3F−04

確率過程サンプリング法のネットワークを用いた並列分散処理*

市村 智和† 山本 弘明 田中 覚 山田 徳史 篠 競

福井大学 工学部§

1. まえがき

確率過程サンプリング法は、曲面上のブラウン運動を用いて曲面をサンプリングする手法である[1]。ひとつのブラウン粒子でサンプリングが実現できるので、独立な多粒子による並列化が容易に可能であると思われる。

本研究では、このサンプリング法の並列処理の効率を検証するとともに、ネットワーク環境下の複数のマシンを用い、効率良く並列処理できるモデルを開発する。

2. 確率過程サンプリング法

確率過程サンプリング法とは、確率微分方程式(1)に従う曲面 I_F 上のブラウン運動をプロットすることによって I_F をサンプリングする方法である[1]。

$$dq_i(t) = dq_i^{(T)}(t) + dq_i^{(S)}(t) + dq_i^{(N)}(t) \qquad (1)$$

$dq_i^{(T)}(t)$：曲面 I_F の接平面方向のランダムな変位
$dq_i^{(S)}(t)$：曲面 I_F の曲率による粒子の有限な飛び出しを補正する変位
$dq_i^{(N)}(t)$：曲面 I_F 上への拘束力による変位

また、確率過程サンプリング法は図1に示すようにCPUのクロック数とサンプリング時間が比例関係にある。これは処理速度の違うマシンで並列処理を行う際、非常に有意義である。

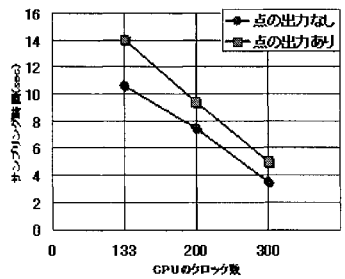

図1: サンプリング時間とCPUのクロック数の関係

3. ネットワーク環境下での並列化

—環境—

- 処理速度の違うマシン7台
- 並列化にはMPIを使用

—単純な並列化モデル—

確率過程サンプリグ法の並列化による有用性を検証する。この並列化のアルゴリズムは、初期点を各プロセス毎に生成し、各プロセスで独立してサンプリングする。最後に、サンプル点を各プロセスから集めて出力する。マシン数に応じて、反比例して時間が短縮されるのが理想であるが、処理速度が近いマシンによる並列化では、ほぼこれに近い結果が得られた。このことは、確率過程サンプリング法の並列性の高さを証明できる。しかし、このモデルでは、処理速度の遅いマシンが含まれている場合においてボトルネックが生じ、計算時間を充分縮小することができない(図2)。

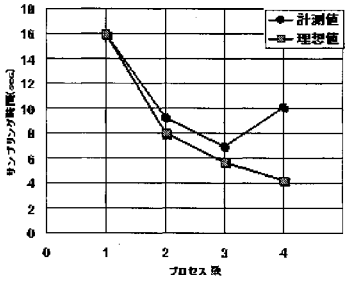

図2: サンプリング時間の実測値と理想値の関係
(遅いマシンを混在させた単純な並列化モデル)

*The parallel and distributed processing of stochastic process sampling method based on computer network
†Tomokazu Ichimura
§Faculty of Engineering,Fukui University

—改良された並列化モデル—

このような環境において効率良く並列処理できるモデルを考える。並列処理モデルは次のようなものである。

(1) 計算プロセスとサンプル点の出力プロセスがある。
(2) サンプル点の出力プロセスは1つであり、余裕があるときは計算も一部負担する。
(3) 計算プロセスはサンプル点を求め、決まった点数(これを1ブロックと呼ぶことにする)毎に出力プロセスに転送する。
(4) 各計算プロセスは、1ブロック当りの計算時間が均等になるように1ブロック当りの点数を決める。
(5) 1ブロック当りの点数を決める際には、あらかじめプレシミュレーションによって得られた時間を基準とする。

図3に、このモデルのプロセス数と計算時間の関係を示す。このモデルでは、処理速度の遅いマシンが含まれる環境でも、理想時間に近付いていることが分かる。

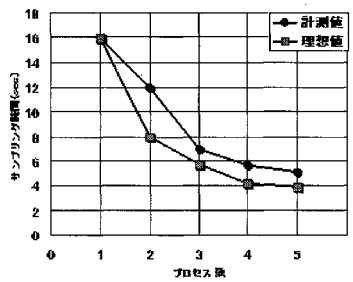

図 3: サンプリング時間の実測値と理想値の関係
(改良された並列化モデル)

4. まとめ

確率過程サンプリング法は、並列度の高いアルゴリズムであることを実証した。さらにネットワーク環境下での効率の良い並列処理モデルを開発し、その効果は充分であることを示した。ネットワーク環境下の複数台のマシンを用いたこの並列処理モデルは並列コンピュータに比べ安価に、そして手軽に構築できるため、その用途に期待が持てるといえる。今後は、もっとマシン数が多い場合も検証して行きたい。

[1] " Sampling Implicit Surfaces Based on Stochastic Differential Equations withConverging Constraint" S.Tanaka, A.Morisaki, S.Nakata, Y.Fukuda, and H.Yamamoto,Computers & Graphics 24(3),(2000),419-431.