

仮想空間演出を特徴とする図書検索インタフェース 「臨場感図書館」の開発

國枝和雄 広明敏彦

通信・放送機構 奈良リサーチセンター

計算機性能の飛躍的な向上やインターネットの急速な広まりによって、家庭や公共の場においてネットワークを介したマルチメディア情報利用の要望が高まっている。通信・放送機構奈良リサーチセンターにおける映像データベース遠隔検索/表示技術に関する研究では、一般の利用者が自然でかつ理解しやすい操作でマルチメディア情報を検索/獲得できることを目標にユーザインタフェースの研究を進めている。本報告書では、上記研究の成果として開発した臨場感図書館について述べる。臨場感図書館は、3次元ウォークスルーをベースとし、CG、蓄積画像、リアルタイム映像からなる仮想空間とのインタラクションによって、誰もが容易に散策的に図書情報を検索することのできるシステムである。

“Virtual Library”,
The digital library interface with realistic work space.

Kazuo KUNIEDA, Toshihiko HIROAKI

NARA Research Center,
Telecommunications Advancement Organization of JAPAN

The desire of an access to multi-media information on network is rising in a home and a public scene, because of an improvement of the computer performance and the Internet. In NARA Research Center, where the project on remote file retrieval and display technology for image database is advancing, we are studying on the user interface for easy retrieval of multi media information. “Virtual Library” developed in our project is described here. It makes anyone possible to retrieve books information based on 3D walk-through, by interactions among the virtual space which consists of CG, stored images, and real-time video.

1 はじめに

計算機性能の飛躍的な向上やインターネットの急速な広まりによって、家庭や公共の場においてネットワークを介したマルチメディア情報利用の要望が高まっている。通信・放送機構奈良リサーチセンターにおける映像データベース遠隔検索/表示技術に関する研究では、上記背景に鑑みたものとして、一般の利用者が自然でかつ理解しやすい操作でマルチメディア情報を検索/獲得できることを目標に利用者インタフェースの研究を進めている [1][2]。本書では、上記研究の成果として開発した臨場感図書館システム(図1)について報告する。本システムは、CGによる3次元ワークスルーをベースとし、CG、蓄積画像、リアルタイム映像からなる仮想空間とのインタラクションによって、誰もが容易に散策的に図書情報を検索できることを特徴とするものである。

2 背景

臨場感図書館は、「画面内に書架や図書などをビジュアルに表示し、通常の図書館と同じような感覚で図書情報にアクセスできる」ことを目指したシステムである。技術的には、3次元CGを用いた仮想空間表現と対話技術がベースとなる。従来から同様のアプローチでの試みは行なわれてきたが [3]、近年、特にハードウェアの高速化によって実時間CG処理が安価な環境で利用できるようになっており、同種のシステムの必要性も急速に高まっていると言える。仮想空間をキーワードとした研究について見ると、以下の3つの軸に分類することができる。



図 1: 臨場感図書館

- (1) 対人コミュニケーションの場を実現するもの
- (2) 空間そのものを利用者へ提示することを目的としたもの
- (3) 各種情報を視覚化するための環境として用いるもの

第1のカテゴリに属するものとしては、サイバースペースを実現するものが挙げられる。これらのシステムでは、仮想的な人との出会いや心理的な距離などを表現するために空間を利用することを特徴とするものが多い。第2のカテゴリとしては、建築シミュレーションのように空間のリアリティを追及し現実空間の代替として用いるものがこれに属する。第3のカテゴリについては、さらに詳細に見ると Information Visualizer[4]を代表例として、空間のリアリティとは関係なく視覚化における一覧性などを向上させるために空間形成を狙ったものと、現実世界のメタファを持ち込むことによって情報の直観的な理解を促すことを狙ったものとに分類できると考えられる。

臨場感図書館は、図書館のメタファによる情報視覚化を基本としており、最後のカテゴリに属するものであると言える。このように、図書などの情報アクセスのユーザインタフェースとして仮想空間を利用する目的は以下のように考えられる。

