

複数のモバイルユーザによる協調的なコンテンツ閲覧が可能な WWW ブラウジングシステム

前川 卓也[†] 原 隆浩[†] 西尾 章治郎[†]

[†]大阪大学大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻
{t.maekawa,hara,nishio}@ist.osaka-u.ac.jp

本稿では、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。本稿で実現する協調 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。このとき、1つのページを複数の部分ページに分割するため、ユーザが元のページ構造を容易に把握することができないという問題がある。そこで協調 WWW ブラウジングシステムでは、元のページのオーバービューを表示する機能を提供する。

キーワード モバイルコンピューティング、コンテンツ閲覧、WWW、協調ブラウジング

A WWW Browsing System with Functions of Collaborative Content Browsing by Multiple Mobile Users

Takuya MAEKAWA[†] Takahiro HARA[†] Shojiro NISHIO[†]

[†]Department of Multimedia Engineering, Graduate School of Information Science and Technology,
Osaka University

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 each devices. Since it is difficult for users to grasp the structure of the original page because it is divided into multiple partial pages, the collaborative WWW browsing system provides a function for handheld devices to display the overview of the original page.

Keywords Mobile computing, Content browsing, WWW, Collaborative browsing

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

わせて利用することで、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 [4]。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。

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 [4]。コンテンツ記述方式では、コンテンツのメタデータを木構造で記述する。具体的には、コンテンツを構成する最小単位であるオブジェクトを木構造の葉ノード (オブジェクトノード) とし、関連性のあるオブジェクトノード同士を葉ノード以外のノード (分類ノード) で階層的に分類する。また葉ノードに、その葉ノードが表すオブジェクトのデータサイズや、オブジェクトの実行に必要なモバイル端末の機能などの属性を付加する。コンテンツ分割方式では、記述方式で記述されたメタデータ木を完全グラフに変換することによりグラフ分割問題 [2] に帰着させ、端末の数や性能などの条件に応じてコンテンツを分割する。

本稿では、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。本稿で実現する協調 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 [4] 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、WWW コンテンツの一般的な記述言語である 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 [4] 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。

以下、2 では協調ブラウジングについて述べ、3 では実現した協調 WWW ブラウジングシステムについて述べる。4 で関連研究との比較を行う。最後に、5 で本稿のまとめとする。

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 [4] 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。

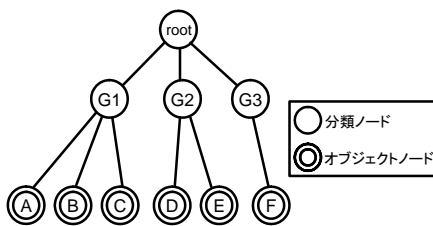


図 1: コンテンツ構造の概念図

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

本章では、本研究で実現した協調 WWW ブラウジングシステムの設計と実装について述べる。

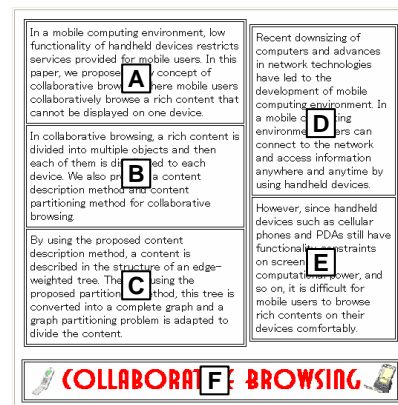


図 2: コンテンツ例

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。図 3 に、レイアウトデータの記述例を示す。レイアウトデータは、HTML ファイルに “node-content” タグを埋め込む形式で記述する。“node-content” タグは、その “id” をもつオブジェクトを埋め込む位置を示し、例えば、id=“A” のオブジェクトのみが割り当てられた端末には、レイアウトデータに id=“A” のオブジェクトノードが示す 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、ブラウザを用いてその部分ページの詳細な情報または分割前のページのオーバービュー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。

```

<html>
<head> ... </head>
<body>
  <table border="1">
    <tr>
      <td>
        <table border="1" bordercolor="BLACK">
          <tr> <td> <cbrowsing:node-content id="A"/>
          </td> </tr>
          <tr> <td> <cbrowsing:node-content id="B"/>
          </td> </tr>
        </table>
        :
      </td>
    </tr>
  </table>
</body>
</html>

```

図 3: レイアウトデータの記述例

以上の機能を実現するシステムの概要を図 4 に示す。以下ではシステムの各モジュールについて説明する。

3.2.1 サーバの構成

サーバは、ユーザ管理部、イベント管理部、コンテンツ分割部からなる。

[ユーザ管理部]

