

マルチメディア・データベースの構築設計方式に関する研究

牧 野 勝*

Research of Design for Computer-MMDB (Multimedia Database)

Masaru MAKINO

Technology of multimedia-systems has grown year and year. For example, field of computer system (hardware/software/application), field of engineering or technology and science (information/electronics/communication & network/broadcasting) and field of art and entertainment.

In these many themes, multimedia-computer is more popular, multimedia-database is one of the most important theme.

In this paper, I would like to write "design of multimedia-database". Multimedia-database has widely interdisciplinary problem from basic software to application software. This paper has following sub-theme, information and code theory, introduction of multimedia-database and object-oriented database, concept of design for multimedia-database, compression and decompression of multimedia-information, and applications. This paper is the first part of multimedia-database and then I shall write the second part in the paper of next year.

まえがき

当論文では、マルチメディア・ソフトウェアの核となるマルチメディア・データベースとその関連技術について論じる。マルチメディア技術は年々目まぐるしく進歩しており、実用的にも様々な製品が世に現われている。言うまでもなくマルチメディアは高度情報システムに新しい機能を追加し、ビジネス面や工学面のみならず芸術やエンターテインメントにまで利用分野が広がられた。

さて、その高度情報システムの中心となるべきマルチメディア・データベースについてはどの程度システムが確立されているのだろうか。マルチメディア・データベースは一般的にはオブジェクト・データベースを発展させたものとして論じられる。

現時点では、マルチメディア・システムはいろいろな応用分野のソフトウェア毎に、必要に応じたデータベースやファイルを持っている場合が多い。例えば、画像データベース、映像データベース、音声データベース、特殊データベースなどである。マルチメディア・データベースでは

* 経営工学科

これらを統合しオープン化し同期化しなければならない。

当論文では、マルチメディア・データベース構築設計の構想と情報圧縮について論じる。

当論文は前編とも言うべきものであり、発展編としては次年度にマルチメディア・データベースのソフトウェア開発を含めて論じる予定である。

1. 情報の符号化手順

1. 1 情報への誘い

情報とは何であるか？不意にこういう質問を投げかけてみると面白いと思う。自分に質問するのもよいし、学生や身近な人に質問するのもよい。こういう漠然とした問いに対する答えは、いろいろ様々であって恐らくそれぞれ正しいと思う。価値ある情報の環境とは何か？この問いに対して筆者は次の通りに回答したい。

「必要なときに、必要な人に、必要十分な正確な内容を、できるだけ分かりやすく（マルチメディア）、簡潔に、かつ経済的に伝達（ネットワーク）できること」

さて、情報には“蓄積情報”と“伝達情報”がある。蓄積が無ければ伝達出来ないのので一般的には蓄積が優先する。ところで、情報を蓄積する場合は“蓄積容量”が必要であり、伝達する場合は“伝達速度”が重要である。その他に、各種のメディア（情報の蓄積伝達媒体）が重要な役割を果たす。

当論文では、情報処理の前提としてマルチメディア・コンピュータとマルチメディア情報通信・放送を仮定する。（備考：蓄積メディアとしてAV装置も含む）

1. 2 情報符号化手順

コンピュータで情報処理を行う場合、一般的にデータ入力処理ーデータ加工処理ーデータ出力処理と言う3つの過程が繰り返される。この過程におけるデータ入力処理の部分について簡単に画像処理システムの例を紹介しよう。

画像を入力する方法としては、(1)写真や原画をカラーイメージスキャナから読み取る、(2)CDやMO（光磁気ディスク）などの記録ファイルから入力する、(3)デジタル・カメラやビデオカメラから直接入力する、(4)インターネットなどオンライン情報（画像）を直接取り込む、(5)その他特殊な装置や計測器等で入力する。（医療機器や実験設備等）

図1及び表1の符号化関連図表により符号化手順の概説を行う。

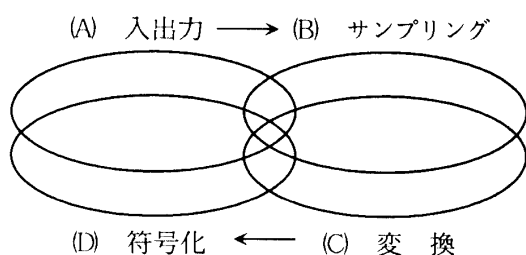


図1 情報符号化関連図

画像等の現物をまず入力装置によりコンピュータへ取り込む過程が図表の(A)、(B)である。例えばイメージスキャナは色彩対応の電力等のアナログ値をサンプリングにより、例えばA4サイズの画像1枚を500dpi（500ビット/インチ）で入力する。この場合フルカラー（1677万色）だと入力データは72MB（72メガバイト）となる。（但し圧縮なし）(A)、(B)の

