

卒業論文

ストリーミングと同期マルチメディアを用いた研究室紹介システム

氏名：大塚良知

学籍番号：2210980043-4

指導教員：山崎 勝弘 教授

提出日：2002年2月18日

立命館大学 理工学部 情報学科

内容梗概

現在、インターネット環境では、静止画や文字で情報を伝える方法から、テレビのように動画を用いて情報を伝える時代になっている。それには、情報通信網の飛躍的な発展がある。しかし、大容量のファイルのダウンロードには非常に時間を費やしてしまう。そこで、その問題を解決する技術としてストリーミングがある。ストリーミングでは配信時の回線状況にあわせて圧縮をかける。そのため、場合によっては情報の劣化が激しく、肝心な部分が欠落してしまう可能性がある。それでは大容量のファイルの配信が可能でも情報を正確に伝えることができない。そこで同期マルチメディアの技術を用い、その欠落した情報を補足すること、ストリーミング配信の検証考察を行うことが本研究のテーマである。

本研究では研究室で行っている研究において分野ごとにキーワードを抽出し、そのキーワードをもとにアニメーションを作成する。そのキーワードアニメーションでは CG を用いることにより、様々な視聴者に直感的に理解できるようにする。しかし、アニメーションではすべてを伝えきれないため、そのアニメーションにテキストを同期させることにより、情報をできるだけもれなく視聴者に伝える。よって視聴者に伝えることができる情報量が増え、視聴者の理解度を深めることが可能になることがわかった。また、研究室内紹介映像ではデジタルビデオを使用し、その場にいるような雰囲気になるように作成方法を考察する。研究紹介アニメーションと同じく映像では紹介不足のところを静止画やテキストを用いることにより、研究室内がどのようなになっているかをくわしく紹介する。このように臨場感を出すことにより、よりいっそう研究室の室内がどのようなになっているのが伝えることが可能となった。

次にストリーミングシステムは実際にシステムを構築し、そのシステムの配信について検証考察を行う。Web サーバからのダウンロード配信とストリーミングサーバからの配信時間を比較し、ストリーミングサーバの有効性を検証する。そのダウンロードとストリーミングの配信テストでは接続帯域により多少差はあるが、約 1 MB 以下の容量のコンテンツではダウンロード配信のほうが早くコンテンツを見ることが可能であり、それ以上になるとストリーミング配信のほうが早く見ることが可能であることがわかった。

目次：

1	はじめに	1
2	ストリーミングと同期マルチメディア	3
2.1	通信速度の推移	3
2.2	ストリーミングとは	4
2.3	同期マルチメディアとは	6
2.4	同期マルチメディア言語：SMIL	6
3	マルチメディアを用いた研究室紹介システム	7
3.1	システム構成	7
3.2	研究内容の表現方法	8
3.2.1	研究分野	8
3.2.2	3Dアニメーションとテキストを用いた同期表現	9
3.2.3	実写映像と画像を用いた表現	11
4	アニメや映像を同期させたシステムの作成	13
4.1	3D Studio MAXにおけるアニメーションの作成	13
4.2	並列処理	14
4.3	ハードソフトコデザイン	17
4.4	同期マルチメディア	20
4.5	研究室室内紹介映像	23
5	ストリーミングシステムの構築	25
5.1	ストリーミングシステムの構成	25
5.2	Webサーバとストリーミングサーバとの比較	25
5.3	ストリーミングシステムによるコンテンツの配信と検証	26
6	おわりに	27
	謝辞	28
	参考文献	29

付録 SMIL ソースファイル	30
-----------------------	----

図目次：

図 1：通信速度の推移	4
図 2：ストリーミングの概要	5
図 3：同期マルチメディアの概要	6
図 4：システム構成	7
図 5：並列処理のアニメーション	10
図 6：ハードソフトコデザインのアニメーション	11
図 7：ストリーミングのアニメーション	11
図 8：Flash を用いた研究室室内紹介システム	12
図 9：3D Studio MAX のインタフェース	13
図 10：並列アニメ初期画面	14
図 11：処理分散中	15
図 12：処理完了	15
図 13：逐次アニメ初期画面	16
図 14：処理開始	16
図 15：処理完了	16
図 16：コデザイン成功アニメ初期画面	17
図 17：システム設計中	18
図 18：設計成功	18
図 19：コデザイン不成功アニメ初期画面	19
図 20：システム設計中	19
図 21：設計失敗	19
図 22：ストリーミングアニメ初期画面	20
図 23：ストリーミング中	21
図 24：ストリーミング終了	21
図 25：ダウンロードアニメ初期画面	22
図 26：コンテンツダウンロード中	22
図 27：再生終了	22
図 28：入り口	23
図 29：研究室室内	24
図 30：マシン説明部分	24
図 31：リアルシステムサーバ	25

表目次：

表 1：研究分野と研究テーマ	8
表 2：研究キーワードの分類	9
表 3：再生開始までの時間	26

1 はじめに

一般家庭で使用される PC が以前と比べ飛躍的に性能が上がり、CG のモデリングやレンダリングが一般家庭で行えるようになってきている。今までかなりの時間を要した複雑な処理や計算が一般家庭でしかも短時間でできるようになっている。

その結果一昔前ではあまり見ることがなかった 3D や合成された映像を TV の番組や CM、家庭用ゲーム、映画でよく見かけることができるようになった。また、最近ではインターネット上のホームページでも見るようになった。近い将来、ケーブル TV や光ファイバーネットワークが一般化すれば、今まで静止画やテキスト、簡単なアニメーションが主だった web コンテンツも 3D の動画や映像、さらに音声を加えた大容量のデータが配信されマルチメディアが駆使されたコンテンツになると考えられる。現在でも CNN・BBC など世界中のメディアからニュース等のリアルタイム放送をストリーミングによって楽しむことが可能である。

PC の性能向上と共に通信速度も飛躍的に向上した。しかし、ADSL による通信速度が 8MB の回線が登場してもまだまだモデムを利用してインターネット等に通信しているユーザは多数いる。その場合だと一番回線状態が良い状態でも 56KB の通信速度しか発生することができない。そのようなモデムユーザにはマルチメディアコンテンツを配信してもダウンロードに膨大な時間が必要だったり、web が表示されるまでかなりの時間を使ってしまったりしてユーザを待たしてしまうことになる。そこでこのようなユーザにも対応し、情報を欠落させることなく配信させる技術として同期マルチメディアが登場した。

同期マルチメディアとはストリーミングの音声や映像に同期して文字や静止画などのコンテンツを表示させるための技術である。映像や音声の圧縮時における情報の劣化を文字や静止画などにより補うことができる [11][12][13]

本研究の目的として同期マルチメディア等を用いた理解しやすい研究室紹介 web コンテンツの作成、そのコンテンツのストリーミング配信である。テキストとアニメーションを同期させたコンテンツや、実写映像を用いた研究室紹介コンテンツが今回作成するコンテンツ部分である。

そこでまず、高性能計算研究室で扱う研究テーマである、並列処理、ハードソフトコデザイン、同期マルチメディアの中でアニメーションにより可視化する部分を抽出した。今回可視化する部分は研究の説明とともに並列処理ならば逐次処理、同期マルチメディアならばストリーミングとダウンロードといった技術と対比させ研究室で行っている研究のメリットを、ハードソフトコデザインではコデザインという部分に着目し意味と説明を行う。

これらの研究キーワードを CG アニメーションで可視化し、さらに文字を加えて表現する。これらのコンテンツを同期させて表現し、ユーザが直感的に理解できるようにする。また、これらを研究室紹介システムに組み込み、ストリーミングで配信し検討する。

研究室紹介コンテンツは研究室の環境やマシンについて紹介する。ロールプレイングゲームのようにあたかもユーザが直接研究室に来て見ているかのように研究室を撮影し、静

止画と文字、そして BGM を映像に同期させて表現している。

動画作成には 3D Studio MAX を用い、研究室紹介システムの研究キーワード紹介部分には、Real Networks の Real Media とドコモ・システムズの SMIL Editor を使用する。研究室の室内紹介コンテンツにはマクロメディア社の Flash を用いた。また、ストリーミングシステムには Real Networks の RealServer8 を用いた。まず 3D Studio MAX とは、映画やテレビ、ゲームなど幅広く使用されている統合型動画作成アプリケーションである。Real Media は Real Networks が開発、提供しているコンテンツ作成アプリケーション郡であり、現在主流なアプリケーションのひとつである。SMIL Editor は、ドコモ・システムズが開発した SMIL コンテンツ作成ソフトである。インタフェースの操作により、出力時に SMIL が自動生成され、必要なファイルも同時に生成される。Flash はアニメーション作成ソフトのひとつで、作成したコンテンツの容量が少なくアニメーションなどの動画配信に好都合である。また、Quick Time の動画を読み込み出力することも可能で、今回作成した研究室室内紹介コンテンツは Flash で作成し、Quick Time で出力した。

本論文では、2 章でストリーミングと同期マルチメディアについて述べる。3 章で研究室紹介システムの研究テーマ紹介で使用する研究キーワードの説明と、映像を用いた研究室室内紹介コンテンツについての説明を述べる。4 章では、3D Studio MAX における動画作成と CG についての説明と、各メディアの同期方法について述べる。5 章ではストリーミングシステムについての説明と配信、検証について述べる。6 章では本論分のまとめと今後の課題について述べる。

