

# 論文誌掲載論文概要

J O R S J

Vol. 38, No. 1

## Move Desirability Table とシミュレーテッド アニーリングを組み合わせたレイアウト問題 の解法

東京工業大学 Seyed Hessameddin Zegordi

伊藤 謙治

圓川 隆夫

Shih Li Chung

組合せ最適化問題に対して、局所最適解から抜け出すためのメカニズムを内包するシミュレーテッド・アニーリング (SA 法) が有効であることが知られている。本研究では、QAP で定式化されるレイアウト問題を取り上げ、従来の SA 法の欠点であったパラメータ設定の困難さを克服するために、パラメータ数の少ないアルゴリズムを考察し、よりよいパフォーマンスをめざすために、さらに問題固有の情報を組み合わせたアプローチを提案する。この情報として、ここではアクティビティの移動の望ましさを計算した“Move Desirability Table”を利用し、QAP の標準問題として知られている Nugent, et al. のサンプル問題に、従来手法とともに提案手法を適用し、数値実験を実施する。これらの結果を比較、考察することにより、提案手法の有効性を検討する。

## バイナリ AHP の整合性の改善方法

日本大学 西澤 一友

本論文は、AHP (Analytic Hierarchy Process) の比較行列で要素が2つの値、 $\theta$  または  $1/\theta$  ( $\theta > 1$ ) しかとらないバイナリの場合について、整合性の評価基準を新しく示し、整合性がよくない場合の改善方法を提案する。従来、比較行列の整合性はその行列の最大固有値から求める CI (Consistency Index) の値で評価しているが、CI の値 0.1 の根拠があまり明確ではないため判断に迷うことがあった。そこで、整合性がよくないと思われる比較行列を有向グラフで表現するとグラフの中にサイクルが形成されていることに注目し、長さ3のサイクルの数を CI に代わる評価基準とした。さらに、サイクルがある場合には、最低限の修正ですべてのサイクルを消去する方法を示した。応用例としてスポーツのリーグ戦で、対戦結果が3チームで“三つ巴”となりサイクルを作る場合を取り上げた。現実にはすでに勝敗が決定している

ので結果の修正はできないが、3つの実例について修正すべき場所を指摘し、修正した結果すべてのサイクルが消滅することを確認した。さらに、従来の整合性改善の方法との比較により、提案した改善方法が簡単で、かつ修正箇所が一度に指摘でき、有利であることを示した。

## 百分率回帰分析法とレバレッジ点の処理方法

The Ohio State University 末吉俊幸

レバレッジポイントと呼ばれる特異データを検出する方法を、百分率回帰分析法をもとに、数理的に考察した。その応用として、DEA 法と組み合わせ、確率的フロントティア生産関数を実証的に求める方法を開発した。

## 線形不等式制約をもつ非線形最小2乗問題に 対する混合法

愛知大学 相良 信子

奈良先端科学技術大学院大学 福島 雅夫

本論文では線形不等式制約をもつ非線形最小2乗問題に対する新しい方法を提案する。この方法は各変数の上下限制約をもつ非線形最小2乗問題に対して著者らが最近提案した方法の拡張であり、内点法、信頼領域法、有効制約法の3つの方法を複合せたものになっている。具体的には、各反復において現在の反復点を中心とし実行可能領域の内部に含まれる楕円体を信頼領域として選び、目的関数の近似モデルをその楕円体上で最小化することにより次の反復点を決定する。反復点の実行可能領域の境界に近づく楕円体が扁平になり、その楕円体上で次の反復点を数値的に計算することが困難になるので、その境界に対応する不等式制約をいったん等式制約とみなす有効制約法の考え方を導入する。ただし、この方法は内点法の特性をもっているため、通常の有効制約法に比べて組合せの複雑さが軽減され、生成される点列は滑らかに解に収束すると期待できる。本論文では提案した方法の大域的収束性を証明するとともに、数値実験によりその有効性を検証する。

## 根つき木の上の移動費用を考慮した探索問題

富山大学 菊田 健作

本論文では有限グラフ上の探索問題の解析を行なう。

探索基準としてミニマックス解を採用する。モデルは次のとおりである。ある人 (HD) が根つき木の根を除く点の中から1つを選ぶ。HD はそこに隠れ、動かない。探索者 (SR) は最初、根にいて、そこから辺に沿って移動しながら HD を見つけるまで各点を調べていく。その際、移動費用および点を調べる費用がかかる。SR の見逃し確率は考えない。SR の純粋戦略は探索を始める前に調べる順序を決めることである。一方、HD の純粋戦略は根を除く点のうち1つを選ぶことである。SR は HD を見つけるまでの費用を小さくしたい。一方、HD はそれを大きくしたい。結局 SR と HD との間の2人有限ゼロ和ゲームとして定式化する。

