

サーフェス情報で構成される任意の領域と三角形間のクリッピングに関する研究

Study on Clipping between Optical Area composed only for Surface Data and Triangle

1w130338-2 田中 克明 指導教員 坂井 滋和 教授

TANAKA Katsuaki

Prof. SAKAI Shigekazu

概要： 本論文は、物体の内部と外部を判別する情報を持たないサーフェスモデルとして定義された任意の領域に対する三角形ポリゴンのクリッピングアルゴリズムを提案している。元来、サーフェスモデルはサーフェス情報から成るモデルのことを指す。しかし、最近ではサーフェス情報以外の情報が付加される場合も増えている。一方で、Unityをはじめとしたゲームエンジンではサーフェス情報しか持たないサーフェスモデルが使われている。こうしたケースでブーリアン演算を行うためにはサーフェス情報のみから計算を行う必要がある。したがって、サーフェス情報によるポリゴンのクリッピングが必要不可欠となる。その具体的な方法として本論文では、2枚の交差する三角形に生じる2つの交点と、クリッピングされるポリゴンの頂点のうち領域の内部に存在する頂点を合わせた頂点リストを作成する。この処理を、クリップ領域を構成する三角形ポリゴン全てとの間で行う。こうして得られた複数の頂点リストを一つにまとめることで、クリッピングの出力となる多角形の頂点リストを作成し、標題に掲げた目標を達成する方法とした。

キーワード：クリッピング，サーフェスモデル，ブーリアン演算，ゲームエンジン

Keywords: clipping, surface model, 3D Boolean logic, Game Engine

1. はじめに

従来、ブーリアン演算はCADやCGソフトなどでソリッドモデルを用いて実現されてきた。一方、ビデオゲームやVR等のインタラクティブなCGコンテンツではリアルタイムレンダリングを行う必要があることから、計算量やメモリ使用量が少なくリアルタイムレンダリングとの相性がよいサーフェスモデルを一般的に用いている。したがって、従来のソリッドモデルに用いられているアルゴリズムを適用することは困難である。しかし、近年コンピューターの性能が飛躍的に向上したことで、これまでは計算量が多いため困難とされたブーリアン演算も実現可能になっているのではと考えた。サーフェス情報のみでブーリアン演算を行うためには、モデルを構成するポリゴン1枚1枚に対して、必要な部分のみを残し残りを削除するクリッピングの計算を行う必要がある。

2. 先行研究

すでに用いられているクリッピングとしてCohen-Sutherland Algorithm^[1]、Sutherland-

Hodgman Algorithm^[2]、Weiler-Atherton Algorithm^[3]、などがある。しかしこれらのアルゴリズムは、特定の形状の領域にしか適用できない、クリップ領域の頂点の結合情報がないとできない、といった問題点があり、今回そのまま用いることはできなかった。

本研究ではSutherland-Hodgman Algorithmの、線分の頂点が領域内外のどちらにあるかで記録する頂点を決めるという考えをベースに、任意の領域でも適用可能なクリッピングアルゴリズムを考える。

3. 提案手法

クリッピング後の多角形の頂点には元の三角形ポリゴンの頂点のうち、クリップ領域の内部に存在していた頂点が必ず含まれる。そのため、三角形の3つの頂点がそれぞれクリップ領域の内部と外部どちらに存在しているかを区別する必要がある。まず三角形のもつ頂点を始点とする半直線を定義し、その半直線とクリップ領域を構成するポリゴンとの衝突回数を記録する。衝突回数が奇数であるならば頂点はクリップ領

域の内部に存在し、偶数であるならば頂点は外部に存在している。得られた頂点の内外情報を記録する。この手順を三角形の3つの頂点全てに対して行う。内部に頂点が複数存在する場合、クリップされるポリゴンの存在する平面によるクリップ領域の断面が凸であるならば、その内部の頂点は必ずクリップ後の多角形においても隣あっている。したがって、適用するアルゴリズムを頂点の内外情報から場合分けを行う必要がある。三角形ポリゴンの状態を図1.Aのような場合、図1.Bのような場合、図1.Cのような場合、図1.Dのような場合に分ける。