2 ストリーミングと同期マルチメディア

2.1 通信速度の推移

1980年代の中ごろからパソコン通信が広がりだし、当初は一部の人だけであったが、1990年代から急速に普及し始めた。1994年にはパソコン通信の利用者数は300万にも増大し、一般家庭にまで広がり定着した。通信速度も200ボー/秒から、64000bpsまで飛躍的に高速化した。モデムでは当初56kbpsの規格とV90の規格があったが、現在では両方の規格が使用できるモデムが販売されている。そのため、どのようなプロバイダでも対応できる。しかし、これはアナログ回線であり、通信の上り回線と下り回線では速度が違う。モデムとプロバイダの両方が56kbpsの速さを確保していてもこの速さは下り回線速さであり、上り回線では最大速度が33.6kbpsである。これは電話回線上の物理的問題による。さらに、アナログ回線を使用するため大きなファイルのダウンロードでは、そのファイルが損傷する可能性がある。これはアナログ通信では安定した一定の速度が保てないからである。そこで登場したのがISDNである。

ISDNとはIntegrated Services Digital Networkの略称で、日本語では「サービス総合デジタル網」と呼ばれている。ISDNでは電話回線に比べメリットが多く、1回線で音声だけでなく、画像、FAX等のさまざまな情報をまとめて送信することができるマルチメディア回線である。また、64kbpsの高速通信が可能であり、2つのBチャンネルを合わせて128bpsで通信することも可能である。よって、動画像を使用したパソコン会議システム等を使用することも可能である。最大速度が64kbpsで、しかもデジタル通信のため安定した一定の速度でダウンロード、アップロードが可能であり、高速で通信エラーも少なく高信頼な通信のため大きなファイルも損傷しにくくなっている。また、モデムのように上り回線が33.6kbps、下り回線が56kbpsという制限もなく両方とも64kbpsが最大速度である。

最近では、さらに高速化したADSLが登場している。ADSLとはAsymmetric Digital Subscriber Lineの略称で、xDSLと呼ばれるデータ通信方式の1つである。DSLとは「デジタル加入者線」という意味になり、電話局とユーザをつないだメタル線を用いてデジタル通信を行うことを示している。「Asymmetric」は非対称という意味で、データ伝送速度が上り回線と下り回線で違う。実際、ユーザの視点からのインターネット通信ではデータ受信量のほうが非常に多く送信量は少ない。そのため、受信を高速にし、送信を低速にすることによって効率よく通信することがADSLの特徴である。電話局とユーザを結んだメタル線は音声通話では一部の周波数帯域しか使用していないので、空いているより高い周波数帯域を利用してデジタル通信を行う。ただし、ADSLはISDN回線では使用することができない。ISDNはアナログ回線より広い周波数帯域を利用しているためADSLが使用する周波数帯域と重複するためである。

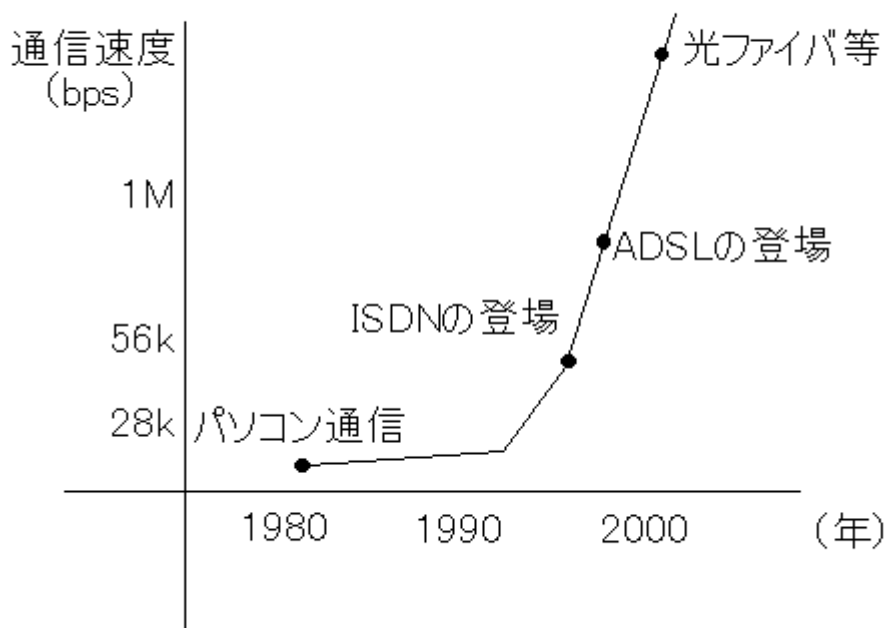


図 1：通信速度の推移

このように、通信速度も 56kbps から最大 8Mbps、もしくはそれ以上まで向上し、ADSL 加入者も増加しているが、まだまだ 56kbps の通信速度しか発生することができないモデムユーザがいることも事実である。

2.2 ストリーミングとは

ストリーミングとはインターネットやイントラネットの上で、音声や動画などのマルチメディアファイルをユーザが受け取りながらリアルタイムで再生する技術のことである。ストリーム (stream) とは、「流れる」という意味である。従来の方法ではダウンロードが完了してからではないと再生することができなかった。文字データと比べ非常に容量の多い音声や動画のデータはダウンロードが完了するまでにかなりの時間を要し、ハードディスクの領域を圧迫するという問題点があった。また、ダウンロードしたファイルは直接ユーザのハードディスクに記憶されるため、そのファイルをコピーされてしまう危険もあった。それに対してストリーミング再生の場合、最初にコンテンツを少しだけ送ってもらいこれをバッファにためればすぐに再生を始めることができる。ユーザにとっては待ち時間が少なく、聞き終わる、見終わるまでの時間も短くすることができる。また、すべてのコ

コンテンツをユーザのコンピュータのファイルにダウンロード・保存することがないので、コピーされる危険も少ない [8] [9]

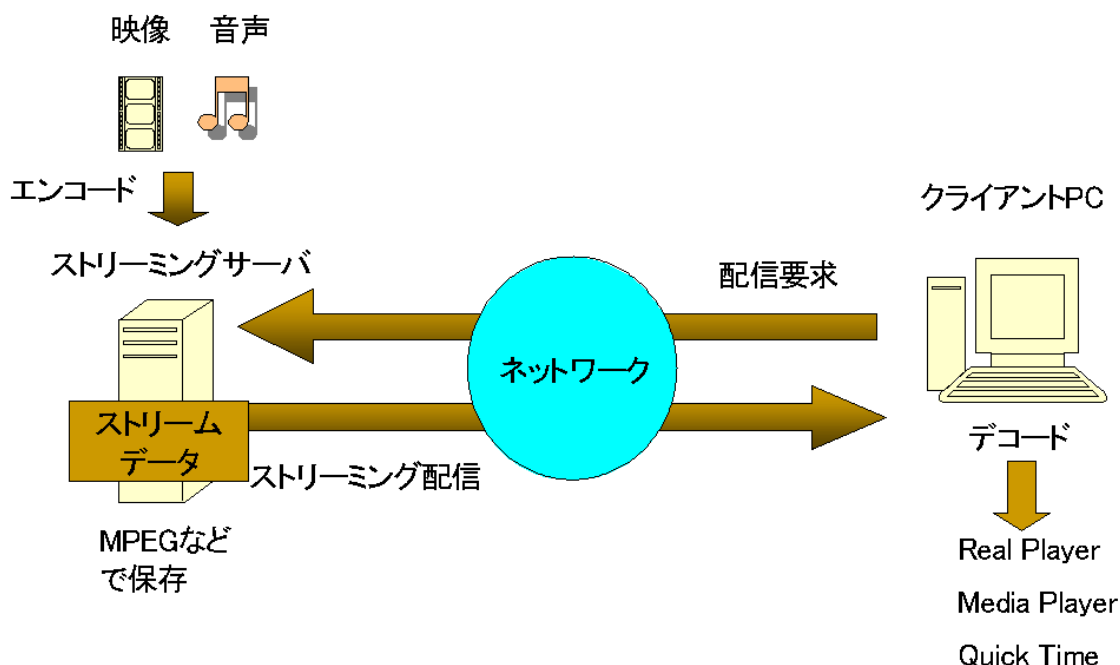


図 2 : ストリーミングの概要

ストリーミングを楽しむためには RealPlayer、Windows Media Player、QuickTime などのプラグイン・ソフトを使用する。実際にストリーミングのデータを提供しているサイトは世界中に多数存在しているが、音声のみの場合は、28.8Kbps のモデムで何とか聞くことができるぐらいで快適とはいえない。動画も含めて ISDN64Kbps ならば十分に使用することができる。さらに速い ADSL ならば、より快適にストリーミングを楽しむことができる。しかし、ストリーミングを楽しむ場合にも普通にインターネット接続を行うときと同じようにインターネット回線やサーバの混み具合に依存する。また、ネットワークの帯域幅に準じた映像を配信されるため、低速のネットワークの場合、映像や音声の品質の低下が避けることができない。しかし、それらはケーブル TV ネットワークや、ADSL、光ファイバーネットワークなどの高速通信網の普及と整備、ストリーミング自体の普及によりまもなく解消される。また、後述する同期マルチメディアを用いることで、情報の劣化を補うことが可能である。