- 従来の図書目録検索システム等のテキストベースのユーザインタフェースに比べて、視覚的/直観的なわかりやすさを提供できる。
- 目的をもった情報検索ではなく、情報空間の散策による「発見的検索」を可能とする(情報散策)。

ここで、現実世界の図書館について考えると、これまで図書館は図書情報を提供する社会的施設の中核を担ってきたが、情報社会におけるポダレス化の進展と並行して、多様な情報サービスの拠点となりつつある [5]。このような状況の中で、図書館は「本との出会いの場」から、「情報との出会いの場」、「人との出会いの場」になりつつあると言える。この観点から、臨場感図書館では、図書館のメタファによる情報視覚化

を基本的機能としつつ、対人コミュニケーションの場(第1のカテゴリ)としての機能をも取り込み、さらにそれらを有機的に融合した環境を構築することを目指している。

3 臨場感図書館

3.1 設計項目

(1) ターゲット

我々は、臨場感図書館を利用する場として、第一に、システムを公共の図書館に設置し、閉架図書の閲覧や各地の図書館をネットワーク化した時の利用者インタフェースとすることを考えている。さらに、将来 FTTH 等の環境が整備された段階で、図書館以外の情報サービスへも対応させた形で、各家庭のセットトップボックス用のインタフェースとすることを想定している。これらの想定の上で feasibility の検証を行なうことが、我々の現在の研究目的である。したがって、臨場感図書館に関しては図書館としての実用性も考慮し、図書館としての最低限の規模である約 10,000 冊の蔵書を設計目標とした。

(2) 映像品質

一般に、人が外界から受ける情報は視覚によるものが支配的で、7~8割を占めると言われている。そこで、臨場感図書館では、高精細表示が可能な HDTV を映像系のベースとした。高精細映像表示の手段としては、HDTV 以外の選択も考えられるが、臨場感図書館では実写動画像についても高品質な映像を用いることを前提としており、動画像処理の可能な HDTV をベースとした。また、臨場感と視野角との関係について、視野角 60 度以上で臨場感が飽和するとの報告があるが [6]、臨場感図書館では、人が立ったままの状態での条件を満たすものとして、150 インチの HDTV 表示環境を用いている。また、普及型の環境での評価を目的として HDTV モニタ (36 インチ) も用意した。

(3) レンダリング

実時間での CG レンダリングを行なう場合、モデル/レンダリングの緻密さとフレームレ-

ー確保のトレードオフは避けられない問題である。フレームレートの低下は、没入感/応答性の低下などを伴い、利用者インタフェースの質に致命的な影響をもたらす。そこで、我々は事前評価を行ない、利用者にコマ送りを意識させなためには、少なくとも 15fps のフレームレートを確保すべきであるとの結論を得た。この条件を満たし、なおかつ 10,000 冊の蔵書規模を実現すべく、モデル設計、空間配置、レンダリング制御を決定した。

(4) 操作インタフェース

3次元空間において物体の位置や方向を完全に指定するためには、位置と方向に関して各 3 自由度の計 6 自由度が必要である。一方、ステレオ表示やヘッドトラッキングを用いない通常の表示環境では、誤りなく 3次元操作を行なうことは困難であることが報告されている [7]。3次元操作による高度なインタラクションを実現することは重要なテーマであるが、必ずしも操作性の向上にはつながらないと考えられる。我々は、一般利用者を想定した使い易いインタフェースの開発に主眼を置いており、上記検討結果に基づいて、奥行き方向の操作は視点移動のみとし、3次元空間内のクリッピング平面上での 2次元操作に限定した空間操作インタフェースを提供することとした。3次元インタラクションについては、2次元インタラクションでの評価検討を十分に重ねた上で再度検討する。

