

X Window System における静止画階層表示の実現方式の検討

1C-3

櫻木智江, 川村尚哉, 横山重俊
NTT データ通信 (株) 開発本部

1 はじめに

イメージデータベースからの静止画検索においては、静止画の一部または全部をディスプレイ上に表示し人間の目による検索能力を活用する方法が有効な場合がある。

本検討では、X Window System(*)を前提に、静止画検索において画質は最初はおおまかな内容が理解できればよし、圧縮方式としてプログレッシブビルドアップを採用した。本報告では1)実現方法の検討と、2)性能予測を行なった結果を報告する。

従来の X Window System では、イメージデータの圧縮伸張などの操作はすべてクライアントが行なっていたため、伸張後のデータがクライアントからサーバに送信されることからデータ量が多くなり、特にリモート環境のときにサーバ-クライアント間のデータ転送速度が性能低下の原因になっていた。これに対して現在、X コンソーシアムでは、X Image Extension(XIE)としてイメージデータを圧縮形式で送信し、サーバ側で圧縮/伸張、回転、縮小などの操作を行なうことが検討されている[1],[2]。本報告もこの XIE をベースに改善案を提案している。

2 データ検索方式 (システムモデル)

データベースから連続的にデータを読み出し、それを圧縮したままサーバに連続送信、検索中は粗い伸張レベルで高速表示し、所望のデータが見つかったときは細かい伸張レベルで詳細なデータが表示されるシステムを想定する(図1)。ここで、イメージデータを階層的に圧縮し、一つのイメージデータについて圧縮された各階層のデータをそれぞれ No.1, No.2, No.3... と呼び、表示されたイメージについて画像精度の粗い順にレベル1, レベル2, レベル3... とする。No.1 は伸張するとレベル1の画像が得られ、No.1 と No.2 からレベル2 が得られる。

(1) 表示方法

イメージデータの表示方法は“検索モード”(レベル1を高速かつ連続に表示)、“詳細モード”(指定したイメージについてレベル1から順に高精細イメージを表示)の二種類とする。

(2) データ圧縮/伸張方法

圧縮/伸張方法として、特に JPEG プログレッシブ方式に準ずる方式[3](以下、プログレッシブ方式と呼ぶ)について検討する。プログレッシブ方式で行なう圧縮/伸張の処理手順を図2に示す。圧縮時は

図2の手順((1),(2),(3))に従って行なう。

伸張はサーバで行なうが、このとき次に示すアルゴリズムが必要である。

No.1が読み込まれたときは、図2の手順((4),(5),(6))に従って伸張し、表示する。レベル2を表示する場合、逆DCT変換(図2の(6))を行なうとき、No.1のデータとNo.2のデータを合わせて変換してレベル2のイメージを得る。ここで、No.1の逆量子化後のデータを利用できるのでこれを保存、利用する。No.3以降も同様である。(図3参照)

(3) クライアント、サーバの処理の切り分け

クライアントは、階層符号化された各イメージデータについて、検索モードではNo.1データを、詳細モードではNo.1に続いてNo.2, No.3..を読みこみ、圧縮状態のままサーバへ送信するという一連の処理を繰り返す。

サーバでは、クライアントから送信されたイメージデータを順番に伸張、表示する処理を繰り返す。

クライアントとサーバは非同期で処理を行なう。クライアントによる読み込み、送信とサーバによる伸張、表示は時間的に重複して行なうことができる。

3 X Window System サーバでのイメージデータの処理機能

前章に示したシステムモデルを X Window サーバの機能として実現する際、以下のイメージデータ処理機能が必要となる。

(1) 圧縮データのサーバ-クライアント間の送信

XIEでは、圧縮データを送信できるプロトコルが定められており、この機能を用いる。ただし、このプロトコルでは検索/詳細モードでの切替ができないのでこの部分の拡張が必要である。

(2) サーバでのデータ伸張

クライアントから送信されてきた圧縮データをサーバで伸張、表示することが必要であり、更に検索/詳細モードでの切替えが可能である必要がある。

(3) 圧縮/伸張アルゴリズムの追加

2章(2)に示すアルゴリズムを実現し、サーバに追加する必要がある。尚、XIEに新しく圧縮/伸張アルゴリズムを追加することは可能である。

以上の拡張により、階層符号化で圧縮したイメージデータを X Window system の XIE に基づいた方式で階層表示することは可能である。

Displaying Still Images Progressively on X Window System

Chie SAKURAGI, Naoya KAWAMURA, Shigetoshi YOKOYAMA
NTT DATA COMMUNICATIONS SYSTEMS CORPORATION

* X Window System はマサチューセッツ工科大学の登録商標です

4 性能予測

次にこのモデルの検索モードについて表1のような環境を想定し、性能を予測する。

一つのイメージデータを表示するためには、ディスクアクセス、ディスクからのデータ読みだし、サーバへのデータ伝送、圧縮データの伸張、イメージの表示というプロセスを経る。これらのプロセスに要する時間を計算し、一つの画面を表示するまでの時間を予測する。評価のための目標値として、一つの画面についてディスプレイに表示するまでの時間を0.07秒以内とする。これは、人間が認識できるイメージの表示速度は14~40枚/秒が限界であるという研究結果に基づく[4]。