2.3 同期マルチメディアとは

同期マルチメディアとは、ストリーミングの音声や映像に同期して、たとえばプレゼンテーションの資料を Web ブラウザで表示するための技術である。これは、動画で配信する際のコンテンツ情報の劣化を容量の少ない文字や画像ファイルを用いて付加することで失われた部分の情報を補う。同期情報を含んだ同期マルチメディアデータは、サーバのハードディスクなどに保存され、ユーザが必要なときにネットワークを通して受信し閲覧することになる。また、同期マルチメディアのコンテンツを作成する場合、SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language)という言語を使用する方法が一般的である [7][9]

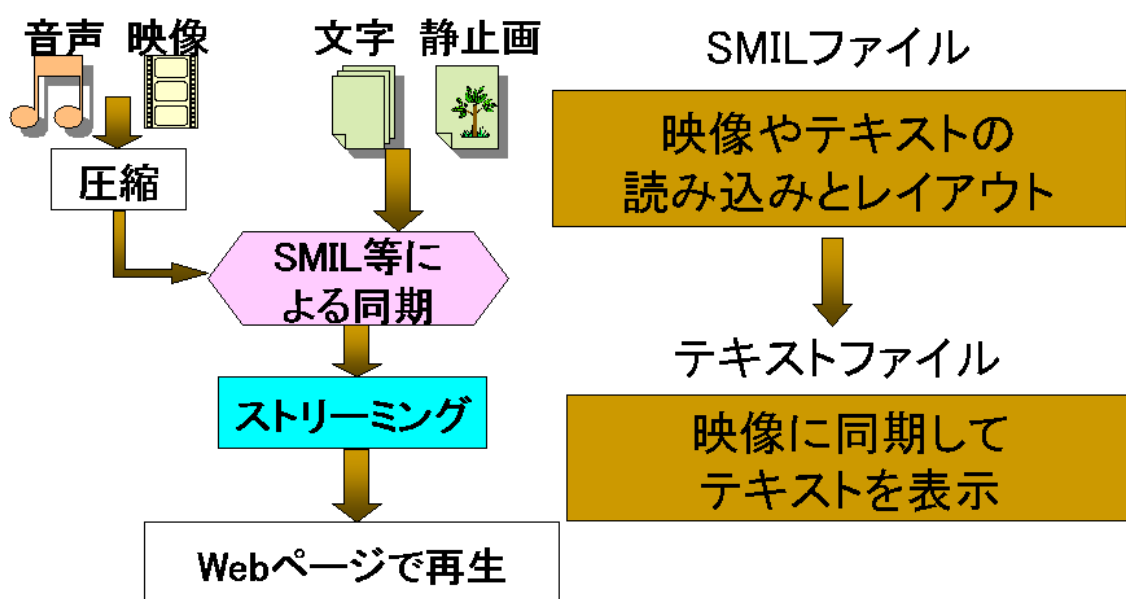


図 3 : 同期マルチメディアの概要

2.4 同期マルチメディア言語 : SMIL

SMILはW3C(World Wide Web Consortium)が1998年にSMIL1.0として勧告したマルチメディアを管理するマークアップランゲージである。これはXML(eXtensible Markup Language)に依存するマルチメディアプレゼンテーションをレイアウトするスクリプト言語である。サウンドクリップとビデオクリップをタイムベースで同期を取ったり、ユーザの接続帯域に応じてコンテンツを配信したりすることができるなど今までHTMLでは不可能だった新しいコンテンツ配信形態である。また、2001年にはW3CよりSMIL2.0も勧告された。これは、アニメーション、コンテンツ制御、レイアウト、リンク、メディアオブジェクト、構造、タイミングおよび同期、時間軸操作等などがSMIL1.0互換の各機能として追加された [7]

3 マルチメディアを用いた研究室紹介システム

3.1 システム構成

本研究では、高性能計算研究室を対象とした研究室紹介システムを作成する。本研究室の研究テーマとして並列処理、ハードソフトコデザイン、同期マルチメディアの3分野があり、それぞれひとつずつキーワードを決めて研究内容紹介アニメーションを作成した。各キーワードでは研究室で行っている研究と対比する技術（並列処理ならば逐次処理）のアニメーションも作成し、研究室で行っている研究のメリット等の紹介もしている。研究テーマ紹介システムでは同期マルチメディアを用いて研究テーマごとのキーワード説明を行う。同期させるコンテンツとしてアニメーションとテキストを用い、そのアニメーションの進行に従ってテキストが補足説明を行う（図5）。このシステムはSMILを用いて同期を取る方法を使用している。

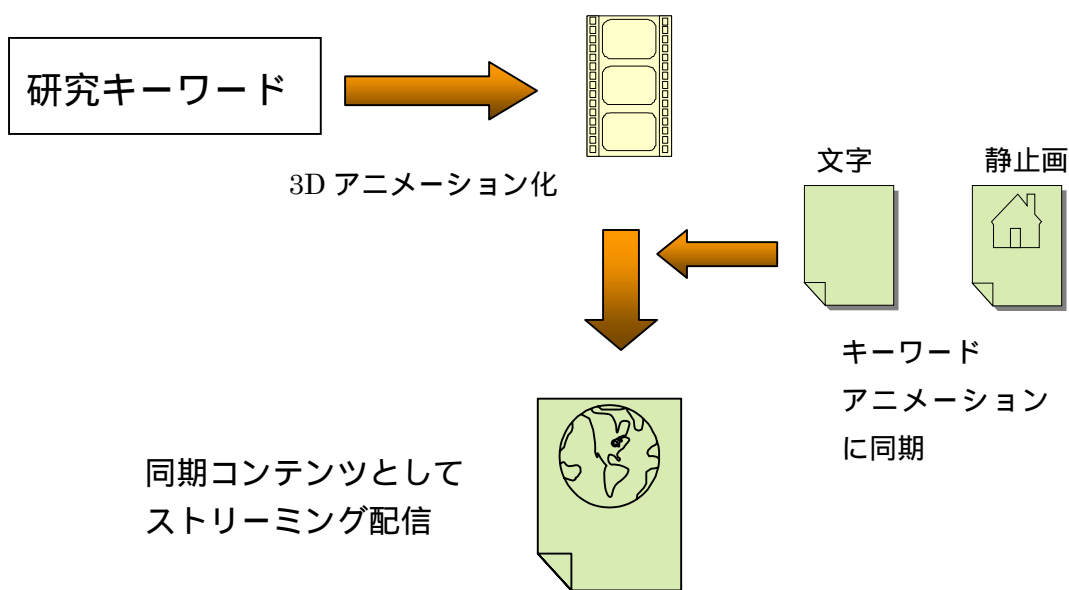


図4：システム構成

SMILによってかかれたファイルは、SMILに対応しているRealPlayerに表示される。今回はメインとなるアニメーションファイルと、テキストファイルを読み込み同期を取る。まず、RealPlayer中にアニメーションを表示され、それと同期してテキストが表示される。この同期されるテキストが、キーワードアニメーションだけでは説明できないところを補っている。

研究室室内紹介システムでは、まず研究室室内をデジタルビデオで撮影し、PCでその映像を編集する。そして、その編集した映像をもとにシステムを作成する。このシステムでは院生室と学部生室で別々に撮影しそれを入り口でそれぞれの部屋に入れるようにした。また、その編集した映像では時間軸にキー部分を作成し、その部分に差し掛かると自動的に止まりマシンの説明をマウスのドラッグオーバーで行えるようになっている。また、そのキー部分にはユーザの選択で進むことも戻ることもでき、ユーザにとってインタラクティブな映像になっている。

3.2 研究内容の表現方法

3.2.1 研究分野

高性能計算研究室における3つの研究分野（並列処理、ハードソフトコデザイン、同期マルチメディア）に沿って、各研究キーワードのアニメーションとそのアニメーションの補足説明のためのテキストを使用し、SMILによる同期化を行う。以下の表1に各研究分野と研究内容を示す。

表 1：研究分野と研究テーマ

研究分野	研究テーマ
並列処理	PC クラスタ上での PVM 並列プログラミング
ハードソフトコデザイン	VHDL 等のハードウェア記述言語によるハードウェア設計
同期マルチメディア	同期マルチメディアによる研究室紹介システムの構築

並列処理の分野では、主に PC クラスタ上での PVM による並列プログラミングと、Myrinet カードを用いた高速ネットワーク上での MPI 並列プログラミングについて研究を行っている。PC クラスタとは、PC を LAN で接続した分散メモリ型の並列環境である。PVM とは、プロセッサ・ファーム方の分散メモリ型並列ライブラリである。マスタ側でデータを分割し、各スレーブへデータを転送する。各スレーブでは、データに対して処理を行い、結果をマスタ側へ返す。マスタ側では、受け取ったデータを集積し、全体の処理結果を得る。

ハードソフトコデザインの分野では、VHDL と Verilog HDL といわれるハードウェア記

述言語を用いた LSI の設計を行っている。ハードウェア設計者は、VHDL や Verilog HDL を用いることで、短期間で大規模な回路記述が可能であり、時間的にもコスト的にも非常に優れている。また、VHDL により記述された回路は、メーカーに依存しないので、移植性に優れている。

同期マルチメディアの分野では、同期マルチメディアの技術を用いた研究室紹介システムの構築を行っている。研究内容を研究分野ごとにアニメーションで作成し、テキストと同期させたり、研究室内の映像をマシンごとの静止画と同期させて表現したりするシステムを構築している。

