通信状態を考慮したアドホックルーティングプロトコルの提案

093430034　森崎 明
渡邊研究室

1. はじめに

無線 LAN を標準搭載した携帯端末の普及に伴い，無線端末のみでネットワークを構築するモバイルアドホックネットワーク（MANET : Mobile Ad-hoc Network）の研究が期待されている．MANET で提案されている多くのアドホックルーティングプロトコルは，経路生成の際に中継ホップ数が最短となる経路（最短経路）を探索することが目的となっており，最短経路が複数存在する場合にどの経路を選択するかは実装に任されている場合が多い．そのため，トラヒックが集中した中継ノードを経路として選択すると，パケットロスが多発し，結果的にスループットが低下してしまうという課題がある [1]．本論文では MANET の中の代表的なプロトコルである OLSR（Optimized Link State Routing）[2] を拡張することにより，TCP，UDP の通信状態を考慮し，TCP，UDP それぞれの特性を活せる経路選択が可能なアドホックルーティングプロトコル PD-OLSR（Protocol Dependent-OLSR）を提案する．

2. OLSR

2.1 OLSR の概要

OLSR とは，MANET のルーティングプロトコルのうち，通信要求が発生する前から経路を生成する特徴を持つプロアクティブ型のプロトコルである．OLSR では各ノードが隣接ノードへ定期的にブロードキャストする HELLO とネットワーク全体へ定期的にフラッディングする TC という制御メッセージを送受信することにより，自身の存在をネットワークの全ノードに把握させる．HELLO と TC で送信される情報は，各メッセージの送信元ノードのアドレス，送信元ノードが把握している自身の隣接ノードのアドレス，シーケンス番号などである．これらの情報はルーティングテーブル（RT）を生成するために必要な情報であり，各ノード内の情報リポジトリーに登録される．OLSR の RT 生成プロセスは HELLO と TC の送受信が行われ，情報リポジトリーが更新されることによって進行する．

2.2 OLSR の RT 生成プロセス

OLSR の RT は宛先ノード（Dest），Dest への次ホップノード（Next），Dest までのホップ数（hop）から構成され，各 Dest に対して 1 つの経路を保持する．図 1 に OLSR の RT 生成プロセスを示す．簡単のためノードは規則的に配置されており，電波到達範囲は隣接ノードまでとしている．図 1 において，RT はノード b が持つ RT であり，左側の RT はノード a からノード s のうち，ノード a からノード q までの経路が途中まで作成された状態，右側の RT はさらにノード r とノード s までの経路が生成し終わった状態を表す．以下に左側の RT から右側の RT が生成される過程を示す．左側の RT に Dest がノード r となる経路が新たに追加されるとき，Dest が r となるレコードの Next には r の隣接ノードであるノード n とノード o のうち，RT を上から順に探索したときに，最初に発見されるノード n の Next であるノード e が設定される．Dest がノード s の経路も同様の方法で追加される．

全ノードの RT が生成されると，ノード r への経路が決まり，図 1 右 に示す青経路 [b → e → i → n → r] のように 1 つの最短経路が完成する．このように OLSR では，単純に最初に発見された最短経路が選ばれる．すなわち，選択される経路は実装に依存したものとなっている．

図 1 の状態で，仮にノード i からノード h へ通信が行われていたとする．これらのノードから送信されるパケットはノード h とノード i の隣接ノード d，e，h，j，m，n に

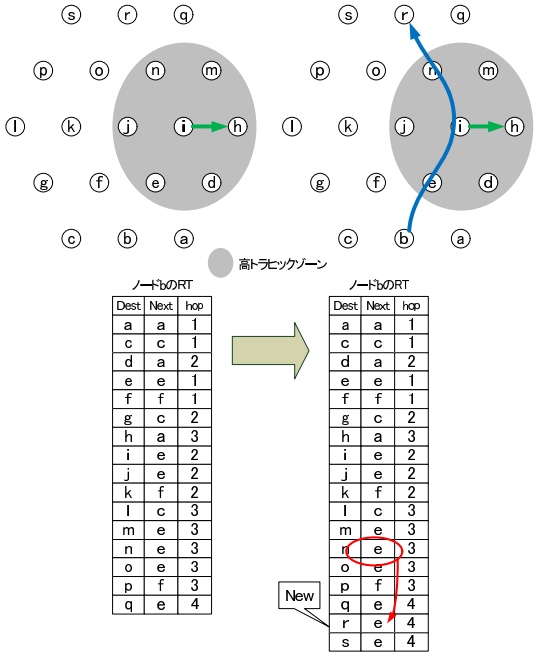


図 1: OLSR の RT 生成プロセス

も届く．仮にノード b からノード r の経路として青経路が選択されると，パケットロスが発生してスループットが低下する可能性がある．OLSR はこのように経路の選択が実装に依存しており，ネットワークのトラヒック状態を考慮したものとなっていない．そのため，新たなトラヒックが発生したときに効率の良い経路選択ができないという課題がある．

3. 提案方式 PD-OLSR

3.1 PD-OLSR の概要

PD-OLSR では OLSR の基本部分をそのまま用いる．各ノードは HELLO と TC に自身の通信状態を表す情報を乗せ，これらを受信したノードは HELLO と TC の情報を元に UDP 通信と TCP 通信のそれぞれに対して専用の RT を生成する．

TCP/IP では UDP 通信と TCP 通信という特性が全く異なる 2 種類のラヒックが存在する．UDP は端末側が意図した流量のトラヒックがそのままネットワークへ送出される．ネットワーク内でパケットロスが発生してもそれは変わらない．これに対して，TCP は輻輳制御の機能により，順調に ACK が返ってくれば，ウインドウサイズを大きくし，帯域を有効に使おうとする．パケットロスが発生すると，ネットワークに輻輳が発生したものと判断し，ウインドウサイズを小さくする．このようにしてウインドウサイズが適切な大きさに調整され，ネットワークがさらに輻輳することを防止する．このような特性の違いから，ネットワーク上のトラヒックは，以下のようになる．まず送信された UDP パケットの合計より UDP が占めるトラヒックが定まり，残りの余裕がある帯域分を複数の TCP セッションが分け合う．

上記の考えに基づき，UDP 通信と TCP 通信の経路選択

に用いる指標を別々に考える．UDP 通信の経路選択指標を UDP Traffic，TCP 通信の経路選択指標を TCP Session と定義する．UDP Traffic は自身が検出するネットワーク上のキャリアの総量とし，TCP Session は自身が検出する TCP セッション数の合計とする．

3.2 PD-OLSR の RT 生成プロセス

図 2 を用いて UDP 通信用の RT 生成を例にして，PD-OLSR の経路生成手順を示す．図 2 左はノード i からノード h へ既に UDP 通信または TCP 通信が行われている状態である．ノード i からノード h への UDP 通信が行われているため，ノード d，e，h，i，j，m，n では UDP トラヒックが検出されている．ここでは仮に検出されるトラヒック量を 8 としている．図 2 中央のテーブルは，UDP 通信用の RT を生成するためにノード b が持つ，新たに定義したルーティングメトリックテーブル（RMT:Routing Metric Table）である．RMT は宛先ノード（Dest），宛先への次ホップノード（Next），ホップ数（hop），Next の UDP Traffic から構成され，最短経路候補を複数有する．図 2 右のテーブルは，ノード b が持つ RMT をもとに生成された UDP 通信用 RT である．

PD-OLSR では各ノードが計算した自身の通信状態を表す UDP Traffic 情報を HELLO メッセージと TC メッセージに乗せて隣接ノードへ広告する．各ノードは HELLO メッセージと TC メッセージを受信すると，その情報を情報リポジトリ—へ格納する．そして，情報リポジトリ—に格納された情報をもとに RMT を生成する．RMT が生成されると，RMT の各 Dest に対して最小 UDP Traffic となる経路が UDP 用の RT へ設定される．同様にして，各ノードで RMT から RT が生成されると，各宛先への経路が完成する．例えば，図 2 でノード b からノード r へ UDP 通信が行われると高トラヒックゾーンを避けた青経路 [b → f → k → o → r] が生成される．

TCP 通信用の RT 生成については，図 2 と上記の説明において，UDP Traffic を TCP Session に置き換えることで生成することができる．TCP 通信用 RT 生成の場合，RMT から TCP 通信用 RT に選択する経路は，各 Dest に対して最小 TCP Session となる経路が選択される．もし，TCP Session が同じであった場合は，UDP Traffic の少ない経路が選択される．

4. 評価

PD-OLSR における UDP 通信用の RT を生成する機能をネットワークシミュレータ ns-2 に実装し，提案方式の有用性を示すシミュレーションを行った．以下にその結果を示す．

4.1 シミュレーション条件

図 2 のアドホックネットワークのノード数を 37 個に増加し，無線規格は IEEE802.11 g を使用した．各ノードの UDP 通信は VoIP を想定して，パケットサイズ 200byte，データ転送量 64Kbps とした．シミュレーションの開始から終了までの時間を 530 秒として，シミュレーション開始 30 秒後から 10 秒間隔で UDP セッションを増加させていった．UDP セッションのノードの選び方はランダムとした．以上のシミュレーション内容を OLSR を使用した場合と PD-OLSR を使用した場合のそれぞれで 10 回ずつ行った．

4.2 シミュレーション結果

ネットワーク全体の送信元ノードが送信したパケット数の合計と宛先ノードが受信したパケット数の合計からネットワーク全体のパケット到達率を求め，PD-OLSR による改善率を求めた．シミュレーション毎の PD-OLSR による改善率を求めた結果を図 3 に示す．図 3 の平均をとると結果として約 6 %の改善が見られた．

5. まとめ

OLSR を拡張することによって，TCP 用と UDP 用の RT を別々に生成し，経路上の通信状態を考慮して経路を生成できるプロトコル PD-OLSR を提案した．UDP 通信用

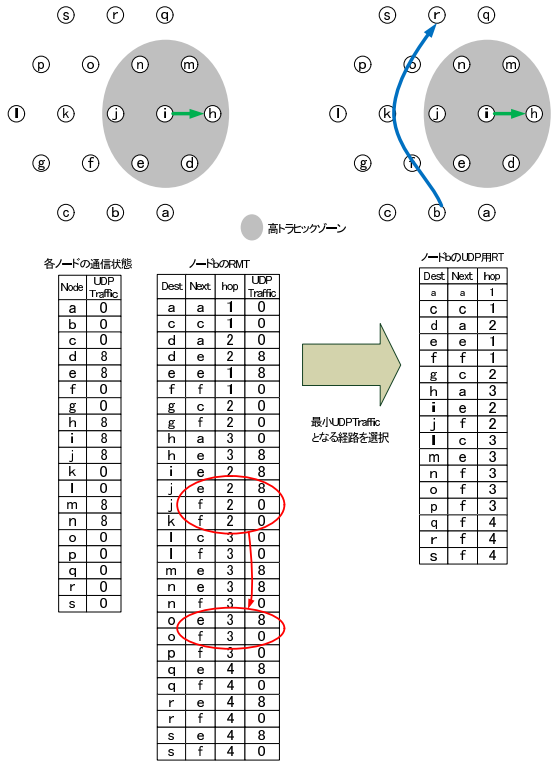
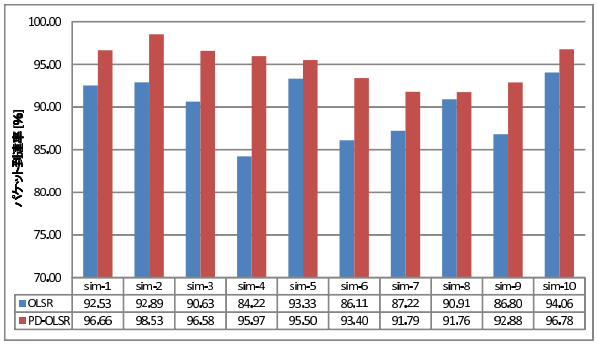


図 2: PD-OLSR の RT 生成プロセス



	sim-1	sim-2	sim-3	sim-4	sim-5	sim-6	sim-7	sim-8	sim-9	sim-10
OLSR	92.53	92.89	90.63	84.22	93.33	86.11	87.22	90.91	86.80	94.06
PD-OLSR	96.66	98.53	96.58	95.97	95.50	93.40	91.79	91.76	92.88	96.78

図 3: シミュレーション毎の PD-OLSR による改善率

の RT を生成する機能をシミュレータに実装し，VoIP 通信を想定したシミュレーションを行った．結果として，UDP 通信においては，トラヒックの高い経路を避けた通信が行われることにより，パケット到達率が 6 %程度向上することが分かった．

今後は TCP 用の RT の生成をシミュレータに実装し，動作検証を行う予定である．また，他のプロトコルに提案方式の機能を実装した場合や，新たな指標と組み合わせて経路生成が行える方法を検討する．

参考文献

[1] T. Clausen, Ed : Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)，IETF RFC 3626 (2003).

[2] Douglas S. J. De Couto, Daniel Aguayo, Benjamin A, Chambers, Robert Morris: Performance of Multihop Wireless Networks: Shortest Path is Not Enough, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, pp. 83-88 (2003).

Watanabe Lab.

