

## 分散環境におけるマルチメディア情報形式の変換処理

青柳達也 江尻博信 川合英俊

いわき明星大学

### 概要

ネットワーク内の画像、音声等のマルチメディア情報をユーザが扱う場合、自己サイトの環境に合ったデータ形式へ変換することが必要となる。特に異機種ネットワーク環境においては、個々のサイトが必要十分な量の変換フィルタを網羅する事は管理上困難である上、望ましくない。

本稿は、目的とする情報形式を得るために、分散しているフィルタを順に動作させる事を試みた報告である。変換にともなう情報が各サイトを渡り歩く。この結果、ネットワーク内のフィルタ可用性変動がユーザから見てネットワーク透過となった。

### 1 はじめに

マルチメディア情報取扱いにあたって、ワークステーションやパーソナルコンピュータのメディア別専用の入出力機器ならびに転送、編集用のソフトウェアが手軽に入手できるようになってきた。しかし、限られた固有のシステム環境にいるユーザから見ると、それらの機器やソフトウェアは、自然発生的に多様化しつつあるうえ、共有したいマルチメディア情報とともに異機種ネットワーク内のあちこちに散在していて、そのどれもが限られた互換範囲しか持っていない。したがって、ユーザは、取扱いに先立ってマルチメディア情報を、自分に固有のローカルなシステム環境に適応した特定の情報形式に変換しなければならないという困難な問題に直面している。

一方では、市販の機器やアプリケーションソフトウェアへの互換性を求めて、マルチメディア情報の情報形式を変換するフィルタも普及しつつあり、とくにUnix ベースの

フリーウェアにその例が多くみられる。しかし、情報形式変換フィルタ群は、異機種ネットワーク内の各ノードに自然発生的に散在するため、所在情報の探索から実行環境の設定までの問題が山積していて、利用上の妨げとなっている。

本論文は、画像データを例に、マルチメディア情報をユーザ固有の情報形式に分散変換する方法を述べたものである。この方法は、ユーザの利用時に、異機種ネットワーク内に分散しているフィルタ群から必要なものの可用性を探索し、候補の中からいくつかの最適なものを選定して、それによりユーザの利用したいマルチメディア情報を異機種ネットワーク内で分散変換する。実験を通して、実用性が確認されたので、ここに報告する。

ここで対象とする画像形式はjpeg, xwd, ppm, 等のワークステーションやパーソナルコンピュータで用いられている代表的なもの[1,2]をカバーしている。変換範囲を広くするため、中間形式を經由して2段階の逐次変換

---

"Multimedia data format conversion process in distributed computing environment"

by Tatsuya AOYAGI, Hironobu EJIRI and Hidetoshi KAWAI (Iwaki Meisei University)

も異機種ネットワーク内で分散処理する。  
 TPC/IPベースでこの方法の実現を図ったところ、クライアントとサーバの2種のプロセスを各サイトに用意することになったが、双方のプロセスそれぞれを共にほぼ均一化できた事を述べる。

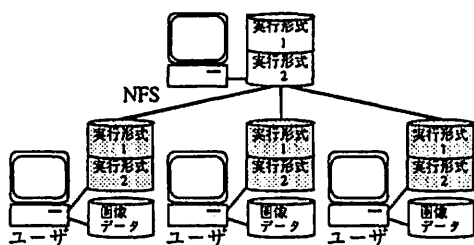
## 2 画像形式変換フィルタ群の分散制御

### 2.1 異機種ネットワークの問題点

同一アーキテクチャマシンが単一管理されているネットワークで、バイナリレベルでの互換性がある程度確立していれば、NFS等を利用した実行形資源を共有ができるが、機種の異なったUNIXワークステーションが、LANによって混在しながら接続されている分散計算機環境では、次のような点が問題となる。



