

映像を中心とした分散知識データベースシステムの構築

佐藤 克文[†], 熊谷 和也[†], 音喜多 亨[†], 阿比留 巖[†], 鈴木 良宏[†], 上田 謙一[†], 勝本 道哲^{*}, 飯作 俊一^{*}

[†](株) 松下通信仙台研究所, [†]松下通信工業(株), ^{*}郵政省 通信総合研究所

E-mail: ksato@srd.mci.mei.co.jp

筆者らは、ネットワーク上に分散配置されているマルチメディア情報を、ユーザが容易に検索し、閲覧できる次世代の分散型マルチメディア・アプリケーションに依存しない汎用プラットフォームの研究及び、開発を進めている。動画配信プラットフォームとして、ストリームポンプ、リダイレクタ、MPEG2再生装置の設計を行った。本稿では、それらの機能を基に分散型マルチメディア・アプリケーションとして、観光案内を想定した感性検索によるプロトタイプシステムを構築したので報告する。

Construction of Distributed Knowledge Database System for Multimedia Data

Katsufumi SATO[†], Kazuya KUMAGAI[†], Tohru OTOKITA[†], Iwao ABIRU[†],

Yoshihiro SUZUKI[†], Kenichi UEDA[†], Michiaki KATSUMOTO^{*}, Shunichi IISAKU^{*}

[†]Matsushita Communication Sendai R&D Labs. Co., Ltd.,

[†]Matsushita Communication Industrial Co., Ltd., ^{*}Communications Research Laboratory, MPT

E-mail: ksato@srd.mci.mei.co.jp

We propose a distributed multimedia system based on client-agent-server architecture, as well as presentation models for next generation information platform. The distributed multimedia system providing flexible and sophisticated multimedia information access with high-quality video and audio. In this paper, we propose Stream Pump, Redirector and MPEG2 decoder for continuous media delivery platform. In addition to this, we discuss about Sightseeing Navigation system with Kansei retrieval methods, as developed prototype system for the platform.

1 はじめに

近年、CPUや周辺機器、ネットワークの高性能化、高速化により、従来の文字や静止画に加えて、動画データの扱いが増加してきており、ユーザが所望する動画を検索する機能が必要となってくる。対象が静止画であれば、画像を構成する色、形状、配置などの情報を利用した検索 [1] が可能であるが、動画像の場合には構成情報が時間の経過とともに変化しその利用が困難であるため、映像内容を検索可能な形式で表現する必要がある。今回我々は、動画に定義した複数の属性に、人間が映像内容を見て感じたあいまいな度合(感性)を設定し、検索に適用する方法を検討した。

また、インターネットに代表される大規模ネットワ

ークの普及により、種々の情報が分散的に配置されており、それらの効率的な利用が要求される。我々は、このような分散環境上での動画の利用を想定し、動画を蓄積した複数のサーバをネットワークで接続させ、それらの一元的な検索の実現に取り組んだ。さらに、ネットワークを介して動画を閲覧する際には、見たい時に所望する動画が見られ、再生、停止、一時停止などのインタラクティブな操作が可能であることが望ましい。そこで、動画の配信時におけるビットレート保証と、リアルタイムな受信/表示機能の構築を検討した。

以上の検討を元に、ネットワーク上に分散する動画の容易な検索と閲覧を目的として、分散知識データベースシステムの開発を行なった。

本稿では、構築したプロトタイプシステムのアーキテクチャ、システムを構成する各コンポーネントの実現方法、および、システムの動作について報告する。

2 システム概要

2.1 システム構成

分散知識データベースシステムは、動画データを格納している動画サーバ、動画を検索する検索サーバ、ユーザインタフェースを提供する端末から構成され、それぞれはネットワークで接続されている(図1)。ネットワークには、Fast Ethernetを使用したLAN上でTCP/IPを使用している。検索サーバは、いくつかの動画サーバに格納されている動画を検索する機能を持つ。複数存在する検索サーバは、それぞれ協調動作することで、ネットワーク全体にある動画を検索することを可能にしている。このため、ユーザは1つの検索サーバに検索を依頼することにより、ネットワーク上のすべての動画を検索することができる。また、検索サーバは、動画の感性情報を格納しておき、その感性情報に基づく動画のあいまい検索(感性検索)[3]を行っている。