通信状態を考慮したアドホックルーティングプロトコルの提案

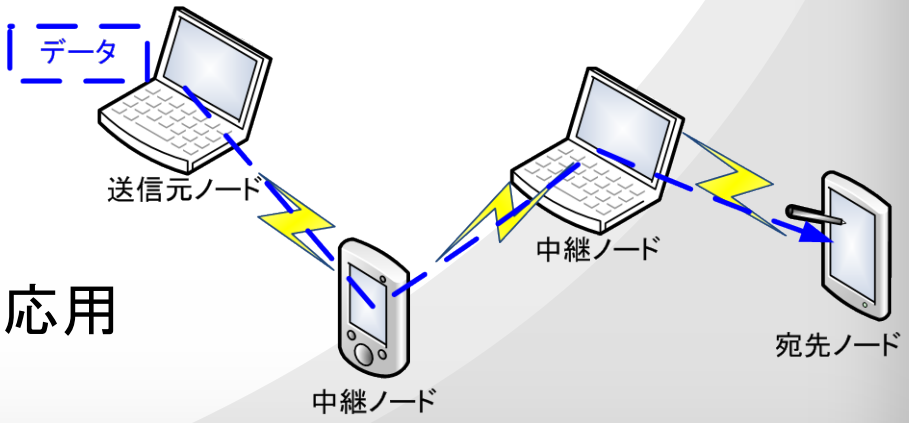
A proposal on an Ad-hoc Routing Protocol considering Traffic Conditions

名城大学大学院
理工学研究科 情報工学専攻
093430034
渡邊研究室　　森崎 明

研究背景

MANET

- 無線LANの普及に伴い，MANET (Mobile Ad-hoc Network) の研究が期待されている
- MANET
  - アクセスポイントを必要としない
  - 無線通信機能を備えたノードのみで構成されるネットワーク
  - 無線通信に特化したアドホックルーティングプロトコルによって
    - ノードは中継機能をもつ
    - 遠隔のノードとはマルチホップ通信を行う
- 利用形態
  - インフラを利用できない環境
  - 災害時，イベント会場などの一時的な通信
  - 無線メッシュネットワークへの応用



アドホックルーティングプロトコル

- 無線ネットワーク上のある端末から別の端末までデータを伝送するための制御方法

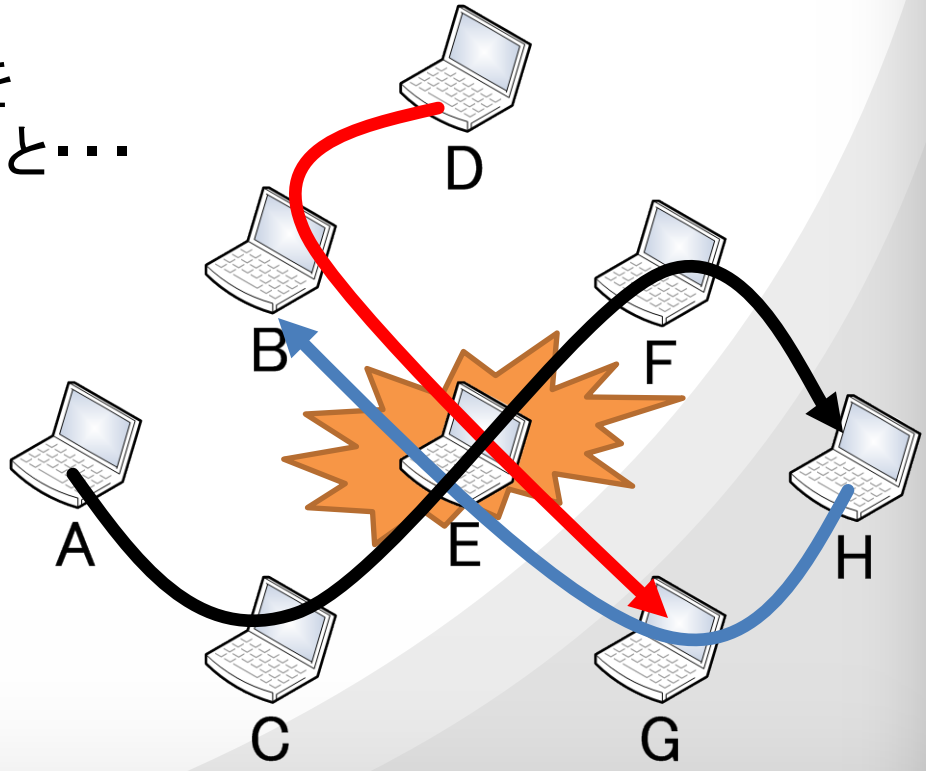
分類	特徴
プロアクティブ型	・通信要求が発生する前からルーティングテーブルを生成 ・通信頻度の高いネットワークに適する
	例）OLSR (Optimized Link State Routing)
リアクティブ型	・通信要求が発生した際にネットワーク内で経路探索プロセスが始動 ・ノードの移動が頻繁なネットワークに適する
	例）AODV (Ad hoc On-Demand Distance Vector)

アドホックルーティングプロトコルの課題

- 多くのアドホックルーティングプロトコルは，中継ホップ数が最小となる最短経路を選択する
- 最短経路が複数存在する場合はどの経路を選択するかは実装に依存している
  - トラヒックが集中するノードを通る経路で通信が行われると・・・

パケットロスが多発

スループットが低下

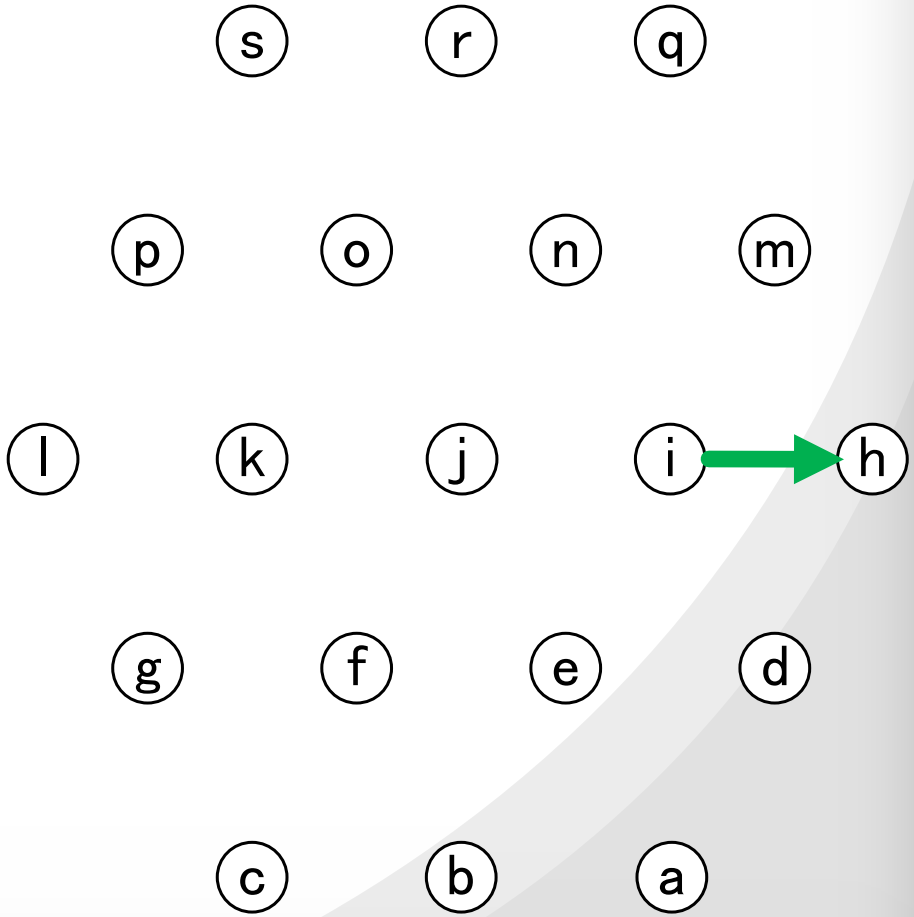


OLSR

OLSRの概要

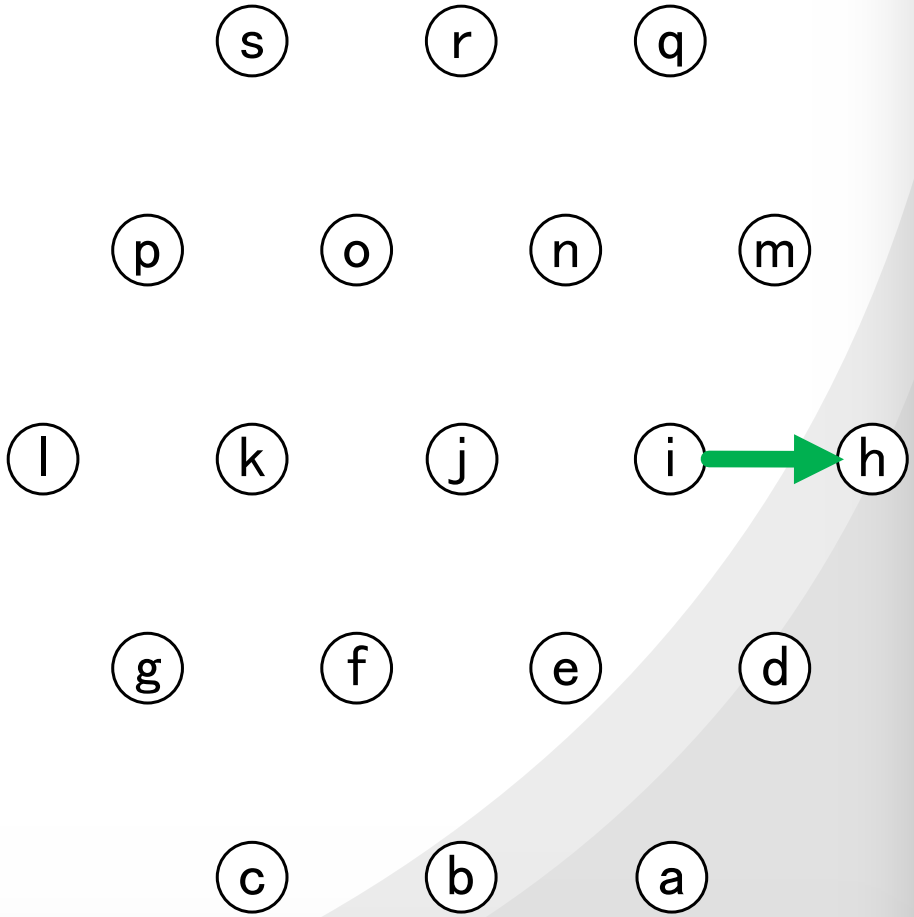
- 各ノードは定期的に制御メッセージを送受信し，周辺ノードの情報を収集することによって RT（Routing Table）を生成
- 制御メッセージ
  - **HELLOメッセージ**
    - 各ノードが持つ情報を通知するために，2秒毎に隣接ノードへブロードキャスト
  - **TC（Topology Control）メッセージ**
    - ネットワークトポロジーを通知するために，5秒毎にネットワーク全体にフラッディング

OLSRの経路生成



ノード数：19台
電波到達範囲：1ホップ先まで
既に行われている通信： i → h

OLSRの経路生成

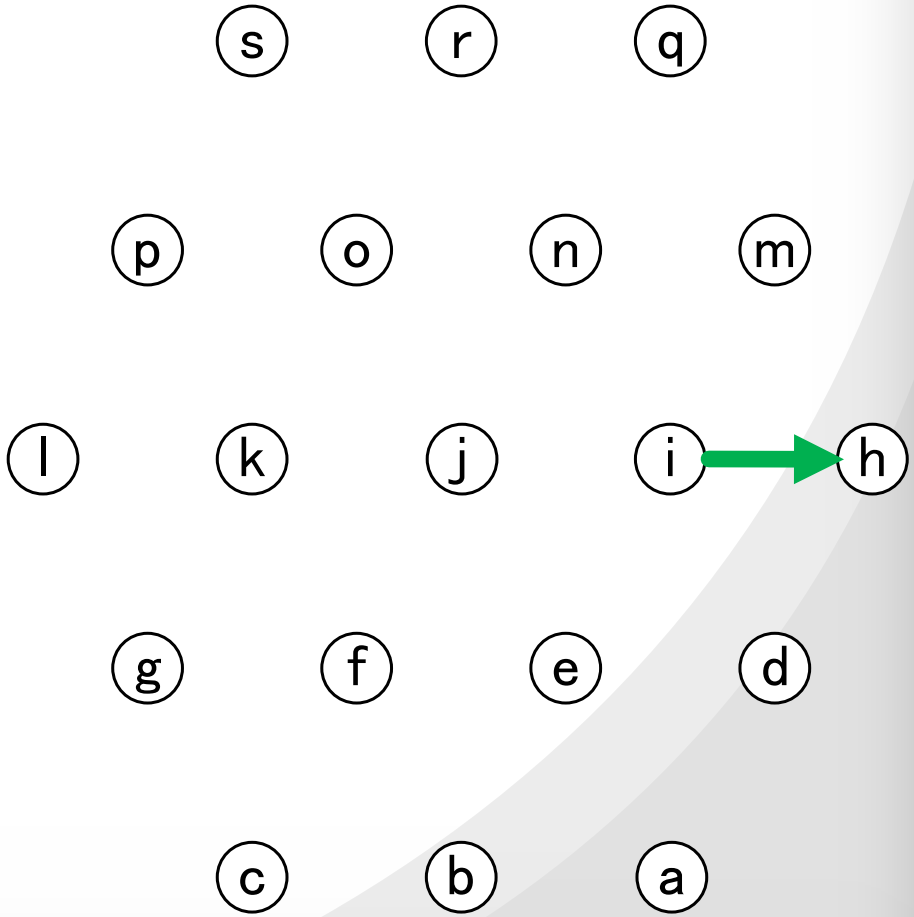


各ノードでHELLO，TCの送受信が行われ，ノードbのRTが生成

OLSRの経路生成

ノードbのRT

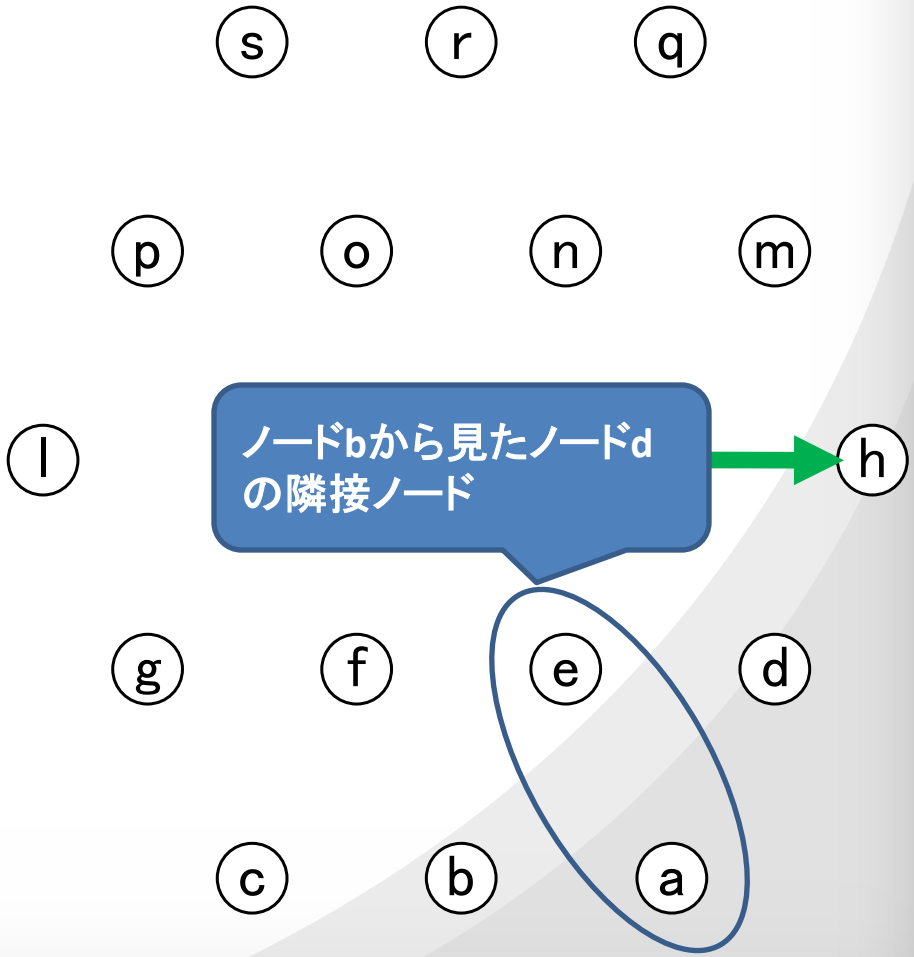
宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
e	e	1
省略		
n	e	3
o	e	3
p	f	3
q	e	4
r	e	4
s	e	4