表1 情報符号化関連表

(A) 入出力	原画, 色光電アナログ変換, 電力, 電圧, 電流, 周波数, 振幅
(B) サンプリング	標本, 標本化定理, ナイキストレート, 量子化
(C) 変換	直交変換 フーリエ変換 (FT, DFT, FFT) アダマール変換, KL 変換, 離散コサイン変換 (DCT) Z 変換 (等間隔・離散・時系列, 伝達関数) 階層符号化変換 ウェーブレット変換 (サブバンド・ピラミッド, ラプラシアンピラミッド) その他 (フラクタル変換等)
(D) 符号化	最適符号化 (エントロピー符号化, ロスレス可逆符号化) 可変長符号化 (ハフマン符号化, 算術符号化) 直交変換符号化 (ロスあり非可逆符号化) DCT 符号化, LOT 符号化 サブバンド符号化 (ロスあり非可逆符号化) (周波数帯域分割) 予測符号化 (静止画, 動画, 映像) フレーム間予測, 空間予測, 時間予測, 動き補償予測 (MC) 階層符号化 (ローパスフィルタ, サブサンプリングの繰り返し) JPEG やコンピュータによるマルチメディア (画像拡大縮小) PCM 符号化 (パルス符号変調) 帯域圧縮符号化 (ADPCM, 携帯電話用 VSELP 等) ハイブリッド符号化 (インターネット等) DCT-量子化-動き補償-エントロピー符号化 知的符号化
備考	誤り訂正符号 (たたみ込み符号等), デジタル, フィルタ マルチメディア同期符号 (映像と音声の同期化)

過程で量子化を含む A/D (アナログ・デジタル) 変換が行われ, 続いて(C)でデータの変換が行われる。

そして(D)でデータの符号化が完了する。符号はコンピュータの内部コードであるから符号化手順に関しては終了であるが, 画像等のマルチメディア系のデータは必ずと言っていいほどデータの圧縮化が伴う。圧縮手順等については5章で検討する。

なお, 「信号・変換・符号化・圧縮」等の用語については専門分野 (放送, 通信, 電気・電子, コンピュータ等) によって様々に使い分けられているので, 当論文では主としてマルチメディア・コンピュータの立場から論じていることを付言しておく。

2. マルチメディア技術

マルチメディア技術はいろいろな角度から追求できる。当論文の主なテーマであるマルチメディア・データベース以外の技術について, マルチメディア技術の項目をあげると表2の通りである。

マルチメディア符号化技術の国際標準として MHEG (Multimedia and Hypermedia Information Coding Experts Group) が ISO (国際標準化機構) と IEC (国際電気標準会議) の合同委員会 JTC1 (合同技術委員会1) によって勧告された。MHEG では先に述べた蓄積メディア・伝達メディアの他にも広くメディアの概念をとらえて次の通りになっている。

①知覚メディア (Perception Media), ②表示メディア (Presentation Media), ③表現メディア (Representation Media)

知覚メディアは, いわゆる視聴覚メディアであり画像・映像・テキスト・音声 (音楽) 等である。表示メディアは, いわゆる入出力装置であり, CRT, カラープリンタ, キーボード, スピーカ等である。表現メディアは, いわゆる符号化されたコードでありテキスト系では ASCII コー

