

# フラクタル画像処理技術とリアルタイムCGの融合“顔付き MusicDance™” Combination of Fractal Image Processing and Real-Time CG : "Kaotsuki MusicDance™"

村田 克之  
MURATA Katsuyuki

井田 孝  
IDA Takashi

久保田 英俊  
KUBOTA Hidetoshi

ミニノートパソコン(PC)に代表されるモバイルPCは、今や、三次元コンピュータグラフィックス(CG)をリアルタイムに動作させるまで性能が向上し、従来のモバイルコンピューティングのように仕事の道具として活用されるだけでなく、気軽に持ち歩いて楽しむための遊びの道具として、その用途が拡大している。

当社は、こうしたモバイルエンターテインメント時代の先駆けとして、だれもが簡単に楽しめる動画ソフトウェア“顔付き MusicDance™”を開発し、ミニノートPC“Libretto ff 1100V”に搭載した。“顔付き MusicDance™”が提供する簡易性とエンターテインメント性は、フラクタル画像処理技術とリアルタイムCG技術の融合により実現した。

Mobile PCs, including mini-notebook PCs, have begun to be used not only for business purposes but also for entertainment, to be carried and enjoyed anytime and anywhere. One of the reasons is that the performance of PCs has improved, and even three-dimensional computer graphics (CG) can be produced in real time.

To open the mobile entertainment era, Toshiba has developed a moving picture software named "Kaotsuki MusicDance™" and loaded it into the Libretto ff 1100V mini-notebook PC. This software introduces dancing characters that feature the user's face on a prepared CG body, dancing to the music. The software, which is enjoyable and easy to use, has been realized through the technologies of fractal image processing and real-time CG.

## 1 まえがき

今や、モバイルコンピューティングは生活の身近なところまで浸透してきている。モバイルPCの小型・高性能化だけでなく、携帯電話の普及がこうした生活における情報化に拍車を掛けている。

一般ユーザー、特に若者は、モバイルPCを仕事的手段としてではなく、友達とのコミュニケーションや気軽に持ち歩いて遊んだりする、モバイルエンターテインメントの手段として受け入れ始めている。

こうしたなか、モバイルPCが提供する機能やアプリケーションには、単なる利便性だけでなく、簡易性やエンターテインメント性といった“人に優しい”要素が含まれることがますます重要になってきた。

当社は、こうしたモバイルエンターテインメント時代の先駆けとして、だれもが簡単に楽しめる動画ソフトウェア、“顔付き MusicDance™”を開発し、CMOS(相補型金属酸化膜半導体)カメラを備えたミニノートPC“Libretto ff 1100V”に搭載した。

“顔付き MusicDance™”は、ユーザーが所有する音楽素材及びユーザー自身の顔や声を使用して、CGキャラクターのダンスアニメーションを楽しむソフトウェアである(図1)。

これは、動画から顔の部分だけを自動的に切り出すフラクタル画像処理技術と、音に応じてキャラクターをダンスさせ



図1.“顔付き MusicDance™”の画面 顔の表情を変えながら、CGキャラクターが音楽に合わせてダンスをする。  
Screen display of “Kaotsuki MusicDance™”

るリアルタイムCG技術から成り立っている。

これら二つの技術の融合により、従来、専門家が手間をかけて実施していた顔画像の切出しと、それを合成したCGアニメーション作りを、だれもが簡単に行えるようにした。

ここでは、“顔付き MusicDance™”の特長を述べた後、画像処理技術の一つであるフラクタル物体抽出法による顔切

出しの方法と、リアルタイムCGによるダンスアニメーションの手法について述べる。

## 2 “顔付き MusicDance™”の特長

“顔付き MusicDance™”の構成を図2に示す。“顔付き MusicDance™”は、リアルタイムCGを行うアプリケーションソフトウェア本体部分と、動画から顔画像を切り出す顔切り出しツールに分けられる。

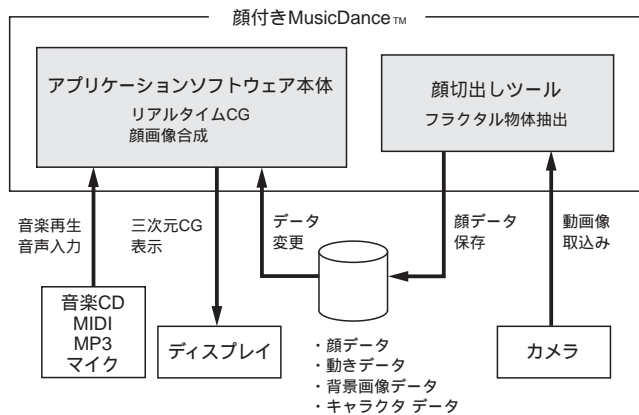


図2.“顔付き MusicDance™”の構成 カメラから取り込まれた動画から顔画像を自動的に切り出す顔切り出しツールと、顔画像合成及び音楽に合わせたダンスアニメーション生成を行うアプリケーションソフトウェア本体から構成されている。

