

WWW 向けモバイルプロキシサーバの開発

辻 順一郎[†] 青野 正宏^{††}
佐藤 文明^{†††} 水野 忠則^{†††}

我々は、モバイル環境におけるマルチメディア応用を快適に利用する基盤システムの研究・開発をしている。本論文は、システムの概要とその評価について述べたものである。近年の移動体通信の発達、インターネットの普及にとともに、携帯端末を用いたモバイル環境での WWW アクセスがさかんになってきているが、ホームページの多くは、静止画等のマルチメディア情報を用いており、データ転送速度が比較的低い移動体通信路を介しては快適な WWW アクセスができないという問題が発生している。また、過去に訪れた WWW ページを再度訪れるための履歴機能も、異なる端末から相互利用できる機能が不足している。これらの問題を解決するために、動的なメディア変換によるイメージデータ伝送の高速化を実現し、また WWW アクセスの履歴をとり、異なる端末からのアクセスに対して相互利用を実現するモバイルプロキシサーバを開発した。

Proxy Server for WWW in a Mobile Computing

JUNICHIRO TSUJI,[†] MASAHIRO AONO,^{††} FUMIAKI SATO^{†††}
and TADANORI MIZUNO^{†††}

We are now investigating the mobile computing environment on which a user can use multimedia applications efficiently and comfortably. This paper describes Mobile Proxy Server system, which support mobile WWW access. Recent diffusion of the telecommunication devices like PDC or PHS makes it possible to access the WWW pages in mobile environment. But, such devices can support the slow communication, and most WWW pages have a large volume of image data. So, people can not access those WWW pages comfortably. There is another problem that history function for visiting the pages which user have accessed can not be used from another terminal. We solved these problems by reducing the data volume of images using dynamic media conversion on the proxy server and by managing history data on the proxy server.

1. はじめに

近年、携帯電話や PHS 等の移動体通信の普及にとともに、それらの移動体通信路を用いたデータ通信も注目されてきている。また、携帯型コンピュータの発展により、オフィス外でのコンピュータの利用もさかんに行われるようになってきている。このような背景のもとに、携帯型コンピュータを移動体通信路を介してネットワークに接続して利用するためのモバイル応用システムの開発がさかんに行われている。

一方、インターネットにおける WWW アクセスが急激に普及しており、静止画や動画を多用したホームページの作成がさかんに行われ、マルチメディア社会の実現が現実的なものとなってきている。ところが、実際には WWW におけるホームページの多くは、高速の有線 LAN による接続を前提として作られており、各ページのデータ量は膨大なものになっていることが多い。したがって、有線 LAN に比べて通信速度が遅い移動体通信路のモバイル環境においては、それぞれのページの取得に時間がかかり、快適なホームページアクセスを行うには無理がある。

また、WWW におけるホームページは多数のリンクにより複雑に絡み合っており、マシンごとに管理される履歴機能を用いても目的とするページに到達するためには多数の不要なアクセスが必要となる。特に低速なモバイル環境においては、目的となるページへの迅速なアクセスができることが望ましい。また、オ

[†] 三菱電機株式会社情報技術総合研究所
Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

^{††} 三菱電機株式会社情報システム製作所
Information Systems Engineering Center, Mitsubishi Electric Corporation

^{†††} 静岡大学情報学部
Faculty of Information, Shizuoka University

フィス環境とモバイル環境で異なるコンピュータを使い分けるような場合、マシンごとにブラウザ管理される履歴機能だけでは不十分であり、マシン間での履歴の共有が必要となる。たとえば、モバイル環境でアクセスしたいページを事前にオフィスで複雑なリンクをたどってアクセスしておき、その履歴情報を用いてモバイル環境で直接目的となるページをアクセスすることにより低速通信路を用いるモバイル環境でも快適な WWW アクセスが可能となる。

我々は、モバイル環境でのマルチメディア応用システムを実現するための研究開発をしており、WWW アクセスを対象として快適なマルチメディアアクセスを実現するためのモバイルプロキシサーバの概念を提案し、開発した結果を報告する。

2. 関連する研究

ここでは、これまでに国内外で行われてきた関連する研究について紹介する。携帯型のコンピュータと移動体通信路を組み合わせたモバイル環境に関する研究は各所で行われているが、その研究の多くは、モバイル環境における移動性を考慮した、モバイル IP のようなルーティング等、ネットワークの接続に関する研究が多い⁵⁾。よりアプリケーションに近い研究としては、移動体通信路における接続の不安定さに着目して、安定したデータ通信を提供するための基盤に関する研究や製品が見受けられる。たとえば、オラクル社の OMA (Oracle Mobile Agents)⁶⁾がその代表といえる。