3.2.2 3D アニメーションとテキストを用いた同期表現

研究テーマごとのアニメーションを作成するにあたり、研究内容ごとにキーワードを決める。各研究テーマにおける研究キーワードの分類を下記の表 2 に示す。

表 2：研究キーワードの分類

研究分野	並列処理	ハードソフトコデザイン	同期マルチメディア
キーワード	並列処理	コデザインの成功	ストリーミング再生
	逐次処理	コデザインの不成功	ダウンロード再生

(a) 並列処理

並列処理では、キーワードを並列処理とし、逐次処理との比較を行っている。並列処理とはひとつのプロセスを均等に分散化し、それぞれで処理を行うことである。仮に 4 台の PC で並列処理を行うならば、単純に考えて処理時間が約 4 分の 1 になる。対して逐次処理とはひとつのプロセスをひとつの PC で行うことである。膨大なプログラムを実行する場合は何時間もかかってしまい、並列に処理をしたほうが速い。

(b) ハードソフトコデザイン

ハードソフトコデザインでは、VHDL などのハードウェア記述言語による LSI 設計などが主な研究であるが、ここでは、コデザインという部分に注目した。コデザインとは共同設計という意味である。ハードウェア設計者とソフトウェア設計者が互いに進行状況を確認しながら設計を進めていく。その、双方が同じペースで設計することが重要である。

(c) 同期マルチメディア

同期マルチメディアではストリーミングという部分をアニメーション化した。ストリー

ミングと対比させている技術としてはダウンロードである。ストリーミングは音声や映像のデータファイルを受け取りながら、リアルタイムで再生する技術のことである。放送の形式としてオンデマンドとライブの2種類の形式がある。

(ア) オンデマンド方式：オンデマンド方式は、あらかじめサーバに記憶されている音声、データをクライアント側での要求に応じて配信されるサービスである。この方式ではクライアントの都合に応じたストリーミングが可能である。

(イ) ライブ方式：実況中継やライブ映像を配信するサービスである。サービスの配信時間が決まっているために、クライアント側においてサービスの配信時間の確認が必要である。

これらの研究室の研究テーマとなるとどうしても堅苦しいものになってしまう。その研究内容の部分では口頭で説明するよりも、アニメーション等で説明したほうが、初めて本研究室の研究を紹介するときにユーザにとってわかりやすくなる。視覚的にわかりやすさと面白さを持っている CG アニメーションで説明することにより、研究についての説明と紹介を行う。それを同期化することにより、簡単にわかりやすく本研究室の研究について説明する。下記に作成したアニメーションを示す。並列処理は、人がプロセス、乗り物が CPU とし、人が乗り物に乗ることで処理をすることを表している(図5)。ハードソフトデザインは、ハード設計者とソフト設計者が箱を積み上げ、積み上げた箱が崩れるか崩れないかで設計の成功不成功を表している(図6)。ストリーミングでは、サーバよりストリーミングコンテンツが送られてきて、その再生タイミングと左の生き物の動きによって表している(図7)。

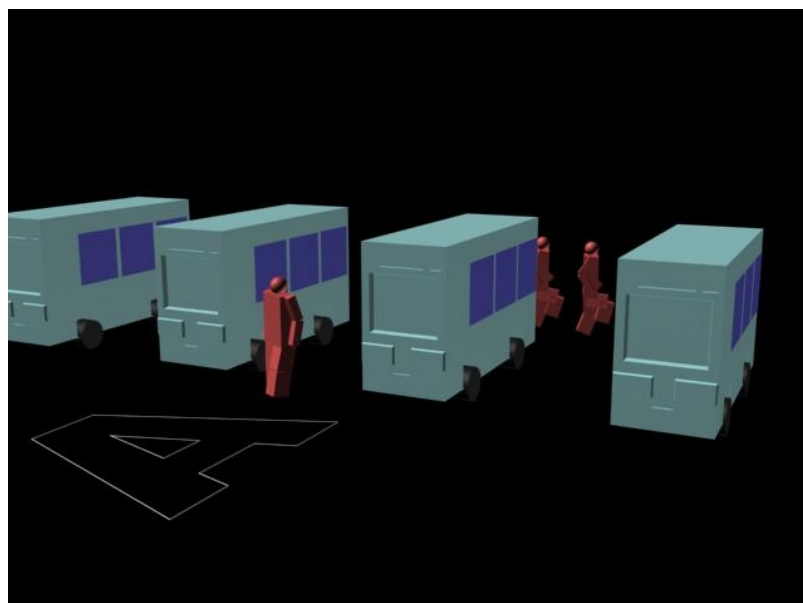


図 5：並列処理のアニメーション

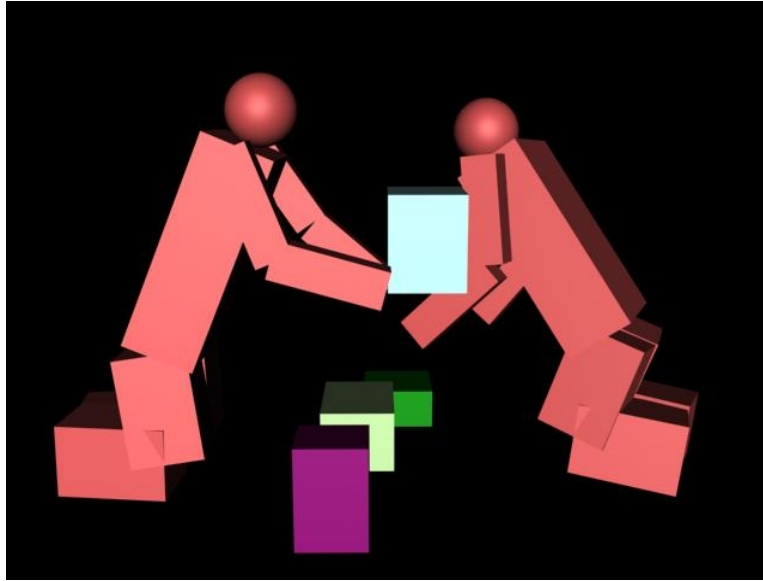


図 6 : ハードソフトコデザインのアニメーション

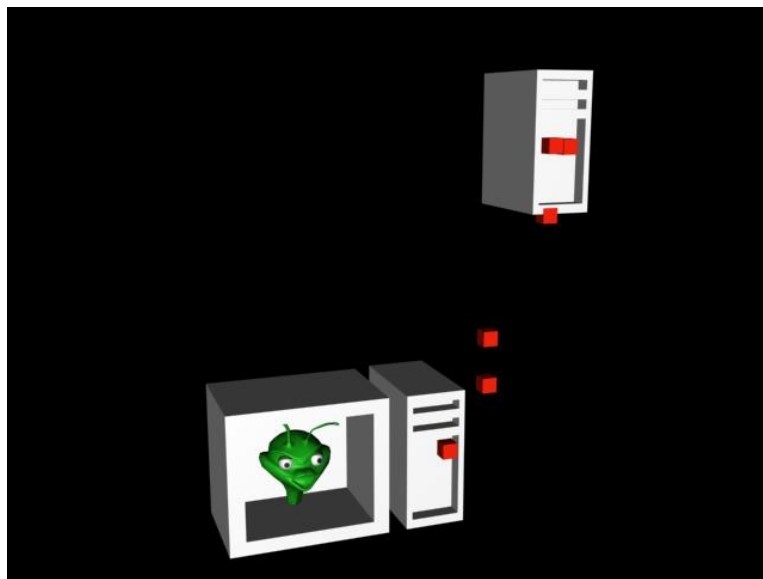


図 7 : ストリーミングのアニメーション

3.2.3 実写映像と画像を用いた表現

本研究室の研究室内紹介システムの紹介には Flash を使用する。研究室内をデジタルビデオで撮影し、パソコンに取り込む。その撮影した映像を編集する。研究室は学部生室と院生室に別れており、デジタルビデオ撮影も別々に撮影する。最後に入り口をトップ画面にして学部生室と院生を統合する。映像はまるでユーザ本人が本研究室その場にいるか

のような撮影の仕方をしており、ユーザが見やすいように編集されてある。編集した映像では時間軸に対応したキー部分があり、その部分に差し掛かると映像が停止し、先に進むことや戻ることが可能な選択肢が表示される。また、あるキー部分ではマシンが1台から数台まとめて映し出され、その部分で画像のマシン部分をマウスオーバーすることにより、マシンの静止画像、主なマシン使用者、主な使用用途が表示される。出力される形態はQuickTimeムービーで出力している。以下に映像途中を示す。



図 8 : Flash を用いた研究室室内紹介システム

4 アニメや映像を同期させたシステムの作成

4.1 3D Studio MAX におけるアニメーションの作成

本章では、研究キーワードである、並列処理、ハードソフトコデザイン、ストリーミングについてのアニメーション作成について述べる。研究キーワードのアニメーション作成には 3D Studio MAX を用いる。この 3D Studio MAX を使用することにより、3D のキャラクター、あらゆる種類のオブジェクトやテーマを作成できる。それらをさまざまな設定や環境に配置して、再生用のシーンを作成できる。キャラクターをアニメーションとし、動きを設定して、仮想世界のムービーを作成することができる。

図 9 は 3D Studio MAX の起動画面である。インターフェースは上部のメニューバー、右端部分のコマンドパネル、左にあるビューポートの 3 つに大別できる。コマンドパネルよりさまざまなオブジェクトを選択可能であり、ここで元となるオブジェクトを選択し、左のビューポートで CG グラフィックを作成する。また、このオブジェクトにはさまざまな変化が可能である。ビューポートもさまざまに変化させることができ、基本は図 9 のように 4 分割され、左上のウィンドウがオブジェクトの上部から、右上が前部から、左下が左側方向から、右下がユーザ任意の視点からオブジェクトを見ることができる。またこの他の視点としてオブジェクトに右側からの視点、下部からの視点、後方からの視点などさまざまなところからオブジェクトを見ることができる。ビューポートも 2 分割や分割なし、ユーザのカスタマイズ等が可能である。

