

# 論文誌掲載論文概要

J O R S J

Vol. 41, No. 4

## ファジィ実行可能時間をもつ二機械多目的スケジューリング問題

今野 勤, 石井 博昭(大阪大学)

我々は仕事間の先行関係をファジィ概念化したファジィ先行関係などすでにいくつかの要因をファジィ概念化して、多くのスケジューリング問題に導入してきた。ここでは新しく、納期と最早開始可能時間の両方をファジィ概念化したファジィ実行可能時間の概念を考える。すなわち、このファジィ実行可能時間とファジィ先行関係を考慮した2目的等価並列2機械問題について考察する。この問題は M. R. Garey & D. S. Johnson の納期、最早開始可能時間、先行関係をもつ対応する既存の問題のファジィ版である。目的は各仕事の処理が始まる時間および終了時間に関する満足度のなかの最小値の最大化と仕事の処理順序に関する満足度の最小値の最大化である。この両方の基準を同時に最大にするスケジュールは一般的には存在しないので、まず、非劣スケジュールの概念を定義する。そして、これらの非劣スケジュールを求める効率的解法を示す。

## 状態の Aggregation による自動倉庫内の在庫分布の厳密解法

山下 英明(東北大学), 大谷 浩(日本電気㈱), 鈴木 誠道(千葉工業大学)

本論文は単一品目の品物を保管する  $m$  個のスロット(品物の貯蔵位置)を有する自動倉庫システムの在庫品の空間的な分布について述べている。このシステムでは、在庫管理は発注点方式で行われ、品物は搬入出口に近い空スロットへ搬入され、また搬出は品物のあるスロットからランダムに行われると仮定している。発注から搬入までの時間、搬出リクエスト間の間隔はともに指数分布に従うとしている。

これらの仮定の下では、倉庫内の在庫品の総数の分布は容易に求められるが、在庫総数が倉庫の全スロットに空間的にどのように分布しているか(これを在庫

分布 Inventory Distribution と呼ぶ)を実用規模の倉庫について正確に求めるには、通常膨大な計算を要する。しかし、この在庫分布がわからないと品物のスロットへの出し入れ時間のような重要な特性値が正確に推定できない。本論文では、自動倉庫システムをマルコフ連鎖によってモデル化した後、その膨大な状態数を厳密性を失うことなく圧縮することによって問題を縮小化し、さらに縮小化されたマルコフ連鎖を効率的に解くことによって、各スロットがフルである確率を厳密に計算することを可能にしている。この分布を全スロットについて積み上げることによって在庫分布が求められる。

## 反応曲線が既知なロブ-パス問題の最適解

平岡 和幸, 吉澤 修治(東京大学)

心理学において、「慣れ」や「飽き」のように、同じ選択を続けると効率が悪くなる現象を記述する、ロブ-パス問題と呼ばれるモデルがある。Abe and Takeuchi は、この問題をオンライン学習問題として定式化し、それが multi-armed bandit 問題の拡張とみなせることを指摘した。古典的な bandit 問題との違いは、プレイヤーの選択が環境自体に影響を与え、環境を変化させてしまうという点にある。

学習問題としてのロブ-パス問題に対してこれまでに提案された戦略は、すべて基本的に、「未知環境からの反応をもとに、その環境に対する最適“定常”戦略を推定し、その戦略に従って選択枝を選ぶ」ということを繰り返すものである。また、戦略の評価には、環境が既知だった場合の最適“定常”戦略と比較して、実際には環境が未知なことによるロスが、どの程度におさまるかを基準としている。

このような方針が妥当かどうかを判断するためには、環境が既知だった場合の(定常とは限らない)最適戦略を知っておく必要がある。本論文はこれを導出する。その系として、従来研究で仮定されていた「マッチング条件」が、最適戦略が打ち切り時刻によらないための必要十分条件となっていることを指摘する。これに

より、目標として“定常”戦略のみを考えることの正当性が保証されることになる。マッチング条件自体の意味や妥当性に関する議論も行う。さらに、漸近最適性を定義し、忘却ありの相手なら定常戦略が漸近最適となるが、忘却なしなら漸近最適戦略は存在しないことを示す。

## Exclusion モデルを用いた DEA 計算

橋本 昭洋(筑波大学)

