

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

三嶋 勇太¹ 旭 健作¹ 鈴木 秀和¹ 渡邊 晃¹

概要：無線端末が自律的に構成するアドホックネットワークにおいて、UDP と TCP で別々にルーティングテーブルを生成し通信タイプの特性を活かすと共に、特定のノードへの負荷集中を抑制する経路制御を実現する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。本論文では、PD-OLSR の機能のうち、UDP 用に対応するルーティングテーブル生成機能の実装方法を示す。シミュレーションによる通信性能の評価を行った結果、最短経路よりもホップ数を増やし迂回する経路を用いることで性能が向上することを確認した。

Proposal of Ad-hoc Routing Protocol considering Traffic Condition

YUTA MIKAMO¹ KENSAKU ASAH¹ HIDEKAZU SUZUKI¹ AKIRA WATANABE¹

1. はじめに

無線 LAN は、配線が不要で端末が自由に移動できるなどの利便性からネットワークへの接続方法として需要が高まってきている。その中でも、端末同士が直接通信を行い、ネットワークを構築するアドホックネットワークに注目が集まっている。

アドホックネットワークの経路を生成するには、各端末がアドホックルーティングプロトコルを用いてルーティングテーブル（以下 RT と記述）を生成する必要がある。アドホックルーティングプロトコルは、IETF (Internet Engineering Task Force) において、現在まで多くの方式が標準化されている [1-7]。しかし、これらの方式は、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）を探索することを目的としており、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、トラフィックが集中した中継ノードが発生すると、パケットロスが多発し、スループットが低下するという課題がある [8]。

宛先に到達可能な複数の経路の中から、適切な経路を

選択することを目的としたアドホックルーティングプロトコルの研究として、以下のものが挙げられる。ABR (Associativity-Based Long-lived Routing) [9] の経路選択では、リンク切断が長時間起こらない、安定した経路を選択する。各ノードは、一定間隔ごとに隣接ノードへビーコンを送信する。より多くのビーコンを受信したノードからなるリンクは持続性が高いと期待できるため、安定した経路が生成できる。しかし、ノードの移動が少ない環境では、ビーコンの受信回数に差が出ないことから、スループットの向上が期待できない経路が選択される可能性がある。ETR (Estimated-TCP-Throughput Maximization based Routing) [10] は DSR (Dynamic Source Routing Protocol) [2] を拡張することにより、宛先への複数の経路候補に対して TCP スループットを予測し、スループットの高い経路を選択する。TCP スループットは所定のモデル式を使って計算される。モデル式には遅延 (RTT :Round-Trip Time) と往復パケット喪失率 (RTPL: Round-Trip Packet Loss ratio) の情報が必要であり、これらの情報を収集するために新たな制御メッセージを設け、一定間隔で送信する。ETR は TCP スループットだけに着目しており、UDP スループットは考慮していない。また、新たな制御メッセージにより、ネットワークのオーバーヘッドが高くなるという課題がある。

¹ 名城大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology Meijo University, Nagoya, 468-8503, Japan

IP ネットワークには、UDP と TCP という、スループット特性が全く異なる通信タイプが存在する。しかし、現在提案されているルーティング方式では、両者に対し同一の制御を行うことを想定しており、性能を引き出し切れていないという課題がある。この課題に対し、著者らはアドホックルーティングプロトコルの中で Proactive 型の代表的プロトコル OLSR (Optimized Link State Routing) を拡張することにより、RT を TCP 用と UDP 用で別々に生成し、TCP と UDP の通信特性を活かした最適な経路選択を可能とする PD-OLSR (Protocol Dependent-OLSR) を提案している。[11]

本稿では、PD-OLSR の機能のうち UDP に対応する RT 生成機能を実装し、評価を行ったので報告する。

以下 2 章で提案方式の概要、3 章で実装について説明する。4 章でシミュレーション評価を示し、5 章でまとめる。

2. PD-OLSR 概要

PD-OLSR は、次のような特徴を持つアドホックルーティングプロトコルである。

UDP と TCP で別々の RT を生成：

異なる特性を持つ UDP と TCP に対し、別々の RT を用いて通信制御を行うことで、通信特性を活かした経路選択を行う。

通信状態による経路選択：

ノードの通信状態を計測し、特定のノードへのトラフィック集中を抑制する。

各ノードは、トラフィック情報を常に計測する。計測した情報は制御メッセージに載せ広告、共有することで経路選択に用いる。このとき、制御メッセージの送受信、ノードが保持する情報の更新といった基本部分は、OLSR のものをそのまま利用し、制御メッセージにトラフィック情報を追加するものとする。