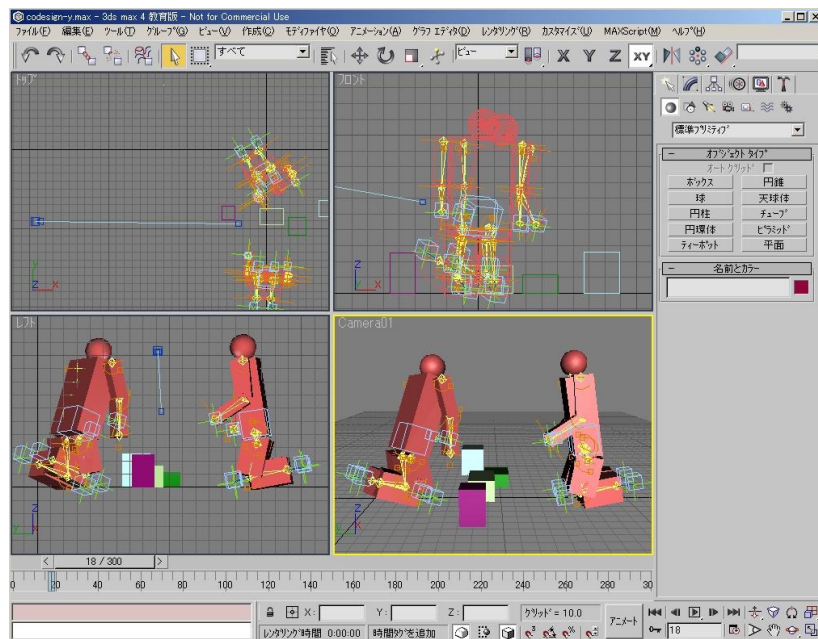


図 9 : 3D Studio MAX のインターフェース

アニメーションの作成過程として、まず、このウィンドウのどれかひとつのビューにオブジェクトを配置する。アニメーションさせたいオブジェクトに対して、アニメートボタンを押下後に移動完了させたいフレームまで下部のフレームバーを移動させた後、オブジェクトを移動させる。すると、途中の移動部分は 3D Studio MAX が自動的に補間を行い、途中のアニメーションを作成することなく滑らかなアニメーションを作成することができる。

4.2 並列処理

本節では、並列処理についてのアニメーション説明を行う。並列処理とはひとつのプロセスを複数台の PC で処理することである。このアニメーションでは PVM がモデルとなっており、マスタ側でデータの分割を行い各スレーブへデータを転送する。各スレーブでは、データの処理を行う。逐次処理と比較することにより、並列処理による時間的向上について示す。このアニメーションでは初めての人々がみてもわかりやすいように人型モデルのキャラクタを作成し、その動作によって処理について説明する。人はプロセス、途中に登場する乗り物が各 PC と置き換えられる。この人たちが乗り物に乗り、A 地点から B 地点に移動することにより処理の始まりから完了までをあらわしている。

(a) 並列処理アニメーション

まず、最初に 4 人の人間が登場する。彼らは 4 分割に可能なプロセスである。彼らは乗り物に向かって歩いていく。これが、マスタからスレーブに向けての送信である (図 10)。彼らは 4 つの乗り物におのおの一人ずつ乗り込む、これは、各スレーブの PC に送信完了の状態を表している (図 11)。一人ずつ乗った乗り物は発進する。走り出すことにより、処理の最中であることを表している。この走行スピードを実際の処理スピードを現している (図 12)。

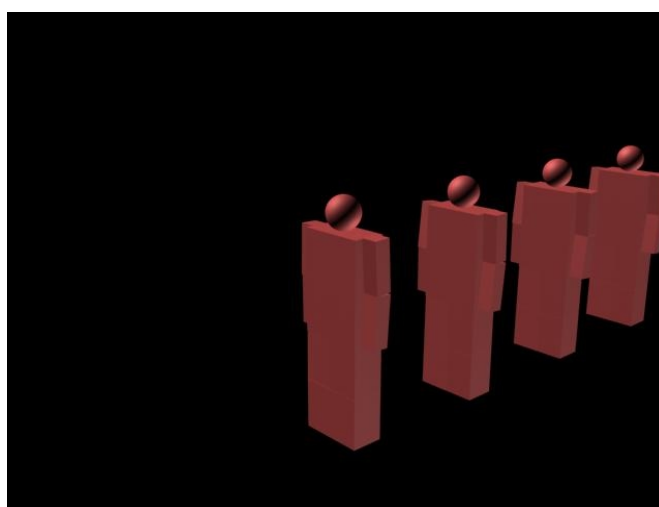


図 10：並列アニメ初期画面

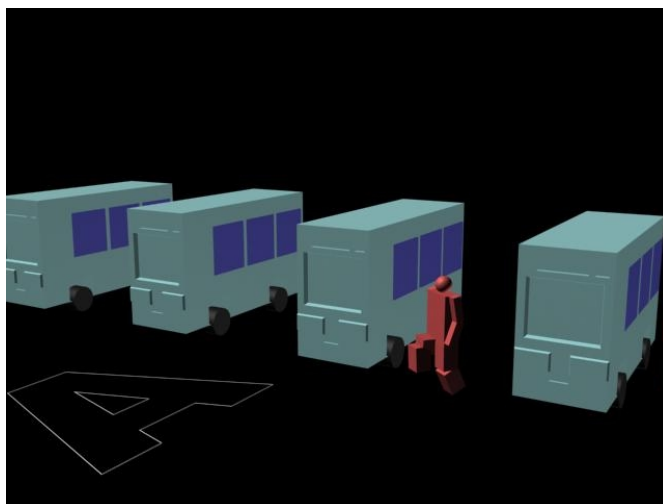


図 11：処理分散中

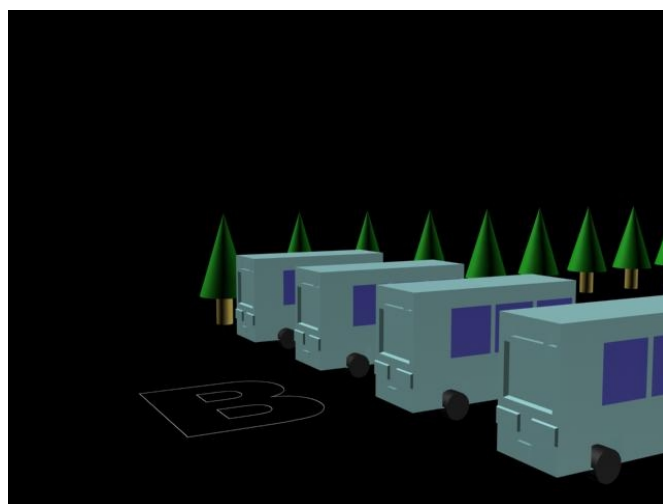


図 12：処理完了

(b) 逐次処理アニメーション

これも並列処理アニメーションと同じく 4 人の人間が登場する(図 13)。このプロセスも同様に 4 分割に可能なプロセスである。彼らは乗り物に向かって歩いていくのではあるが、乗り物が 1 つしかない。要するに 1 台で処理を行うということを表している(図 14)。1 台に 4 人が乗った乗り物は、このアニメーションでは明らかに遅く走行している。これは、並列処理と対比させ並列処理の 4 倍の走行速度にしてある。単純に考えて逐次処理は並列処理より分割できるプロセス数倍の時間がかかることを表している(図 15)。

