

DIPS エクスターナルオブジェクト開発と 作品制作への応用

橋田 光代

国立音楽大学大学院音楽研究科

美山 千香士 安藤 大地

国立音楽大学音楽デザイン学科

概要：高度な技術を利用したインタラクティブなマルチメディア作品の制作をより容易に行うために、SGI コンピュータ用の jMax 上に実装されたりリアルタイム画像処理プログラミング環境”DIPS”をさらに拡張した。今回実装したのは主に 3 次元 CG の生成と制御、ビデオエフェクトの拡張、ビデオ画像解析の三点である。また、DIPS を有効に活用するために、ネットワークを利用した通信等の jMax エクスターナルオブジェクトの実装も行った。

これらの開発によりマルチメディア作品の制作における負担が大幅に軽減された。

DIPS を実際に利用した画像処理プログラミングや、映像処理と音響処理との連動などの DIPS の特長を活かした作品制作も既に始まっている。

Abstract: It's not simple to apply cutting edge technology into the creation of the interactive multimedia art. Now, the "DIPS", developed by Shu Matsuda and runs in the jMax environment, is encouraging various creators to create the interactive multimedia art.

Since the DIPS became more public tool in our studio we also find the necessity to extend DIPS objects, in order to give more possibilities to DIPS users and also to ease their programming efforts more. Here we would like to present three different approaches: controlling 3DCG-models, extending video effects, and video signal analyses. Besides these three we have also developed jMax-Max network communication objects to share the computing for audio and visual signal processing with several different computers at the same time.

1. はじめに

コンピュータ技術を幅広く応用した芸術作品を制作するとき、創作者には高度な技術を使いこなす能力が要求される。特にマルチメディア作品創作では、音声信号処理から画像生成、画像信号処理など多岐にわたる技術が必要である。そのため、一人の創作者の許容範囲を越えてしまい、意図した表現にたどり着けないケースも多く見かける。

音響信号処理技術の分野では、M. Puckette が開発した”Max”が登場し、さらに ISPW バージョンの登場により、作曲家は高度なプログラミング技術から解放され、より容易にリアルタイム音声信号処理技術を利用できるようになっ

た。この環境は Max/MSP や PD、IRCAM で開発されている jMax へと継承されている。一方、画像処理技術では OpenGL が急激に一般化されてきているが、利用には C や C++ といったプログラム言語の習得が必須であり、主に芸術畑を歩んできた創作者にとっては大きな問題となっていた。

2000 年に入り、松田周が jMax のプラグインとして”DIPS”を開発する。このシステムは、jMax の GUI 環境で OpenGL のプログラミングを可能にし、さらに様々なビデオ信号処理を同様の環境でプログラミングしてリアルタイムに実行することもできる。DIPS は、Max によって難解なプログラミングから解放された作曲家同様、映像芸術やマルチメディア芸術を目指す創作者にとって強力なツールとなろう。

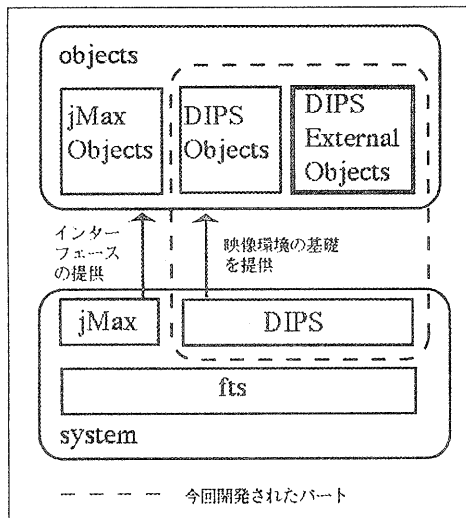


図1: システム構成

そこで我々は、DIPS の機能を拡張し、より容易に使いこなせるように、DIPS エクスターナルオブジェクトやイーサネットを利用した通信オブジェクトの開発を開始した。本稿で取り上げるのは以下の試みである。

1. DIPS エクスターナルオブジェクト
 - A. 3D 上の表現と処理の効率化
 - B. ビデオエフェクトの拡張
 - C. ビデオ画像解析からの音響処理の制御
2. イーサネットを利用した通信オブジェクト

2. DIPS エクスターナルオブジェクト

A. 3D 上の表現と処理の効率化

3次元上の複雑な表現を DIPS 基本オブジェクト群のみによって行うと、GUI を用いて細かくパラメータを制御することができる反面、大量のデータを高速に処理するに際し、バッチの煩雑化、GUI 制御による処理コストの肥大、作業量の増加などの問題が発生する。そこで、複雑な 3DCG モデルや、多数の同一モデルによるパーティクルなど、3D 上の表現を効率的に行うためのユーティリティーオブジェクト群を開発した。これは、目的に応じて以下の 2 種に分類される。

