

マルチメディアデータ伝送検索システムの開発

中島康之 三宅優 石倉雅巳 荒木範行
KDD 研究所

インターネット技術を企業内情報システムに利用して既存のデータベースや電子メールシステムなどを統合したイントラネットシステムの構築が近年注目を集めている。ただし、これまでのところテキストデータを中心とした利用は進んでいるものの、マルチメディアデータを対象としたシステム構築には、いくつかの問題点があるといえる。本稿では、WWW をベースとして高遅延回線用の高速伝送プロトコル、衛星回線用伝送プロトコル、動画像検索編集機能を用いて国際間などの遠隔地を結んだ広域のイントラネット構築での伝送スループットの向上や、衛星を利用したイントラネット構築、MPEG 動画像などの効率的な検索や編集を実現するマルチメディアデータ用伝送検索システムを開発したので報告する。

1 はじめに

インターネット技術を企業内の情報システムに利用したイントラネットシステムの構築が多くの企業で進められている[1,2]。特に情報システムを WWW サーバを中核に構築し、WWW ブラウザを用いてさまざまな情報にアクセスすることによって、従来の企業内情報システムに比べてシステムのオープン性、拡張性、経済性など多くのメリットを享受することが可能となった。このため、今後はテキスト情報のみならずマルチメディアデータについてもこのようなシステムを用いて効率的な情報システムを構築することが期待される。しかしながら、現在のイントラネットシステムをそのままマルチメディア情報について適用した場合、いくつかの点で問題がある。例えば国際間などの広域でイントラネットを構築する場合、光ケーブルを用いても伝送遅延が数 100msec に及ぶため、TCP をベースとする HTTP をそのまま用いた場合、伝送スループットが大きく低下してしまう。また、インターネットプロトコルは基本的に双方向伝

送路を前提としているため、衛星同報回線のような片方向のみの回線を利用することができない。さらに、動画像情報については内容を検索する手段が確立していないため、その都度伝送して再生し内容を確認する必要がある。

本稿ではこれらの問題点を解決し、インターネット技術を利用して ISDN や衛星回線などさまざまなネットワークでマルチメディアデータを効率的に検索、伝送してマルチメディアデータにも適したイントラネットを構築することが可能なマルチメディアデータ伝送検索システムを開発したので報告する。

2 システム概要

これまで動画像などの伝送は広帯域な伝送路を必要とするためコストも大きく、放送局などにおけるリアルタイム伝送など限られた用途に用いられていた。また、インターネットを利用して動画像伝送を行う試みもあるが、帯域が十分確保できないため、分配品質の動画像伝送は実際上非常に困難といえる。また、上で述べたような高遅延回線でのスループットの低下や片方向衛星回線を利用した同報通信などの実現な

どの問題もある。

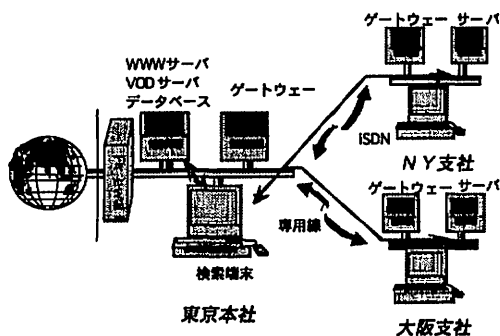


図1 マルチメディアデータ伝送検索システム構成図

本システムではマルチメディアデータに適した検索処理、高遅延回線用伝送プロトコル、および衛星回線用伝送プロトコルを用い、効率的なマルチメディアデータ伝送システムを実現している。本システムの構成図を図1に示す。各検索端末はローカルのWWWサーバにLANで接続される一方、ゲートウェイを通じて専用回線やISDNなどを用いてリモートサーバに接続されている。本システムではこれらのサーバや検索端末にインターネット環境を実現しているWSやPCをそのまま利用できるため、非常にフレキシブルなシステム構築が可能である。以下にこれらの特徴について概要を述べる。

