

論文誌掲載論文概要

J O R S J

Vol. 41, No. 2

Gaver 型冷予備冗長システムの信頼性について E. J. Vanderperre (King Mongkut 工業大学)

本論文では、現用2ユニット、予備1ユニットの合計3ユニットの冷予備冗長システム（修理系）において、一定時間までシステムとしての故障が発生しない確率を求めている。ユニット故障率は一定で、修理時間は一般分布を仮定しているため、本モデルは非マルコフモデルとなる。そのため、補助変数法による偏微分方程式をたて、それをラプラス変換により解いている。解は、修理時間のラプラス変換形を含む形となっている。そこで、修理時間分布のラプラス変換形を有理関数（分子のほうが次数が少ない）に制限すれば、分母の代数方程式の根を用いて部分分数展開することによって数値解が求められる。このように仮定しても応用範囲は広い。最後に、一数值例を示している。

A-距離を用いたミニマックス型施設配置問題 松富 達夫(近畿大学), 石井 博昭(大阪大学)

本研究では多角形領域に救急サービス施設を1つ配置する問題を考える。ここでの目的は施設から需要点を経由して病院などの収容施設に到るまでの距離の最大値を最小にするよう施設を配置することである。距離関数としては、直角距離の拡張であるA-距離を採用する。

平面上に m 個の病院がそれぞれ $H_i, i=1, \dots, m$ の位置に存在し、各需要は最近隣の病院に搬送されるものと仮定し、問題を次のように定式化した。

$$P_M : \text{Minimize } \max_{Q \in X} R(P^*, Q) = \{d_A(P^*, Q) + d_A(Q, S(Q))\}$$

ここで、 $P^* = (x^*, y^*)$ は配置すべき施設の位置であり、 $S(Q)$ は点 Q に最も近い収容施設を表す。

問題 P_M の最適解を得るために、まずこの問題がA-距離のメッセンジャー・ボーイ問題に帰着されることを示し、次に Elzinga と Hearn の方法を拡張した効率的な解法アルゴリズムを提案した。

ポアソンクラスター到着過程のある動的割り当て待ち行列モデルの解析

小沢 利久, 朝香 卓也(NTT)

本論文ではパケットの動的な割り当て規則を持った並列サーバモデルを近似評価した。この待ち行列モデルはATMをベースとしたパケット交換システムの入力バッファをモデル化したものであり、各パケット交換システム間は複数のATMリンクで接続されていると仮定した。待ち行列モデルの各サーバは個々のATMリンクに対応する。到着したパケットは、各パケットクラスに対してバッファや帯域がなるべく公平に配分されるように最短待ち行列規律を変形したある規律に従い、どこかの待ち行列に割り当てられる。パケットの発生はポアソン過程に従い、1つのパケットは複数のセルに分解され、それらセルは一定間隔において系へ到着するとした。このようなモデルに対し、分解近似法とセル損失率の漸近的な性質を用いて、パケット損失率の近似式を求め、シミュレーションにより近似精度を検証した。本論文の結果は、ATMをベースとしたパケット交換システムのバッファ設計に用いることができる。

階層化意思決定法 (AHP) の記述的モデルの提案と選好順位逆転現象の整合的解釈

田村 坦之, 高橋 理, 鳩野 逸生, 馬野 元秀
(大阪大学)

本論文では、階層化意思決定法 (AHP) における意思決定者の選好順位逆転現象を整合的に説明することのできる記述的モデルを新たに提案する。選好順位逆転現象とは、新しい代替案の追加やすでにある代替案の削除により他の代替案の選好度合が変化し、場合によっては、選好順位が逆転してしまう現象である。従来のAHPでは、この現象に対する意味づけや理由づけができなかったために、これらの現象はAHPの矛盾であるとみなされ、どのような場合にも選好順位逆転現象が起きないように工夫が種々なされてきた。

しかし本論文では、意思決定者の選好構造の変化は実際の意思決定過程においても日常的なことであると考えられることから、この現象を矛盾ととらえるのではなく、このような意思決定者の選好構造を適切に記述しうるような改良型モデルを提案する。本モデルは、意思決定過程をそれぞれの代替案の満足度を表現する選好特性と意思決定者をとりまく状況を評価する状況特性とからなる改良型 AHP として構成する。またこれによって、実際の意思決定過程において起こりうる代替案の選好度合の変化を適切に説明できることを示す。