OLSRの経路生成

ノードbのRT

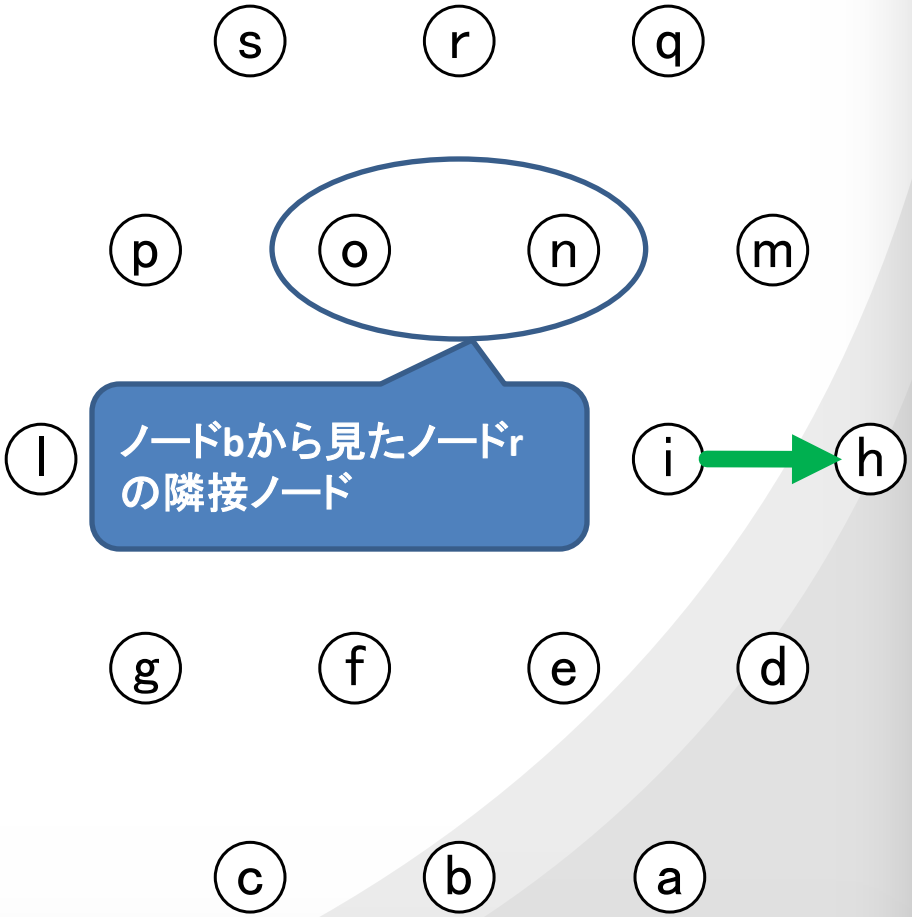
宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
e	e	1
省略		
n	e	3
o	e	3
p	f	3
q	e	4
r	e	4
s	e	4



OLSRの経路生成

ノードbのRT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
e	e	1
省略		
n	e	3
o	e	3
p	f	3
q	e	4
r	e	4
s	e	4

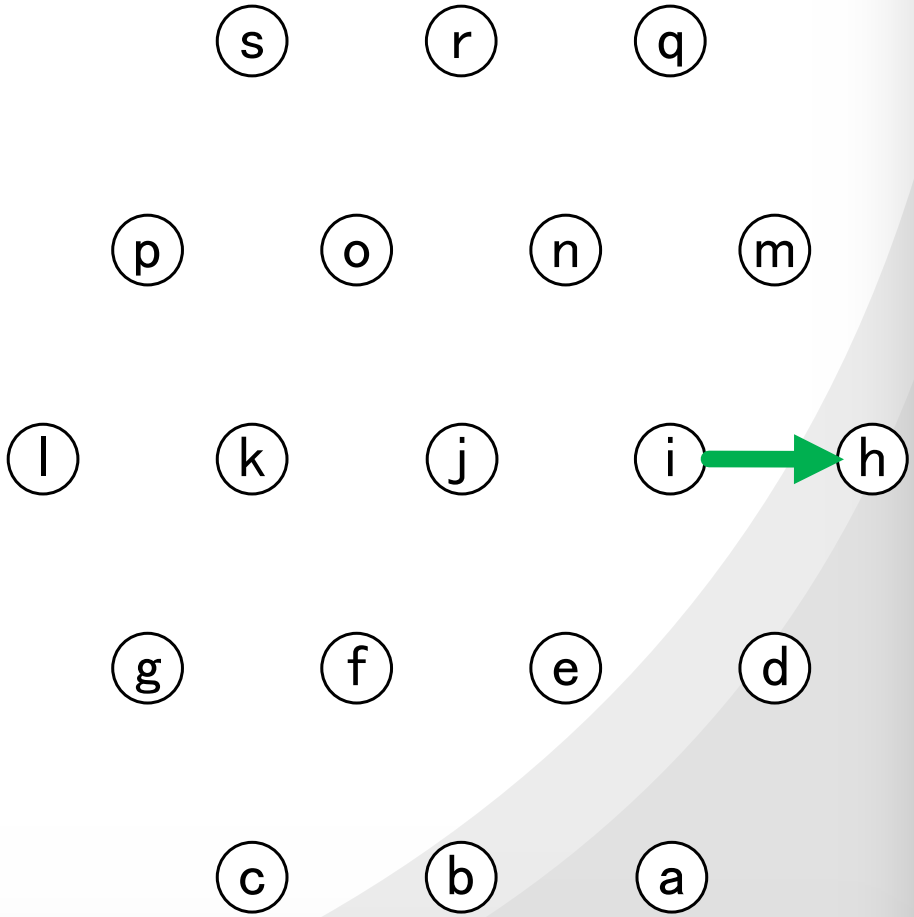


OLSRの経路生成

ノードbのRT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
e	e	1
省略		
r	e	4
s	e	4

同様の方法で他のノードでもRTが生成完了

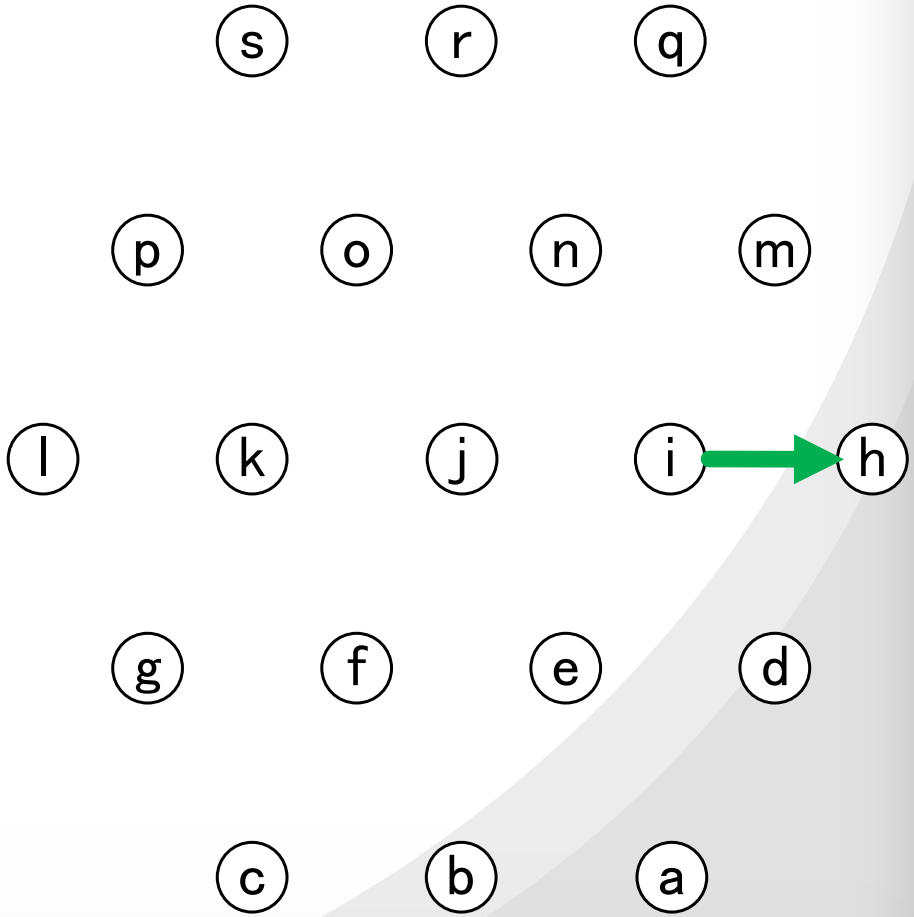


OLSRの課題

ノードbのRT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
e	e	1
省略		
r	e	4
s	e	4

新たにノードbからノードrへ通信が発生

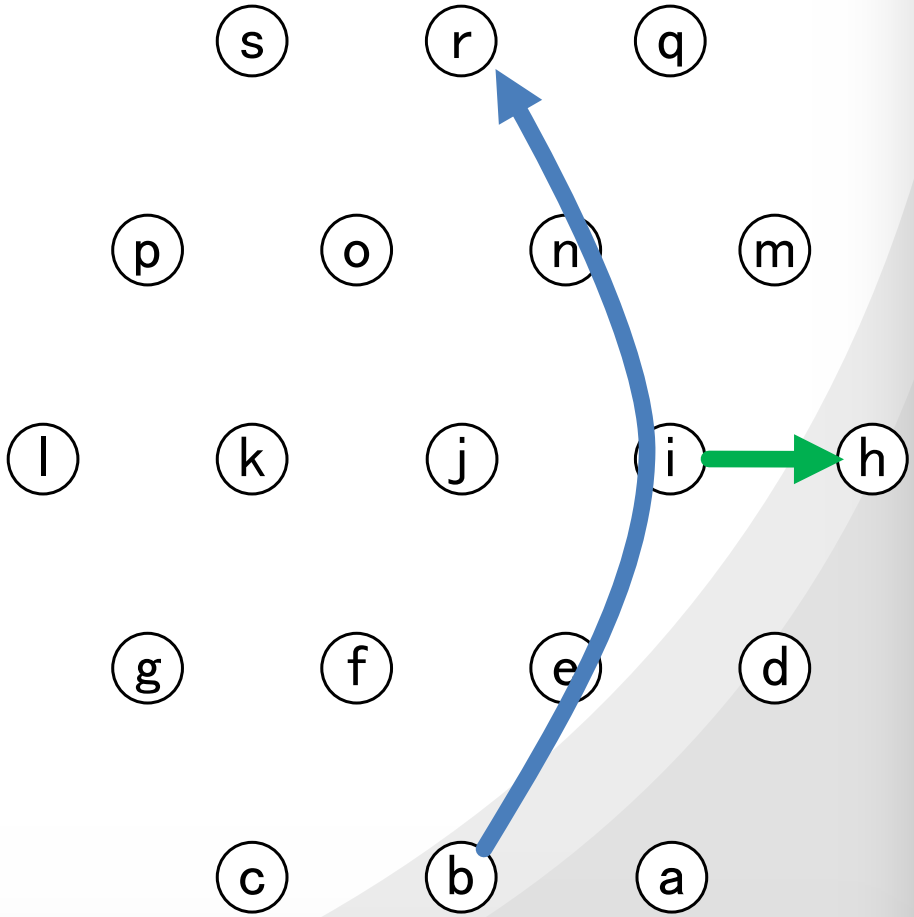


OLSRの課題

ノードbのRT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
e	e	1
省略		
r	e	4
s	e	4

