

ミリ波アクセスポイントにおける接続ノードの均等化手法

王 洋[†] 塩谷 吉満[†] 川村 晋太郎[†] 松山 健吾[†] 高 敏雄[†]

リコーICT 研究所システム研究センター[†]

1. まえがき

近年、スマートフォンに代表される無線通信端末数は爆発的に増加している。無線ノード稠密環境では、電波干渉・輻輳の影響が大きくなり、広く使われている無線 LAN を使用してリアルタイムに一齐情報共有する事が困難であり、そこで今後普及が予測されるミリ波無線 (802.11ad) に着目した。

802.11ad[1]は 60GHz 帯を使用するので無線 LAN の電波混雑に関係なく通信が可能であり、非常に高速だが、通信可能距離が短く、また、電波の直進性が強い特性より、障害物、もしくは人が通信路に入ると、通信が不安定になる、もしくは切断してしまうため、衆人環境において、多ノードへの一齐情報共有には適さない。

そこで、上記課題を解決する事で高速・低遅延で一齐情報共有できて、且つ、工事レスで簡単にネットワークを構築可能なマルチホップ転送と経路制御技術を考案した。

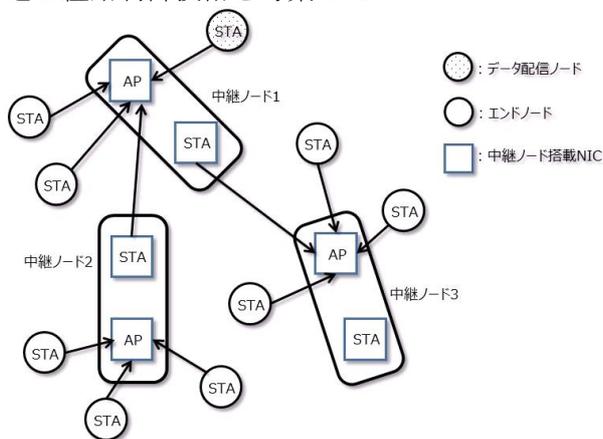


図1 ミリ波ネットワークトポロジ

考案したミリ波マルチホップ転送システムのネットワークトポロジを図1に示す。802.11adモジュールを2個使用したマルチホップ転送専

Equalization Method of Connection Nodes for Millimeter Wave Access Point

Yang WANG[†] Yoshimitsu SHIOTANI[†] Shintaro KAWAMURA[†] Kengo MATSUYAMA[†] Toshio TAKA[†]
[†]System Research & Development Center, Ricoh Institute of Information and Communication Technology, RICOH Company, Ltd.

用の中継ノードを複数設置して、802.11ad ジュールの片方をアクセスポイント、もう片方をステーションに設定して、中継ノード間、即ち、異なるサブネットワーク間をマルチホップ転送して、各中継ノードのミリ波アクセスポイントにエンドノードが接続する。また、複数の中継ノードの中で1つのノードが集中制御ノードとして、ネットワーク全体経路制御を行う。

ミリ波アクセスポイントは無線 LAN と比較して接続可能なノード数が非常に少なく、そのため、各エンドノードが特定のミリ波アクセスポイントに集中して接続すると、接続上限に到達してしまい、接続不可エリアが出来てしまう。また、各中継ノードのアクセスポイントは隣接ノードである次ホップ先の中継ノードに接続すると同時に、自身が構成するサブネットワークに所属するエンドノードも収容する必要がある。故に、ミリ波マルチホップ通信経路の冗長性、即ち、ネットワーク全体の信頼性と、ネットワーク全体の収容可能ノード台数のトレードオフの関係が成立する。

本発表では、全エンドノードがある程度の冗長性を持ちながら各ミリ波アクセスポイントに均等に接続する事で、上記問題を解決する仕組みを説明する。

2. 提案手法

図2に、接続ノード数の均等化制御の流れを説明する。なお、本提案手法は集中制御ノードにおいて、均等化制御を行う。

集中制御ノードは、各中継ノードの接続エンドノード数の最小値と最大値の差が閾値を超える場合に、エンドノード数が最も多く接続している中継ノードに無線 LAN 経由で数台のエンドノードを別の中継ノードに接続先変更するように指示を出す。別の中継ノードの選択方法はたとえば、接続エンドノード数が少ないほど優先度を高く設定する。

そして、移動指示を受信した中継ノードは、移動エンドノード数だけ自身との通信品質 (※

1) が悪いエンドノードを選択して、選択したエンドノードに 802.11ad 経由で他の中継ノードに接続先を変更するように指示を送信する。 ※1 受信信号強度，スループット値，パケットロス率より判定する。

移動指示を受信したエンドノードは、各中継ノードの優先度に基づいて、順番に各中継ノードとの通信品質を確認する。通信品質が所定閾値以上の場合、その中継ノードに接続する。

