

無線インフラを使ったマルチメディアデータ 転送システムの開発

桜井 鐘治 下間 芳樹

三菱電機(株) 情報技術総合研究所

近年の携帯端末の小型化と移動体通信の急激な普及によりこれらを利用したりリモートアクセスが盛んに行われているが、回線断や転送速度が遅いといった問題が生じている。本稿では、これらの問題に対して、無線通信を用いて地図データや画像データなどの大きなサイズのデータを転送する場合に、オブジェクト同期化モデルを使用する方式を提案する。本提案では、利用者が必要とする領域から転送されるように、対象データを部分領域に分割し、利用者の優先度をこれらの分割データの依存関係として定義する。端末側では既に受信済みの部分データはキャッシュとして再利用ができるため、利用時間に従い高速な応答が期待できるとともに、オフライン処理が可能となる。

Development of Multimedia Data Transfer System on Wireless Communication

Shoji Sakurai

Yoshiki Shimotsuma

Information Technology R & D Center, Mitsubishi Electric Corporation

As mobile terminals become lighter and mobile communication becomes more popular, remote access is going to be used more often. But mobile communication has big differences such as disconnection and slow transfer rate from LAN. In this paper, we describe a method using data consistency object modeling to transfer large data such as geographic information and image data on wireless communication. And our method divides large data into parts of data and defines dependencies of transferred data according to how users need them. We can reuse transferred data as caches, so we expect quick response and off line process by using them on terminals.

1 はじめに

近年の携帯端末の小型化により携帯が容易なノートPCやPDAが普及してきている。また一方では、無線通信の環境も整備されてきており、郵政省の発表による移動通信事業加入数では1997年11月末時点での携帯電話の累計加入数が2766万、PHSが700万を数えるまでに急激に普及してきた。このような背景により、携帯端末と無

線通信を使用し屋外や出先において、オフィスや事業所と同じ環境を利用したいという要求が高くなってきている。これにともない、携帯電話やPHSなどの無線インフラとノートPCやPDAなどの携帯端末を使い、屋外や出先からオフィスや事業所のサーバに接続し必要なデータにリモートアクセスすることが盛んに行われるようになってきている。現在一般にこのような無線リモートアクセス環境では、無線通信インフラ上でただ

単に PPP により接続を行っているのが大半である。

しかしながら、無線インフラ上でのデータ通信は LAN 上での通信に比べて次の点が大きく異なる。

- 通信が途中で突然切れる。
- 転送速度が遅い。
- 通信の接続に時間がかかる。
- IP アドレスの一意が保証されない。(特に一般プロバイダを使った場合)
- データの誤り率が高い。(有線の場合に比べ、一般に 10^3 程度高い)

また、これ以外にも運用面では、

- 料金が高い。
- ということが挙げられる。これらの違いにより次に挙げる問題が生じる。

1. データを受信している最中に通信が突然切れることにより、切断時にそれまで既に受信済みのデータが無駄になってしまう。このため、後で通信を再開した際に、同じデータを再度その先頭から受信することが必要であり、データの転送効率が低下する。
2. 通信速度が遅い分通信時間が長くなる。インフラレベルで自動的にエラー訂正を行う場合にも見かけの通信時間が長くなる。このことにより、通信途中で通信が切れる確立が更に高くなる。
3. 接続に時間がかかるため、リトライ時にも大きな待ち時間が発生する。最悪、通信断の原因が圏外への移動であった場合には、再度圏内へ戻るまで通信が使えずサービスが一時中断してしまう。
4. IP アドレスが、接続の度に動的に割り当てられるため、IP アドレスでの端末の管理ができない。

これまでも、これらのうち転送速度の問題 [1] や接続時のオーバーヘッド [2] についての解決法が研究されている。

本稿では上記のうち 1、2、3 の問題点を解決するため、転送データをオブジェクトと見なした

データ転送方式を提案する。

2 データオブジェクトモデル

2.1 オブジェクト同期化モデルによるデータ転送

転送データとしては、地図データと画像データを対象とした空間的に広がりを持つマルチメディアデータを対象とする。また、実際のオブジェクトの転送には、MNCRS (Mobile Network Computer Reference Specification) のデータ同期 API をサポートした JCapita [3] を使用して行う。