3 本システムの特徴

3-1 マルチメディアデータ処理

(1) 基本構成

基本的にはWWWサーバをブラウジングしてMPEG等で符号化された動画像や静止画、グラフィクス、テキストの検索、表示および転送を行う。ただし、動画像の検索についてはタイトル等の全文検索、コンテンツベース検索により効率的な映像の検索が可能。他、動画像の編集やプレビューをオンラインで実現している。

サーバ構成は図2のようにWWWサーバはCGIを通してテキストやグラフィクスデータを格納したデータベースとMPEG符号化された動画像データを格納したVODサーバに接続されている。VODサーバはローカル接続されたクライアントに対しては、帯域確保型のプロトコルを用いてWWWブラウザ上から動画をリアルタイム再生することを可能とさせている。ただし、ハードウェアとしてはSONY NEWS-5000 1台でWWWサーバ、DB、VOD機能を実現している。

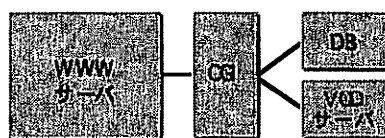


図2 サーバ構成

(2) マルチメディアコンテンツの作成、登録

オーサリングツールなどを用いて作成されたマルチメディアデータについてはWWWサーバへの登録やクライアントでの検索が容易であることが重要である。特に画像や音声などのデータについては、テキスト情報と異なってファイルを開いて内容をブラウジングすることが困難なため、できる限りファイル名などの情報で一時分類できることが重要となる。

本システムでは、すべてのファイルについてタグ情報としてタイトルやサブタイトル、内容記述などのテキスト情報を付加して登録する。これにより、グラフィックデータ、静止画像やオーディオビデオファイルについても付加されたテキストベースの内容を閲覧することができ、検索効率を向上させることが可能となる。さらに、本システムでは日本語全文検索機能を実装して、検索条件においてキーワードを付与することによりこれらのマルチメディアデータの検索を行うことが可能となっている。ファイルは随時登録され、また付加情報についても随時更新も可能とするため、定期的に全文検索情報を更新している。

(3) マルチメディアファイルの検索

テキストベースの検索については先に述べたように日本語全文検索機能を用いてファイル名を含むタグファイル中にあるキーワードを検出する。なお、検索条件にはファイルのコンテンツタイプや登録場所、登録時間などを検索対象としユーザの検索効率の向上を図った。

マルチメディアファイルはCGIを通じてWWWブラウザから、指定されたWWWサーバ内のファイルについて、コンテンツタイプ、ファイル登録日時、登録場所およびファイルIDから検索する。ファイルIDはファイルの登録時間と登録場所をベースに付与するコードで、あるファイルが登録されるとユニークなIDをそのファイルに与える。このため、たまたま異なった場所で同一のファイル名のファイルが登録されてもファイルのIDが異なるためファイルを区別することが可能である。ユーザは検索するサーバと対象のコンテンツを選択した後、写真1に示す検索条件入力ウィンドウで、検索するファイルの条件を設定する。

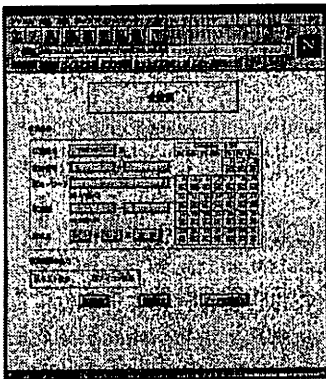


写真1 検索条件入力ウィンドウ

検索結果はユーザのニーズに応じて時間やタイトル順にソートし、また表示形式もリスト形式やアイコン形式によるサムネール表示を選択することができる。ただし、動画像の場合、その先頭画像を代表画面としてアイコン表示に用いている。写真2はアイコン表示の検索結果例

でファイルの代表画面のほか、ファイルID、ファイル名、再生時間等を見ることが出来る。表示されたアイコンを選択するとタグファイルに記述された該当ファイル情報が表示される。ここで該当ファイルのアイコンをさらに選択すると該当ファイルが開かれ、例えばローカルサーバの動画像の場合は再生が開始される。また、リモートサーバの場合はファイルを転送し、転送後ファイルが開かれる。