オラクル社の OMA は、モバイル端末とサーバの間の細かなやりとりをネットワーク上のエージェントで肩代りし、モバイル通信路を介した交信を削減するとともに、移動体通信路におけるデータをシステムにおいて管理し、接続切れの際にも確実なデータ転送を実現できるような基盤を与えるものである。しかし、この OMA のようなシステムでは、扱うデータはテキストベースのデータが中心であり、マルチメディアデータのように多量のデータをやりとりするには効率が悪く実用的ではない。

一方、マルチメディア情報のモバイル環境での通信を考慮した研究としてカリフォルニア大学バークレイ校での GloMop システム^{3),4)}があげられる。GloMop システムは、インターネットにおけるクライアントや通信路の多様性に対応するためのシステムであり、クライアントの性能や動的に変化する伝送路の状態等を監視して、詳細な調整をすることにより伝送にともなう遅延をある一定時間内に収めることを目的としてい

る。このために、GloMop システムを用いるクライアントは、基本的に GloMop システムが提供するライブラリを用いて作成することが要求される。既存のクライアントアプリケーションは、クライアント側エージェントを利用することで対応可能ではあるが、その場合には、GloMop の機能の多くを利用できなくなる。これに対して、我々のシステムでは、ブラウザやサーバには既存のアプリケーションを用いることを前提としており、すべての機能をプロキシに閉じた形で提供しているため、ユーザが慣れ親しんだブラウザをそのまま利用することができる。

また、既存のブラウザを用いてモバイル環境での WWW アクセスを実現するためのシステムとして、IBM の ARTour Web Express システム²⁾がある。このシステムは我々のアプローチと同じように、移動体通信路の両側に位置した 2 つのプロキシモジュールにおいて、移動体通信路の低速性に合わせたデータの加工をし、高速な通信を実現するものであり、移動体通信路を介した接続が不安定であったり、接続できなかったりする状況等への対応も実現している。しかし、データの加工は、マルチメディアを指向したものではなく、マルチメディア情報を扱う場合の高速性はそれほど高くはならない。また、このシステムでは、WWW アクセスの履歴管理のプロキシにおける管理はしていない。

国内においても SmartProxy⁷⁾等、同様の研究が行われている。SmartProxy システムではイメージの変換と HTML 文書自体の変換を行っており、WWW ページのユーザが指定した部分だけを転送、表示する機能を提供している。

3. 設計方針

各ページが複雑に絡み合ったリンク構造を持つ WWW ページは、それぞれのページ内に多量のマルチメディアデータを含んでいることが多い。このような WWW ページをモバイル環境でアクセスする場合、LAN 等の有線ネットワークでのアクセスに比較して格段にデータ転送速度が低いという問題を解決するために次のような 2 点を考慮する必要がある。

- 各ページの転送時間の短縮
- ハイパーリンクをたどり目的の情報に達するまでの時間の短縮

そこで、我々は本システムを開発するために次のような設計方針を採用することとした。

- イメージ情報転送量の削減の実現

ホームページはマルチメディア情報の発信が一

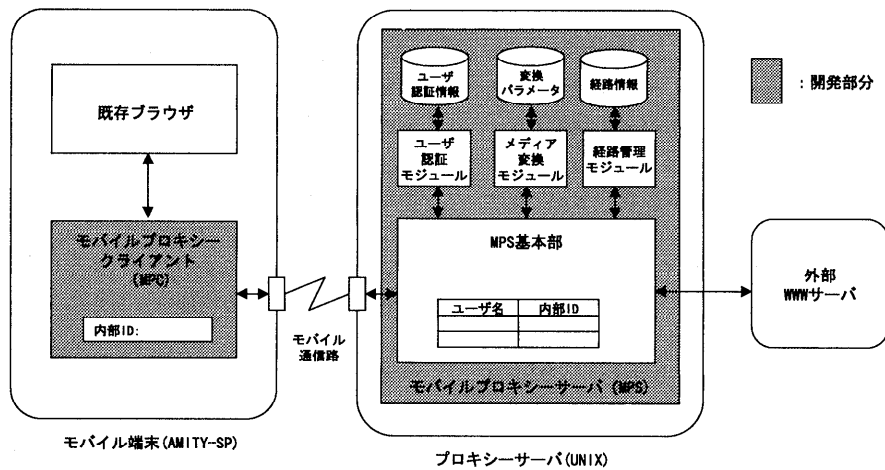


図1 モバイルプロキシサーバ全体構成図

Fig. 1 Overall structure of Mobile Proxy Server System.

