

論文誌掲載論文概要

J O R S J

Vol. 40, No. 3

ブロック Gauss-Seidel 法が幾何収束するための必要十分条件について

住田 潮 (国際大学), 井垣 伸子 (帝塚山大学)

ブロック Gauss-Seidel 法は大規模なマルコフ連鎖の平衡確率を計算するための最も重要な反復法のひとつである。本論文ではこの方法が大局的に幾何収束するための必要十分条件を求めた。またこの収束性は、マルコフ過程の状態空間の分割の仕方に依存しているが、任意のエルゴディックな確率行列に対して、ブロック Gauss-Seidel 法が大局的に幾何収束するような分割の仕方が少なくとも1つは存在することも示した。

目標探知確率を最大にする最適識別探索時間

飯田 耕司, 宝崎 隆祐, 海保 健 (防衛大学校)

現実の探索においては、目標信号に酷似した信号を発する偽目標物の探知やシステム・ノイズにもとづく虚探知が頻発することが多い。その場合の探索は目標物らしい信号 (コンタクトと呼ぶ) を広く探索する広域探索と、それが真目標物であることを確認する精査の2段階探索となる。しかもノイズにもとづくコンタクトは、信号の再現性がないために精査によって虚探知であることが確認できないのが普通である。したがって精査をいつまで続けるかが問題になる。本研究はある地域内に存在する1つの目標物の探索において、探索時間が制限されているとき、目標探知確率を最大にする精査の最適打ち切り時間を求めたものである。広域探索ではポアソン過程に従って信頼性の異なるコンタクトが発生する。探索者は直ちに広域探索を中断して精査に取りかかり、精査中は新たなコンタクトは発生しない。ある時間精査して目標物が確認できなければ、探索者は次のコンタクトを求めて広域探索に戻る。本研究では残り時間 t のときに得られた信頼性 k のコンタクトに対する最適精査時間を求め、そのふるまいや最適条件の現象的な解釈、数値例による感度分析等を示した。

2次収束性をもった3段階主アフィンスケールリング法 Romesh Saigal (ミシガン大学)

本論文では線型計画問題に対する主アフィンスケールリング法を取り上げ、予測修正子法とみなすことのできる探索方向決定の方法を示す。2種類の探索方向決定法を考える。1つ目は、1対の各予測子操作の間に修正子操作を1つ挟むもので、これを2段階法と呼ぶ。2つ目は、修正子操作を2つ挟むもので、これを3段階法と呼ぶことにする。2段階法は次数1.5の超1次収束すること、3段階法は2次収束することを示す。これは Tsuchiya と Monteiro による次数1.3の超1次収束に勝るものである。

基多面体の端点を列挙する多項式時間アルゴリズム Ping Zhan (江戸川大学)

多面体の端点列挙はたとえば凹関数の多面体上での大域的最小解を求めることに応用できる。しかし一般的に不等式系で与えられた多面体のすべての端点を入力と出力のサイズの多項式時間で求めることは難しい。

本論文では、劣モジュラ基多面体のすべての端点を $O(n^3V)$ 時間、 $O(n^2)$ 空間で求めるアルゴリズムを紹介する。ここで n は次元で V は出力される端点の数を表わす。さらに、これは多項式時間遅れのアルゴリズムである。すなわち、出力過程において次の端点を出力するまでに多項式時間しかかからない。またこのアルゴリズムはグラフの全域木列挙やマトロイドの基の列挙にも応用できる。

一般的なブロッキング構造をもつ Fork/Join 多段生産システムの確率的性質

中出 康一, 大野 勝久 (名古屋工業大学)

これまで、直列型生産ラインや通信型ブロッキングをもつ fork/join 待ち行列について、確率順序を用いた性能比較や、可逆性、ならびに構造的等価性に関する研究が個々になされてきている。本論文では、これらのモデルを特別な場合として含む、一般的なブロッ

キングをもつ fork/join 型多段生産システムについて考察する。システムが停止しないという初期在庫量の条件のもとで、このシステムを一般化セミマルコフ (GSMP) に定式化し、GSMP における凸性が成り立つことを示す。これを用いて、確率順序による加工終了時刻の性能比較を行うとともに、加工順序を逆向きにしたシステムとの加工終了時刻に関する等価性や、一部のステーション間の加工順序を逆向きにしたシステムとの構造的等価性を示す。

m機械フローショップ型自動生産システムの最適スケジューリング

程 金良, 木瀬 洋, 軽野 義行 (京都工芸繊維大学)