Configuration of “Kaotsuki MusicDance™”

以下に、“顔付き MusicDance™”の特長を挙げる。

- (1) 顔画像の自動切り出し 顔切り出しツールは、面倒な操作なしに、ユーザーの顔画像を輪郭に沿って自動的に切り出すことができる。切り出された複数枚の顔画像は顔データとして保存できる。
- (2) リアルタイムCG 音楽(MIDI(Musical Instruments Digital Interface),MP3(MPEG(Moving Picture Experts Group)audio layer 3)など)を再生したり、マイクに向かって歌うと、三次元CGによる複数のキャラクタが音に合わせてダンスをする。顔切り出しツールで切り出された顔画像をキャラクタに合成して、顔の表情が変化するダンスアニメーションを楽しめる。
- (3) シーンの変更 用意されたキャラクタから好みのキャラクタを選択し変更できる。また、キャラクタに合成する顔画像を、保存された顔データの中から選択して変更できる。更に、背景画像、ダンスの動きを変更して、ユーザーの好みに応じたダンスシーンに変えることができる。

## 3 フラクタル画像処理技術

### 3.1 顔切り出しツールのユーザーインターフェース

顔切り出しツールでは、図3に示したように、画面の中央に円形のガイドが表示される。利用者は、カメラの向きを調節したり、自分の顔の位置を上下左右に動かすことにより、ガイドの位置に顔が写るようにする。そうすると、自動的に頭部が輪郭に沿って切り出され、数秒間の動画画像データとして保存される。表情を変えたり、あるいは、ガイドから大きく外れない程度に顔を傾けたり、首を振っても正確に切り出される。切り出した画像を1フレームずつ表示し、自分が気に入ったフレームだけを選択することもできる。



図3.顔切り出しツール 円形のガイドに顔を合わせることで、顔画像が自動的に切り出される。

Facial image clipping tool

### 3.2 フラクタル物体抽出法

切り出しには、物体の概略形状を与えるだけで、物体の輪郭を正確に抽出することができるフラクタル物体抽出法<sup>(1)</sup>を用いた。同様の機能を持つ手法はほかにもいくつかあるが、それらの多くは、輪郭線を滑らかな曲線で近似しているため輪郭のコーナーの部分が鈍ってしまい、十分な精度が得られない。フラクタル物体抽出法では、輪郭線をフラクタル曲線で近似することにより高い精度が得られる。

フラクタル曲線の代表的な例として図4に示したような自己相似な曲線がある。これらは、複雑な形状ではあるが単純なアルゴリズムで形成される。フラクタル物体抽出法では、より一般化した自己相似の枠組みを用いているので、物体の輪郭などの多様な曲線を表現でき、複雑な凹凸やとがった角にも対応できる。

### 3.3 物体抽出アルゴリズム

物体領域を表すために、物体領域に1、背景領域に0の画

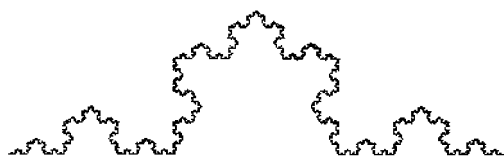


図4. フラクタル曲線 このような自己相似曲線を一般化したもので、物体の輪郭線を近似することにより抽出精度を向上した。  
Example of fractal curve

素値を配置したアルファマスクを用いた。初めに、ガイドの内側に1、外側に0を配置したアルファマスクを用意し、この輪郭を物体の輪郭に一致させる。ここでは、ガイドを概略形状とする場合を図示するが、このツールには、動きがある領域をスネイク法<sup>(2)</sup>を用いて求め、それを物体の概略形状とするモードも用意されている。

アルゴリズムは、以下の三つのステップから成る。

- (1) アルファマスクの輪郭(図5(a))に沿って子ブロックを数珠つなぎに配置する(図5(b))
- (2) 各子ブロックに対して縦横2倍の大きさで、入力画像

