

2K-6

適応アンダーサンプリングを用いた高速画像生成における
誤補間された画素の検出・訂正方法

秋本 高明 末永 康仁

NTT ヒューマンインタフェース研究所

1. はじめに

筆者らは先に、階層的適応アンダーサンプリングに基づく光線追跡法による画像生成の高速化手法「画素選択型光線追跡法(PSRT)」を提案した⁽¹⁾⁽²⁾。しかし、アンダーサンプリングを用いる場合、小さな物体や細長い物体が生成画像から消えたり途切れたりすることがある。

本文では、適応アンダーサンプリングを用いた高速画像生成において、誤って補間により輝度が与えられた画素の一部を検出し、輝度を正しく計算しなおすことにより、細長い物体の途切れや鋭い突起の欠けを防ぐ方法を述べる。

2. アンダーサンプリングによる高速化とその問題点

PSRTの従来の画像生成アルゴリズム⁽¹⁾を図1に示す。このようにPSRTは、まず画像を粗くサンプリングして正確に輝度を求め、次に4画素の類似性に従って中心画素の輝度を補間か光線追跡かで求め、これを繰り返すことにより画像を高速に生成する。

このような適応アンダーサンプリングと輝度の内挿によって画像生成を高速化する方法では、次のような画質劣化が生じることがある。

- (1)内挿により計算された画素の輝度は、誤差を含む。
- (2)初期サンプリング画素の間にある小さな物体全体が、生成画像から完全に消えてしまう。
- (3)細長い物体の途切れ、鋭く細い突起の欠けが生じる。

この中で、(1)による画質劣化は、視覚的に無視できる。(2)(3)は、初期サンプリング画素の間に小さなまたは細長い物体が埋もれてしまい、小さな物体があるべき位置の画素の輝度が誤って補間により計算されてしまうことにより生じる。このような細かいパターンの消失や欠けは見た目の画質を著しく落とす。これはサンプリング固有の問題であり、特に上記(2)のような小さな物体の消失は、サンプリングによって物体を探る方法をやめるか、サンプリング間隔を物体の大きさより狭くする以外に防止できない。

一方、上記(3)の場合、初期サンプリングによってその物体の一部の情報は正しく得られているので、適応サンプリングのアルゴリズムを工夫すれば生成画像中のパターンの途切れや欠けを防止できる。以下に、上記(3)の原因である誤補間された画素の検出・訂正方法を述べる。

3. 誤補間の検出・訂正方法

図1(e)は、誤補間によりくさび状のパターンが欠けた例である。この図を見ると分かるように、誤補間が起きている付近では、隣接した画素の輝度が異なるにもかかわらずその一方の輝度が補間により計算されている。ところで、

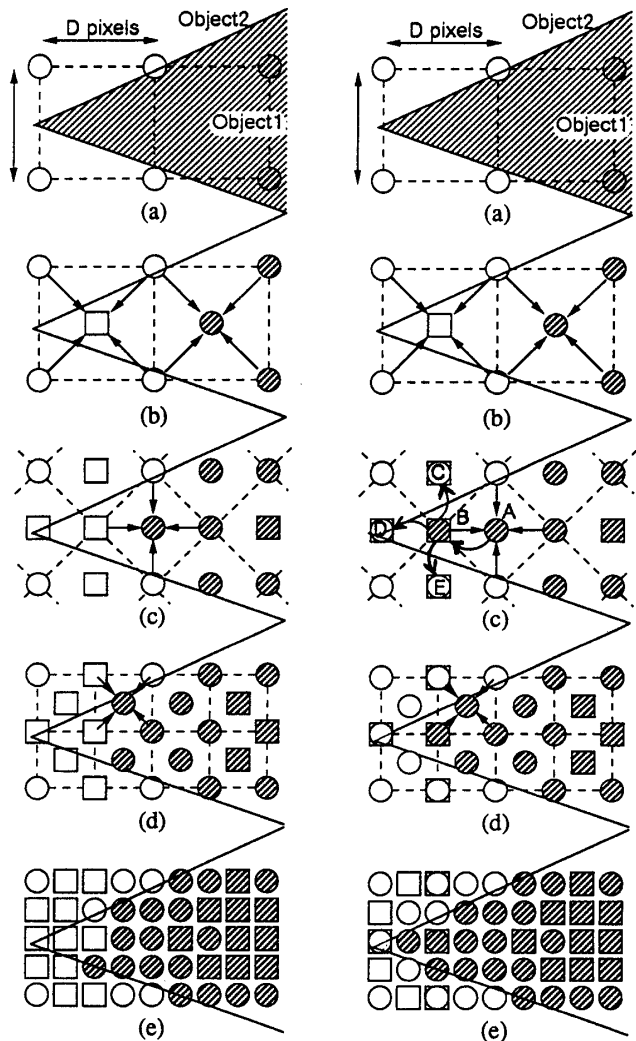


図1 従来のアルゴリズム

図2 改良アルゴリズム

- 光線追跡で計算された画素
- 輝度補間で計算された画素
- ◻ 光線追跡で再計算された画素
- ▨ 物体1の色

Detection and Correction of Erroneous Interpolated Pixels for Fast Image Generation Method Based on Adaptive Undersampling

AKIMOTO Taka-aki and SUENAGA Yasuhito

NTT Human Interface Laboratories

隣接した画素が異なる場合、その画素の間には物体の境界が存在するはずである。従って、正確な境界線を見つけるために、その2画素の輝度は光線追跡により正確に計算されるべきである。