ユーザ管理部は、協調ブラウジングを行うユーザの情報を管理する。ユーザは、協調ブラウジングを始める際、ユーザ管理部にユーザ登録を行う。ユーザ登録を行ったユーザ同士で協調 WWW ブラウジングを行うことができる。このとき、ユーザの名前、ユーザが使用するモバイル端末のディスプレイサイズ、および、端末で利用可能な機能をユーザ管理部に登録する。ここで、端末で利用可能な機能とは、ある形式の画像表示機能や音声再生機能などを示し、例えば GIF 画像の表示機能などがある。ユーザ管理部はこれらの情報をイベント管理部に送信する。

[イベント管理部]

イベント管理部はユーザの行ったリンクの選択やバック、フォワード操作などの操作情報を、そのユーザのイベント管理部から受信し、管理する。例えばあるユーザがリンクの選択や、バック操作などを行った場合、他のユーザにその操作情報を通知する。また、ユーザがリンクの選択を行った場合は、ユーザ管理部から受信したユーザ情報を用いてコンテンツ分割部にリンク先のページの分割要求を行う。

[コンテンツ分割部]

コンテンツ分割部は、イベント管理部の要求にしたがって、文献 [4] の記述方式で記述されたメタデー

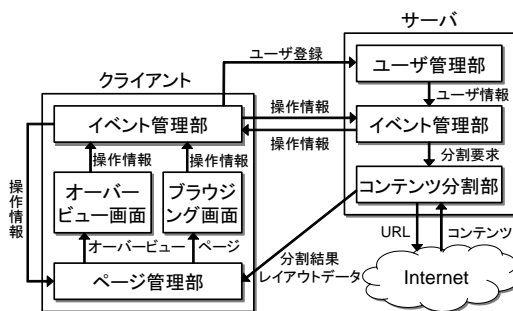


図 4: システム構成図

タ木を分割し、分割結果およびレイアウトデータをモバイル端末に送信する。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。

3.2.2 クライアントの構成

クライアントは、イベント管理部、ページ管理部、ブラウジング画面、オーバービュー画面からなる。以下にイベント管理部とページ管理部について説明する。

[イベント管理部]

イベント管理部は、ユーザによるイベントを管理する。具体的には、ユーザの登録を受け付けると、サーバのユーザ管理部に登録情報を送信する。さらに、ユーザによる操作情報をサーバ上のイベント管理部に送信する。また、他のユーザによる操作情報をサーバ上のイベント管理部から受信し、ブラウジング画面に反映させる。例えば、他のユーザが行ったバックの操作情報を受信した場合は、ページ管理部に対してバック先のページを表示するよう要求する。

[ページ管理部]

ページ管理部では、サーバのコンテンツ分割部から受信した部分コンテンツとレイアウトデータから、ブラウジング画面用およびオーバービュー画面用の HTML ページを作成し、出力する。さらに、イベント管理部から受信した操作情報に基づいてページを作成し、ブラウジング画面に出力する。

3.2.3 システムの動作

協調 WWW ブラウジングシステムでは、あるユーザがリンクを選択した場合、そのリンク先のページが分割されて全ての端末に割り当てられる。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. クライアントのイベント管理部は、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、サーバのイベント管理部に送信する。
4. サーバのイベント管理部は、受信した URL とユーザ管理部から受信したユーザ情報をコンテンツ分割部に送信する。
5. コンテンツ分割部は、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るよう分割する。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るよう分割する。
6. コンテンツ分割部は、分割結果をそれぞれのクライアントのコンテンツ管理部に送信する。
7. コンテンツ管理部は、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、後で表示するかを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。
8. 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、レイアウトデータの“node-content”タ

グを、対応するオブジェクトの示す HTML コンテンツに置き換える。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5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5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。