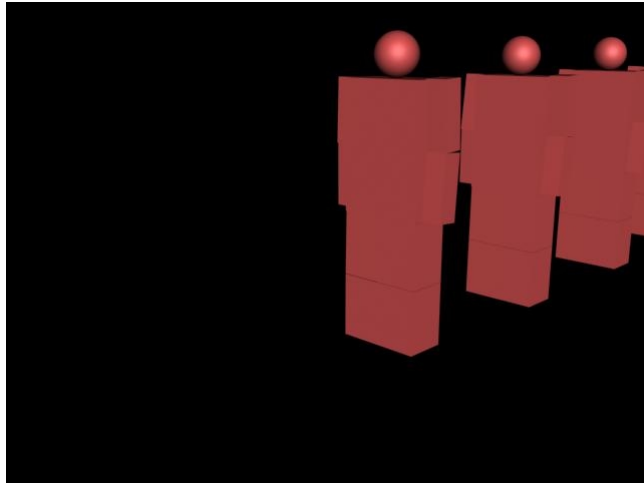


图 13：逐次アニメ初期画面

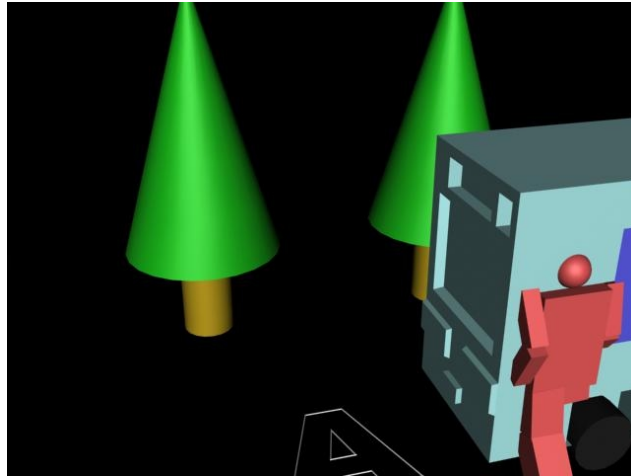


图 14：処理開始

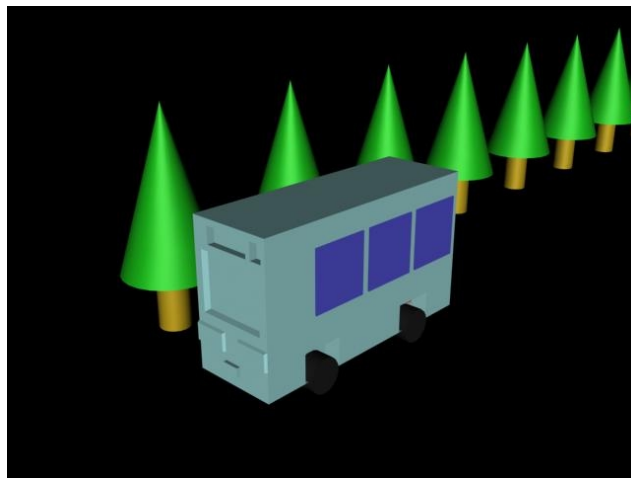


图 15：処理完了

4.3 ハードソフトコデザイン

本節ではハードソフトコデザインの研究分野で主な研究である LSI の設計ではなく、研究テーマの題名ともなっているコデザインという部分についてアニメーションで説明する事にした。人はハード設計者とソフト設計者をあらわしており、この 2 人が箱を積み上げ設計を行う。

(a) コデザイン成功アニメーション

これも並列処理と同様に人型のキャラクタが登場する。右と左と 2 人の人が登場するが、片方がソフトウェアを、もう片方がハードウェアを表している(図 16)。両方の人が箱を積み上げることにより、ハードとソフトが LSI の設計しているところを表している(図 17)。最後まで積み上げて崩れることなくそのままの状態を維持しているということは、双方の設計がうまくつりあいながら行われていることをあらわしている。(図 18)

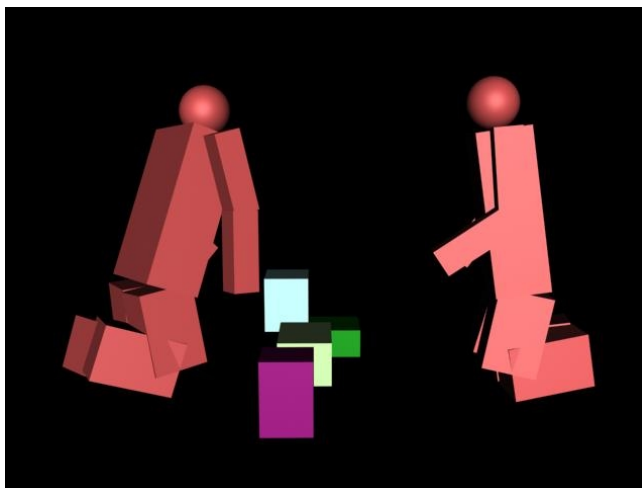


図 16 : コデザイン成功アニメ初期画面

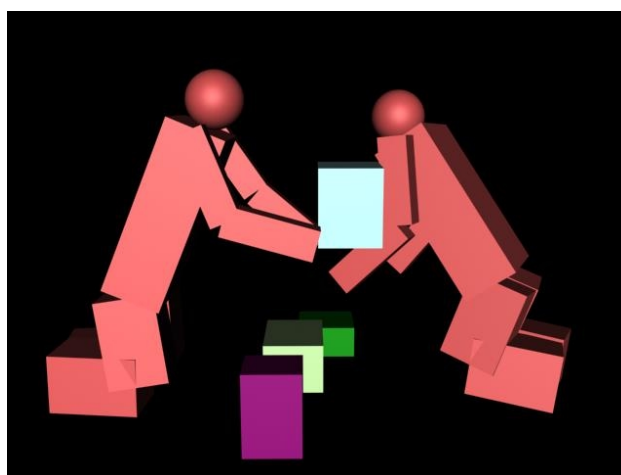


図 17：システム設計中

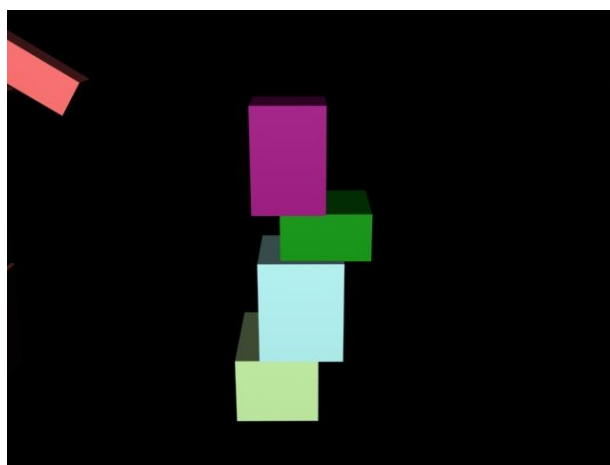


図 18：設計成功

(b) コデザイン不成功アニメーション

これも同様に片方がソフトウェア、もう片方がハードウェアを表している(図 19)。同じく、箱を積み上げることで、LSI の設計を表している(図 20)。このアニメーションの場合、最後まで積み上げたときに崩れてしまう。これは、ハードとソフトの設計がうまくつりあわなかったからである(図 21)。

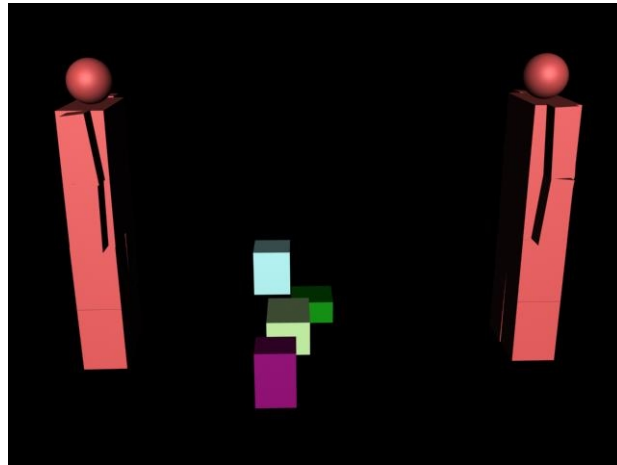


図 19 : コデザイン不成功アニメ初期画面

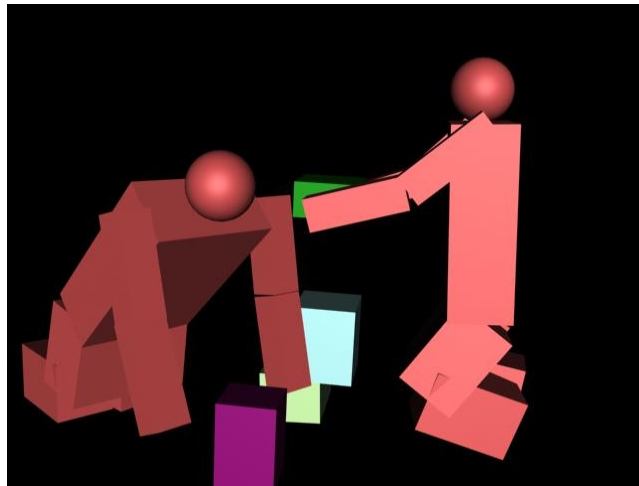


図 20 : システム設計中



図 21 : 設計失敗

4.4 同期マルチメディア

同期マルチメディアという技術を利用する上で、必要となるストリーミングという技術についてアニメーションで説明する。また、ダウンロード再生との比較も行う。赤い箱は配信するコンテンツをあらわし、このコンテンツがストリーミング配信、ダウンロード配信それぞれの場合の配信のされ方、再生後の処理をあらわしている。

(a) ストリーミング再生

ストリーミングとは、ネットワーク上において、サーバ側で配信される映像や音声のストリーミングデータを、クライアント側で受信しながら再生する技術のことである。このアニメーションでは右上にある箱がストリーミングサーバ、右下にあるのがクライアントの PC、左にある画面がクライアントのディスプレイである（図 22）。左上のサーバから送られてきたストリーミングデータはクライアントの PC に一時的に保管はされるものの、一定のデータがたまるとすぐに再生を始める（図 23）。再生終了したデータはクライアントの PC に残ることはなく、コピーされる心配はない（図 24）。