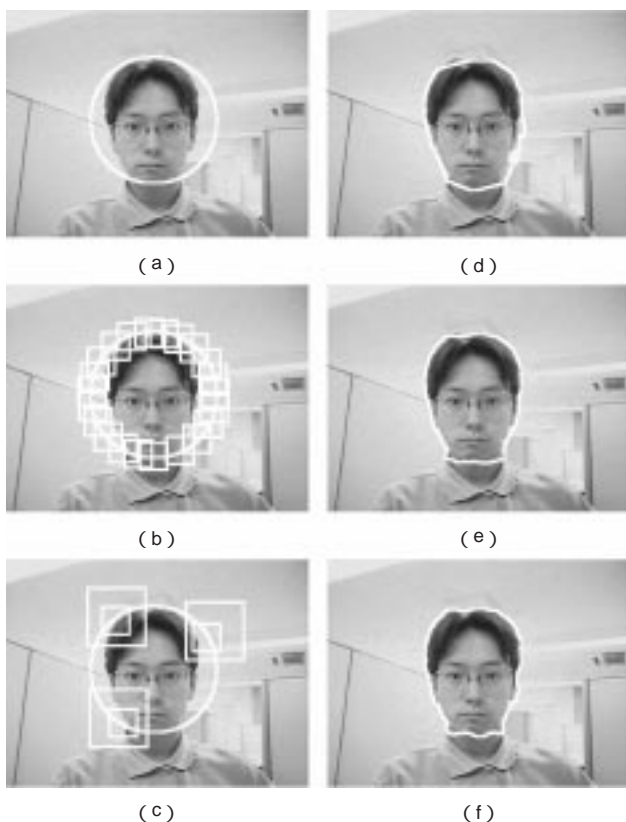


図5. 顔の抽出過程 白色の曲線がアルファマスクの輪郭。(a)は初期状態 (b)は子ブロックの配置後 (c)は子ブロックと親ブロックの例を示す。ここでは、3組だけを表示しているが、実際はすべての子ブロックに対して親ブロックを求める。(d)(e)は輪郭抽出の途中段階で (f)が抽出結果である。

Process of facial contour extraction

における図柄が相似な親ブロックを求める(図5(c))。

- (3) 親ブロックからアルファマスクをコピーし、それを縦横1/2にしたもので、子ブロックのアルファマスクを上書きする。このアルファマスクの上書きをすべての子ブロックに対して、所定の回数繰り返す(図5(d)(e)(f))。

ステップ(3)によって、アルファマスクの輪郭は物体の輪郭に次第に近づき、一致したところで収束する。これは、ステップ(2)の処理によって、物体の輪郭がその周囲の点を吸引するアトラクタと呼ばれる特殊な集合になっているからである。また、このようにして形成される曲線は、部分ごとに性質が異なるマルチフラクタルと呼ばれるもので、滑らかな部分にも鋭くとがった角にも対応できる。

物体領域は顔画像として切り出され、このソフトウェア固有のフォーマットで保存される。その際、切り出した顔の形状で黒く塗りつぶした画像が、後頭部の画像として付加される。

## 4 リアルタイムCG

### 4.1 チームダンスの協調モデル

これまで三次元CGアニメーションの分野では、複数のキャラクターが相互関係を保って、全体として意味のある動きを見せるといった、集団パフォーマンスの表現手法についての研究はなされていなかった。

集団パフォーマンスの一つ、チームダンスの特長は、ダンサーたちが互いに協調しあって動くところにある。この協調性を以下のように空間的、時間的な側面で分類し、チームダンスを表現するモデルを考案した<sup>(3)</sup>。

- (1) 空間的同期による協調 一定のフォーメーションを保ち、空間的に秩序だった動きを表現する。
- (2) 時間的同期による協調 同一のステップでダンスをする。また、キャラクターが隣どうしの場合、同時にアドリブ動作をする。
- (3) 空間的ずれによる協調 フォーメーションを変形する。また、キャラクターの位置関係に応じて、一つのキャラクターにソロのダンスをさせる。
- (4) 時間的ずれによる協調 キャラクターの位置関係が斜め横の場合、アドリブの動作をワントテンポ遅らせて行う。これにより動きの伝播(でんぱ)や連携を表現する。

キャラクターの数は3体までとし、キャラクターは3×3の升目上を移動するものとした。また、ダンスの動きの種類として、通常行うダンスステップを5種類、アドリブ動作を7種類、ソロ用のダンスを2種類用意した。

### 4.2 音の情報による動きの起動

キャラクターのアドリブ動作やフォーメーション変形は、音の情報によって起動する<sup>(4)</sup>。

“顔付き MusicDance™”の本体は、プレーヤーアプリケーションソフトウェアにより再生されるMIDI、MP3などの音楽、



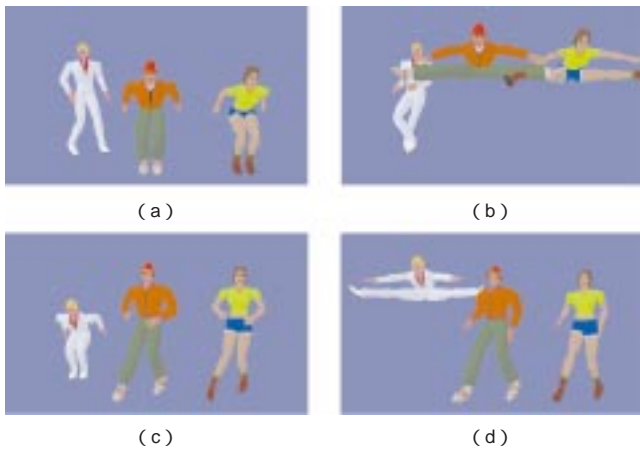


図6. ダンスアニメーションの実行例 (a)(b)では,前方2人のキャラクターが同時にジャンプする。(c)(d)では,前方2人のキャラクターがジャンプをし終わり,後方のキャラクターがジャンプする。  
Images of dancing animation