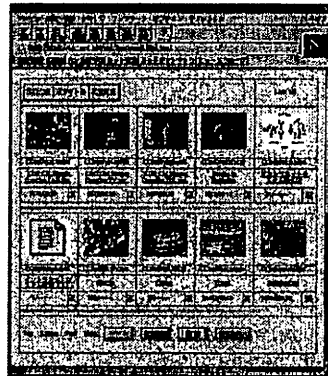


写真2 検索結果例

(4) MPEG動画像の階層検索

上で述べたマルチメディアファイルの検索処理によりファイルを探すことが可能であるが、動画像についてはタイトルやその先頭画像のみならず、内容を簡単に確認したいという要求も多い。このため、本システムでは時間的なインデックス画像やシーン単位のインデックス画像をユーザの要求に応じてインタラクティブに階層表示することにより効率的な動画像検索を実現している。

まず、時間検索画面では図3(a)のようにユーザの指定するタイムステップ(TS)で動画像ファイルのインデックス画像を表示し、これによりその動画像の非常におおまかな内容を把握することができる。さらにコンテンツベース検索では、MPEG画像からのシーン自動検出[3]を用いて、図3(b)のように指定した時間からのシーン単位のインデックス画像を表示することができ、

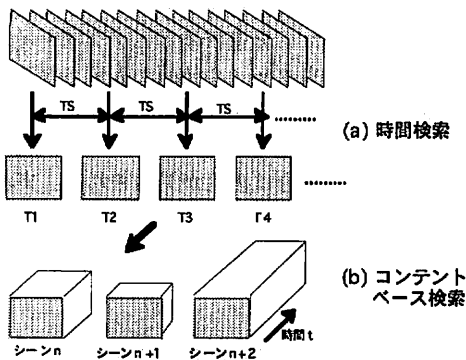


図3 MPEG動画画像の階層検索

目的のシーンを簡単に検索することが可能である。シーンの自動検出については符号化データ上で高速に検出しており、MPEG画像をタグファイルと共に登録する際、検出処理を行ってインデックスファイルを作成している。写真3上部はシーン検索画面の例で各シーンウィンドウにはタイムコードが表示されている。これらの静止画像の容量は動画データに比べはるかに小容量で済むため、限られた帯域で接続されたWWWサーバに対しても動画画像ファイルの内容を効率的に検索することが可能である。

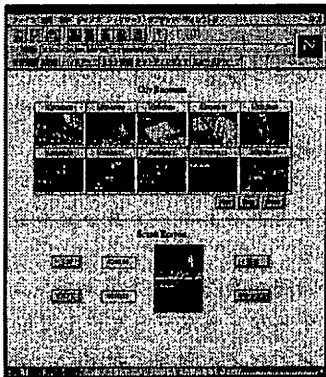


写真3 コンテントベース動画画像検索

(6) MPEG動画画像ファイルの簡易編集
マルチメディアコンテンツを作成する上では

動画画像の編集も重要な機能となる。しかしながら、MPEGなどで符号化された動画画像を編集する場合、一旦復号再生して編集区間を設定し、編集部分を再度符号化するため粗編集レベルでも多くの作業量を必要とするほか、画像の劣化も問題となる。

本システムではこのような問題を解決するため、先に述べた時間やシーン単位を用いた動画画像検索を行って編集区間の効率的な設定を実現しているほか、編集処理を符号化データ上で行うことにより編集処理時間の大幅な短縮を図っている。MPEG符号化構造上の制約により編集の最小単位は通常0.5秒程度のGOP(Group of Picture)単位となるが、粗編集レベルの簡易編集を容易に実現することが可能である。また、編集時間は編集区間長に依存し、編集後の再生時間の約1/3で処理を完了することができる。例えば1時間のプログラムのうち編集後のファイルが3分間となる場合、約1分で編集処理を終了することができる。編集区間の開始点や終了点は写真3の左下のIN、OUTでこれらの区間を設定することができる。