般的であり、文字情報以外に静止画等がさかんに利用されている。従来、モバイル環境の低速な通信路に対処するために、これらのマルチメディア情報の表示が省略されることが多かったが、静止画はテキスト情報に比べて情報量が多く、静止画の転送/表示を省略することにより WWW の有用性は格段に低下することが予想される。

したがって、WWW の有用性を低下させずに転送時間を短くするためには、マルチメディアデータ（静止画）を省略せずに転送時間を短くする必要がある。そこで我々は、静止画の解像度を低下させることにより、データ量の削減を図ることとした。ホームページで使われる静止画像の多くは、比較的低い品質でも十分に判別可能なものであり、解像度の低下による弊害は少ないと予想され、解像度の低下によるデータ量の削減により、見かけ上の高速転送が実現でき、その結果として各ページの転送に要する時間を短縮できる。

● 経路履歴情報の保存と活用

現状のブラウザの多くは、過去のアクセス履歴を保存し、その保存された情報から特定のページへ直接移動する機能を備えている。この機能を利用することにより、多くの中間的なページをたどらなくとも過去にアクセスした特定のページに直接アクセスすることができる。

しかし、その機能の多くは、ブラウザを起動している間の情報のみが対象であり、また、一度アクセス経路の途中まで戻って別の経路へ移動すると前の経路の情報が失われてしまうことが多い。さらに、履歴情報を異なる端末間で相互利用す

るような機能を持っているシステムはない。これらの問題を解決するために、モバイルプロキシサーバにおいて、各ユーザがアクセスしたページに関する情報をユーザごとに保存し、その情報を用いて過去にアクセスしたページに直接移動することが容易に実現できるようにした。

このように経路情報をプロキシサーバにおいて保存・管理することにより、オフィスにおけるデスクトップパソコンや、オフィス外での携帯型パソコン等異なるマシン間での経路情報の共有を実現でき、また過去にアクセスしたページを繰り返しアクセスする場合に、目的の情報に達するまでに要する時間を短縮できる。

● 既存ブラウザ/サーバの流用

我々は、モバイル通信路にあたる部分に、モバイル専用のモバイルプロキシサーバを導入することにより上記の機能を実現することとした。このように、すべての機能をプロキシサーバで吸収することにより、既存のブラウザや WWW サーバを変更することなくシステムを実現でき、ユーザの持つ既存資産を有効に利用できる。

4. システムの概要

この章では、前章で述べた設計方針に従って開発した、モバイルプロキシサーバについて、その概要を述べる。

図1に、試作したモバイルプロキシサーバの全体構成図を示す。本システムにおいては携帯端末上のブラウザと外部 WWW サーバの間に位置するモバイル通信路の両側にモバイルプロキシサーバを構成す

る2つの構成要素、モバイルプロキシクライアント(MPC)、モバイルプロキシサーバ(MPS)を配置する。

このように、移動体通信路の両側にモバイルプロキシサーバを配置し、それらの構成要素に、サーバ側/クライアント側でそれぞれ必要とされる機能を吸収することにより、既存のWWWサーバおよびブラウザに何らの変更を加えることなくシステムを構築できる。

以下、各モジュールについて簡単に説明する。

4.1 モバイルプロキシクライアント(MPC)

モバイルプロキシクライアント(MPC)は、ブラウザとMPS間のHTTPメッセージ¹⁾の中継機能、ユーザ管理機能等、モバイルプロキシサーバシステムを実現するうえでクライアント側で必要となる機能を提供する。ユーザが初めてWWWアクセスを行う際に、ブラウザの起動に合わせてクライアント端末上でMPCが起動される。MPSに対するユーザ認証用のユーザ名、パスワードの入力をブラウザを介して要求し、それらの情報をHTTP/1.0のBasic認証手順¹⁾を用いてMPSに通知することによりユーザ認証を行う。また、このユーザ認証がMPSにおいて承認された際に生成・送付されるユーザの内部IDを保存し、それ以後のユーザからのブラウザを介したHTTP要求に対して、保存している内部IDを添付してMPSに送付する。

4.2 モバイルプロキシサーバ(MPS)

MPSはモバイルプロキシサーバシステムの中核となる構成要素であり、MPCとWWWサーバ間のHTTPメッセージの中継する基本部分と、ユーザ認証モジュール、メディア変換モジュール、経路情報管理モジュールから構成される。交換されるHTTPメッセージのヘッダ情報に基づいて経路情報変換モジュールを用いて各ホームページのアクセス履歴の保管をするとともに、サーバからの応答を監視し、イメージ情報(GIFデータ、JPEGデータ)を検出すると、メディア変換モジュールを用いてイメージ情報の変換を行う。この際に、ユーザからのオリジナルイメージの取得要求を受付けるために、メディア変換を実施した各ページの先頭に自動的に「Original is here.」というアンカーを挿入し、オリジナルのイメージを取得できるようにしている。