異機種ネットワーク



同機種ネットワーク

図1. 同機種分散環境と異機種分散環境

#### (1) 資源の共有

実行形資源と実行できるマシンとの対応関係は一意に限定されているため、実行形資源を共有するためには、個々のマシンに対

し専用の実行形資源を用意する必要が生じる(図1)。この問題を解決するための消極策として、ユーザの要求を満たすために各サイトに必要十分な全ての実行形資源を、用意する方法があろうが、ネットワークを有効に利用していないと言った点で現実的ではない。

#### (2) 資源の発見

実行形資源がネットワーク上で分散してしまい、一元管理が困難であるため、ユーザは資源を発見しにくい。複数の管理グループによる自律分散的管理がなされている場合には、さらに困難となる。一方、ユーザのネットワーク利用からみると、集中管理が好ましい。

#### (3) 資源の利用

実行形資源は存在しているサイトでしか動作させることができないため、存在している資源を利用するには、ユーザが、そのサイトの利用権限を所有しているか、また、そのサイトがダウンしていないか等の可用性を事前に確認しなければならない。

### 2.2 マルチメディア情報を扱う場合

このような問題点は、ユーザがマルチメディア情報を扱う場面で、まずマルチメディア入出力ハードウェア資源の多様性の問題として浮かび上がる。ユーザが使用しているアプリケーションの出力データ形式と結果表示ツールのデータ形式の差異を吸収するために、元データに形式変換処理を施すことが不可欠である。ハードウェア資源の多様性はユーザのフィルタ選択を難しいものとしている。

ネットワークを利用して作業を行うには、データの発生したサイトとデータを取り扱うサイトが異なる場面に对应しなければならない。したがって、異機種ネットワーク環境において、ある形式のデータファイル

を目的とする特定の形式に変換する場合、ユーザは使用するフィルタを発見するために通常、次のような作業を行う。

#### 1. ローカルサイト内の探索

利用候補とすべき実行形資源をファイル名から類推する。

man, usage 等により候補となった資源の内容を確認する。

#### 2. 中間形式介在の可能性調査

必要とする資源をローカルサイトに発見できなければ中間形式の段数を増加させることを検討する。

#### 3. 他サイトの調査

利用権限のあるリモートサイトについて使い慣れた順にローカルサイトと同様の方法で探索する。

#### 4. 組み合わせる

個々のサイトで発見した資源を順に組み合わせ処理することを検討する。

5. 必要なフィルタが揃った時点でユーザは変換処理を行う。

リモートサイトのフィルタを利用する場合、元データを変換を行うサイトに一旦移し、変換処理を行った後にローカルサイトに戻す方法や、リモートシェルを用いてネットワークを介したパイプライン処理を行う方法が取られる。

これらの一連の作業は煩雑であり、ユーザは各サイトの実行形資源の管理状況に関する知識を必要とする。また、利用権限のないサイトの実行形資源は、使用することが出来ない。

## 2.3 問題解決の方針

### 2.3.1 アプローチ

目的とする情報形式名を指定するだけで済むようにユーザを支援することとする。フィルタ配置情報をネットワーク内に自動探索する機能を設けることにより、ユーザの変換作業はネットワーク透過型となる。

前項の問題に加えて、確実に簡単に変換処理をしたいといったユーザの要求するファクタを組み入れて自動化を検討したところ次のような方針が得られた。

1. ネットワーク内におけるフィルタ群配置状況を探査する。

2. 探索結果に基づいて、情報をネットワーク内を巡回させる順路を決定する(スケジューリング)。

3. 情報を順路に添って流し、処理を行う。この手順を自動化することにより、2.1で述べた異機種ネットワークの3点の問題を避けることが可能と考えられる。

クライアント-サーバモデルによりこの分散制御の実現をはかるが、この際、中間形式の探索は一段までとする制限を設けた。

### 2.3.2 実行形資源の探索法

#### (1) 資源配置情報の管理

変換処理を行う場合、システムはユーザが要求しているフィルタの所在を把握する必要がある。実行形資源の配置情報を保持する手段として、分散管理方式による保持を行うことにした。集中管理方式による方法を取った場合、実行形資源の配置情報の置かれている位置が、明確であるため、高速であり、管理面からも都合がよいが、本研究のような、変動するネットワーク状態を反映しながら動作することが要求される場合には不向きである。分散管理方法を取った場合、高速性は犠牲となるがネットワークの変動と探索情報との対応が確実なものとなる。

