5J-7

ACOを用いたリアルタイムスケジューリングアルゴリズムの提案.

趙　丞†　　兪　明連†　　横山　孝典†
東京都市大学†

1. 研究背景

現在，我々の周りにはリアルタイム性を必要とする様々な情報通信システムが広く存在している．例えば，プラント制御システム，航空管制システム，ビデオ会議システム，電話システム，銀行のATMシステムなどである．これらのシステムは時間制約の課せられたリアルタイムシステムに分類される．一般的なシステムでは論理的な正確さが求められるのに対して，リアルタイムシステムでは論理的な正確さに加えて，時間的な正確さを求められる．

音声，画像，映像を含めたマルチメディアデータを処理するマルチメディアシステムの増加に伴い，締め切り時刻が設定されるが，必ずしもその時刻までに終了する必要のないソフトリアルタイムシステムを対象としたシステムの解析が重要になってきている．特にシステムが過負荷の場合の最適なアルゴリズムは確立されていない．そのためシステムの過負荷に対応し，タスク成功率を向上するスケジューリングアルゴリズムが必要とされている．

2. 従来研究とその問題点

2.1 ACO(Ant Colony Optimization) 蟻コロニー最適化[1)]

ACOとは，蟻が餌を巣に運ぶ行動と，その際分泌されるフェロモンをモデル化したものであり，探索エージェントはヒューリスティクスな情報である．各都市間の距離情報とフェロモン情報をもとに探索を行う．探索エージェントは蟻と考える．ACOの特徴はヒューリスティクス値と呼ばれる探索領域への静的な評価値と，フェロモンと呼ばれる探索領域への動的な評価値を組み合わせた探索である．フェロモン情報は蓄積と蒸発を繰り返し，フェロモンが多いほどエージェントに対する誘因性が高まる．それにより，さらなるエージェントが都市間に移動しフェロモンを分泌することで，他のエージェントがその都市間を移動する確率が高まるのが基本的な原理である．探索エージェントがこれらの値を基に巡回路を作成し，また作成した巡回路の長さに応じてフェロモンを変化させる．フェロモンはいわば過去の探索情報の蓄積であり，このフェロモンのコントロールするのがACOの探索性能を決定する．

2.2 Kotechaらの ACO スケジューリングアルゴリズム[2)]

Kotechaらのアルゴリズムは Dorigo[3)] らによって提案された TSP(Traveling Salesman Problem) を解くためのアルゴリズムに基づいて ACO と同じアプローチでソフトリアルタイムシステムに適用したアルゴリズムである．TSP とは. 各タスクを都市と考えられて，異なるいくつか実行順序を建立して，各実行順序を分析して，フェロモンを更新する，各タスクの実行可能推移確率を算出して確率が高いタスクを実行するというアルゴリズムである。アルゴリズムのフローチャートは図1に示す.

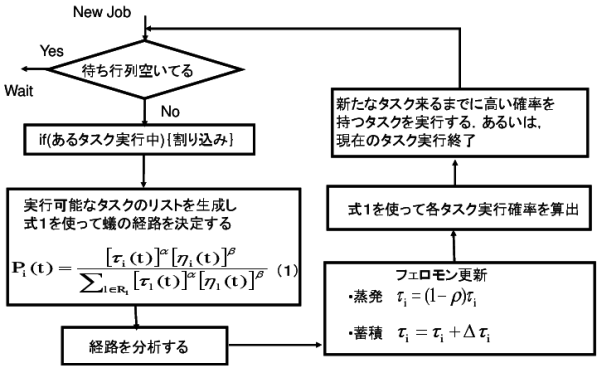

図 1 提案のアルゴリズムのフローチャート

- $P_i(t)$ は時刻 t に i 番目タスク実行可能の確率, i$\in N_1$, しかし,N_1 は時刻 t に実行可能のタスク集合.
- l$\in R_1$,R_1 はすべてのタスク集合
- τ_i は時刻 t に i 番目タスクのフェロモン量
- η_i は時刻 t に i 番目タスクの評価値, しかし,$\eta_i=\frac{K}{D_i-t}$ ここで t は現在時刻,K は定数, D_i は i 番目タスクの絶対デッドライン.
- α と β は重み
- ρ は蒸発率
- $\Delta\tau$ は分泌したフェロモン量。

このように，システム過負荷の時に実行可能率が高いタスクを選択してスケジュールをしていく.

