

氏 名	塚 本 克 治
	つかもと かつじ
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 729 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 11 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	情報処理システムにおける待ち行列の解析

論文調査委員	(主 査) 教 授 三 根 久 教 授 長谷川利治 教 授 萩 原 宏
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

エレクトロニクスの発展に伴い、電子計算機の性能が飛躍的に向上した結果、電子計算機は科学技術の分野だけではなく、実社会に対して大きな影響力をもつに至り、電子計算機を中心とする情報処理システムの評価の問題はますます重要なものとなっている。これら情報処理システムにおいてはランダムに発生する多種多様のジョブを処理しなければならない、それらのジョブの処理状況を詳しく把握する必要がある。

本論文は、電子計算機システムや電子交換機システムにおいて処理されるジョブの生成する諸種の待ち行列現象を解析した結果をまとめたものであって、緒論、6章および結論からなっている。

第1章は緒論であり、システム評価の問題点および本研究の背景と目的が示されており、また研究の概要が述べられている。

第2章は電子計算機の時分割共同利用システム(TSS)のもっとも基本的なスケジューリング方式の一つであるラウンド・ロビン方式の系内ジョブ数の分布を解析している。これまでの研究では、ジョブを処理するための準備時間が無視されているが、準備時間はTSSの効率を左右する重要な要因である。また、ジョブが初めて処理される場合は準備時間としては情報転送時間の占める割合が多いが、引続いて処理される場合は準備時間はかなり短くなる。そこで、本論文では同一のジョブが引続き処理されるか否かで準備時間が異なる場合について解析している。さらに、準備時間の分布が系の状態に依存しない場合について、通常のM/G/1形待ち行列との関連を論じている。なお、ジョブの系内の到着間隔、ジョブの保留時間については、通常よく用いられる指数分布を仮定しており、処理装置は1台であって、準備時間は任意分布としている。

第3章は第2章と同じくラウンド・ロビン方式に関するものである。検討すべき問題点のうちで、とくにラウンド・ロビン方式の評価においては、あるジョブの処理時間とその応答時間がどのような関係にあるかを知ることが重要である。これまでの研究においては、準備時間を無視した場合の、平均応答時間だ

けが解析されているに過ぎない。実際の設計上では準備時間を考慮して応答時間分布を正確に知る必要がある。そこで準備時間を考慮に入れた場合、処理回数が定められたとき、ジョブが到着してから処理が終了するまでの応答時間を解析して、その分布をラプラス・スチルチェス変換の漸化式の形で求めている。

第4章は、割込み優先権を認めるラウンド・ロビン方式について解析している。系で処理されるジョブの間に緊急度の差が著しくある場合には、緊急度の高いジョブから処理することが望ましい。優先権の与え方としては、即時割込み形と割込延期形とが考えられているが、本論文では優先権をより重視する立場から、即時割込み形について解析している。ここでは、系内ジョブ数の解析には、通常の割込み優先待ち行列モデルに対する結果に帰着させる方法を用いており、応答時間の分布も求めている。

第5章では、多種類の入力がある場合の待ち行列について論じている。電子計算機システムや電子交換機システムで扱われるジョブは多種であり、各種類ごとに処理の実態について知る必要がある。まず先着順処理を受ける場合について論じ、ついでゲートを設けて処理する方式の解析を分枝過程の概念を用いて行ない、ゲートを設ける効果について論じている。

第6章は割込み制御点のある待ち行列に関するもので、割込み延期形の場合を論じている。電子計算機システムや電子交換機システムでは、割込み要求があった場合、そのとき実行中の命令またはプロセスが終了するまで割込みが延期されることがある。そこで、実効処理時間の概念を導入し、このような場合の優先待ち行列を、従来研究されてきた $M/G/1$ 形待ち行列モデルに帰着させて解析を行なっている。

第7章は、割込み制御点のある優先待ち行列モデルについて、即時割込み形の場合を論じている。従来の即時割込み形優先待ち行列モデルでは、割込まれたジョブの処理は、その都度、最初からやり直すものとされているが、これではシステムの効率を極めて悪くするため、割込まれる方のジョブに再開点すなわち割込み制御点を設け、割込みが行なわれると、その中断時点の直前の再開点から処理をやり直すという方法がしばしば用いられる。そこで、本章では前章と同様な方法で実効処理時間の概念を用いて解析している。

第8章は結論であり、以上の研究結果を総括し、今後研究すべき問題点について論じている。

論文審査の結果の要旨

電子計算機システムや電子交換機システムなどの情報処理システムにおいては、ランダムに発生する多種多量の情報を処理しなければならず、処理効率の面からシステムを評価することが重要な問題となっている。

本論文は、電子計算機システムや電子交換機システムの中央処理装置で処理されるジョブの待ち行列現象の解析を目的として、とくに時分割共同利用システムの基本的なスケジューリング方式であるラウンド・ロビン方式、多種類の入力のある処理システム、および割込み制御点のある処理システムに関するトラフィック特性を確率過程の理論を用いて詳細に解析したものであって、得られた主な成果はつぎの通りである。

(1) ラウンド・ロビン方式の解析

ラウンド・ロビン方式では、準備時間はシステムの使用効率に大きく影響を及ぼすが、本論文では、同

一のジョブが引続いて処理される場合には準備時間が短縮されることに着目し、システムにおいて処理されるジョブの系内呼数の分布を求めている。また、準備時間が系の状態によらない場合には、準備時間と実質の処理時間の総和をみかけ上の保留時間と考えることにより、ヒンチンの公式が成立することを示し、従来の待ち行列に関する諸結果がそのまま適用可能となることを明らかにしている。

応答時間に関しては、従来平均特性だけが取扱われているに過ぎないが、本論文では、応答時間の正確な分布をラプラス・スチルチェス変換に対する漸化式を用いて求めている。さらに、より複雑で現実的な場合として、外部優先権のあるラウンド・ロビン方式について解析し、系内ジョブ呼数の分布を求めている。

以上の結果、中央処理装置の処理速度、記憶容量、量子長の大きさ、端末数などの適正値を評価でき、ラウンド・ロビン方式について残されていた主要な問題は一応解決されることとなった。

(2) 多種類の入力のあるシステムの解析

多種類の入力のあるシステムについて、先着順にジョブを処理する場合と、ゲート方式により処理する場合について、応答時間に関する解析を行なっている。前者については、系がジョブを処理しない状態から稼動状態に入るときの準備時間を考慮に入れて、実際の局面を正確にモデル化して解析したものであり、後者では、ゲートの開閉を行ない、その間に待ち行列に並んでいるジョブを並べかえる場合について解析したものである。これによってジョブの種類ごとのトラフィック特性が明らかにされ、システムの処理効率の評価が行なえるようになった。

(3) 割込み制御点のある処理システムの解析

電子計算機システムや電子交換機システムでは、中央処理装置に種々の割込みが行なわれることが多い。これまでは、割込みを即時に受けつけ、割込まれたジョブの処理を最初からやり直すか、あるいは優先ジョブの割込みを非優先ジョブの処理が終了するまで延期するとして解析が行なわれていた。実際には、割込みを非優先ジョブの命令実行終了時まで延期したり、あるいは非優先ジョブの処理に再開点（割込み制御点）をいくつか設けておき、割込みが起こった直前の制御点から処理を再開する方式が採用されていることが多い。本論文では、このような現実に即したシステムにおける待ち行列の系内ジョブ数および応答時間の分布を求めている。

以上要するに、本論文は電子計算機システムや電子交換機システムにおいて生ずるいくつかの重要な待ち行列現象を解明し、情報処理システムとしての処理効率を評価する方法を与えたものであって、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。