ボリュームデータからの格子４面体分割による断面ポリゴン生成の一手法と応用

2L−1

伊奈　諭

筑波技術短期大学情報処理学科

０　はじめに

３次元ジェリフィッシュ法は、ボリュームデータを視覚化するための手法として知られているが、ボリュームデータを４面体分割法とセル４面体分割法の２種類に分割し、それぞれの特徴を明らかにする。本報告では、３次元格子上の値（ｖａｌｕｅ）を表面の形状を表す値として与えられるものとし、ボリュームデータから等値面を抽出する手法を提示する。また本手法を分子モデリングの例を示す。

１　目的

サイエンティフィックビジュアライゼーションの諸分野では、観測結果や形状計算結果が３次元ボリュームデータとして与えられる場合が多い。これらの等値面の形状や空間的な特徴を理解するためには、ボリュームデータから等値面を抽出し、解析するための手法が発表されている[1,2]。しかし、断面に関しては優れたものがあまり注目されていない。そこで等値面の形成方法とデータ構造の整合性がよく、ボリュームデータ・モデルとオブジェクト等値面モデルとの合成分解できるような一体モデル形成方法を開発する。また合成モデルの作成時に断面が滑らかに連続することも重要である。

２　手法

２．１　処理概要

対象とするボリュームデータ　ｖａｌｕｅ＝ｆ（ｘ，ｙ，ｚ）は、３次元格子上の値（ｖａｌｕｅ）として与えられるものとする。格子を形成している各直方体（セル）を単位として考え、これらをひとつずつ個別に処理することによって断面ポリゴンを生成する。

以下に処理の手順を述べる。

（１）セルを５個の４面体に分割する。４面体の頂点は図２．１のように①001,010,100,111、②000,001,010,100、③011,001,010,111、④101,001,100,111、⑤110,010,100,111の５通りである。このときの隣合う４面体同士の面境界での接続性の点から４面体の分割の方式は図２．１のタイプ１とタイプ２のような２種類が交互に現れるようにする。

（２）個々の４面体単位に断面要素の切り出しを行う。４面体と断面が交わる場合には、その交わり方は図２．２のような２通りがある。ａの場合は３点で交わるので頂点順序に関係なくいつも３角形になる。ｂの場合は４点で交わるので４点の接続の仕方によっては凸四辺形にならない。しかし、いつでも凸四辺形になるように４点の接続順序を図２．２ｂのように決めておくことができる。次にこの４角形を二つの３角形に分割する。こうして求めた３角形要素は一般に複数の等高値帯成分（多色）を含んでいるので、それをさらに（３）で述べるように等高値レベル別にスライスし、単一等高レベル（単色）のポリゴンを作り出す。

（３）（２）で得られた個々の３角形断面要素をさらに細かい等高値成分の要素にスライス分割を行い、得られたスライス断面要素には等高レベルを示すカラーバーに対応するカラーを与える。　以上（１）〜（３）を全セルに対して行って得られたポリゴンの集合から最終的に一つの断面モデルができあがる。

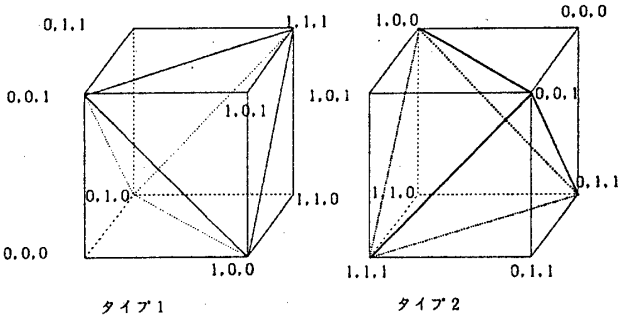
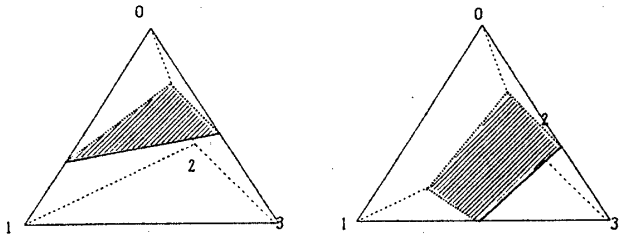