変換処理を自動化するためには、システムにフィルタの機能と名称との対応関係を理解させなければならない。フィルタの命名法は、そのフィルタの作成された背景によってまちまちであり、また、コマンドライン引数の記述法を含めた起動方法もまちま

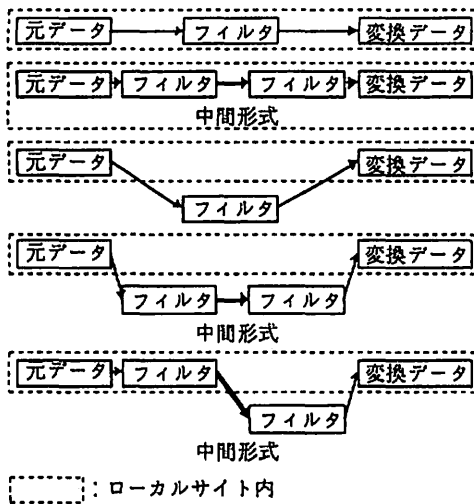


図2. データとフィルタの所在状態

ちである。これは資源データベースを設けて、標準的に記述することによってフィルタの使用法の差異を吸収しできるようにした。このデータベースの記述は、実行形資源の導入を行う際に、管理者によって更新される。

## (2) 情報の収集

個々のサイトが配置情報を常時ブロードキャストする方法(パッシブサーチ)と、要求イベントが発生した際に、探索を開始する方法(アクティブサーチ)が考えられる。

パッシブサーチの場合、目的とする実行形資源の所在を高速に発見することができるが、各サイトが自分の保有しているフィルタに関する情報をブロードキャストしなければならないため、トラフィックの増加をまねく。差分情報だけをブロードキャストさせると不整合の要因となる。また、個々のサイトが他の全てのサイトの情報を保持しなければならないという問題も発生する。資源の配置情報と同時に、マシンの負荷情報を収集する必要があるため、常時変動す

るネットワーク上の資源の状況に対応し、ユーザが要求する処理を確実に実行することを優先させるために、イベント駆動によるアクティブサーチを行うものとした。

## (3) 探索失敗時の処理

目的のフィルタが発見できなかった場合は、探索範囲を広げて再探索を行うとか、中間形式を介在させることにより変換の可能性を広げるとかの方法がある。

本研究では、中間形式を介在させることにより変換の可能性を広げる方法(図2)を使うが、タイムアウトまでいくらかでもネットワーク内の資源探索を続けるので、探索範囲を広げていくことになる。

## (4) 使用する資源の決定

探索を行った結果、複数のサイトに目的とするフィルタが発見された場合には、候補となったマシンのネイティブパワー、ロードアベレージ、およびローカルサイトリモートサイト間の通信コスト等の情報に基づいて評価を行い、負荷分散をおこなう。