DEA における修正クロス効率値を用いた評価法

枇々木 規雄(慶應義塾大学)

DEA におけるクロス効率値は、DMU の特徴づけや D 効率な DMU の順序づけなどの D 効率値とは違う側面から効率性を評価することができる。本研究では、クロス効率値を適切に評価するための理論的な枠組みを議論し、その具体的な方法を示す。まずはじめに、クロス効率値における任意性の問題と不公平性の問題を解決するために、修正クロス効率値を示す。修正クロス効率値はクロス効率値の最小値と最大値を計算し、その中から何らかの適切な基準によって 1 つに決める効率値を表す。次に 1 つに決める方法として 7 種類の基準（最小値、最大値、満足度、ウェイトの平均値、算術平均値、幾何平均値、調整済満足度）を示す。さらに（修正）クロス効率値を用いた評価法として 7 種類の評価法（平均クロス効率値、加重平均クロス効率値、満足度、調整済満足度、幾何平均値、最大値、最小値）を示す。修正クロス効率値の特徴、1 つに決める基準やクロス効率値を用いた評価法に対する特徴について比較・検討する。本研究で示した方法や考察結果を利用することによってクロス効率値を用いた評価を適切に行うことが期待できる。

条件つき決定論的移動目標物に対する期待利得尺度の最適救難捜索

飯田 耕司, 宝崎 隆祐(防衛大学校)

稲田 健二(海上保安庁)

外洋における海難事故の救難捜索では、通常、捜索開始までの遅れ時間が大きく、その間遭難者はかなりの距離を漂流する可能性があり、また通報された遭難地点の位置誤差や捜索者の航法誤差等のために、捜索海域は広域になるのが普通である。また荒天下の烈しい風浪下の捜索となることが多い。そのような困難な

状況下で遭難者を生存中に発見・救助することが救難捜索の目的であり、また過酷な環境下の捜索では捜索者の 2 次遭難の防止にも十分な配慮が必要である。上述の救難捜索は、「移動目標」、「寿命のある目標」、「過度の捜索者のリスクの回避」の 3 つの要因で特徴づけられる。本研究ではこのような状況下の救難捜索の最適計画を求めるために、捜索者の 2 次遭難リスクを捜索コストと考え、寿命のある条件つき決定論的移動目標に対する期待利得（期待獲得価値－期待捜索コスト）を最大にする最適捜索計画を求め、最適捜索努力配分と最適捜索停止時点の必要条件を導いた。またその最適解の条件の現象的な解釈を与え、モデルの特殊ケースや従来の研究との関連、モデルの拡張等を論じている。さらにシステム要因の感度分析を行い具体的に最適捜索計画の性質を調べた。

総滞留時間の期待値・分散最小化の確率的多目的スケジューリングにおける対話型意思決定システム

長沢 啓行, 邱 迅(大阪府立大学)

加工時間が確率的に変動する生産システムにおいて、総滞留時間の期待値と分散を最小化する確率的 2 目的スケジューリング問題を定式化し、非劣スケジュールのヒューリスティックな生成法を提案し、得られた非劣スケジュールの中から選好スケジュールを選択するための対話型意思決定システムを開発した。非劣スケジュールの生成法に関しては、鄭庸植らが単一機械に対して提案しているため、本研究ではこれを並列機械へ拡張した。生成された非劣スケジュールの中から選好スケジュールを選択するため、本研究では、本モデルの目的関数が総滞留時間の平均と分散であることに着目し、通常非劣スケジュール集合の概念に加え、総滞留時間上側 $100\alpha\%$ 点最小化スケジュール、混合型非劣スケジュール集合および上側 $100\alpha\%$ 混合型非劣スケジュール集合という新たな概念を提示し、これらの間の関係を明らかにした。これらの結果を駆使して、各非劣スケジュール集合の確率的な意味を意思決定者に図示し、対話方式で選好スケジュールを選択していく意思決定システムを開発した。

意思決定者の選好を考慮した目標計画法の有効性評価

アリ・アンバリ・ロスタミ, 田畑 吉雄(大阪大学)