以下、MPSを構成する各モジュールについて記述する。

4.2.1 基本部分

本モジュールは、MPSの中核となるモジュールであり、MPCとWWWサーバの間のHTTPメッセー

ジの解析/中継を行うとともに、HTTPメッセージを解析した結果に基づいて、HTTPメッセージの変更および他の各モジュールの制御を行う。

4.2.2 ユーザ認証モジュール

モバイルプロキシサーバにおいては、静止画像データのメディア変換による転送データ量の削減、および経路情報の保存/管理を行うが、メディア変換のための各種パラメータの設定や、過去に訪れたページの履歴の保存等は、ユーザごとの管理が必要となり、そのためにモバイルプロキシサーバにおいてユーザ認証を実現する必要がある。

本モジュールは、MPSからの要求に基づいてこれらのユーザの認識/認証を行うモジュールであり、ユーザからの各HTTP要求メッセージに対してユーザ認証を行う。

4.2.3 メディア変換モジュール

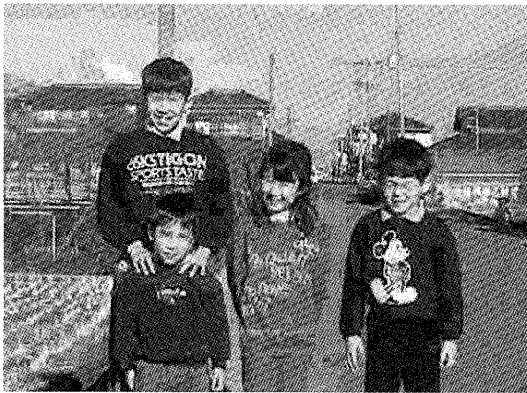
WWW上の各ホームページにはイメージ(静止画)が多用されており、そのイメージデータの転送量が大量となっていることがモバイル通信路のような低速通信路を介したWWWアクセスの遅さの主因となっている。このために、本システムでは、各ホームページに含まれるイメージ情報の情報量の削減を行う。このイメージのデータ量の削減は、イメージデータのフォーマット変換と、イメージの持つ解像度の削減(品質の低下)によって実現し、この機能を総称してメディア変換機能と呼ぶ。

本モジュールは、MPS基本部からの要求に基づいてメディア変換機能を実現するためのモジュールである。サーバからのHTTP応答メッセージを監視し、そのContent-typeフィールドの値がimage/GIFあるいはimage/JPEGになっている場合に、ユーザがあらかじめ指定した変換パラメータに従ってメディア変換を行い、移動体通信路を介したイメージデータの転送データ量の削減を行う。

今回の実装においては、メディア変換機能としてある一定以上の大きさを持つGIFやJPEGのイメージに対して、品質を落としたJPEGイメージへの変換を行い、データ量の削減を実現している。このメディア変換機能によりブラウザに表示されるイメージの品質は低下するが、一般にホームページ上で用いられるイメージは写真等が多く、また携帯端末の持つ小さなディスプレイに表示した場合、ディスプレイ自身の解像度が小さいために、品質を低下させても十分に判別可能である。図2にオリジナルのイメージと当システムのメディア変換機構を用いて品質を低下させた場合のイメージ例を示す。このイメージは、オリジナルが



(a) オリジナルイメージ例
(a) Original image



(b) メディア変換後イメージ例
(b) Media translated image

図2 メディア変換例

Fig. 2 Example of media translation.

約 150 K バイトの GIF ファイルであり、それを JPEG に変換して品質を低下させ、約 8 K バイトへのサイズの削減が実現される。

また、イメージによっては、ユーザにとって低速通信路を介して転送に時間がかかったとしてもオリジナルの高精細な画像を必要とする場合も考えられ、その要求に応えるために、応答の HTML 記述の最初に、「Original is here.」という記述を自動的に挿入し、オリジナルのイメージ表示へのアンカーとしている。ユーザはこのアンカーをクリックすることで、そのページに含まれるすべてのイメージをオリジナルの高精細な画像として再表示できる。メディア変換は、サーバからの応答に従って動的に実施されるが、その変換に要する時間は、データ量削減にともなう伝送遅延の削減に比べてはるかに小さく、高速なイメージの転送を実現できる。