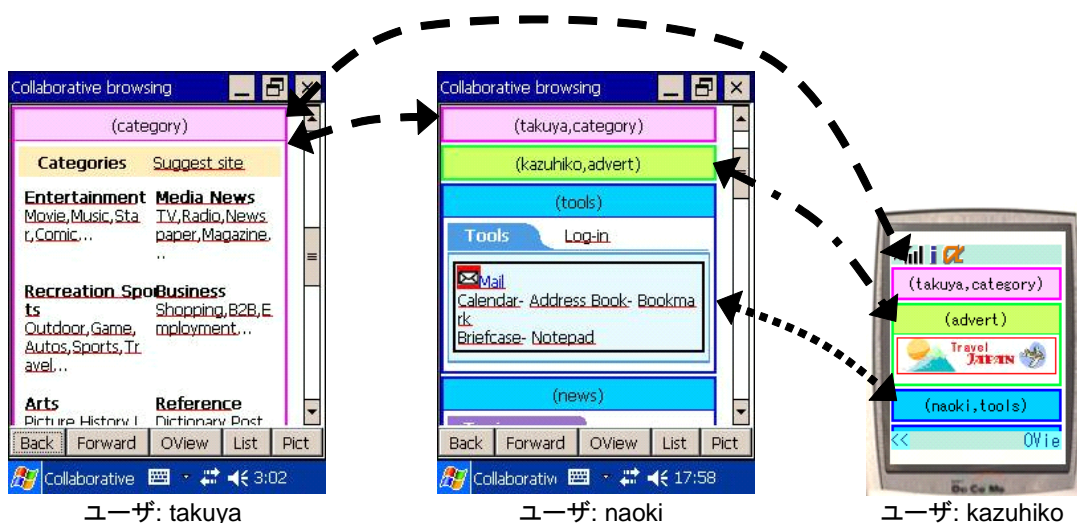


図 5: ブラウジング画面例

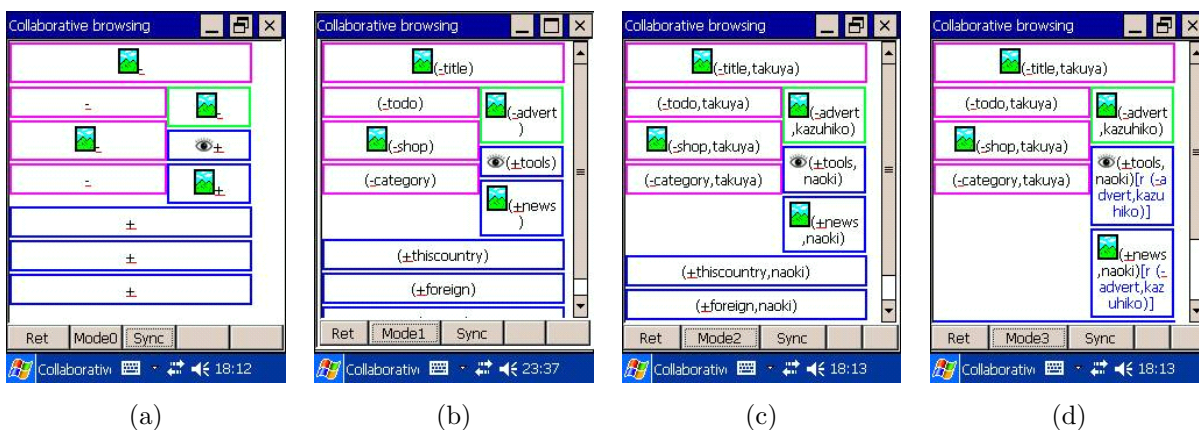


図 6: オーバービュー画面例

3.4 オーバービュー画面

オーバービュー画面には、レイアウトデータおよび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 6 に示す。オーバービュー画面では、オーバービューの詳細度を 4 段階で切り替えることができる。図 6(a) では、ページの大まかなレイアウトのみが表示されている。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。

図 6(b) では、さらにオブジェクト名を表示しており、図 6(c) では、オブジェクトが割り当てられているユーザ名も表示している。図 6(d) では、オブジェクトの情報の後に、そのオブジェクトと関連しており、他の端末に割り当てられているオブジェク

トの情報を表示している。図の例からは、“tools”および“news”に関連するオブジェクト“advert”が、ユーザ“kazuhiko”に割り当てられていることが分かる。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。また図6のように、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 利用例

本節では、協調 WWW ブラウジングの利用例を、ページの特性ごとに説明する。

関連性のないオブジェクト集合から構成されるページ：ポータルサイトのトップページのように、ニュースや検索フォームなどの互いに関連性のないオブジェクトから構成されるページを閲覧する場合、各ユーザは、ブラウジング画面にシリアルに表示されたオブジェクトから目的とする情報をそれぞれ並列に探す。ただし、1つの端末に割り当てられるオブジェクト数が多い場合は、オーバービュー画面のオブジェクト名から目的とする情報を探す方が早い場合がある。また、ブラウジング画面閲覧中に、目的とするオブジェクトが他の端末に割り当てられていることが分かる場合がある。この場合は、割り当てられているユーザに口頭で教えたり、オーバービューを用いて割り当てられているユーザのブラウジング画面に表示させる。

閲覧順序が決まっているオブジェクト集合から構成されるページ：ニュースサイトや日記のコンテンツのように、文章の段落や文章中の挿絵といった、閲覧順序が決まっているオブジェクトから構成されるページを閲覧する場合、常に1つの端末のオーバービュー画面を表示させておき、そのオーバービューのみでページのスクロールを行うことが有効である。例えば、オーバービューを表示しているユーザは、始めに閲覧するオブジェクトを示すリンクを選択する。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そのオブジェクトが表示される。そのオブジェクトの閲覧が終わると、次に閲覧するオブジェクトを、オーバービュー

