トラフィック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と評価

三鴨　勇太*，旭　健作，渡邊　晃(名城大学)

Proposal on an Ad-hoc Routing Protocol considering Traffic Condition and its Evaluation

Yuta Mikamo, Kensaku Asahi, Akira Watanabe (Meijo University)

１．まえがき

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)に関する研究が期待されている．

しかし，従来のアドホックルーティングプロトコルでは経路選択時にトラフィック状態が考慮されていない．本稿では OLSR(Optimized Link State Routing)を拡張することにより，トラフィック状態を考慮した経路選択を可能とするアドホックルーティングプロトコルを提案する．

２．従来の OLSR

OLSR のルーティングテーブル(RT)は，宛先ノード(Dest)，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．

Fig.1.に OLSR における，ノード s からノード e への経路生成の方法を示す．Fig.1.では s が持つノード a～d までの経路が作成された状態から，ノード e への経路を作成する過程を示している． RT には新たな Dest としてノード e が生成される．Next には e の隣接ノードである c，d のうち最初に見つかる方のノード c の Next の値 a が設定される．ノード a～d の RT でも同様に e への経路が決まり，Fig.1.右の矢印のような 1 つの経路が完成する．

このように，経路の選択方法にトラフィック状態が考慮されていない．そのため，トラフィックが多く，状態の悪いリンクからなる経路が選択され，スループットの低下やリンクの切断を引き起こす可能性がある．

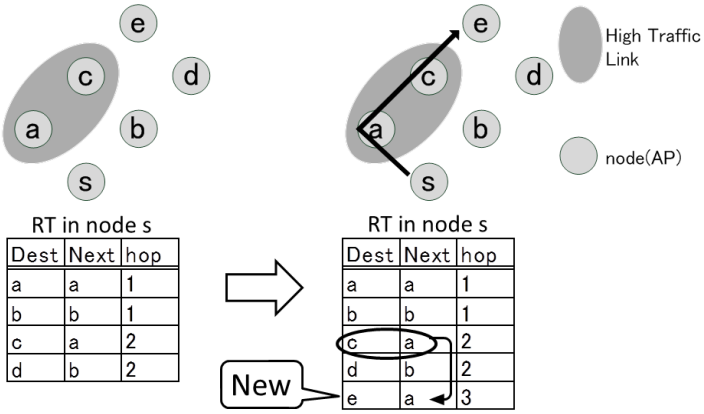


Fig 1 Route generation method of OLSR.

３．提案方式

本稿では OLSR を拡張することにより，トラフィック状態を考慮した経路生成方法を示す．Fig.2.に提案方式によるノード e への経路生成を示す．各ノードは経路計算を行うための経路計算テーブル(RMT：Route Metric Table)を新たに保持する．RMT は，Dest，Dest への経路(Route)，hop，Dest までの経路の合計トラフィック(Traffic)から構成される．

Fig.2.左のように RCT に可能な限り最短経路候補を複数生成する．次に，それらの同一ホップ数の経路同士でトラフィック量を比較し，最小トラフィックの経路以外を削除する．さらに，Route から Next を取り出して RT を生成する．この方法により，Fig.2.右のようにトラフィックの高いリンクを避けた経路が完成する．

この方式では既存の OLSR と比較してスループットの向上が期待できる経路を選択することができる．

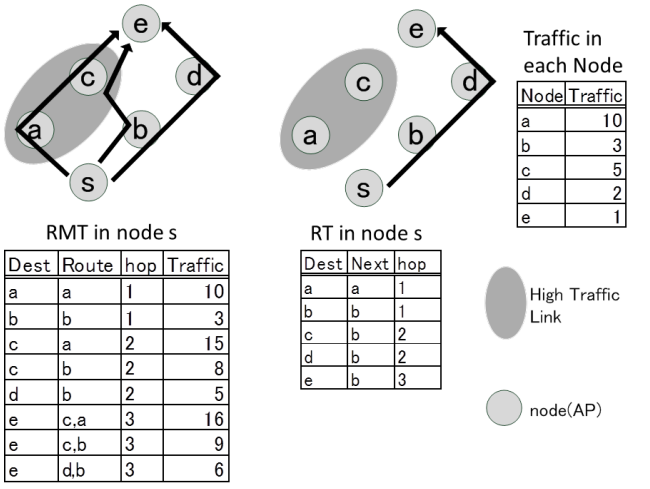


Fig 2 Route generation method of the proposed method.

