



Title	共有メモリシステムとプロセッサネットワーク上での分散アルゴリズムに関する研究
Author(s)	井上, 美智子
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39162
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	井 上 美 智 子
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 11908 号
学位 授 与 年 月 日	平成 7 年 3 月 23 日
学位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学 位 論 文 名	共有メモリシステムとプロセッサネットワーク上の分散アルゴリズムに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 都倉 信樹
	(副査) 教 授 谷口 健一 教 授 菊野 亨 教 授 柏原 敏伸 教 授 萩原 兼一

論 文 内 容 の 要 旨

分散システム上の複数のコンピュータが協調して作業を行うためのアルゴリズムは分散アルゴリズムと呼ばれる。本論文では、分散システムの代表的な2つのモデルである共有メモリシステムとプロセッサネットワーク上の分散アルゴリズムに関して考察する。

共有メモリシステムは、複数の非同期プロセスが共有メモリを介して通信を行うシステムで、分散アルゴリズムの効率は各プロセスの共有メモリに対する操作数で評価される。本論文では、共有メモリ上にスナップショットオブジェクトを実現するアルゴリズムを提案する。スナップショットオブジェクトは、プロセス数と同数個のセグメントからなるデータ構造で、各セグメントはそれぞれ各プロセスに所有されている。各プロセスは、自分の所有するセグメントの値を更新する操作、および、すべてのセグメントのある瞬間の値を読み込む操作を行うことができる。スナップショットオブジェクトは、非同期に更新される複数のセグメントのある瞬間の全体像を与えることができるオブジェクトで、共有メモリシステム上の多くのアルゴリズムで応用されている。これまで、更新または読み込みのどちらか一方の操作を $O(n)$ 回、他方の操作を $O(n \log n)$ 回のレジスタ操作で実現するアルゴリズムが提案されている (n : プロセス数)。本論文では、スナップショットオブジェクトの各操作を、共有メモリの操作単位である共有レジスタへの $O(n)$ 回の操作で実現するアルゴリズムを示し、既知の結果を改善する。

プロセッサネットワークは、複数の非同期プロセッサが通信ネットワークで接続されているシステムで、分散アルゴリズムの効率は、アルゴリズムの実行時に交換されるメッセージの総量（通信複雑度）で評価される。本論文では、ネットワークをグラフと考えた場合に枝の重みの総和が最小の生成木を構成する問題である最小重み生成木（MST）構成問題を考える。リンクの重みをそのリンクを介してメッセージを送信するのに必要なコストを考えると、ネットワーク上のあるプロセッサが他のすべてのプロセッサに対して情報を配布する場合に、MST の枝を介すと最小のコストで情報配布ができる。本論文では、MST構成問題の通信複雑度とネットワークの形状の関係について考察する。具体的には、完全ネットワークを対象とするMST構成問題のビット複雑度が $O(n^2 + w n \log n)$ であること、超立方体状ネットワークを対象とするMST構成問題のメッセージ複雑度が $\Omega(n \log n)$ であることを示す (n : プロセッサ数, w : 重みを表すのに必要なビット数)。

論文審査の結果の要旨

複数のコンピュータとその通信手段からなる分散環境に関する理論的研究は、分散環境の実際的な開発にも必要とされ、工学的にも重要な研究である。

本論文では、分散環境の代表的な2つのモデルに関して、共有メモリシステム上でのスナップショットをとる問題とプロセッサネットワーク上でリンクの重みの和が最小となる生成木（MST）を構成する問題を考察している。2つの問題とも、各モデル上で応用性の高い基本的かつ重要な問題である。

まず、共有メモリシステム上でスナップショットをとる問題に関しては、各プロセスがそれぞれ共有メモリに対する $O(n)$ 回の操作で問題を解くことができるアルゴリズムを示している。ただし、 n は共有メモリを利用するプロセスの個数である。これは、あるプロセスは共有メモリに対して必ず $O(n \log n)$ 回の操作を必要とする既知の最良のアルゴリズムを改善した結果である。

次に、プロセッサネットワーク上でMSTを構成する問題に関しては、ネットワークが完全ネットワークである場合、問題を解くために交換する必要のある情報量の上界が $O(n^2 + wn \log n)$ ビットであること、超立方体状ネットワークである場合、問題を解くために交換する必要のあるメッセージ数の下界が $\Omega(n \log n)$ 個であることを示している。ただし、 n はネットワーク上のプロセッサの個数、 w はリンクの重みを表すのに必要なビット数である。

完全ネットワークに関する上界は、 $w = O(n / \log n)$ のとき、既知の下界に一致し、超立方体状ネットワークに関する下界は既知の上界に一致する結果である。

以上、本論文は分散環境の代表的なモデルである共有メモリシステムとプロセッサネットワーク上で分散アルゴリズムに関する研究に大きく貢献するものであり、博士論文として価値あるものと認める。