



はじめに

- 本資料は下記論文を基にして作成されたものです。文書の内容の正確さは保障できないため、正確な知識を求める方は原文を参照してください。

題目: Centralized Channel Assignment and Routing Algorithms for Multi-Channel Wireless Mesh Networks

著者: Ashish Raniwala
Kartik Gopalan
Tzi-cker Chiueh



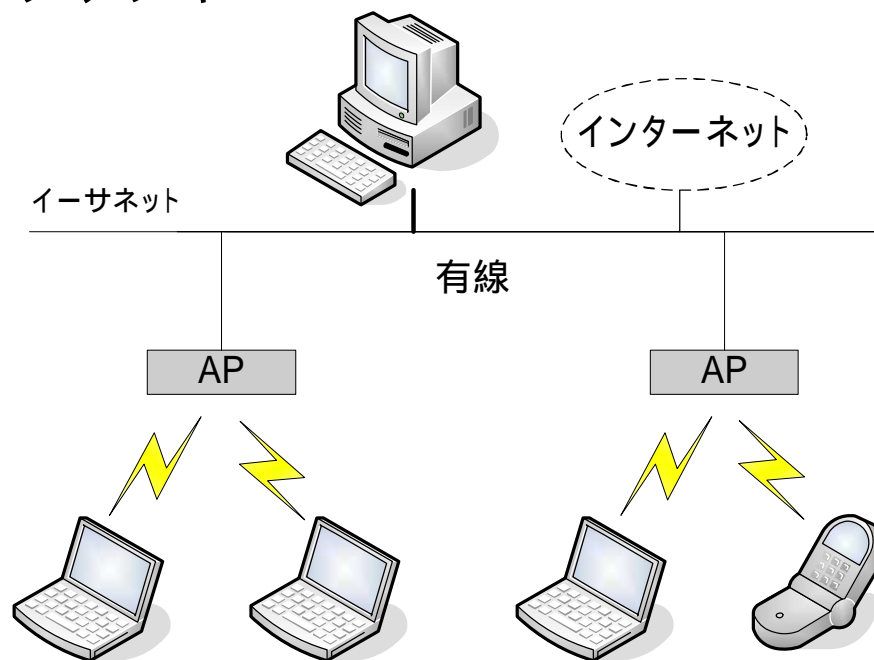
マルチチャンネルワイヤレス メッシュネットワーク

渡邊研究室

050428027 後藤秀暢

はじめに

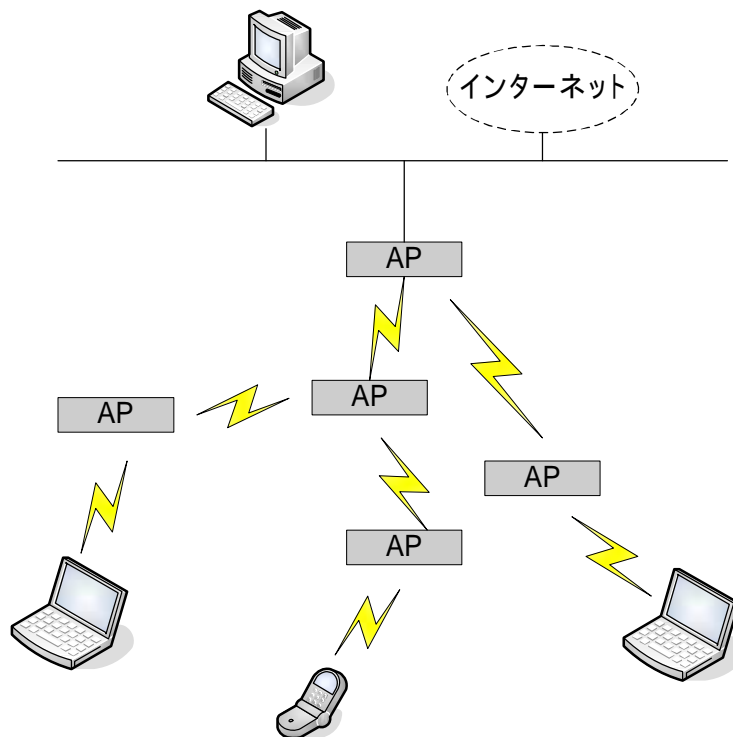
- 従来の無線LANは、APに対して端末が無線リンクで接続し、AP間は無線LANスイッチなどを経て有線ネットワークで接続されるアーキテクチャ



