

論文誌掲載論文概要

J O R S J

Vol. 41, No. 3

動的計画法による配管の最適溶接位置決定法

松本 輝夫(㈱日立情報ネットワーク), 土屋 昇(㈱創源システム), 澄川 順二(㈱日立製作所), 仁尾都(明星大学)

本論文ではプラント配管の溶接費用を最小にするような最適溶接位置決定問題への動的計画法の適用について述べる。配管はエルボやT継ぎ手, 素材管を組立溶接して作られる。搬送可能な大きさに分割されたスプールと呼ばれる部分配管を工場溶接で製作し, 現地で配管全体を組み立て現地溶接している。

ここで考慮した条件は工場溶接及び現地溶接の単価, 輸送限界で制限されたスプールの大きさ, 配管中で溶接できない溶接禁止領域や, 溶接しなければならない溶接必要領域, 素材管の長さの制約である。

溶接費用が最小となる関数を以下に示す。

$$F(x) = \min_{y \in Y(x)} \{C1 + G(y, x) + F(y)\} \quad (x=1, 2, 3, \dots, m)$$

$$G(y, x) = \min_{t \in W(y, x)} \{C2 + G(t, x)\} \quad (y=x-1, x-2, \dots)$$

ここで, x, y, t は配管上の位置を表し, 配管の中心線をメッシュに分割した時のメッシュの境界に始点側から付けた番号である。始点の番号を0, 終点の番号を m とする。

$Y(x)$ は, y から x までが1つの輸送可能なスプールとなりうるスプールの開始位置 y の集合で, $W(y, x)$ は, y と x の間において y に最も近い工場溶接となりうる位置 t の集合である

$F(x)$ は始点から x までの現地溶接費用と工場溶接費用の和の最小値であり, $G(y, x)$ は, y から x までのスプール内にある工場溶接費用の最小値である。C1とC2はそれぞれ現地溶接と工場溶接の単価である。

最後に, 提案した方法による溶接費用の計算結果は従来の手法に比較して10%少ない値を示し, 人手による作業時間の20%の工数で溶接位置を計算できている。

負値乗法型関数の期待値最適化

藤田 敏治(九州工業大学), 津留崎 和義(九州大学)

確率的推移過程における加法型評価の最適化問題はマルコフ決定過程として1960年代より研究されてきた。ここでは, この確率的推移過程上での乗法型評価の最適化問題を考える。もし各段での利得関数がすべて非負の場合, 特に問題はなく通常の加法型評価系の場合と同様に扱うことができる。しかし, 負の値が利得に含まれる場合, 状況は一変する。最適政策は必ずしもマルコフ政策の中に存在するとは限らないからである。

一般にこの種の問題では, その議論において最適政策のマルコフ性が暗黙のうちに認められているようである。ところが加法型以外の評価系(乗法型, 最小型, ...)を考えた場合, 最適政策のマルコフ性は保証されない。この事実は, マルコフ過程に適用されてきた通常の動的計画の手法がそのままでは通用しないことを意味する。そこで我々はこの乗法型評価の最適化問題に対し3つの解法を提案する。それは両決定過程と不変埋没原理の2つの手法を用いた方法と, すべての場合を列挙する方法としての多段確率決定ツリー法である。最後に最適政策がマルコフにならない数値例を挙げて各解法を用いた計算プロセスを紹介する。

搜索経路が与えられた場合の移動目標に対する確率的ルック戦略

宝崎 隆祐, 飯田 耕司, 木山 雅晶(防衛大学校)

本論文は, 移動目標に対する搜索者の最適ルック戦略を求める問題を取り扱っている。目標はある確率法則で自分の通る経路を選択する。搜索者はあらかじめ与えられた経路にそって移動しつつ, 離散時点で自らの現在地をルックすることにより目標探知に努める。ただし, そこに目標が存在し, かつルックを実施した場合に限り目標探知の可能性はあり, またその探知確率も, 時点によって異なる。搜索者のルック戦略を各時点においてルックする確率によって示される確率的なものとし, 目標探知により得られる期待獲得価値からルック実施により消費される期待搜索コストを引いた期待利得を最大にする最適ルック戦略を求めるのが, 本論文の目的である。論文では, この問題のNP完