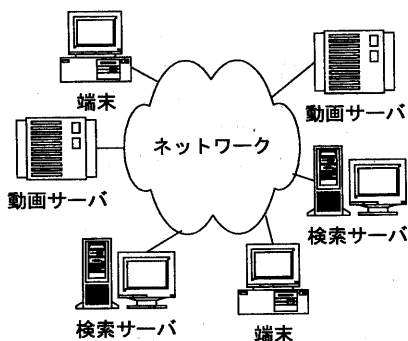


図1: システム構成

2.2 観光案内システムへの適用

本システムの適用例として、観光案内システムを構築している。

観光案内システムは、観光地の動画と、観光情報や動画に関する知識情報で構成される知識データベースが、地域的に分散される仮想環境を想定し、観光情報への確定検索や、ユーザの嗜好に基づいた感性検索により一元的に知識データベースを検索し、検索結果から選択された動画をリアルタイムに表示するものである。

2.3 アーキテクチャ

本システムにおいて、ユーザ側からは、検索操作の誘導、検索結果や動画のリアルタイム表示の機能が要求される。また、サーバ側では、ネットワーク上に散在する端末やサーバの管理・協調動作、データベース(DB)の検索・管理、ネットワーク経由での動画の配信といった機能が必要である。これらの要求機能を、データとプロセスの観点で整理し、次のようなシステムアーキテクチャを検討した。

まずシステムを、DBの検索と動画に関わる部分に大別し、コンテンツを扱う動画配信プラットフォームと知識情報を扱うアプリケーションの二階層からなる構造とした。さらに、アプリケーションは、ユーザ操作、通信、検索を考慮し、ユーザインタフェースサブシステム、通信制御サブシステム、DB生成・検索サブシステムの3つのサブシステム(SS)として構成した。本システム全体の機能構造を図2に示す。

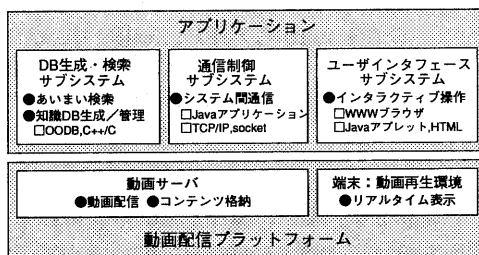


図2: システム機能構造

以下、プラットフォームとアプリケーションについて説明する。

3 動画配信プラットフォーム

動画配信プラットフォームは、動画を蓄積、配信、表示するシステムであり、ストリームポンプ、リダイレクタ、端末内にあるMPEG2リアルタイム再生環境の3つのコンポーネントから構成されている。動画サーバは、ストリームポンプとリダイレクタから構成される。これらは、動画配信プロトコルを介して動画の配信を制御する。動画配信プロトコルは独自の簡易的なものを開発し、動画の選択、配信開始、一時停止、終了などのメッセージで構成される。動画を閲覧する場合は、端末がリダイレクタに動画配信を要求する。リダイレクタは該当する動画データを格納しているストリームポンプに動画配信要求を転送(リダイレクト)する。動画データは、ストリームポンプから直接、端末のMPEG2リアルタイム再生環境にリ

リアルタイムに配信され、端末の画面に表示される(図3)。リアルタイムに配送するために、画面に表示されるまでの応答時間を短くすることができる。動画はビットレートが大きいため、リダイレクタを通さず、ストリームポンプから端末に直接送られる。なお、動画データはUDPデータグラムに乗せられる。また、配信要求をリダイレクタが転送することにより、複数存在するストリームポンプの構成を端末が知ることなく、一元的に動画を閲覧することができる。