更に,マイク入力される音声を,逐次,波形データとしてキャプチャリングしている。キャプチャリングは約0.5s間隔で行い,得られた波形データから周波数を算出する。

各アドリブ動作,フォーメーション変形は,あらかじめ用意したマッピングテーブルで周波数帯域と関連づけしている。これにより,周波数が算出されると対応するアドリブ動作,あるいはフォーメーション変形が選択される。

図6はアドリブ動作の実行例である。前方2人のキャラクターが同時にジャンプをし(図6(a)(b)),これにワンテンポ遅れて後ろのキャラクターがジャンプする(図6(c)(d))。同時アクションと動きの伝播の複合形態が表現されている。

#### 4.3 顔画像の合成

顔切出しツールで得られた顔画像は,三次元CGのキャラ

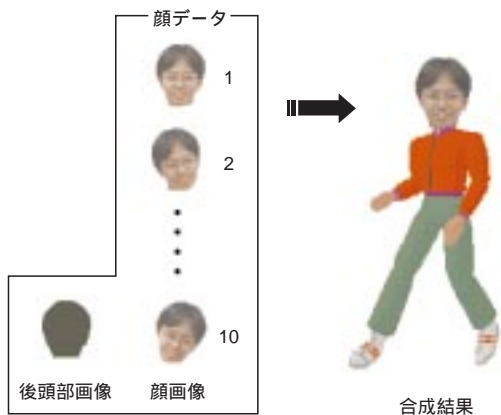


図7. 顔画像の合成 一連の顔画像を順番に切り替えて合成することにより,顔の表情変化をアニメーションする。キャラクターが後ろ向きになった場合は後頭部画像を合成する。  
Texture mapping of facial images

クタの頭部に配置する二次元平面上にテクスチャマッピングして合成する。合成の際,顔の領域外を透明にすることにより,顔の輪郭がわかるようにした(図1)。

アニメーション中は,顔データとして保存されている複数枚の顔画像を,順番に連続的に切り替えて合成する(図7)。これにより,表情変化の付いたダンスアニメーションが可能となる。また,キャラクターが後ろを向いたときは,顔画像を後頭部の画像に切り替えて,三次元的な動きとの整合性を保つようにした。

## 5 あとがき

“顔付き MusicDance™”は,これまで単に撮って保存することしかできなかったデジタル画像を,まったく新たな遊びやコミュニケーションに活用することができる。

例えば,オフィスで家族の写真を飾る代わりに,自分と家族と一緒にダンスパフォーマンスする映像をスクリーンセーバにして用いたり,カラオケ店に集まった仲間の顔を取り込んで,歌声に合わせて踊る映像を楽しむことができる。また,取り込んだ顔データをメールで友人と交換しあい,離れたところで仮想ダンスパーティーを楽しむなど,楽しみ方はいろいろと考えられる。

## 文 献

- 井田 孝, ほか. 自己相似写像による輪郭線のフィッティング. 第5回画像センシングシンポジウム講演論文集. 1999, p.115 - 120.
- 井手賢一, ほか. Active Contour Model を用いた人物輪郭線の自動抽出. 電子情報通信学会 1994 年秋季大会 - ソサイエティ先行大会 - 講演論文集. 情報・システム D-358, 1994, p.366.
- 村田克之, ほか. 協調対話型チームダンスCGの構築. インタラクション'99 論文集. 情報処理学会. 1999, p.55 - 56.
- 村田克之, ほか. 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 -. インタラクション '98 論文集. 情報処理学会. 1998, p. 33 - 34.



村田 克之 MURATA Katsuyuki

研究開発センター マルチメディアラボラトリー。  
CG, 音声処理を主としたヒューマンインタフェースの研究・開発に従事。情報処理学会会員。  
Multimedia Lab.



井田 孝 IDA Takashi

研究開発センター マルチメディアラボラトリー 研究主務。  
画像符号化と画像構造化のアルゴリズムの開発に従事。  
IEEE, 電子情報通信学会会員。  
Multimedia Lab.



久保田 英俊 KUBOTA Hidetoshi

デジタルメディアネットワーク社 青梅工場 PCソフトウェア設計部。パソコンソフトウェアの開発に従事。  
Ome Operations