

6K-4

静止画像の高速ブラウジング

川村 尚哉、櫻木 智江、横山 重俊
NTT データ通信 (株) 開発本部

1 はじめに

従来、静止画像検索システムでは、静止画像データベース中からキーワードを用いて希望する静止画像を検索することに代表される問合せによる検索が一般的に採られてきた。しかし、画像の特徴には定量化することが難しいものもあるため、検索目的とする静止画像にたどり着くことは容易でない。

そこで本稿では、画像枚数がある程度絞り込まれた静止画像群に対する再検索手法として、人の目視による検索方法を適用することについて論じ、考察を行う。

2 静止画像の検索速度

人間は、図やイラストなどが含まれるドキュメントに対して14~40枚/秒で識別が可能である[1]。このことを考慮し、本研究では10枚/秒以上の高速ブラウジングを行うことを目標とする。

静止画像を表示するまでの処理は、データをディスクからメモリ内に読み込むデータ読み込み処理とメモリ内のデータをディスプレイ上に表示する画像表示処理に分けることができる。静止画像を連続的にディスプレイ上に表示しながら目視検索を行うため、この二つの処理についてそれぞれ高速化を検討する。

3 データ読み込み処理の高速化

静止画像に階層符号化を適用することにより、粗い画質で表示可能な階層を用いて静止画像の高速ブラウジングを行う。より高画質で見たい静止画像については更に画質を上げるための階層を用いて表示画像を精細化していくことにより、高速ブラウジング時の読み込みデータ量を削減する。また、各階層に対してデジタル画像としてのデータ圧縮を行い、静止画像1枚当たりの読み込みデータ量も削減する。

階層符号化は実験的に以下の方法を用いた。

各静止画像データはN階層に階層化され、階層N~(k+1)を用いて表す画像は、階層N~kを用いて表す画像から縦横とも1画素おきに標本化されたデータを持ち、階層kではこれら二つの画像の差分となる画素のデータよりなる(図1)。

4 画像表示処理の高速化

本研究では、X Window システムを用いて静止画像の表示を行う。筆者らはX Window システム上で画像を高速に表示するため、次の二点の改善を検討した。

(1) サーバ・クライアント間のデータ転送量削減

X Window システムではサーバ・クライアントモデルを用いており、階層符号化された静止画像の第N階層のみを用いて高速ブラウジングを行うことにより、クライアント・サーバ間の通信量を減らすことができる。これはLANなどの通信経路で本方式を実現する場合特に有効となる。また、サーバ・クライアント間の通信量を減らし表示処理時間を短縮するため、圧縮されたままのデータをクライアントからサーバへ転送することが必要である。この方式については、現在X ConsortiumがX Image Extensionとして検討を行っている[2]。

(2) クリッピング処理の省略

X Window システムでは、ウィンドウ内の再描画を行うとき、そのウィンドウ中のどの部分が他のウィンドウによって隠されており、どの部分が表示される部分なのかを計算するクリッピング処理を行っている。X Window システムを変更することによりクリッピング処理を省略し、再描画を行うウィンドウを画面の最上位に表示する。このことにより静止画像の表示時間を削減する。

5 マルチプロセス化

クライアント側で行う処理としてはデータ読み込み処理とサーバへのデータ転送処理がある。これらは互いに独立した処理であるためこの二つのプロセスを並行して実行することによりクライアント側での処理時間を短縮する。また、サーバ側で行う処理としてはデータ伸張処理と画像表示処理がある。そこでデータ伸張処理に対して専用のハードウェアを用いることによりサーバ側での処理時間を短縮する(図2)。

6 評価

6.1 評価方法

第N階層のみを用いた高速ブラウジングを10枚/秒以上で行うために必要な、階層Nに含まれるデータ量の条件および、サーバ側で持つべき処理速度について評価を行う。静止画像データの各階層内ではデータ圧縮が行われているものとする。また、静止画像はUNIX上でX Window システムを用いてディスプレイ上に表示され、マシンはSUN SPARC station 370を使用する。

6.2 評価結果

以下のように変数を定義する。なお、静止画像は標準化したときの間隔で画素を間引いて表示することによりどの精細度の画像に対しても同サイズで表示することとする。

階層 k において、
 データ伸張前のデータ量: $A(k)$ バイト
 データ伸張後のデータ量: $B(k)$ バイト
 データ圧縮率: $m(k) (= A(k)/B(k))$
 クライアント側で行う処理全体に要する時間: $T_{client}(k)$ 秒
 サーバ側で行う処理全体に要する時間: $T_{server}(k)$ 秒
 データ読み込みに要する時間: $T_{read}(k)$ 秒
 データ伸張に要する時間: $T_{decomp}(k)$ 秒
 サーバ・クライアント間のデータ転送に要する時間: $T_{trans}(k)$ 秒
 画像表示に要する時間: $T_{disp}(k)$ 秒
 また、
 サーバ・クライアント間のデータ転送速度: V_{trans} バイト / 秒
 ディスクからのデータ読み込み速度: V_{read} バイト / 秒

