



Title	Multihop Relay System in Mesh-Topology Millimeter-Wave Entrance Networks
Author(s)	Sangiamwong, Jaturong
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/92
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	ジャトウロン サギヤムウォン Jaturong SANGIAMWONG
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19521 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科通信工学専攻
学位論文名	Multihop Relay System in Mesh-Topology Millimeter-Wave Entrance Networks (メッシュ型ミリ波エントラנסネットワークにおけるマルチホップ中継方式に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 小牧 省三 (副査) 大阪工業大学工学研究科教授 安川 交二 教授 滝根 哲哉 教授 河崎善一郎 教授 馬場口 登 教授 三瓶 政一 教授 北山 研一 教授 元田 浩

論文内容の要旨

本論文は、著者が大阪大学大学院工学研究科通信工学専攻在学中に行ったメッシュ型ミリ波エントラنسネットワークにおけるマルチホップ中継方式に関する研究成果をまとめたものであり、以下の 6 章により構成されている。

第 1 章は、序論であり、本論文に関連する研究分野の現状について述べるとともに、本論文における研究背景および研究目的を明確にした。

第 2 章では、ミリ波帯を用いた広帯域無線アクセスシステムについて概観するとともに、本研究で検討している P-P (Point-to-Point) リンクで構成されたメッシュ型エントラנסネットワークとユーザの P-MP (Point-to-MultiPoint) アクセスリンクの 2 階層構造を持つメッシュ型広帯域エントラנסネットワークの構成と概要について述べた。

第 3 章では、メッシュ型ミリ波広帯域エントラنسネットワークにおいて無線リンク品質に基づいた経路選択アルゴリズムを提案した。ミリ波帯通信では降雨減衰が大きいため、有線ネットワークで用いられるトラヒック分散経路選択アルゴリズムをそのまま適用するのは不適切である。そこで、変動するリンク品質と転送されるトラヒック量に適応してメッシュ型エントラنسネットワーク内の経路を選択するアルゴリズムを提案し、理論的な特性評価を行い、その有効性を示した。

第 4 章では、マルチキャリア技術を用いたメッシュ型エントラنسネットワークを対象として、無線経路選択方式と周波数チャネル割当て方式を総合した動的リソース割当て方式を提案した。本提案方式では、無線経路選択については、適応変調方式を使用して無線リンク品質に応じてリンクの容量が変化する場合にもトラヒックが適切な経路に分散され、一方、周波数チャネル割当てでは、少ない演算量で無線リンク間の干渉が抑えられるように各リンクへの準最適化の周波数チャネル割当てが行なわれる。本提案方式のスループット特性についてシミュレーションを含む理論解析を行い、提案方式の有効性を示した。

第 5 章では、メッシュ型エントラنسネットワーク内のトラヒックが大きいときに第 4 章で提案した動的リソース割当て方式が有する干渉問題とネットワーク全体のスループット低下を解決するため、周波数チャネルブロッキング方式を提案した。この方式は、ある無線リンクで使用する周波数チャネルをロック化し、無線リンク間の干渉を抑えることによりネットワーク全体のスループットを改善する。しかし、ある周波数チャネルをロック化すると、そ

のチャネルを使用する基地局のスループットが犠牲になるので、ネットワーク内の転送トラヒック間に不公平を引き起こす可能性がある。そこで、本方式ではネットワーク全体のスループットに加えて公平性指数特性を新たに導入し、それらに基づいて周波数チャネルブロッキングを行う。最後に、提案方式の特性評価を行い、その有効性を示した。

第6章では結論であり、本研究で得られた成果について総括を行った。

論文審査の結果の要旨

本論文は、メッシュ型ミリ波エントラنسネットワークにおけるマルチホップ中継方式に関する研究成果をまとめたものであり、以下の6章から構成されている。

第1章は、序論であり、ブロードバンドワイヤレスアクセス方式ならびにメッシュ型ミリ波エントラنسネットワークの研究動向を述べるとともに、本論文に関する背景及び研究目的を述べている。

第2章では、ミリ波帯ブロードバンドネットワークの概要並びにメッシュ型ミリ波エントラنسネットワーク方式の概念、ネットワーク構成、階層構造を述べ、ポイント-ポイントリンクをメッシュ型で使用するエントラنسネットワークを定義するとともに、これらに関する研究動向を述べている。

第3章では、リンク品質に基づいてパスを選択制御するメッシュ型ミリ波エントラنسネットワークを提案している。ミリ波帯域を使用することにより、広帯域かつ機器構成がコンパクト化されるが、一方で強い雨によって回線品質が劣化する。このため、トラヒック負荷のみを用いてパスを選択する有線システムの制御方式では十分な品質を確保できない。新しく CABSP (Constraint Availability-and-Bandwidth Shortest Path) ならびに CABSP-AM (Adaptive Modulation) という制御法を提案し、回線品質・トラヒック負荷変動の両者を考慮に入れたパス選択ならびに適応変調の適用により、特性向上が可能であることを定量的解析により明らかにしている。

第4章では、複数のミリ波帯無線チャンネルを動的に各無線リンクに割当てる可変リソース割当制御法 (DRA : Dynamic Resource Assign) を提案している。無線リンクに対しては、無線チャネルの割当と同時に変調多値数の可変割当を同時にを行うことを提案し、降雨による減衰の影響を避けている。また、無線チャネル割当制御の演算処理を軽減するため、準最適制御法を提案している。これらの新しく提案した可変リソース制御法の効果を明らかにするため、各種の降雨条件下でスループット特性の解析を行なっている。

第5章では、無線チャネルブロッキング制御 (FCB : Frequency Channel Blocking) を提案し、第4章で述べた手法における、干渉によるスループット低下の改善を図っている。この制御手法による効果を解析し明らかにしている。

第6章では、本論文をまとめている。

本論文において得られた成果は次の通りである。

- (1) CABSP 制御法を適用することにより、従来と比較し、2~3 Gbps のスループット改善を実現した。
- (2) さらに、CABSP-AM の適用により、1.36~1.48 倍のスループット向上を実現している。
- (3) DRA アルゴリズムに基づくマルチキャリアリソース割当を適用することにより、ランダムにキャリアを割り当てる従来方式に比べ、スループット改善が可能であることを明らかにしている。
- (4) DRA アルゴリズムの計算機負荷を下げるため、準最適制御を実施した場合、スループット特性の劣化は無く、最適制御と遜色のない値となることを明らかにしている。
- (5) マルチキャリア数を増加させた場合、スループットを改善できることを明らかにしている。この改善量は、アンテナ指向特性に依存している。
- (6) FCB 制御法を適用し、2~3 Gbps のスループット改善を得ている。
- (7) FCB 制御法を使用することにより、フェアネス系数 0.6~0.8 を実現している。

以上のように、本論文は、メッシュ型ミリ波エントラنسネットワークに対し、各種の制御方法を提案し、スループット向上を実現している。この結果、人類共通の財産である電波周波数の利用効率向上に対しても重要な技術であり、通信工学の発展に寄与するところが極めて大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。