

【特集1】

乗り物アニメーション新機軸

アニメーション「ルパン三世 風魔一族の陰謀」/
シミュレーションライド「頭文字D ARCADE STAGE 4 LIMITED」/
日産自動車「X-TRAIL」プロモーションビデオ/
新プラグイン「Craft Animations」レビュー

【特集2】

play back SIGGRAPH 2007

研究論文レビュー／Computer Animation Festivalレポート/
映画メイキング解説／日本勢の活躍／展示ブースダイジェスト

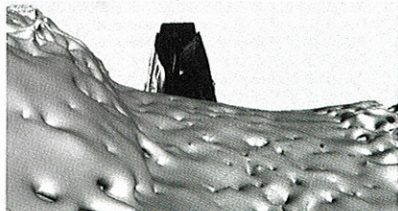
【特別企画】

「精霊の守り人」
「実況パワフルメジャーリーグ2」オープニングムービー
JAPAN国際コンテンツフェスティバル
Digital School Express Special



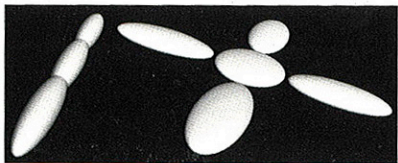
滑らかな水面

CGによる水表現では、「水飛沫の見え方をリアルに仕上げる」ことが最重要課題の一つである。そして現在主流なのは、水面付近に発生させたパーティクル同士を融合させ、暫定的に水面を表わすサーフェスを生成するという手法。ここでのサーフェスは、球や楕円体の表面と同様、関数によって定義されるが、一般的に球のような単純な関数にはならないため、ポリゴンのようなレンダリングしやすいデータ形式に変換する必要がある。この変換を行うには、サーフェスを含む空間の領域を細かな3Dグリッドで覆い、グリッドで仕切られた3Dセルを順に辿って各頂点における関数の値をチェックしていく。つまり、頂点Aにおける関数の値と頂点Bにおける関数の値の



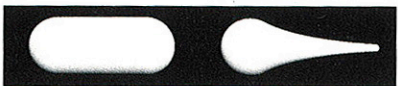
メタボールの限界

Houdiniのメタを用いて作成した水の表面。滑らかな水面ではなく、カッターチーズのようなボコボコした表面になってしまう(画像は共同発表者のマイケル・クライブ氏が作成したもの)



Spatial Anti-Aliasing

新手法のコンセプトはメタボールと似ているのだが、パーティクルの近傍にある他のパーティクルの配置具合がパーティクル同士の融合に大きな影響を及ぼす点が異なる。例えば、一直線上にパーティクルが位置する場合は、その直線の方向に伸びて融合する(左)が、平面上にパーティクルが配置されている場合は、平面上に押し広げられて融合する(右)。後者のような融合はメタでは行えないため、新手法を導入することで薄く平べったい水面を作り出すことが可能だ

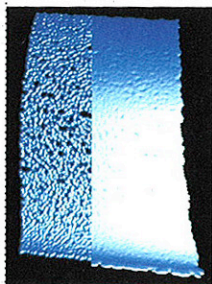


Temporal Anti-Aliasing

パーティクル同士の融合では、パーティクルの速度を用いて、モーションブラーに似たコンセプトの融合も行われる。単純な考えだが、Spatial Anti-Aliasing(左)と比較すると、見た目には大きな効果をもたらすことができた

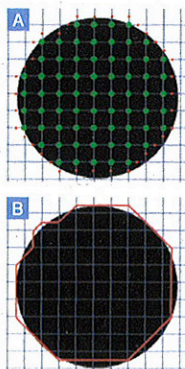
符号が反転していれば、頂点Aと頂点Bを結ぶグリッドの辺の上に新たな頂点が挿入され、これが実質的な水面を表わすポリゴンの頂点となる。