「A proposal of Scheduling Algorithm for Real-Time Operating Systems using ACO」
†Sho Sho, Myungryun Yoo, Takanori Yokoyama
†Tokyo City University

Copyright ©2014 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

2.3 Kotecha らのアルゴリズムの問題点

Kotecha らのアルゴリズムでスケジューリング行うと，システムの過負荷時に EDF 方式と比較して，ジョブ成功率や有効な CPU 利用率が上がる．しかし，実行するタスクを決めるまでに，研究対象は周期タスクであり，周期ごとに起動するため，一回実行終了すると，近いうちにまた起動するはずである．，Kotecha ら研究ではフェロモンの更新の蒸発段階に実行可能タスクと実行終了タスクが区別がなく，すべてのタスクを蒸発させることによって，ハイパー周期の前回のスケジューラーが起動時に算出した結果は参考にならない．そのため，フェロモンの更新方法は結果探索精度が下がり，タスク数が増加する上，全体的にジョブの成功率が上がらない．

3. 研 究 目 的

Kotecha ら研究のフェロモンの更新方法を検討し，システムが過負荷の状態下にジョブの成功率や有効な CPU 利用率を向上させるアルゴリズムを提案する．

4. 研 究 手 法

Kotecha らのアルゴリズムと違い，フェロモンを更新する場合，蒸発する段階は全てタスクのフェロモンを蒸発させるのではなく，その時刻に実行可能タスクだけを蒸発させるというアルゴリズムを提案する．

Kotecha らのフェロモン更新方法は以下のようになる．

- 蒸発　τ_i=$(1-\rho)\tau_i$ i$\in$ R_1, しかし,R_1 は全てタスク集合.
- 蓄積 τ_i=$\tau_i+\Delta\tau$,i$\in$ N_2,N_2 は実行されたタスク集合

提案のフェロモンの更新方法は以下のようになる．

- 蒸発　τ_i=$(1-\rho)\tau_i$ i$\in$ N_1, しかし,N_1 は時刻 t に実行可能のタスク集合.
- 蓄積 τ_i=$\tau_i+\Delta\tau$,i$\in$ N_2,N_2 は実行されたタスク集合

5. 評 価 方 法

シミュレーションは，システム利用率 60 %，70 %，100 %，150 %，200 %において従来研究と提案するアルゴリズムの比較を行い，ジョブの成功率と有効な CPU 利用率を評価する．

表 1　ジョブ成功率

システム利用率	70%	100%	150%	200%	250%
従来手法	100%	100%	61.60%	47.30%	36.70%
提案手法	100%	100%	66.70%	54.70%	46.80%

表 2　CPU 利用率

システム利用率	70%	100%	150%	200%	250%
従来手法	70%	99%	60.20%	45.30%	35.30%
提案手法	70%	98%	62.50%	49.70%	40.50%

6. 考　　察

表 1 より，ジョブの成功率は，システム利用率が 100% 未満の場合，従来手法と提案手法のジョブの成功率は変わらない．システム利用率が 100% を超える場合，システム利用率が大きくなる伴い，両方の手法のジョブ成功率が下がっていく．しかし，提案手法ではシステム利用率 150% から 250% にて最大で 10%, 最小でも 5% 程度ジョブ成功率が向上している．

表 2 より CPU 利用率では，システム利用率が 150% 未満の場合，従来手法と提案手法の CPU の利用率は変わらない．システム利用率が 150% を超える場合，システム利用率が大きくなる伴い，両方の手法の CPU の利用率が下がっていく．しかし，提案手法ではシステム利用率は 150% から 250% にて最大で 10%, 最小でも 3% 程度 CPU の利用率が向上している．

よって，提案手法がジョブ成功率に関してはどのシステム利用率でも従来手法より優れている．ACO を用いて，マルチプロセッサを対応できるアルゴリズムを今後の課題とする．

謝　　辞

本研究の一部は JSPS 科研費 24500046 の助成を受けたものです．

参 考 文 献

1) Hyondoku Ryang, 松井　丈弥 and 能登　正人, : 最良巡回路探索エージェント群を用いた ACO アルゴリズムの改良 *The 24th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, Vol.3E4-3, 2010.
2) K Kotecha, A Shah : Scheduling Algorithm for Real-Time Operating Systems using ACO, *CICN,2010 Intelligence and Communication Networks*, pp. 617–621, Nov 2010.
3) M.Dorigo and L.M. Gambardella.Ant colony system : A cooperative learning approach to the traveling salesman problem, *IEEE TEC*, Vol. 1, No. 1, pp. 55–66, 1997.

Copyright ©2014 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.