(1) 3DCG モデル系オブジェクト群

このシステムのオブジェクト群は、あらかじめ作成された 3DCG モデルから頂点、法線、テクスチャ座標の情報をインポートし、モデルの形状をパラメータに応じてリアルタイムに変型させつつ、レンダリングする事を可能としている。これらは概して次の 3 個のオブジェクトにより構成される。

a. Table オブジェクト

3DCG モデルのインポートを担う。このオブジェクトにより、モデル情報がメモリに格納され、同時に OpenGL のディスプレイリストに登録される。

b. Handler オブジェクト

3DCG モデルの変型を担う。格納されたモデルの頂点座標を移動させ、モデルを変型することが可能となる。具体的には、変型効果の適応範囲、変型の中心となる頂点、各々の頂点の初期座標を 0.0 とした頂点群の x, y, z 軸上の移動距離をパラメータとして取り、その数値に従ってモデルの形状に影響を与える。

c. Render オブジェクト

3D モデルのレンダリングを担う。これに際し、制作者はオブジェクトに特定のメッセージを送ることにより、インポート当初のモデルの高速なレンダリングと、Handler オブジェクトによって、リアルタイムに変型されたモデルのレンダリングを選択する事が可能となっている。

(2) パーティクル系オブジェクト群

このシステムオブジェクト群は、多数の同一形状モデルの位置を連続的に移動させ、パーティクルの表現を行うものである。

パーティクルの一粒子の形状は、点や線をはじめ、モデル系オブジェクト群の Table オブジェクトに格納されている様々な形状を扱うことが可能である。また、パーティクルの放出特性は、絶対個数、生産率、拡散性、速度、目的座標のパラメータによって決定される。絶対個数を除く各パラメータはリアルタイムに変化させることが可能である。さらに、前述した Render オブジェクトの 2 つのモードの切り替えもサポートしている。

これらのオブジェクト群は、他のエクスターナルオブジェクトと連携させることで、動画ファイルや加工されたビデオ入力をテクスチャとしてモデルにアサインするというような、さらなる表現の拡張が可能となる。

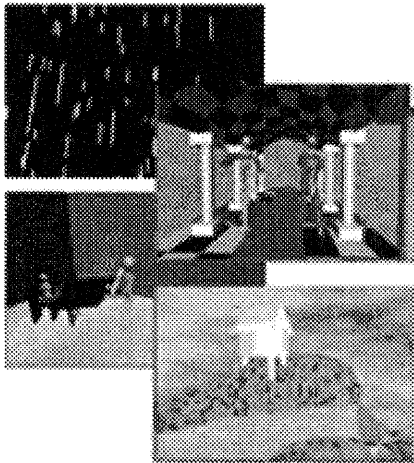


図2: 3DCG の例

B. ビデオエフェクトの拡張

DIPS 基本オブジェクト群のみでビデオエフェクト処理を行うと、実現できることが限られてくるうえにプログラミングも煩雑になる。そこで、複雑なエフェクト処理のプログラミングをより容易に行えるように、ビデオエフェクトの拡張を行った。

DIPS で提供された C 言語のライブラリを使用し、エフェクトを一つずつ開発してエクスターナルオブジェクトとして実装した。現在実装されているのは、画像の色調や鮮明さを変化させるための各種フィルタ類、画像をぶれさせたりする操作系エフェクト類の二種類である。

実装は、複数のエフェクトを同じオブジェクトに詰め込むのではなく、オブジェクトとして機能する最低限の処理系に分割して行った。例えば、一画面分の画像データと縦横のピクセル数を与えて色調変化を行う IIR フィルタを一つのオブジェクトとしてまとめた。これを連続して駆動することで動画の処理を行う。この実装によって一つ一つのエフェクトの独立性が高くなり、使用用途やその場面でのコンピュータの処理能力などに合わせてエフェクトの組み替えが自在に出来るようになった。また、様々なエフェクトの組み合わせやリアルタイムに各種エフェクトを切り替えたりするような使い方が容易になった。

さらに DIPS で提供されたオブジェクト群や今回開発したエクスターナルオブジェクトを使

い、複数のエフェクトをまとめサブパッチとして提供する事も始めている。このようなサブパッチを組み合わせることで、画像処理の知識の少ない制作者が抵抗無く DIPS を使用できるようになった。