シングルホップ接続

ワイヤレスメッシュネットワーク

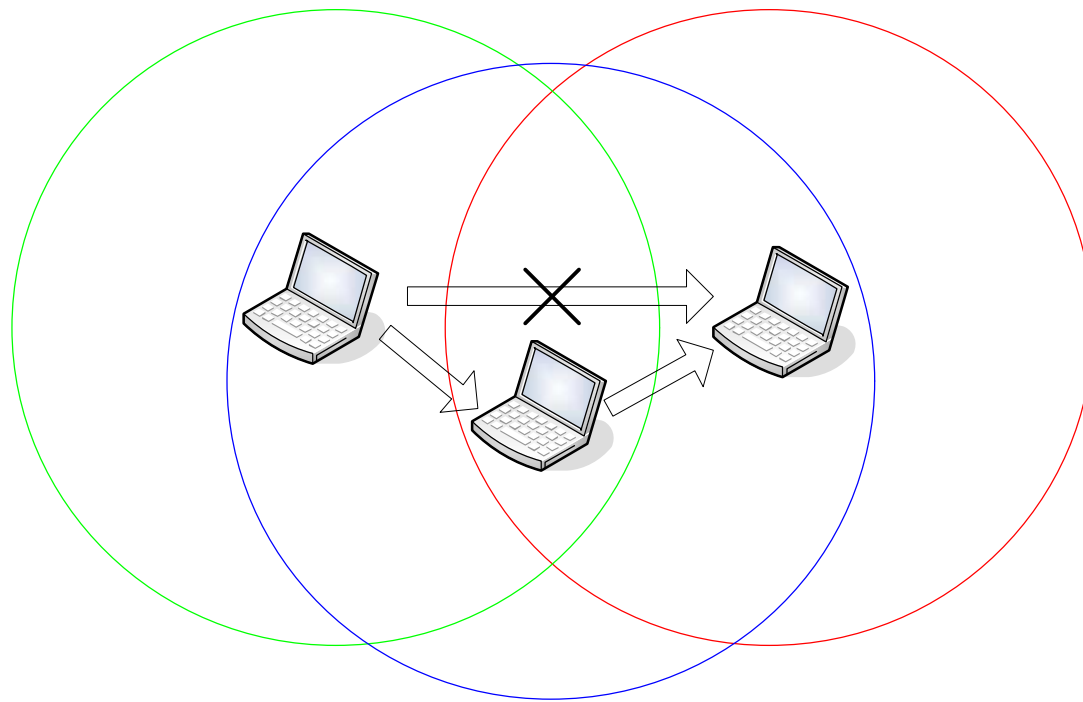
- メッシュネットワークのアーキテクチャでは、AP間の接続や端末間の接続も無線リンクで行うことで、パケットの中継を実現する



