hara,nishio\]@ist.osaka-u.ac.jp](mailto:[hara,nishio]@ist.osaka-u.ac.jp)

ド以外のノード(分類ノード)は、関連性のあるオブジェクトノード同士を階層的にグループ化するものであり、コンテンツの分割に利用する。記述方式では、オブジェクトノード同士のパスの距離が小さいほど関連性が大きいと定義している。例えば図1において、ノードG1の子であるノードAとBの距離は2となり、ノードAとDの距離は4となるため、ノードAはノードDよりBに関連性があると言える。さらに記述方式では、オブジェクトノードに対して以下のような属性を付加できる。

- **オブジェクトの名前** オブジェクトが表すコンテンツの名前を表す。
- **オブジェクトのID** メタデータ木におけるオブジェクトの識別子を表す。
- **オブジェクトの量** 実際のオブジェクト(集合)のデータサイズなど、オブジェクト(集合)の量の指標となるものを表す。この値はオブジェクトノード自体の重みと対応付ける。
- **実行に必要な端末の機能** オブジェクト(集合)を実行するために、端末に必要となる機能を表す。
- **ロケータ** オブジェクトが示すコンテンツのURLを表す。

2.2 コンテンツ分割方式

コンテンツ分割方式は、記述方式で記述したメタデータ木を完全グラフに変換し、グラフ分割問題[1]に帰着させ、グラフを端末と同じ数の部分グラフに分割する。このときグラフは木のオブジェクトノードのみからなり、ノード間の枝の距離が木におけるノード間のパスの距離に対応するように変換する。分割の際、以下に示す条件を考慮することができる。

- **端末に割り当て可能なコンテンツの量** 端末によっては利用可能なメモリやストレージの容量が制限される。例えば、携帯電話には表示可能なWebページの最大容量が制限されている。そのため、各端末の最大容量を超えないようにコンテンツを割り当てる。
- **端末の性能** 端末によっては画面の大きさや通信速度などが制限される。そのため、コンテンツを複数の端末に分配するとき、各端末の性能比に応じてコンテンツの分配割合を決定する。
- **端末の機能** 実行に特別な機能が必要なコンテンツ(オブジェクト)は、その機能をもつ端末に割り当てる必要がある。例えば、GIF形式の画像を表示できない端末には、GIF形式の画像を割り当てない。
- **分割したコンテンツの関連性** 分割されたコンテンツを構成するそれぞれのオブジェクト集合は、関連性のあるオブジェクトから構成されている方が利用しやすい。つまり、グラフにおいて枝の距離が近いノード同士を同じ部分グラフとなるようにグラフを分割する。

3. 協調 WWW ブラウジングシステム

3.1 対象とするコンテンツ構造

協調WWWブラウジングシステムが対象とするコンテンツは、前章の記述方式で記述した木構造のメタデータ、オブジェクトノードが表すオブジェクト、および、コンテンツを構成するオブジェクトのレイアウトを指定するレイアウトデータから構成される。図2に、図1のメタデータ木をもつコンテンツ(Webページ)の例を示す。図2中のA~Fは、図1のオ

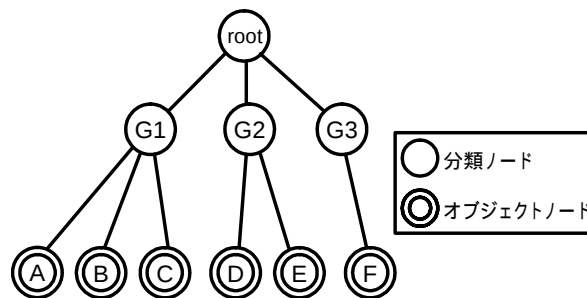


図1 コンテンツ構造の概念図
Fig.1 Basic Concept of the Content Structure

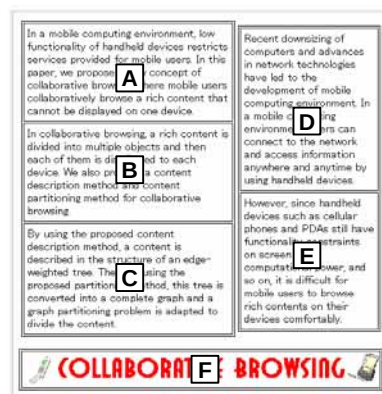


図2 コンテンツ例
Fig.2 Example of Contents

ブジェクトノードが示すオブジェクトで、それぞれが個別のHTML形式のコンテンツとなっている。そして、オブジェクトはレイアウトデータにより図中のように配置される。レイアウトデータは、HTMLで記述したページの雛形に、オブジェクトの埋め込む位置を示すタグを記述する。これにより例えば、オブジェクトAのみが割り当てられた端末には、レイアウトデータ内の対応するタグの部分にオブジェクトノードAが示すHTMLコンテンツのみを埋め込んで作成したHTMLページが表示される。