4.2.4 経路情報管理モジュール

本モジュールは、ユーザがアクセスした各ページの

履歴情報を経路履歴情報として保存し、ユーザからの要求に対応して保存した経路履歴情報の HTML 記述を生成するためのモジュールである。ユーザが各ページをアクセスするたびに、アクセス日時、URL、タイトル、Referer に関する情報を取得し、ユーザごとに用意された履歴ファイルに保存する。履歴情報の増加をある程度の容量内に収めるために、ユーザからの指示により一定の日付より前の情報を削除できる。保存した経路履歴情報は、ユーザからの指示により本モジュールで HTML 記述に変換することで表示できるが、その際には 2 種類の表示（時系列表示とツリー表示）を可能としている。

時系列表示は、アクセスした日時に基づいたリストとして各履歴情報を表示するものであり、最新のアクセスが先頭に来るような形で、日付ごとに順番に並べて表示するものである。この表示により、ユーザが過去にアクセスしたページに再度アクセスしたい場合には、いつごろアクセスしたかの記憶に基づいて簡単に目的のページを探すことができる。

ツリー表示は、各ページのリンク関係をもとに表示するものであり、Open ボタンやブックマーク等を用いて直接アクセスしたページを先頭として、そこからリンクをたどってアクセスした各ページをインデントーションを用いてツリー状に表示するものである。企業のホームページ等ではリンクのレベルが深くなることも多く、時系列表示で目的のページを探しにくいとき等にも、企業のホームページ等をもとに、目的のページが探しやすくなる。なお、WWW におけるハイパーリンクは、純粋な木構造ではなく、ループを形成したり、同じページが複数の異なるページからアクセスされたりといった、いわゆるネットワーク構造となっている。そこで、我々は、このネットワーク構造の経路履歴情報をツリー構造で表すために、リンクのレベルを導入した。Open 機能等を用いて直接アクセスされたページをレベル 0 とし、そのページからリンクされた各ページをリンクをたどるたびにレベルが 1 ずつ増加するようにしている。複数の経路で同じページがアクセスされた場合、上位のレベルにあるものを本来の位置として、下位のレベルのものは、それより上位に位置する本来のページのダミーとして、そこからさらにリンクしている下位のページを表示しないようにした。

図 3 に、ツリー表示の画面例を示す。

5. 実装方式

本章では、システムの実装方式のうち、ユーザ認証

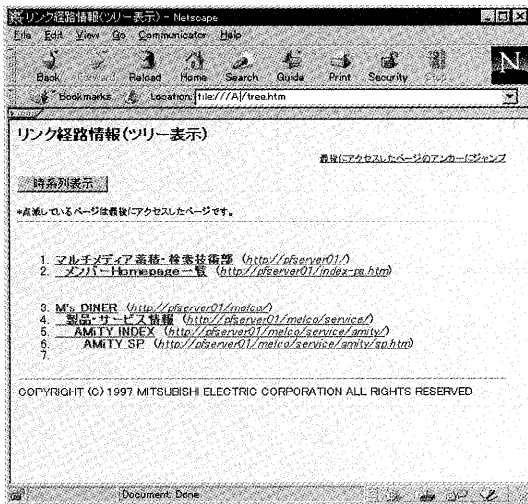


図 3 経路履歴情報のツリー表示例

Fig. 3 Example of tree structure presentation for access history.

方式とメディア変換方式について説明する。

5.1 ユーザ認証方式

通常、HTTP メッセージにおけるユーザ認証としては、特定のページに対してアクセスできるユーザを識別するための機構として、ユーザ ID とパスワードによる認証が一般的に用いられ、HTTP メッセージの中にもこのユーザ認証用のフィールドが用意されている。この機構はあるサーバ上の特定のページ以下に対するアクセスの制限を目的としており、一度入力されたユーザ ID とパスワードはブラウザで保存され、これらのページ群に対する要求にのみ自動的に添付される。これにより、異なるページに対して同じユーザが異なるユーザ ID とパスワードを利用できる。ところが、モバイルプロキシサーバでは、同一のユーザからのすべての要求を処理するため、すべての要求に対して同一のユーザであることを認識する必要がある。また、1 つの HTTP メッセージにおいて、モバイルプロキシサーバにおけるユーザ認証と WWW サーバにおけるユーザ認証を並行して行う必要が生じることもあり、モバイルプロキシサーバとして、HTTP/1.0 の Basic 認証手順とは異なるユーザ認証機構を採用しなくてはならない。

そこで、我々は、モバイルプロキシサーバに対する初期アクセスに関しては HTTP メッセージの認証用フィールドを用いてユーザ名とパスワードを受け渡してユーザ認証を実施し、その時点で乱数を用いて動的に生成する内部 ID を用いて各 HTTP 要求に対する認証を実現する仕組みを考案した。