マルチホップ接続

無線アドホックネットワーク

- メッシュネットワークはこのように無線アドホックネットワークのマルチホップ通信の概念を取り組む



マルチホップ通信



マルチホップ

■ マルチホップ通信の問題点

- ・マルチホップの段数が増えることによるスループットの低下

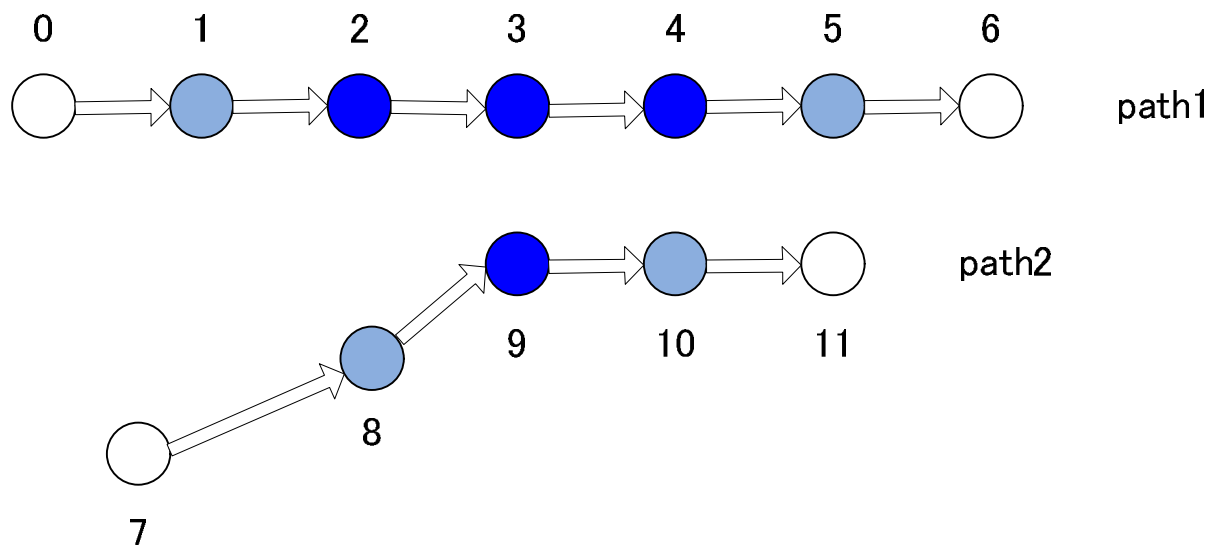
スループット: コンピュータやネットワークが一定時間内に処理できる
データ量のこと

- ・同じパスの中の隣接したホップ、又は近隣のパスからの妨害

マルチホップアドホックネットワーク

■ シングルチャネルのマルチホップアドホックネットワーク妨害

- ・同一パス内のノード1、2、4、5はノード3の妨害範囲
- ・共通要素を持たないノード8、9、10も妨害範囲
- ・ノード3がノード4に送信している場合、図の中で示される無線通信リンクのどれも同時に作動することができない





マルチチャンネル化

- マルチチャンネル化とは・・・
 - ・複数の無線チャンネルを同時に使用することで他無線局との干渉を低減し、スループットの低下を抑える
- 本論文では
 - ・異なるチャンネル上で作動する多数のLAN接続カード(NIC)を各ノードに装備し、マルチチャンネル化を実現
 - ・マルチチャンネル、マルチホップワイヤレスアドホックネットワーク・アーキテクチャーを提案



マルチチャネル化 2

■ マルチチャネル化に向けて

アドホックネットワーク中に多数のラジオ周波数を開発

そのためには・・・

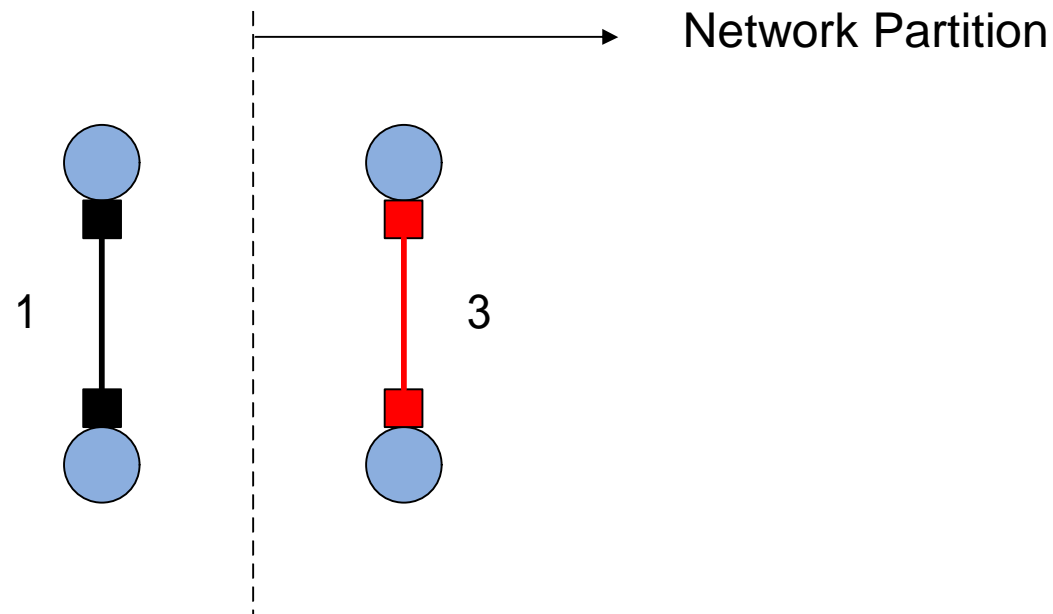
- ・MAC層の修正
- ・802.11インターフェースを使用しているワイヤレスネットワークに直接適用できない