$n$ DMU からなる DEA (CCR) 計算において、通常の LP ソフトを用いる場合、各 DMU が DEA 効率のか否かを判断するだけでも、 $n$ 個の LP を解くだけではすまない。この場合 2 段階最適化を用いざるを得ず、 $n$ 個の DMU について解く Phase I LP に加えて、extended frontier 上に DEA 非効率 DMU があるか否かをみる Phase II LP が必要だからである。本論文は、通常の DEA モデルの代わりに DEA exclusion モデルを用いれば、ほぼ  $n$ 個の LP で、上記判定ができることなどを示す。すなわち DEA exclusion モデルには、DEA 計算量を軽減するというメリットもある。

## TCP ウィンドウ制御の動的振舞いとスループット特性

石崎 文雄(徳島大学)、滝根 哲哉(京都大学)、尾家 祐二(九州工業大学)

TCP (Transmission Control Protocol) と同様なウィンドウ制御を行う複数ソースと 1 つの有限バッファから構成される待ち行列システムを考察する。ここで、各ソースは、ウィンドウ制御に用いる情報を一定遅延後受け取るものとする。この待ち行列システムは、いくつかの TCP コネクションが ATM (Asynchronous Transfer Mode) ネットワークにおいてボトルネックリンクを共有している場合を表現したモデルと見なすことができる。このシステムにおける各ソースの伝送レートの解析を行い、TCP over ATM ネットワークのスループットの動的特性について考察する。特に、数値結果を用いて、TCP ウィンドウ制御の同期がスループット性能の重大な低下を引き起こすことを示すとともに、ピークレートを変化させた時のスループット特性の振舞いが複雑になることを示す。このスループット特性の複雑な振舞いは、TCP ウィンドウ制御がピークレートの変化に対して非常に敏感かつ複雑な振舞いをすることから生じていると考えら

れる。

## 集団意思決定ストレス法の集団 AHP への適用

中西 昌武(名古屋経済大学)、木下 栄蔵(名城大学)

本論文は、集団意思決定を効果的に行うために、新しい手法「集団意思決定ストレス法」を提案し、Analytic Hierarchy Process (AHP) への適用を検討する。

この手法は、評価者の原始データ(見解)を操作することなく、各評価者の不満の総和(集団意思決定ストレス)を最小化する評価者格付けを行う。参加者の合理的な格付けの結果、類似見解が多い見解の持ち主の重みは大きくなり、孤立した見解の持ち主の重みは小さくなるが、それぞれの重みが不当に重んじられたり軽んじられたりすることはない。この手法を用いることにより、類似見解グループの探索や、それに基づく集団案の収斂が行いやすくなる。

## ナース・スケジューリングに有効なアプローチ - 2 交替制アルゴリズムにおける実現 -

池上 敦子、丹羽 明(成蹊大学)

この論文ではナース・スケジューリングを解くための有効なアプローチを提案する。

ナース・スケジューリング問題の拘束条件は大きく 2 種類のものに分けることができる。1 つは毎日の勤務に支障を起こさないための勤務メンバー構成に対するもの(縦の条件)、もう 1 つは無理のない勤務の並びや休みや勤務の回数といった各看護婦毎に考慮すべきもの(横の条件)である。提案するアプローチでは、これらを切り分けて看護婦毎に部分問題を定義する。各看護婦に与えられた横の条件を拘束条件とし、毎日の勤務に対する「縦の条件を満たさない度合い」最小化を目的関数として与える。そして、これらの部分問題を繰り返し解くことによって全体としての実行可能解を得ようとする考え方である。具体的には、各看護婦について実行可能勤務パターンを作成し勤務メンバー構成条件にあわせてこれらを組み合わせしていく。

提案するアプローチを実現するために 2 交替制の問題に対するアルゴリズムを構築し実際の問題を解いた。このアルゴリズムは数多い拘束条件に対して効率よく実行可能解を与えた。

## 休暇期間とサービス機能維持期間を有する優先権付きランダム順サービスに従う離散時間待ち行列システム

酒井 裕(NTT マルチメディアネットワーク研究所),  
高橋 豊(奈良先端科学技術大学院大学), 長谷川 利治  
(南山大学)