本論文は m 台の容量の大きいバッファを伴った加工セル (たとえば、マシニングセンタ), 1 台の AGV (Automated Guided Vehicle) およびローディング, アンローディングステーションからなるフローショップ型自動生産システムに対し, 最大完了時間を最小化する最適スケジューリング問題を論議する。まず, この問題を定式化した上で, 近似的に古典的な $(m+1)$ 機械フローショップスケジューリング問題に帰着させる。そして, この $(m+1)$ 機械フローショップスケジューリング問題にもとづいて, ファジィ推論におけるメンバーシップ関数を構成し, それを近似アルゴリズムに利用する。さらに, このファジィ近似を利用した分枝限定法アルゴリズムを提案する。広範な数値実験によって, 提案した近似解法は最適解あるいは最適解に近い近似解を与えることを示す。また, 提案した分枝限定法アルゴリズムは $m=3$ の場合, 400 ジョブまでの大規模な問題例に対して, 実用的計算時間で 90% を上回る高い割合で最適解を与えることを示す。

平均費用規範のもとでの最適小修理・取替え問題: (t, T) -政策の最適性

大西 匡光 (大阪大学)

本論文では, 平均費用規範のもとでの信頼性システムの最適取替え問題をセミ・マルコフ決定過程として定式化し, 故障率関数が年齢に関して狭義に単調増加で無限に発散するという仮定のもとで, すべての可能な小修理・取替え政策の中で, いわゆる (t, T) 政策が最適であることを示す。ここで (t, T) -政策 ($0 \leq t \leq T \leq +\infty$) とは, 年齢 t 以前の故障に対しては小修理を施し, 年齢 t 以後は, 最初の故障が発生するか, あるいは故障なく年齢 T に達するかのいずれか早い方の

時刻で取替えを行うという保全政策のことである。

片側または両側に境界があり, 列方向に関して飛び越しをしない 2 次元マルコフ連鎖の推移確率について

Julian Keilson (ロチェスター大学)

増田 靖 (慶應義塾大学)

本論文では, 片側または両側に境界があり, 列方向に関して飛び越しをしないマルコフ連鎖において, 推移確率が行列の形で級数構造をしていることが示される。グリーン関数法と Neuts による行列級数法は, あるクラスのマルコフ連鎖の定常分布を求める方法としてそれぞれ独立に開発されたわけであるが, この 2 つの方法の関係は必ずしも明らかではない。本論文は, この関係も明らかにする。また, 「推移率行列」の確率的解釈も与えられる。

パーフェクト双向グラフに対する一般化安定集合問題

田村 明久 (電気通信大学)

双向グラフは無向グラフを一般化したもので, 各辺はさらに両端点に正または負の符号を持っている。本論文では, 無向グラフに対する最大重み安定集合問題を双向グラフに一般化した問題を扱う。この問題を双向グラフに対する一般化安定集合問題と呼ぶ。論文では, ある種の施設配置問題 (最大重み安定集合問題としては簡単に定式化できないように思われる) が一般化安定集合問題として安定化されることを紹介する。

最大重み安定集合問題は, 無向グラフがパーフェクトならば多項式時間で解けることが知られている。一方, パーフェクトという概念は双向グラフにも自然に拡張される。また, ある種の自然な前提のもとで双向グラフがパーフェクトである必要十分条件は各辺を無向辺で置き換えて得られる無向グラフがパーフェクトとなることが示されている。これらのことより, 一般化安定集合問題がパーフェクト双向グラフに対しても多項式時間で解けることが期待される。

本論文では, 以下のようにしてこのことを証明する。ある種の辺削除を定義し, これが双向グラフのパーフェクト性を保存することを示す。さらに, この辺削除を用いて任意の双向グラフに対する一般化安定集合問題がある無向グラフの最大重み安定集合問題に帰着できることを示す。また, この帰着はグラフの頂点数に関する多項式時間で終了する。これらを総合し, 最大重み安定集合問題に対する既存の多項式時間解法と組

み合わせることで本論文の目的は達成される。

非線形最適化に対する主双対内点準ニュートン法の超1次収束性について

矢部 博 (東京理科大学), 山下 浩 (数理システム)