を表示しているユーザが同様に選択する。この手順を繰り返すことによって閲覧順序のあるページを閲覧する。

関連性のあるオブジェクト集合から構成されるページ：ある会社の株価情報のページや、あるレストランの紹介ページのように、レストランの外観、位置情報といった閲覧順序はないが関連性のあるオブジェクトから構成されるページを閲覧する場合、閲覧の目的によってブラウジング方法は異なる。そのページからある1つの情報のみを探す場合は、ポータルサイトのトップページなどと同様に閲覧する。そのページの全ての情報から1つのレストランを選択をする場合などは、各ユーザが自身のブラウジング画面を一通り閲覧した後、互いの画面を見せながら相談して決定する。

3.6 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 関連研究

デスクトップ PC 用の WWW ページなど情報量の多いコンテンツを、モバイル端末を用いて閲覧する研究として、オーバービューを用いてコンテンツの概要を提供する研究がこれまでに多く行われている。Power Browser[1] は、デスクトップ PC 用の WWW ページのサマリーをテキストベースで提供する。ユーザは、サマリーから閲覧したい部分を選択することにより、その詳細を閲覧できる。一方、本研究で用いているオーバービューは、サマリーとしてオブジェクトの名前を表示する上、分割前のページのレイアウトでオブジェクトを表示する。したがって、ユーザは元のページ構造を容易に想像することができる。また、他のユーザの端末のブラウジング画面を横に並べて閲覧することで、オブジェクトの内容も容易に把握できる。

イメージベースのオーバービューを提供する研究としては Smart View[5] がある。この研究では、デスクトップ PC 用の WWW ブラウザで表示したページのイメージを縮小したオーバービューを PDA に表示する。ユーザはオーバービューから閲

覧したい部分を拡大することができる。しかし、携帯電話などのさらに画面が小さい端末を用いたブラウジングを考えた場合、オーバービューの縮率が大きくなるため、ユーザはページの把握が困難である。一方、本研究で用いているオーバービューは、ページのサマリーを文字列で表示しているため、ユーザは小さい画面でもページの内容を把握できる。

近くにいるユーザ同士で協調作業を行う研究には、Let's Browse[3]、GDA[6]、ConnecTables[7]などがある。Let's Browse では、通常のデスクトップ PC を用いた多ユーザによる WWW ブラウジングにおいて、現在見ているページからリンクしているページの中で、全てのユーザのプロファイルに最も適合したページを提示する。GDA では、複数の PDA の画面を結合することにより、協調作業に用いるワークスペースの表示領域を拡大できる。ConnecTables では、持ち運び可能なディスプレイを結合することにより、ディスプレイ上の作業領域を結合できる。協調ブラウジングは、情報量の多いコンテンツを、端末の性能を考慮して分配する点でこれらの研究とは異なる。

5 むすび

本稿では、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を行った。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。また、オーバービュー画面を用いて分割前の大まかなページ構造を把握することができる。

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。

参考文献

- [1] O. Buyukkokten, H. Garcia-Molina, A. Paepcke, and T. Winograd, "Power browser: Efficient web browsing for PDAs," Proc. Human-Computer Interaction Conference 2000 (CHI 2000), vol. 2, issue 1, pp. 430-437, Apr. 2000.
- [2] B.W. Kernighan and S. Lin, "An efficient heuristic procedure for partitioning graphs," Bell System Technical Journal, vol. 49, no. 2, pp. 291-307, Feb. 1970.
- [3] H. Lieberman, N. W. V. Dyke, and A. S. Vivacqua, "Let's browse: A collaborative web browsing agent," Proc. International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI'99), Jan. 1999.
- [4] 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 (TOD22), June 2004, 掲載予定.
- [5] N. Milic-Frayling and R. Sommerer, "SmartView: Flexible viewing of web page contents," Proc. World Wide Web Conference (WWW'02), May 2002.
- [6] 野田敬寛, 吉野 孝, 宗森 純, "GDA: 複数の PDA による画面結合共有システム," 情報処理学会論文誌, vol. 44, no. 10, pp. 2478-2489, Oct. 2003.
- [7] P. Tandler, T. Prante, C. Müller-Tomfelde, N. Streitz, and R. Steinmetz, "ConnecTables: Dynamic computing of displays for the flexible creation of shared workspaces," Proc. ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST'01), vol. 3, no. 2, pp. 11-20, Nov. 2001.