ただし $k = 1, 2, \dots, N$

静止画像の表示が開始されてから次の静止画像の表示が開始されるまでの時間を T 秒とすると、

$$T = \text{MAX}(T_{client}(N), T_{server}(N))$$

$$T_{client}(N) = \text{MAX}(T_{read}(N), T_{trans}(N))$$

$$T_{server}(N) = \text{MAX}(T_{decomp}(N), T_{disp}(N))$$

$T_{client}(N)$ について考えると、

$$T_{client}(N) = m(N) \cdot B(N) \cdot \text{MAX}(1/V_{read}, 1/V_{trans})$$

となる。

ここで例として、8ビット / 画素で表される 512×512 画素の静止画像を3階層に階層化し、通信路を用いない場合を考える。ここで測定結果より $V_{trans} = 1024^2$ である。 $V_{read} = 1024^2$ の磁気ディスクまたは $V_{read} = 100 \times 1024$ の光ディスクを用いれば、 V_{trans}, V_{read} の値を用いて計算した結果、

磁気ディスク使用: $T_{client}(3) = 0.016 \cdot m(3)$

光ディスク使用: $T_{client}(3) = 0.16 \cdot m(3)$

である。また、 $m(3) = 0.6$ 程度の圧縮方法が存在するのでこの値を用いれば磁気ディスク使用時では1秒当たり104枚、光ディスク使用時では10枚のデータ転送が可能である。

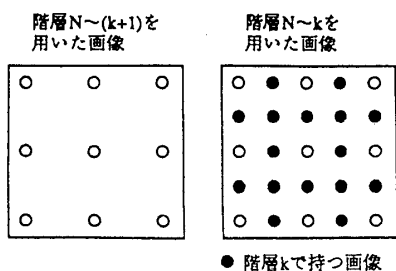


図1 階層符号化

また、通信路を用いて画像検索を行う場合は V_{trans} の値がこの場合より小さくなるため V_{trans} の値に応じて N の値を更に大きくするなどの対処が必要となる。

一方、 $T_{server}(N)$ については、 $T_{decomp}(N) < 0.1$ を満たすデータ伸張用の専用ハードウェアが必要になり、また $T_{disp}(N) < 0.1$ を満たす必要がある。

例としてクライアント側の評価で用いた静止画データを用いた場合の $T_{disp}(N)$ について考える。ここで伸張後のデータ $B(N)$ を間引かずにそのまま表示する時間を測定すると、約0.03秒であり0.1秒以下を満たしているが、表示する各画素データをフレームバッファ上に間引いて書き込むためのオーバーヘッド時間を考慮して $T_{disp}(N) < 0.1$ とする必要がある。

7 考察

本稿で示したモデルについて静止画像の高速ブラウジングを10枚 / 秒以上で行うためには以上の評価以外にヒューマン・インタフェースの観点から、どの程度の粗さの画像であれば高速ブラウジングに耐えられるか、画素を間引いた画像表示で十分かを検討する必要がある。更に、通信路を用いた場合の評価、データ伸張用のチップ導入についての検討および画像表示時間の評価を行う必要がある。

また、本稿では実験的に簡単な階層符号化を用いて評価を行ったが、階層符号化の方法についても高いデータ圧縮率や短時間の複号化が必要である。例えば、近年注目されている方式にウェーブレット符号化があり、この方式では一種の周波数空間の領域分割による階層化を実現することが可能である [3]。

8 おわりに

本稿では階層化の手法を用いた静止画像の高速表示を提案し評価したが、目標である10枚 / 秒以上の高速ブラウジングをおこなうために、7章で述べた評価、検討を進め、高速ブラウジングにより適した符号化方法についても検討していきたい。

参考文献

- [1] 安部他, “画像情報高速検索表示法の検討”, 情処 39 全大, pp.966-967
- [2] “X IMAGE EXTENSION PROTOCOL:V2.1”, 1990
- [3] 佐藤, “小特集: ウェーブレット理論の数学的基礎”, 日本音響学会誌 47 巻 6 号 (1991), pp.405-423

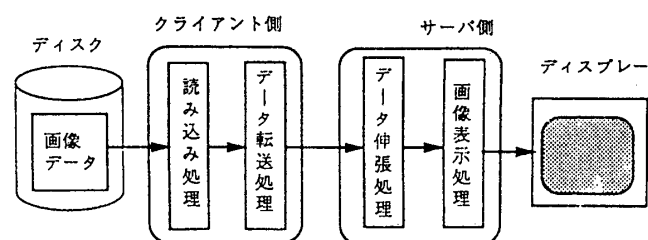


図2 プロセス構成図