さらに、編集処理はローカルのサーバに対してWWWブラウザ上でインタラクティブに行うだけではなくリモートサーバに対しても同様の処理を行うことができる。これにより、リモートのWWWサーバ上のMPEG画像をオンラインでノンリニア編集することも可能である。

(7) 伝送、配信処理

企業内でのマルチメディアデータの共有化や情報伝達の即時性を実現するためにはこれらのデータの効率的な集配信機能が必要となる。本システムでは、作成したマルチメディアコンテンツを複数のリモートサーバに配信したり、リモートWWWサーバにあるファイルをローカルに伝送することをGUL上の簡易な操作で実現している。写真4は配信先を設定するウィンドウで、検索結果から選択したファイルを指定した場所あるいはグループへ一括配信することが可能である。

また逆にリモートにあるファイルについては、リモートサーバにアクセスして検索結果として

表示されるファイルを選択して容易にMPEGファイルなどを集めることができる。

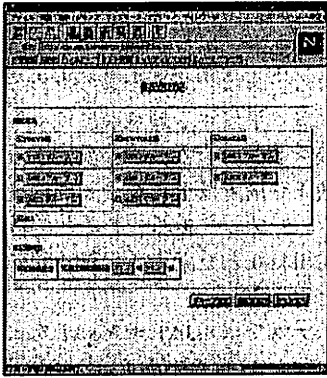


写真4 配信先設定ウインドウ

ただし、動画ファイルについては、MPEG画像をレート変換[4]してファイルサイズをさらに1/10程度に圧縮し、ローカルのサーバまで伝送して簡易再生を行うことも可能である(図4)。これにより、リモートサーバまでの伝送路の帯域が狭い場合でも再生内容を確認するレベルの動画を高速に伝送することができる。なお、レート変換は圧縮率に応じて画質(SNR)や時間解像度を適応的に変換することによりビットレートのスケラビリティを実現している。また、これらの変換処理は符号化データ上で行っているため、デコーダやエンコーダが必要な再符号化と異なってサーバ内でソフトウェア処理により高速に実行可能である。

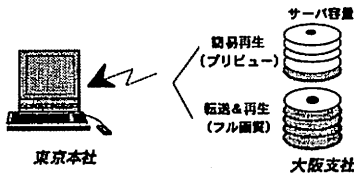


図4 MPEGレート変換による簡易再生

3-2 高遅延回線用伝送プロトコル

WWWではサーバクライアント間をHTTPなどTCPを利用したインターネットプロトコルで通信している。ただし本社と支社間でイントラネットを構築してファイル転送などを行う場合、特に国際間のように光ケーブルを用いても伝送遅延が数100msecとなると伝送スループットが著しく低下する。例えば往復遅延時間が200msec(おおよそ東京-NY間に相当)の場合伝送スループットは約400kbit/sで飽和してしまう[5]。このためTCPオプションを用いたTCPウィンドウサイズの拡張によりスループットの向上を行う方法もあるが、回線品質が低下するとウィンドウサイズを大きくしても再送オーバーヘッドの増大によりスループットの向上が期待できない[5]。また最大ウィンドウサイズをOSが制限している場合も多く、この場合送信側と受信側の機器仕様にスループットが依存している[7]。

本システムでは、図5のようにゲートウェア間において高速通信トランスポートライブラリ[7,8]やマルチウィンドウTCP[5,6]によりHTTPを高速化している。

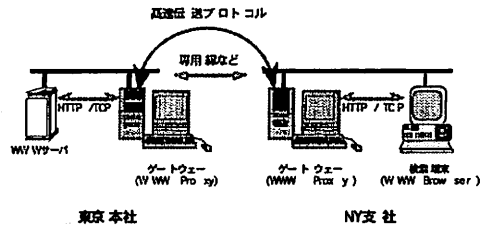


図5 高遅延回線での高速伝送プロトコル

トランスポートライブラリではUDPをベースに信頼性の高いデータ伝送を行うための通信処理を行っている。これらの通信処理は、大きなウィンドウサイズを用いたフロー制御、受信側でのバッファオーバーフローを避けるためのレート制御、輻輳を回避するためのウィンドウサイズとレートの最適処理、選択再送による誤り制御などを行うライブラリとして提供する。