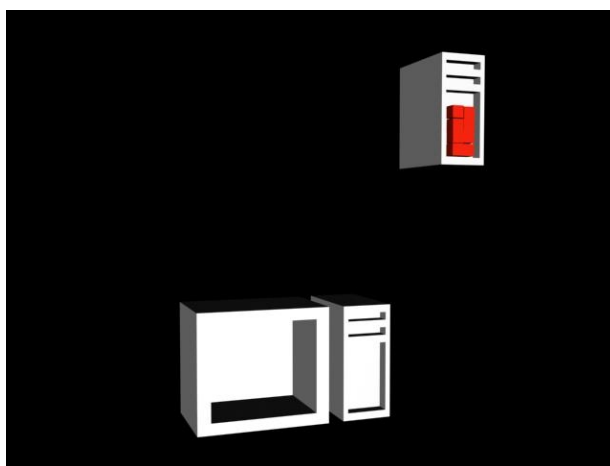


図 22 : ストリーミングアニメ初期画面

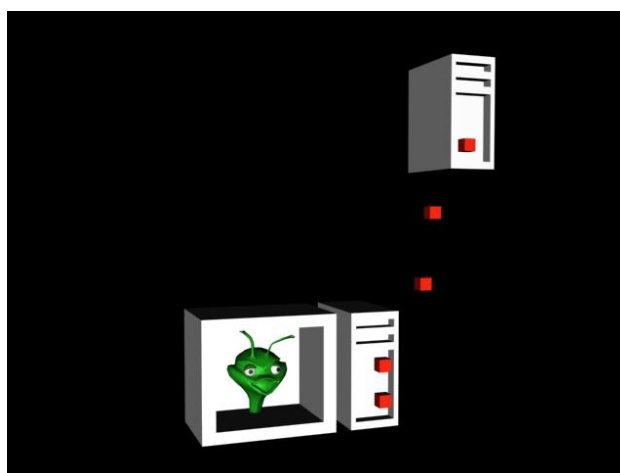


図 23 : ストリーミング中

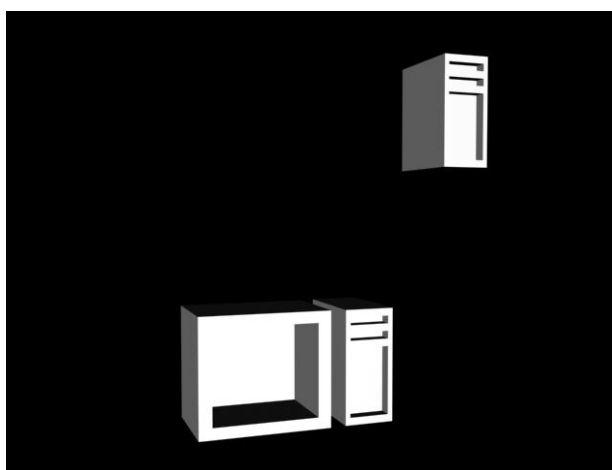


図 24 : ストリーミング終了

(b) ダウンロード再生

こんどは、左上にある箱は Web サーバ、右下は先ほどと同じクライアントの PC である (図 25)。Web サーバより送られてきたデータはすべてクライアントの PC にダウンロードされる。すべてのコンテンツのダウンロードが完了してから再生を始める (図 26)。再生終了後もコンテンツデータはクライアント PC に残ってしまい、コピーされてしまう危険性がある。また、クライアントの PC のハードウェアを占領してしまう可能性もある (図 27)。

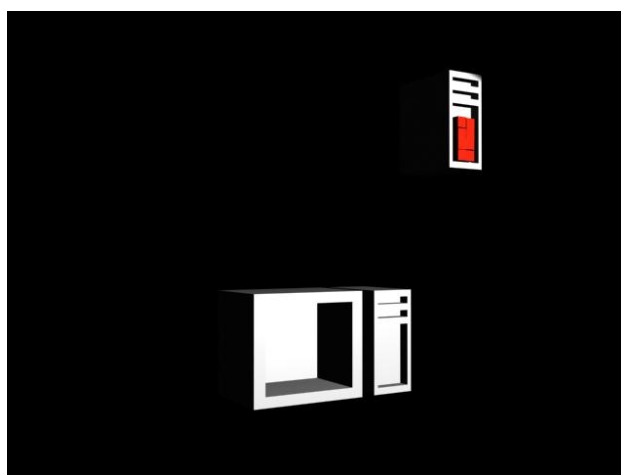


図 25 : ダウンロードアニメ初期画面

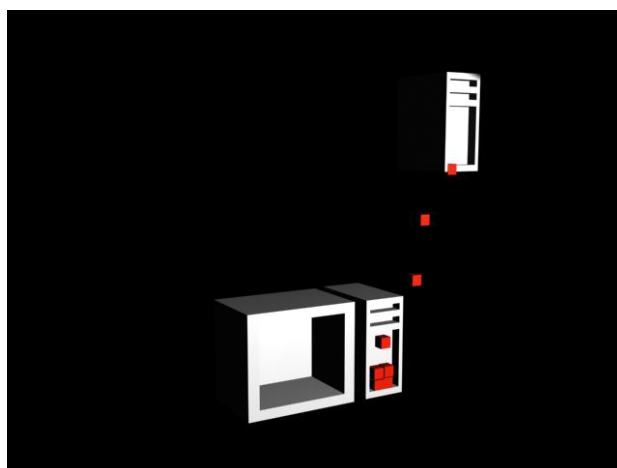


図 26 : コンテンツダウンロード中

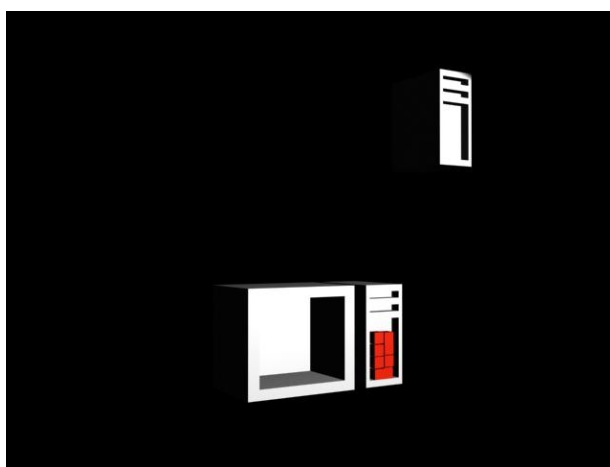


図 27 : 再生終了

4.5 研究室室内紹介映像

本節では、研究室の室内の紹介映像について説明を行う。本研究室は学部生室と院生室に別れており、各部屋にはサーバ、PC、ワークステーション、PC クラスタ、プリンタ等さまざまなマシンが存在する。それらを BGM を加え紹介、説明する。まず、元となる映像はデジタルビデオを使用し、学部生室、院生室とそれぞれ別に撮影した。取った映像を元にエフェクト等の編集を行い、最終的に放映可能な部分まで加工する。しかし、ここまではただ研究室の映像を流しているだけである。そこでこの映像を Flash にとりこみ、時間軸にキー部分を作成する。そのキー部分はマシン説明を行う部分である。このキー部分に差し掛かることにより、最初に編集した映像が一時停止し、参照したいマシンの説明を受けることが可能である。この部分にそれぞれのマシンの静止画、使用者、使用目的等を同期させることにより、研究室のどこにどのマシンがあり、そのマシンは何に使用されているのかがわかる。学部生室、院生室と Flash で加工したデータは最終的に入り口の静止画に組み込まれ、この部分からそれぞれの研究室に入ることが可能である。図 28 はその入り口部分。図 29 は研究室室内映像、図 30 はマシン説明部分である。



図 28 : 入り口

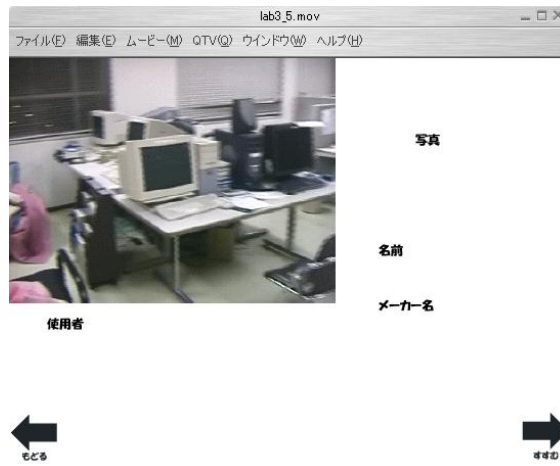


図 29：研究室室内



図 30：マシン説明部分

5 ストリーミングシステムの構築

5.1 ストリーミングシステムの構成

映像を配信するには、「Windows Media」による方法と、「RealSystem」による方法、「QuickTime Streaming Server」による方法の大きな3つの方法がある。RealNetworks社が配布するRealPlayer Basicは無償であり、多くの人々がインストールされている点もあり、本研究ではストリーミングサーバの実験として、「RealSystem」のストリーミングサーバを使用することにする。RealSystemServerは製品として販売されているパッケージであるが、最大25までの視聴者が同時接続可能なRealSystemServer Basicは無償で配布されているので今回はこれを使用する[6][14]

今回使用するRealSystemServerはネットワークを介してマルチメディアをストリーミングすることを目的として開発されたものであり、複数のクリップの同期を取り、ネットワークの状態が悪くてもスムーズにクリップのストリーミングができるようになっている。