2.1 UDP と TCP における経路選択基準

UDP と TCP の通信特性の違いを示すため、シミュレーションにて UDP と TCP のマルチホップ通信におけるスループットの変化を観測した。図 1 と図 2 に、それぞれ UDP と TCP のホップ数とスループットの関係を示す。ノードを隣接ノードのみと通信が可能な距離だけ離して一直線上に並べ、ホップ数を 1~10 ホップで変化させた場合のスループットを測定した。UDP では、帯域に余裕がある限り、ホップ数増加によるスループット低下は見られない。これに対し TCP では、ホップ数の増加と共にスループットが大きく低下する。これは、TCP では各ホップでネットワーク帯域を分け合うためである。このことから、UDP では最短経路よりもホップ数を伸ばした冗長経路が許容できると考えられる。よって、UDP では取り得るすべての経路の中から、TCP では最短経路の中から最適な

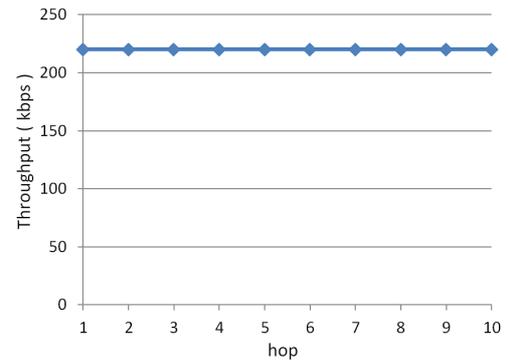


図 1 マルチホップ通信における UDP スループット
Fig. 1 UDP throughput in multi-hop communication

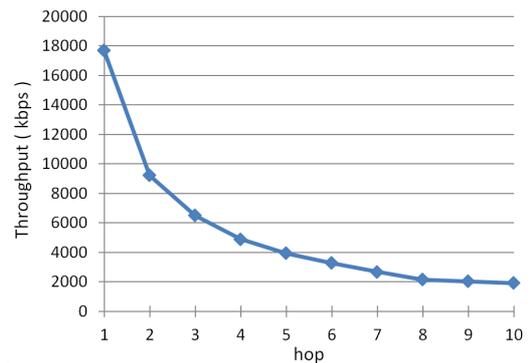


図 2 マルチホップ通信における TCP スループット
Fig. 2 TCP throughput in multi-hop communication

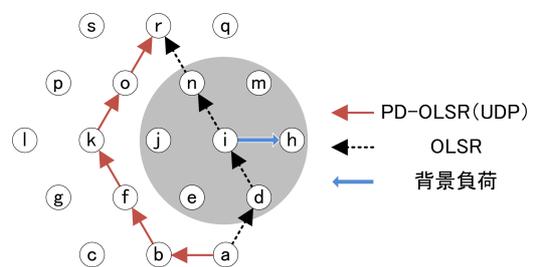


図 3 OLSR と PD-OLSR との経路比較

Fig. 3 Path comparison of OLSR and PD-OLSR

経路を選択する。

UDP と TCP のそれぞれで RT をに生成するために、経路選択に用いるトラフィック情報を別々に生成する。UDP では、検出するキャリアの総量とする UDP トラフィックを、TCP では、検出するセッションの合計数とする TCP セッション数をトラフィック情報とする。

2.2 生成経路

OLSR と PD-OLSR によって選択される経路例を図 3 に示す。ここでは PD-OLSR において、UDP 用に選択される経路を示している。ノード a からノード r への経路を選択するとき、OLSR では破線矢印のような、ホップ数を基準とした最短経路が選択される。ここで、最短経路が複数存在する場合、どの経路を選択するかという手順は定義さ

れておらず、実装に任されている。ホップ数のみを考慮した経路では、特定のノードに負荷が集中し、パケットロスが多発することによりスループットが低下する可能性がある。PD-OLSR では実線矢印のように、ノードが計測した通信状態をもとに経路選択を行うことにより、負荷が高いノードを迂回した通信が可能となる。

3. 実装

PD-OLSR における UDP 通信用の RT 生成機能をネットワークシミュレータ ns-2 [12] に実装した。本章では、実装内容について示す。

3.1 OLSR の改造

UDP 用 RT 生成を例にした PD-OLSR のフローを図 4 に示す。OLSR では、主に HELLO と TC という 2 つの制御メッセージによって情報を収集し、RT 生成を行っており、PD-OLSR においても同様の手順を踏む。以下に、それぞれ処理における改造内容を示す。図中の番号は以下の番号に対応している。

(1) 制御メッセージの送信

- HELLO メッセージと TC メッセージに送信元ノード自身の UDP トラフィックを付加

(2) リンク集合の更新

- HELLO メッセージの送信元ノードと一致する隣接ノードの記録に送信元ノードのトラフィック情報を記録
- 一致する記録が存在しないときは、新たに送信元ノードを隣接ノードとする記録を生成