スケッチ"Let's Get Physical"において、ケン・ムセ氏が発表した新しい水面の作成方法は、従来型の手法を2つの点で改善した。1つは、パーティクル同士を融合させる方法の改善である。一般的にこの融合には、メタボールと同様のアルゴリズムが用いられる。しかし『バイレーツ3』の作業では、表現すべき水面の形状が非常に複雑であったため、従来型の手法で融合させるとボコボコとしたカッターチーズのような水面が出来上がってしまった。そこで、量子物理学の分野における分子同士の融合を表わす際に用いられる方法からヒントを得た新たな融合方法が考案された。その新しい融合方法では、パーティクルの位置にテンソルで表された楕円体を配置する。行列の固有ベクトルが楕円の軸の方向となり、行列の固有値が軸のスケールとなる。そしてパーティクル同士を融合させる場合には、各々のパーティクルの位置に配置した楕円を表わす行列に重みを付けて足し合わせる。このような形で融合を行うと、あるパーティクルの近傍に他のパーティクルがどのよ



メタボールとの比較

左がメタボールを用いて生成した水面。右が新しい融合方法を用いて生成した水面。水面の滑らかさの違いがよく分かる



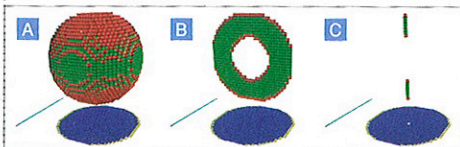
マーチングキューブ

パーティクルを融合させて作り出したサーフェスは、陰関数(implicit function:サーフェス上では「0」、それ以外の点ではサーフェスまでの符号付の距離を値とする関数)で表される。これをレンダリングするにはポリゴンに変換する必要がある。そこで通常は、マーチングキューブと呼ばれる手法が用いられる。図はこの手法の概念を2Dで表したものだ。この方法では、サーフェスを含む領域を細かいグリッドで覆い、グリッドで仕切られたセル(キューブ)を順に辿り、セルの頂点における陰関数の値を調べる。2つの頂点で陰関数の値が反転している場合には、2つの頂点を結ぶグリッドの辺上にポリゴンの頂点(Aの赤点)を発生させる。これらの頂点を結んだものが、ポリゴンで表されたサーフェスとなる(Bの赤線)

うに配置されているかによって、パーティクル同士の融合の仕方が変わってくる。つまり、直線上に並べれば、起伏のあるサーフェスが、一方で平面上に並べれば平らなサーフェスが形成される訳だ。このように、サーフェスの形状をより高い自由度で操作できる点が、新手法の大きなアドバンテージとなっている。

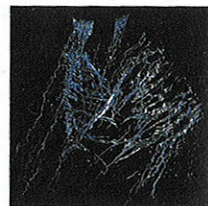
2つ目は、グリッドの作成方法の改善である。従来は均一な大きさのグリッドを発生させていたが、その際に水面を表すポリゴンを高精度で作成するには非常に細かなグリッドを発生させる必要があるため、計算コストもデータ量も増大することが問題となっていた。そこで均一なグリッドではなく、境界面付近だけにグリッドを発生させる方法が発案された。グリッドの分割に階層構造を持たせて水面付近の分割をより密にするという手法はよく知られているが、今回の手法は、昨年ムセ氏自身がScientific Computingの分野で発表した新しいコンセプトに基づく分割方法がベースとなっている。これにより、従来10倍近い密なグリッドをサーフェスの近傍に発生させることを可能にした。『バイレーツ3』では水面の表現であったが、水面以外の物体表面や境界面にも応用できるため、さらなる活用が期待される。

DB-Grid



マーチングキューブの精度と効率を高めるためには、サーフェスの近傍にのみ非常に細かいグリッドを発生させるのが理想的だ。これを可能にしたのが、「DT-Grid」と呼ばれる手法。この方法では、3Dグリッド(A)を、1Dのコラム(C)と2Dのスライス(B)との積で表し、実質的には境界にあたる部分にのみグリッドを発生させていく(図の赤色部分)。「バイレーツ3」では、このDT-Gridをさらに改善した「DB-Grid」という手法が用いられた

「バイレーツ3」の飛沫表現。「Blobtacular(パーティクル同士の新しい融合方法とDB-Gridを導入した境界面の生成方法)」を用いている



ケン・ムセ / Ken Museth
シニア・VFXソフトウェア・エンジニア兼サイエンティスト。スウェーデンのLinköping Universityの教授でもある。