3.2 実現方式

図 2 に臨場感図書館のシステム構成を示し、各部について説明する。

(1) ハードウェア構成

主要なハードウェア構成は以下の通りである。

CG エンジン	: SGI ONYX RE2(R4400x2)
HDTV 合成装置	: SONY HDS1000T
NTSC 合成装置	: SGI Sirius Video(ONYX に実装)
3次元センサ	: Polhemous Fastrak + 3ball
音声認識	: PC9821 + 音声認識ソフト (WSS)

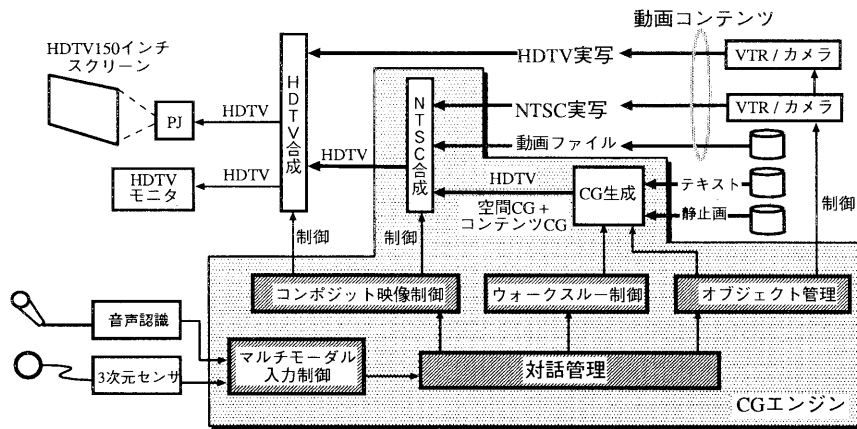


図 2: システム構成

(2) コンポジット映像制御部

コンポジット映像制御部は、映像合成装置を制御して CG 空間と動画コンテンツ (HDTV/NTSC) の合成を行なうものであり、以下の機能によって CG と動画のシームレスな合成を演出する。

- クロマキ合成 (HDTV/NTSC) やライブビデオ・テクスチャマッピング (NTSC) によるウィンドウ枠除去。
- 視点移動に連動した段階的なブレンディングおよびワイプ (HDTV/NTSC)。

これによって、例えば「空間のある地点に近づく」と人物動画が徐々にクロマキ合成で出現する」などの演出が可能となる。

(3) オブジェクト管理部

臨場感図書館では、CG を用いたメタファ表現によってコンテンツを視覚化したものをオブジェクトと呼ぶ。オブジェクト管理部では、各コンテンツとその視覚化に用いる 3 次元モデル/演出ルールを管理している。現在、視覚化対象としているコンテンツは、

- テキスト/イメージ (書籍データ)
- HDTV/NTSC 蓄積映像 (資料映像)
- HDTV/NTSC リアルタイム映像 (司書映像)

である。この中、検索対象となる図書データは背表紙と本文のイメージデータで構成されており、それらは、ファイルサーバ上で 1 冊単位で蓄積/管理されている。また、本の 3 次元モデ

ルに関しては、書架に格納された状態の本が非常に多いため、本の形状を保ちつつ可能な限りポリゴン数を削減したものを陳列用モデル (10 ポリゴン) として作成した。また、これとは別に本を選択/閲覧する際に、ページめくりの CG アニメーションを可能とするために閲覧用モデル (41 ポリゴン) を用意し、これらのモデルを随時切り換えてコンテンツに割り当てている。

(4) ウォークスルー制御部

ウォークスルー制御部では、仮想空間、視点、ウォークスルー経路を管理し、ベース映像となる空間 CG の生成を行なう。ここでは、さらにフレームレートを 15fps に保つために経路上にチェックポイントを設け、それぞれのポイントで各 CG オブジェクトの空間内への追加/削除を制御している。これによって、画面表示されないことが予め判断できるオブジェクトを、陰面消去などの処理対象から除外し負荷を軽減することが可能となる。一般的に、この判断には視点とオブジェクトの距離を用いることが多いが、ここでは、オブジェクトの正面を定義し、画面ビューに対するオブジェクトの向きも判断基準としている。例えば、書架に並んだ本オブジェクトの裏正面 (背表紙の反対) 側は、レンダリングされる可能性はないので、裏正面を向いている本オブジェクトは、近距離に位置していても空間から削除することができる。