図3: ビデオエフェクト

C. ビデオ画像解析からの音響処理の制御

ビデオ画像解析オブジェクトは、1台のカメラからのビデオ入力に対し、ピクセル演算による画像認識処理を行うことで出演者の動作情報を獲得し、次章でのべる Max 間通信を通して、それらを各音響信号処理や画像処理に対するパラメータとして提供していくことを目指す。

近年、主にダンス作品やコンピュータ音楽を中心に、コンピュータシステムによって出演者の動作情報を獲得して音響処理などに干渉させる試みが活発である。しかし、それらの多くは、システムが機能するための特殊な装置を何らかの形で出演者や舞台装置に取り付ける必要があり、そのため出演者の動き方や衣装、舞台装置、照明のあて方などに対する細かい配慮が必要不可欠であった。これは、システムを用いて舞台上で公演することを前提にした場合、より自由な発想で創作を行うには重い制約であり、システムの発展をも妨げることになりかねない。そこで、そういった煩わしさを大幅に軽減し、制作者や出演者自身のプレッシャーをも軽くさせるために、本オブジェクト使用の際はビデオカメラのみを用いる。

現在 DIPS 上に実装されているビデオ画像解析オブジェクトは、ビデオ入力信号の中から出演者を見つけ出し、その位置と実際に動いている部分の範囲を抽出する。大抵の作品では出演者以外は基本的に動かないものであるという立場から、入力画像に対して現時刻のフレームと直前のフレームと比較し、動きがないと判断された場合、その部分は背景であると考え、そ

ここで、実際の処理では、各ピクセルごとに輝度の差分を算出し、閾値処理によって値の低い部分を削除する。次に、各動作部分ごとにラベル付けを行い、ごく近隣で他に動作部分とみなされた箇所があればその部分と統合させる。実際は動きのあった連続している部分であっても背景と輝度差があまりなかった場合は削除されてしまうのを考慮してのことである。最後に、出演者の動作でもっとも目立つ部分はその範囲も広いという立場から、各動作箇所の中で面積が最大である部分がそれに相当すると考え、その部分の範囲をそれぞれ x, y 座標として獲得する。現段階で最終的に獲得できるのは、抽出範囲の各座標、面積、重心座標が主であるが、将来的には範囲内部の情報も扱えるようにする予定である。

この手法にて、実際に演奏している映像を5点ほど入力して実験した。RGBのような色の情報を扱わないこともあり、楽器・譜面台等の配置やステージにおける背景色の場所ごとの差異、出演者の服装、照明の色等によっては何の影響もなかった。煩雑に物がおかれた一般の部屋を背景にした映像でも同様である。また、照明の代わりにビデオ入力信号の調整パネル上で画面全体の配色を急激に変化させる実験を行ったところ、瞬間の数フレームだけ画面のほぼ全体を抽出範囲としてしまったが、処理が極端に遅くなることはなく、ほぼリアルタイムに対応できることがわかった。なお、この現象は逆にいえば「照明が変わった」という合図として解釈することも可能であるため、必ずしも誤った結果であるとはいえない。

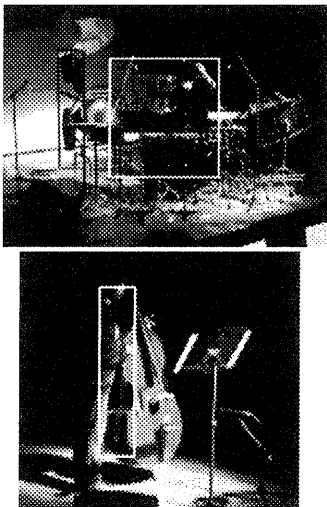


図4: ビデオ画像解析

これにより得られた数値はネットワークを通じて他の端末の Max プログラムに通信させることができる。受信した側では、ユーザの自由な発想でこれらを扱うことができるが、例えば、音響処理に対して、位置の変化量に合わせて音色を変えたり、ある大きな値を受けた時に処理プログラムを切り替えたりするなどの利用が考えられる。

3. イーサネットを利用した通信オブジェクト

一般に、3DCG 処理や 2D ビデオエフェクトなどの画像処理はハードウェアに負担の大きいものが多い。そのため、1台のコンピュータで本来の目的である音響処理と同時に実行すると、速度が極端に低下してしまい、リアルタイムに行う作品にとっては大きな問題となっていた。その効率化は、今回の DIPS の各種エクターナルオブジェクトや Max 音響処理プログラミングでも常に行われているが、現実にはハードウェアの制約上、完全に解決することは出来ない。そこで、コンピュータを複数台使用し、それぞれに音響処理や画像処理等の役割を持たせ、イーサネットによってコンピュータ同士の通信を行い、連動させる事によってこの問題を解決することにした。