(3) 隣接ノード集合と 2 ホップ隣接ノード集合の更新

- (2) の更新と対応する隣接ノードの記録にトラフィック情報を記録

(4) トポロジ集合の更新

- TC メッセージの送信元ノードと一致する宛先ノードの記録にトラフィック情報を記録
- 一致する宛先ノードが存在しないときは、新たに送信元ノードを宛先ノードとする記録を生成

(5) RT 生成

- 本章 4 節に示す方法で RT を生成

3.2 パケットフォーマット

図 5 に PD-OLSR のパケットフォーマットを示す。OLSR で既に定義されている情報（パケット長、パケットシーケンス番号、メッセージタイプ、有効期間、メッセージサイズ、発信元アドレス、TTL、ホップ数、メッセージシーケンス番号）に網掛けにより示す発信元ノードのトラフィックを新たに追加した。

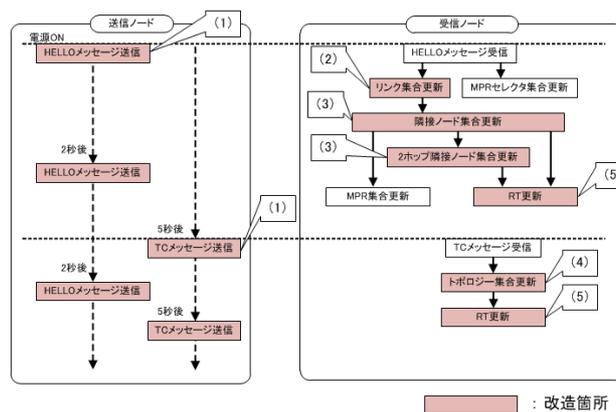


図 4 OLSR の改造箇所

Fig. 4 Alterations of OLSR

パケット長(16)		パケットシーケンス番号(16)	
メッセージタイプ(8)	有効期間(8)	メッセージサイズ(16)	
発信元アドレス(32)			
TTL(8)	ホップ数(8)	メッセージシーケンス番号(16)	
発信元トラフィック(32)			
メッセージ			
メッセージタイプ(8)	有効期間(8)	メッセージサイズ(16)	
発信元アドレス(32)			
TTL(8)	ホップ数(8)	メッセージシーケンス番号(16)	
発信元トラフィック(32)			
メッセージ			

図 5 パケットフォーマット

Fig. 5 Packet format

3.3 情報リポジトリ

図 6 に制御メッセージと情報リポジトリの関係を、図 7 に改造した各リポジトリが保持する情報を示す。HELLO メッセージを受信したノードは、リンク集合、2 ホップ隣接ノード集合、MPR セレクタ集合、複製集合を更新する。また、リンク集合、2 ホップ隣接ノード集合の更新に伴い、隣接ノード集合と MPR 集合も更新する。一方、TC メッセージを受信したノードは、トポロジ集合と複製集合を更新する。これらの更新されたテーブルを元に、新しい HELLO メッセージ及び、TC メッセージを生成する。MPR (Multi Point Relay) 集合とは、OLSR の特徴のひとつであるフラディングを効率的に行うために管理する集合、MPR セレクタ集合とは、自身が MPR 集合に含まれる場合に自身を MPR として選択しているノードの集合である。MPR は、隣接ノード集合に含まれる Willingness をもとに決定する。リンク集合、隣接ノード集合、2 ホップ隣接ノード集合およびトポロジ集合に赤字で示すノードのトラフィック情報を追加した。なお、追加した情報を含めた情報リポジトリは、広告される制御メッセージにも含まれる。

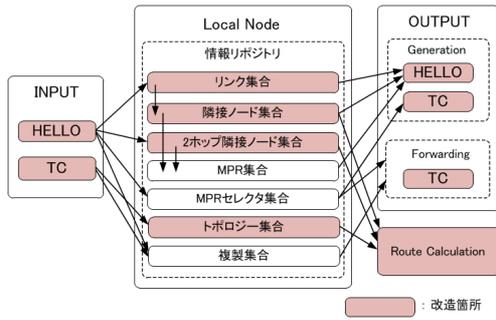


図 6 制御メッセージと情報リポジトリの関係
 Fig. 6 Relationship between control message and information repositories