４．むすび

OLSR を拡張し，トラフィックを考慮した無線メッシュネットワーク向けのルーティングプロトコルを検討した．今後は検討結果に基づきシミュレーションを実施し，動作検証を行う．

文　献

(1) P. Jacquet, Ed.：RFC3626（OLSR），October 2003
(2) 森崎．他：情報処理学会研究報告. pp.75，Mar.2011.

トラフィックを考慮した アドホックルーティングプロトコルの提案と評価

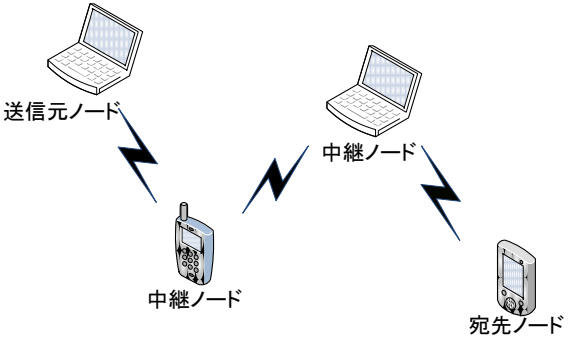
Proposal on an Ad-hoc Routing Protocol considering Traffic Condition and its Evaluation

名城大学　理工学部
三鴨勇太　旭健作　渡邊晃

Watanabe Lab.

背景

- 無線LANの普及によってMANET(Mobile Ad-hoc Network)の研究が盛んに行われている
- 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
    - ノードはルータとして機能し，中継機能を持つ
    - 遠隔のノードとはマルチホップ通信を行う
  - 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
    - 周辺ノードとやりとりしRT(Routing Table)を生成していく
- 利用形態
  - インフラを利用できない環境
  - 災害時，イベント会場など一時的な通信



アドホックルーティングプロトコル

- 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
  - ノードの移動が少なく，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を探索する
  - 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)

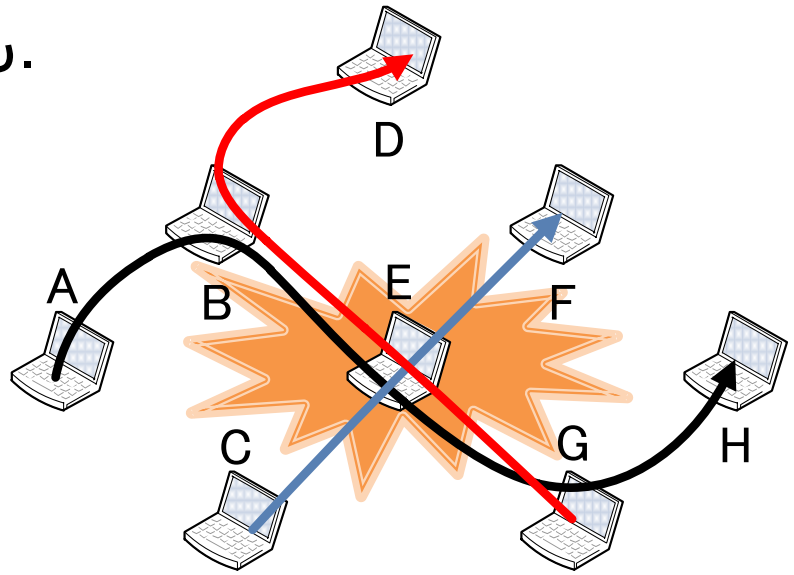
課題

- 多くのアドホックルーティングプロトコルは，経路の中継ホップ数が最小となる経路を選択する.
- 最短ホップ数の複数の経路の中からどの経路が選ばれるかは実装に依存する.
- 複数の通信で同一のノードを経由する経路が選択され，トラフィックが集中することも.