## 3 データ形式分散変換(DFT) システムの構成

前章において示した方針に添ったシステムを、いわき明星大学教育研究ネットワーク(IMU-NET) [3]上の各機種に実装を行ない、その効果を確かめた[表1]。

システムは、DTFサーバ(dtf)、DTFクライアント(dt)より構成されており、ネットワーク上の個々のサイトにそれぞれ一対配置される(図3)。

### 3.1 DFTサーバ(ddfd)

各サイトに配置されるサーバはソースレベルでほぼ同一のものである。

サーバはローカルサーバモードとリモートサーバモードの2種類の動作モードを持っており、ユーザがクライアントを起動した

表1. サイト別特性と主要情報形式

Machines	FrameBuffer	Platform	Applications	Format
Sun Microsystems 4/110	8bit/1bit	X11	ImageMagic, xv, gs xtiff, SunGKS	xwd, pbm, miff, ps tiff, gks, (jpeg)
Sun Microsystems Sparc System 330	24bit/1bit	X11 Sunview	ImageMagic, xv, gs ppm6view, gfxtool	xwd, pbm, miff, ps (jpeg), sunrast
Sony NWS-1850	4bit	X11	xv, gs	xwd, pbm, ps (jpeg)
Sony PWS-1560	8bit	X11	xv, ImageMagic, gs	xwd, pbm, miff, ps (jpeg)
NeXT NeXT Cube	2bit	NeXTSTEP	Preview, JDraw	ps, eps, tiff
HITACHI 2050/32E	4bit	H-WINDOW	GKSview, ppmload himaql	ppm, gks, mag
HP 9000/360C+	8bit	X11		xwd, xbm

他のサイトより流入してくる画像形式: gif, pic, pict, raw

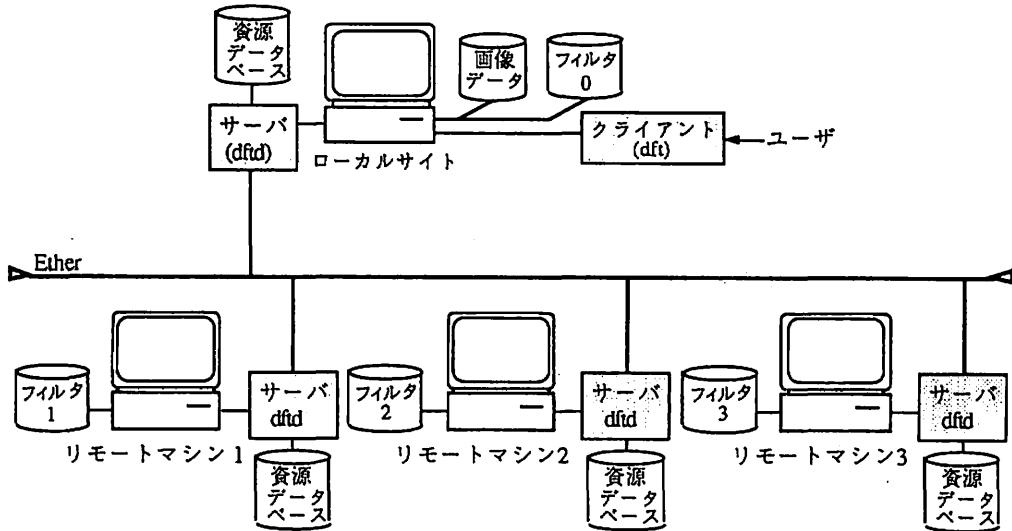


図3. DFTシステム構成図

サイトのサーバはローカルサーバモードで動作し、それ以外のネットワーク上のサーバはリモートサーバモードで動作する。

ローカルサーバはネットワーク内のフィルタの探索を行い、評価結果に基づいてスケジューリングを行うとともにリモートサイトへフィルタの起動を指示する。

リモートサーバは、ローカルサーバが発信した探索要求に対し、要求に適合する資源を所有している場合にのみ、所有通達と負荷状態をもってローカルサーバに応答する。評価及びスケジューリングは、ローカルサーバが単独で行なう。

