

審査の結果の要旨

氏 名 中山 悠

本論文は「**Adaptive Architecture and Traffic Control for Metro-Access Network**（適応的メトロアクセスネットワークの構成とトラフィック制御に関する研究）」と題し、メトロアクセスネットワークについて、需要変動に対する適応的な構成法およびトラフィック制御手法の提案を行ったものであり、全六章から構成されている。

第一章は「**Introduction**」であり、モバイルネットワークの技術や需要分布に関する動向と、アクセスおよびメトロネットワークのトポロジや利用されるプロトコル、低遅延性などの要求条件を満たすためのトラフィック制御に関する技術動向について述べている。

第二章は「**Architecture for Adaptive Metro-Access Network**」と題し、本研究において目指す適応的なメトロアクセスネットワークの構成について論じている。モバイルトラフィックは爆発的な増大を続けている一方で、その時空間的な変動が顕著になっている。この主要因として、中心市街地から郊外にかけての昼夜間の人口変化やイベント等によるホットスポット形成といった短期的な変動が挙げられる。この変動に対し効率的にネットワークを配備することを目的として、有線でバックホール通信を行いながら移動する基地局を用い需要変動に追従して自律的に再構成するネットワークを提案している。さらに、公共交通機関などにおける移動するホットスポットに対応するため、在来線向けの光バックホール移動ネットワークを提案している。また、モバイルフロントホールを効率的に収容するためにシングルスター構成と **Passive Optical Network (PON)** を用いた構成に関してシミュレーションによる比較を行い、PON の適用領域を明らかにしている。

第三章は「**Traffic Control for Access Network**」と題し、アクセスネットワークにおけるトラフィック制御技術について、まず **Time- and Wavelength Division Multiplexed PON (TWDM-PON)** においてモバイルフロントホールの遅延要求を満たしながら効率的に多数のアンテナを収容するための動的波長帯域割り当て手法を提案している。これは、これまで **Time- Division Multiplexed PON (TDM-PON)** においてモバイルフロントホールを収容するための帯域割り当てについては検討が進んでいたものの、**TWDM-PON** を用いた際に波長チャンネルを効率的に活用する手法が未検討であったという課題を解決するものである。また、災害により光アクセスネットワークの通信が途絶した際に、光無線連携により通信復

旧を行うシステムについても提案している。本システムを実現するために必要となるプロトコルや復旧シーケンスについて検討を行った上で、無線伝搬環境を考慮したノード配置計画手法についても提案を行い、シミュレーションによりその有効性を確認している。

第四章は「Traffic Control for Metro Network」と題し、レイヤ2ブリッジを用いて構成されるメトロネットワークにおいてモバイルフロントホールを転送するための低遅延保証型ルート設定およびスケジューリング手法を提案している。また、モバイルフロントホールトラヒックの特性を利用して高速にネットワーク上の故障検知および経路切り替えを行うための手法についても同時に提案している。これらの手法を用いることで、メトロネットワークにおける効率的なモバイルフロントホール収容設計を実現することが可能となる。さらに、通常のインターネットトラヒック等のベストエフォートトラヒックについて、高精度なフロー間スループット公平化が可能な **N Rate N+1 Color Marking (NRN+1CM)** をリング集線ネットワークに適用した際に、キューイング遅延の蓄積により引き起こされる **Bufferbloat** を適切に抑制できることを数学的に証明し、さらにシミュレーションにより検証を行っている。

第五章は「Adaptation for Urban Shrinkage」と題し、トラヒック需要について今後予想される、山間部での人口減少や都市への一極集中および先進諸国での人口減少などといった長期的な需要変動に対して、これまで主に検討されてきた需要増大を前提にした設備計画手法では対応が難しいという問題に着目している。この課題に対して提案した先進国における人口減少を考慮した通信施設の動的な統廃合モデルについて、単なる数学的な最適化のみではなく、計画時に事業者の要求条件を考慮するための要求条件記述手法を提案している。本手法を用いることで、事業者のサービス提供に関する制約条件などを考慮するなど、より現実に即して施設の統廃合計画を立案することが可能となった。

第六章は「Conclusions」であり、論文の成果と今後の展開をまとめている。

以上これを要するに、本論文はメトロアクセスネットワークについて、需要変動に対する適応的な構成法およびトラヒック制御手法の提案を行ったものであり、電子情報学上貢献するところが少なくない。よって本論文は博士(情報理工学)の学位論文として合格と認められる。