

## 音楽を用いた対話的 3 次元 CG アニメーション — ミュージックドリブン CG の試作 —

村田 克之 山内 康晋 土井 美和子  
東芝 研究開発センター

3次元コンピュータグラフィックスを用いたアニメーションは、映像生成の有効な技法として普及してきている。しかし、3次元モデルの作成の難しさや、アニメーション作成の手間が、一般ユーザにとって問題である。そこで、既存の業界標準データを利用して、音楽から3次元CGアニメーションをリアルタイムに生成するアプリケーション・ソフト、ミュージックドリブンCGを試作した。特に、対話的にアニメーション編集が行え、編集結果をファイルとして保存できるようにした。これによって、だれもが簡単にアニメーション作成が行え、インターネット上で流通させることが可能となったので報告する。

### **Interactive 3D CG Animation Using MIDI - Music Driven CG -**

**Katsuyuki MURATA, Yasunobu YAMAUCHI, Miwako DOI  
TOSHIBA Research and Development Center**

It is difficult for non-professional users to make 3 dimensional computer graphics (3D CG) animation because that modeling tasks for 3D CG objects and motions are much time consuming. This paper describes a new 3 D CG animation tool, which users can easily make 3D CG animation using musical information. The new animation tool (Music Driven CG) uses VRML (Virtual Reality Modeling Language) data for 3D CG objects instead of modeling and generates the real-time 3D CG animation by MIDI (Musical Instrument Digital Interface). Using GUI, users can choreograph and edit the motions of 3D CG parts interactively. These choreography results are stored as VRML files and can be distributed on the Internet.

## 1. はじめに

パーソナルコンピュータの性能向上に伴い、家庭で3次元CG(コンピュータ・グラフィックス)ゲームを楽しんだり、マルチメディア教育ソフトで楽しみながら学習できるようになった。

一方、ネットスケープ・ナビゲータなどのWebブラウザを用いて、インターネット上の情報を見ることができ、さらに、個人でホームページを公開するなど、情報のオープン化がインターネットの普及に伴って加速している。

マルチメディア・ネットワーク社会に突入したと言われるが、3次元CGに関しては、専門家以外の一般的なユーザは、既存のゲームソフトを楽しむ程度で、その利用はまだ受動的である。

その要因としては、3次元CGのデータ作成が困難であること、対話的に簡便にアニメーション作成ができないことがあげられる。

このような問題を解決するために、既存のデータを利用して、だれもが簡単に3次元CGアニメーションを作成し、インターネット上で流通できるようにした、ミュージックドリブンCG(以下、MDCGと呼ぶ)をPC上で開発した。

MDCGでは、3次元CGモデルのデータとしてVRML(Virtual Reality Modeling Language)、音楽データとしてMIDI(Musical Instrument Digital Interface)といったインターネット上の業界標準を採用している。

MDCGは、音楽演奏にあわせて3次元CGキャラクターを踊らせるなど、3次元CGキャラクターの動作を音楽によって制御する。3次元CGキャラクターの動作は、音楽演奏中に対話的に編集することができ、編集した結果を動的情報を持ったVRML形式のファイルとして保存することができる。

これによって、3次元CGに不慣れなユーザでも、異なる音楽ファイルを再生するだけで、違ったアニメーションを簡単に生成できるようになる。しかも、個々のユーザの感性で編集し直し、業界標準のデータとして流通させることも可能である。

MDCGは、個人用のアニメーション作成ツールだけではなく、バーチャルモールや電子カタログといったサービスプロバイダが展開するインターネット・ビジネスに対しても、アトラクション的付加価値をつけることができ、インターネット上のコミュニケーション支援に有効である。

音楽にあわせて踊るホームページ、スクリー

ン・セーバ、通信カラオケ、さらに子供向け音楽教育ソフトなど、その応用範囲は広い。

本稿は、MDCGによる簡便なアニメーション作成方法と、応用形態について説明する。以下、2章では、従来技術について整理し、MDCGとの違いを述べる。3章では、MDCGの機能について説明し、4章では、インターネット対応として実装したことを述べ、5章では、MDCGの実用例を示し、6章では、インターネット社会を背景とした踊る電子カタログなどの応用形態について述べる。