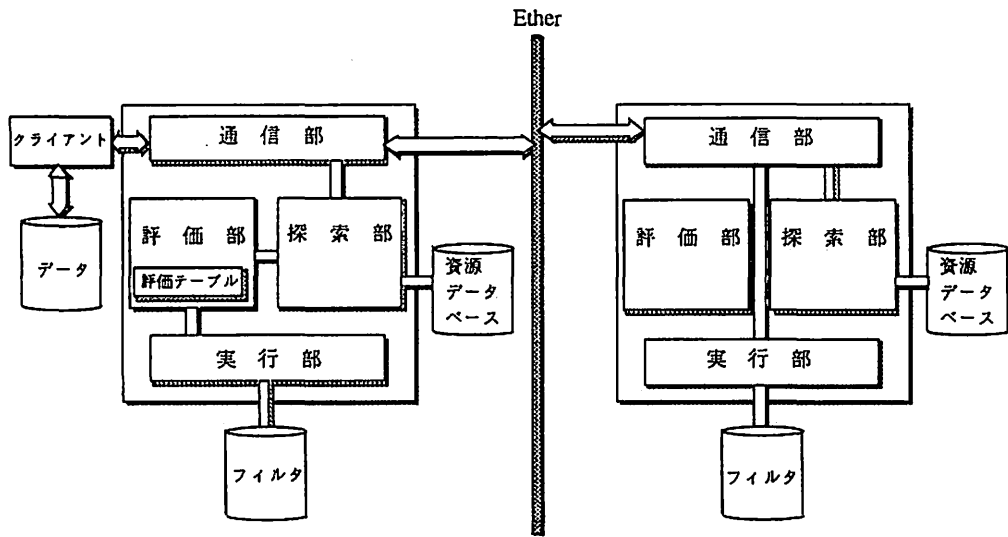


図4 DFTサーバ内部構成図

### 3.2 DFTクライアント(dtf)

ユーザはこのクライアントを起動することにより、システムを利用することができる。起動時に入出力ファイル名が明記されない場合には、標準入出力に対して処理が行われるので、ユーザは、自己サイトでフィルタを利用時のコマンドラインのフィルタ名の部分をこのdtfと置き換えるだけでシステムを利用することができる。

元データの形式は、自動判別される[4]ので、ユーザは変換データ形式のみを指定するだけでよい。

### 3.3 DFTプロトコル(dftp)

DFTクライアント-ローカルサーバ間およびローカルサーバ-リモートサーバ間の通信のためにDFTプロトコルを定義した。

ローカルサーバ-リモートサーバ間の通信は、探索時にはUDP/IP[5]を用い、評価によるスケジュール決定後はTCP/IPを用いて接続とデータ転送を行っている。

## 4 DTFサーバの実装

サーバは通信部、資源探索部、評価部、実行部より構成されている(図4)。

通信部は主としてプロトコルの制御を行う。資源探索部は主として探索情報の収集を行うもので、資源データベースとマシン負荷の監視をしている。

資源の探索は、ローカルサーバの評価部がローカルサーバの資源探索部およびリモートサーバの資源探索部と対話を行う形で進められる。まずローカルサイト上での資源探索を行い、必要な資源が発見されなかった場合で、中間形式を介した処理も不可能な場合に、はじめてネットワークに対する探索を開始する。リモートサーバの資源探索部は、探索要求に応じてカレントサイトの資源探索を行い、要求資源を保有していたときのみ応答する。

評価部は、収集された探索情報に基づいてスケジューリングを行う。この時、評価に使用するためにサイトのネイティブパワー

と負荷状態より算出した各サイトの処理能力定数も、ともに収集する。複数のリモートサイトが候補に上がった場合には、処理能力定数の数値を比較し処理能力の高いサイトに割り当てる。収集した探索情報に基づいてスケジューリングを行いその結果を評価テーブルに集約する。続いて評価テーブルを変換処理実行サイトの実行部に送信する。

実行部は、評価部で作成された評価テーブルの記述に基づいて必要な実行形フィルタ資源をプロセスとして起動する。これによって変換処理が行われる。この一連の動作をチャートとして示すと図5の様になる。

資源データベースには、フィルタの入力形式、出力形式、名称、コマンドライン引数の記述がある。

また、処理能力定数に使用するサイト毎のCPUパワーについては、事前にdhry stoneを使用して測定を行い、その値を利用した。

## 5 評価

実装を行った結果、一般に使用されている情報形式の変換処理は、中間形式が1段のスケジューリングで対応できることがが確認された。これは、ppm等の中間形式指向のフィルタ群の存在によるところが大きい。

