

氏名 ささき ゆきえ
佐々木 幸恵
学位 博士(工学)
学位記番号 新大博(工)第31号
学位授与の日付 平成18年3月23日
学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当

博士論文名 コックス型分布を用いた確率分布の近似方法に関する研究

論文審査委員
主査 教授 牧野 秀夫
副査 教授 宮崎 正弘
副査 教授 山本 正信
副査 教授 木竜 徹
副査 助教授 前田 義信

博士論文の要旨

本論文は、リアルタイムシステムやフォールトトレラントシステム等の性能解析・評価において、タスクの発生間隔等が従う確率分布をコックス型分布で近似する方法について述べている。提案された方法は、まず、対象分布をその確率密度関数の形状に着目して指数分布の結合分布を用いて近似した後、それと等価なコックス型分布に変換するという二段階の方式をとっている。すなわち、対象分布を直接コックス型分布により近似するのではなく、そのパラメータから確率密度関数の形状が予想しやすい指数分布とアーラン分布の結合分布を用いて近似する事により、対象分布の確率密度関数の形状特徴を維持したまま、全体を近似することが可能であるとしている。

第1章では、研究背景と目的について述べている。従来のネットワークやコンピュータシステムの性能評価・解析に用いられてきた待ち行列理論等では、多くの場合、タスクの発生間隔や処理時間等は指数分布に従うものと仮定されている。しかし、近年の研究によりマルチメディアデータ等を扱うシステムは、指数分布では近似できないことが報告されている。本論文では、この問題に対し、任意分布が近似可能であり、かつ、性能評価に広く用いられるマルコフ連鎖等に容易に組み込む事が可能なコックス型分布を用いることを新たに提案している。さらに、コックス型分布を用いて、解析対象となるシステムにおけるタスクやパケットの到着間隔等の確率的な振る舞いを精度良く近似する方法の確立を本研究の目的としている。

第2章では、コックス型分布の定義とその特徴について述べている。また、これまで提案されているコックス型分布を用いた任意確率分布の近似方法として、EMアルゴリズム等を紹介し、その問題点を示している。

第3章ならびに第4章では、本論文で提案する近似方法の第一段階である対象分布を指数分布の結合分布で近似する方法について述べている。まず第3章では、対象分布を確率密度関数が単調減少であるものに限定し、それを、裾の長い分布と裾の短い分布に分類した後に、指数分布とアーラン分布の並列結合を用いて近似する方法を示している。次に第4章では、対象分布の確率密度関数を複数の凸型の区間を持つ分布により近似する方法について述べている。ここでは対称分布を複数の凸型の区間と裾、並びに $x=0$ 付近に分割し、それぞれをアーラン分布と指数分布で近似することにより、凸型部分の特徴を残したまま精度よく近似する方法について述べている。また、各章で、実際の telnet や ftp 等のパケット到着間隔に関するデータから得られた確率分布の近似例を示すことで、本方式の有効性を示している。

第5章では、本論文で提案している近似方法の第二段階である指数分布の結合分布からコックス型分布への変換方法について述べている。まず、コックス型分布が指数分布の結合分布を表現できることを示し、その後、変換のためのアルゴリズムを示している。

第6章では、研究成果を総括している。

審査結果の要旨

本研究は、コンピュータシステムやネットワークシステムの性能を精度よく評価・解析するためのモデルを作成する基礎となるものである。さらに、論文で述べられているマルコフ連鎖への適用だけではなく、一般化確率ペトリネットのトランジション発火遅延のパラメータ決定等にも応用することで、より広範囲なシステムのモデル化にも適用可能である。また、例として実際の ftp や telnet の利用により得られたパケット到着率の分布を近似することにより、その有効性も示されている。

以上の結果は、リアルタイムシステムにおける性能評価・解析のためのモデル化に有意義な貢献であると認められ、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと判定した。