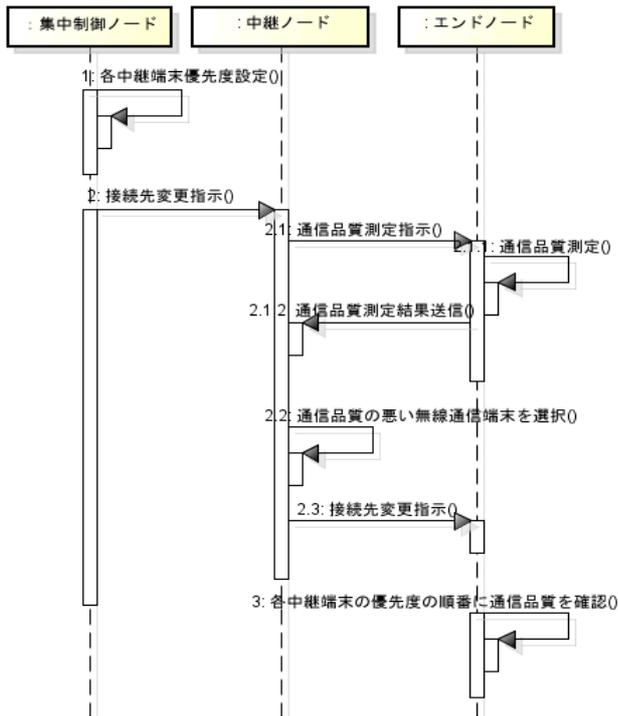


図2 接続ノード数の均等化制御の流れ

以上より、各ミリ波アクセスポイントのエンドノード数を均等化する事ができるため、新規エンドノードがどの方向、位置から参加しても接続可能なミリ波アクセスポイントが存在する事が出来るようになる。

3. 評価結果

集中制御ノード 1 台，中継ノード 5 台，エンドノード 21 台を使用して評価を行った結果を説明する。各エンドノードは 1 秒単位のランダムな時間だけ待機してから各中継ノードに接続要求を行う。図 3 に示すように、最初の 20 秒は中継ノード 3 と中継ノード 4 に接続が集中していた様子が見られるが、集中制御ノードが各中継ノードの接続数情報を収集して、各中継ノードの接続ノード数が均等になるように各中継ノードに指示を出した結果、約 60 秒後には各中継ノード

の接続ノード数が均等化されていた事が分かる。また、中継ノードは自身サブネットワーク内で最も通信品質が劣悪なエンドノードを選択して切断を行い、切断されたエンドノードはスキャン結果より得られた受信信号強度が所定閾値以上 (※2) の中継ノードから、接続先優先度が一番高い中継ノードを選択するため、中継ノードとエンドノード間の通信品質も良好である。 ※2 別評価結果より、受信信号強度が-70dBm の場合、通信が安定する事を確認できた。

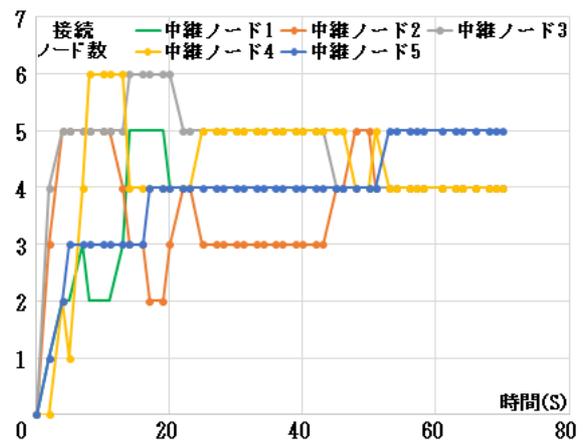


図3 各中継ノードの接続ノード数の遷移

4. まとめ

本評価は障害物が無い環境で行っており、実際に本システムを運用する場面は衆人環境で経路切り替えが発生する可能性がある。経路切り替えが発生すると各中継ノードの接続エンドノード数に偏りが生じるため、均等化プログラムが動作することになる。今回の評価では 3 秒周期で集中制御ノードが各中継ノードの情報を取得して接続数の分散化を実施していたが、より早い周期で監視する必要があるだろう。また、各中継ノードのエンドノードの接続可能台数を増やすと中継ノード同士の接続台数が少なくなり、経路の冗長性確保、即ちネットワークの信頼性が難しくなる。この信頼性とエンドノードの収容可能端末台数のトレードオフについては、本システムの使用場面によって検討が必要になる可能性がある。

参考文献

[1] IEEE 802.11ad, 2012, 『Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications, Amendment 3: Enhancements for very high throughput in the 60 GHz band』.