JCapita は次の機能を提供する。

- データの再送保証
オブジェクトデータの転送途中で通信エラーが発生した場合には、自動的にオブジェクトデータの再送を行う。
- データの差分転送
更新を行ったデータについて更新部分のみのデータの差分を転送し、オブジェクトの同期化を行う。
- 依存関係を定義したオブジェクト間での転送順序の保証

オブジェクト間で依存関係を表したリンクを定義し、依存関係の上位のオブジェクトデータの転送を優先して行う。

図 1 に JCapita を用いたマルチメディアデータ転送システムの構成を示す。

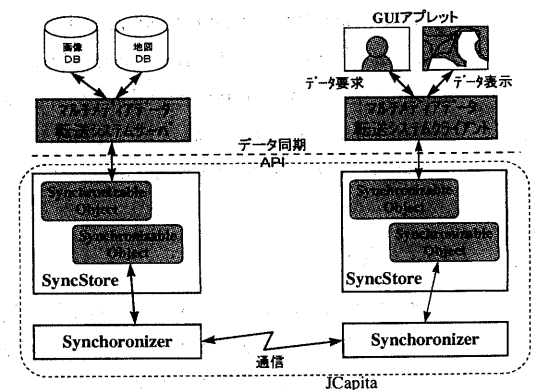


図1 マルチメディアデータ転送システムの構成

マルチメディアデータ転送システムサーバは、データ同期 API を用いて SyncStore と呼ばれるコ

テナオブジェクトを生成し、Synchronizable オブジェクトと呼ばれるデータを SyncStore に登録する。Synchronizable オブジェクトには任意のデータを格納することができる。サーバが同期のトリガをかけることにより、Synchronizer が変更のあった Synchronizable オブジェクトについて変更内容を取り出し、同期を取っている他の SyncStore へその内容を適用する。マルチメディアデータ転送システムクライアントにはイベントが通知されるとともにオブジェクトが渡される。オブジェクトは利用者アプリケーションである GUI アプレットにより使用され端末上に画像および地図データが表示される。

3 オブジェクト間の依存関係

3.1 二次元平面データの依存関係

画像や地図等の二次元平面データをあらゆるデータは、一般的にサイズも大きく無線インフラでの転送には時間がかかる。一方で、実際にユーザが必要とするデータはその中の一部であったり、更に地図の場合には複数あるレイヤのうちのいくつかであったりする。

利用者が必要とするレイヤを必要とする部分領域から転送するため、本システムでは、対象データを領域分割し、これらの分割データの依存関係を利用者の指定する順序に従い定義する。

分割ブロックに依存関係を定義した方法と JPEG のプログレッシブモードとの違いを示すため、図 2 に簡単な例を示す。左のプログレッシブモードは3回のスキャンのうち3回目のデータを削除したものである。この場合ははじめの2回のスキャンのデータはヘッダを除く画像データ全体の35%である。右の画像は、依存関係を定義したデータのうち左と同じく35%を表示したものである。これまでも利用者にとっての優先度に従い転送を行う方式[4]が提案されているが、本方式で行っている領域分割では画質の劣化は生じない。また、依存関係による方法では JCapita を使用しているため、たとえこの状態に対し利用者が不満である場合には、通信再開後に残りの部分のデータのみ転送を継続して行い全体を表示することも可能である。

3.2 転送データの分割

画像および地図データのフォーマットは、ラスタ形式とベクタ形式の2つに大別することができる。ラスタ形式は、ピクセルあるいはピクセルの集まりであるブロックを単位とするデータを一般に左上からシーケンシャルにならべたものであり、部分領域毎のデータオブジェクトに容易に分割することができる。これに対しベクタ形



図2 プログレッシブモード(左)と依存関係定義方法による画像(右)

式は、図形部品を2次元平面上的XY座標の組の配列であらわしたものの集まりである。ベクタデータの場合には、部分領域内に個々の地図部品が納まる場合と複数の部分領域をまたがる場合の2つがある。部分領域の境界をまたがる地図部品をいずれの領域のデータとするかは方針を決定することが必要である。

3.3 キャッシュとしてのオブジェクト再利用

一旦端末側に転送したオブジェクトはその後キャッシュとして利用することが期待できる。しかしながらリクエストされる度に部分領域を変更していたのでは、キャッシュとして利用することができない。このため地図DB内のベースとなる地図データ毎に分割の際に基準となる部分領域として単位メッシュを予め決めておく必要がある。サーバにおいて部分領域のデータを取り出す際には、この単位メッシュを基準として分割を行う。