表2 マルチメディアの技術項目

メディア	技術項目(例)
(I) 画 像 (図形)	CG (2次元, 3次元, アニメーション), 画像圧縮, 画像符号化, コンピュータ・アート, CAD, GUI, GKS (CG 標準化), 画像データベース, カラー技術 (スキャナ等), テクスチャ・マッピング, DTP, 電子印刷, 画像通信, 広帯域 B-ISDN, ATM, 光技術, 動画ホログラフィ, リモートセンシング, シミュレーション, ビデオゲーム, VR (バーチャルリアリティ), AI・ファジィ・ニューロシステム, 地図情報システム (含, ナビゲータ)
(II) 映 像	人工現実感 (RWC), CT スキャナ, パターン認識, 双方向 CATV, 光ファイバー, テレビ会議, ハイビジョン, 衛星放送, モルフ, ロボット, VR (バーチャルリアリティ), 遠隔教育システム, 電子印刷, ビデオメール, ビジュアル, マルチ・テレホン, AI・ファジィ・ニューロシステム
(III) 音 声 (音楽)	音声認識, 音声生成, 自動翻訳電話, 情報家電, ADPCM (Adaptive Differential PCM), 圧縮技術, ヒューマンインタフェース, 知的エージェント, カラオケ, コンピュータ・ミュージック, デジタル・シンセサイザ (MIDI 規約), 知的対話, 自然言語処理, AI・ファジィ・ニューロシステム
(IV) 文 字 (テキスト)	文字認識, ハイパーテキスト, DTP, 電子印刷, CTS (コンピュータ組版), 電子本 (CR-ROM 等), DB (各種媒体), AI 翻訳, AI・ファジィ・ニューロシステム
(V) 業界応用等	コンピュータ・マッピング, 医療, 印刷, アート, AI, アパレル産業 CG (型紙, 織物), 建築・都市計画, 通信, 放送, 機械 CAD, 知的ロボット, 娯楽, 行政, 教育, 新聞, 雑誌, 図書館, 出版等
備 考	マルチメディアは各メディアの統合化利用を目指している。

ド, EBCDIC コード, 画像・映像系では JPEG, JBIG, H262, MPEG, 音声 (音楽) 系では MIDI (デジタル楽器), MPEG, G728 等である。なお, ここで上げた各種のマルチメディアに関する国際標準は, 情報処理系については ISO/IEC (上記参照) が勧告し, 通信・放送系については ITU (国際電気通信連合) が勧告している。

3. マルチメディア・データベースの概要

情報システムは色々に区分できるが, 図2はマルチメディア情報システムを重視した分類である。情報システムに占める「データベース (DB)」の重要性と同様に, マルチメディア情報システムに占める「マルチメディア・データベース (MMDB)」の重要性は非常に高い。

データベースソフトは構造型 (CODASYL 型) データベースで始まって, 現在ではリレーショナルデータベース (RDB) を中心とするデータベースソフト, ACCESS, ORACLE, Informix

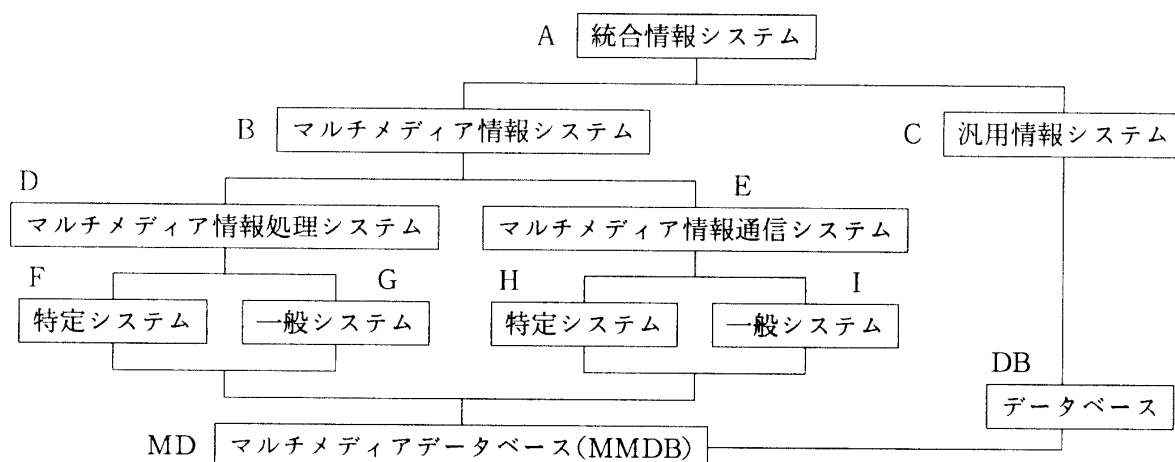


図2 マルチメディア・データベースの位置付け

等が有名である。

但し、RDBも第1世代から第4世代くらいまで進化しており、現在ではRDBがMMDBに接近しつつある。例えばテキストデータ文へ画像を貼り付けるなど。また、インターネットのブラウザ（NetscapeやExplorerによるWWWサーバおよびブラウザなど）も正にマルチメディア・データベースの一部の機能を十分担っている。