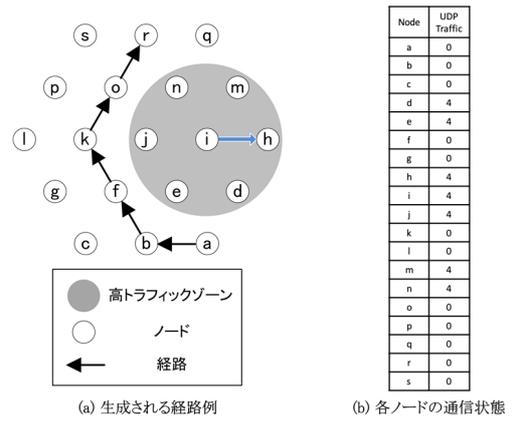


図 8 PD-OLSR で生成される経路例
 Fig. 8 Example route generated in PD-OLSR



図 7 情報リポジトリ
 Fig. 7 Repositories

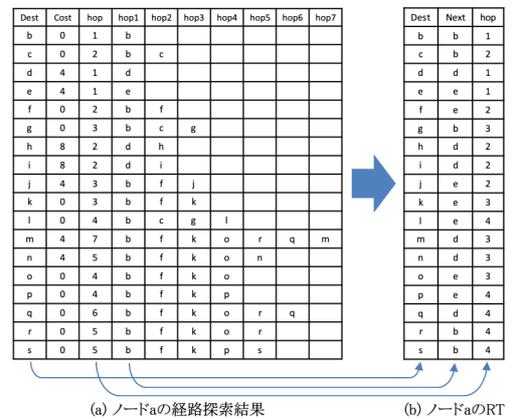


図 9 PD-OLSR の RT 生成
 Fig. 9 RT generation in PD-OLSR

3.4 RT 生成

3.4.1 ダイクストラ法

経路選択には、グラフ理論における最短経路問題解決アルゴリズムである、ダイクストラ法 [13] を用いる。ダイクストラ法は、ノード間のエッジコストをもとに 2 ノード間において最小コストとなる経路を得る。PD-OLSR では、エッジコストをリンクメトリックとして、トラフィックと 1 ホップ分のコスト（以下ホップ数コストと記述）により求める。

3.4.2 リンクメトリック

リンクメトリックの設計について説明する。トラフィックのみでリンクメトリックを求める場合、トラフィックが 0 であると過剰に迂回する経路を選択する可能性がある。そこで、ホップ数に対してコストを設定することにより、その大きさによって経路の迂回度を決定できるようにする。リンクメトリックは、リンク両端ノードのトラフィックとホップ数コストの和によって求める。ホップ数コストを大きくすることで、迂回度は小さくなり、逆に小さくすることで、大きく迂回する経路となる。このとき、ホップ数コストを十分大きくすることで、複数の最短経路の中からコストの小さい経路を選択する方式となる。

3.4.3 UDP 用 RT

UDP 用の選択する経路例を図 8 に、RT 生成を図 9 に示す。ネットワーク例は、ノード 19 台が等間隔に配置されており、電波到達範囲は隣接ノードまでとする。また、背景負荷としてノード i からノード h へ通信が行われており、隣接ノード d, e, j, m, n では UDP トラフィックが検出されているものとする。図 8 (b) のテーブルは、各ノードの UDP トラフィックを示しており、ここでは背景負荷によるトラフィックを仮に 4 として記載している。

各ノードは、制御メッセージによって共有したトラフィックをリンクメトリックに変換し、ダイクストラ法による経路探索を行う。経路探索によって、各宛先 (Dest) に対し、経路コスト (Cost)、ホップ数 (hop) および経路中のノード (hop1, hop2, ...) が得られる。経路探索結果のうち、Dest, hop, hop1 を保持することで RT を生成する。

3.4.4 TCP 用 RT

TCP 用の RT 生成では、UDP 用の RT 生成プロセスにおいて、UDP トラフィックを TCP セッション数に置き換え計算することにより生成できる。ただし、TCP では経路のホップ数が増加すると大きくスループットが低下するため、最短経路の中から最適な経路を選択するものとする。

もし、TCP セッション数が同じであった場合には、UDP トラフィックの小さい経路が選択される。

4. 性能評価

本章では、実装した UDP 通信用の RT 生成機能を用いて、ns-2 によるシミュレーションを行った結果を示す。VoIP を想定した UDP 通信により、ネットワークに高負荷を与えた際、PD-OLSR のパケットロスおよび通信遅延時間にどのような影響を与えるかを調査した。

4.1 リンクメトリックの設定

リンクメトリックは式 1 のように求める。ここで、 L をリンクメトリック、 T_L と T_R をリンク両端ノードのトラフィック、 H をホップ数コストとする。

$$L = T_L + T_R + H \quad (1)$$

また、今回の評価でのホップ数コスト H は、 α を係数、 T_{max} をネットワーク内のノードのトラフィック最大値とするとき、式 2 のように求める。経路の迂回度に関わるホップ数に対するコストは、ネットワーク全体のトラフィック T_{max} に依存する。また、迂回度を調整する係数として α を導入する。

$$H = \alpha T_{max} \quad (2)$$

4.2 シミュレーション条件

シミュレーション条件とノード配置をそれぞれ表 1 と図 10 に示す。シミュレーション時間は 530 秒間とし、開始 30 秒後から 10 秒間隔で UDP セッションを増加させた。このシミュレーションを、PD-OLSR のリンクメトリックにおける係数 α を 1, 2, ..., 5 と変化させた場合および OLSR について行った。