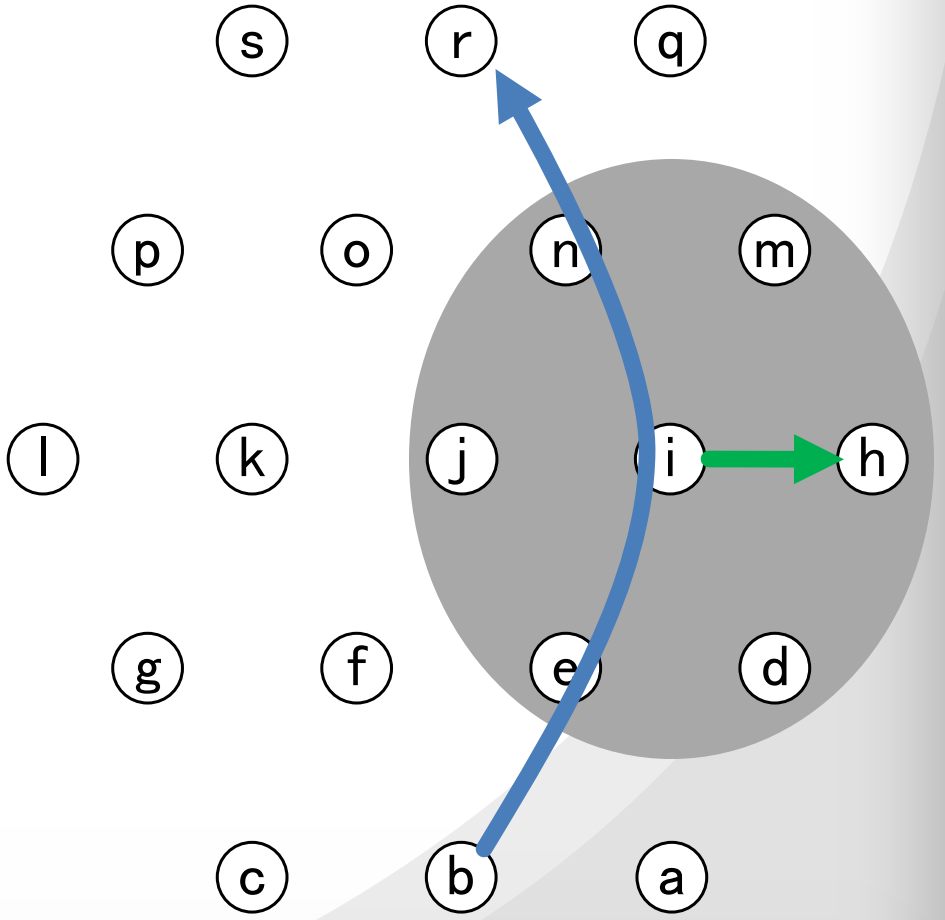
新たにノードbからノードrへ通信が発生



OLSRの課題

ノードbのRT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
e	e	1
省略		
r	e	4
s	e	4

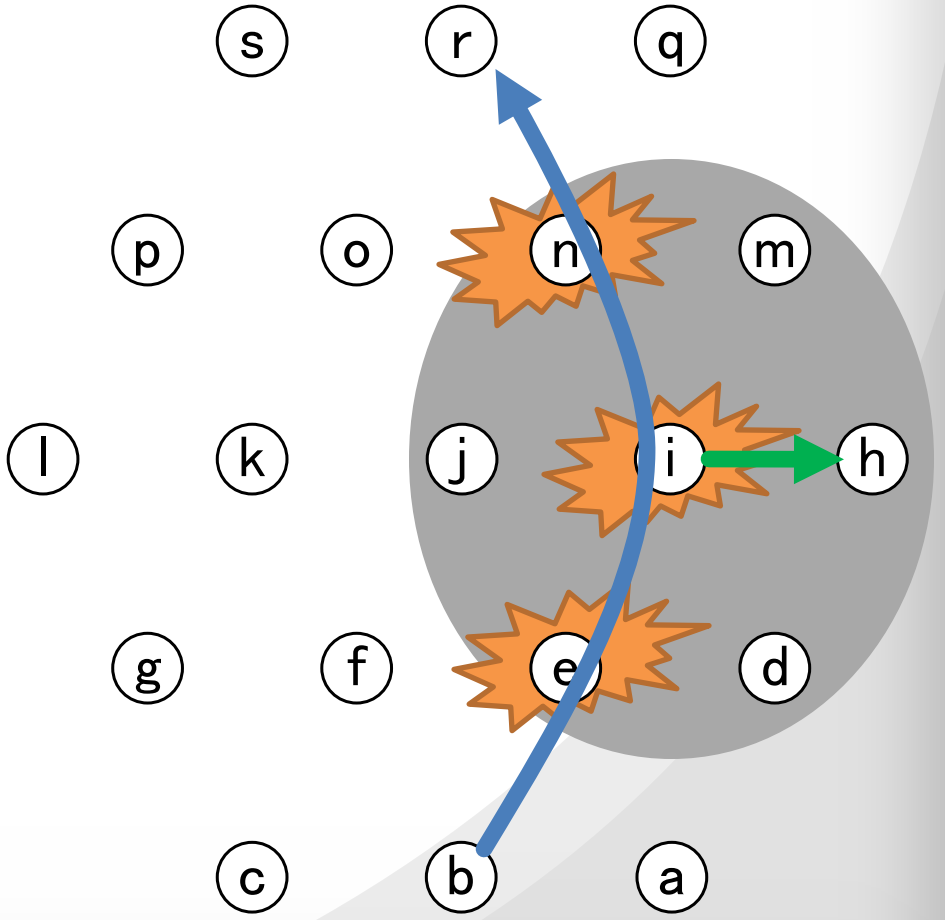


ノードiから送信されるパケットは
全隣接ノードが検出する

OLSRの課題

ノードbのRT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
e	e	1
省略		
r	e	4
s	e	4



ノードe，ノードi，ノードnでパケットロスが発生する可能性が高い

OLSRの課題 まとめ

- OLSR の経路選択は実装に依存しており，ネットワークのトラヒック状態を考慮したものとなっていない

- 新たなトラヒックが発生したときに効率の良い経路選択ができないという課題がある

課題の解決方法として，OLSRをベースとしたプロトコル PD-OLSR（Protocol Dependent-OLSR）を提案

提案方式

PD-OLSRの概要

- OLSRの基本部分はそのまま
- 各ノードの通信状態を考慮
- トランスポート層のプロトコル毎に専用のRTを生成することによって，効率の良い通信を実現

PD-OLSRの経路選択指標

- TCP通信 とUDP通信の特性の違いに着目

TCP・UDPの特性の違い

- UDP
  - 端末側が意図した流量のトラヒックがそのままネットワークへ送出
- TCP
  - 輻輳制御によって順調にACKが返ってこればウィンドウサイズを拡大し帯域を使い切ろうとする
- 混在するネットワークのトラヒック

送出されるUDPパケットの合計からUDPが占めるトラヒック量が定まり，残りの余裕のある帯域分を複数のTCPセッションが分け合う

PD-OLSRの経路選択指標

- UDP通信用の経路選択指標UDP Traffic
  - 自身が検出するネットワーク上のキャリアの総量
- TCP通信用の経路選択指標TCP Session
  - 自身が検出するTCPセッション数の合計

プロトコル毎のRT生成方法

① 各ノードは計測したUDP Traffic，TCP SessionをHELLO，TCメッセージに乗せて隣接ノードへ広告

② 各ノードは受信したHELLO，TCメッセージを基に新たに定義したRMT（ Routing Metric Table ）を生成

- RMT は宛先ノード，宛先への次ホップノード，ホップ数，経路選択指標（次ホップノードの UDP Traffic，TCP Session）から構成され，複数の最短経路候補を有する

③ RMTを基にTCP通信用RTとUDP通信用RTを生成

- RMT からUDP通信用RTに選ばれる経路
  - UDP Trafficが最小の経路
- RMT からTCP通信用RTに選ばれる経路
  - TCP の特性を活かし帯域幅の均等性がとれるように，TCP Sessionが最小の経路
  - TCP Sessionが同じであった場合は、UDP Trafficの少ない経路

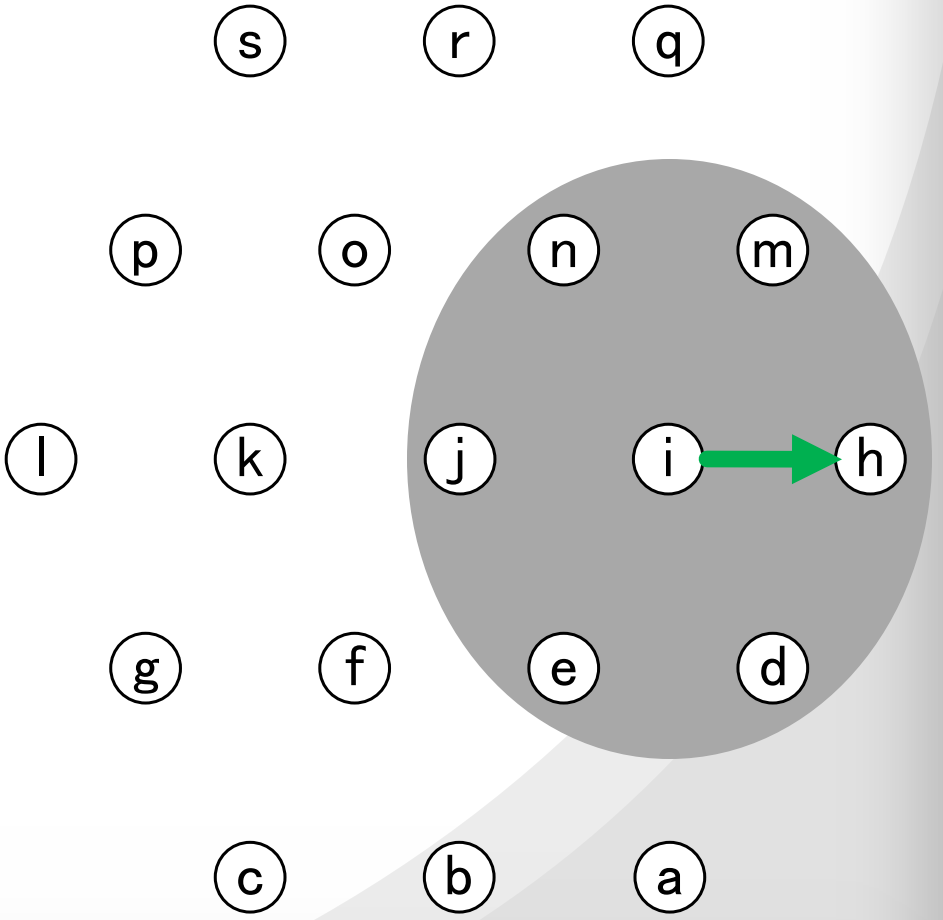
UDP通信用RTの生成

ノードbのRMT

宛先	次ホップ	ホップ数	UDP Traffic
a	a	1	0
c	c	1	0
d	a	2	0
省略			
r	e	4	8
r	f	4	0
s	e	4	8
s	f	4	0

ノードbのUDP通信用RT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
省略		
r	f	4
s	f	4



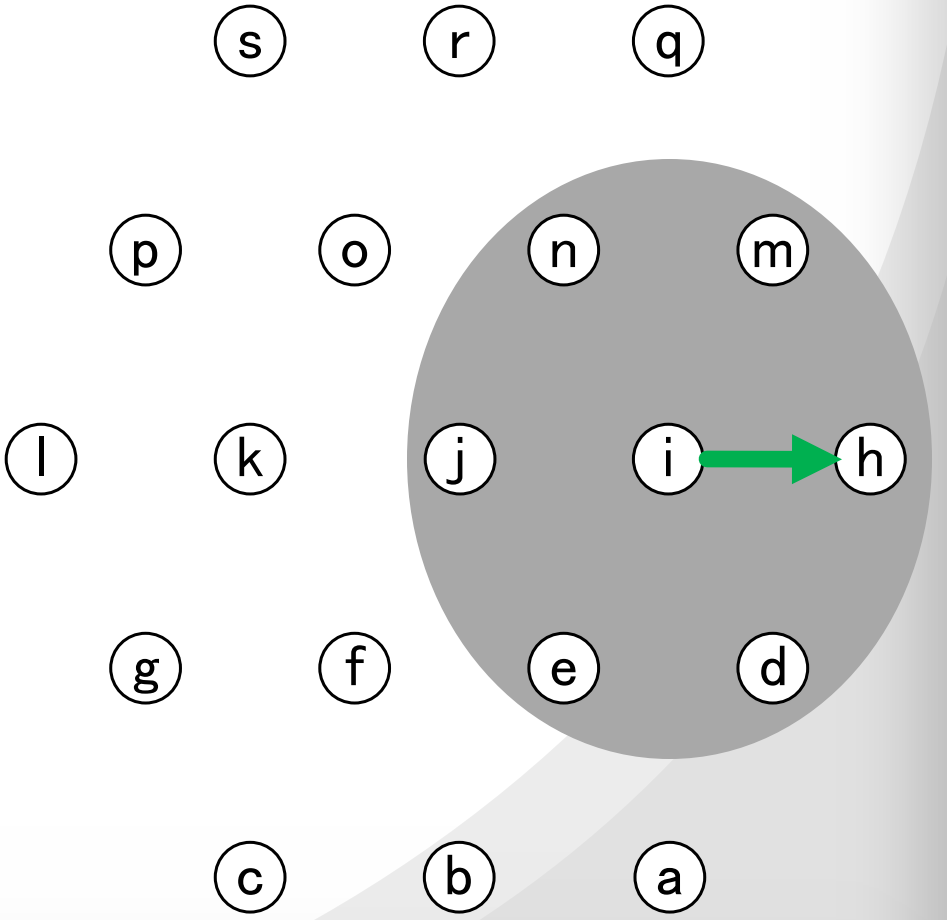
UDP通信用RTの生成

ノードbのRMT

宛先	次ホップ	ホップ数	UDP Traffic
a	a	1	0
c	c	1	0
d	a	2	0
省略			
r	e	4	8
r	f	4	0
s	e	4	8
s	f	4	0

ノードbのUDP通信用RT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
省略		
r	f	4
s	f	4



