

論文誌掲載論文概要

J O R S J

Vol. 35, No. 3

多重休暇期間をもつゲート式 $M/G/1$ 待ち行列について

京都大学 滝根 哲哉, 長谷川利治

休暇期間をもつ待ち行列モデルは計算機通信システムや生産システムの数学的モデルとして活発な研究が行なわれている。特に全処理式 $M/G/1$ 待ち行列については定常解のみならず、時間依存型解析も行なわれている。本論文では多重休暇期間をもつゲート式 $M/G/1$ 待ち行列について考察する。ゲート式モデルは全処理式モデルと並んで最も基本的な休暇期間をもつ待ち行列モデルの1つである。しかし従来の研究では定常解のみが解析されており、時間依存型解析はその困難さのために行なわれていなかった。本論文は多重休暇期間をもつゲート式 $M/G/1$ 待ち行列の時間依存型解析を行なう。まず2章において、従来の研究とは全く異なる接近法を用いて待ち時間の極限分布のラプラス変換形を導出する。結果はすでによく知られたものであるが、この解析を通じて、ゲート式モデルの確率的構造を明らかにする。つづいて3章では、2章における考察にもとづいてゲート式モデルの再生サイクルについて考察する。これは通常の待ち行列における全稼働期間に相当し、最も基本的な性能尺度の1つである。ここでは再生サイクルのラプラス変換形を導出する。4章では3章の結果を用いてゲート式モデルの時間依存型解析を行なう。待ち行列長、システム内残余仕事量、待ち時間に対するさまざまな公式が導出される。最後に5章では消滅時間を考える。消滅時間はある特定の時刻からそれ以降最初に客がシステム内からすべて立ち去るまでの時間として定義され、システム運営上の観点から興味ある量である。ここでは消滅時間分布のラプラス変換形を導出する。

ベルヌーイ・スケジュールに従う2クラスの優先処理方式の待ち時間分布の解析

富山県立大学 片山 勁

NTT通信網総合研究所 高橋 敬隆

本論文で提案するベルヌーイ・スケジュールに従う優先処理方式は、 N クラスの呼（処理要求）の優先度が、可変パラメータ (P_1, P_2, \dots, P_N) により調節可能なことを特長とし、通常の非割り込み優先処理 $(P_1=1, P_2=0, \dots, P_N=0)$ や交番優先処理 $(P_1=P_2=\dots=P_N=1)$ などを特別な場合として含むより一般化された次のスケジューリングに従う処理方式である：「クラス i の呼の処理が終了した時点で、クラス i の呼とそれより優先度の高いクラス j の呼 ($i > j$) があれば、次に確率 P_i でクラス i の呼を処理し、確率 $1-P_i$ でクラス j の呼を処理する。これ以外の場合には、システム内の最上位のクラスの呼を常に処理する」

論文では、扱い者（プロセッサなど）が空き状態に到着した呼に対してそのクラスに対応した準備時間（set-up time）を伴う2クラスの優先処理方式（ $N=2$ ）を取り扱い、各クラスの呼の待ち時間分布や平均待ち時間、待ち率等の評価式を導出している。

総合サービスデジタル網（ISDN）など複数種のサービス要求を効率的に実現する必要がある通信システムの呼処理方式には、柔軟できめ細かい品質制御が要求される。提案の優先処理方式は、可変パラメータを調節することにより各クラスの待ち時間特性を容易に制御でき、多種類の処理要求を統合的に処理するシステムへの応用が期待される。また、本論文の解析結果を用いて、各クラスの平均待ち時間が関係するような総合的なシステムのコスト関数のもとに、可変パラメータを最適化するなどの検討が可能である。

網形成費用配分問題

早稲田大学 久保 幹雄, 春日井 博

われわれは社会システムを構築するうえで、コミュニケーション網、流通網、ケーブルTV、コンピュータの回線など種々の網を形成している。このとき網を構築するための費用は何人かの人（または会社や学校）が共同して出資したものであり、社会システムの公平性のためには費用分担の公平な配分が必要となる。本研究では、この問題を網における協力ゲームとしてモデル化し、ゲームに参加するすべてのプレイヤーが満足するような配分を考える。ここではすべてのプレイヤーが満足するような費用の配分方法として、ゲーム理論のコア概念を取り入れる。ここでコアとは、ゲームに参加するすべてのプレイヤーが全員で提携して網を形成するような費用配分の集合である。

協力ゲームを規定する特性関数は網形成問題を解くことによって得られ、網形成問題が巡回セールスマン問題、最小木問題、スタイナー木問題など種々の応用上重要な問題を含んでいることから、本研究で考える網形成費用配分問題は従来の巡回セールスマン、最小木、スタイナー木費用配分問題の一般化と考えられる。

網形成問題自身は組合せ的に解きにくい問題であるので $P \neq NP$ の仮定のもとでは特性関数を求めるためには網の大きさの指数オーダーの時間がかかり、またコアを定義通りに計算するには各々の提携（プレイヤーの部分集合）に対して特性関数を求める必要があるため、このような方法は非常に小規模の網以外には適用不可能である。また、網形成費用配分問題のコアが存在しないこともあり得ることがコアが空の例を示すことによって証明されている。本研究では上で述べた困難さを克服するために特性関数の下界を用いることによりコアの一般化を行ない、その存在を示している。下界を用いることによるコアは緩和されたコアと呼ばれ、ラグランジュ緩和法を用いることによって得ることができる。このコアを拡張した概念を用いることによって、プレイヤーが共同で網を形成するときの費用分担の指標を得ることができる。