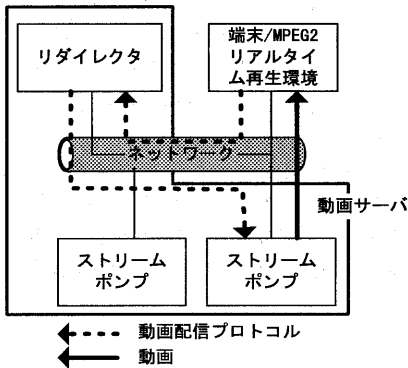


図3: 動画配信プラットフォーム

3.1 ストリームポンプ

ストリームポンプは、動画データをハードディスクに格納し、端末から要求された動画データをビットレートを保証しながら配信する。動画データは固定ビットレートであればエンコード方式は問わないが、本プロトタイプシステムでは6Mbps固定のMPEG2を使用している。動画データは高速な読み込みが必要なため、ハードディスクの論理ブロックを64KBと大きく取っている。また、この論理ブロックのうち、1KBをその論理ブロックに続くブロック情報(ブロックリンク情報)を格納しており(図4)、ブロックリンク情報を読むためにハードディスクをアクセスする必要をなくしている。また、同時アクセス数を高めるために、動画データを63KB単位で複数のハードディスクにインターリーブしている。

このように動画データが格納されているハードディスクから、周期駆動ルーチンがEDF(Earliest Deadline First)アルゴリズムにより動画データを読み込むことで、動画データのビットレートを保証している。またネットワーク部もビットレートを守るため、ソフトウェアによるシェーピングを行っている。ストリームポンプのハードウェアにはPC-AT互換機

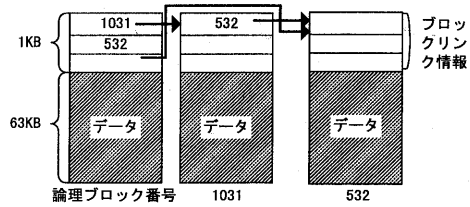


図4: 論理ブロックリンク

を使用し、独自OS上に構築されている。

3.2 リダイレクタ

リダイレクタは、ストリームポンプ群を管理しており、それらが所有している動画の格納情報をDBに管理している。リダイレクタは、端末から動画配信要求を受け取ったとき、DBを検索し、その動画を格納しているストリームポンプを決定し、要求を転送する。また、動画配信要求がリダイレクタを必ず通るため、リダイレクタはストリームポンプの動作状況も管理でき、例えば同一の動画が複数のストリームポンプに格納されている場合、ストリームポンプの負荷を分散させることも可能である。なおリダイレクタはWindows NT上に構築されている。

3.3 端末/MPEG2リアルタイム再生環境

端末はWindows95上で動作し、MPEG2デコーダカードを装備する。MPEG2リアルタイム再生環境は、ネットワークから動画データを受信し、MPEG2デコーダカードによりデコードし、動画を表示する。

4 アプリケーション

アプリケーションは、複数の動画サーバに格納されている動画を検索する機能を有し、ユーザインタフェース、通信制御、DB生成・検索の3つのSSから構成されている。端末は、ユーザインタフェースSSで構成され、インタラクティブな操作インタフェースをユーザに提供する。検索サーバは、通信制御SS、DB生成・検索SS、および、知識DBで構成される(図5)。複数存在する検索サーバは、それぞれが協調動作することで、ネットワークに分散配置される動画の一元的検索を可能にしている。このため、ユーザは最寄りの検索サーバに検索を依頼することにより、ネットワーク上のすべての動画を検索することができる。