パケットロスが多発

↓

スループットが低下

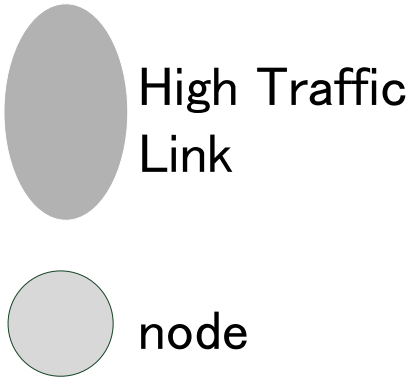


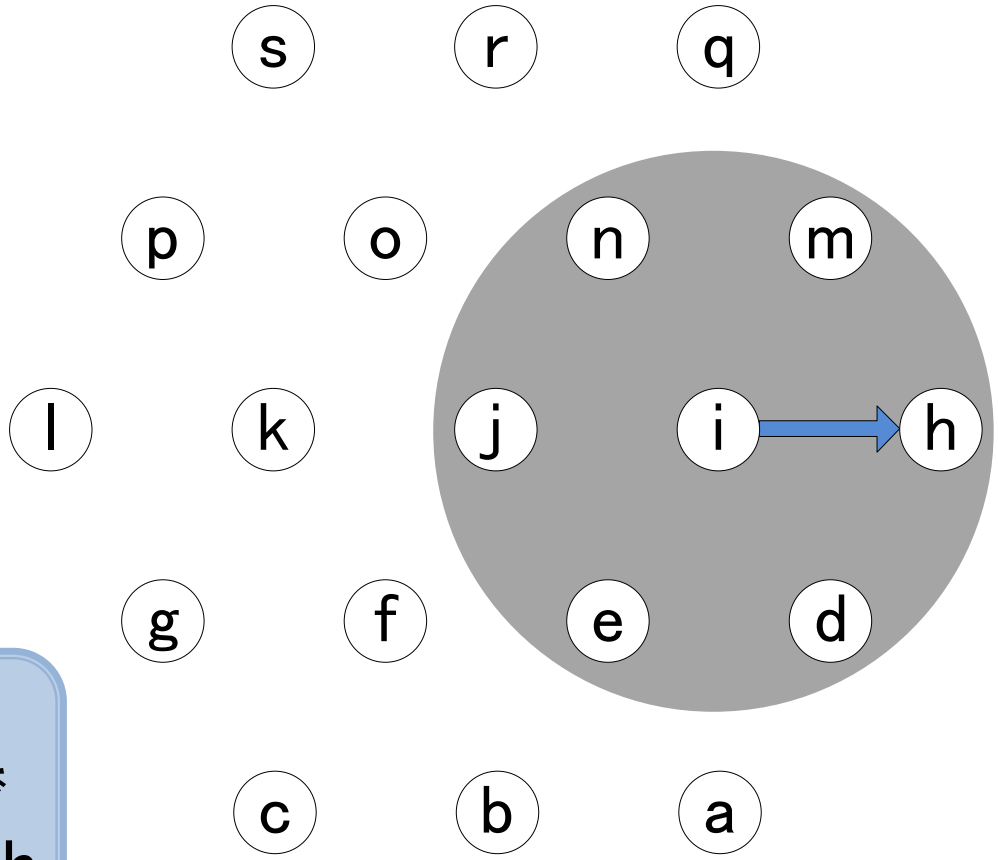
提案方式：PD-OLSR（Protocol Dependent-OLSR）

- OLSRを改造
- TCP用とUDP用別々にRT(Routing Table)を生成する
- 動的メトリックとしてノードのトラフィックを用いる
- トラフィックは各ノードが計算，更新する
  - トラフィック情報をHELLOメッセージ，TCメッセージによってネットワーク全体に通知
- トラフィック情報を含めたRMT(Route Metric Table)を新たに定義
  - RMTからRTを生成

今回はUDPについてのみ

本発表内で用いる例





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

UDPとTCP

- UDP通信
  - 端末側が意図した流量のトラフィックがそのままネットワークへ送出
- TCP通信
  - 輻輳制御によって順調にACKが返ってきた場合はウィンドウサイズを拡大し帯域を使いきろうとする

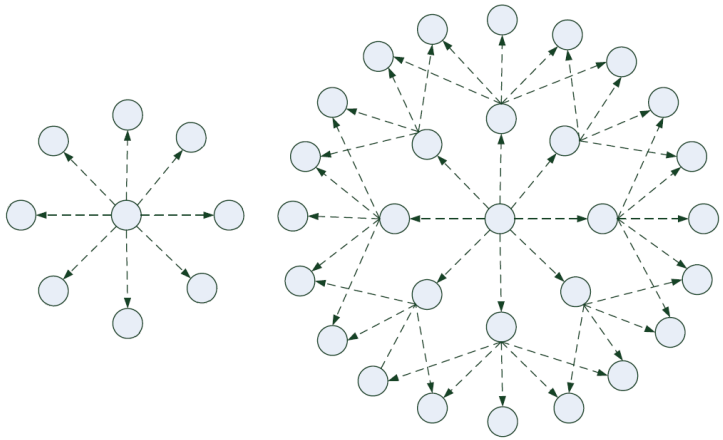
TCPとUDP通信が混在するネットワークのトラフィックは，送出されるUDPパケットの合計からUDPが占めるトラフィック量が定まり，残りの余裕のある帯域分を複数のTCPセッションが分け合う

