

Title	分散処理システムの性能評価に関する研究
Author(s)	下條, 真司
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1526
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【47】

氏名・(本籍)	しも 下	じょう 條	しん 真	じ 司
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7296	号	
学位授与の日付	昭和61年3月25日			
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	分散処理システムの性能評価に関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授 高島 堅介			
	(副査)			
	教授 藤澤 俊男	教授 嵩 忠雄	教授 都倉 信樹	
	教授 豊田 順一	教授 鳥居 宏次		

論文内容の要旨

本論文は分散処理システムにおいてプロセス間通信を考慮に入れてシステムの性能評価を行う手法について述べている。本論文で扱う分散処理システムとしては、単一のプロセッサと独自のローカルメモリーからなる各処理要素（PE）が共通の通信路を介して結合されているものとする。分散処理システム上で実行される一まとまりの仕事をジョブと呼び、ジョブは分散処理可能な幾つかの部分処理、すなわちプロセスから構成されるとする。各プロセスは別々のPEで並列に実行可能であるが、これら各プロセス間での処理の同期およびデータの相互転送が必要であり、その結果、各プロセス間でプロセス間通信が行われる。

分散処理システム上でプロセスを各PEに割り当てて実行する場合、同一のPEに割り当てられたプロセス間同志ではプロセッサの使用に関し競合が生じ、また一方、異なるPEに割り当てられたプロセス間同志ではプロセス間通信による通信路の競合が生じ、これらがシステムの性能を大きく左右する要因となる。例えばプロセスを割り当てるPE数を減少させると同一PE内のプロセッサの競合が増大し、また一方プロセスを割り当てるPE数を増加させると異なるPEに割り当てられたプロセス同志のプロセス間通信による通信路の競合が増大する。したがって、分散処理システムにおいてあるジョブを実行する場合、その上で分散して処理されるプロセスのPEへの割り当て方法によってジョブの実行が完了する時間は異なってくる。そこでここでは分散処理システム上であるジョブの実行が開始されてからその実行が終了するまでの時間の平均、すなわち平均ジョブ実行時間を評価測度としてとり、これを最小にするようなプロセスの割り当てを求める問題を考えた。

まず、任意にプロセスを割り当てた場合に対し、そのときの平均ジョブ実行時間を待ち行列網理論を

用いて解析的に求める手法を提唱した。次に平均ジョブ実行時間を目的関数とするプロセス割り当て問題を整数計画問題として定式化した。このうち、均質な（実行時間と他のプロセスとの通信確率が等しい）プロセスに対するプロセス割り当て問題に関し、平均ジョブ実行時間を最小にするPE数を解析的に求めた。これにより、均質プロセスの割り当て問題においてすべての可能な割り当てを探索することなく容易に求めることができた。また、一般の（実行時間および通信確率が各プロセス毎に異なる）プロセス割り当て問題に対しても、各PEにおけるプロセスの実行時間の総和を等しくする（ロードバランス）とともに各PE間の通信量がほぼ等しくなるような割り当てにより平均ジョブ実行時間を最小化できるという発見的手法を導入し、これに基づく二つの近似解法を提唱した。中でも分枝限定法に上記の発見的手法を導入することにより、解の探索時間を大幅に改善することができた。またいくつかの数値例に本手法を適用し、厳密解と比較することにより、この手法で得られる近似解の有効性を示した。

また、解析では扱うことが困難な複雑なシステムの性能評価を行い、解析で導入した近似の妥当性を検討するために、分散処理システムにおいてソフトウェア・ハードウェアを統合的に評価できるようなシミュレータSEDSを開発した。

論文の審査結果の要旨

本論文は分散処理システムにおいてプロセス間通信を考慮に入れてシステムの性能評価を行う手法について述べ、プロセス間通信を考慮に入れたプロセス割り当て問題について近似解法を示している。ここでは分散処理システム上であるジョブの実行が開始されてからその実行が終了するまでの時間の平均、すなわち平均ジョブ実行時間を評価測度としてとり、これを最小にするようなプロセスの割り当てを求める問題を考えている。

まず、任意にプロセスを割り当てた場合に対し、分散処理システムとして、プロセスがプロセス間通信を行っているときに、PEが他のプロセスの処理を行わないものと、他のプロセスの処理を続行するものの二種類を考え、これらの分散処理システムに対する待ち行列網モデルを構築することにより、平均ジョブ実行時間を解析的に求める手法を提唱している。次に平均ジョブ実行時間を目的関数とするプロセス割り当て問題を整数計画問題として定式化した。しかし、このような整数計画問題において直接最適解を求めることはNP完全であることが示されており、極めて困難であることから適当な近似手法の導入が必要となる。ここではまず、均質なプロセスに対するプロセス割り当て問題に関し、プロセス間通信を行ったときにCNを獲得するまでの待ち時間に近似を導入することにより平均ジョブ実行時間を最小にするPE数を解析的に求める手法を示している。これにより、分散処理システムの設計に際し、プロセッサを何台使用したらよいかを知ることができる。また、一般のプロセス割り当て問題に対しても、各PEにおけるプロセスの実行時間の総和を等しくする（ロードバランス）とともに各PE間の通信量がほぼ等しくなるような割り当てにより平均ジョブ実行時間を最小化できるという発見的手法を導入し、これを整数計画問題として定式化し、分枝限定法を用いた解法を示している。またいくつかの数

値例に本手法を適用し、厳密解と比較し、本近似解法により、計算時間が大幅に短縮され精度も十分であることを確認している。

さらに、解析では扱うことが困難な複雑なシステムの性能評価を行い、解析で導入した近似の妥当性を検討するために、分散処理システムにおいてソフトウェア・ハードウェアを統合的に評価できるようなシミュレータSEDSを開発した。

このように本論文は分散処理システムにおける性能評価上の新しい問題としてプロセス間通信を考慮に入れ、平均ジョブ実行時間を目的関数としたプロセス割り当て問題を考え、それに対して待ち行列網理論と分枝限定法に近似を導入した解法を示している。これにより、直接平均ジョブ実行時間を目的関数とするよりも計算時間を短縮し、充分精度のよい解が得られることを示している。プロセス間通信を考慮に入れて平均ジョブ実行時間を評価することにより、異なるPEに割り当てられたプロセス間の通信によるCNでの競合による待ち時間を含めた分散処理システムの評価を行っている。これにより分散処理システムの接続形態やジョブのプロセス構成を含めた性能評価を可能としている。このように、本論文は分散処理システムの性能評価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。