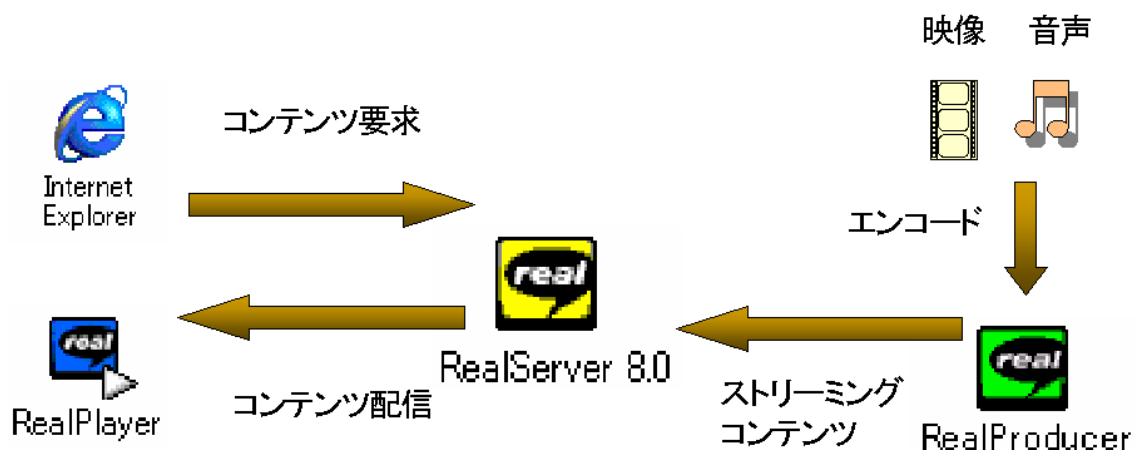


図 31：リアルシステムサーバ

5.2 Webサーバとストリーミングサーバとの比較

ストリーミングサーバでなくとも、HTTPによってストリーミング配信することも可能である。これは、ストリーミングソフトの費用を発生させることなくWeb上でコンテンツファイルを配信することが可能である。この技術は大量のストリームを同時配信する大規模なサイトには不向きであるが、多数の小さなWebサイトの場合には簡単に低コストで済む。しかし、このHTTPストリーミングとRealSystemによるストリーミングとはいくつかの重要な違いがある。Webサーバでは帯域幅を管理したり、複数のクリップの同期を取るようには設計されていないため、Webサーバによって配信されたストリーミングクリップはRealSystemServerによってストリーミングされるクリップと比べて再生がスムーズでない可能性がある。また、Webサーバがコンテンツを配信する場合も、ユーザは

RealPlayer を使用してクリップを保存することはできないが、Web ブラウザがそのクリップをキャッシュに保存する。さらに、誰でも Web ページのハイパーテキストリンクをクリックし、Web サーバからコンテンツをダウンロードすることができる。Web サーバは、データをダウンロードするときにクリップのタイムラインを考慮しない。よって、SMIL 等で作成したコンテンツを Web サーバによって再生すると RealPlayer がコンテンツの同期を取ることが困難になる。最後に、HTTP サーバはリソースを有効に活用することができないため、サーバへの負荷が大きくなると正常に動作しなくなる。

5.3 ストリーミングシステムによるコンテンツの配信と検証

実際にストリーミングによるコンテンツの配信を行った。実験用として表 3 の表にあるファイルサイズの違う 4 つのコンテンツの配信を行った。接続帯域としては、128Kbps の ISDN 回線、1Mbps の ADSL 回線、10Mbps の研究室内の LAN 環境で行った。今回の計測では Web サーバ、ストリーミングサーバに同じコンテンツをおき、それを Web ページからリンクすることにより配信する。その Web ページ上でクリックしてから、プレーヤが起動し、再生し始めるまでの時間を計測した。表 3 内の「D」はダウンロード配信、「S」はストリーミング配信を表している。また、ISDN と ADSL の 31.2MB のコンテンツは容量が大きく再生までの時間が計測できなかった。

表 3：再生開始までの時間

コンテンツ容量	ISDN		ADSL		LAN	
	D	S	D	S	D	S
26KB	10	18	6	12	3	6
493KB	90	20	6	14	3	6
4MB	682	17	30	12	14	4
31.2MB	*	*	*	*	35	5

(D:ダウンロード配信、S:ストリーミング配信)

単位(秒)

表 3 のように容量があまり大きくないコンテンツの場合はダウンロード配信の方が再生開始までの時間が早かったが、1 MB 程度の容量のコンテンツになると、再生までの時間が早くなることが判明した。

6 おわりに

本研究では、同期マルチメディアを用いた研究室紹介システムにおいて、どのように研究内容を紹介するかという点から考察した。まず、各研究の研究テーマから、キーワードを抽出し、それを、理解しやすい3D Studio MAXによるアニメーション（並列処理、コーデサイン、ストリーミング）の作成を行った。それだけでは、伝えきれない部分や、配信による情報の欠落が考えられるため、近年に勧告された SMIL という言語を使用し、それらのメディアに同期させ、文字で補足説明を行った。

研究室紹介システムを試作し、さまざまなメディアを使用し、たくさんの情報が配信することが可能だということがわかった。しかし、ただ単に情報をたくさん詰め込みすぎても利用者にとってはただ見にくくなってしまい、このページをみても内容を見ずに帰ってしまうことになることもわかった。また、アニメーションや音声などは見ている飽きないなどコンテンツとして効果的であることもわかった。

今後の課題として、利用者のレベルにあったコンテンツの作成と分類、また、コンテンツの統括的な管理などがあげられる。作成したコンテンツはいつどのような利用者が見るかわからない。そこで、初級中級上級といった利用者のレベルに応じてコンテンツを作成し紹介することにより、利用者はよりよく研究のことがわかってもらえるようになることを考える。また、ストリーミング配信では、ダウンロード配信より早く再生することを実験していたが、まだ研究中である。ストリーミング配信によるユーザの快適な使用ができることが今後も引き続き行っていきたい課題である。

謝辞

本研究の機会を与えてくださり、数々の助言を頂きました山崎勝弘教授に心より感謝致します。また、本研究に当たり、いろいろな面で貴重なご意見、ご指導を頂きました本研究室の院生である Tran So Cong 氏、松井誠二氏、並びに本研究室の皆様、心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 木俵 豊他：同期化コンテンツ制作・配信システムの開発と高速ネットワーク環境における配信実験，情報処理学会論文誌，Vol.42，No.SIG8(TOD 10)，pp.156-170，2001．
- [2] 清光英成：Web データの個別化と環境適応，情報処理学会論文誌，Vol.42，No.SIG 8(TOD 10)，pp.185-194，2001．
- [3] 古畑一浩：JavaScript 例文活用辞典，技術評論社，2001．
- [4] 古畑一浩：HTML タグ辞典，技術評論社，2000．
- [5] シーズ編：FLASH5 テクニックバイブル，ソフトバンクパブリッシング，2001．
- [6] リアルネットワークス社：RealPlayer8Basic，<http://www.jp.real.com>．
- [7] SMIL の書き方，<http://www7.cds.ne.jp/~seagull/real/smil/>．
- [8] モーリー・ロバートソン他：インターネットストリーミングブック，翔泳社，2001．
- [9] 大澤光：インターネットストリーミング，共立出版，2000．
- [10] 斉藤孝他：はじめてのストリーミング Web で動画を見せよう！，エアアイ出版，エアタイムック 274，2001．
- [11] 伊藤康生：普及期を迎えるストリーミングビデオ，NIKKEI COMPUTER GRAPHICS，no.165，pp.120 - 127，2000．
- [12] 竹内俊明：ストリーミングビデオを利用する環境が整った・前編，NIKKEI COMPUTER GRAPHICS，no.167，pp.124 - 129，2000．
- [13] 竹内俊明：ストリーミングビデオを利用する環境が整った・後編，NIKKEI COMPUTER GRAPHICS，no.168，pp.143 - 147，2000．
- [14] RealSystem IQ Server8 Web ベース管理アプリケーション・RealSystem Administrator の開発，
<http://service.jp.real.com/help/library/whitepapers/devfor8/wpaper.html>．
- [15] 小畑健二：同期マルチメディアを用いた研究室紹介システム 立命館大学大学院理工学研究科修士論文，2001．
- [16] 竹内一裕：同期マルチメディアを用いた三味線演奏システム，立命館大学工学部情報学科卒業論文，2001．
- [17] 川口智也：マルチメディアを同期させた研究キーワードの作成，立命館大学工学部情報学科卒業論文，2001．

付録 SMIL ソースファイル

(1) ストリーミング紹介コンテンツの SML ファイル (streaming1.smi)

```
<smil>
<head>
<meta name="title" content="streaming"/>           <!-- タイトル -->
<meta name="author" content="otsuka"/>           <!-- 作成者 -->
<meta name="copyright" content="(c)2002"/>       <!-- 著作権者 -->

<layout>
<root-layout height="400" width="400"/>
<region id="videoregion" left="0" top="0" height="350" width="400" fit="fill"/>
                                                    <!-- アニメーション領域 -->
<region id="textregion" left="0" top="350" height="50" width="400"/>
                                                    <!-- テキスト領域 -->
</layout>
</head>

<body>
<par end="10.6s">                                <!-- 終了時間 -->
<video src="/streaming1.rm" region="videoregion" fill="freeze"/>
                                                    <!-- アニメーションソースファイル表示 -->
<textstream src="/streaming1.rt" region="textregion" fill="freeze"/>
                                                    <!-- テキストファイルの表示 -->
</par>
</body>
</smil>
```

(2) ストリーミング紹介コンテンツのテキストファイル (streaming1.rt)

```
<window type="generic" height="50" width="400" duration="60" bgcolor="white">
<font charset="x-sjis" face="osaka" color="blue">
<time begin="0"/>サーバからデータが<br/> 送られてきます。
<time begin="4"/><clear/>送られてきたデータは<br/> クライアントにたまることなく
<br/>
出力されます。
<time begin="9"/><clear/>最後にデータは<br/>クライアントには残りません。
</font>
</window>
```