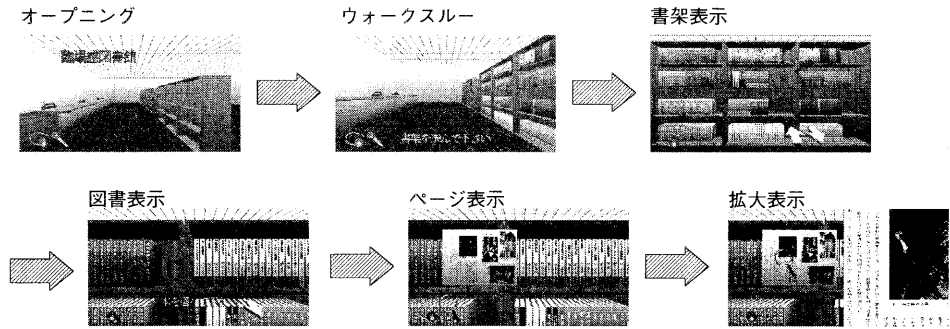


図 3: 情報散策プロセス

(5) マルチモーダル入力制御部

臨場感豊かなインタフェースを構築するためには、表示上の臨場感に加えて利用者の操作インタフェースも自然なものとする必要がある。そこで、我々は、操作デバイスとして従来のキーボードやマウスではなく、手に持てるボール型の3次元センサ(3ball)を用いた。本センサは6自由度の情報を得ることが可能であるが、設計項目で述べたように、現在は、利用者から見て上下と左右の2方向の座標値のみを用いている。センサ上には押しボタンが1つ実装されており、利用者は3ballを持った手の動きとボタン操作で自然な操作を行なうことができる。特にボタンが1つに限られるため、ボタンの割当てを学習する必要がなく、「何かイベントを起こしたい時にはボタンを押す」という、直感性の高いインタフェースとなっている。

さらに、臨場感図書館では音声による操作インタフェースも実装した。音声指示を用いることで、画面表示とは独立に利用者の直接的な要求を受け付けることが可能となる。これまでに、単語による直接的な指示機能を実装した(例えば、「歴史」といった分野名による書架選択)。現在、3次元センサを持った手の動きと音声という2つのモーダルを随時切り換え/統合して柔軟性や頑強性を向上させるマルチモーダル入力の実現に向けて機能強化を進めている。

3.3 情報散策インターフェース

次に、実際の散策的検索のプロセスについて説明する(図3)。

(1) オープニング

システム起動に伴って、画面には仮想的な図書館が表示される。館内には15の分野別書架と、利用者カウンタが配置される。また、画面左下には、その時点で利用可能な操作インタフェース(3次元センサ、音声入力)の種別をアイコンによって表示する。

(2) ウォークスルー

「開始」という音声、または3次元センサに付属のボタンを押すことによって、散策(ウォークスルー)を開始する。散策は、予め定めたデフォルト経路上を自動的に進む。

(3) 書架表示

散策の途中で、3次元センサによるポインティングまたは音声での分野名の直接指定(ex.「歴史」)を行なうことによって、該当する書架の正面へ自動的に視点が移動する。ここでの表示は、書架を見渡せるように書架の全体表示となる。

(4) 図書表示

次に、書架に一步近づくと、実際に書架の前に立っているのと同程度の視野で本が表示され、利用者は背表紙を見ながら本を選択することができる。3次元センサのポインティングで本を選ぶと、「該当する本を書架から取り出して1ページ目を開く」様子がCGの3次元アニメーションによって表示される。