マルチメディア通信の急速な進展とともに、公衆網においてユーザの通信品質に関する多岐にわたる要求を満足させるため ATM 技術が有望視されている。ATM 網では、通信データはセルと呼ばれる固定長の長さを持つブロックに分割され一定時間で高速に交換されるため、ATM 交換機はしばしば離散時間待ち行列システムとしてモデル化されてきた。本研究では休暇期間とサービス機能維持期間を有する優先権付きランダム順サービスに従う離散時間待ち行列システムを解析する。このモデルでは、サーバはすべてのメッセージをサービスし、その後ある決まった時間内にメッセージの到着がないと休暇期間に入る。また各メッセージは幾何分布に従う数のセルに分割され、各セルはランダム処理規範に従ってサービスされる。このような複雑なモデルに対する従来の解析は煩雑であったが、本研究では簡明な解析手順を与えることを目標に、確率母関数解析法を用いてシステム内メッセージ数と任意のメッセージ待ち時間分布の結合分布を導出し、数値例として平均待ち時間を示す。本研究で得られた解析結果は従来個別に導出されたいくつかのモデルに関する結果を含んでいることが確認され、また今回解析したモデルは普遍的な構造を持つため、さまざまな仕様の ATM 交換機の性能評価に利用できると考えられる。

## コンピュータによるファイル作成の最適バックアップ方策

濱田 年男(神戸商科大学)

コンピュータやワードプロセッサを用いて文書を作成する場合に、フロッピーディスク内のすべてのファイルを失い、もはや再生できないような事故に遭遇することがある。このような元のフロッピーディスクが壊れたときのために、バックアップファイルを作成する。しかしバックアップファイルの作成は手間のかかることであり、できるだけ省きたい仕事である。本研究では、これから先に作成予定のファイル数が  $n$ 、バックアップが存在しないファイル数が  $k$ 、ファイルが壊れる確率が  $p$  のときに、バックアップを行うべきか

否かの決定を行うための確率モデルを構築する。問題を動的計画法により定式化し、最適方策の持つ諸性質を明らかにした。またこのモデルを  $p$  の真の値が未知の場合に拡張し、事前分布を考慮して、その場合における諸性質を得た。

## 永持-茨木の最小カット算法およびその Queyranne による対称な劣モジュラ関数最小化への拡張に対する簡単な別証明

藤重 悟(大阪大学)

永持-茨木の最小カット算法の妥当性の簡単な証明が M. Stoer と F. Wagner および A. Frank によって独立に与えられている。本論文では、永持-茨木の最小カット算法の振舞いが有する綺麗な性質を指摘し、それに基づいて永持-茨木の最小カット算法の妥当性の簡単な別証明を与える。この証明はカット関数の対称劣モジュラ性にのみ依存しており、したがって、永持-茨木の最小カット算法の Queyranne による対称な劣モジュラ関数最小化への拡張の妥当性の簡単な別証明にもなっている。

## 期待利得尺度の搜索ゲーム

宝崎隆祐, 飯田耕司(防衛大学校)

本論文は、移動目標と搜索者の間の搜索ゲームを取り扱っている。搜索空間は離散的なセル空間及び離散的な時間空間から成っている。目標は自らのパスを搜索開始前に選択し、搜索者は各時点毎に総量制約をもつ搜索資源を搜索空間へ配分する。搜索者は目標探知によりある価値を獲得できるが、搜索資源の配分に応じたコストを支払わなければならない。この論文の目的は、期待獲得価値から期待搜索コストを引いた期待利得を支払関数とし、ミニマイザーとしての目標とマキシマイザーとしての搜索者が参加する 2 人ゼロ和ゲームを解くことである。モデルの前提は、移動目標の搜索問題に関するこれまでの研究においてはかなり一般的なものであり、特に探知確率をも包含する期待利得を評価尺度にすることで、費用対効果の観点から搜索ゲームをとらえることができる。論文では、まず支払関数の特徴から、このゲームを凹最大化問題に定式化した。その後、最適解の必要十分条件を導出し、この条件を考慮することにより、実行可能解の列を最適解に収束させる計算アルゴリズムを提案している。また、数値例により、最適解の感度分析や計算時間に關する考察も行っている。