全性の証明や動的計画法による解法の提案を行っている。また、最適解のいくつかの性質を解析的に明らかにし、数値例を用いた解空間の分析も行っている。

デリバティブのモンテカルロ法による価格づけにおける ran1() 乱数生成器の異常性について

田島 玲, 二宮 祥一, 手塚 集 (日本アイ・ピー・エム株)

モンテカルロ法は、金利デリバティブの価格づけにおいて、特にモデルが複雑な場合に有効であることが知られている。しかし、そうした複雑なモデルの一種、CMO の価格決定において、Numerical Recipes in C First Edition で紹介されている疑似乱数生成アルゴリズム ran1() を用いると、その初期化の値によって、結果が誤った値に収束することが Paskov により報告された。こうした疑似乱数の異常性は、連続、離散を問わずシミュレーション全般に影響を与える問題である。

本論文では、Paskov の実験をトレースし、問題の乱数生成器の特性とアルゴリズムを解析し、間違っただけに収束した原因を解明する。次に、その異常を避ける一方法を提示し、分散減少法と併用することにより、バイアスのない正確な値に収束することを確認する。また、一般に知られている乱数の統計的テストによって、この異常性を発見できるかどうかを検討する。

連続体をなすゼロ点についての定理に関するノート

郭 宝霖, 山本 芳嗣 (筑波大学)

1994年、Herings, Talman, Yang は次の興味深い定理を単体的アルゴリズムを作ることによって構成的に証明している。

定理： n 次元ユークリッド空間内の n 次元単位立方体 U^n から n 次元ユークリッド空間への点対集合関数 ζ が以下の性質

1. 点対集合関数 ζ は上半連続であり、その値は非空コンパクト凸集合である。
2. 単位立方体 U^n の各点 q で $\zeta(q)$ は $q_j=0$ なら $z_j \geq 0$, $q_j=1$ なら $z_j \leq 0$ なる点 z を含む。
3. 単位立方体 U^n の各点 q に対して正のベクトル p が存在し、任意の $z \in \zeta(q)$ に対して $p^T z = 0$ が成り立つ。

を持つときその関数のゼロ点集合 $\{q|q \in U^n; 0 \in \zeta(q)\}$ は原点 $(0, 0, \dots, 0)$ と単位立方体 U^n の頂点 $(1, 1, \dots, 1)$ を含む連続体を成す。

このノートでは点対集合関数が単価であるとき、つまり点対点関数のときこの定理に対して Browder の不動点定理を使って簡潔な証明を与える。

正值逆数行列の性質と不完全一対比較行列のウェイトの評価法

白石 俊輔 (富山大学), 小畑 経史 (大分大学), 醍醐 元正 (同志社大学)

正逆数行列の固有多項式はいくつかの特筆すべき性質を有している。それらは AHP における一対比較行列の整合性と深く関っている。これらの性質に基づき、不完全な一対比較行列の欠損データを推定する手法を新たに提案する。

サービス効率の降下/上昇をともなう M/G/1 待ち行列モデルについて

井垣 伸子 (帝塚山大学), 住田 潮 (国際大学), 小和田 正 (名古屋工業大学)

M/G/1 待ち行列システムの拡張モデルについて考える。ここでは、ビジー期間に処理された客数に応じたサーバーの疲労やサーバーへの要請などによって、サービス効率に変化する。つまり、ビジー期間内の k 番目に到着した客は、 k に依存した長さのサービス時間がかかる。ここで、0 番目の客がビジー期間を開始させるものとする。客のサービス時間は、互いに独立であるが、分布は異なってもよい。このモデルは、1 番目以降の客のサービス分布が同じであるような遅れをともなう M/G/1 待ち行列モデルを特別な場合として含んでいる。時刻 t でシステムがアイドルである確率、ビジー期間の長さの分布、そのビジー期間内ですでに m 人の客が退出しているという条件付の時刻 t における系内客数分布などをラプラス変換形で求めた。また、2 番目以降の客のサービス分布が同じであるような場合のクローズドな解を求めた。