MPC を起動後、最初のブラウザからの要求に対しては、MPC 自身がユーザ認証用データ（ユーザ名とパスワード）を要求し、それに対するブラウザからの応答としてのユーザ認証情報を含んだ HTTP メッセージが MPS 基本部に対して送付され、MPS からユーザ認証モジュールが起動される。ユーザ認証モジュールでは、ユーザ名とパスワード情報を記憶しているユーザデータと比較して認証を行い、認証が成功すると、乱数を用いてそのユーザ用の内部 ID を発生させる。内部 ID は、ユーザ認証モジュールでメモリ中に記憶されると同時に、MPC に対するメッセージとして送付する。MPC では送られた内部 ID をメモリ中に記憶してそれ以後のブラウザからの要求メッセージ中に特殊なフィールドとして添付して MPS に送付する。

内部 ID による簡易認証方式により各要求に対する迅速な認証が可能となり、HTTP のユーザ認証機能によって実現される各ホームページのユーザ認証と共存できる。また、内部 ID は、MPC と MPS の間でのみ交換されるものであり、その値は MPC が起動されている間のみ有効となるものである。したがって、不正なユーザがこの内部 ID を用いて MPS にアクセスすることは困難である。

5.2 メディア変換方式

メディア変換機能において、同一のページに対してメディア変換を施した表示とオリジナルの高精細な表示を区別して実現するために、我々は次のような方式を採用した。

まず、オリジナルの高精細な表示を求めるための要求を行う際に、要求の URL 記述の中の特定の位置に特殊な文字列として“-o-”を挿入し、通常のページ表示要求と区別する。通常、表示要求のための URL 情報としては、各ページを識別する URL 情報と各ページの中に埋め込まれたイメージを示すための URL 情報がある。各ブラウザは、要求したページの HTML 情報を受け取った際にその内容を解析して内部に埋め込まれたイメージに対する URL 情報に基づいて、自動的にそのイメージの取得要求を発行することで各ページの表示を実現している。したがって、オリジナルの高精細な表示を求めるための要求においては、その中に埋め込まれたイメージに対する URL 情報の取扱いに注意が必要である。

まず、通常のページ要求に関しては、MPS においてその URL 情報を解析し、識別子としての文字列“-o-”が含まれていないことを確認することにより識別する。この場合には、応答としての HTML 記述の先頭にオリジナル取得用のアンカーを、そのページの URL 情

表1 オリジナルイメージの表示制御
Table 1 Translation controls for images.

	テキストデータ	イメージデータ
“-o-”を含んだ要求	イメージ呼び出しに“-o-”を挿入	何もしない
“-o-”を含まない要求	オリジナル要求アンカーを付加	メディア変換を実施

報に“-o-”を挿入した URL 情報を指定する。ページ内に含まれるイメージデータに対する URL には何の変更も加えない。

次に、オリジナル取得用のアンカーをユーザがクリックした場合には、MPSにおいてその要求 URL 情報の中に“-o-”が含まれていることによりオリジナル取得だということを認識する。この場合には、応答としての HTML 記述の中に含まれるすべてのイメージに対する URL 情報に識別子としての文字列“-o-”を付加する。

この方式をまとめた表を表1に示す。このような仕組みを与えることにより、通常のページ要求の際に自動的に発行されるイメージ取得要求に対してはオリジナル表示の識別子である“-o-”という識別子が挿入されず、オリジナルな高精細なイメージ表示をユーザが要求した際には識別用文字列が挿入されたイメージ取得要求が自動的に発行されることとなる。

これらのメディア変換機能を管理するためにユーザがあらかじめ指定する変換パラメータとしては、メディア変換を実施するか否かのフラグ、メディア変換の対象イメージの最小サイズ、JPEGにおける品質の割合等が含まれ、ユーザは特殊な URL 情報を指定してフォーム形式のページにアクセスすることによりこれらのパラメータを設定できるようにしている。また、近年ホームページ記述で多用され始めているアニメーション GIF に関しては、代表画像としての最初のイメージのみの JPEG への変換、および、アニメーション GIF のままの画面数の削減のいずれかを選択できるようにしている。これらのパラメータを適切に設定することにより、通信路や使用する端末の性能に合わせたメディア変換機能を利用できる。

6. 試作システムの評価

本章では、試作したシステムに対する評価について述べる。試作システムにおいては、MPSを実装するモバイルプロキシーサーバとして UNIX ワークステーション (Sun Microsystems 社製 Sun SS-20) を使い、MPC およびブラウザを実装する携帯端末として Microsoft 社の Windows-95 を搭載したモバイルコン

表2 ページ1
Table 2 Page-1.

項目	オリジナル表示	メディア変換表示	比率
イメージサイズ (バイト)	148,205	8,115	17.8
ページ全体サイズ (バイト)	149,741	9,651	15.5
アクセス時間 (秒)	117	14	8.4

表3 ページ2
Table 3 Page-2.

