

GAを用いた分散システム向けのEnd-to-Endタスクの割り当て

枝光 圭祐[†] 兪 明連[†] 横山 孝典[†]東京都市大学大学院[†]

1 はじめに

現在、複数のノードをネットワークによって接続し処理を各ノードで分担して行う分散システムが普及しつつある。分散システムではある機能を果たすタスクの集合を EtE(End-to-End) タスクと呼び、EtE タスク集合の元をサブタスクと呼び、サブタスクを最初から最後まで実行することで EtE タスクとしての機能を発揮する。分散システムの中でリアルタイムシステムに属するシステムでは指定の時間までにタスクの実行を完了させることが求められる。さらにあるタスクの応答時間が他のタスクの応答時間に与える影響を小さくする目的でタスクの応答時間は小さいことが望まれている。本研究では分散システムの EtE タスクの応答時間を小さくする手法として、EtE タスクの中で最大の応答時間を小さくするノードへのタスク割り当て手法を提案した。

2 システムモデル

本研究で対象とする分散システムのモデルは、各ノードにはプロセッサが1つずつある。タスクの実行は周期的に要求され実行完了までの時間にはデッドラインがある。そしてタスクの実行優先度は周期が短いものに高い優先度が割り当てられ、与えた優先度は変更しない。

図1に分散システムの構成例を示す。図1のシステムはノードを3つ持ち、EtE タスクは T1, T2, T3, T4 の4つを実行するシステムである。T2 はサブタスクを3つ、T1, T3, T4 はサブタスクを1つ持つ。EtE タスクのサブタスクの実行順番は番号が小さいサブタスクから行われるため、T2 でのサブタスクの実行順番は T2,1, T2,2, T2,3 となる。

3 関連研究

分散システムの EtE タスクの応答時間を小さくする手法としてノードへのタスク割り当て、ノード内のタ

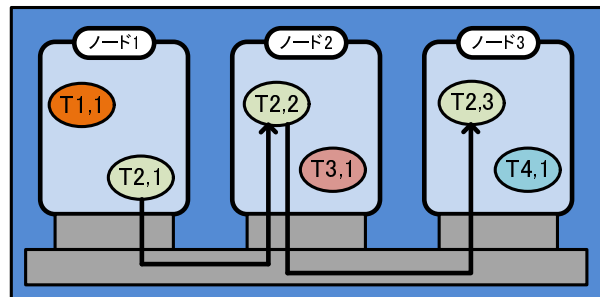


図1: 分散システムの構成例

スク実行順番, EtE タスクのサブタスクの実行要求プロトコルがある。

3.1 ノードへのタスク割り当て

タスクの割り当ては NP(Non-deterministic Polynomial time) 完全問題であることからこれまでは決まった手法がされてこなかった。

3.2 ノード内のタスク実行順番

ノード内でタスクを実行する手法として RM(Rate Monotonic) アルゴリズムが提案されている。RM アルゴリズムはシングルプロセッサの静的優先度環境で最適なアルゴリズムとして知られている。

3.3 EtE タスクのサブタスクの実行要求プロトコル [1]

ノード間の実行開始要求を送るプロトコルとして DS(Direct Synchronization) プロトコル, PM(Phase Modification) プロトコル, MPM(Modified Phase Modification) プロトコル, RG(Release Guard) プロトコルが提案されている。そして RG プロトコルがより有効な手法として知られている。

4 提案手法

NP 完全問題を解く際, GA(Genetic Algorithm: 遺伝的アルゴリズム) などの近似解探索法がよく利用され

The assignment of End-to-End tasks in the distributed systems with genetic algorithm

[†]Edamitsu keisuke

[†]Graduate school, Tokyo City University

る．GA とは生物が環境が変化するとその変化に自身を適応するように変わっていく性質を近似解の探索方法に使用したものである．

図 2 は GA の操作の流れを示したものである．染色体の初期集団を用意し，この集団の染色体の内容を交叉や突然変異の操作によって変化させる．そして変化した集団の染色体がどれだけ目的に近づいているかの評価を行い淘汰していく．この操作を繰り返す行うことで集団の染色体が目的の解に近づいていく．