RTを分けることで性質を経路生成に反映

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
    - 2秒毎に隣接ノードへブロードキャスト
  - TC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

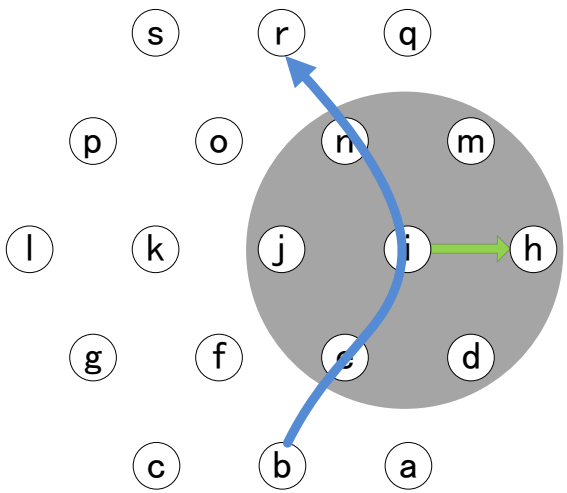
制御メッセージにトラフィックの情報は含まれていない



ブロードキャスト　　フラッディング

OLSRのRT

- 制御メッセージのやりとりによってRTが生成されていく



OLSRで生成される経路例

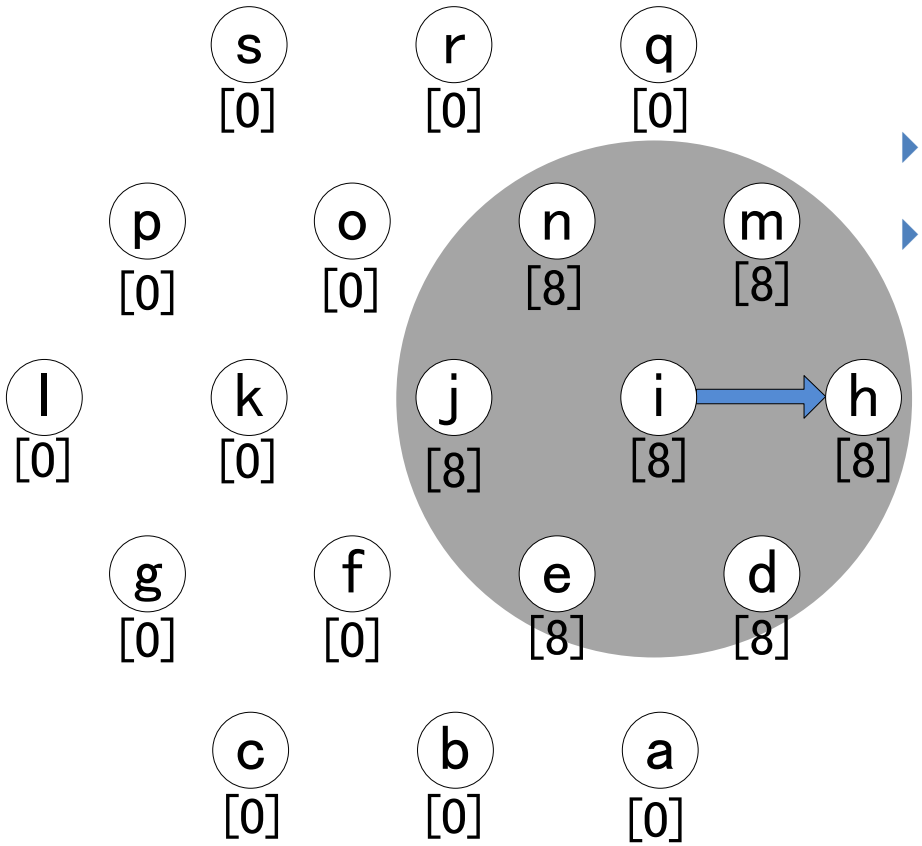
Dest：宛先ノード
Next：次ホップノード
hop：宛先ノードまでのホップ数