■ 提案するアーキテクチャは・・・

- ・802.11に基づいたネットワークに注目
- ・システムソフトウェア修正のみ要求

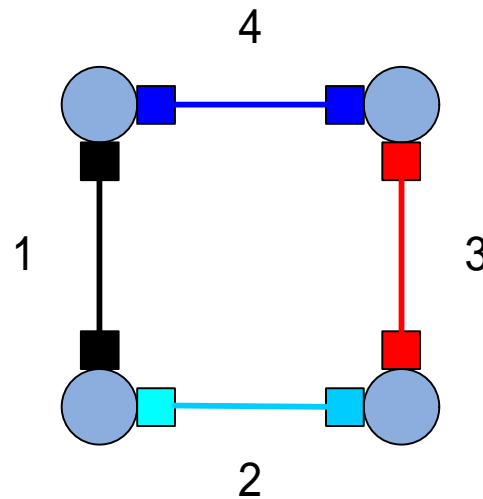
Single-NICアドホックネットワーク

- ・各ノードにNICは一つ
- ・チャンネルは1、3
- ・マルチチャンネル化により、単一のNICのネットワークは分離

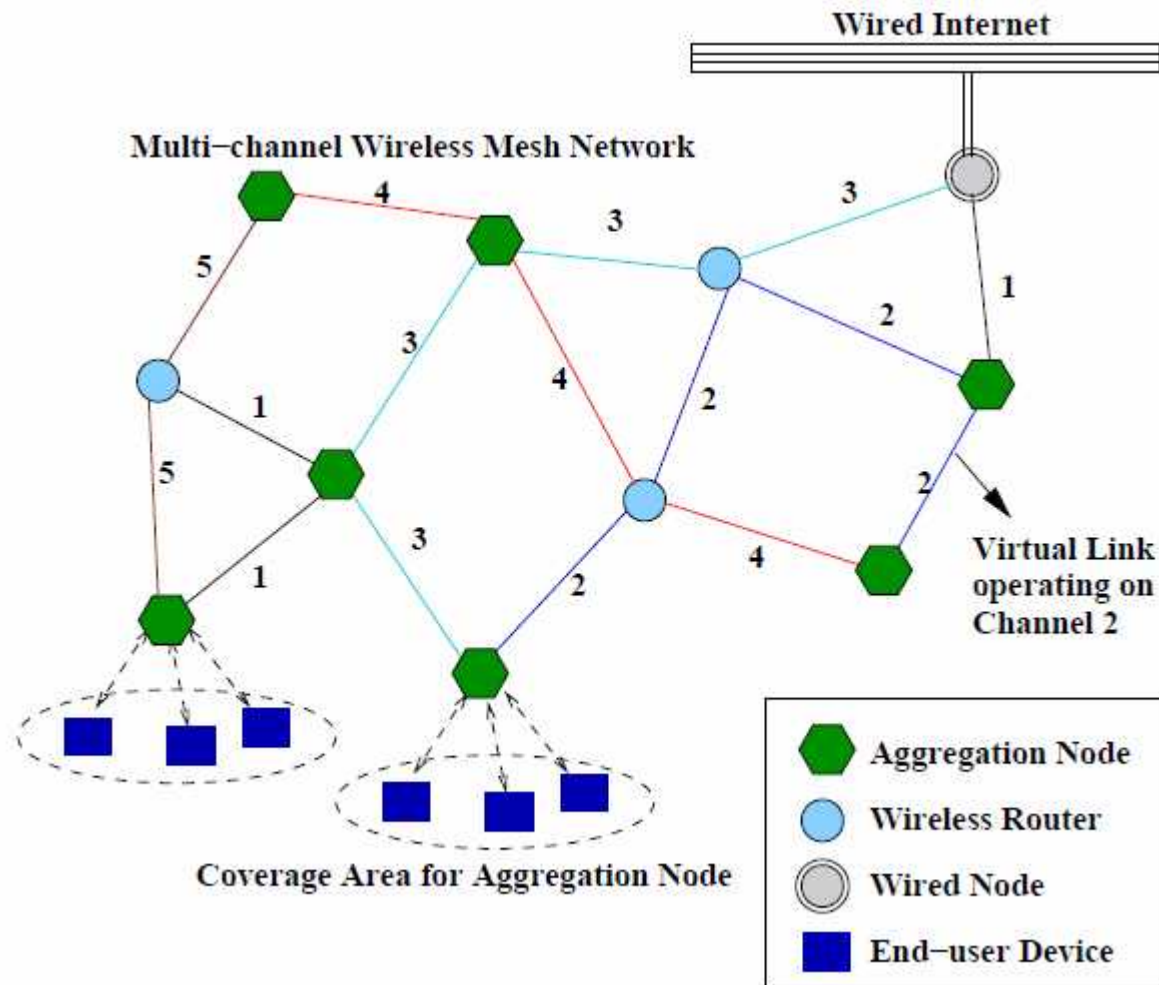


Dual-NICアドホックネットワーク

- ・各ノードにNICは二つ
- ・チャンネルは1、2、3、4
- ・二つのNICを各々のネットワークノードに置き換え、4チャンネルのネットワークを作ることができる




マルチチャンネル ワイヤレスメッシュネットワーク





システムアーキテクチャ

- アーキテクチャは無線LANアクセスポイントに似た固定のノードから成り立つ
- 各ノードは、カバーエリア内のエンドユーザのモバイルの無線装置にネットワーク連結性を配給
- 各ノードは、それら自身の間でマルチアドホック・ネットワークを形成
- メッシュネットワーク内のいくつかのノードは純粋なルータとして働く



システムアーキテクチャ 2

- ネットワーク中のノードは二つのNICを装備
- 直接通信のために二つのノードは互いにコミュニケーション範囲内にはないといけなく、共通のチャンネルを割り当てる
- 異なるチャンネルを使用するノード・ペアは妨害なしで同時に送信可能

ネットワーク内のグッドプットを向上するには

- ・ラジオチャンネルを各802.11のインタフェースに割り当てる
- ・ノードの全ての組の間でルートを決める

グッドプット:送信者から受信者に正常に伝送された実際のデータ量を示す計測値

システムアーキテクチャ 3

- マルチチャネルワイヤレスメッシュネットワークアーキテクチャは2つの研究課題を提起

- ・与えられた802.11のインタフェースにどのラジオチャネルを割り当てるのか
- ・どのようにマルチインタフェースワイヤレスアドホックネットワークを通してパケットを経由しなければならないのか