確率的網形成問題

早稲田大学 久保 幹雄, 春日井 博

網形成問題とは効率的な流通網または伝達網を構築するための数学的モデルであり、最近多くの研究者の注目

を浴びている。従来の研究の多くは顧客の需要（どの地点からどの地点にどれだけの物を運びたいか、どれだけの情報を流したいか等）が確定的にわかっているという仮定のもとで、網を構築するための費用と物（または情報）が流れるときの費用の合計を適正化することを目的としていた。本研究では顧客の需要に関する情報が不確実性をもっているときの網構築法を考える。この問題は確率的網形成問題としてモデル化される。問題の目的は需要が確率的に発生するとき網全体の期待費用の算出を行なうことである。

実際には、確率的に生起する母集団の数が非常に多くまた需要の発生が確定的にわかっている問題が組合せ的に解くことが困難な問題のクラスに属するため、網構築に関する費用の期待値を求めることは理論上は可能だが現実には容易でない。ここでは期待値の上界と下界を計算することによって、その代用とする方法を用いる。上界は網内で使用する枝に制限を加え、物（または情報）の流れる道をあらかじめ規定しておくことによって求めることができる。本研究ではこれを事前網戦略 (a priori network strategy) と呼び、事前網を用いたときの精度や事前網構築のための近似解法について解析を行なっている。また、下界は多面体論における諸概念を確率的なものに拡張することによって得ることができる。本研究では確率的網形成問題に特有の確率的な妥当不等式を導いている。これらを切除平面法に組み込むことによって下界の導出が可能になる。また、簡単な例を用いることによって導いた方法の解説を行なっている。

2 回配送プッシュコントロールシステムにおける最適 2 回目の補充方法に関する研究

東京工業大学 曹 徳弼, 圓川 隆夫

本論文では、1つの中央倉庫 (CW) と m 個の地方倉庫 (BW) からなる 2 段階プッシュ・コントロールシステムを対象とする。システムの補充はサイクル (H 期) ごとに一定であり、各サイクルの開始時にシステムに在庫を補充する。このとき、所定量の在庫を CW に留保すると同時に、残りを各 BW に直送する。そして、CW は各 BW における在庫と需要情報をモニターしながら、CW に留保している在庫をサイクル中のある時期に適宜 BW に割りつける。このシステムの目的はシステムの平均欠品数を最小にすることである。本研究では、2 回目の配送時期、需要条件などに関して Jonsson and Silver のモデルを拡張し、これにもとづいて最適 2 回目の補

充時期を決める。ここで特に、2回目の補充時の最適割りつけルールを横持ちを許さない条件のもとで導出し、システムの平均欠品数を最小にする最適な2回目の補充時期の存在を示す。最後に、システム環境（たとえば、需要の変動係数、留保量と総在庫量との比率、補充サイクルの長さ、BWの数など）と最適な2回目の補充時期との関係を明らかにする。

凸乗法制約が追加された凸計画問題に対するパラメトリック逐次過小近似法

東京工業大学 久野 誉人, 今野 浩
筑波大学 山本 芳嗣

本論文は、凸最小化問題に凸乗法制約式が1本追加された問題を解くアルゴリズムについて述べたものである。凸乗法制約式とは、2つの凸関数の積が一定値以下となることを求めるもので、VLSIチップの設計やマイクロ経済学などに用いられる。一般に、2つの凸関数の積は凸関数でも凹関数でもなく、対象となる問題の実行可能領域は凸集合とならない。したがって、複数の局所最適解が存在するため、通常の解法を用いて大域的な解を求めることはできない。

本論文では、一連の凸計画問題を解くことで、この非凸計画問題が解けることを示す。アルゴリズムの基本となるのは、元の問題が、パラメータを導入することで次元の1つ高い同値な問題に帰着されることにある。この

変換によってパラメトリック計画法の適用が可能となる。具体的には大域的 ϵ -最適解を有限解の反復で求める分枝限定法を提案する。線形計画問題に線形乗法制約式を1本追加した問題に対して計算機実験を行なったところ、提案するアルゴリズムは実用的であることが示された。

多重サーバー・バケーションをもつ $M/G/1//N$ 待ち行列の解析と、そのポーリング・モデルへの応用

日本アイ・ビー・エム(株) 高木 英明

本論文では、まず有限母集団でサーバーのバケーションをとる $M/G/1//N$ 待ち行列システムの詳しい解析を行なう。定常状態を仮定して、稼働期間とバケーション期間の再生サイクルの分析からシステムのスループットや平均待ち時間などの性能評価尺度が簡単に得られる。また、任意時刻における待ち行列の長さや経過サービス時間もしくは経過バケーション時間の結合確率分布の解析から待ち時間の分布関数が導かれる。

つづいて、これらの結果を有限母集団をもつ巡回サービス多重待ち行列（ポーリング・システム）の解析に応用する。後者は、トークン・リングLANが有限数の対話型ユーザーをもつコンピュータを接続しているモデルとなるものである。対称形システムについていくつかの数値計算例が与えられている。

雑誌 E J O R 購読者募集

European Journal of Operational Research (EJOR) は、Association of European Operational Research Societies (EURO) と North Holland 出版社との共同出版によるもので、1993年は、Vol. 64—71が発行されます。個人購入もできますが、当学会では割引価格でお取り扱いしています。

発行回数：年24回（8巻、24冊）

使用言語：英語

内容：あらゆる分野におけるORに関する優れた論文、連絡事項として、letters や新刊書（最近1年間のもの）の批評、短評（紹介）、1993年購読料個人30,000円（送料込）、大学180,000円

お申し込みは当学会まで。（申込締切 12月21日）