

論文誌掲載論文概要

J O R S J

Vol. 39, No. 1

ゲートを持つ離散時間待ち行列システムの解析 —ゲート開閉間隔が幾何分布に従う場合—

石崎 文雄 (徳島大学) 滝根哲哉 (大阪大学)
長谷川利治 (京都大学)

本論文はゲートを持つ離散時間待ち行列システムを解析する。このシステムは2つの待ち行列と1つのゲートから構成される。客は集団ベルヌーイ過程に従って到着し、そのサービス時間は独立同一の一般分布に従う。客は到着すると、まずゲートの前にある第1番目の待ち行列に並ぶ。ゲートが開くと第1番目の待ち行列で待っていたすべての客はサーバの前にある第2番目の待ち行列へ直ちに移動する。第1番目の待ち行列から第2番目の待ち行列にすべての客が移動すると直ちにゲートは閉まる。サーバは第2番目の待ち行列にいる客に対してのみサービスを行なう。本論文においてはゲートの開く間隔は独立同一の幾何分布に従うものとする。

この待ち行列システムの興味のある特徴は、システムに内在する種々の相関である。たとえば、第2番目の待ち行列に一度に移動する集団を1人の客と見ると、その客の到着間隔とサービス時間の間には正の相関がある。本論文では、この待ち行列システムに関して待ち行列長、仕事量、待ち時間の第1番目の待ち行列と第2番目の待ち行列に関する結合確率母関数が導かれる。さらに数値例を用いて、種々の相関の影響が論じられる。

サービスされる数に依存したサービス率をもつ集団サービスGI/M/1待ち行列

馬場 裕 (横浜国立大学)

サービスされる数に依存したサービス率をもつ集団サービス待ち行列についていくつかの研究が行なわれているが、それらはすべてポアソン到着を仮定している。本論文では、到着時間間隔が独立で一般分布に従い、サービスされる数に依存したサービス率を持つ集団サービスGI/M/1待ち行列の解析を行なう。サ

ービス終了直後に n 人の客がいるとき、 $\min(n, K)$ の客を同時にサービスしはじめる。またそのサービス率はサービスされる数に依存した指数分布に従うものとする。客の到着時点における待ち行列長とサービス中の客数の同時分布が隠れマルコフ連鎖をなし、その推移確率行列が行列幾何的構造をもつことを示す。また行列幾何的解における率行列 R が計算しやすい形で求められることを示し、その R を用いて、客の到着時点における定常待ち行列長が計算できることを示す。さらに客の到着時点における任意の客の定常待ち時間分布のラプラス・スティルチェス変換とモーメントの求め方を導出する。

補助倉庫容量とパレット数に制約のあるフレキシブル製造システムの設備容量決定法

長沢 啓行 (大阪府立大学)

ジョブがポアソン到着するフレキシブル製造システム(FMS)において、システム内のジョブ数があるしきい値に達している間に到着したジョブは、代替システムへ回され、そこで加工されるようなシステムを近似閉鎖型待ち行列ネットワークを用いてモデル化した。このしきい値は、到着ジョブを一時保管する補助倉庫の容量と利用可能なシステム内パレット数の和で表わされる。また、ショップ内ジョブ数が利用可能なシステム内パレット数に達すると補助倉庫からショップ内への搬入がブロックされる。このFMSの生産率を近似閉鎖型待ち行列ネットワーク・モデルで求め、SIMANシミュレーション結果との比較により、負荷均等配分等のFMSでは生産率が非常に精度よく得られることを例示した。さらに、近似生産率関数の補助倉庫容量や利用可能パレット数に関する極限、単調性および凹性を証明した。補助倉庫容量と利用可能パレット数の和または加重和に制約がある場合に、FMSの生産率を最大にするための補助倉庫容量と利用可能パレット数の決定問題を定式化した。この問題に対して、生産率関数の上記諸性質を駆使した効率的な解法を提案した。

凸多面体上におけるランク 2 鞍型関数の効率的な最小化算法

久野 誉人 (筑波大学)

あるクラスの連続な非凸関数 $f: R^n \rightarrow R^1$ を凸多面体 $D \subset R^n$ 上で最小化する効率のよい算法を提案する。ここで扱う関数 f は、2つの1次独立なベクトル $c_1, c_2 \in R^n$ によって次のように特徴づけられる: ある連続関数 $g: R^2 \rightarrow R^1$ が存在し、任意の $x \in R^n$ で $f(x) = g(c_1^T x, c_2^T x)$ が満たされる (ランク 2 性); $x \in R^n$ を任意に固定すれば、 $g(\cdot, c_2^T x)$, $g(c_1^T x, \cdot)$ はそれぞれ凸関数、(準)凹関数となる (凸凹性)。ただし、提案する算法で関数 g を陽に知る必要はない。凸凹性により問題には複数の局所的な最小解が存在するが、(準)凹関数の最小化と異なり、 D の端点に大域的な最小解が含まれるとは限らない。この2つの特徴をもつ関数には、線形乗法関数 (2つのアフィン関数の積)、d.c. 関数 (2つの凸関数の差) をはじめとして応用上重要なものが多い。

本稿では、パラメトリック単体法によって問題が1次元の子問題たちに分解されることを示し、各子問題の ϵ 最小解の計算に f の劣評価関数を用いた分枝限定法を適用する。 $\epsilon = 10^{-5}$ の精度での計算実験で、提案する算法は変数の数 300 までの問題を数分で解いている。また、ある確率的な仮定の下では、部分クラスの乗法計画問題やある種の NP-完全な凹 2 次計画問題は、平均的に問題規模の多項式時間で大域的な最小解が求められることを示す。