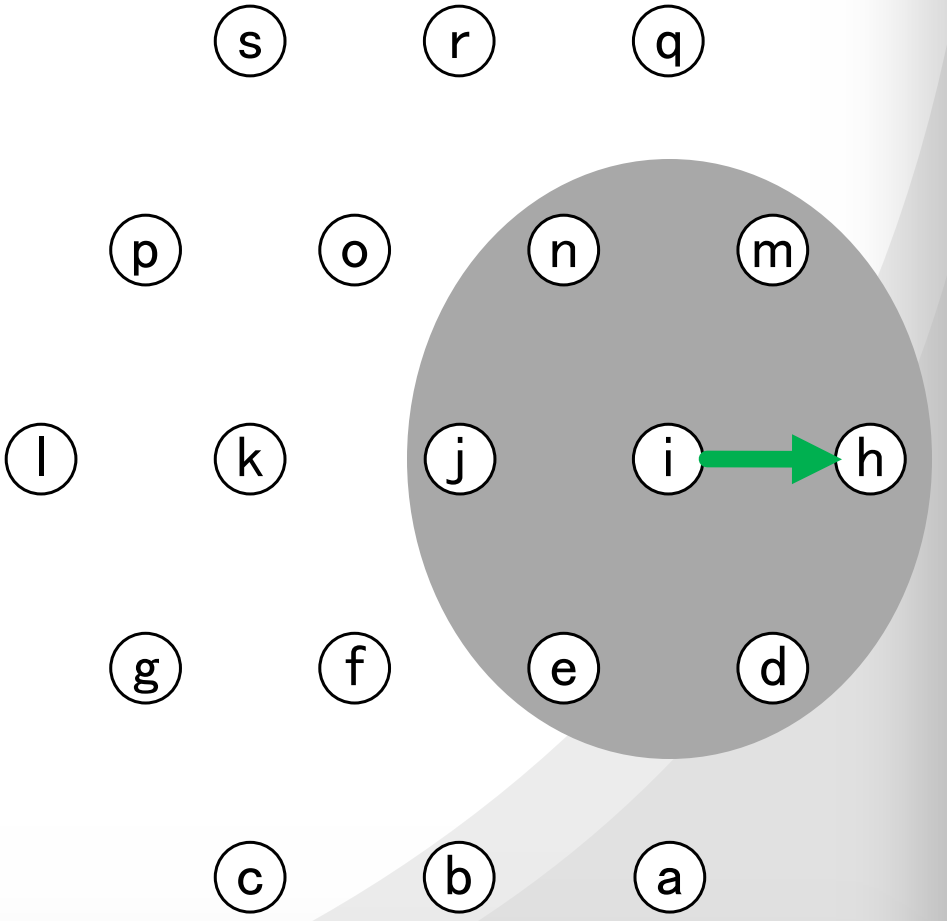
UDP通信用RTの生成

ノードbのRMT

宛先	次ホップ	ホップ数	UDP Traffic
a	a	1	0
c	c	1	0
d	a	2	0
省略			
r	e	4	8
r	f	4	0
s	e	4	8
s	f	4	0

ノードbのUDP通信用RT

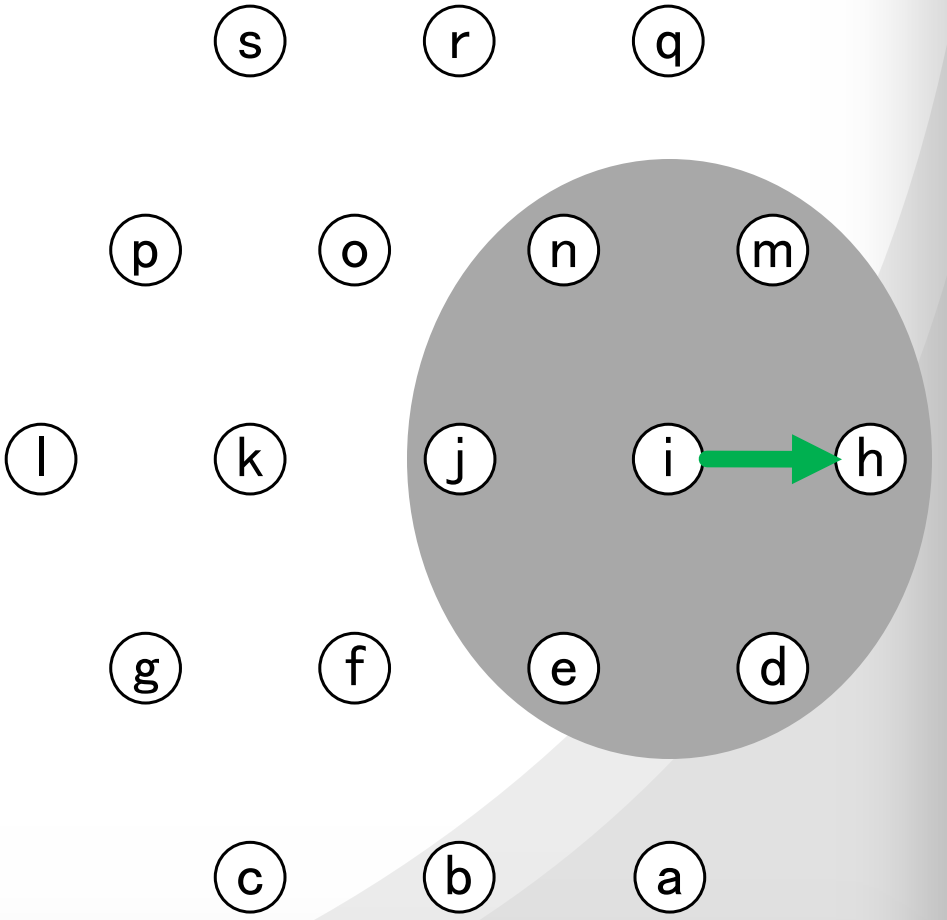
宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
省略		
r	f	4
s	f	4



UDP通信用RTの生成

ノードbのUDP通信用RT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
省略		
r	f	4
s	f	4

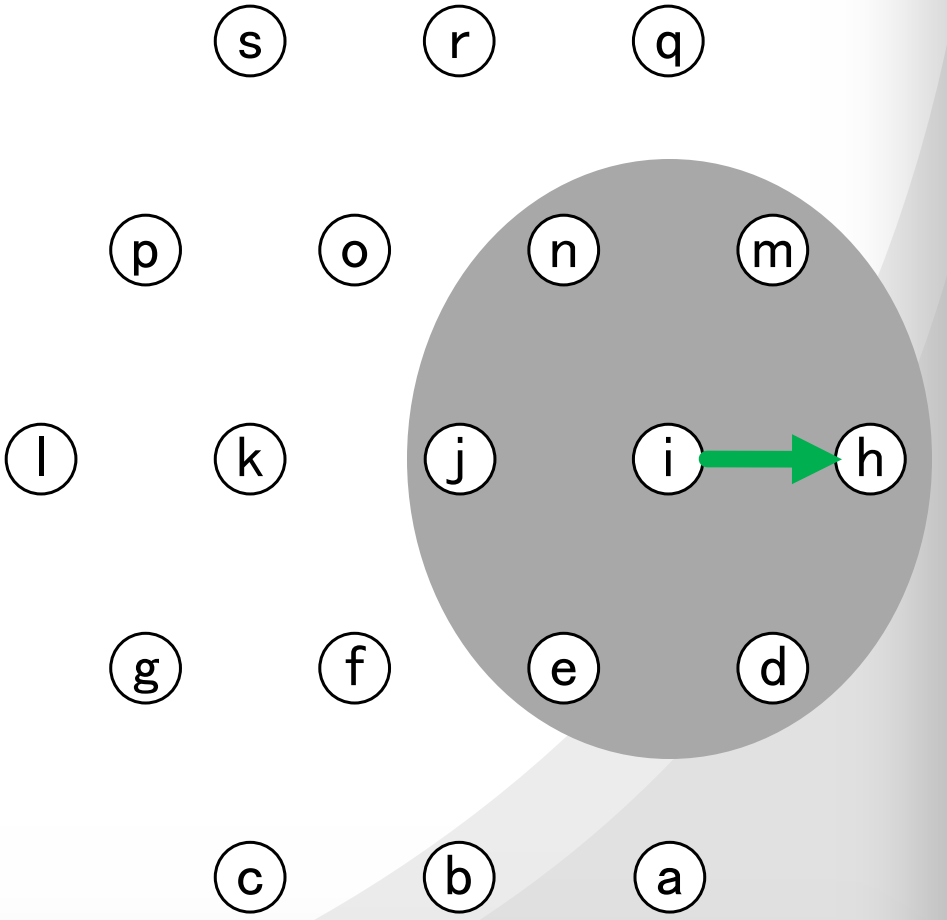


同様にして，全ノードでUDP通信用RTを生成が完了

UDP通信用RTの生成

ノードbのUDP通信用RT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
省略		
r	f	4
s	f	4

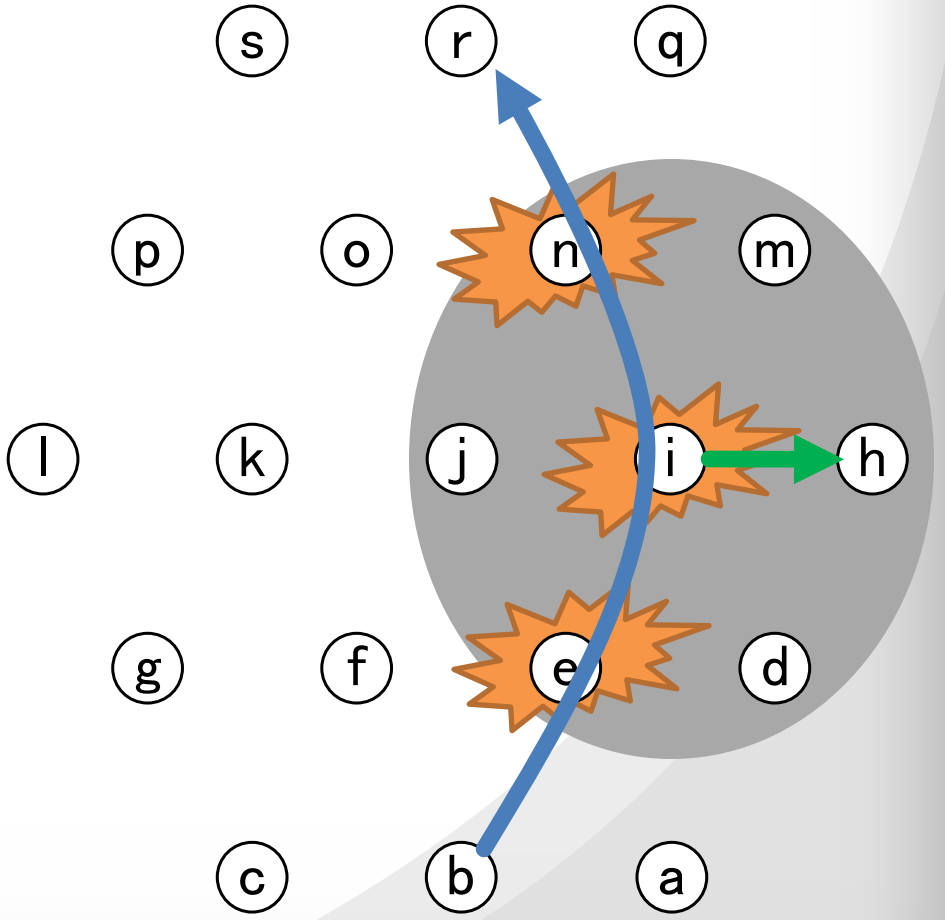


新たにノードbからノードrへ通信が発生

UDP通信用RTの生成

ノードbのUDP通信用RT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
省略		
r	f	4
s	f	4

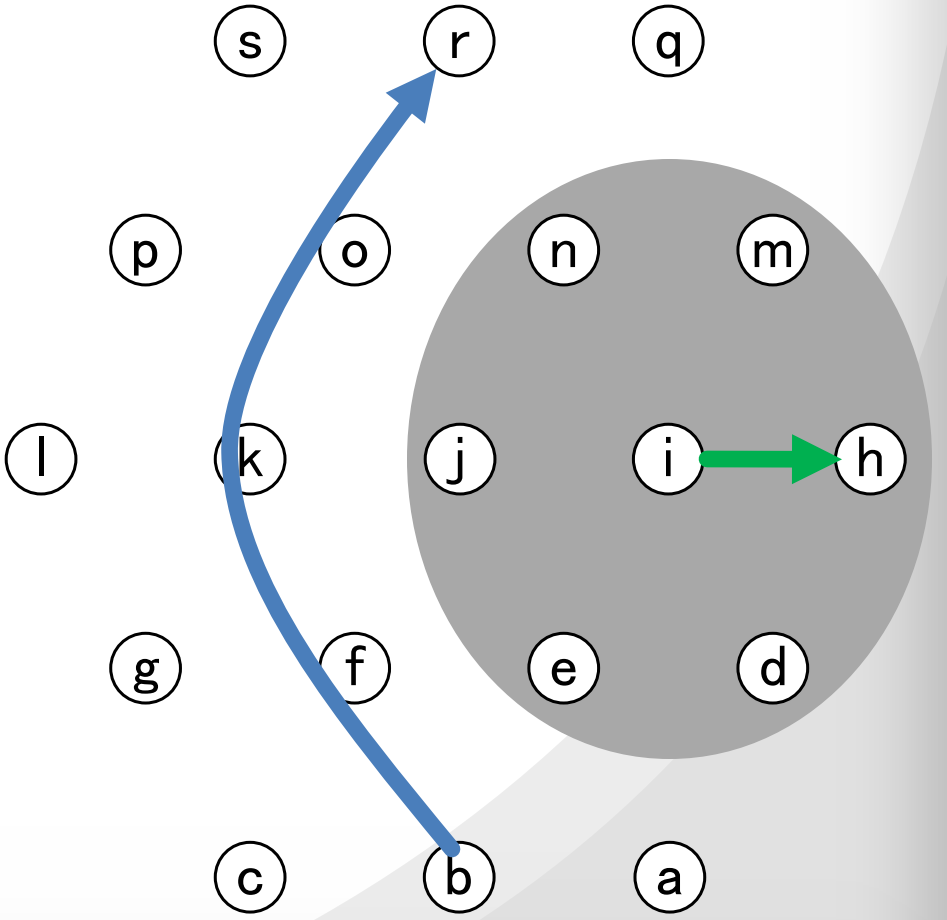


新たにノードbからノードrへ通信が発生

UDP通信用RTの生成

ノードbのUDP通信用RT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
省略		
r	f	4
s	f	4