今までは、MIDI を利用して複数のコンピュータで実行中の Max 同士を通信させるという方法が採用されてきた。しかしこの方法では、他の MIDI 機器を同時に使用する場合にセッティングが複雑となり、現場で混乱やトラブルが起きる可能性が高い。イーサネットを使用すれば、セッティングが容易になり、現場におけるトラブルの可能性を低くすることができる。また、イーサネットを利用して複数のコンピュータ間で Max と他のアプリケーションを連動させるという試みは過去にも行われてきたが、Max のインターフェイスから直接通信が扱えるわけではなく、柔軟性に欠けていた。また、現在 DIPS は SGI コンピュータ用の jMax にのみ実装されているが、jMax の音響処理は ISPW/Max や Macintosh 用 Max/MSP ほどには完成されていない。そのため、画像処理には jMax 上の DIPS、音響処理には Max/MSP を使用するのが効率が良いと判断した。

そこで、今回はネットワーク通信のインターフェイスとして各 Max クローン上に通信用エクターナルオブジェクトを実装し、Max のプログラムに取り込めるようにした。これにより、

Max/MSP と jMax 間の通信も可能になり、音響処理と DIPS の連携が容易になる。

リアルタイム性を考慮して、通信プロトコルには TCP/IP の UDP を使用することにした。既に jMax の version2.4.12 において UDP メッセージの受信オブジェクトは実装されており、今回は、jMax 上の UDP メッセージの送信、Macintosh 用 Max の UDP メッセージの送信および受信の各オブジェクトを実装した。Macintosh 用 Max の UDP メッセージ送受信オブジェクトの実装には OpenTransport を利用した。各オブジェクトの UDP メッセージのデータ型などのフォーマットは、既に jMax 上に実装されている udp オブジェクト(UDP メッセージを受信するオブジェクト)に準じている。

実際にリアルタイムでの送受信を行った。2本の 10Base-T ケーブルとリピータハブで2台のマシンを接続して通信を行った。その結果、かなり大きな処理コストがかかる音声処理や画像処理を実行していなければ、リアルタイム性には全く問題ないことが分かった。

4. 作品制作の実例

DIPS や DIPS エクスターナルオブジェクトを利用して、国立音楽大学音楽デザイン学科において制作された作品の一例を紹介する。

“Gleam”

- for Alto Sax. and Multimedia Interactive System

この作品は、主に音と 3D オブジェクトとのインタラクティブを主眼として制作した。

曲中、楽器の音量や周波数スペクトラム等の情報を解析し、3DCG モデルの動きや出現タイミング、光源の明るさがその情報をもとに制御される。また、いくつかの動画ファイルをテクスチャとして 3DCG モデルにアサインし、画像の色感を豊富にした。

5. まとめ

本稿では、jMax 上に実装された画像処理プログラミング環境“DIPS”を拡張し、DIPS エクスターナルオブジェクト群の開発や、環境の整備などを行ったことを報告した

これにより、より容易に高度なインタラクティブマルチメディア作品の制作が行えるようになった。実際に国立音楽大学音楽デザイン学科では DIPS や今回開発したエクスターナルオブ

ジェクト群を用いた作品が制作され始めている。

今後の開発の方向としては、今までと同じように、より容易に作品制作が行える環境の構築を目指していく。また Max インターフェイスを持つということに着目し、今回の実例で紹介した作品以上に、音響処理との関連性を持たせられるような使用法なども考案していきたい。そのためには、より多くのユーザに使用してもらい、意見を反映させていく必要がある。

6. 参考文献, 作品

- [1] 松田 周 「コンピュータを用いたリアルタイム音声・映像信号処理システムのための作品創作 - システム構築と作品創作について -」, 国立音楽大学大学院音楽研究科修士論文 (1999)
- [2] 松田 周 「DIPS: Max のためのリアルタイム映像処理オブジェクト群」, 情報処理学会研究報告 2000-MUS-36 (2000)
- [3] 高城 修 「二台のコンピュータを用いたインタラクティブ・マルチメディア・システムの実現」, 国立音楽大学大学院音楽研究科修士論文 (1997)
- [4] 高城 修 「Three Variations」, 国立音楽大学大学院音楽研究科終了作品 (1997)
- [5] Wayne Sigel, Jens Jacobsen: “The Challenges of Interactive Dance: An Overview and Case Study”, *Computer Music Journal*, 22-4 (1998)
- [6] 大照 完, 橋本 周司 「仮想音楽空間」, オーム社 (1994)
- [7] 長嶋 洋一, 橋本 周司, 平賀 譲, 平田 圭二 編 「bit 別冊 コンピュータと音楽の世界」, 共立出版 (1998)