本論文では、このゲームの解を与えた。HD の最適戦略はただ1つであり、帰納的に定義される。それは、点を調べる費用に対するその点を選ぶ確率が根から遠くにある点ほど大きくなるという性質を持つ。SR の最適戦略は、すべてを調べて再び根に戻るということを想定したとき最小費用を与えるような順序全体の上のある確率分布で与えられる。このような問題は、ネットワークシステムの故障箇所をさがす場合、あるいはファイル検索等において応用可能である。

## 複数の探索領域を持つ最適停止問題

筑波大学 生田 誠三

この論文は次のような有限期間の最適停止問題を扱う。探索領域が複数あり、それらは異なった探索費用とオファの分布関数を持ち、さらに探索領域がある所から他に変わると出発領域と目的領域に依存した旅費がかかる。この問題では次の2つのことが決定されなければならない。(1)これまでに得られ今なお生きている (available) 最良のオファの価値を見て、そのオファを受領し探索を停止するか否か、(2)受領しないなら現在の探索領域に留まって探索を続けるか、あるいは他の探索領域に移って探索を行なうか、そのときはどの探索領域にゆくか。ここで目的は、計画期間の最後の時点までに1つのオファを受領しなければならないとした場合、受領されるオファの価値からその受領をもって探索を停止するまでにかかる旅費と探索費用の総計を引いたものの期待値を最大にすることである。ここではこの決定問題における最適決定規則の性質を解析的かつ数値的に検討する。

## 時間指定のあるビークル・ルーティング問題

成蹊大学 池上 敦子  
" 丹羽 明

この論文では、中央デポをベースとするキャパシティ

付きビークル (車輛) を、できるだけ少ない台数で、時間指定のある需要群に対応させようというルーティング問題を考える。まず、この時間拘束付きビークル・ルーティング問題の定式化を行ない、これを解くヒューリスティック・アルゴリズムについて考察する。

この問題にキャパシティ拘束がなかったなら、輸送計画問題となり、シンプレックス法を利用して解くことができる。しかし、キャパシティ拘束がつけられた場合、ビークルは何度もデポに戻り複数のツアーを扱うことになる。つまり、問題には、ツアーの作成とビークルに対するツアー割付けの2つの要素が存在し、輸送計画問題を二重に含む構造となる。

提案したヒューリスティック・アルゴリズムはこの構造を利用しており、数値実験においてセービング法等を応用した6つのアルゴリズムと比較すると、提案したアルゴリズムが有効であることが確かめられた。また、デポの位置とビークルのキャパシティの大小が、このヒューリスティック・アルゴリズムの有効性に大きく影響することがわかった。

## 独立割当問題に対する効率的な費用スケールン グ算法

筑波大学 藤重 悟  
" 張 曉東

2部グラフ  $G = (V^+, V^-; A)$  ( $A \subseteq V^+ \times V^-$ ) に対してその両端点集合  $V^+$ ,  $V^-$  上に、それぞれ、独立集合族  $T^+$ ,  $T^-$  をもつマトロイド  $M^+ = (V^+, T^+)$ ,  $M^- = (V^-, T^-)$  が与えられているとする。この時  $G$  のマッチング  $M \subseteq A$  でその左側端点の全体  $\partial^+ M = \{\partial^+ a \mid a \in M\}$  とその右側端点の全体  $\partial^- M = \{\partial^- a \mid a \in M\}$  が  $\partial^+ M \in T^+$ ,  $\partial^- M \in T^-$  を満たすとき、 $M$  をネットワーク  $N = (G, M^+, M^-)$  の独立マッチングと呼ぶ。枝集合  $A$  上に費用関数  $c: A \rightarrow R$  ( $R$  は実数集合) が与えられたとき、与えられた正整数  $r$  に対して  $r$  本の枝からなる独立マッチング  $M$  で、その費用  $c(M) = \sum\{c(a) \mid a \in M\}$  を最小にするものを、費用関数  $c$  に関する最適  $r$ -独立割当と呼ぶ。この問題は伊理・富澤によって提起され、独立割当問題と呼ばれている。本論文ではこの独立割当問題に対して、効率的な費用スケールン算法を提案する。この算法は *Orlin-Ahuja* が通常の割当問題に対して提案した費用スケールン算法を一般化したものである。点数  $n$  で各枝の費用が区間  $[-C, C]$  内の整数である2部グラフに対して、マトロイド独立性判定のオラクル (oracle) を仮定すると、本論文で提案した算法によって  $O(\sqrt{r} n^2 \log(rC))$  時間で最適な独立割当が求められる。