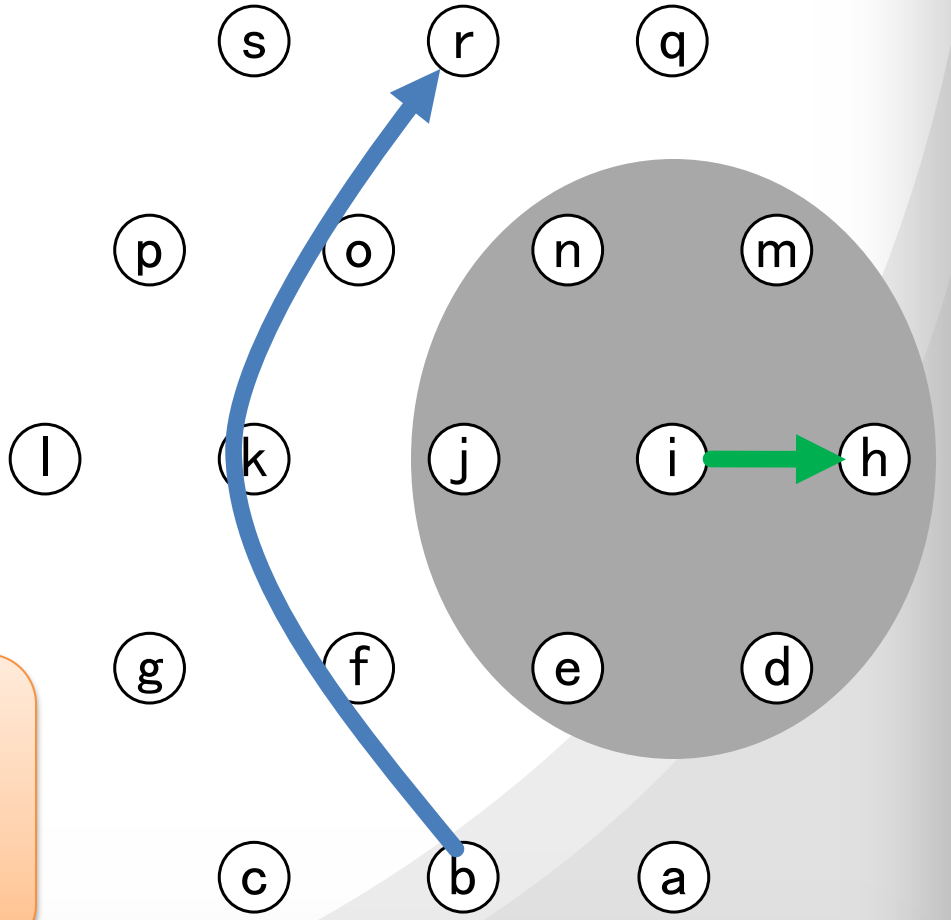


ノードiからノードhへの通信のトラヒックの影響を受けない経路で通信が行える

UDP通信用RTの生成

ノードbのUDP通信用RT

宛先	次ホップ	ホップ数
a	a	1
c	c	1
d	a	2
省略		
r	f	4
s	f	4



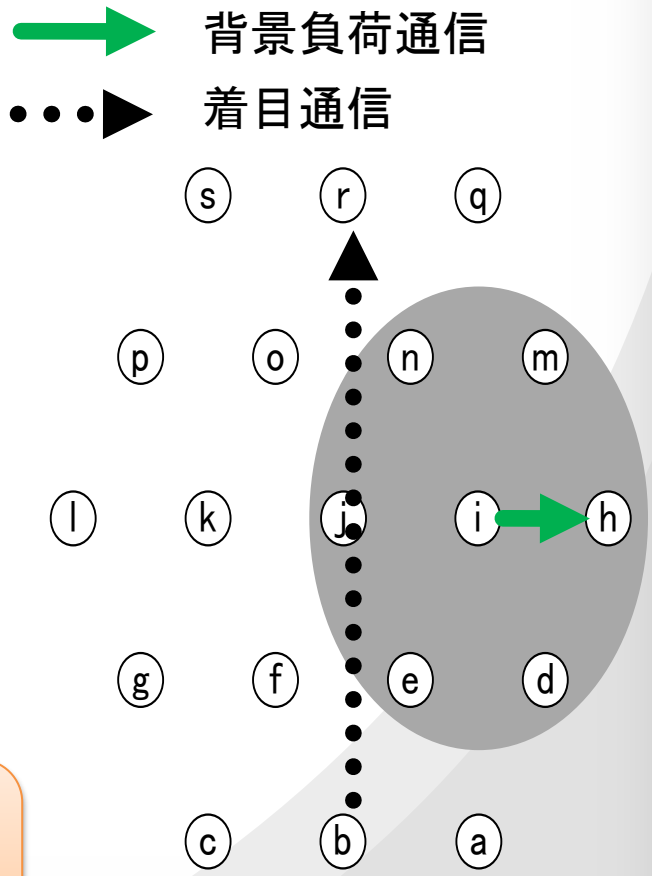
TCP通信においても，RMTからRTに経路を選択する過程でTCP Sessionも考慮すれば，帯域幅の均等性がとれる経路で通信が行える

評価

動作検証

- 環境

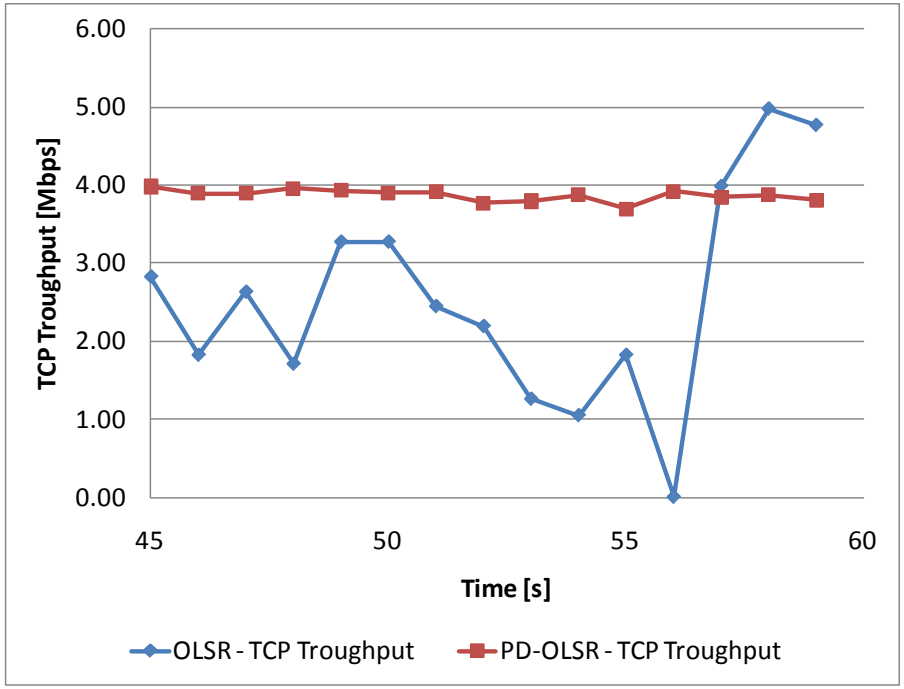
アドホック ネットワーク	ノード数 電波到達範囲 ノード間距離 ルーティングプロトコル 無線規格	19 [台] 100 [m] 95 [m] OLSR, PD-OLSR 802.11g
背景負荷通信 ノードi→ノードh	通信タイプ トランスポートプロトコル パケットサイズ データ転送量	CBR UDP 200 [Byte] 1 [Mbps]
着目通信 ノードb→ノードr	通信タイプ トランスポートプロトコル パケットサイズ 最大衝突ウィンドウサイズ	FTP TCP 1000 [Byte] 20 [pkt]

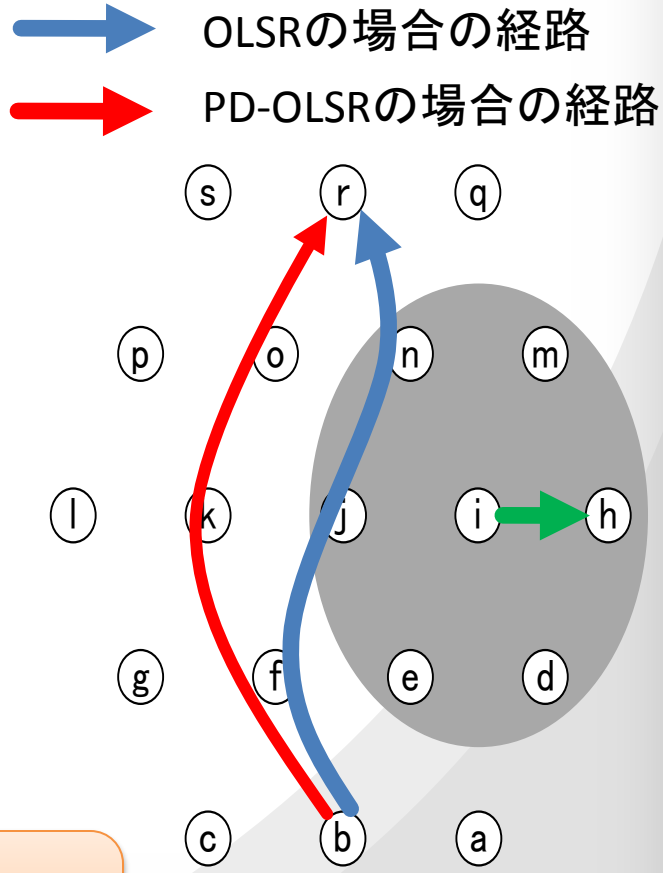


シミュレーション開始30秒後に背景負荷通信を開始させ，さらに15秒後に着目通信を開始させる合計60秒間のシミュレーションを各プロトコルで行い，着目通信のTCPスループットを比較