項目	オリジナル表示	メディア変換表示	比率
イメージサイズ (バイト)	40,571	3,047	13.3
ページ全体サイズ (バイト)	42,029	4,505	9.3
アクセス時間 (秒)	47	9	5.2

表4 ページ3
Table 4 Page-3.

項目	オリジナル表示	メディア変換表示	比率
イメージサイズ (バイト)	65,311	10,267	6.4
ページ全体サイズ (バイト)	84,019	28,975	2.9
アクセス時間 (秒)	79	33	2.4

ピュータ (三菱電機社製 MITSUBISHI AMiTY-SP) を使い、両者の間の通信路として PIAFS 対応の PHS データ通信 (32 Kbps) を使い、評価した。

本試作システムの評価において、プロキシーサーバにおける履歴情報の管理機構については、同一ユーザが異なる端末からのアクセス履歴を相互に利用できることを確認してその有効性を確認した。営業員等が顧客を訪問した際に自社のホームページを利用して製品の紹介をするような場合等、モバイル環境においてアクセスする必要のあるページがあらかじめ分かっており、目的のページが多数のリンクを経てアクセスしなければならない場合等に特に有効である。

メディア変換によるイメージ情報の転送の高速化に関しては、数種の WWW ページに対して、ページ全体のデータ量、イメージのサイズおよびアクセス時間に関して定量的な評価を実施した。表2から表4に、3種の WWW ページに対して、本システムを使用した場合のメディア変換を施した場合と、オリジナル表示の場合の比較を示す (アクセス時間は5回計測の平均値)。ページ1は、約150KBの容量を持つ GIF ファイルからなるページであり、ページ2は約40KBの画像を含むページ、ページ3は当社のホームページである。ページ3に関しては、メディア変換の対象としない2KB未満の画像を複数含んでいる。ここで、アクセス時間はこれらのページへのリンクを表すアンカーをクリックしてから、ページの表示が完了するまでの時間を表している。それぞれ、イメージに対して

は、GIF から JPEG へのフォーマット変換と JPEG における品質の低下を行っている。

それぞれのイメージに対しては、メディア変換により、約 1/5 から 1/18 のサイズの縮小が実施されているがページ全体のデータ量としては約 1/3 から 1/15、ページ全体の表示までの時間は約 1/3 から 1/8 の短縮が実現されている。

一方、各ページのアクセスに要する時間を記述すると以下ようになる。

$$\begin{aligned} \text{アクセス時間} &= \text{データ転送時間} + \text{処理時間} \\ &= \text{モバイル通信路転送時間} \\ &\quad + \text{プロキシまでの転送時間} \\ &\quad + \text{メディア変換処理時間} \\ &\quad + \text{その他の処理時間} \end{aligned}$$

ここで、今回の実験ではプロキシと WWW サーバは有線ネットワークで近接地にあるためプロキシまでの転送時間は無視できる。また、モバイル転送時間は転送データ量と転送速度の積で表すことができる。したがって、上記の式は以下ようになる。

$$\begin{aligned} \text{アクセス時間} &= \text{データ量} \times \text{転送速度} \\ &\quad + \text{メディア変換処理時間} \\ &\quad + \text{その他の処理時間} \end{aligned}$$

この式に従い、上記の測定結果を考察する。データ転送時間はデータ量にほぼ比例する。実際には、HTTP プロトコルでは要求と応答に対してヘッダが付加されるためページ全体のデータ量と転送データ量は異なってくるが、その量は 1 つの要求について 100 から 200 バイト程度であり、ほとんど無視してかまわない。上記のページ 3 においても 2,000 バイト以下のメディア変換の対象としない小さなイメージが 10 個程度含まれているが、その場合にもイメージごとに繰り返される要求・応答の総ヘッダ量は 2,000 バイト程度であり、全体の 40 分の 1 程度である。

各ページの記述内にはメディア変換の対象とならない文字情報や小さな画像などが含まれるため、イメージデータ量の削減率に比べ、ページ全体のデータ量の削減率は小さくなる。また、メディア変換に要する処理時間は必ずしもイメージのサイズには比例せず、プロキシやブラウザにおける通常の処理に多少の時間がかかる等の理由によりアクセス時間の削減率はさらに小さくなる。

上記の各ページにおけるアクセス時間の短縮の比率

を比較すると、ページ全体のデータ量に対するメディア変換の対象となるイメージのデータ量の割合が大きいほどアクセス時間の短縮は大きくなっている。

また、ページ全体のデータ量の削減比率とアクセス時間の削減率を比較すると、ページ 3 においてはアクセス時間の削減率がページ全体のデータ量の削減比率とほぼ同等となっているのに対し、ページ 2、ページ 1、と徐々にページ全体のデータ量の削減率よりもアクセス時間の削減率が少なくなっている。これは、ページ 1 やページ 2 において、メディア変換に要する処理時間の影響が現れているものと思われる。