## 2. 従来技術

PC用の低価格な3次元CGモデリング・ツールの登場により、ローコストで3次元CGを作成できるようになった。しかし、モデリングにはある程度のスキルが必要で、3次元CGデータを作成するのはまだまだ難しい。

こうした中で、インターネットの世界では、3次元CGデータを記述する標準言語VRMLが登場し[1]、インターネット上で3次元CGデータが流通するようになった。

MDCGは、このVRMLを3次元CGモデルのデータとして採用し、インターネット上のデータを再利用できるようにした。

3次元CGアニメーションの分野では、特に人体アニメーションの生成に関する研究が盛んで、その生成方法として、インバース・キネマティクス(逆運動学)[2]、モーションキャプチャを用いた方法[3]などがある。

インバース・キネマティクスは、アニメーション作成ツールに実装されている一般的な方法である。動作の最終形態が与えられれば、そこから動作を逆算していくので、人体モデルの各関節の動きを入力する手間が省ける。しかし、動作が不自然になる場合があり、思い通りのアニメーションを作るには、ノウハウと労力が必要である。

モーションキャプチャによる方法では、人体の動きを直接、3次元データとして取り込み、自然な動きを持つアニメーションを生成できる。この方法は、ある決まった動作のリアルなアニメーションに向いているが、様々な動作を作るには、データ採取に手間がかかる。また、ユーザが磁気センサなどを装着しなければならないなど、大がかりなシステムを必要としている。

これら従来のアニメーション生成方法では、だれもが簡単にアニメーションを作成することはで

きない。MDCGは、身近にあるMIDIの音楽データを3次元CGアニメーションの駆動源とし、ユーザが音楽演奏を変えるだけで、簡単にアニメーションを変更して生成できるようにしている。

一方、音楽情報科学の分野では、アナログの音響信号を周波数解析して、音楽のビートを検出し、そのビートにあわせてCGアニメーションを生成する研究[4]が報告されている。

これは、並列計算機を使った大規模な計算を必要としている。また、アニメーションはビートから生成されるもので、ユーザの感性でアニメーションに手を加えることはできない。

MDCGは、MIDIのデジタル信号を利用しているので、単純でコンパクトな計算が行える。また、MIDIデータを入力とする動作エンジン(後述)を数種類用意し、その割付編集が行えるインタフェースを提供することによって、簡便なアニメーション編集環境を実現している。さらに、編集した結果を業界標準のファイルとして保存することも可能としている。

### 3. MDCGの機能

#### 3-1. リアルタイム3次元CG

図1に、MDCGによるアニメーション生成の概要を示す。MIDIデータの音楽再生が実行されると、一連のMIDIデータは、ストリームという断片データとして音楽再生に送られるとともに、3次元幾何変換にも送られる。

3次元幾何変換では、リアルタイムに受け取っ

たMIDIストリームから、楽器やボーカルなどのパートに対応するチャンネルナンバーと、音階をあらわすノートナンバーを抽出し、それをもとに平行移動などの幾何変換を生成する。そして、この幾何変換を3次元CGモデルに作用させ、動作アニメーションを生成する。

MIDIストリームが音楽再生に送られると同時に、3次元CGモデルへの幾何変換処理がなされるので、音楽と同期したリアルタイムなCGアニメーションを生成することができる。

#### 3-2. 編集機能

ユーザは、音楽の再生中でも、図1の3次元幾何変換に対して編集が行える。MDCGでは、動作生成と編集が簡単に行えるように、動作エンジンという単位で動作を数種類用意し、3次元幾何変換の処理に用いる。

動作エンジンには、次の2種類があり、表現する動作を区別している。

- ・レスポンス・エンジン
- ・ダイナミック・エンジン

レスポンス・エンジンは、音楽に反応する動作を表現させるもので、MIDIデータを入力として、平行移動、回転移動などの幾何学変換を3次元CGモデルに付加する(図2)。表1は、レスポンス・エンジンの種類を示している。レスポンス・エンジンは、それらを合成して作用させることも可能である。例えば、回転しながら平行移動する動作を作りだせる。