Dest	Next	hop
a	a	1
c	c	1
d	a	2
e	e	1
f	f	1
g	c	2
h	a	3
i	e	2
j	e	2
k	f	2
l	c	3
m	e	3
n	e	3
o	e	3
p	f	3
q	e	4
r	e	4
s	e	4

ノードbのRT

高トラフィックのノードを経由する経路が生成されることも

PD-OLSR 動作 1



- 各ノードがトラフィックを計算
- HELLOメッセージ，TCメッセージにトラフィック情報を追加し，ネットワーク全体に通知

[ ]内の数字は各ノードのトラフィック

PD-OLSR 動作 2

- RMT(Route Metric Table)を新たに定義
  - Dest, Next(Next node), hop数, Trafficから構成される
  - 1つのDestに対して全てのNextが保存される
- RMTからRTを生成

同一Destで複数の次ホップがある場合Trafficが最小となる次ホップを選択する

Dest	Next	hop	Traffic
a	a	1	0
c	c	1	0
d	a	2	0
d	e	2	8
e	e	1	8
f	f	1	0
省略			
q	e	4	8
q	f	4	0
r	e	4	8
r	f	4	0
s	e	4	8
s	f	4	0

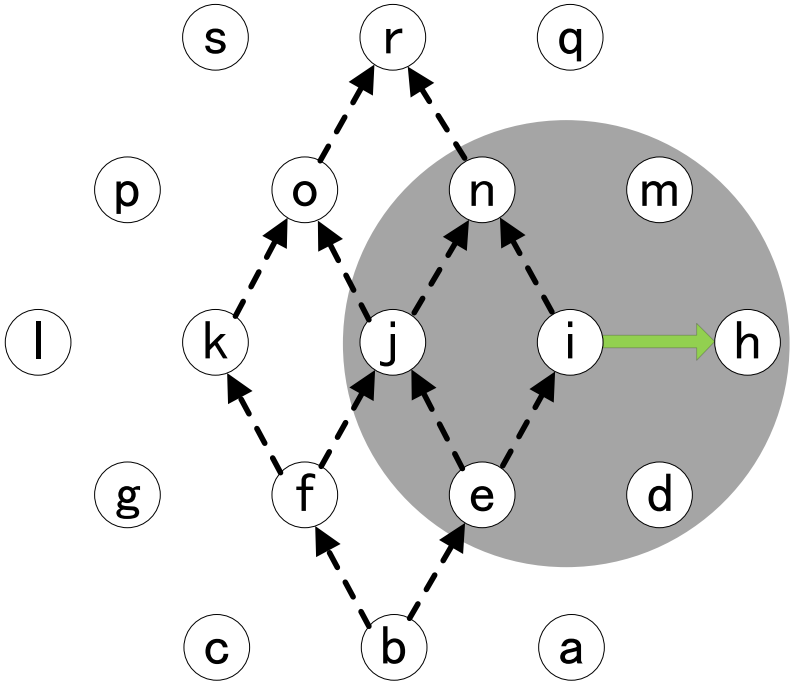
ノードbのRMT

Dest	Next	hop
a	a	1
c	c	1
d	a	2
e	e	1
f	f	1
g	c	2
h	a	3
i	e	2
j	f	2
k	c	2
l	e	3
m	f	3
n	f	3
o	f	3
p	f	3
q	f	4
r	f	4
s	f	4