マルチメディア・データベースはマルチメディアに関する情報ニーズを満たす必要がある。このニーズは、次のように大きく分けて三つくらいに分類できる。

- (1) マルチメディア情報（いわゆるコンテンツ）を蓄積・検索できること。
- (2) マルチメディアを含むオブジェクト情報システムの核（ベース）となること。
- (3) 各種メディアの統合化を計ること。（メディアの標準化/共通化/公開化/安全化/効率化/同期化等）

マルチメディア・データベースソフトの実用化は現時点では完成しているとは言えない。現時点で既にいくつかのMMDBが世に出ているが、まだ個別メディア・データベース（イメージDB、ビジュアルDB、画像DB、音声DB、CAD・DB、各種アプリケーション別DB等）が圧倒的に多い。

4. マルチメディア・データベース構築設計の構想

4.1 構築設計の構想

マルチメディア・データベース（MMDB）の構築設計に関する当研究は、次のような観点からアプローチする。

- (1) 目的—マルチメディア・データベースのあるべき機能を追求し、出来る範囲でシステム構築設計を行い、ソフトウェア開発を行う。
- (2) 制約—1年間でMMDBソフトのモデル（Version 1）を確立する。マルチメディア・コンピュータおよびオーディオ・ビデオ機器と各種マルチメディア・ソフトを使用する。
- (3) 方法—設計方法はオブジェクト・データベースのモデルを参照し、ソフト開発は現存するプラットフォーム（Windows NT系のAPI等）や各種のデータベース・ソフトを部品として利用する。また情報圧縮等の基本技術は標準・準標準のJPEG・MPEG・Windows系を使用する。
- (4) 手順—計画/設計/開発（部品利用を含む）/テスト/プロトタイプ・モデル

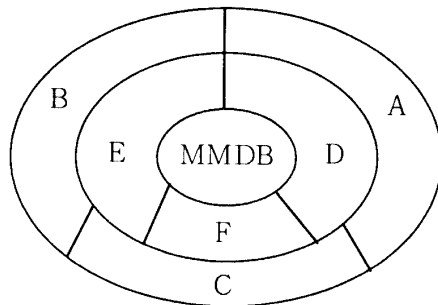
4.2 ソフトウェア機能構成

マルチメディア・データベースのソフトウェアは概略図3のようになる。これらはコンピュータの基本ソフト（プラットフォーム）やデータベース制作・活用ツール類、ネットワーク・ツール等である。

(A)はマルチメディアの素材、(B)はマルチメディアに関する利用者ニーズ、(C)は知的所有権付きのマルチメディア作品、(D)はマルチメディア・データベースを制作するためのソフトウェア・ツ

ル、(E)はコンテンツ等を利用するツール、(F)はイントラネット関連のツールである。

図3の中心にあるMMDBはマルチメディアデータやマルチメディア情報を蓄積・提供する核



- (A) MMデータ (B) MM情報
(C) コンテンツ (D) 制作ツール
(E) 活用ツール (F) ネットワーク・ツール

である。MMDBは、オブジェクト指向データベースを基本とするマルチメディア・データベースであり、ODMG-95 (Object Data Management Group) を参照する。オブジェクト指向ソフトとして、CESP, C++, VC++, Java アプレット等も活用する。

なお、MMDBを利用するアプリケーション・システム（研究対象の一部）としては、インライン AV 編集システムやオーサリング・システム等を予定している。

図3 マルチメディア・データベースの機能構成

5. マルチメディア情報の圧縮技術

5.1 情報圧縮技術

情報は生物ではないので、自分自身で移動蓄積保存ができない。即ち移動も蓄積保存も“媒体”に依存し、かつ移動蓄積の技術方式（圧縮技術等）に依存することになる。

ところで、媒体は記録伝達密度が最近10年間で約1000倍、圧縮率が約100分の1倍（最高）と言えよう。そうすると全体として10年間で約10の5乗倍の物理的情報化効率向上と言える。