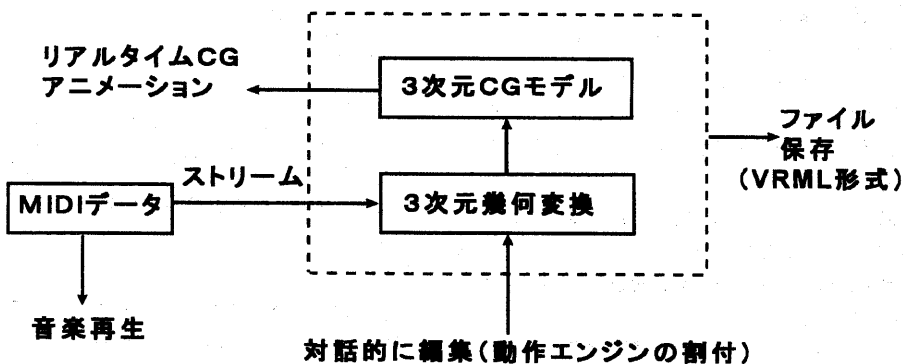


図1 アニメーション生成の概要

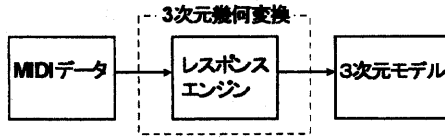


図2 レスポンス・エンジンの付加

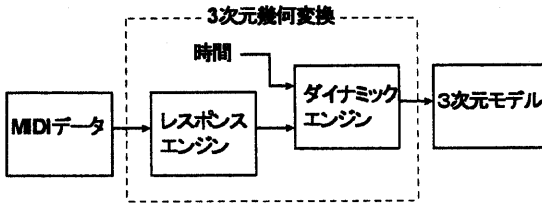


図3 レスポンス・エンジンとダイナミック・エンジンの合成

表1 レスポンス・エンジンの種類

transX	X軸方向の平行移動
transY	Y軸方向の平行移動
transZ	Z軸方向の平行移動
rotX	X軸に対する回転
rotY	Y軸に対する回転
rotZ	Z軸に対する回転
scaleX	X軸方向の拡大縮小
scaleY	Y軸方向の拡大縮小
scale	全方向の拡大縮小

ダイナミック・エンジンは、自然な揺れや、周期的な運動を表現させるもので、MDCGでは、弾性運動エンジン、周期的平行移動エンジンの2つを用意している。ダイナミック・エンジンは、MIDIに直接依存しないが、図3に示すように、レスポンス・エンジンと合成することが可能である。これによって、3次元モデルを弾性運動させながら音楽にあわせて動かすことができる。

これらの動作エンジンは、図4に示す動作割付用のインタフェースを用いて、簡単に3次元CGモデルに割り付けることができる。ユーザは、動作エンジンの組み合わせを決め、対応させるMIDIチャンネルを指定するだけで、アニメーション編集が行える。また、ユーザーの感性が動作に反映されるように、弾性係数などの値をアナログ的に変えられるインタフェースも用意している(図5)。

### 3-3. 保存機能

MDCGでは、3次元CGモデルに割り付けた動作エンジンの情報を、3次元CGモデル情報とともにVRML記述でファイル保存できる。この動作情報が付加されたVRMLファイルを、区別するためにMDCGファイルと呼ぶことにする。

MDCGファイル中には、動作割付したときのMIDIファイル名を付加することもできる。これらの付加情報は、従来のVRML記述のラベルを用いて表記している。

保存したMDCGファイルを、再びMDCGアプリケーションで読み込んで、音楽再生とアニメーションを再現することもできる。音楽再生は、ラベルで指定されているMIDIファイルをハードディ