7. おわりに

本論文では、有線 LAN に比べて低速な、移動体通信路を介してデータを送受信するモバイル環境において、快適な WWW アクセスを提供するための基盤となるモバイルプロキシサーバシステムに関して、その考え方、構成、試作システムの評価について報告した。移動体通信路の両側にあたる、ネットワークサーバと携帯端末上にプロキシサーバを配置し、個々のユーザの認証、ユーザの好みや携帯端末の性能、移動体通信路の性質に応じたマルチメディアデータの品質の調整を実現することにより、インターネットのホームページ上に存在する各種のマルチメディア情報を、モバイル環境においても快適に検索・利用するための基盤を与えることが可能となる。

今後は、扱うことのできるマルチメディア情報の種別の拡充、移動体通信路の電波状況の悪化等による、非接続時の操作性の向上等を実現していきたいと考えている。

参考文献

- 1) Berners-Lee, T., Fielding, R. and Frystyk, H.: Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.0 (1996). (Internet Request for Comments: rfc1945).
- 2) Chang, H., Tait, C., Cohen, N., Shapiro, M., Mastriani, S., Floyd, R., Housel, B. and Lindquist, D.: Web Browsing in a Wireless Environment: Disconnected and Asynchronous Operation in ARTour Web Express, *Proc. MobiCom '97*, Budapest, Hungary, ACM/IEEE, pp.260-269 (1997).
- 3) Fox, A. and Brewer, E.A.: Reducing WWW Latency and Bandwidth Requirements by Realtime Distillation, *Proc. 6th International World Wide Web Conference*, Paris, France (1996).

- 4) Fox, A., Gribble, S.D., Brewer, E.A. and Amir, E.: Adapting to Network and Client Variability via On-Demand Dynamic Distillation, *Proc. ASPLOS-VII*, Cambridge, Massachusetts, pp.160-170, ACM (1996).
- 5) Imielinski, T. and Korth, H.F.: *Mobile Computing*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts (1996).
- 6) Oracle: Oracle Mobile Agents (1997). http://ntsolutions.oracle.com/products/oma/html/oma_v3.htm
- 7) 伊東直子, 立川恆央, 中川好久, 水越康博: 携帯端末向けの WWW ページ変換— SmartProxy (1997). <http://pochi.nwsl.mesh.ad.jp/nwsl/papers/09732/>

(平成 10 年 4 月 28 日受付)

(平成 11 年 2 月 8 日採録)



辻 順一郎 (正会員)

昭和 30 年生。昭和 56 年慶應義塾大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。同年三菱電機(株)入社。昭和 57 年より(財)新世代コンピュータ技術開発機構に出向。推論マシンのウィンドウシステムの研究開発に従事。現在、通信・放送機構新川崎リサーチセンターに勤務。ユーザインタフェースシステム、モバイルマルチメディアシステムの研究に従事。ACM 会員。



青野 正宏 (正会員)

昭和 21 年生。昭和 44 年名古屋工業大学工学部経営工学科卒業。同年三菱電機(株)入社。航空管制システム等のシステム開発に従事し現在に至る。平成 9 年静岡大学大学院理工学研究科博士後期課程に社会人学生として入学、在学中。技術士(情報工学部門)。電子情報通信学会会員。



佐藤 文明 (正会員)

昭和 37 年生。昭和 61 年東北大学大学院工学研究科電気及通信工学専攻博士前期課程修了。同年三菱電機(株)入社。通信ソフトウェアの研究開発に従事。平成 7 年 1 月より静岡大学工学部助教授。現在、静岡大学情報学部助教授。通信ソフトウェア、形式言語、分散処理システムに関する研究に興味を持つ。電子情報通信学会、IEEE Computer Society 各会員。工学博士。



水野 忠則 (正会員)

昭和 20 年生。昭和 43 年名古屋工業大学経営工学科卒業。同年三菱電機(株)入社。平成 5 年静岡大学工学部情報知識工学科教授。現在、情報学部情報科学科教授。工学博士。情報ネットワーク、プロトコル工学、モバイルコンピューティングに関する研究に従事。著書としては、「プロトコル言語」(カットシステム)、「分散システムコンセプトとデザイン(第2版)」(電気書院, 訳)、「MAP/TOP と生産システム」(オーム社)、「分散システム入門」(近代科学社)等がある。電子情報通信学会、IEEE、ACM 各会員。