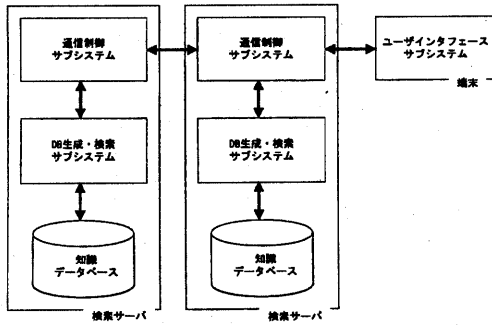


図 5: アプリケーション

以下、アプリケーションを構成する各SSについて説明する。

4.1 ユーザインタフェースサブシステム

分散環境では、多様な機種種の存在や物理的な端末配置により、ユーザ側でのアプリケーションのセットアップやメンテナンスの複雑さが課題となる。今日では、Java等によるインタラクティブなインタフェースや操作を可能とするWWWブラウザの装備が一般的となってきた。そこで、上記環境との融合により、容易なセットアップ、メンテナンスが可能なユーザインタフェースサブシステム(UISS)の構築を検討した。

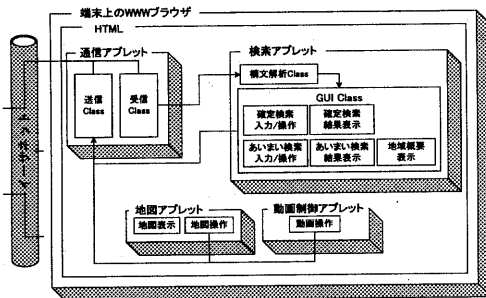


図 6: UISS 機能構造

実装として、UISSのアプリケーション部分をHTMLファイルとJavaアプレットにて作成しサーバ上に格納、ユーザは、端末上のWWWブラウザを使用してサーバにアクセスし、上記HTMLファイルやJavaアプレットをダウンロード、動的にUISSを構成する方法を取った。これにより、端末におけるアプリケーション部分はサーバ側のHTMLファイルとJavaアプレットに集約され、ユーザ側で要する基本的な装備はWWWブラウザと動画再生環境というように

大きく二分でき、端末への機種依存性の排除と、メンテナンス性の向上を図っている。

また、Javaのマルチスレッド機能によって、端末にダウンロードされた複数のアプレットが並行に動作することが可能である点に着目し、構造化を行なって機能単位のアプレット構成にしている。その結果、機能変更時には対象となるアプレットのみでの更新で対応でき、拡張性の向上につながると考えている。

4.2 通信制御サブシステム

本システムにおいては、ネットワーク上に端末、検索サーバ、動画サーバが複数存在する環境を想定している。このような環境では端末からの接続と検索要求・結果の送受信、一元的な検索に対応するために分散する検索サーバに対する検索要求の配信、検索SSへの検索要求の配信、および動画サーバへの端末からの動画要求の配信といった動作を並行して行うことを考慮する必要がある。以上の動作を通信制御SSの役割として位置付け、次の三つの機能部分に分割した(図7)。

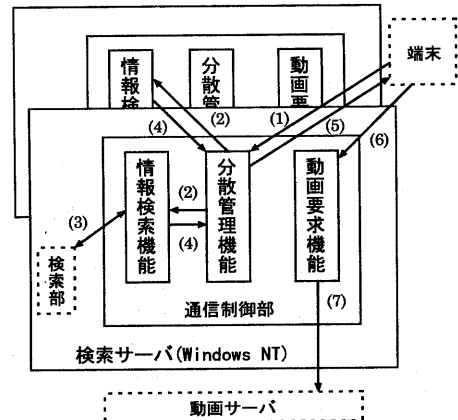


図 7: 通信制御 SS 機能構造

- 分散管理機能 端末からの検索要求メッセージの受信,分散している他の検索サーバへの配信
- 情報検索機能 端末接続先検索サーバからの検索要求メッセージ受信, 検索処理の実行
- 動画要求機能 端末からの動画要求メッセージの受信, 該当する動画サーバへの配信