表 1 シミュレーション条件
Table 1 Simulation conditions

ネットワーク条件	
形態	アドホックネットワーク
通信規格	IEEE802.11g
ノード数	37
電波到達範囲	隣接ノード
通信組	2 台 1 組
通信組選択手法	ランダム
セッション数	50
通信パラメータ	
通信タイプ	CBR
トランスポートプロトコル	UDP
パケットサイズ	200[Byte]
通信レート	64[kbps]

4.3 評価結果

シミュレーション中のパケットロス数と通信遅延時間の

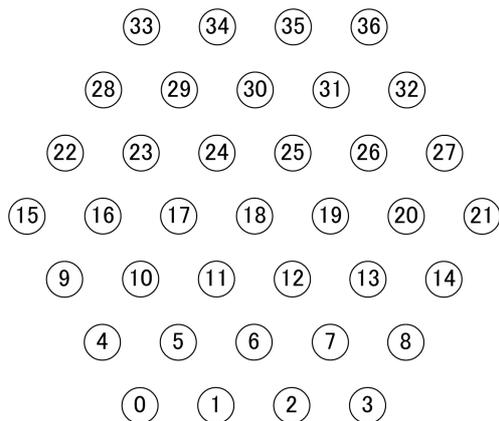


図 10 ノード配置

Fig. 10 Node placement

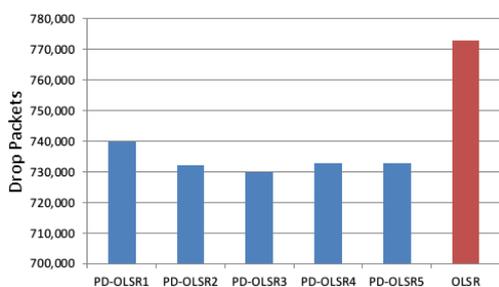


図 11 パケットロス数

Fig. 11 Drop packets

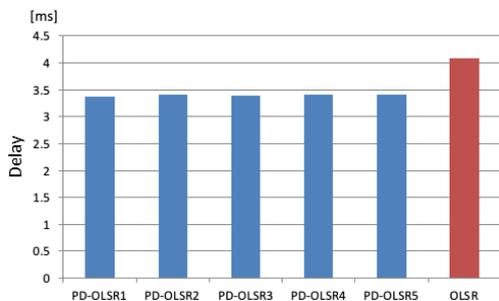


図 12 通信遅延時間

Fig. 12 Delay

表 2 パケットドロップ数および通信遅延時間改善率
Table 2 Improvement rate of Drop packets and Delay

	パケット ロス数	改善率	遅延時間 (ms)	改善率
PD-OLSR1	739812.2	4.27 %	3.36738	17.63 %
PD-OLSR2	732283.9	5.24 %	3.39933	16.84 %
PD-OLSR3	730038.7	5.53 %	3.39697	16.90 %
PD-OLSR4	732812.5	5.17 %	3.40126	16.80 %
PD-OLSR5	732812.5	5.17 %	3.40126	16.80 %
OLSR	772794.8		4.08790	

結果、さらにそれらをまとめ改善率を求めたものをそれぞれ図 11, 図 12 および表 2 に示す。ここで、PD-OLSR においてリンクメトリックの係数を 1, 2, ..., 5 とした場合をそれぞれ PD-OLSR1, PD-OLSR2, ..., PD-OLSR5 として記載している。

測定の結果、今回行った PD-OLSR の係数 1~5 の範囲では、いずれも OLSR と比較してパケットロスを改善でき、係数を 3 とした場合が最もパケットロスが少なく、改善率は 5.53% となった。また、係数が 4 と 5 の場合では、パケットロス数および遅延時間が等しいことから、最短経路の中から最適な経路が選択される方式となっていると考えられる。係数 3 の場合では、最短経路よりも迂回した経路が選択され、その結果パケットロスが減少していることから、最適な経路が必ずしも最短経路ではないことを示している。このとき、どの係数の場合が最もパケットロスが少なくなるか、またどの程度改善されるかは、ネットワークポロジに依存すると考えている。遅延時間については、係数によって大きな変化はないものの、すべてにおいて 17% 程度改善されている。このことから、通信状態を考慮した経路選択を行うことにより、ある程度遅延時間を短縮できることがわかった。より大きなネットワークにおいては、係数による遅延時間の変化が大きくなる可能性も考えられるため、今後様々な環境での評価を行っていく。

5. まとめ

本論文では、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として PD-OLSR を提案した。提案方式では、UDP と TCP で別々の RT を生成し、それぞれで経路制御を行うことで通信特性の違いを経路選択に活かす。提案方式のうち、UDP 用の RT 生成機能をシミュレータに実装し評価を行ったところ、パケットロスが最大 5.5% 改善された。また、迂回度を調整する係数を変化させる中で、最適な経路が必ずしも最短経路ではないことがわかった。