表1. 性能予測のための環境

| | 条件 | 備考 |
|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| ディスク (Sparc station370GXP) | スループット =1.1MB/sec | ベンチマーク結果より |
| 伝送路 10MbpsのLAN | 伝送速度 = 216~538KB/sec | 実測値(*) |
| 圧縮方法 | JPEGプログレッシブモード | 周波数成分ごとに4レベルに符号化 |
| 圧縮/伸張速度 | 15秒程度 15.6msec | ソフトウェア ハードウェア(xvideo)ともに実測値 |
| データサイズ | 圧縮前 786kbyte 圧縮後 13.4kbyte | 512x512,24bit/pixel レベル1 |

(*)rcpで4MBファイルを送信した時間をtimeで取得し計算した。

4.1 性能予測値

階層的に符号化された圧縮データから、最もデータ量の少ないレベル1のデータを読み込んで表示するまでの時間を計算すると表2のようになる。

表2. 最初の画像を表示するまでの時間

| データサイズ | 読出時間 | 伝送時間(*) | 伸張時間 | 合計(*) |
|-----------|----------|---------------|----------|---------------|
| 13.4kbyte | 12.1msec | 24.9~62.0msec | 15.6msec | 52.9~89.7msec |

(*) 伝送効率 17%~43%

表2より、性能には、サーバクライアント間の伝送速度が大きく影響しており、この環境では伝送効率のよいときは悪いときに比べて1.7倍の性能になっている。

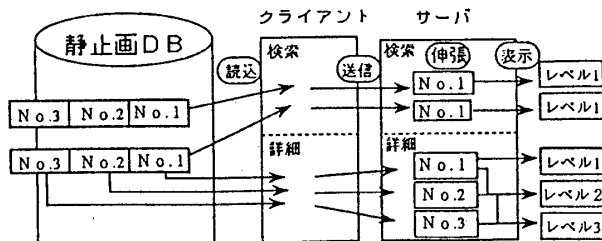


図1. システムモデル

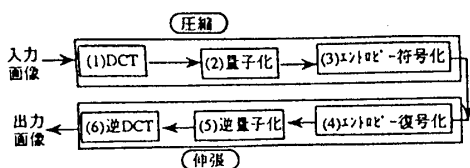


図2. JPEGプログレッシブモード圧縮/伸張手順

また、2章(3)で述べたようにサーバプロセスとクライアントプロセスは非同期処理であるため一枚めは表2に示す時間であるが、二枚め以降はサーバプロセス処理時間とクライアントプロセス処理時間の差分だけ短くなる(図4参照)。例えば、伝送速度が216KB/secの場合、一枚目の表示に要する時間は89.7msecであり、二枚目の表示に要する時間は73.9msecである。また、伝送速度538KB/secの場合は52.6msecと37.6msecとなる。

5 考察及び今後の課題

X Window Systemでの階層符号化を用いた高速静止画表示は、XIEの機能を用いることによって実現できることがわかった。性能については、満足できる性能を得るためには圧縮/伸張をハードウェアでサポートする必要があること、また、性能はサーバクライアント間の伝送速度によって大きく影響を受けることがわかった。本報告においては、伝送速度が遅い場合は目標値の0.07秒より30%ほど劣る。実装する場合には伝送路の選択と状態が重要となるだろう。今後、XIEと同様な機能をXサーバに試作し、実測する予定である。また、検索モードから詳細モードへの切替えについてXIEプロトコルの拡張を予定している。

注)XIEについてはソースが公開されていないので公開されている文献の範囲で検討した。XIEの仕様が変更される可能性があることをここで断りしておく。

参考文献

- [1] Piccolo: "Design Specification for Design of a Machine Independent X Image Extension Server system", 1989.
- [2] "X IMAGE EXTENSION PROTOCOL:V2.1", 1990.
- [3] "COMMITTEE DRAFT ISO/IEC CD 10198-1": CHARACTERS SETS AND INFORMATION CODING, 1991.3.
- [4] 鑑沢: "ディスプレイ画面内情報の探索、受容特性", テレビジョン学会技術報告, vol.12, No.35, pp.47-52, Sep.1988

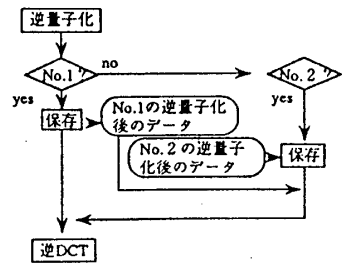


図3.伸張のアルゴリズム

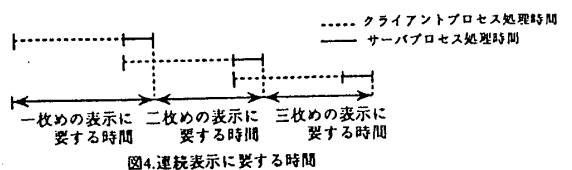


図4.連続表示に要する時間