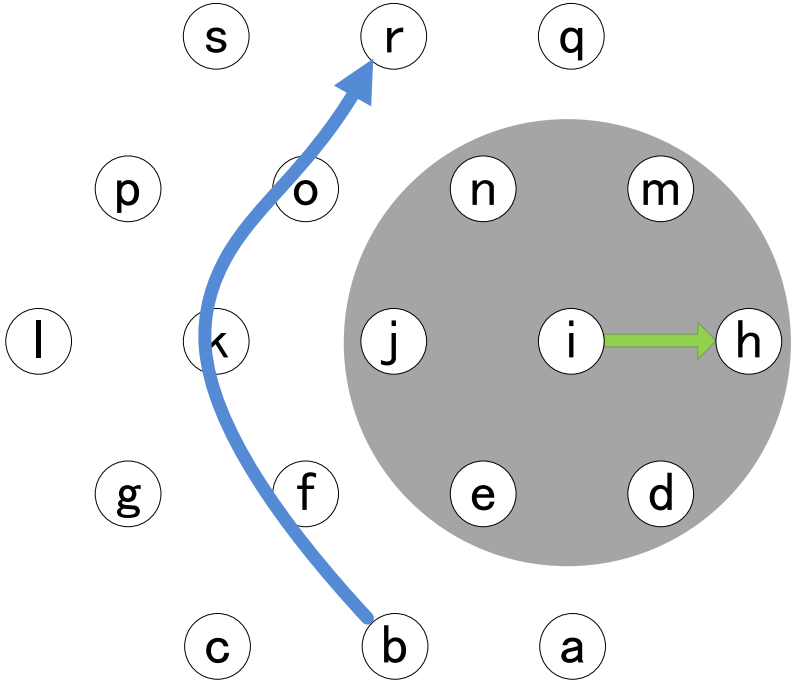
ノードbのRT

高トラフィックのノードを回避する経路の次ホップがRTに保存される

生成される経路の比較



OLSRによって生成される経路



PD-OLSRによって生成される経路

- トラフィックの高いノードを避けたルーティングを行うことができる

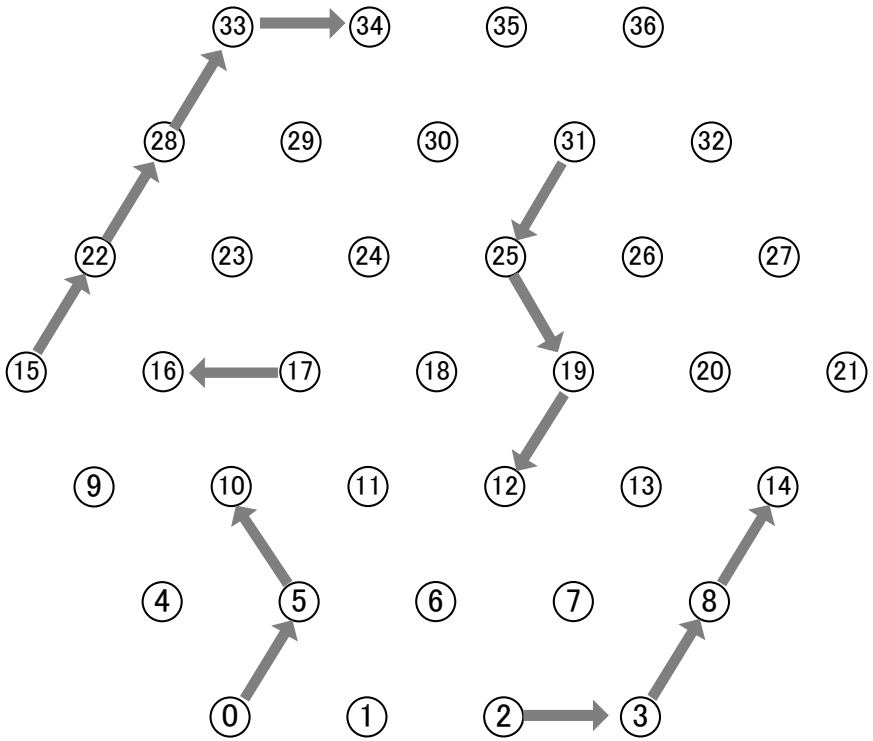
評価

- UDP用RT生成機能をネットワークシミュレータns-2に実装
- UDP通信のシミュレーション評価を行った

シミュレーション評価

- 環境

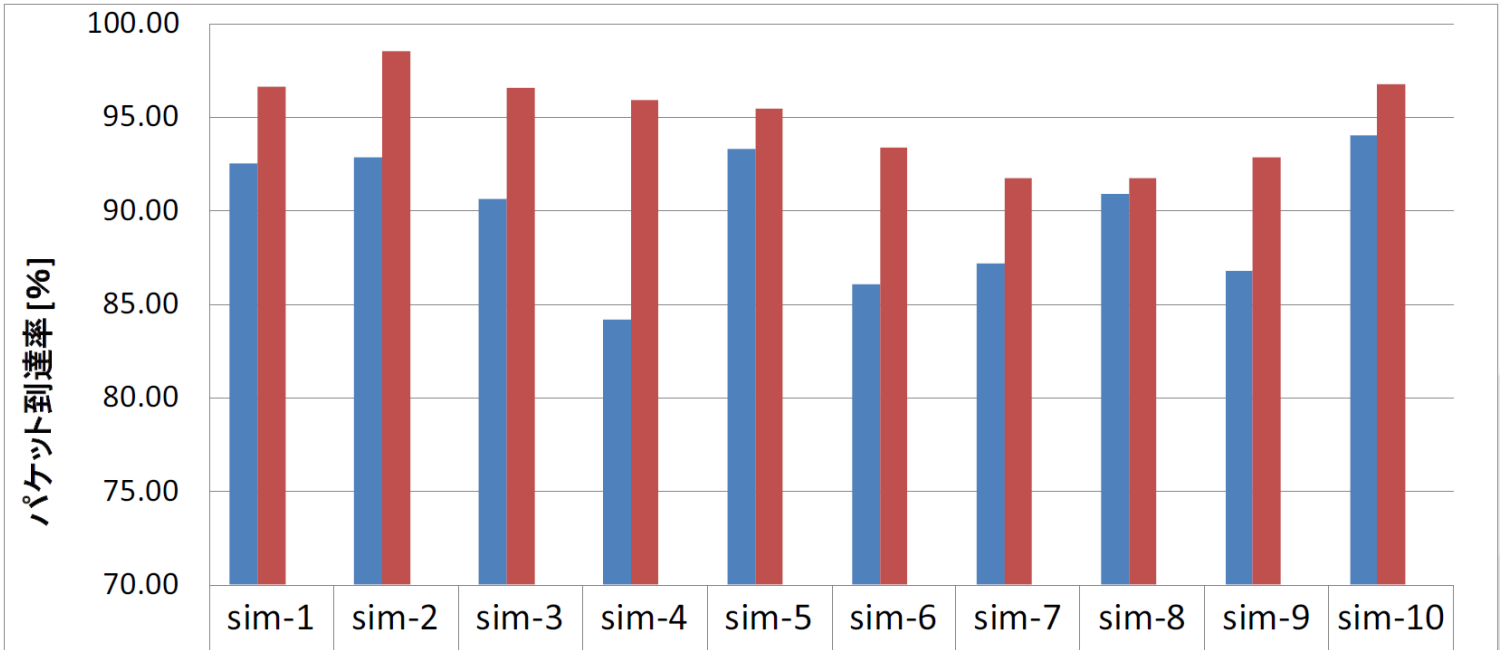
アドホック ネットワーク	ノード数 電波到達範囲 ノード間距離 ルーティングプロトコル 無線規格	37 [台] 100 [m] (1hop) 95 [m] OLSR, PD-OLSR 802.11g