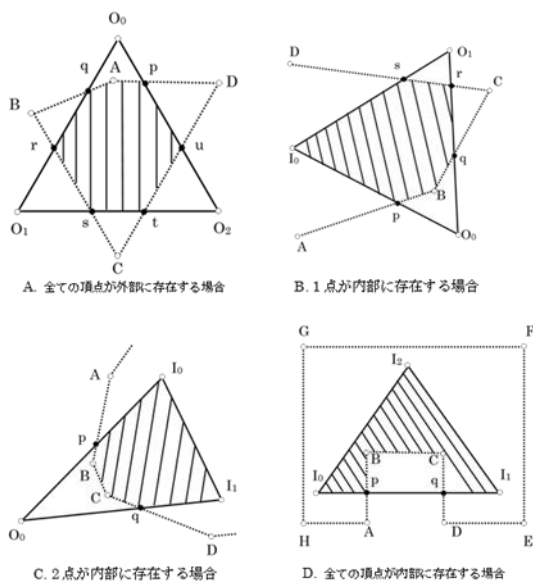


図1 三角形の場合分けの例

本研究では Sutherland-Hodgman Algorithm では対応できない、クリップされたポリゴンが複数の多角形に分割される場合にも適用可能にするため、頂点リストが閉じた多角形であると確定した時点で出力するようにしている。

4. 結果とまとめ

提案したアルゴリズムを実験するに当たって、ゲームエンジンである Unity^[4]を利用した。Unity は三角形ポリゴンしか扱うことができない。そのため、得られた多角形に対して ear clipping Algorithm^[5]を適用することで三角形に分割している。プリミティブな2つの図形を用いて、片方をクリッピングされるオブジェクトとして、もう一方をクリップ空間として検証を行った。下の衝突図において、左側に位置しているオブジェクトがクリップ空間、右側がク

リッピングされるオブジェクトである。

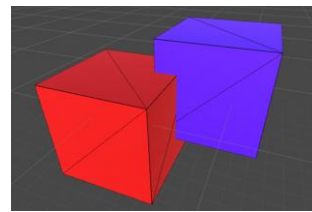


図2 成功例の衝突図

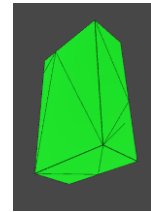


図3 成功例の結果

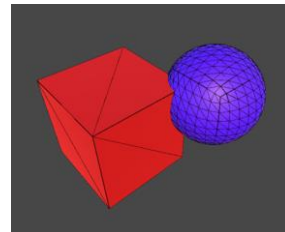


図4 失敗例の衝突図

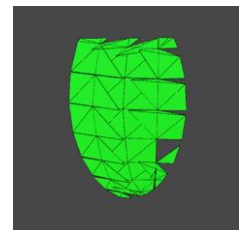


図5 失敗例の結果

三角形のクリッピングが失敗した場合について、ポリゴンそのものが検出できていない場合、出力される三角形ポリゴンのうちの一点が正しい位置に存在しない場合、多角形のうちの一点が検出されていない場合の3種類が確認される。

本研究ではサーフェスモデルでのブーリアン演算を実現するために、各三角形ポリゴンに対して行うクリッピングの手法を提案した。Sutherland-Hodgman Algorithm では対応が不可能である出力が複数の多角形になる場合についても対応できるように、出力が閉じた多角形であると確定する度に多角形を出力するアルゴリズムへと改良した。検証の結果、提案手法ではクリッピング処理に成功する場合と失敗する場合が確認されたことから、失敗条件の調査と問題の解消が今後の課題である。

5. 参考文献

- [1] "The Cohen-Sutherland Line-Clipping Algorithm." Foley, James, et al. *Computer graphics principles and practice*. Wesley Publishing Company, 1990. 113-117.
- [2] "The Sutherland-Hodgman Polygon-Clipping Algorithm." Foley, James, et al. *Computer graphics principles and practice*. Wesley Publishing Company, 1990. 124-127.
- [3] "The Weiler-Atherton Algorithm." Foley, James, et al. *Computer graphics principles and practice*. Wesley Publishing Company, 1990. 689-693.
- [4] <http://japan.unity3d.com/>. n.d. 31 1 2017.
- [5] Meisters, G. H. "Polygons have ears." *American Mathematical Monthly* 82 (1975): 648-651.