本開発では、移植性、拡張性、ネットワーク対応性を考慮してJava言語を選択した。各機能はそれぞれ単体のJavaアプリケーションとして構築し、本分散

環境における複数の端末、サーバの同時処理を可能とするため、Java のマルチスレッド機能を用いて機能間の並行および協調動作を実現している。

4.3 DB 生成・検索サブシステム

本システムでは、動画をコンテンツとして、ユーザ側からの要求に基づいて検索する必要がある。そのため、システムにおいて、コンテンツに関する予備知識やコンテンツに含まれる属性等、検索に有用な情報を宣言的な知識データとしてパッケージ化・オブジェクト化することを検討し、これらに対して、フレーム型の知識表現を採用、また、オブジェクト指向データベース (OODB) を適用し、実現した。今回設計した知識表現および DB 生成の過程を次に示す (図 8)。

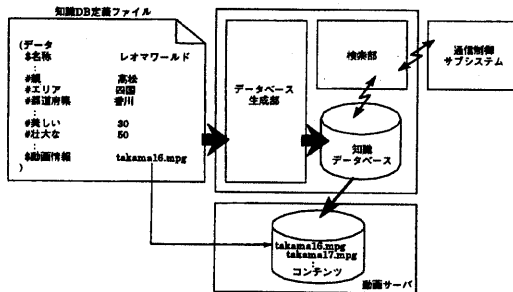


図 8: DB 生成・検索 SS 機能構造

4.3.1 DB 生成部

個々のコンテンツに対応する各オブジェクトをテキスト形式の知識 DB 定義ファイルとして記述する。具体的には、各対象毎のオブジェクト名称の他、コンテンツである動画メディアの名称や格納先、動画の含む感性情報等、検索に要する知識情報を、フレーム上のスロット (属性) とスロット (属性) 値として表現・定義している。DB 生成部では、定義ファイルを解析し DB 構築用 (C++) プログラムを生成、このプログラムファイルのコンパイル、実行によって DB を構築する。特に、動画の所有する感性情報に基づいた検索を実現するため、この情報をファジィ値による定性的属性 (スロット) に表現、ファジィ知識 DB として構築している [2]。この情報は、以下の検索部での感性検索により用いられる。以上によって表現し構築した DB を、サーバ毎に存在させることによってデータの分散化に対応している。

4.3.2 検索部

検索部は、生成した DB に格納されているオブジェクトを対象に種々の検索を行なう。端末や DB がネットワーク上に複数存在する分散環境では、各端末からの要求に対して、ネットワーク上の DB をくまなく同様に検索する必要がある。本システムでは、この分散環境での検索を、通信制御 SS との協調動作による次のような方法により実現している (図 8)。

端末の UISS からの検索要求は、接続先サーバの通信制御 SS に一旦送信され、この通信制御 SS をキーに自サーバ上および他サーバ上の検索部へ転送される。各検索部は、検索要求メッセージを受信・解析し、知識 DB を検索、該当するオブジェクトの持つ種々の情報を検索結果として通信制御 SS に返送する。この方法では、通信制御 SS がサーバ群を管理し、検索部側は同一サーバ上の DB のみを対象とする単純な構造となっている。以上によって、ユーザ側はネットワークを意識することなく、個々の DB を結合した 1 つの DB として見ることができ、システム全体として一元的な検索が実現できる。

今回、この検索部における検索方法として、文字列比較による確定検索と前述の感性検索の 2 つの検索を実現している。前者の確定検索は、検索要求と知識データ名称や属性、属性値との比較により検索を行なう。後者の感性検索は動画の所有する感性情報に基づいて検索を行なうものである [3]。本システムでは、この感性検索に対して、検索要求に含まれる感性情報である定性的属性および度合いと知識データに設定されている感性情報のスロット値とのファジィ演算を適用し、また、論理積 (min) に基づいた演算等、複数種の検索を備える方法を探った。これによって、感性情報からなる 1 つの検索要求に対し、多様な観点からの検索を可能としている。

なお、DB 生成部、検索部共に、知識情報を格納する OODB とのリンケージや動作を考慮し、WindowsNT 上で C/C++ 言語により実装した。

5 観光案内システムの動作

システムの一連の動作を示す。

- 端末側は WWW ブラウザを起動後、任意のサーバ (検索サーバ) の URL を指定し、UISS (HTML ファイル、Java アプレット) をダウンロード、セッションを開始する (図 9 (1))。ユーザが、端末画面上に表示されるウィンドウに基づいて検索項目や条件を入力後、検索を実行すると、