図２．１　格子内部の４面体分割とその頂点構造

図２．２　４面体と断面との交わり方



ａ．３本と交わる場合

３頂点の接続順は自由

ｂ．４本と交わる場合

次の３通りがある。

１．０−１，２−３と交わらない場合
　０，２，１，３の順序
すなわち０−２，２−１，１−３，３−０の順で接続

２．０−２，１−３と交わらない場合
　０，１，２，３の順序

３．０−３，１−２と交わらない場合
　０，１，３，２の順序

A method for constructing cross-sectional image from a set of polygons by dividing each voxel cube into 5 tetrahedrons and its application

Satoshi INA

Tsukuba College of Technology

2．2　3角形断面要素の等高値分割（スライス）手法

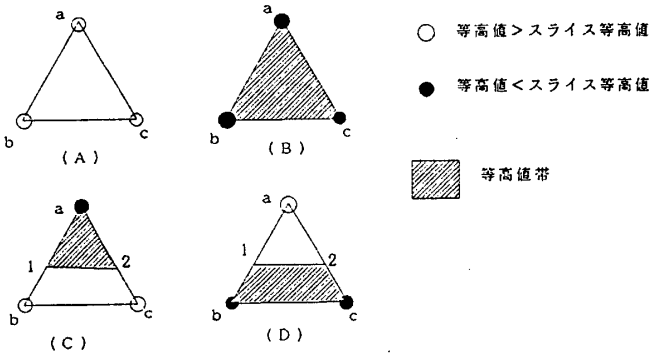
4面体と断面式との交差によって新たに得られた3角形断面要素に対して、指定された等高値レベルごとのスライス分割により単一等高レベル（単色）ポリゴン切り出しを行う。等高レベルは低い方から高い方へ順次スライスするように変化させる。3角形断面要素の頂点の等高値とカレントスライス等高値の関係は図2．3のように4通りである。三角形断面要素の各頂点の値が等高値を含む場合には、図2．3Cあるいは Dのように、必ず1つの3角形と1つの4角形にスライス分割される。3角形側に等高値帯を含む場合（C）には、その3角形(a12)を切り取ってオブジェクト出力し、残った4角形(1bc2)を2つの3角形に分割してから、等高スライス値を増分変化（+等高間隔）させ、個々の3角形のスライス処理を行う。4角形側に等高値帯を含む場合（D）には、その4角形(1bc2)を切り取ってオブジェクト出力し、残った3角形(a12)に対して等高スライス値を増分変化（+等高間隔）させ、その3角形のスライス処理を行う。なおスライス線によって分割されて新たに頂点となる点（図2．3の1、2の点）の（x，y，z）座標計算には、線分両端点の等高値と座標値を元に線形比例計算によって行った。この処理を最終等高値に対する処理が終わるまで、あるいは3角形要素が等高値範囲外になるまで繰り返す。

3　応用例

簡単な例として分子モデリングにおけるエチレン（C_2H_4）の分子軌道関数の等値表面、断面、その他モデルとの合成モデルを示す。図3．1に示すような7種のモデルオブジェクトを合成したものが図3．2である。ここから一番外側のスペースフィルモデルをPUSH DOWNしたものが図3．3である。さらに等値表面（分子軌道関数面）モデルをPUSH DOWNすると図3．4のように隠された断面が現れる。

ここで等値表面と断面を合成した場合に、それらのしきい値境界がフィットし、断面境界が等値表面モデルからはみ出したりしない。

図2．3　3角形断面要素の頂点とスライス等高値の関係



参考文献

1）栗原・矢島「3次元等高面表示とその非晶質半導体構造表示への応用」情報処理学会グラフィックスとCADシンポジウム予稿集 p63～70,(1985)