3.2 システム概要

各ユーザがもつ端末上のブラウザは、サーバにより分割された部分ページを受信する。ユーザは、その部分ページを表示するブラウジング画面と分割前のページのオーバービューを表示するオーバービュー画面を見ることができる。また、協調ブラウジングを行うすべての端末において、ブラウザのバック、フォワード操作、および、リンクの選択操作が同期しており、例えばあるユーザがバック操作を行うと、他の端末でも同期してバック操作が行われる。以下に、リンクの選択が行われた際のシステムの動作について説明する。

- 1 ユーザは、ブラウジング画面を用いてリンクを選択する。
- 2 ユーザは、リンク先のページを全てのユーザに分割して配布するか、指定したユーザのみに配布するかを選択する。指定したユーザのみに配布する場合、協調ブラウジングを行っているユーザの中からページを分配するユーザを選択する。
- 3 クライアントは、リンクを選択したユーザの名前、ページを分配するユーザのリスト、および、リンク先のURLを、サーバに送信する。

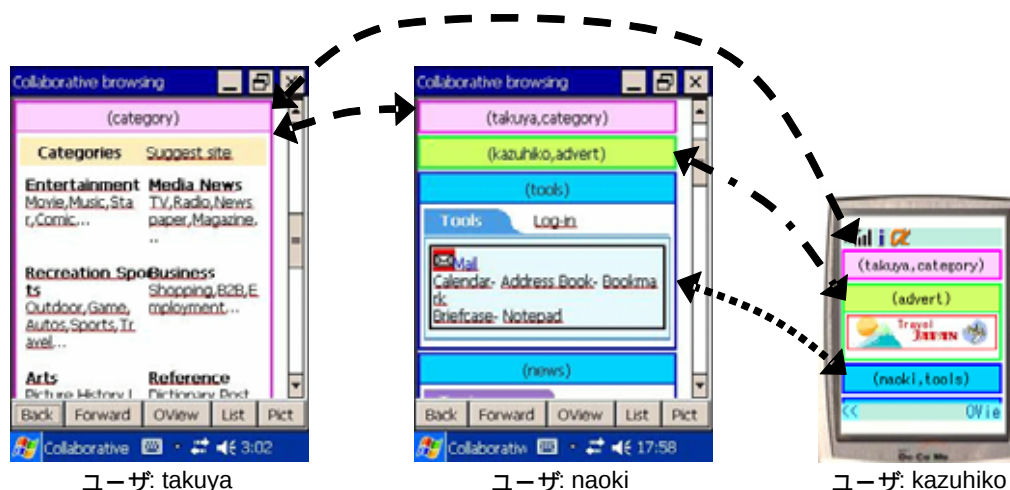


図3 ブラウジング画面例
Fig.3 Example of Browsing Screens

- 4 サーバは、受信したユーザ情報を基に、受信した URL が示すページのメタデータ木を分割する。このとき、各端末に、ディスプレイサイズに比例したコンテンツ量を割り当てよう分割する。また、オブジェクトが画像や音声を含む場合は、それらを実行可能な端末に割り当てよう分割する。
- 5 サーバは、分割結果をそれぞれのクライアントに送信する。分割結果は、どのオブジェクトがどの端末に割り当てられたかの情報、および、自身の端末に割り当てられたオブジェクト(HTML コンテンツ)の集合からなる。
- 6 クライアントは、受信した分割結果から作成した部分ページを今すぐブラウジング画面に表示するか、後で表示するかの選択をユーザに求める。また、受信した分割結果は、それぞれの端末のキャッシュに保存される。
- 7 今すぐ表示する場合は、ブラウジング画面に部分ページが表示される。後で表示する場合は、ユーザが任意の時にその部分ページを表示できる。