全処理型遊休時間のある有限容量 M/G/1/N 待ち行列システムに対する定常状態確率の陽解について

Andreas Frey (Ulm 大学), 高橋 敬隆 (NTT マルチメディアネットワーク研究所)

本論文では全処理型遊休時間のある単一サーバ有限容量待ち行列システムを解析している。客の到着過程

はポアソンに従うとし；サービス時間、遊休（バケーション）時間は各々独立で一般分布に従うと仮定している。本待ち行列システムは通信分野において時分割多重アクセス方式（TDMA）を採用した際のバッファ設計にしばしば現れる基礎的なものであり、従来から活発に研究されている。

しかしながら、ここで対象とした有限容量システムに対しては、いずれも状態方程式に関する漸化式を利用して定常状態確率を数値的に解くもので、陽解は知られていなかった。ここでは従来より簡略化した（サービス終了時点のみからなる）マルコフ連鎖法を用いて、状態方程式の漸化構造をより単純化し、それにもとづきシステム内容数に対する定常状態確率を陽に求めることに成功している。さらに、遊休（バケーション）時間をゼロとする極限操作により、通常の（遊休時間のない）待ち行列システムに対する陽解も得ている。

発進遅れを伴う交互交通流の平均遅れ時間

鈴木 誠道（千葉工業大学）、山下 英明（東北大学）

狭い橋などのために2車線の道路が部分的に1車線になっている道路における交互交通流の解析を行う。一方から到着した車が橋に進入すると、他方から到着した車は、反対側のすべての車が橋を渡るまで橋の手前で待つことになる。このような状況は、違法駐車や道路工事によっても発生しうる。本研究では、橋の両端に信号を設置し、一方の車がいなくなり優先権が他方に移ったときその方向の車の待ちがなくても、ある一定時間以上は優先権を保持するよう制御する場合を考える。ここでは、各方向の車の到着過程が独立なポアソン分布にしたがい、橋を通過するのに一定時間かかると仮定する。さらに、一度橋の前で停止した車は、一定の発進遅れを伴うとする。このようなモデルに対し、ある仮定のもとで優先権の持続時間の1次・2次モーメントを解析的に求め、これに確率的分解可能性

を適用すると、各方向の車が到着してから橋に進入するまでの平均待ち時間が厳密に求められることを示す。

海上監視活動における経路設定問題

小宮 享、森 雅夫（東京工業大学）

日本周辺海域においては、一般船舶の航路保全・不審船舶の早期発見／対処を目的とする、航空機による海上監視活動が定期的実施されている。この際の基準となる飛行経路の設定に関し、季節的に変動する漁船位置情報や将来位置が予測される船舶の分布に関する情報等が考慮されてこなかった。本研究では、これらの情報を考慮に入れた、限られた飛行時間内での効率的な飛行基準経路を設定する方法を提案し、モデル例によりその妥当性を検証した。この方法により、船舶の将来位置からの逸脱が少ない基準経路の設定が可能となる。

コスト制約のある整数資源配分問題

宝崎 隆祐、飯田 耕司（防衛大学校）

本論文は、コスト制約の下で指数型の目的関数を最大化する整数計画問題を取り扱っている。制約が資源総量である場合は比較的容易に解けるものの、コスト制約である場合は、問題が整数ナップサック問題を特殊ケースとして含むためNP完全となる。問題における目的関数は指数関数の総和の形で与えられるが、その個々の指数関数の肩には整数変数の重み付き総和がのっている。主要な制約式は総コスト制約1つで与えられ、このシンプルなモデルの形は割当問題や搜索問題等種々の研究分野においても見られるものであり、ここで提案する解法は応用の面からも価値があると思われる。論文では、この問題に対して、動的計画法および線形緩和と貪欲法を用いた分岐限定法の2つの解法を提案する。そして、数値実験により種々の感度分析や計算時間についての分析を行うとともに、貪欲法による近似解法の精度が極めてよいことを明らかにする。