今後は、TCP 用 RT 生成機能を実装し、UDP と TCP の混在環境を含めた様々な環境での性能評価を行う予定である。

参考文献

- [1] T. Clausen, E.: Optimized Link State Routing Protocol (OLSR), RFC 3626, IETF (2003).
- [2] Johnson, D.: The Dynamic Source Routing Protocol (DSR) for Mobile Ad Hoc Networks for IPv4, RFC 4728, IETF (2007).
- [3] Perkins, C.: Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing, RFC 3561, IETF (2003).
- [4] Ogier, R.: Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding (TBRPF), RFC 3684, IETF (2004).
- [5] Haas, Z. J., Pearlman, M. R. and Samar, P.: The Zone Routing Protocol (ZRP) for Ad Hoc Networks, Internet-draft, IETF, <http://tools.ietf.org/html/draft-zone-routing-protocol-00.txt> (2002).

- [6] Perkins, C. E. and Bhagwat, P.: Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers, *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, Vol. 24, No. 4, pp. 234-244 (1994).
- [7] V. Park and S. Corson: Temporally-Ordered Routing Algorithm (TORA) Version 1 Functional Specification, Internet-draft, IETF, <http://tools.ietf.org/id/draft-ietf-manet-tora-spec-04.txt> (2001).
- [8] Couto, D. S. J. D., Aguayo, D., Chambers, B. A. and Morris, R.: Performance of Multihop Wireless Networks: Shortest Path is Not Enough, *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, Vol. 33, No. 1, pp. 83-88 (2003).
- [9] Toh, C.-K.: Associativity-Based Routing for Ad Hoc Mobile Networks, *Wireless Personal Communications: An International Journal*, Vol. 4, No. 2, pp. 103-139 (1997).
- [10] 高橋ひとみ, 斉藤匡人, 間 博人, 戸辺義人, 徳田英幸: MANET における TCP スルーブット推定による経路選択機構の実環境評価, *情報処理学会論文誌*, Vol. 46, No. 12, pp. 2857-2870 (2005).
- [11] 三鴨勇太, 旭健作, 渡邊晃: 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と冗長経路に関する検討, *マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2012) シンポジウム論文*, DICOMO, Vol. 2012, No. 1, pp. 1697-1703 (2012).
- [12] : The Network Simulator - ns-2. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.
- [13] Dijkstra, E.: A note on two problems in connexion with graphs, *Numerische Mathematik*, Vol. 1, No. 1, pp. 269-271 (1959).

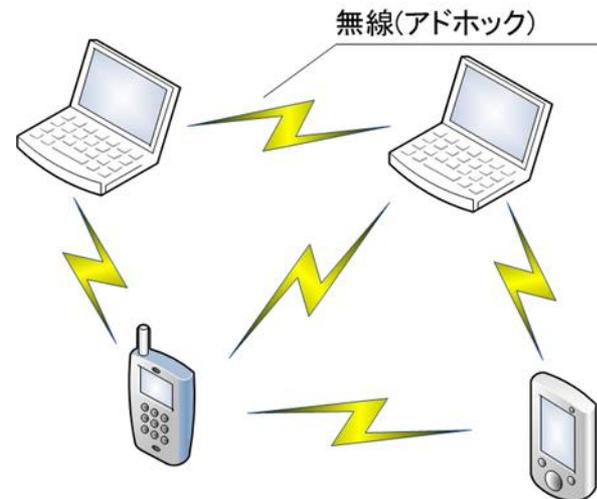
通信状態を考慮した アドホックルーティングプロトコルの提案

名城大学大学院 理工学研究科

三嶋 勇太 旭 健作 鈴木 秀和 渡邊 晃

研究背景

- ▶ アドホックネットワーク
 - 無線端末が直接通信・自律的に構成するネットワーク
- ▶ アドホックルーティングプロトコル
 - アドホックネットワークに特化したルーティングプロトコル
 - 制御メッセージにより情報を収集・共有しRT(Routing Table)生成



課題と提案方式PD-OLSR (Protocol Dependent - OLSR)