2）Ake Wallin,"Constructing Isosurfaces from CT Data",IEEE Computer Graphics & Application,VOL.11,No.6,Nov.1991,p28-33

3）伊奈「分子構造のモデリングと可視化」PIXEL No.116,p91～95,(1992)

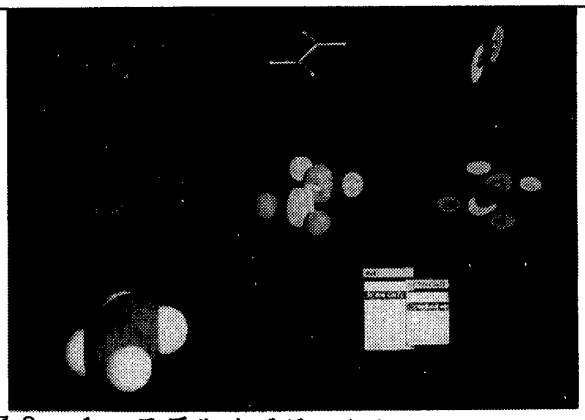


図3．1　モデルオブジェクトの一例
上段左からﾎﾞｼﾝﾄﾞﾓﾃﾞﾙ、ﾎﾞｰﾙｽﾃｨｯｸﾓﾃﾞﾙ、断面ﾓﾃﾞﾙ。中断左からﾜｲｱﾌﾚｰﾑﾓﾃﾞﾙ、等値表面ﾓﾃﾞﾙ、断面ﾓﾃﾞﾙ。下段左はｽﾍﾟｰｽﾌｨﾙﾓﾃﾞﾙ。

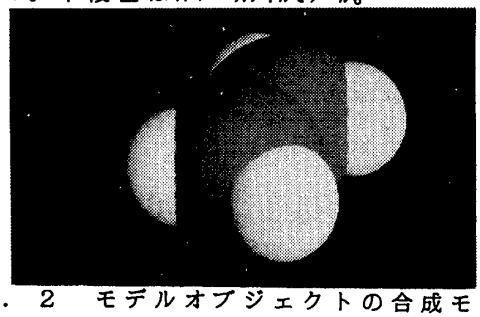


図3．2　モデルオブジェクトの合成モデル

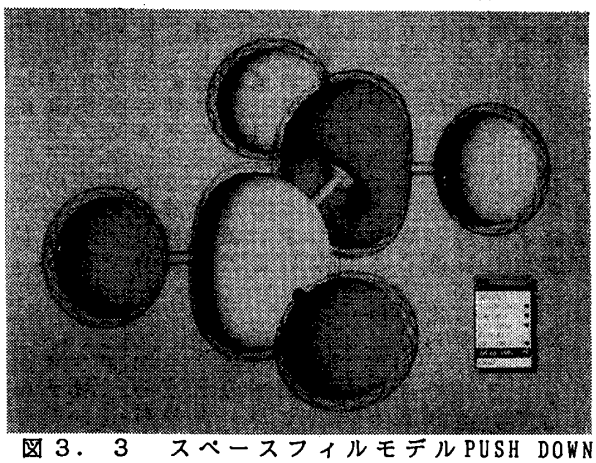


図3．3　スペースフィルモデルPUSH DOWN

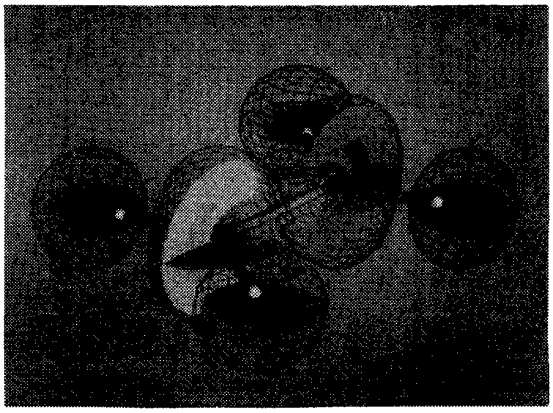


図3．4　等値表面モデルPUSH DOWN