また、本ライブラリと TCP との共存およびシームレスな接続を実現するため、WWW Proxy サーバを用いて本ライブラリを実装している[7]。往復遅延が 200msec ある 1.5Mbit/s の専用線を用いた転送実験では、既存の TCP ベースが 400kbit/s であったのに対し、本ライブラリを用いた場合、約 1.4Mbit/s の転送スループットが得られており、その有効性が確認されている。

マルチウインドウ TCP の場合は、先に述べたウインドウサイズの拡張に伴う問題を解決するために、小さなウインドウを複数用いて仮想的に大きなウインドウサイズを得ている[5,13]。この場合、送信側ではファイルを固定長のパケットに分割して順次送信する。受信側ではバッファ内のデータを順序制御を行いながら読み出す。実験ではウインドウサイズを 64kB として n 個用いて転送を行った場合、n に応じてほぼ線形にスループットを向上させることができる。また、回線品質が低下しても単なるウインドウサイズの拡張の場合に比べて大幅にスループットを改善することが確認されている[14]。

上で述べたいずれの方法もゲートウェーからローカルのサーバやクライアントまでは HTTP のまま伝送可能であるため、ユーザは既存のインターネット機器をそのまま利用することが可能である。また、ゲートウェーは物理的に WWW サーバと同一のハードウェアを用いることが可能であるが、本システムでは評価のためサーバとは別のワークステーション (SUN SS20) を用いている。

3-3 小型地球局を用いた同報通信機能

動画などの大量の情報を有するマルチメディアデータを遠方を含む多くの地域に配信する場合、伝送距離をベースとした料金体系を持つ地上通信に比較して、帯域ベースの料金体系を持つ衛星通信を利用する方が経済的な伝送が可能となる[9,10]。例えば[9]では地上系からのデータ伝送リクエストに対して片方向衛星通信回線を用いた大量のマルチメディア情報の配信を検討している。また、[10]ではインタラクティブな遠隔教育を対象として、映像情報など大量

のデータ伝送用に衛星回線を用い、テキストデータ転送に地上回線を用いたネットワーク構成を検討している。

衛星回線の別の特徴として同時性が挙げられる。例えば地上回線を数回線用いて多数の地点に配信する場合は、順次伝送のためどうしても時間的に遅く配信する地点が出てくる。このため地上線を多数用いて同時に配信する方法もあるが、数 10 箇所以上になると回線終端装置や ISDN インタフェースボードなどの初期コストや月額使用料などを考えると経済性の点で問題があるといえる。

本システムでは USAT や VSAT などの小型地球局でのマルチメディアデータを経済的かつ高い信頼性で同報通信を行うことを目的として、片方向衛星回線を用いた同報通信機能を開発した[11,12]。片方向衛星通信回線を用いた理由としては、衛星放送などに見られるように送信側に比べて受信側は非常に低コストで大容量データ伝送システムを実現することができることが挙げられる。さらに本社と支社のような構成においては一般的に伝送方向は本社から支社へ、また伝送量も本社からの発進量が圧倒的に多いと考えられるため、必ずしも各拠点が発受信で同一の伝送容量を持つ必要はないといえる。

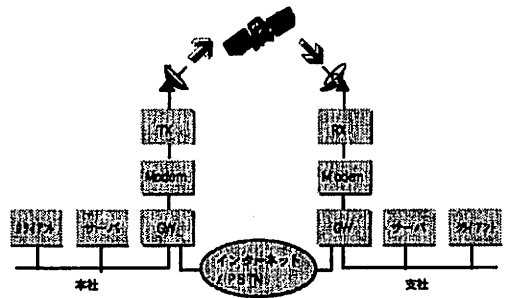


図 6 同報通信構成図

図 6 に片方向衛星回線を用いた同報通信構成図を示す。衛星送信側では WWW サーバからのインターネットプロトコルをゲートウェーで片方向伝送プロトコルに変換し、衛星モデムを通じて同報通信を行う。衛星受信側では衛星モデムからゲートウェーに入力されたマルチメディア

