

審査の結果の要旨

氏 名 王 桐

本論文は、コンピュータグラフィックスの分野における基本的な問題であるサンプリングという問題に対して、並列化に適した高速なポアソンディスクサンプリング手法を提案している。具体的には、KDtree に基づくタイリングによって高速に2次元サンプルを得る手法、既成の2次元サンプルを3次元サーフェスへ投影することによって3次元サーフェス上にサンプルを得る方法、与えられたサンプルの緩和法による最適化をさらに高速化する手法の3つを提案している。以下、詳細を述べる。

まず、第1章においては、信号処理・コンピュータグラフィックス・コンピュータビジョンなど様々な応用において重要な問題としてサンプリングの問題があること、サンプリングには規則的な手法と不規則的な手法があること、不規則的な手法の代表例としてブルーノイズサンプリングがあることが説明されている。さらに、並列化の困難さが既存手法の問題として説明され、これを解決することが本博士論文の目的であることが述べられている。その上で、サンプリングパターンのクオリティの評価手法やそのアプリケーション、サンプリングに関する既存研究について説明されている。

第2章においては、本論文の第1の貢献として、KDtree に基づくタイリングによって高速に2次元サンプルを得る手法が提案されている。タイリングによるサンプリングは、一点ずつ挿入していくdart-throw による手法よりも高速であることが知られているが、定型のタイルを利用することによる繰り返しが現れてしまうという問題があった。本章では、まず大きいサンプルセットを用意したあと、その一部をランダムに切り取って貼り合わせていく手法を提案している。また、貼り合わせる側では、元の領域を縦横に交互にランダムに分割していくことにより明白な繰り返しが現れないような工夫をしている。タイルを敷き詰めた後、タイルとタイルのつなぎ目について、求められる性質を満たすように、点の削除と追加を行う。

第3章においては、本論文の第2の貢献として、既成の2次元サンプルを3次元サーフェスへ投影することによって3次元サーフェス上にサンプルを得る方法が提案されている。3次元サーフェス上でのサンプリング手法としては、従来は一点ずつ挿入していく

dart-throwに基づくものが主であり、高速化が課題であった。提案手法では、既成の2次元サンプルを3次元サーフェスに並列に投影していく方法をとることにより、アルゴリズムの並列性を向上し、高速化を実現している。より具体的には、正面と上面と側面の3方向から投影を行い、不適切な点を削除した後、また別の方向から投影を行う、という操作を繰り返していく。方向の決定においては、ランダムな方向を選択した後で、これまでに使用済みの方向と近い場合には棄却する、という方法を利用している。

第4章においては、本論文の第3の貢献として、与えられたサンプリングの緩和法による最適化をさらに高速化する手法が提案されている。緩和法による最適化では、各点について周囲の点との距離を調べて遠ければ近づける、近ければ遠ざけるといった方法で、サンプリングの質の改善を行う。提案手法では、各点について、周囲の点をどのくらい動かすべきか、を表す *activeness* という値を計算し、それを利用することで最適化の効率を改善している。さらに、通常のドロネー三角形分割による近傍探索の代わりに、よりGPUに適した方法としてk近傍による方法も提案し、その有効性を確認している。

最後に、第5章において、本論文の内容のまとめと課題、将来展望が述べられている。

以上、本研究は、サンプリングという基本的な問題に対して、並列性を向上することによって高速化を実現する手法を提案し、実証実験によってその有効性を示している。特に3章で紹介されている既成2次元サンプリングの3次元サーフェスへの投影による手法は、それまでに例のない画期的な手法であり、3次元サーフェスにおけるサンプリングにおいて重要な貢献であると考えられる。この点を含め、本博士論文は、全体として信号処理・コンピュータグラフィクス・コンピュータビジョン分野にまたがる基礎技術における重要な貢献を行っているものと考えられる。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。