ここで述べる方法では、階層的適応アンダーサンプリングの各段階(階層)において上述した状態を検出し、補間により計算された画素の輝度を光線追跡法で計算しなおすことにより、誤補間画素の輝度を訂正する。図2を用いて改良アルゴリズムを説明する。

[誤補間検出・訂正アルゴリズム]

階層的適応アンダーサンプリングの各段階において、

- (1) 正方領域の4隅の画素の類似性を調べ、類似していないならば、中心画素の輝度を光線追跡で計算し、ステップ2へ行く(図2(c)の画素A)。類似しているならば中心画素の輝度を補間により求めて、次の領域の処理を行う。
- (2) 4隅の画素の中で、補間により輝度が計算されており、かつ中心画素と類似していない(表示物体や輝度が異なる)画素を抽出し、その輝度を光線追跡で再計算する(図2(c)の画素B)。
- (3) 再計算された画素の表示物体や輝度が再計算される前のそれらと異なる場合、その画素の変化により影響を受ける領域を抽出する。(図2(c)の画素C, D, Eを中心とする領域)。
- (4) 前ステップで抽出された領域の類似性を調べ、類似していないならば、中心画素の輝度を光線追跡で計算し、ステップ2へ行く。ステップ2からステップ4を再計算される画素がなくなるまで繰り返す。

4. 改良アルゴリズムによる画質劣化防止の効果

本文で述べた改良アルゴリズムによる画質劣化防止の効果を確認するために、初期サンプリングの間隔を16画素と大きくして3つの細長い円錐物体の画像を生成した。図3(a)は従来のアルゴリズムで生成された画像、図4(a)は本文で述べた改良アルゴリズムで生成された画像である。図3(b)と図4(b)は、光線追跡で輝度を求めた画素の位置を示した図である。図5と図6に別の生成画像例を示す。

これらの生成画像から分かるように、従来のアルゴリズムでは円錐の先端部分が大きく欠けたり、ロゴの中の細長い影が途切れたりしているが、改良アルゴリズムではそれらの画質劣化がない。図4(b)で示されるように物体の境界付近の画素は光線追跡で正しく計算されている。

図6の画像の生成中に再計算された画素は793個で、画像生成時間は図5の生成時間の約4%増であった。従って、誤補間画素の検出に要するオーバーヘッドは画像生成処理全体に比べて小さく、本改良アルゴリズムを用いることにより適応アンダーサンプリングの高速性を損なわずに画質劣化を軽減できる。

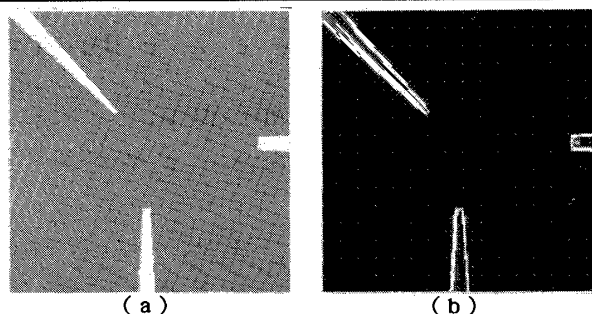


図3 従来のアルゴリズムによる生成画像例1

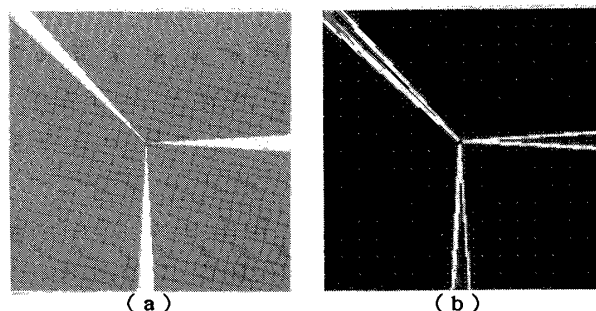


図4 改良アルゴリズムによる生成画像例1

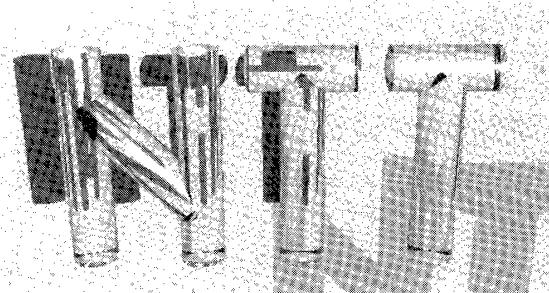


図5 従来のアルゴリズムによる生成画像例2

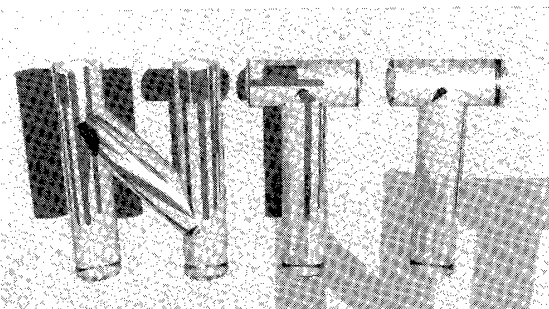


図6 改良アルゴリズムによる生成画像例2

5. おわりに

適応アンダーサンプリングを用いた高速画像生成方法における、誤って補間された画素の検出と輝度の訂正方法について述べた。本方法を使うことにより、細長い物体や鋭い突起を持つ物体に対して、1画素でもそれらの物体の情報を持った画素が存在すれば、それらの物体の途切れや欠けを防止できる。

- [文献] (1)秋本他, "画素選択...", 信学論J69-D, 12(1986)
 (2)T. Akimoto, "Improved...", 信学春季全大, SD-3-27(1989)