VoIPを想定した UDP通信	台数 選び方 通信タイプ トランスポートプロトコル パケットサイズ データ転送量	2台1ペア ランダム CBR UDP 200 [Byte] 64 [Kbps]



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

シミュレーション評価

- 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

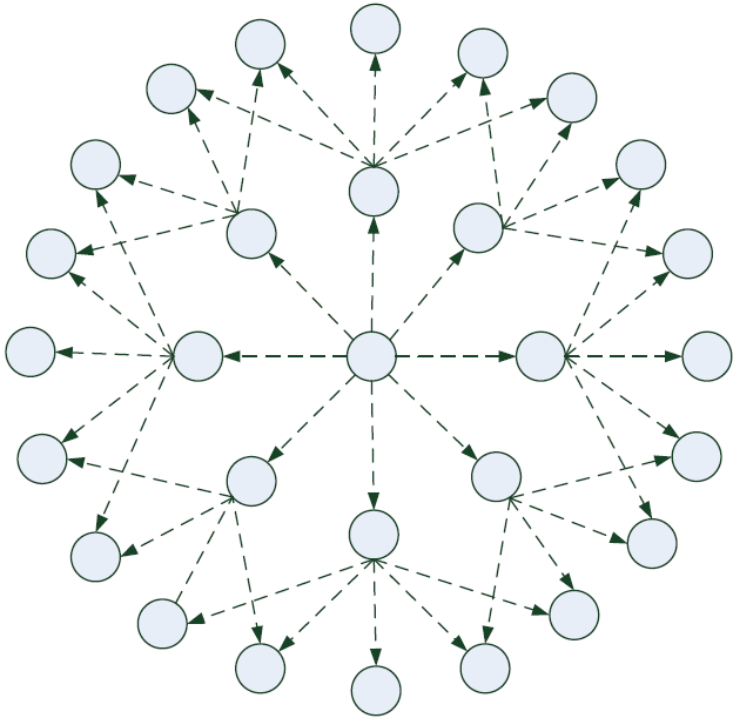
・どのシミュレーションでもPD-OLSRによるパケット到達率の改善が見られた
・ PD-OLSRの方がOLSRに比べ，ネットワーク全体のパケット到達が平均で約6%改善された