動作検証

- 結果

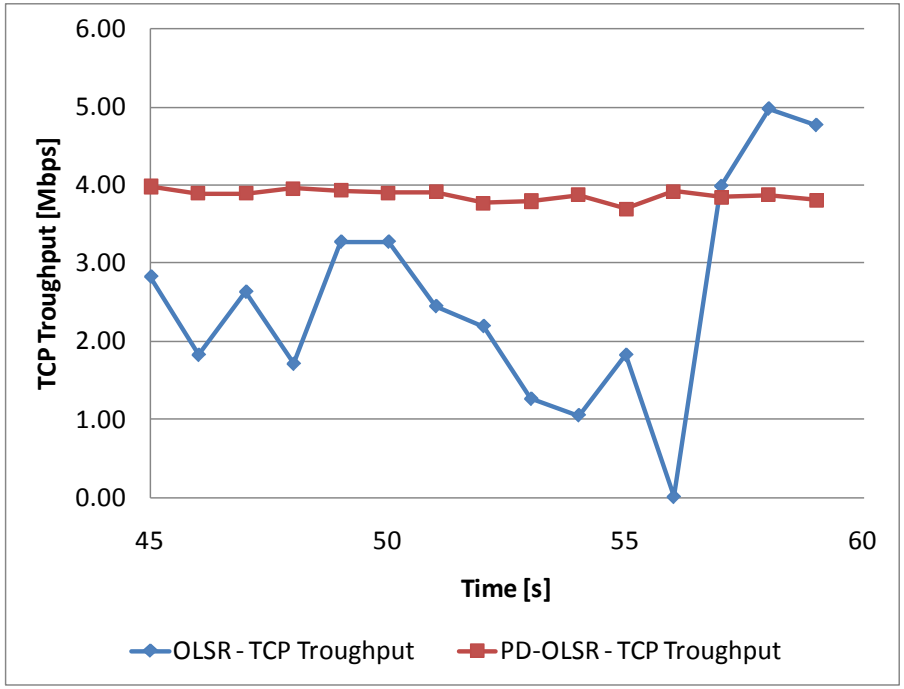


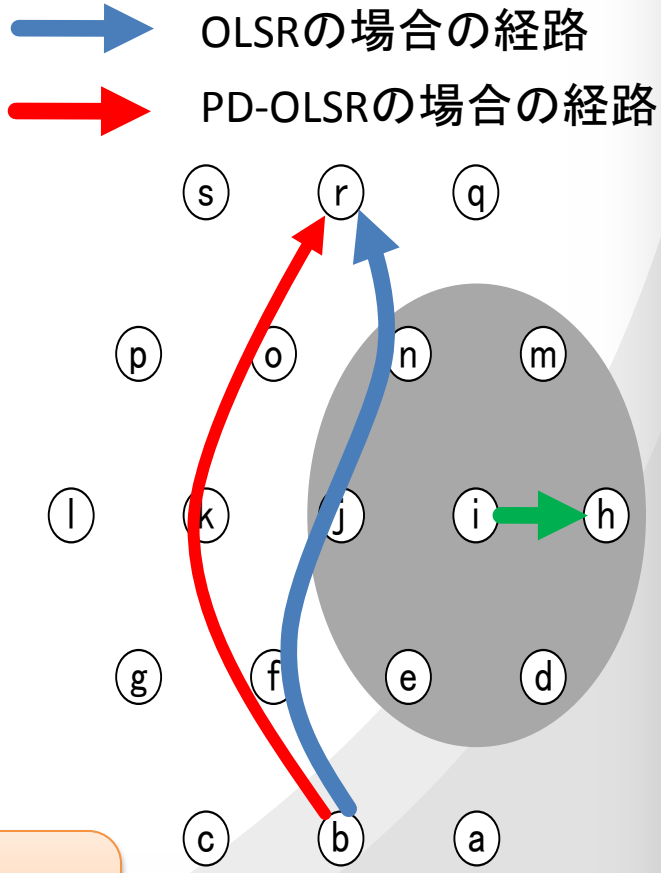


TCP スループットの平均は，OLSR では 2.5Mbps，PD-OLSR では 3.9Mbps であり，約 1.5 倍の違いがあった

動作検証

- 結果



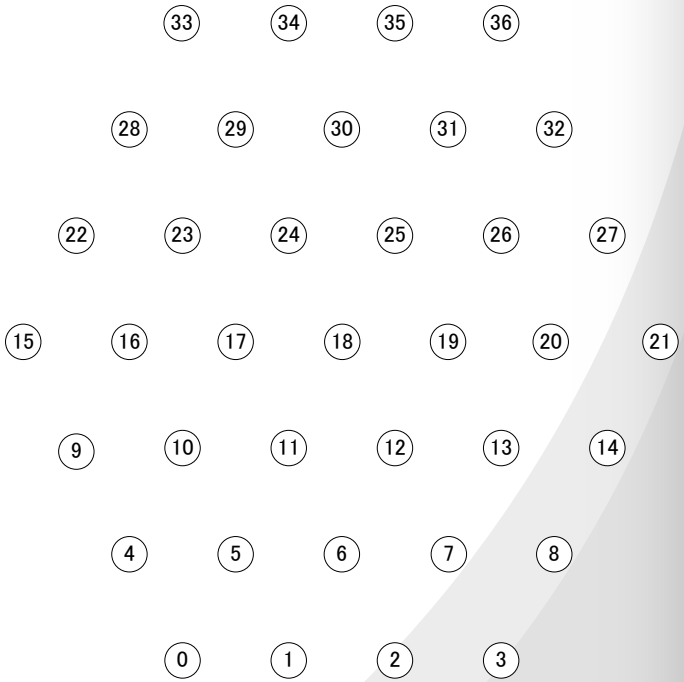


PD-OLSRが正しくシミュレータに実装されていることを確認できた

大規模シミュレーション

- 環境

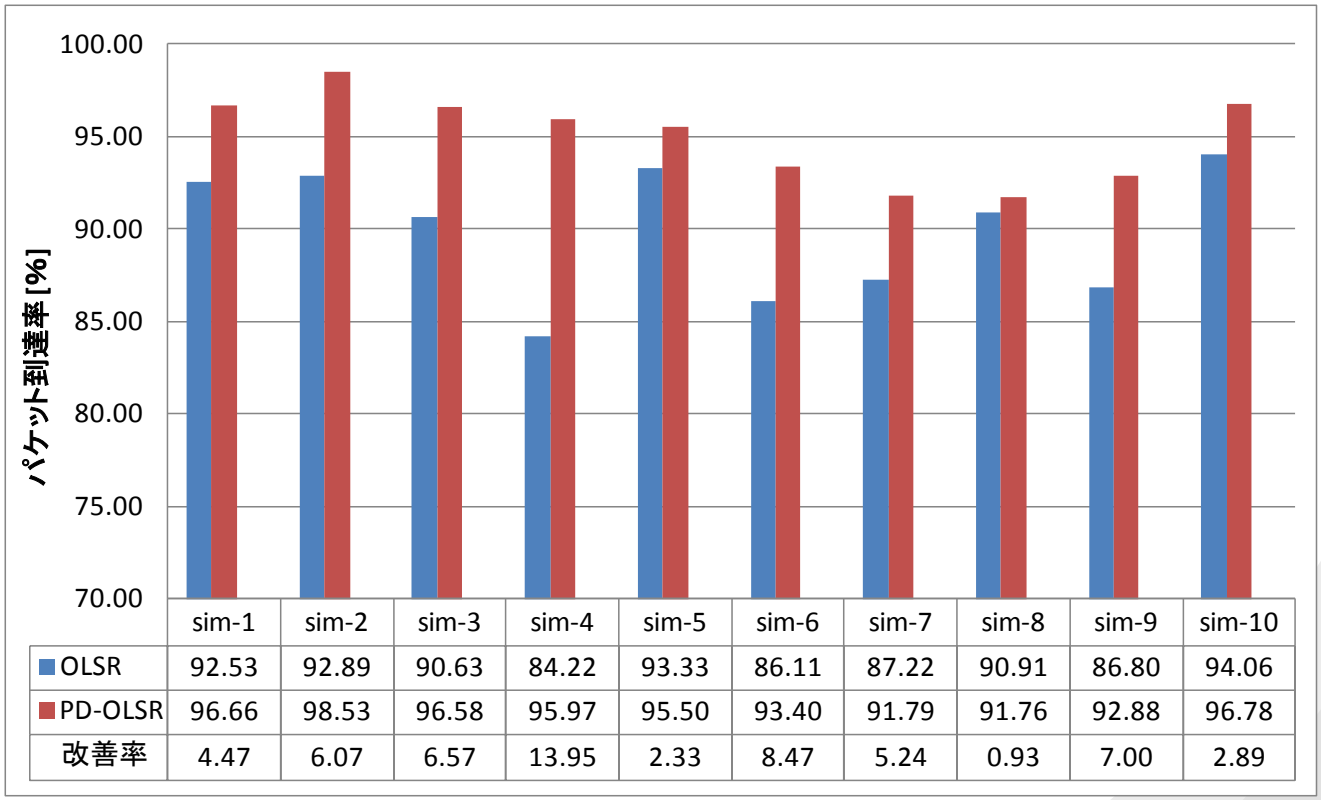
アドホック ネットワーク	ノード数 電波到達範囲 ノード間距離 ルーティングプロトコル 無線規格	37 [台] 100 [m] 95 [m] OLSR, PD-OLSR 802.11g
VoIPを想定した UDP通信	台数 選び方 通信タイプ トランスポートプロトコル パケットサイズ データ転送量	2台1ペア ランダム CBR UDP 200 [Byte] 64 [Kbps]



シミュレーション開始30秒後からUDPセッションを10秒間隔毎に増加させていく合計530秒間のシミュレーションをOLSRを使った場合とPD-OLSRを使った場合で10回ずつ行い，ネットワーク全体のパケット到達率を比較

大規模シミュレーション

- 結果



	sim-1	sim-2	sim-3	sim-4	sim-5	sim-6	sim-7	sim-8	sim-9	sim-10
OLSR	92.53	92.89	90.63	84.22	93.33	86.11	87.22	90.91	86.80	94.06
PD-OLSR	96.66	98.53	96.58	95.97	95.50	93.40	91.79	91.76	92.88	96.78
改善率	4.47	6.07	6.57	13.95	2.33	8.47	5.24	0.93	7.00	2.89

- どのシミュレーションでもPD-OLSRによるパケット到達率の改善が見られた
- PD-OLSRの方がOLSRに比べ，ネットワーク全体のパケット到達が平均で約6%改善された

まとめ

- 本発表
  - OLSRを拡張することによって，TCP用とUDP用のRTを別々に生成し，経路上の通信状態を考慮して経路を生成できるプロトコルPD-OLSRを提案
  - UDP通信用のRT生成機能をシミュレータに実装し，VoIP通信を想定したシミュレーションを行った
  - 結果として，UDP通信においてはトラヒックの高い経路を避けた通信を行うことによって，パケット到達率が6%程度向上することが分かった

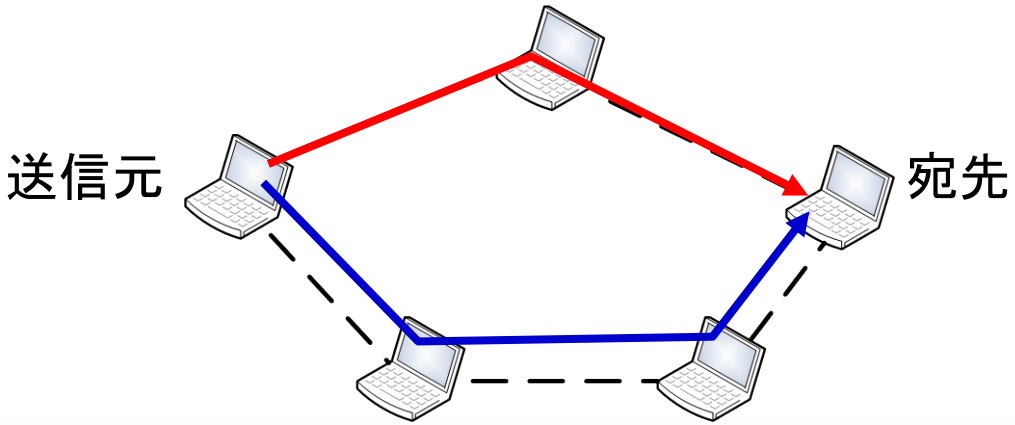
- 今後の予定
  - TCP用のRT生成機能をシミュレータに実装し，動作検証を行う
  - 他のプロトコルに提案方式の機能を実装した場合や，新たな経路選択指標と組合わせて経路生成が行える方法を検討する

ご清聴ありがとうございました

補足

関連研究

- ETR (Estimated-TCP-Throughput Maximization based Routing)
  - リアクティブ型のDSR（Dynamic Source Routing）を拡張
  - DSRによって計算された最短経路から，スループットが良いと推定される経路に切り替える
  - スループットの算出に必要な遅延と往復パケット損失率は，データ送信開始時から一定間隔で送信されるRTPLM（Round-Trip Packet Loss ratio Measurement）要求とその応答によって収集



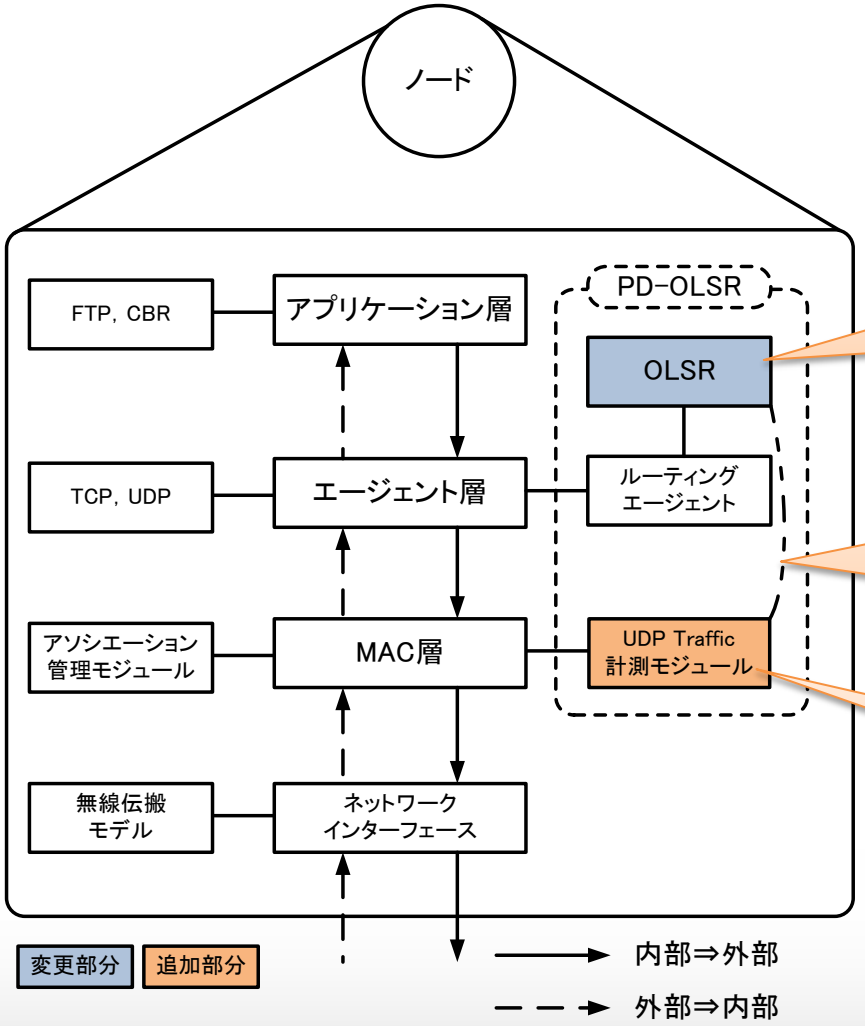
DSRによって計算された最短経路

赤い経路より，スループットが良いと推定された経路

青い経路に切り替わる

一定間隔でRTPLM要求の送信を行うため，ネットワークへのオーバーヘッドが高くなる

シミュレータへの実装



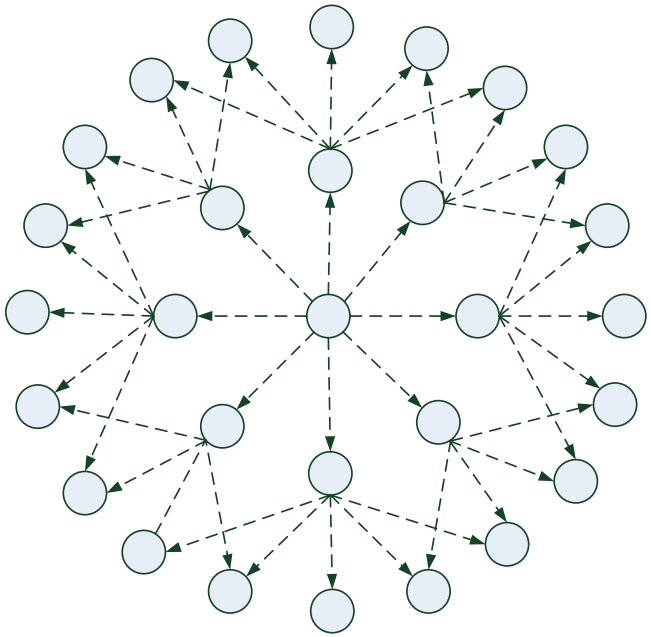
UDP 通信用のRT生成機能をns2に実装した

③OLSRを PD-OLSR の経路生成動作が行えるように拡張した

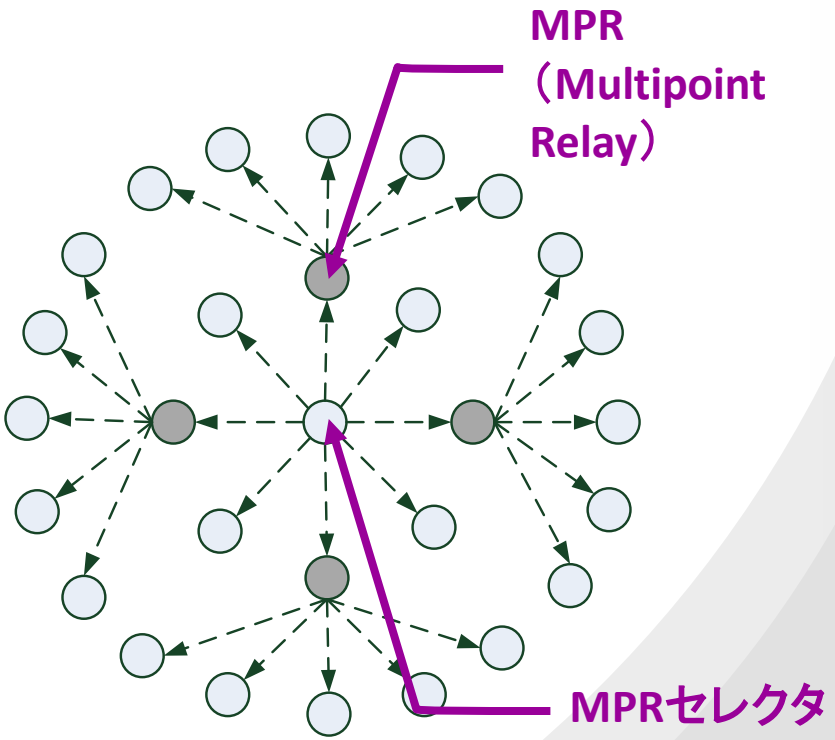
②UDP Traffic 計測モジュールで計測した UDP Trafficをルーティングエージェントで呼び出せるようにした