意思決定者の選好を目標計画モデルに定式化するた

めのさまざまな方法とその有効性について考察する。各方法間の基本的な関係と性質について述べ、それらを統合した接近法を提案する。非線形の効用関数を線形近似した場合、意思決定者の効用に関する情報がどの程度失われるかについて説明し、どのようにすれば情報損失を最小にできるかについて議論する。そして、次の3点に対する解答を与える。

- (1) 目標計画法によって意思決定者の効用関数をうまく反映するか。
- (2) 意思決定者の選好を考慮した場合、最も重要な制約と難しい点はどのようなものか。
- (3) 上の制約と難点をできるだけ取り除くためには、どのようにすればよいか。

最後に意思決定者の選好関数をより効率的に定める際に、分析者に役立つような会話型の効率的な手順を生産計画に関する数値例を用いて説明する。

エネルギー近似を用いた下界値計算法と超音速航空機最短経路問題への応用

花岡 照明(東京大学)

動的計画法と分枝限定法を併用した複合アルゴリズム (Hybrid Algorithm) を用いて、超音速航空機的最適制御問題を効率よく解く方法を提案する。このアルゴリズムは超音速飛行を含む航空機的最短時間上昇問題や最小燃料消費問題を最短経路問題に帰着させることにより数値解を統一的な手続きによって求めている。本法の実行で必要となる下界値は、エネルギー近似法 (Energy-State Approximation Method) を一部修正した方法により求めている。本論文で提案するアルゴリズムの有効性を示すため、数値実験として種々のタイプの最短時間上昇問題に適用した結果を示した。これらの数値結果から、エネルギー近似解を一部修正した下界値を用いた複合アルゴリズムは、超音速航空機的最適制御問題の解を技巧を必要としないで計算することができ、かつ、計算時間と記憶容量を従来型動的計画法に比べ大幅に削減できることが判明した。また、本論文では、問題をいっそう効率よく解くためにいくつかの下界値強化法を提案している。さらに、問題の境界条件や航空機の主要パラメータが変化した場合に対する本アルゴリズムの頑健性を詳細に調べている。

不完全情報 AHP における比較対の選び方 ——強正規グラフによるデザイン

王 克義, 高橋 馨郎(日本大学)

AHP の基本は一対比較行列から、全体のウェイトを推定するという点にあるが、対象数が n のとき一対比較の総数は $nC_2 = n(n-1)/2$ となって二乗のオーダーで増大する。そこで対全体でなく、その一部のみを比較をしたデータに基づいてウェイトの推定を行うという計画を考える。このような推定法は不完全情報の AHP として、Harker 法、Two-Stage 法あるいは対数最小二乗法 (LLS) 等が確立されているが、このときどのような対を選んだら、少ないデータから精度の高い推定が得られるかという計画の問題が重要となる。

本研究はこれに対して SR (strongly regular) 計画を提案し、それが、同一の対象数 (n) と一対比較数 (m) をもつ、他のいかなる計画よりもよい精度を与えることをシミュレーションで示した。SR 計画は SR グラフに基づくものであるが、SR グラフには強いパラメータ制約があるため、 n, m の値を幅広く選ぶことができない。そこで SR グラフの条件を緩めた準 SR グラフを提案し、 n, m の値の範囲を飛躍的に拡大した。また準 SR グラフに基づく準 SR 計画も他のランダムな計画にくらべてはるかによい精度を与えることをシミュレーションによって示した。SR グラフに対してはその隣接行列の生成多元環を分析することによって LLS における推定基準誤差を与える理論公式を作った。

SR グラフの従来の構成を調べ上げ、我々自身も SR、準 SR グラフの新たな構成法を開発し、それらによって、各 $n=5\sim 20$ に対して様々な m に関する、SR、準 SR の構成法と、その特徴をあらゆるパラメータ、とくに LLS における推定標準誤差をリストアップした。 $n=5\sim 8$ に対してはこれらの実際の隣接行列も付加した。

この表は AHP に対する実際的な計画を与えるだけでなく、理論的にも多くの情報をもっている。たとえば比較対数 m のかなり少ない不完全情報の計画を用いても、対全体比較する完全情報と比べての精度はそれほど悪くならないこととか、また SR は同一 n, m に準 SR よりも常によりよい精度を与えることが示されている。