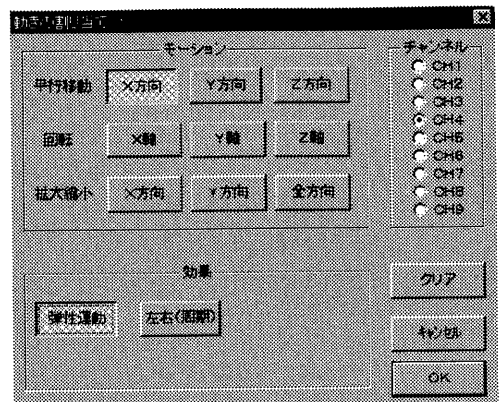


図4 動作割付用インタフェース

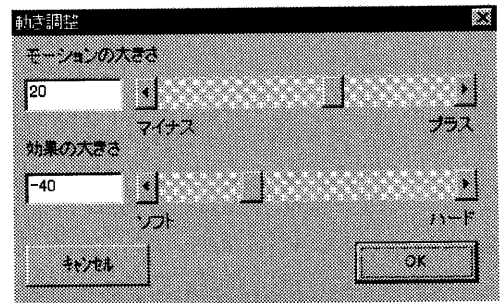


図5 動作調整用インタフェース

スクから読み込む。

この業界標準のファイル形式として保存する機能は、保存ファイルをインターネット上で流通させ、それが再利用されることを可能にしている。MDCGファイルが公開されていれば、違うユーザが自分の感覚で動作を編集し直すことができる。

データ作成が困難な状況では、既存のデータを利用できることは大きなメリットである。

#### 4. インプリメンテーション

MDCG は、PC で動作する Windows アプリケーションとして試作し、インターネット上で利用できるように、Web ブラウザのヘルパーアプリケーションとして実装した(図6)。3次元CGの開発ライブラリとしては、Windows95 対応の OpenInventor を使用した。

ハードウェアは、東芝製 PC、PV5000 (Pentium 166MHz、メモリ 96MB) で、OpenGL のハードウェア・アクセラレーションは用いていない。

図6では、クライアント側にMDCGの実行ファイルがある。サーバ側には、MDCGファイルを公開するホームページがあり、クライアントは、このホームページにアクセスし、MDCGファイルとMIDIファイルをダウンロードしてくる。

MDCGはヘルパーアプリケーションとして起動し、MDCGファイルの3次元モデルを表示する。クライアント側が、音楽ファイルの再生を実行すると、3次元モデルが音楽にあわせて動きだす。

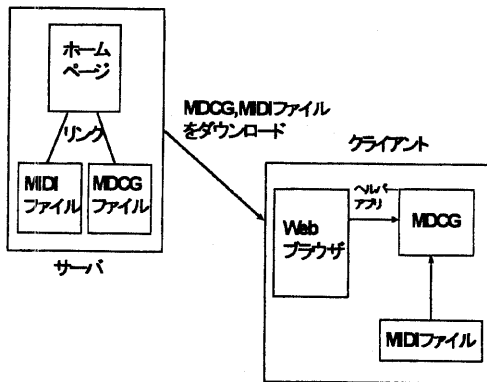
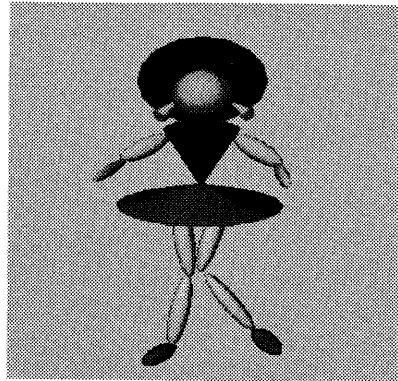


図6 インターネット対応のMDCG

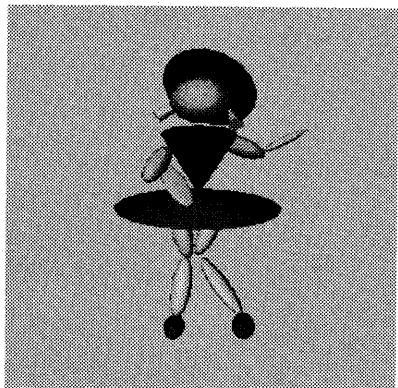
#### 5. 実行例

図7は、MDCGによるアニメーション例である。図の(a)は、3次元モデルの原データであり、図の(b)、(c)が音楽にあわせて踊るアニメーションの一部を示している。

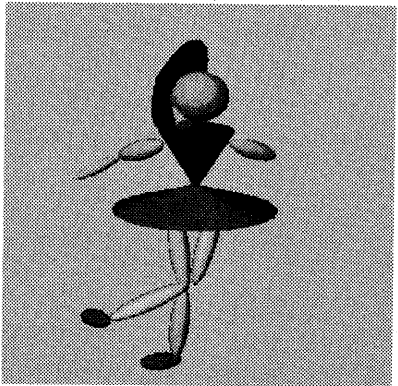
3次元モデルの腕、頭部、脚には回転、帽子や脚には拡大縮小のレスポンス・エンジンが付加されている。音楽再生中、ノートナンバーの変化にしたがって、回転角、拡大率が変化し、3次元モデルが音楽にあわせて踊っているように見える。