(1) 情報量エントロピー

有名なシャノンの情報理論によれば「事象 a_1, a_2, \sim, a_n の出現確率が $P(a_1), P(a_2), \sim P(a_n)$ であるとき、1つの事象の情報量はそれぞれの事象の情報量の期待値 $H = - \sum_{i=1}^n P(a_i) \log_2 P(a_i)$ で表わす」そしてこの期待値を“エントロピー”と呼ぶ。事象“ a_i ”の持つ情報量を運ぶのに必要なビット数を L とすれば $H \leq L$ であり、従ってエントロピー符号化は“最適符号化”と呼ばれる。

(2) 情報圧縮方式

情報圧縮の方式は100種類も現存するだろう。これらを大別すれば、可逆圧縮 (Lossless) と非可逆圧縮 (Lossy) およびハイブリッド圧縮に分けられる。さらに、それらは圧縮率指定方式、非指定方式があり、画像等に関しては色彩等に関する各種の指定（色テーブル、グラデーション、ぼかし、デイズ、シャドウ、ハイライト、テクスチャ、メタル、輪郭、諸調、濃度等）があり、音声に関しても指定が多い。（MIDI シンセサイザーやDTM（デスクトップ・ミュージック）等参照）

情報圧縮方式を1. 2節の「情報符号化手順」の続きとして論じるなら、「圧縮＝モデル化＋

変換＋符号化」で表わすことができる。圧縮された情報はアーカイブ（書庫）として通常複数のファイルが同時に保管又はダウンロード・アップロードされる。

5. 2 国際標準・圧縮方式 JPEG/MPEG のアルゴリズム

画像・映像圧縮手順の国際標準としては JPEG/MPEG がある。これらは ISO/IEC および ITU という情報・電気・通信放送関係の国際機関が取り決めたものである。（2 章「マルチメディア技術」参照）

(1) 圧縮方式 JPEG のアルゴリズム

JPEG は静止画に関する圧縮標準である。JPEG には非可逆方式と可逆方式があり、それぞれが更に 2 つずつ合計 4 つの圧縮方式がある。（表 3 参照）

表 3 JPEG 方式の分類

非可逆方式	DCT 逐次符号化（シーケンシャル）	画像復号の場合，ラスタースキャン順に再生
	DCT 階層符号化（プログレッシブ）	画像複合の場合，2 段階（概略画像と詳細画像）
可逆方式	Spatial 方式	空間的（2 次元）予測，2 次元 DPCM
	ハイアラキカル符号化	空間的大きさを段階的に変化させる方式

JPEG の非可逆方式は図 4，表 4 の通り，入力原画像を 8×8 の縦横ドット毎の単位ブロックに分けてサンプリングし，周波数成分を取り出して DCT 変換（直交変換）し，その値を 8×8 のテーブル値によって量子化する。この値を図 5 のようにジグザクスキャン方式 8×8 の表にす

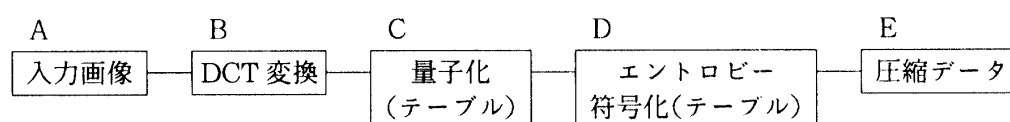


図 4 静止画像・圧縮標準 JPEG のアルゴリズム(非可逆方式)

表 4 JPEG 方式の圧縮手順（非可逆方式）

A 原画像入力	入力装置から原画を入力（各ピクセルを 0～256 階調の濃度で表現）
B DCT 変換	原画の 8×8 ピクセル単位で DCT（離散コサイン変換）により直交変換（注： 8×8 ピクセルの画像の固まりをブロックという）
C 量子化	B で求めた DCT 係数（ $8 \times 8 = 64$ 個）を量子化テーブル値（ $8 \times 8 = 64$ 個）で割り算して商を整数化する。
D エントロピー符号化	C の計算結果（ 8×8 のテーブル値）は左上近辺の値が大きくて，右下近辺の値が 0 になる傾向が強い。テーブルの左上隅からジグザグスキャン（図参照）してエントロピー符号化を行う。途中で残りのテーブル値が全て 0 になれば“EOB”（ブロック終端）符号を出力して，次のブロックへ進む。
備考	D の符号化結果は原画のデータ量に比べて大幅に圧縮されている。（10 分の 1 ～ 数 10 分の 1）