データは伝送エラー処理後、受信側の WWW サーバに登録される。また、衛星受信側と送信側はインターネットや電話回線などを用いて互いにアクセスが可能である。

片方向衛星回線を用いた場合、伝搬状態等により伝送エラーが発生しても送信側では確認することができない。企業内情報システムのように高い信頼性が要求されるネットワークでは、このような伝送エラーは情報システムとして大きな問題となる。このため、本システムではインターネットや電話回線などの地上線を用いて、送達確認とエラー補償処理を行なっている。送達確認については受信側でファイル転送終了識別子を検出後、送信側に送達状況を伝送する。もし、エラーがあった場合はエラーパケット部分のみを地上回線で再送する。衛星通信(特に KU バンド 11/14GHz 以上)での伝送エラーは降雨などによる伝送エラー率の悪化が主な原因であり、局所的に発生することも多い。このため、エラーが発生した局のみに対してエラー部分を地上線で再送する方が、衛星を用いて全データを再送するよりも、システム全体の性能を向上できると考えられる。また、非常に激しい雨などを想定して誤り率が 1×10^{-6} 程度に劣化した場合、約 0.2% のデータ再送が必要であることがシミュレーション実験で確認されている[11]。

4 まとめ

マルチメディアデータに適したイントラネットシステムを構築することが可能なマルチメディアデータ伝送検索システムについて報告した。本システムではマルチメディアデータの効率的な検索や編集、高遅延回線での伝送効率の向上、衛星用同報通信機能により、さまざまなネットワークでの効率的なマルチメディアデータ伝送を実現している。本システムの開発ご協力いただいた関係各位に感謝すると共に、日頃ご指導頂く KDD 研究所、村上所長、羽鳥 SGL、および古賀 SGL に感謝致します。

参考文献

- [1] “イントラネット”, 日経コミュニケーション, No.217, pp.78-94, (1996)
- [2] 中島 他: “マルチメディアデータ用イントラネットシステムの開発(1) -システム概要-”, 信学会ソサイエティ大会, B-687, (1996)
- [3] 氏原 他: “圧縮動画像データからのディゾルブ検出”, 第 53 回情処全大, 5N-03, (1996)
- [4] 中島 他: “再量子化による MPEG レート変換方式の検討”, 信学総大, D-348, (1995)
- [5] 伊藤 他: “マルチウィンドウ TCP によるデータ転送方式”, 信学総大, B-755, (1996)
- [6] 伊藤 他: “マルチウィンドウ TCP を用いた WWW アクセスの高速化”, 信学ソサイエティ大会, B-690, (1996)
- [7] 三宅 他: “トランスポートライブラリを用いてデータ転送を高速化した WWW システムの性能評価”, 第 53 回情処全大, 5J-10, (1996)
- [8] 三宅 他: “トランスポートライブラリを用いた高速 WWW システムの実装と評価”, 情報処理学会 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ, (1996)
- [9] 田中 他: “衛星通信用データ配付サービスの検討”, 情処研報 マルチメディア通信と分散処理, 75-12, pp.67-72, (1996)
- [10] 中川 他: “衛星・地上連携マルチメディアコンピュータ遠隔教育ネットワークシステムの検討”, 信学技報, CS96-14, pp.25-30, (1996)
- [11] 石倉 他: “単方向衛星回線を用いたマルチキャストファイリ転送システムの評価”, 信学会ソサイエティ大会, B-689, (1996)
- [12] 石倉 他: “単方向衛星回線を用いたマルチキャストデータ転送システムの実装と評価”, 情報処理学会 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ, (1996)
- [13] M.Ishikura et.al, “Multi connection TCP mechanism for high performance transport in an ATM network,” Broadband comm. pp.443-454, (1996)
- [14] 伊藤 他: “マルチセッション FTP のエラーに対するスループット特性”, 信学会 ソサイエティ大会, B-513, (1995)