情報の巡回に費やされるオーバーヘッドは1メガバイトのxwd形式データファイルで測定したところ、1フィルタあたり3~4秒程度であり、実用上は障害にならない。

実際の変換作業よりも資源探索に時間を消費しており、これを縮めるにはさらに検討を要する。

## 6 まとめ

マルチメディア情報取り扱い技術の進展につれて、異機種ネットワーク内で実用される情報形式は多様化の一途をたどりつつあり、今後もこの傾向はますます強まるものと思われる。ユーザは、異機種ネットワーク内のマルチメディア情報を共有したいという強い要求を持ち、取り扱いにあたっては自分固有のシステム環境に適應するため、あらかじめ情報形式を望むものに変換する必要がある。

ここでは、異機種ネットワーク内に散在する情報形式変換フィルタ群の中をマルチメディア情報を巡回させることにより、ユーザが目的とする情報形式に分散変換する方法を、小規模の学内LANで試み、実用性が確かめられたことを報告した。この分散変換は、フィルタの所在、中間情報形式、実行ノードの選択について、ネットワーク透過性を求めて、システムがフィルタの可用性を問い合わせる方法をとる。このため、ユーザはフィルタ群の所在や使用法を知らなくても目的形式名を指示するのみで分散変換をシステムに要求できることになった。この方法により情報形式の多様化、フィル

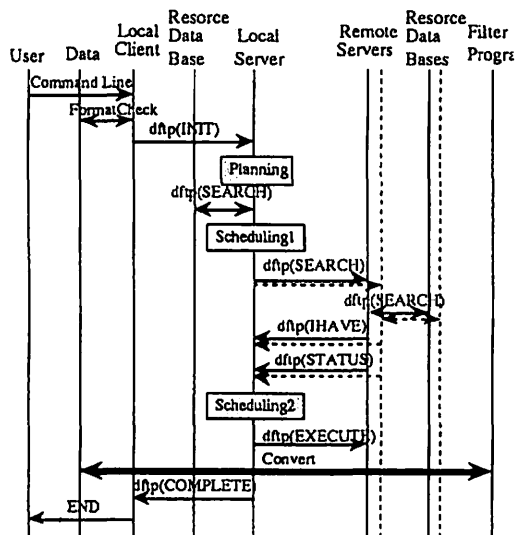


図5 DFT動作チャート

タ設置状況や可用性の動的変化等に基づく困難な状況にかなり対応できることが示された。情報形式の多様化と成長しつつあるネットワーク内におけるフィルタ群の可用性の変動は、今後ますます顕著になるので、このような柔軟な方法が現実的であると考えられる。

今後に残された課題には次のものが挙げられる。本稿では画像形式の変換に限って実験を行ったが、音声、動画情報等のメディア情報にも適用させる。また、中間情報形式を1段と限って実験を行ったが、グローバルな広域ネットワーク内で必要となる中間形式を列挙して変換フィルタ群を完備するための途をひらく必要があると思われる。最後に、この手法は手際が良くないため、容量の大きいマルチメディア情報を扱う場合には、短絡的な手法も併用して処理効率を上げる必要が考えられる。

#### 参考文献

- [1] 安居院,永井: Xアプリケーションプログラミング1 Xlib編, 新紀元社, pp.216-253, 1992.
- [2] 高村: 画像処理プログラミング, CMAGAZINE, SOFTBANK, pp.56 - 69, Jul. 1993.
- [3] 高山,半沢,吉田,青柳,川合: いわき明星大学における小規模キャンパスネットワークの利用と問題点, 情報処理学会研究報告, Vol.92, No.52.
- [4] 手塚,川合: マルチメディア交換型式MIMEの学内ネットにおける簡便な取り扱い事例, 情報処理ワークショップ論文集 Vol.93, No.1
- [5] W.Richard Stevens: UNIX NETWORK PROGRAMMING, Prentice Hall, 1990.