端末側でオブジェクトを再利用するには、GUIアプレットは再度必要とする領域のデータをマルチメディアデータ転送システムクライアントへ要求する。システムクライアントでは要求された領域のデータを持つオブジェクトがないかキャッシュ内をチェックし、ない部分が存在する場合にのみサーバにリクエストを送る。キャッシュにヒットしたオブジェクトについてはイベントを上げてGUIアプレットへ返す。また、サーバ側へ送ったリクエストの延長でオブジェクトが到着した際にも同様に通知する。GUIアプレットからはどのオブジェクトデータがキャッシュにヒットしたのかわかる必要はない。オブジェクトは描画メソッドを提供しているため、受け取ったオブジェクトの描画メソッドを順番に呼び出すだけでデータを描画が行える。

3.4 レイヤ間の依存関係

データの依存関係は、利用者の指定情報や画像ファイルの属性情報あるいは固有情報により決定する。

図3は地図データのオブジェクトのレイヤ間の依存関係と単位メッシュ間での依存関係を定

義した状態を示したものである。利用者が要求した領域の地図データは、同じレイヤ内では、要求領域の中心を優先し、同一単位メッシュ内では利用者の必要度の高いレイヤを優先してオブジェクトが転送される。

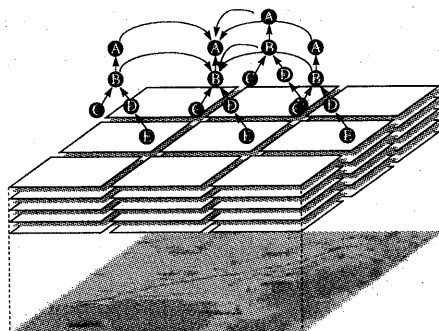


図3 地図レイヤ間の依存関係

3.5 オブジェクトサイズの選定

本方式における最適なオブジェクトサイズは使用する無線インフラの性能に依存する。図4はPHSのPIAFSを用いてPPP上でのTCPパケットの転送性能を測定したものである。1つのデータパケットのサイズが32byte程度で通信性能の上限に達することが読み取れる。なお、インフラの性能と合わせて、オブジェクトによるデータ転送方式と領域分割による元データ以外のヘッダデータの増分を32byteから1024byteまでとした場合の見かけの転送速度を示す。1つのデータが8kbyteあたりから性能が頭打ちとなる。

