

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 太田 正孝

本論文は「流体近似による通信トラヒック解析法とその応用に関する研究」と題し、通信網における過負荷およびふくそうに関わる通信トラヒック解析手法およびそれを用いた通信網設計法について論じたものであって、全8章より成る。

第1章は序論であって、本研究で対象とする過負荷・ふくそう・異常ふくそうを定義し、目的、背景、関連技術動向と本研究の位置付けを述べている。

第2章は「従来手法の限界と流体近似の提案」と題し、通信トラヒック解析手法、特に過渡解析手法に関する従来手法を概観し実用的ネットワークへの適用は困難であることを示し、開発すべき手法の要件を整理している。これらの要件を満足する解析手法として流体近似による手法を提案し、その数学的表現を示している。さらに通信網のふくそうの評価尺度として、呼損率とブロック率を定義している。

第3章は「流体近似の性質と適用範囲」と題し、第2章で導入した流体近似を確率過程論から考察している。その結果、(1)系内呼数が大きく、十分に多くの事象が発生するような系についての挙動は、大数の法則が働き、流体近似による表現が有効となること。(2)現在の状態が平衡状態からかけ離れている場合、平衡状態に移行しようとする確定的な力が支配的になり、流体近似による表現が有効となること。という流体近似の性質を示している。さらに、流体近似による呼損率・ブロック率の計算法を示し、定常解・準定常解・過渡解を求め、近似精度を評価することにより本手法の適用範囲を示している。流体近似は、系内呼数や過負荷の度合いに依存するが、概ね2倍以上の過負荷が印加している範囲で適用可能である。

第4章は「流体近似の適用法」と題し、ふくそうの進展過程・ふくそう制御・バーストトラヒックのトラヒック解析について、第2章で導入した流体近似モデルの適用方法についての基本的な考え方を示している。以下の章に示す本手法の適用は、ここで示した適用法に基き行う。

第5章は「電話交換網の過負荷特性解析への応用」と題し、流体近似モデルにより、網の過渡的な挙動を表す時間に関する連立微分方程式を導入し、数値解析により過負荷特性を解析している。ここでは回線などの網内資源のブロック率の時間的变化として過負荷特性をとらえている。この過負荷特性を、網全域にわたり負荷が大きくなる全域過負荷と、ある特定の地域に負荷が集中する集中過負荷の2種類の過負荷について解析している。解析の結果、全域過負荷では回線ふくそうのみ見られるのに対し、集中過負荷の場合は、ノードの共通資源である選択数字送信機ふくそうへと進展し、より深刻なふくそう状態とな

ることを示している。以上本手法によれば、電話交換網のふくそう状態の進展過程が評価可能となる。

第6章は「ふくそう制御特性解析への応用」と題し、流体近似モデルを用いて通信網の過渡的なふるまいを表現し、従来手法では困難であったデータ伝送時間・制御遅延時間などの各種遅延時間を考慮した解析が可能であることを示している。具体的には、ITU-T 勧告の共通線信号方式におけるふくそう制御を対象とし、各種遅延時間のふくそう制御効率への影響を明らかにしている。さらに、高速通信網においてはトラヒック発生源とふくそうリンク間の距離により遅延時間の差異が顕著となり、トラヒック発生源毎に通信品質が異なることを定量的に示している。以上本手法によれば、各種遅延時間を考慮したより現実的なふくそう制御の制御パラメータの決定が可能となる。

第7章は「ATM バーストトラヒック解析への応用」と題し、ATM スイッチの出力リンクに過負荷が加わっている状態とそうでない状態を考えて、各状態で流体近似モデルにより出力バッファの過渡的な振舞いを表現し解析することにより、ATM セル廃棄率計算が高速に計算可能であることを示している。この計算手法を用いて品質評価を行う ATM 網設計支援システムを開発した。この結果、ノード数 100 程度、VCC 数 300 程度の ATM 網で約 3 秒でセル廃棄率計算を可能とした。これにより、網設計者と支援システムが対話しながらヒューリスティックに進める網設計過程を効率よく進めることが可能となった。開発した ATM 網設計支援システムは、品質評価のみならず網計画から網構築・運用まで一貫した支援を可能であり、製品として実用化されている。

第8章は本論文の結論であり、本研究の成果についてまとめている。

以上これを要するに、開発した流体近似による解析手法は、通信トラヒック解析法、特に網の過渡解析に有効な手段で、従来手法では解析が困難なふくそう状態が時間とともに変動する通信網に関する設計問題解決に有効であることを実証したものであり、電子情報工学に貢献する所が少なくない。よって本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。