チャンネル割当て

ルーティング



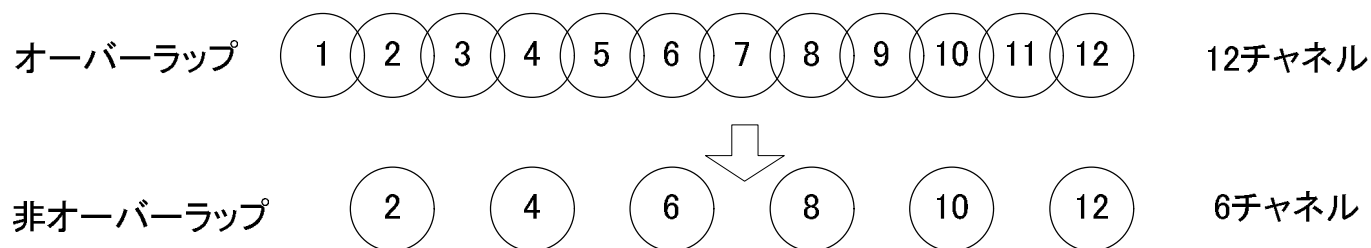
ルーティング問題

■ ルーティングとは・・・

- ・目的のホストまでパケットを送信するとき、最適な経路を選択して送信すること
- ・ルーティングアルゴリズムは、通信する各ノードペアのルートを決める
- ・ルーティングは、ネットワークのロード・バランシングに重要な役割を果たす
- ・ロード・バランシングはボトルネックの生成を回避する

チャンネル割当て方式

- 各ノードが複数のNICを持つ場合
 - ・同一ネットワーク内で複数のチャンネルを利用可能
 - ・相互に干渉範囲にあるリンクに非オーバーラップチャンネルを割当てれば、ネットワーク内の干渉を低減



とゆうことは・・・

すべてのリンクに非オーバーラップチャンネルを割り当てればいい？

チャンネル割当て方式 2

利用可能な非オーバーラップチャンネル数は有限である

- 各802.11の非オーバーラップチャンネル(日本)

802.11a : 8 チャンネル

802.11b/g : 3 チャンネル

ノード数が増えると相互干渉のまったく生じない
チャンネル割当ては現実的に困難

しかし・・・

相互に干渉が生じないリンク間ではチャンネルの再利用が可能

チャンネル割当て方式 3

- ・与えられたネットワークインタフェース数 q
- ・与えられたチャンネル数 Q の条件下で

ネットワーク全体で干渉が最小となるような効率的なチャンネル割当てアルゴリズムとプロトコルが必要！！

このとき・・・

- ・2ノード間に適切に共通チャンネルを与え、ネットワークの接続性を保障する必要がある
- ・各リンクのトラヒックが均等でなければ、トラヒック負荷の多いリンクに、周辺で利用の少ないチャンネルを割り当てる必要がある

トラヒック: データの情報量

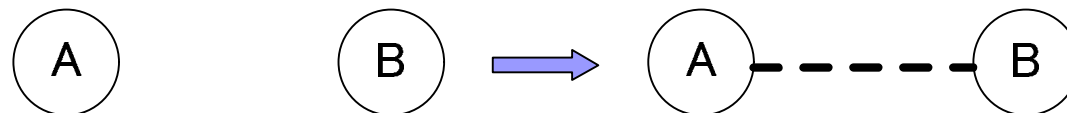


チャンネル割当てのアプローチ

1. 初期条件としてネットワークのトポロジーとノード間のトラフィックが与えられる
2. トポロジーとトラフィックに基づき、利用可能なチャンネル数 Q 、リンク容量、干渉範囲のリンク数を考慮し、各リンクに加わる負荷の初期推定値を求める
3. 負荷の大きいリンクから順にチャンネル割当てを行なう
(各ノードのチャンネルリストのチャンネル数に関して三つのケースがある)

トポロジー制御

- ネットワークトポロジーとは・・・
コンピュータネットワークにおける各構成要素の接続形態のことで、ネットワーク構成とも呼ばれる
- 初期条件としてのネットワークトポロジーは・・・
どのノード間にリンクを設定するかという設計問題を考えられる