協調 WWW ブラウジングシステムでは、ユーザがリンク先のコンテンツを分配するユーザを選択することができるため、例えばブラウジングの途中で目的とする情報がどのリンク先にあるか見当が付かなくなった場合、6人のユーザが3人と3人の二手に分かれて違うリンク先を検索することなどが可能である。

3.3 ブラウジング画面

ブラウジング画面には、レイアウトデータおよび分割結果から作成した HTML ページを表示する。このとき、レイアウトデータにそれぞれの端末が割り当てられたオブジェクトを埋め込む。ただし自身の端末に割り当てられていないオブジェクトの場合、そのオブジェクトが割り当てられているユーザ名や、そのオブジェクト名の情報を代わりに表示する。また、レイアウトデータと分割結果から作成したページは、横幅が小さいディスプレイでの表示に適さないと考えられるため、ブラウジング画面ではレイアウトデータの“table”タグを除去して表示する。

図3にPDA2台と携帯電話1台で協調ブラウジングを行っている際のブラウジング画面の例を示す。ブラウジング画面では、それぞれのオブジェクトを矩形領域で囲むことにより、オブジェクト同士の境界を明確にし、さらに矩形上部に

オブジェクト名を示している。また、自身の端末に割り当てられていないオブジェクトの場合、オブジェクト名とそのオブジェクトが割り当てられているユーザ名を矩形領域内に示している。各オブジェクトや、オブジェクトの情報を囲む矩形は、オブジェクトが割り当てられているユーザごとに色分けして表示している。例えば、図3のユーザ“naoki”のPDAには、ユーザ“takuya”に割り当てられているオブジェクト“category”と、ユーザ“kazuhiko”に割り当てられているオブジェクト“advert”を示す矩形が表示され、その下には、自身の端末に割り当てられているオブジェクト“tools”と“news”が表示されている。ユーザ“naoki”がオブジェクト“category”を見たい場合は、ブラウジング画面から“category”がユーザ“takuya”に割り当てられていることがすぐ分かるため、ユーザ“takuya”に簡単に見せてもらうことができる。

以下に、ユーザがブラウジング画面で行える主な操作について述べる。

リンクの選択 ブラウジング画面に表示しているページ上のリンクを選択すると、リンク先のページをそれぞれの端末に分配する。このとき、リンク先のページを分配するユーザを選択できる。

バック 直前に閲覧していたページを表示する。他の端末でも同期して同様の動作を行うかを選択できる。

フォワード バック操作を行った後に、バック前に閲覧していたページを表示する。他の端末でも同期して同様の動作を行うかを選択できる。

オーバービュー表示 現在表示しているページのオーバービューを表示する。オーバービューについては次節で説明する。

3.4 オーバービュー画面

オーバービュー画面には、分割結果から分割前のページのオーバービューを作成し表示する。オーバービュー表示例を図4に示す。ページを構成するオブジェクトは、そのオブジェクトが割り当てられているユーザごとに色分けした枠で表し、枠内にオブジェクトの情報を示す。枠内の四角形のアイコンは、そのオブジェクトがサイズの大きい画像を含むことを示し、眼のアイコンは、オーバービュー画面に切り替える前にブラウジング画面で表示していたオブジェクトを示

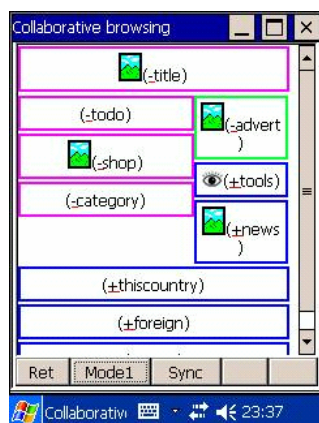


図4 オーバービュー画面例

Fig.4 Example of an Overview Screen

す。また、枠内の + と - の記号は、それぞれ自身の端末に割り当てられているオブジェクトとそうでないオブジェクトを示す。さらにこれらの記号はリンクになっており、ユーザが + を選択するとブラウジング画面に切り替わり、対応するオブジェクトまでスクロールして表示する。- を選択すると、そのオブジェクトが割り当てられているユーザの画面に、対応するオブジェクトをブラウジング画面に今すぐ表示するかどうかを選択するダイアログが表示される。表示するように選択した場合、対応するオブジェクトまでスクロールして表示する。