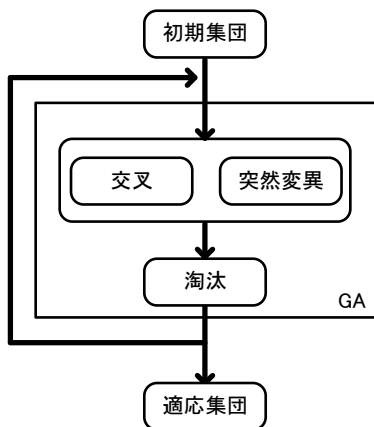


図 2: GA の流れ図

本研究では GA を用いて NP 完全問題である EtE タスクの最大の応答時間を小さくするタスク割り当て問題の近似解を求める．GA を割り当て問題に適用するために染色体のデザインと染色体の評価をする評価関数の提案をした．

図 3 に染色体のデザインを示す．染色体はサブタスクが割り当てられたノードの番号が並んだ形とし，複数のサブタスクを持つ EtE タスクのサブタスクのノード番号を左側，1 つだけサブタスクを持つ EtE タスクを右側に並べた．

サブタスク	T1,1	T3,1	T4,1	T2,1	T2,2	T2,3
ノード番号	1	2	3	1	2	3

図 3: 染色体デザイン

評価関数はすべての EtE タスクの応答時間の中で最大の応答時間が小さい染色体ほど高く評価するものとした．

5 評価

本研究ではシステム全体でノードは 32 個あり，実行される EtE タスクはサブタスクを 2 から 5 個持つ分散システムを想定し，シミュレーションを行った．図 4 にシステム利用率 70% のときにおいて，GA によって求めた割り当て解の最大応答時間がランダムに割り当てを行った場合に比べてどれだけ最大応答時間を小さくできたかの割合を示したものである．図 4 をみるとタスクセット内の複数のサブタスクを持つ EtE タスクの割合が増えるにしたがって削減率が小さくなっている．

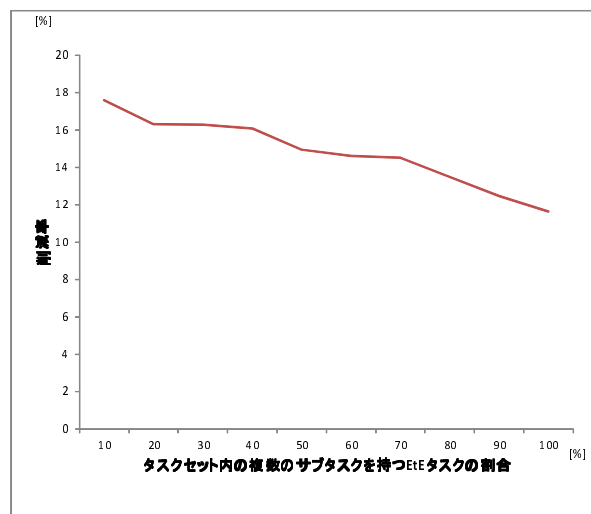


図 4: 利用率 70% のときの応答時間の削減率

6 まとめ

分散システムのノードへのタスクの割り当て問題について，EtE タスクの最大の応答時間が小さくなる割り当て手法を GA を用いて提案し，その効果を確かめた．今後の課題としては，染色体を評価する関数がタスクの応答時間についてのみを考慮したものでデッドラインなどについては考慮されていないことが挙げらる．

本研究は JSPS 研究費 24500046 の助成を受けたものです．

参考文献

[1] JUN SUN, "FIXED-PRIORITY END-TO-END SCHEDULING IN DISTRIBUTED REAL-TIME SYSTEMS", Thesis of Doctor of the University of Illinois at Urbana-Champaign (1997).