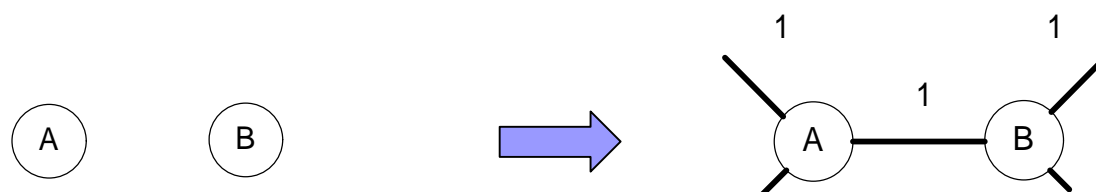


それにより

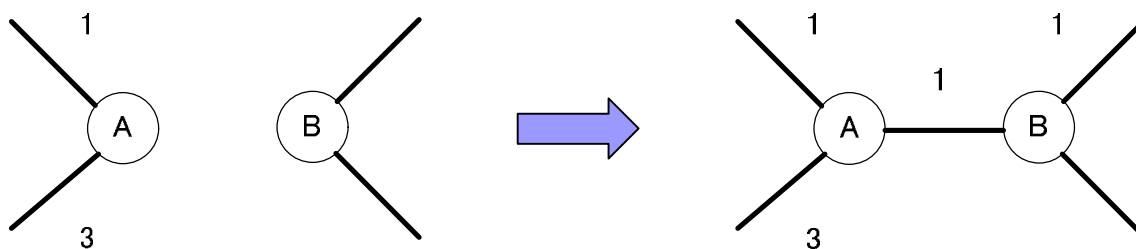
そのバーチャルリンクの性能、品質、他リンクとの干渉度、ノード間のトラフィック負荷などが考えられる

チャンネル割当てのアプローチ 2

ケース1. ノードA、Bがどのチャンネルも割り当てられてなければ、最も干渉度の少ない任意のチャンネルを選択して、対象リンクに割り当てる



ケース2. ノードAがq個、ノードBがq個未満。この時、ノードAのチャンネルリストの中で最も干渉度の少ないチャンネルを選択し、対象リンクに割り当てる。

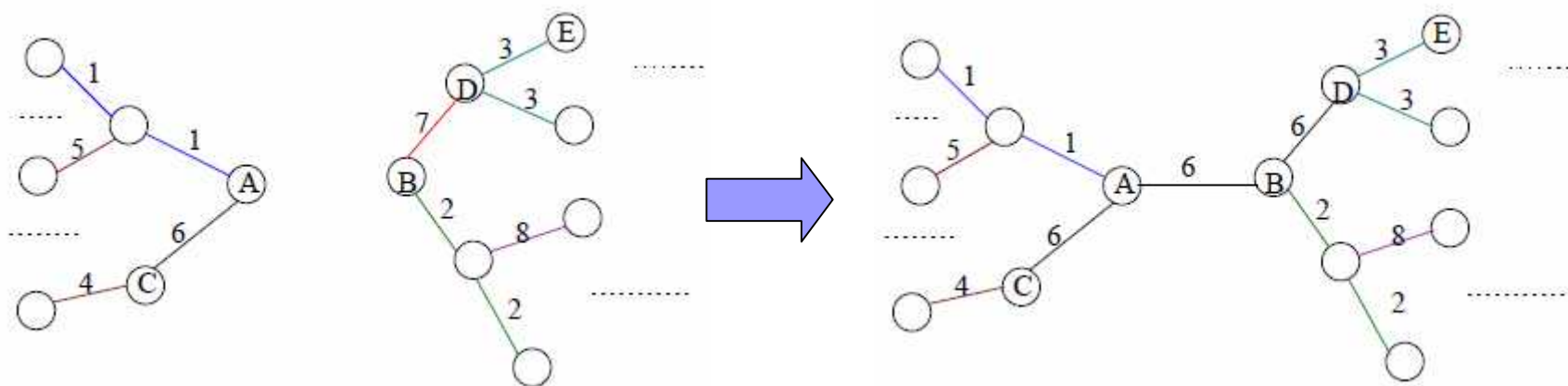


干渉度: 干渉領域において同じチャンネルを割り当てられたリンクの推定負荷の総和 22

チャンネル割当てのアプローチ 3

ケース3. 両方ともq個。

- ・もし、ノードA、Bのチャンネルリストの中に共通チャンネルがあればその中で最も干渉度の少ないチャンネルを選択し、対象リンクに割当てる。
- ・なければ、どちらかのチャンネルリストのチャンネルの一つを変更し共通チャンネルを生成し、対象リンクに割当てる。(干渉度が最小のもの)

