

Title	パケット交換ネットワークにおける回線容量割当手法に関する研究
Author(s)	菅野, 正嗣
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3066002
DOI	10.11501/3066002
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	菅 野 正 嗣
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 5 7 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 3 月 16 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	パケット交換ネットワークにおける回線容量割当手法に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 宮 原 秀 夫 (副査) 教 授 橋 本 昭 洋 教 授 柏 原 敏 伸 教 授 菊 野 亨

論 文 内 容 の 要 旨

パケット交換ネットワークにおける交換機能の高性能化や通信回線の多様化、さらにネットワークに対する信頼性の要求などにより、従来のパケット交換ネットワークの設計手法を適用することができない、種々の問題が生じてきた。特に、(1)音声や画像のような様々なトラヒックが混在する高速ネットワークでは、パケット伝送遅延の平均値よりも、遅延の分布やパケットの棄却率がネットワークの性能指標として重要になっていること、(2)ネットワークに障害が発生した場合でも、その性能劣化をできるだけ低く抑えて、ユーザに対して正常時と変わらないサービスを提供できるような、信頼性の高いネットワークが求められていること、(3)地上回線と衛星回線のように特性の異なる伝送媒体が複合したネットワークが構築されるようになってきていることなどが挙げられる。そこで本論文では、従来の設計手法を適用することができない以上の問題を解決するための、新しい設計手法を提案する。

まず、パスごとの遅延分布とパケット棄却率に基づく回線容量割当法の提案を行なっている。音声・画像・計算機データなどのマルチメディアデータを伝送する高速のネットワークでは、従来の設計手法で性能指標として採用されてきたパケットの平均伝送遅延よりも、最大許容遅延以内にどれだけのパケットが到着するかを示す遅延分布や、バッファのあふれに起因するパケット棄却の発生率が重要性を増してきている。また、それらの要求品質がメディアごとに異なることも考慮する必要がある。さらに、均質的なサービスの提供と言う観点から、ネットワーク上のすべてのユーザが公平なサービスを受けることができることも重要である。以上の観点から、本論文では、パスごとの遅延分布とパケット棄却率を設計の際の制約条件として新たに採用している。ここで、トラヒックはその要求品質に応じて優先権を与えられ、各ノードにおいて優先順位に従って伝送されるとする。まず、各回線を先取り権のない優先処理を行なうM/M/1/K待ち行列としてモデル化し、パスごとの遅延分布とパケット棄却率を導出している。さらに、この遅延分布と棄却率に基づいて、各回線に容量を割り当てる手法を示している。また、本手法では、従来の設計手法と比較してわずかなコスト上昇で設計ができることを、数値例を用いて示している。

次に、信頼性を考慮したネットワークの設計手法を提案している。ネットワークに障害が発生した場合、迂回トラヒックが生じるが、設計時にあらかじめ迂回トラヒックを収容できるだけの冗長性を持たせておくことにより、信頼性の高いネットワークを設計することができる。まず単一のトラヒックの回線容量割当法として、max-delay-link法を提案している。max-delay-link法では、ネットワークがあらかじめ定められた状態に陥っても、平均遅延を上限值以下に抑えることを制約条件としている。そして、数値例により、従来最も良い手法であるとされてきた max-average

法との比較を行ない、max-delay-link法がより小さなコストで設計できることを示している。さらに、ネットワークの障害が進んだり、トラヒック量が増加したりした場合に、遅延の増加がどの程度になるかを定量的に明らかにしている。続いて、複数のトラヒックが混在するパケット交換ネットワークに対して、信頼性の高い回線容量・優先度・フロー割当を行なうアルゴリズムRP-CFPAを提案している。まず、信頼性を考慮しない場合のアルゴリズムP-CFPAについて述べ、続いてRP-CFPAに関して詳細を述べている。さらに、数値例によって2つのアルゴリズムを比較し、信頼性を考慮することによって、構築コストがどれだけ増加するかを明らかにしている。

最後に、地上/衛星系統合通信ネットワークの設計手法を提案している。ここで対象としているネットワークでは、地上局の配置、地上回線の接続形態などの様々な設計項目が考えられる。本論文では、それぞれの設計項目に関して、設計を行なうアルゴリズムを提案している。また、本手法は、性能に関する制約条件だけではなく、ネットワークを構築する際に生じる地理的な制約条件をも考慮した設計法となっている。さらに、本手法の妥当性を示すために、日本をサービスエリアとする地上/衛星系統合通信ネットワークを設計した数値例を示し、また、トラヒック量や構成要素のコストの変化がネットワーク構成に及ぼす影響に関して明らかにしている。

論文審査の結果の要旨

本研究では、従来のパケット交換ネットワーク設計手法ではあまり考慮されていなかった新しい要因を取り入れた設計手法として、遅延分布とパケット棄却率を考慮した設計手法と、障害発生時のネットワーク性能を考慮した設計手法、さらに地上回線と衛星回線とを統合した、地上/衛星系統合通信ネットワークの設計手法を提案している。

まず、異なる種類のトラヒックが混在するパケット交換ネットワークに対して、パスごとの遅延分布とパケット棄却率を考慮した回線容量割当法を提案している。ここで、各トラヒックは最大許容遅延に応じて優先権を与えられるものとし、各回線を先取り権のない優先処理を行なうM/M/1/K待ち行列としてモデル化することにより、パスごとの遅延分布とパケット棄却率の導出を行なっている。さらに、数値例により、本手法が音声・画像・計算機間データなどが混在するマルチメディアネットワークを設計する際に有効であることを示している。

次に、信頼性の高いネットワークを設計する手法としてmax-delay-link法を提案している。max-delay-link法では、障害発生時に生じる迂回トラヒックを収容できるように、各回線の容量に冗長性を持たせておくことにより、ネットワークに障害が発生した場合においても、平均遅延を上限値以下に抑えることが可能なネットワーク設計手法を与えている。また、この設計手法は単一種類のトラヒックのみならず、複数のトラヒックが混在する場合においても、同様に適用できることを示している。

さらに、異なる通信回線が混在するネットワークとして、地上/衛星系統合通信ネットワークを設計するための手法を提案している。本手法では、地上局の配置や地上回線の接続形態、地上・衛星回線の容量を設計対象とし、最適なネットワーク構成を得ることができる。また、実際にネットワークを構築する際に生じる地理的な制約等を考慮しているため、より現実のシステムを反映したネットワークモデルを扱うことができるものとなっている。

これらの研究は、高機能なパケット交換ネットワークを実現する際にきわめて有用であり、今後のパケット交換ネットワークの発展に寄与するところ大である。よって博士(工学)論文として価値あるものと認める。