オーバービュー画面では、オーバービューの詳細度を段階的に切り替えることができる。図4では、枠内にオブジェクト名を表示しており、さらにオブジェクトが割り当てられているユーザ名の情報や、そのオブジェクトに関連しており、他の端末に割り当てられているオブジェクトの情報も表示できる。なお、実装したシステムでは、関連するオブジェクトの定義を、メタデータ木において同じ親をもつ兄弟オブジェクトノード同士としている。またオーバービューは、その詳細度が小さいほど元のページのレイアウトを保っているが、詳細度が大きくなるほどオーバービューのレイアウトが崩れてしまう。したがって、実装したシステムではユーザが任意に詳細度を切り替える方式を採用している。

ユーザは、以上のような機能を用いて特定のオブジェクトを画面上に表示し、各端末に表示しているオブジェクト同士を比較しながら閲覧することができる。

3.5 システムの実装

協調 WWW ブラウジングシステムのクライアントは、PDA と携帯電話上に Java 言語を用いて実装した。PDA としては Hewlett-Packard 社製 iPAQ Pocket PC h5500 を用いた。携帯電話としては、NTT DoCoMo i アプリ対応携帯電話 SH900i および F900i を用いた。サーバは Red Hat Linux 上に Java 言語および PHP (Hypertext preprocessor) 言語を用いて実装した。

4. まとめと今後の課題

本論文では、筆者らが提案している協調ブラウジングを実現する協調 WWW ブラウジングシステムの設計と実装について説明した。実現した協調 WWW ブラウジングシステムは、ユーザにブラウジング画面とオーバービュー画面を提供する。ユーザは互いのブラウジング画面を見せ合うことで目

的とする情報の閲覧および検索を行うことができる。

今後は、通常の WWW ページからメタデータ木を自動生成することにより、協調 WWW ブラウジングシステムを用いて通常の WWW ページを閲覧できるように拡張する予定である。

[謝辞]

本研究の一部は、平成 16 年度受託研究(独立行政法人情報通信研究機構「モバイル端末による協調ブラウジングのためのアプリケーション構築に関する研究」および文部科学省 21 世紀 COE プログラム「ネットワーク共生環境を築く情報技術の創出」の研究助成によるものである。ここに記して謝意を表す。

[文献]

- [1] Kernighan, B.W. and Lin, S.: An efficient heuristic procedure for partitioning graphs, Bell System Technical J., Vol. 49, No. 2, pp. 291-307 (Feb. 1970).
- [2] 前川卓也, 上向俊晃, 原 隆浩, 西尾章治郎: 複数のモバイル端末による協調ブラウジングのための木構造型コンテンツ記述方式と分割方式, 情報処理学会論文誌: データベース, Vol. 45, No. SIG7(TOD22), pp. 11-23 (June 2004).
- [3] 前川卓也, 上向俊晃, 原 隆浩, 西尾章治郎: モバイルユーザによる協調ブラウジングのためのコンテンツ分割方式, 日本データベース学会Letters, Vol. 2, No. 4, pp. 3-6 (Mar. 2004).

前川 卓也 Takuya MAEKAWA

2003 年大阪大学工学部情報システム工学科卒業。2004 年同大学院情報科学研究科博士前期課程修了。現在、同大学院情報科学研究科博士後期課程在学中。日本データベース学会学生会員。

原 隆浩 Takahiro HARA

1995 年大阪大学工学部情報システム工学科卒業。1997 年同大学院工学研究科博士前期課程修了。同年、同大学院工学研究科博士後期課程中退後、同大学院工学研究科情報システム工学専攻助手、2002 年より同大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻助手となり、現在に至る。工学博士。IEEE、電子情報通信学会、日本データベース学会の各会員。

西尾 章治郎 Shojiro NISHIO

1975 年京都大学工学部数理工学科卒業。1980 年同大学院工学研究科博士後期課程修了。工学博士。京都大学工学部助手、大阪大学基礎工学部および情報処理教育センター助教授、大阪大学大学院工学研究科情報システム工学専攻教授を経て、2002 年より同大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻教授となり、現在に至る。2000 年より大阪大学サイバーメディアセンター長、2003 年より大阪大学大学院情報科学研究科長を併任。この間、カナダ・ウォータールー大学、ビクトリア大学客員。データベース、マルチメディアシステムの研究に従事。現在、Data & Knowledge Engineering, Data Mining and Knowledge Discovery などの論文誌編集委員。情報処理学会フェローを含め、ACM、IEEE など 9 学会の会員。