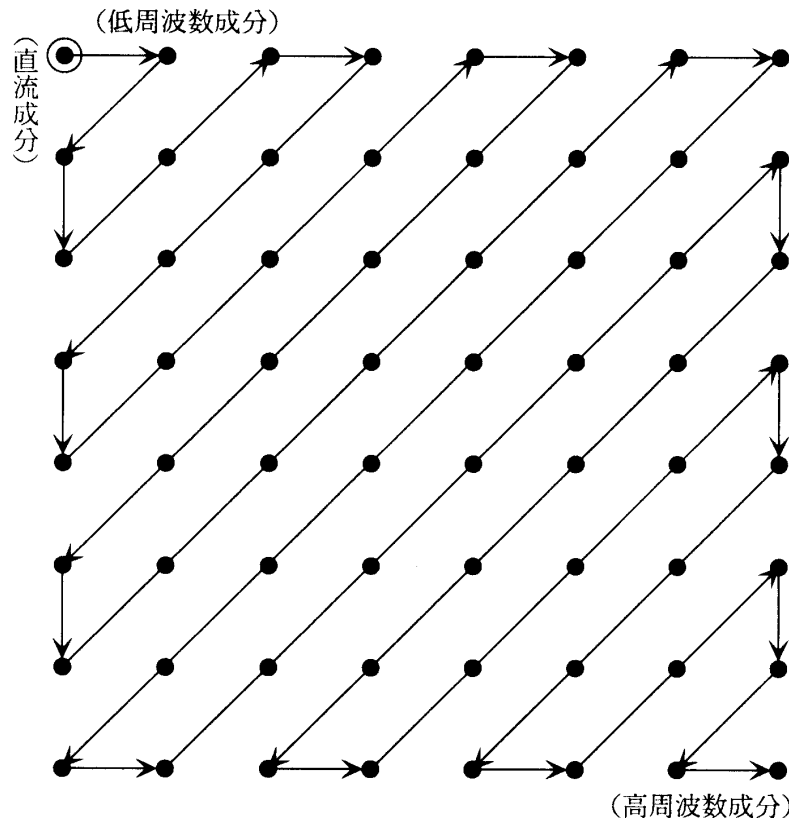


図5 DCT方式のジグザグスキャン手順

ると、左上隅（低周波数成分）近辺は数値が高く、右下隅（高周波数成分）近辺は殆どが0（ゼロ）となる。（注：左上の最初の値は直流成分で、DCT変換と異なる差分式で算出する）

つまり、この直交変換値は低周波数成分に集中する。 8×8 の量子化値は0（ゼロ）が多いのでランレグス限定符号化方式で圧縮し、ジグザグ表の最後に連続0が続く場合は“EOB”（END of Block）コードを付加して量子化を終了する。最後に量子化値をエントロピー符号化によって圧縮して 8×8 ドット（1ブロック）の圧縮データが得られる。

ク）の圧縮データが得られる。

JPEGのデータ・フォーマットは、表5の通りである。また、JPEGの可逆圧縮方式は、図6の通りである。なお、復号（解凍）方式は圧縮のほぼ逆手順となる。

表5 JPEGのデータ・フォーマット

(1) イメージデータ	画像データの開始 SOI (Start of Image), テーブル, イメージ終了マーク EOI (End of Image)
(2) フレームデータ	SOF (Start of Frame), フレームヘッダ, テーブルなど, DNL (Define Number of Line, 画像のライン数の指定)
(3) スキャンデータ	SOS (Start of Scan), スキャン・ヘッダ (各種パラメータ), ECS (Entropy Coded Segment)
(4) 画像データ	MCU1 (Minimum Coded Unit, 最小符号化単位) ~MCUn

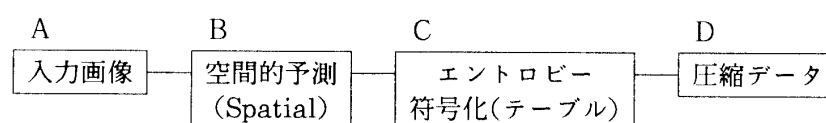


図6 静止画像・圧縮標準 JPEG のアルゴリズム (可逆方式)

(2) 圧縮方式 MPEG の概説

圧縮方式 MPEG は動画・映像に関して適用される。動画・映像は静止画を 1 秒間に 20～30 枚も連続させて実行されるので、空間的・時間的な流れが重視される。また、画像・映像と音声との同期化も重要である。

