

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| 氏 名         | よこ 横 山 ひろ 浩 ゆき 之          |
| 学位(専攻分野)    | 博 士 (工 学)                 |
| 学 位 記 番 号   | 論 工 博 第 3898 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   |
| 学 位 論 文 題 目 | サービス要求対応型通信網資源の動的割当に関する研究 |

|        |                    |             |             |
|--------|--------------------|-------------|-------------|
| 論文調査委員 | (主 査)<br>教 授 松 本 紘 | 教 授 橋 本 弘 藏 | 教 授 北 野 正 雄 |
|--------|--------------------|-------------|-------------|

### 論 文 内 容 の 要 旨

通信サービスを提供する上で必要な通信網資源の量および質は、近年、大きく変化するとともに多様化し、それに応じて、通信網の形態も多様化している。最終利用者との接点においては無線を使った通信網が、基幹伝送や長距離伝送においては光を用いた伝送網が発達する一方、インターネットの爆発的普及に伴い、中継および交換を行う領域では、高速なパケット交換網が急速に整備されている。そのため、異なる通信網を組み合わせ使用しつつ、全体としては統一的な運用指針に従って多様な通信サービスを提供することが可能な工学的手法が求められている。本論文は、周波数チャネル、伝送帯域、光回線といった通信網資源を、サービス要求に応じて動的に割り当てる手法に関する研究成果をまとめたものであって、7章からなっている。

第1章は序論であり、通信網の全体像を俯瞰し、代表的なサービスの特徴とそれに対応した網構成を示している。その上で、従来の通信網資源割当手法を概観し、マルチメディアサービスを意識した動的資源割当手法の必要性、ならびに提案手法の新規性と有効性について述べている。

第2章では、フルレート方式とハーフレート方式が混在するデュアルレート移動体通信網を対象に、フルレート回線群とデュアルレート回線群とが相互にあふれ呼を受容するルーチングをモデル化するとともに、デュアルレート回線群のスロットペアの取り扱いを考慮した周波数チャネル割当法と、フルレート方式の接続品質を改善するための回線留保制御法を考案している。その上で、平衡状態方程式を定式化し、数値的に解析することによって、設備数を最適化する方法を述べている。

第3章では、インターネットに代表されるデータ通信の拠点間通信に適したベストエフォート型多波長パス割当通信網の構成と光パス交換機の制御法を考案し、その性能を実証している。考案アーキテクチャは、トラヒックを観測しながら、需要に合わせて、動的かつ自律分散的に光パスの追加および削除を行い、シグナリングを必要としない点に特徴がある。トラヒックの変動に対する応答時間は30ミリ秒以下であり、実際の通信網における急峻な負荷変動に対しても十分追従できる性能を有することが示されている。

第4章では、優先制御を行うセル交換機において、サービスが要求するセル損失率基準を満足するために必要な伝送帯域を優先度別に求める方法として、並列型優先制御待ち行列を直列型待ち行列で近似する方法を考案し、その有効性を数値的に検証している。この近似法によって、各優先度の待ち行列は、単一のFIFO型待ち行列に変換できるため、サービスに必要な伝送帯域は、従来の等価帯域法を用いて算出できる。さらに、優先制御多重効果を定義し、その効果を得るための条件を導出して、伝送帯域を効率的に利用するための指針を明らかにしている。

第5章では、光伝送路を遅延線として利用することで等価的に光パケット交換機の光バッファ容量を拡大し、パケット損失率を低減させる反射ルーチング方式を考案している。この方式は、代替パス用の光ラベルを必要とせず、ルーチングテーブルの変更も不要であり、光パケット交換網に適している。広域基幹網のように比較的疎な通信網においては、従来の迂回ルーチング方式と同等の性能が期待できることが明らかにされている。

第6章では、全てのサービスを統一的に取り扱うための枠組みとして、サービスから得られる効用が最小となる最も不利

な利用者を可能な限り救済する効用マクシミン型公平性の原理を用いた通信網の帯域割当法と経路設計法について述べている。総効用最大化、収容呼数最大化、呼収容率と平均効用の加重平均最大化の、3つの最適化問題を定式化し、従来アルゴリズムを拡張して最適な設計手法を求め、その効果を詳細に議論している。

第7章は結論であり、本論文によって得られた成果について要約している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、通信サービスを高品質かつ効率的に提供するための通信網の制御と設計に関する問題の解決を目的とし、サービス要求に応じて通信網資源を動的に割り当てる新たな手法を考案して、その効果を明らかにした。これは、様々なサービスが混在する統合通信網の実現に大きな寄与をもたらす重要な成果である。本論文で得られた主要な成果は次のとおりである。

1. デュアルレート方式とフルレート方式が混在する移動体通信網における周波数チャネル割当法および回線留保制御法を新たに考案し、基地局の最適設備数設計法を明らかにした。
2. 優先制御を行う待ち行列の直列近似モデルを初めて考案し、非同期転送モードを用いた基幹通信網における伝送容量設計および呼受付制御の実用的なアルゴリズムを考案して、その効果を数値的に検証した。
3. 波長多重方式の光通信網における利用者別ピーク伝送容量を向上させるため、多数の光パスを自律分散的に割り当てる通信網の構成および制御法を考案し、試作システムによって性能を実証した。
4. 光パケット交換機におけるパケット衝突を回避する簡易な方法として、光伝送路を遅延線に利用する反射ルーチング方式を初めて考案し、実用上、従来方式と同程度の効果が期待できることを数値的に示した。
5. 異なるサービス間における通信網資源の分配原理として効用マクシミン公平性を用いた場合の帯域割当手法を、帯域制限のある場合に拡張し、それを用いた通信網設計手法を考案して有効性を数値的に示した。

本論文は、サービス要求に応じて通信網資源を動的に割り当てる手法に関する論理的および数値的な議論を綿密に行うとともに、新たに考案された通信網制御および設計手法が所望の通信品質を達成することを実証しており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年2月10日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。