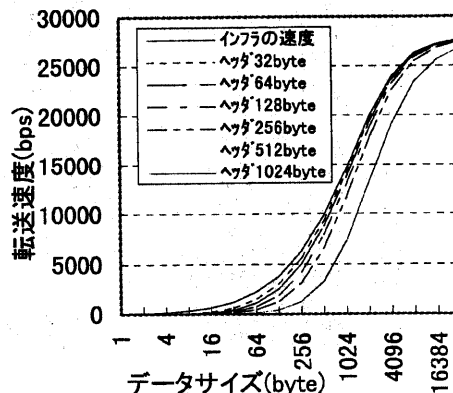


図4 PHS のデータ転送速度

次に、オブジェクト1つあたりの転送時間を図5に示す。転送時間の最小値は、ヘッダの増分サイズによりばらつくが128byteから1024byteの範囲で最小となる。

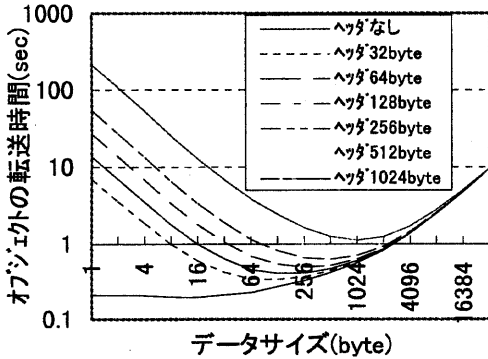


図5 オブジェクト1つあたりの転送時間

更に、JPEGのファイルで640 x 480程度の比較的高品質な画像データのサイズを64Kbyte程度としてその転送に要する時間を図6に示す。

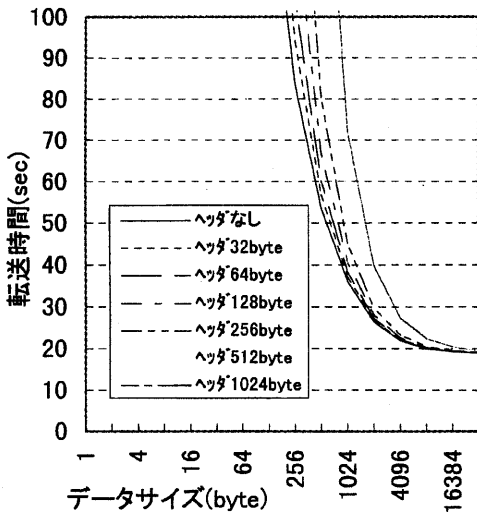


図6 64Kbyteデータの転送時間

概ねデータサイズが4096byteあたりから20秒

に向けて集束する。一方それ以下のサイズでは転送時間が急激に増加する。

図4から図6に示した3つのグラフより、PHSを無線インフラとして使用した場合に、トータルのスループットを上げるにはオブジェクトサイズは4096byte以上、リクエストを出してから最初のオブジェクトを受信するまでの応答時間を重視するのであれば、1024byte程度が適当であると考えられる。

4 提案方式の評価ポイント

ここでは、本提案方式を評価する場合のポイントについて考察する。

本方式では、一度転送したデータは明示的にフラッシュしない限りキャッシュとして利用される。キャッシュにヒットする確立を α 、キャッシュからオブジェクトを得る時間を T_c 、サーバからオブジェクトを得る時間を T_s とすると、オブジェクトを得る平均時間は T_{av} は、

$$T_{av} = \alpha T_c + (1 - \alpha) T_s \quad (1)$$

で求められる。地図データを対象とする場合には利用者のデータ参照に局所性があると考えられるシステムでは利用時間が長くなればなるほど α が1に近づくことが期待される。 T_c は T_s に比べ非常に短い時間であるため、この場合には高速な応答が期待できる。また、対象業務で扱うデータのある程度限定することにより、 α を1に近づけることも可能である。このキャッシュによりオフライン処理が行えることも重要な評価ポイントである。

本方式の現段階でのオーバーヘッドとしては、先に述べた送信データの増分に対する転送時間の増加以外に、データの分割に要する処理時間、オブジェクト間の依存関係を定義する時間、依存関係に従いオブジェクトを送信するための処理時間が必要となる。データの分割に要する処理時間は、要求された領域の範囲に比例して増加する。オブジェクトの依存関係は、同一二次元空間内とレイヤ間の2つがあり、オブジェクトの数(レイヤ数と要求領域をカバーするの単位メッシュ数)が

増えるのに比例して増加する。依存関係に従いオブジェクトを送信するための処理時間は、現在使用しているアルゴリズムではオブジェクト数が n であれば最悪 $O(n^2)$ のとなる可能性があり、このケースが実際に起きうるのかを厳密に評価することが必要である。

5 まとめ

本稿では、オブジェクト同期化モデルに基づき転送データをオブジェクトとみなした画像および地図データのデータ転送方式についての提案を行った。データについて利用者の必要とする優先度により依存関係を定義し、この依存関係に従ってデータオブジェクトを転送する。このため、受信した個々のデータは依存関係に従い利用するのに必要なデータが既に受信されていることが保証されている。通信の切断時にはそれまで受信したデータをキャッシュとして利用することにより、オフライン処理が可能である。また、通信の再開時には差分データのみを転送を行い、通常のリトライに比べて転送データの削減が期待できる。

今後の課題としては、実用化に向けて定量的な評価が必要である。また、キャッシュを利用した端末からサーバへの更新情報のアップロードに取り組む必要がある。

参考文献

- [1] 辻、小津、三浦、滝沢、水野：モバイルプロキシーサーバシステムの試作, 情報処理学会モバイルコンピューティング研究会(1997年7月)
- [2] 桜井：無線通信を利用したデータベースアクセスの実現と評価, 情報処理第54回全国大会講演論文集
- [3] 小野、下間：モバイル通信向け遠隔データ同期ミドルウェア JCapita, 情報処理第56回全国大会講演論文集(予定)
- [4] 大田、増田、渡辺、水野：コンテンツ指向モバイルマルチメディアアクセス方式の空間的解像度の制御, 情報処理学会モバイルコンピューティング研究会(1997年12月)