台車運行型タイムウィンドウのあるネットワークでの最短経路問題

宮崎隆祐 (防衛大学校) 藤井 進 (神戸大学)
三道弘明 (流通科学大学)

工場内搬送系における無人搬送台車 (以下、AGV という) の経路決定問題は、タイムウィンドウと呼ばれる時間制約がノードおよびアークにあるネットワーク上での最短経路探索問題として定式化できる。これまでもタイムウィンドウの研究はされているが、上述したタイムウィンドウとはその性質が異なるが故に AGV の経路決定には使用できない。本論文は、前者の台車運行型と呼ぶタイムウィンドウを考慮した最短時間経路問題 (台車運行型 SPPTW) に対する解法を提案したものである。この問題は、交通路問題やスケジューリング問題等多くの応用分野が考えられる。本研

究では、アークの長さを必ずしも非負としないネットワークにおいて、台車運行型 SPPTW の構造解明も試みている。まず、原問題をいくつかの部分問題に分割し、次にこの部分問題に動的計画法を適用する。この考え方はタイムウィンドウがない場合の古典的な最短経路問題とも類似することから古典的な Bellman-Ford 法や Yen の方法と同じ構造をもつ解法が提案できる。論文ではさらに分枝限定法的な解法についても提案し、計算の複雑性に関する理論的および数値的な考察も行なっている。

人的資源スケジューリングにおける困難問題に対する組合せ的アプローチ

Hoong Chuin Lau (東京工業大学)

資源管理問題の1つである人的資源のスケジューリング問題について考察した。この問題は、一般には、NP 困難であることが知られているので、どの程度まで実際に解けるかを見究めることが重要になってくる。本論文では、次の3つの場合を考え、そのそれぞれに対して、組合せ論的アルゴリズムを提案した。

(1) 各曜日の労働力 (人手) の需給が一致しており、休みの日が固定されている場合。この場合には、グラフの道被覆を解くアルゴリズムを用いて、 $O(n^{2.5})$ の時間で解くアルゴリズムを示した。(2) 人手が余る曜日を許した場合。ただし、スケジューリング制約が単調のとき、この場合には、分枝限定アルゴリズムで疑似多項式時間で解けることを示した。(3) 一般の場合 (すなわち、NP 困難な場合)。この場合にも、固定費つきネットワークフロー問題に還元することができることを示し、解き方の手がかりを与えた。

取引コストを考慮したポートフォリオ最適化

吉本 敦 (宮崎大学)

ポートフォリオの収益率を向上させるには、収益率の高い資産の組み入れ比率を上げるか、あるいはポートフォリオ構築に関わるコストを下げる必要がある。一般的にハイリスク・ハイリターン観点からいえば、前者の方法ではポートフォリオの安全性が損なわれる危険性があるが、後者の方法ではポートフォリオの安全性にはなんら支障をきたすことなく、リスクを伴わない戦略といえる。本研究では、資産の収益率・リスクそしてリバランスに伴うコストを同時に考慮したポートフォリオ最適化問題を定式化し、コストの最適ポートフォリオに及ぼす影響について解析を行なった。

取引コストには V-型非線形関数（組み入れ比率の変化量の絶対値の関数）を仮定した。ポートフォリオ最適化問題の定式化には平均・分散理論を用いた。解析の結果、取引コストの有効フロンティア、ポートフォリオの実質収益率に及ぼす影響は無視することができず、最適なポートフォリオを構築する際には、資産の収益率のみならず、ポートフォリオのリバランスに関わるコストも考慮する必要があることがわかった。

サーババケーションのあるモデルとしての
割り込み優先型待ち行列

町原文明 (NTT 通信網研究所)

2 種のマルコフ到着過程 (位相マルコフ再生過程)

を入力としてもつ割り込み優先権付き待ち行列モデルを解析する。割り込み規律は継続型、繰り返し型双方を含む。非優先呼に着目することにより、モデルを非優先呼入力、セミマルコフサービス、サーバ・バケーションのあるモデルと見なす。この結果、サーバ・バケーションは i.i.d. でもなくなるうえ、サービス過程に依存する。したがって、セミマルコフサービス、サービス依存サービスバケーションをもつ非常に一般的なモデルの解析を行ない、非優先呼退去直後における定常系内呼数分布と残り仕事量の分布を求める。さらに、系内呼数分布と系内時間との関係式を明示する。結果はすべて既存結果を含んでいる。

アルゴリズム イントロダクション [全3巻]

<i>Introduction to Algorithms</i>	1 巻	数学的基準と基本データ構造	定価3,700円
T. コルメン他著 浅野哲夫他訳	2 巻	アルゴリズムの設計と解析手法	定価3,700円
各巻 B5判	3 巻	精選トピックス	定価4,000円

わかりやすい意思決定論入門

—基礎からファジィ理論まで—
木下榮蔵著 / A5判 / 232頁 / 定価2,700円

だれでもわかる数値解析入門

—理論とCプログラミング—
新濃清志・船田哲男共著 / A5判 / 200頁 / 定価2,300円

マネジメントサイエンス入門

—経営・政策科学の戦略モデル—
木下榮蔵著 / A5判 / 252頁 / 定価2,900円

Cでつくる 脳の情報システム [FD付]

中野 馨編著 / A5判 / 260頁 / 定価3,500円

わかりやすい数学モデルによる 多変量解析入門

木下榮蔵著 / A5判 / 210頁 / 定価2,500円

Cアルゴリズム全科

—基礎からグラフィックまで—
千葉則茂・村岡一信他著 / A5判 / 440頁 / 定価3,600円

近代科学社

〒162 東京都新宿区市谷田町2-7-15
TEL 03-3260-6161 FAX 03-3260-6059