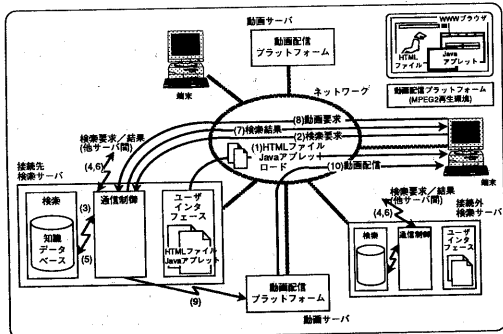


図 9: 動作

UISS は検索要求のメッセージを接続先サーバの通信制御 SS に送信する (図 9 (2)).

- 通信制御 SS は検索要求メッセージを受信すると、自サーバの検索 SS と他サーバの通信制御 SS にメッセージを送信する (図 9 (3, 4)).
- 検索 SS はメッセージ内容に従って検索を実行、検索結果をメッセージとして通信制御 SS に送信する (図 9 (5)). 接続サーバ以外の通信制御 SS は接続サーバの通信制御 SS にメッセージを返送する (図 9 (6)). 接続サーバの通信制御 SS はメッセージを UISS に送信し、全サーバからのメッセージ受信後、検索終了のメッセージを UISS に送信する (図 9 (7)).
- UISS はメッセージから動画情報を含む検索結果を受信/統合し、端末画面上に出力する。
- ユーザーが、検索結果から閲覧したい動画を選択すると、動画要求メッセージが、UISS から通信制御 SS を経由し (図 9 (8)), 動画配信プラットフォームに送信される (図 9 (9)).
- 動画配信プラットフォームが該当する動画データを端末側の MPEG2 再生環境に直接送付 (図 9 (10)) し、動画再生用のウィンドウに表示される (図 10). なお、動画再生・停止等の操作は、UISS 上の動画制御アプレットで行なわれる。

6 おわりに

以上、映像を中心とした分散知識データベースシステムのアーキテクチャと各コンポーネントの機能構造、および、その適用例である観光案内システムの構築事例について報告した。

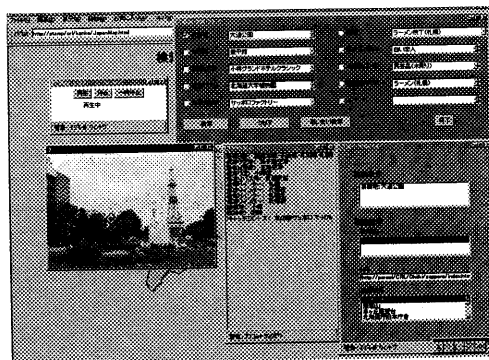


図 10: 画面表示例

今回構築したプロトタイプシステムでは、ネットワークを介した動画のリアルタイム閲覧、感性検索を用いた分散サーバ上の動画の一元的検索の機能を実現した。

今後の課題として、動画、音声、静止画、テキストで構成するマルチメディアプレゼンテーション機能の追加や、端末からユーザ情報を取得し自律的にユーザに適した検索を行なうといった、検索サーバにおけるエージェント機能の導入などがあげられる。

参考文献

- [1] 中川, カーティス, 谷口, 山室, 寺中: “画像検索のための高速データアクセスエンジン”, 情報処理学会 DiCoMo ワークショップ, pp.365-370. (Jul 1997)
- [2] 音喜多, 鈴木, 上田, 飯作: “映像を中心としたマルチメディアデータを対象としたファジィ知識データベースの構築”, 情報処理学会第 53 回全国大会講演論文集 (3), 5R-3. (1996)
- [3] 鈴木, 上田, 音喜多, 飯作: “知識エージェントによる分散マルチメディアデータベースのファジィ検索”, 情報処理学会第 53 回全国大会講演論文集 (3), 5R-4. (1996)