▶ 負荷集中によるパケットロス多発

- 中継ホップ数が最小となる経路(最短経路)を選択
- 複数の最短経路が存在するときどの経路が選択するか未定義

▶ 複数の通信で同一ノードが経路として選択されトラフィックが集中
パケットロス多発によるスループット低下

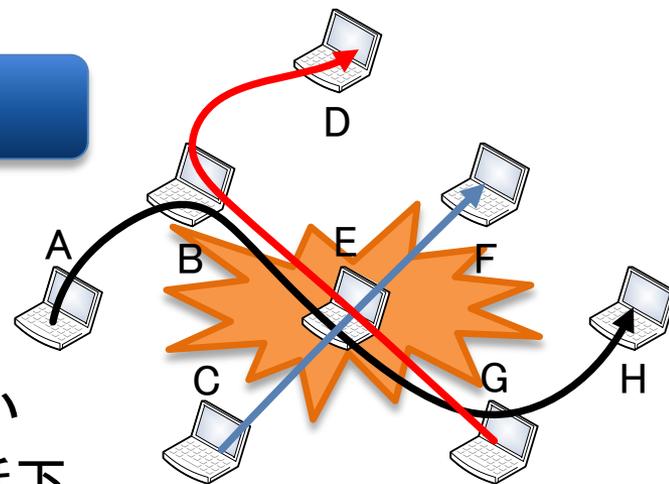
通信状態をもとにした動的な経路探索

▶ UDPとTCPに対し同一の経路制御

- 通信特性の異なる両者を同一制御

▶ 通信特性を経路選択に活かし切れていない
同一経路を用いることでTCPスループット低下

UDPとTCPでRTを別々に生成し独立した経路制御

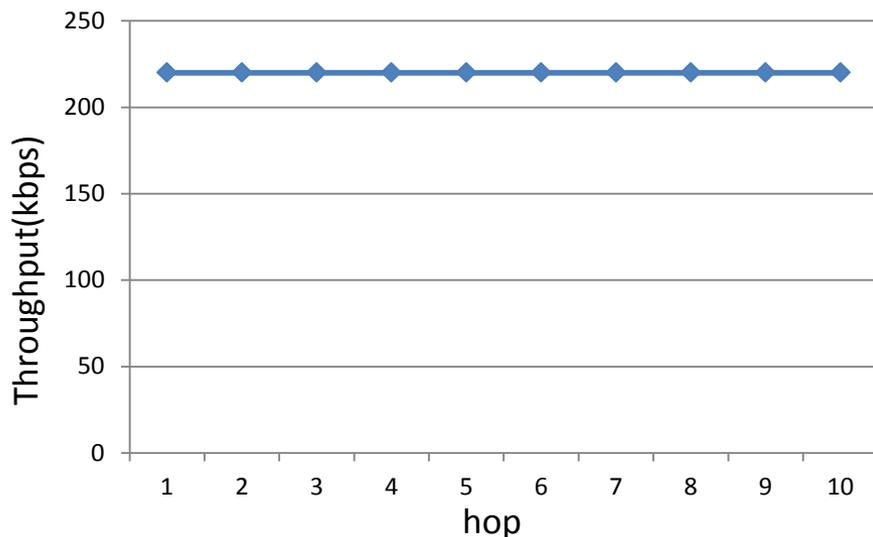


アドホックネットワークにおける通信状態を考慮したルーティング手法の提案
信学技報, vol.112, no.241, AN2012-24, pp.1-6, Oct.2012

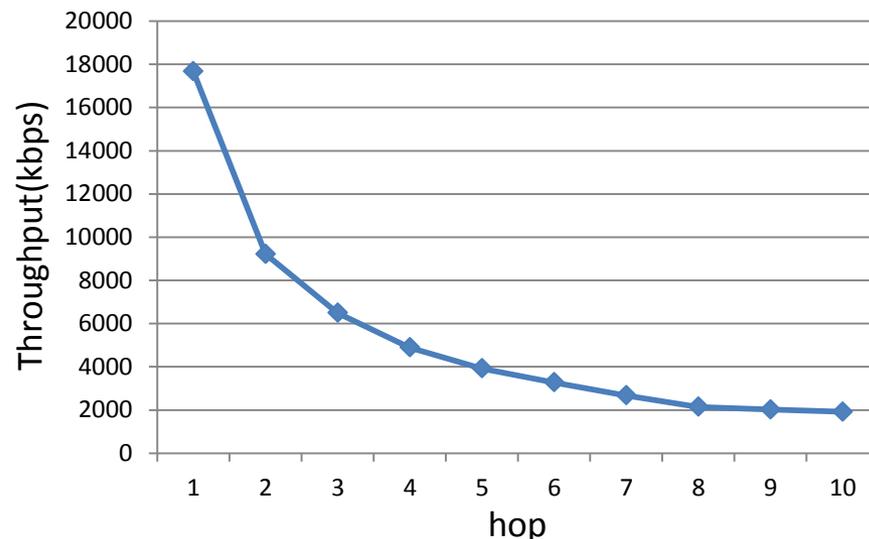
DICOMO2013

UDPとTCP

UDP



TCP



- ▶ 1~10ホップのスループットの変化をシミュレーションで測定
- ▶ ホップ数増加時
 - UDP:スループット変化なし
 - TCP:ホップ数に反比例する形で減少