(a)3次元モデルの原データ



(b)ジャンプ(脚、スカートが拡大縮小)



(c)スウィング(頭部、腕、脚が回転)

図7 MDCGによるアニメーション例

3次元モデルの動作は、音楽再生中でも、前述の動作割付用インターフェースを用いて対話的に変更することができる。したがって、音楽を聞きながら、ユーザの感性でアニメーションを作ることが可能である。

MDCGでは、デジタルカメラで撮影した写真などを3次元モデルに貼り付ける、テクスチャ・マッピング機能を用意している。図8は、デジタルカメラで撮影した人物写真を、単純な3次元モデルにテクスチャ・マッピングして実行した例である。このように、人物写真などを貼り付けて、音楽にあわせてを踊らせることもできる。

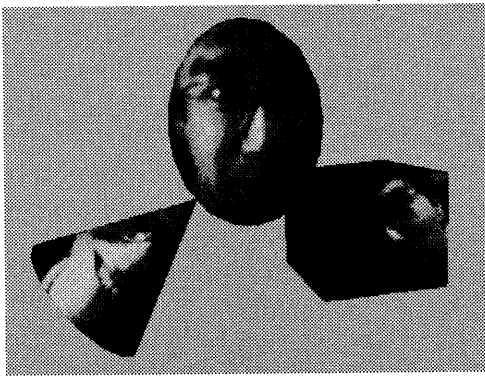


図8 テクスチャ・マッピング

## 6. MDCGの応用形態

インターネット対応のMDCGは、個人用娯楽ツールだけではなく、そのアトラクショナル要素が、コミュニケーション支援として有効で、インターネット上のビジネスにも応用することができる。

### 1) 電子カタログ

従来の電子カタログでは、写真がホームページに張ってあるくらいで、いわゆる普通の（紙の）カタログと変わらず面白味が無い。MDCGを電子カタログに応用すれば、踊る電子カタログを実現できる。ユーザがMIDIファイルを演奏したら、商品の写真や、3次元モデルが踊り出すイメージである。

### 2) 通信カラオケ

MDCGの応用として、カラオケのバックグラウンド映像にMDCGのCGアニメーションを使う。この場合、サーバはMIDIデータとともに、MDCGデータをクライアントに送信する。

歌う人の声をアニメーションに反映させるなど、付加技術をMDCGに盛り込んで、対話的なバック

グラウンド映像を流せば、カラオケの演出効果をさらに増すことができる。

### 3) スクリーン・サーバ

MDCGをPCのスクリーン・サーバに応用する。MDCGファイルを独自に作成することによって、自分だけのスクリーン・サーバを実現することができる。音楽にあわせたアニメーションで、これまでと違った楽しみのあるスクリーン・サーバが実現できる。

## 7. おわりに

本稿では、だれもが簡単にCGアニメーションが作成できる方法として、音楽によってアニメーションを生成し、それを編集/保存することができるMDCGを提案した。インターネットに対応しており、データの再利用性と流通性が特徴である。また、電子カタログなどのインターネット・ビジネスにも応用でき、MDCGのアトラクショナル要素がコミュニケーション支援に役立つ例を示した。

今後は、通信カラオケへの応用で述べたように、音声などの入力を動きに反映させ、インタラクションの幅を広げていきたいと考えている。また、実際のダンスのように、パターン化した動作の導入も検討している。

## 参考文献

- [1] 小川 :インターネット上にVR空間を構築するVRML;日経CG .95年11月号, pp.96-113(1995)
- [2] Y.Koga, K.Kondo, J. Kuffner, and J-C. Latombe :Planning motions with intentions; SIGGRAPH.94 Proceedings, pp.395-408(1994)
- [3] 久野, 坂本, 佐藤, 坂井, 福井 :リアルタイム・モーションキャプチャの放送利用; 情報処理学会 グラフィクスとCAD 79-5, pp.31-37(1996)
- [4] 後藤 :計算機は音楽に合わせて手拍子を打てるか-リアルタイムビートトラッキングシステム-; bit, Vol.28, No.3, pp.4-11(1996)