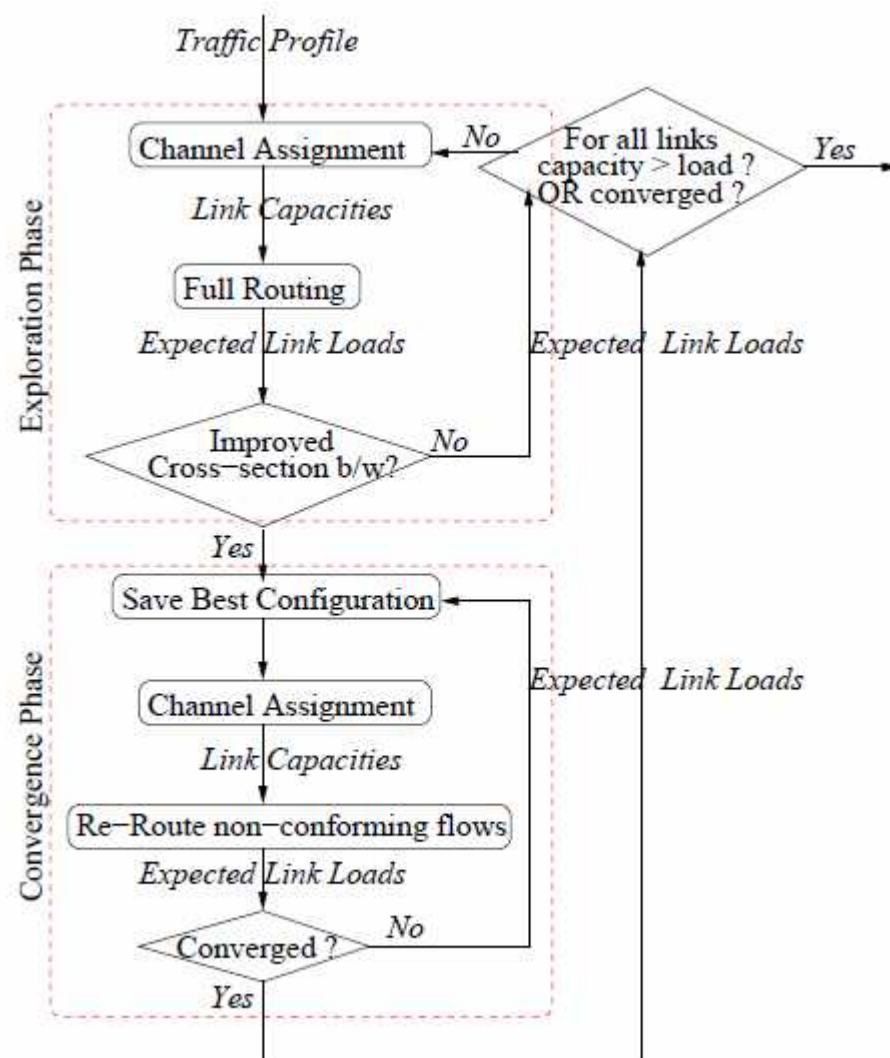




チャンネル割当てのアプローチ 4

4. 全てのリンクにチャンネル割当て終了後、チャンネルが割当てられていないインタフェースを持つノードがあれば最も干渉度が低いチャンネルを割当てる
5. 上記のチャンネル割当てのもとで、ルーティングアルゴリズムを動作させた場合の各リンクの負荷と総トラヒックを推定
6. ステップ3~5を反復し、総トラヒックが改善されなくなれば終了する

チャンネル割当てと ルーティングアルゴリズム





完



参考文献

アドホック・メッシュネットワーク
～ユビキタスネットワーク社会の実現に向けて～

間瀬憲一

阪田史郎 共著