むすび

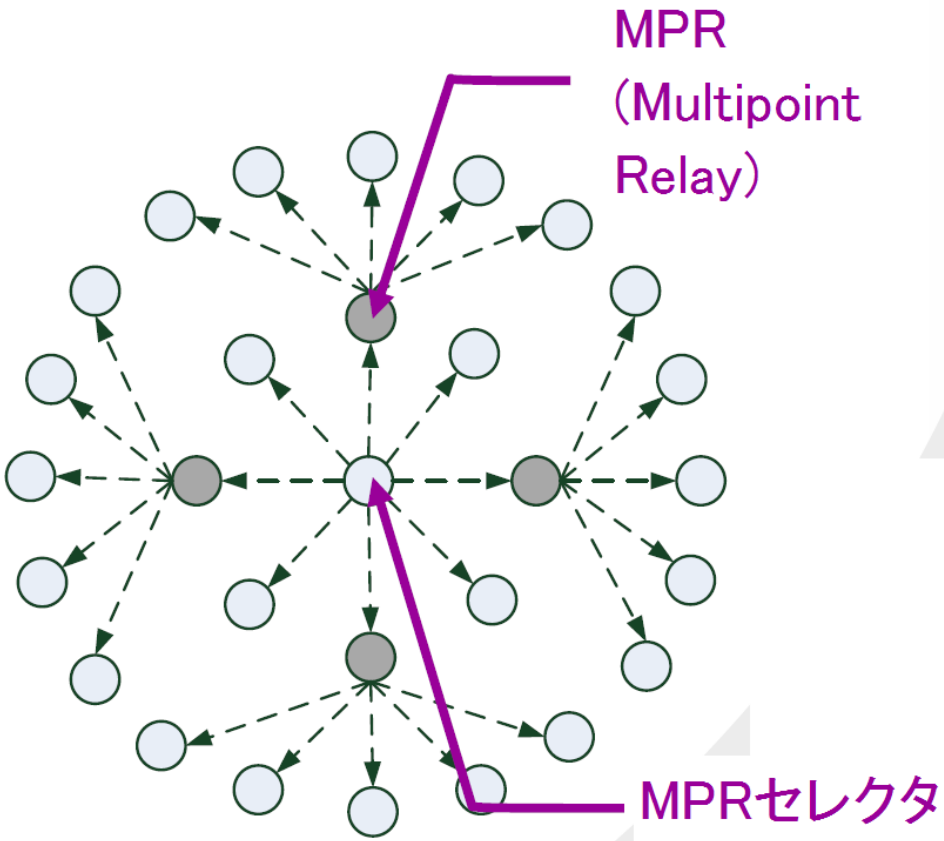
- 本発表
  - OLSRを拡張することによって，TCP用とUDP用それぞれのRTを別々に生成し，経路上の通信状態を考慮して経路生成ができるプロトコルPD-OLSRを提案
  - UDP通信用のRT生成機能をシミュレータに実装し，シミュレーションを行った
  - シミュレーション結果として，UDP通信においてはトラフィックの高い経路を避けた通信を行うことによって，パケット到達率が6%程度向上することがわかった
- 今後
  - TCP用のRT生成機能をシミュレータに実装し，動作検証を行う
  - TCPとUDPでRTを分けたことの成果を確認する

補足資料

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

PD-OLSR

- 経路選択指標
  - UDP: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:TCP Session
    - キャリアとして検出するTCPセッション数と実際に自身が処理しているTCPセッション数の合計

- UDP通信用の経路
  - 単純にUDP Trafficが最小の経路を選ぶ
- TCP通信用の経路
  - TCP の特性を活かして TCP スループットの公平性がとれる経路選ぶため，TCP Sessionが最小の経路を選ぶ