

グラフ上の反応拡散方程式を用いた大規模システムの制御

(杉助手・太田助教授・新井教授)

湯浅らはグラフ上の反応拡散方程式により自律分散システムをモデル化することを提案している。ここではシステム全体はグラフで表現され、各自律要素がグラフの頂点、自律要素間の相互作用がグラフの枝となる。グラフ上のポテンシャル関数によってシステム全体の目標を定義し、そのポテンシャル関数の勾配系に従って各自律要素を時間発展させることで、大域的な目標を実現するために各要素がどのように振舞えばよいかを求めることができる。このモデルは広い適用範囲を持ち、本研究室では以下の応用研究を行っている。

自律分散型交通信号制御：多数の交通信号を連動させ、交通状況に応じて適切に制御することにより、交通効率を改善することが可能となる。本研究では交通信号網を非線型結合振動子系としてモデル化し、振動子系の挙動をグラフ上の反応拡散方程式によって記述することで、交通信号網の広域制御を自律分散的手法に実現する。各信号は、それぞれの局所的な交通状況に応じ、スプリット(信号が各方向の交通流に与える青信号時間の比)、オフセット(隣接する信号同士の青信号開始時刻の差)、およびサイクル長(信号の周期)を調節する。これまでに簡単な環境でシミュレーションを行い、定常的な交通状況および動的な交通状況に対する提案手法の有効性を確認している。

ジョブショップスケジューリング：本研究では、ジョブの追加や削除の発生、作業時間の誤差などの外乱や現実的な制約(切替制約など)を考慮した大規模なジョブショップスケジューリング問題を扱う。個々の工程を自律要素とみなし、順序制約(各ジョブの工程の順序に関する制約)と容量制約(一つの機械が同時に処理できる作業の数に関する制約)とをポテンシャル関数で表し、ポテンシャルの極小値となる実行可能解へと生産スケジュールを変化させる。この手法と工程の作業順序入れ替えによる解の改善とを組み合わせることにより、外乱や現実的な制約の存在する環境において質の良い実行可能解を求めることを目指している。

Keywords: Reaction-Diffusion Equation on a Graph, Traffic Signal Control, Job-Shop Scheduling

References

- 1) 湯浅秀男, 伊藤正美: “グラフ上の反応拡散方程式と自律分散システム”, 計測自動制御学会論文集, Vol. 35, No. 11, pp.1447-1453, 1999.
- 2) 杉正夫, 湯浅秀男, 太田順, 新井民夫: “サイクル長制御を取り入れた自律分散型交通信号制御”, 計測自動制御学会論文集, Vol. 39, No. 8, pp. 767-776, 2003.
- 3) 承敏鋼, 杉正夫, 太田順, 山本政, 伊藤宏樹, 井上和佳: “Decentralized Job-Shop Scheduling by Reaction-Diffusion Equation on a Graph,” 計測自動制御学会第 17 回自律分散システム・シンポジウム資料, pp.87-92, 2005.

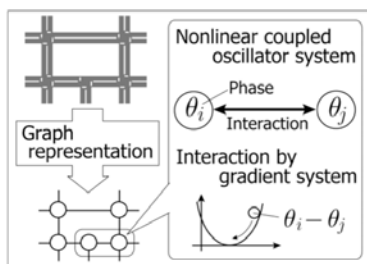


Fig. 1 Overview of Offset Control

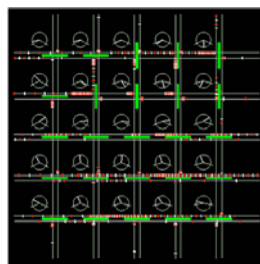


Fig. 2 Traffic Simulation

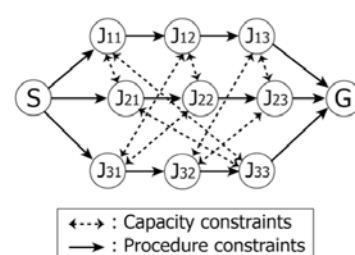


Fig. 3 Sample of Constraints with 3-job 3-machine problem