MPEG には MPEG 1～MPEG 4、MPEG オーディオがある。(表 6 参照)

表 6 動画映像・圧縮標準 MPEG の種類

MPEG 1	ビデオ圧縮標準 (H261) を元に、蓄積メディア (CD-ROM, DAT 等) 特有の新圧縮技術を取り決めた。 I ピクチャ (フレーム内符号化), P ピクチャ (フレーム間順方向予測符号化), B ピクチャ (双方向予測符号化)
MPEG 2	3つの基本的考え方— (1) インターオペラビリティ (相互運用性), (2) スケーラビリティ (分解能可変性), (3) エクステンシビリティ (拡張性) 3つの応用分野— (1) コンピュータ (高品質デジタル画像—CD-ROM・HD 利用のマルチメディア, カラオケ, 映画等) (2) 放送 (高品質デジタル画像—テレビ, 映画等) (3) 通信 (高品質デジタル画像—テレビ会議, テレビ電話等)
MPEG 3	MPEG 2 に統合
MPEG 4	高圧縮率のオーディオ・ビデオ符号化 (従来の通信回線利用)
MPEG オーディオ	高品質・高能率ステレオ・オーディオ符号化, 圧縮—(1) 32バンド・サブバンド帯域分割符号化, (2) MDCT (変形離散コサイン変換), 聴覚心理的高能率圧縮

6. マルチメディア・データベースの技術課題 (当研究室)

当研究室の技術的課題は、主要課題と副課題に分けると次のようになる。

6.1 主 課 題

- (1) MMDB におけるデータおよびオブジェクトの構築方法
- (2) マルチメディア・データ符号の同期化方法
- (3) データおよびオブジェクトの検索方法

特性検索, 条件検索, 意味検索, ハイブリッド検索等

6.2 副 課 題

- (1) プラットフォーム (基本ソフト等) の利用方法
- (2) 汎用データベースソフトの利用方法
ACCESS + Module + マクロ
- (3) オブジェクト指向ソフト選択
CESP, C++, VC++, Java アプレッド, VJ++, VB 等
- (4) マルチメディア系ソフトの利用

フォトレタッチ・ソフト, 映像・動画ソフト, 3Dムービーソフト, 音声・音楽ソフト等
1年間という制約条件 (Version 1) の下で, 上記の技術課題をいかに選択するかがキーポイントである。

あ と が き

当論文ではマルチメディア・データベースの構築設計と関連技術 (マルチメディア情報圧縮等) について, 技術面と構想面から論じた。当論文は, まえがきにも述べた通り前編とも言えるものである。

次年度には, マルチメディア・データベースのソフトウェア (Version 1) 開発を含めて発展編を論じる予定である。さらに, マルチメディア・データベースとマルチメディア・ネットワークとのインターネット応用研究, イン트라ネット応用研究も次の課題と考えている。

参 考 文 献

- 1) 牧野 勝:「SE人材育成のためのマルチメディア・コンピューティング・システム (MCS) の研究」, PP.243-PP.252, 福井工業大学研究紀要 第26号 (第1部), 1996.
- 2) 牧野 勝:「情報システム構築のためのソフトウェアエンジニアリングの研究」, PP.251-PP.259, 福井工業大学研究紀要 第25号 (第1部), 1995.
- 3) 牧野 勝:「マルチメディア・データベース構築設計と応用システムに関する研究」, p309, 96年度・電気関係学会北陸支部連合会・講演論文, 1996.10.
- 4) 増永良文:「マルチメディアとデータベース」, PP.149-PP.172. 日本科学技術情報センター・情報管理 Vol.38 No.2 1995.5.
- 5) 藤原 洋・監修:「最新 MPEG 教科書」, アスキー出版局, 1994.10.
- 6) 田中克巳・章治:「オブジェクト指向コンピューティング I」, 日本ソフトウェア科学会, 1993.7.7
- 7) 上林弥彦・編著:「ハイパーメディアとオブジェクトベース」, 共立出版, 1995.11.
- 8) Mark Nelson:「The Data Compression Book-Featuring fast, efficient datacompression techniques in C」, M&T publissing, Inc. 1992.
- 9) R.G.G. Catell:「THE OBJECT DATABASE STANDARD: ODMG-93, Release 1.1」, Morgan Kaufmann Publishers, Inc, 1994.

(平成8年11月7日受理)