(5) ページ表示

3次元センサを使って、開かれた本の左右のページをポインティングすることによって、前

後のページへ移動できる。この様子は、3次元CGによる「ページめくり」アニメーションとして表示される。

(6) 拡大表示

さらに、内容を詳細に確認したい場合には、虫眼鏡アイコンを利用してページ内容を拡大表示を行なうことができる。ここでは、100dpiのイメージを2倍(画素比)に拡大表示している。

3.4 司書対話インタフェース

臨場感図書館では、情報散策を補助する機能として、遠隔地の司書およびCG仮想司書との対話インタフェースを提供する。現在までに、仮想空間内の特定の位置に接近することによって、司書映像(HDTV)をクロマキ合成で空間内にシームレスに表示する遠隔司書との対話インタフェースを実現した(図4)。

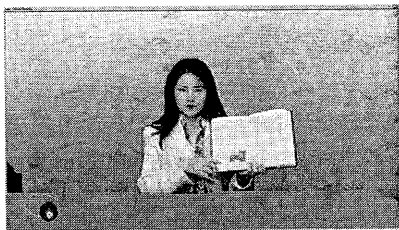


図4: 遠隔司書インタフェース

3.5 ネットワークによる利用

臨場感図書館では、ネットワーク上での利用として、以下の形態を想定している。

(1) 映像伝送型

サーバ側に図書データ、空間モデル、CGエンジンを置き、利用者側には、表示装置と操作インタフェースのみを設置し、その間でHDTV映像をcodecを利用して伝送する形態である。CATV網を介した場合の利用形態と考えられる。

(2) 空間情報伝送型

サーバ側に図書データと空間モデルを置き、利用者側にCGエンジン、表示装置、操作インタフェースを設置する形態である。サーバと利用者の間は、TCP/IP等によるデータ通信とな

り、必要に応じて図書データや空間モデルを利用者側へ送り、利用者側で3次元CGを生成する。インターネット上での利用や、図書館ネットワークなどでの利用形態とされる。複数利用者による空間の共有など、比較的柔軟性の高いシステムが構築可能である。Direct3DなどPC上の3次元グラフィックスの普及、VRMLによる空間モデルの標準化などが進んでおり、今後の主流と思われる。

現在、映像伝送型での実験を一部開始しており空間情報伝送型についても順次実験を行なう。

4 おわりに

以上、奈良リサーチセンターにおいて開発した臨場感図書館について説明した。現在、一般見学者による臨場感図書館の評価実験を進めている。今後は、CG司書対話インタフェースおよび高度なマルチモーダルインタフェースの実現を図ると共に、ネットワーク上での利用実験を行なう予定である。

参考文献

- [1] 広明, 國枝: 臨場感図書館~コンセプトとシステム概要~, 第52回情報処理学会全国大会論文集, 5X-7 (1996).
- [2] 國枝, 広明: 臨場感図書館~臨場感演出モデルに基づく空間演出方式~, 第52回情報処理学会全国大会論文集, 5X-8 (1996).
- [3] 神谷, 呂, 原, 宮井: 3次元ワークスルーとCG司書を用いた電子図書館インタフェースの開発, 情処研報 95-IM-19-5, Vol. 95 (1995).
- [4] S. K. Card, G. G. Robertson, and J. D. Mackinlay: The Information Visualizer, An Information Workspace, In *Proceedings of CHI '91*, pp. 181-188 (1991).
- [5] 丸山昭二郎: 情報と図書館, 丸善 (1994).
- [6] 畑田, 坂田, 日下: 画面サイズによる方向感覚誘導効果, テレビジョン学会誌, Vol. 33, No. 5, pp. 407-413 (1979).
- [7] K. W. Arthur, K. S. Booth, and C. Ware: Evaluating 3D Task Performance for Fish Tank Virtual Worlds, *ACM Transactions on Information Systems*, Vol. 11, No. 3, pp. 239-265 (1993).