①UDP Traffic を計測するモジュールを追加した

OLSRのフラッディング

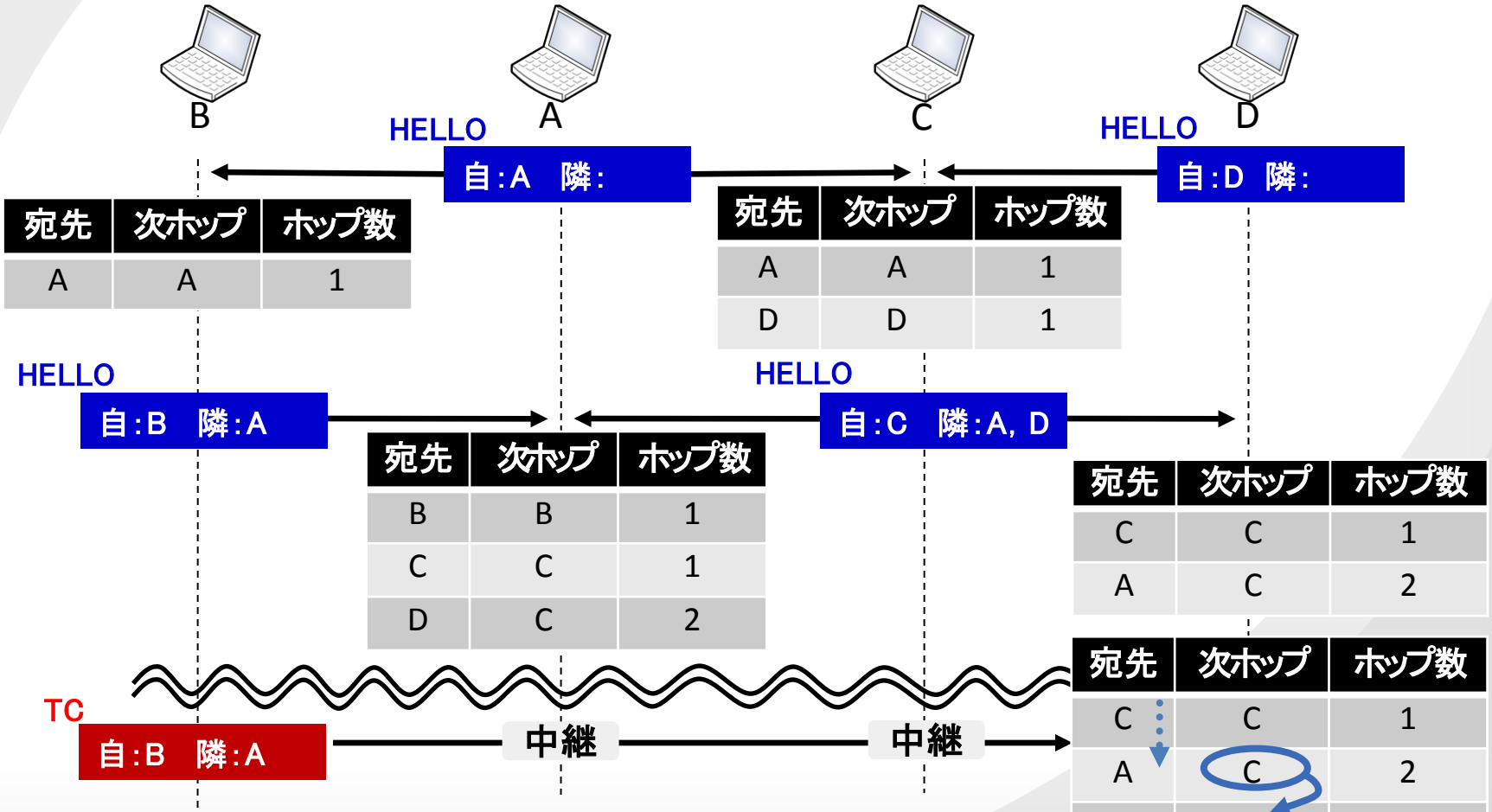


通常のフラッディング

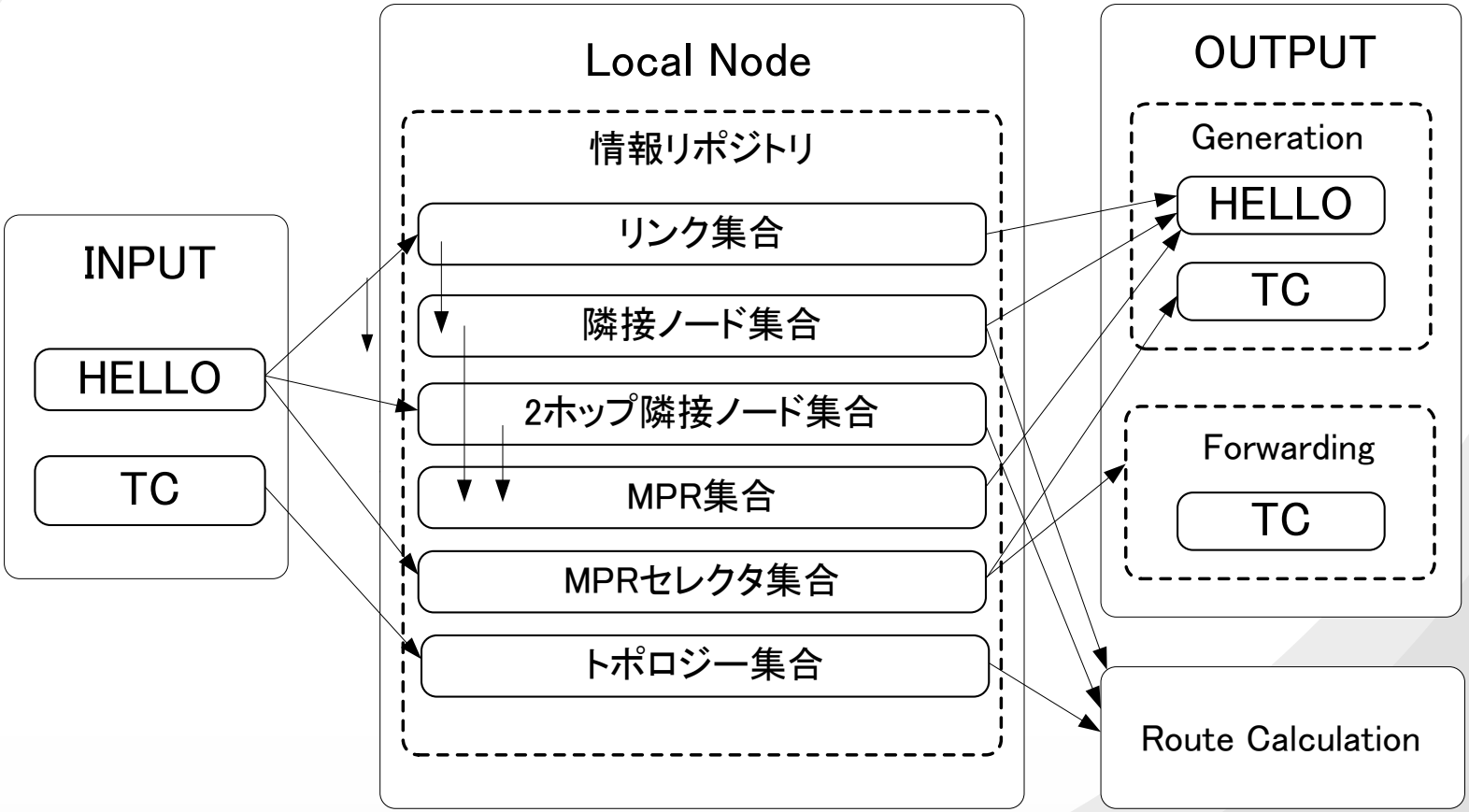


OLSRのフラッディング

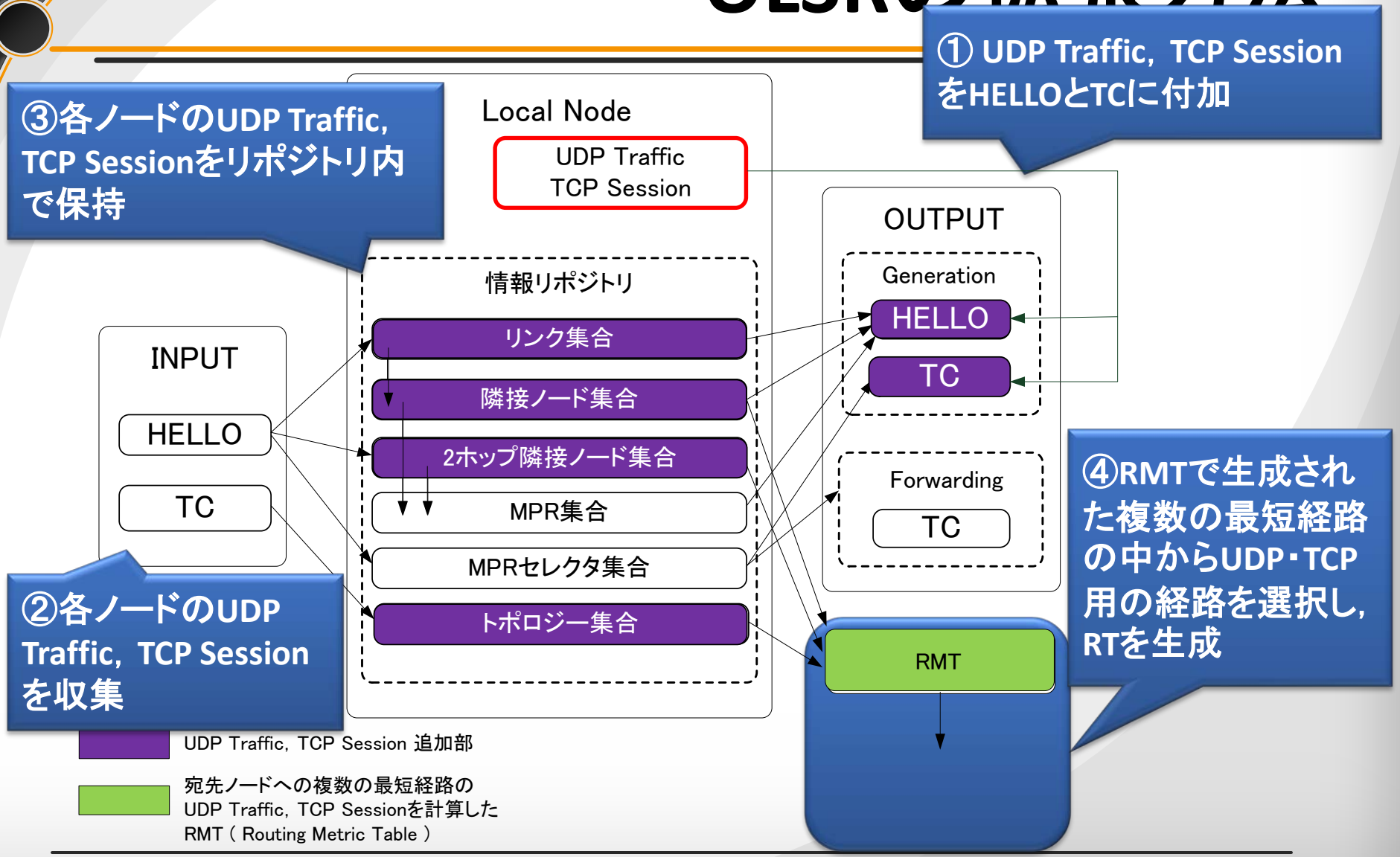
OLSRのRT生成方法



ノード内部でのOLSRの動作



OLSRの拡張方法


①UDP Traffic，TCP Sessionをhelloとtcに付加
③各ノードのUDP Traffic，TCP Sessionをリポジトリ内で保持
Local Node
UDP Traffic
TCP Session
情報リポジトリ
リンク集合
隣接ノード集合
2ホップ隣接ノード集合
MPR集合
MPRセレクタ集合
トポロジー集合
INPUT
HELLO
TC
OUTPUT
Generation
HELLO
TC
Forwarding
TC
RMT
④RMTで生成された複数の最短経路の中からUDP･TCP用の経路を選択し，RTを生成
②各ノードのUDP Traffic，TCP Sessionを収集
UDP Traffic，TCP Session 追加部
宛先ノードへの複数の最短経路の
UDP Traffic，TCP Sessionを計算した
RMT（Routing Metric Table）

OLSRのパケットフォーマット

IPやUDPヘッダを取り除いた形で，OLSRのパケットは、「パケットヘッダ」と複数の「メッセージヘッダ」から成る

HELLOメッセージフォーマット

TCメッセージフォーマット