

## R34b PC クラスタ用超低レイテンシ通信ライブラリの開発と $N$ 体計算への応用

似鳥 啓吾、牧野 淳一郎 (東大理)

昨年の秋季年会 (R24b) に続いて、PC クラスタ用超低レイテンシ通信ライブラリの開発及び性能評価、今回は特に前回より大規模で実用に近づけたハードウェア構成での  $N$  体計算における性能について報告する。

独立時間刻みのアルゴリズムを用いた衝突系  $N$  体計算の並列化は、CPU 間に細かな通信が多発するため、ネットワークのバンド幅よりレイテンシがクリティカルとなる問題であり、それゆえ PC クラスタの応用が困難な問題でもあった。

プロセッサ間通信を通常の TCP/IP を使って実現した場合、安価な Gigabit Ethernet ではレイテンシが大きくなり十分な性能を得ることはできない。しかし、我々は計算プロセスが直接ハードウェアを制御するユーザーレベル通信を実装することで、約  $5\mu\text{s}$  という高価な Myrinet にも匹敵する超低レイテンシを実現できた。このユーザーレベル通信を実現するライブラリを我々は ULTRA (User Level TRAnsfer) と名付けた。

前回、我々は最大 4 台の Athlon64 クラスタで並列  $N$  体コードを動作させ、従来の TCP/IP を用いたものから大幅に通信オーバーヘッドを削減することに成功したことを報告した。今回我々は、リデュース、ギャザといった集団通信の実装アルゴリズムを台数が増えても高速、安定に動作するように拡張し、さらに GRAPE-6A クラスタにも並列  $N$  体コードを実装した。PC クラスタで 8 台、GRAPE-6A は 4 台までの性能について報告する。

ULTRA は、 $N$  体計算に限らず、幅広い分野で PC クラスタの応用範囲を広げる可能性を持つ。我々は ULTRA のソースコード及びドキュメント類を <http://grape.astron.s.u-tokyo.ac.jp/~nitadori/ultra/> に公開した。