線形計画法における内点法の成功に端を発して、近年、非線形最適化問題に内点法を適用する試みがなされている(見直されている)。本論文では、準ニュートン法にもとづいた主双対内点法が超1次収束するための必要十分条件を示す。そのための準備として、非線形方程式に対する修正ニュートン法と修正準ニュートン法の局所的2次・超1次収束性を一般的に議論する。これらの方法は、ヤコビ行列の一部分の近似、方程式の摂動、ニュートン・ステップの成分ごとの減速を考慮したものである。これらの結果を非線形最適化問題に適用することによって、主双対内点準ニュートン法が超1次収束するための必要十分条件が得られる。さらに、主変数と非負条件に対する双対変数に関する超1次収束性のための必要十分条件も与える。この結果は、逐次2次計画法等の従来の非線形最適化法で議論されている変数の一部分(この場合は主変数のみ)の超1次収束性の条件に対応するものである。

平衡双劣モジュラ・システムと双向フロー

安藤 和敏(筑波大学), 藤重 悟(大阪大学), 内藤 雄志(滋賀大学)

非空な有限集合 V に対して、 $3^V = \{(X, Y) \mid X, Y \subseteq V,$

$X \cap Y = \emptyset\}$ とする。 3^V 上での2つの演算、簡約和 \sqcup と交わり \sqcap 、を以下のように定義する。任意の $(X_i, Y_i) \in 3^V (i=1,2)$ に対して

$$(X_1, Y_1) \sqcup (X_2, Y_2) = ((X_1 \cup X_2) - (Y_1 \cup Y_2), (Y_1 \cup Y_2) - (X_1 \cup X_2)),$$

$$(X_1, Y_1) \sqcap (X_2, Y_2) = (X_1 \cap X_2, Y_1 \cap Y_2)$$

さらに、 $\{\sqcup, \sqcap\}$ -閉族 $F \subseteq 3^V$ 上の関数 $f: F \rightarrow R$ が、任意の $(X_i, Y_i) \in F (i=1,2)$ に対して

$$f(X_1, Y_1) + f(X_2, Y_2) \geq f((X_1, Y_1) \sqcup (X_2, Y_2)) + f((X_1, Y_1) \sqcap (X_2, Y_2))$$

を満たすとき、 f を F 上の双劣モジュラ関数という。

$(\emptyset, \emptyset) \in F$ なる $\{\sqcup, \sqcap\}$ -閉族 $F \subseteq 3^V$ と $f(\emptyset, \emptyset) = 0$ を満たす双劣モジュラ関数 $f: F \rightarrow R$ に対して、対 (F, f) を V 上の双劣モジュラ・システムと呼ぶ。

本論文において、基多面体と密接に関連する双劣モジュラ・システムの2つのクラスを考察する。まず平衡双劣モジュラ・システムと呼ばれるクラスに対してその特徴付けを与え、関連する多面体がいくつかの基多面体の鏡映の凸包であることを示す。次に双向ネットワークのカット関数によって定まるクラスに関連する多面体が、その双向ネットワークのフローの境界全体からなる集合と一致し、与えられた双向グラフに対応する通常の有向ネットワークの境界多面体とある部分空間との共通部分を射影したものになっていることを示す。

『事例研究, 研究レポート』への論文投稿のお願い

本誌に掲載される論文としては、現在のところ事例研究、研究レポート、総合報告の3つがあります。事例研究、研究レポートは実際の状況にORの考え方・手法を適用した際に得られた新しい経験・発見を論文の形にまとめたものです。事例研究は実施にあたっての工夫、あるいは問題点の分析などがテーマになり、研究レポートはその際に得られた理論的な知見、あるいは新しい視点を提示したものです。特に事例研究については適用している手法が完全にオリジナルではなくとも、内容が実際の事例に関してのもので、その取り扱い方に新規性があり、学会員に対して、あるいは、本誌を購読されている一般の読者に対して刺激を与え

るものであれば、積極的に採択します。

原稿の長さは図表を含め長くても刷り上がり6ページ程度(約12000字)が興味を持続して読むのに適当な長さだと思いますが、読者の理解のために必要とあれば多少長くなっても構いません。投稿原稿はワープロを使って作成し、3部を日本OR学会事務局(〒113 文京区弥生2-4-16)にお送りください。

なお、採択されました論文の本誌掲載につきましては、刷り上がり6ページまで¥3,000/ページ、刷り上がり7ページ以上のものは、当該ページ以後¥5,000/ページ(刷り上がり11ページ以上の論文は原則として認めない)の掲載料が課されます。