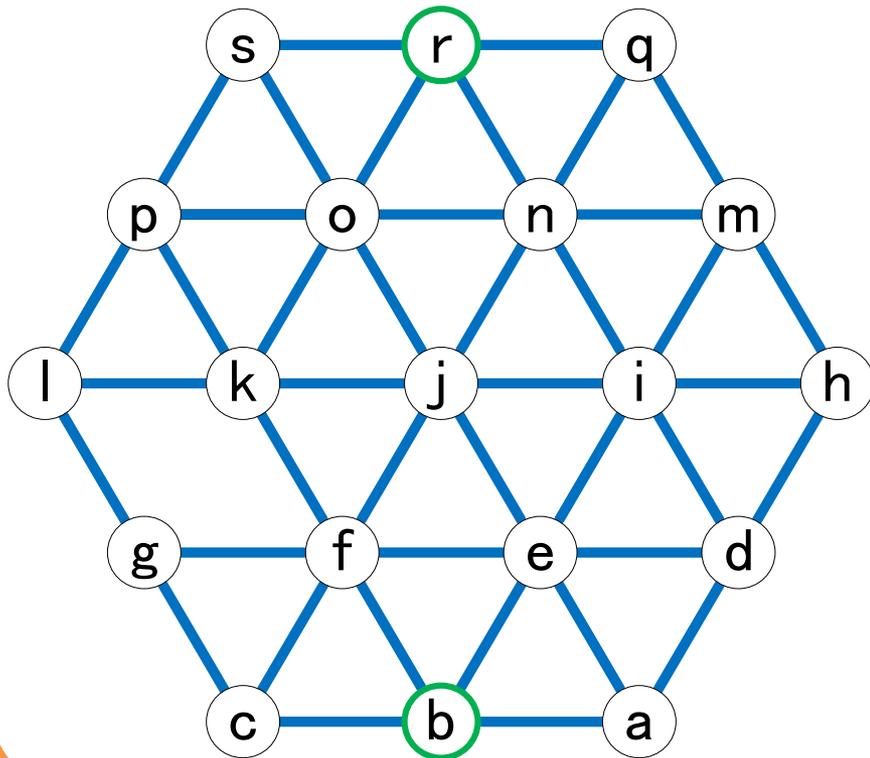
TCPでは輻輳制御により
各ホップで帯域を分け合う

UDPでは最短経路よりもホップ数を増やした経路
(冗長経路)が許容できる

UDPとTCP 経路選択範囲

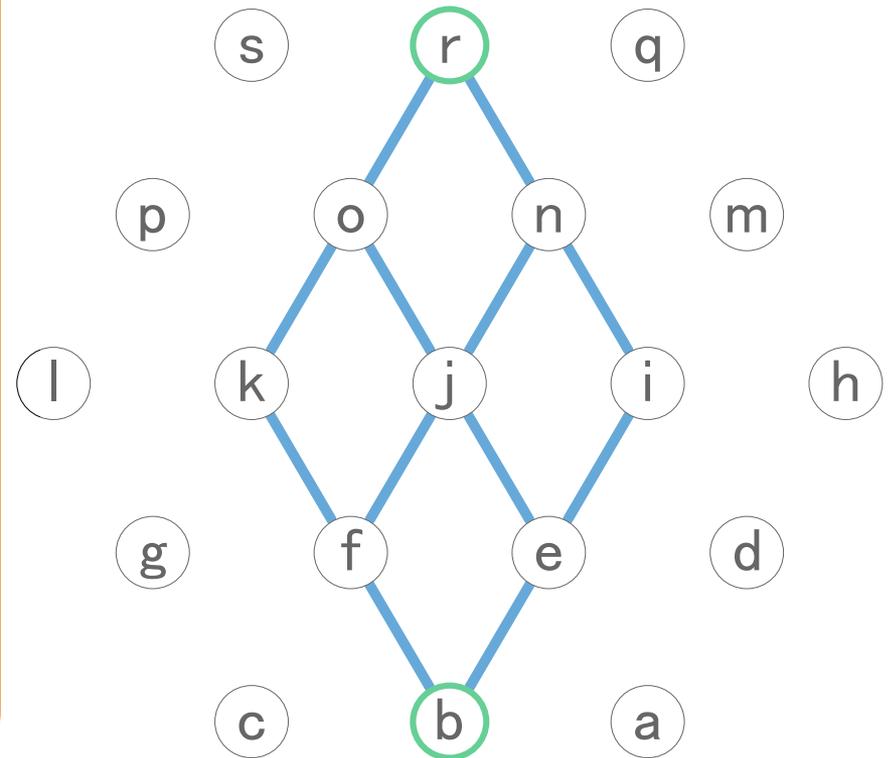
UDP

すべての経路



TCP

最短経路

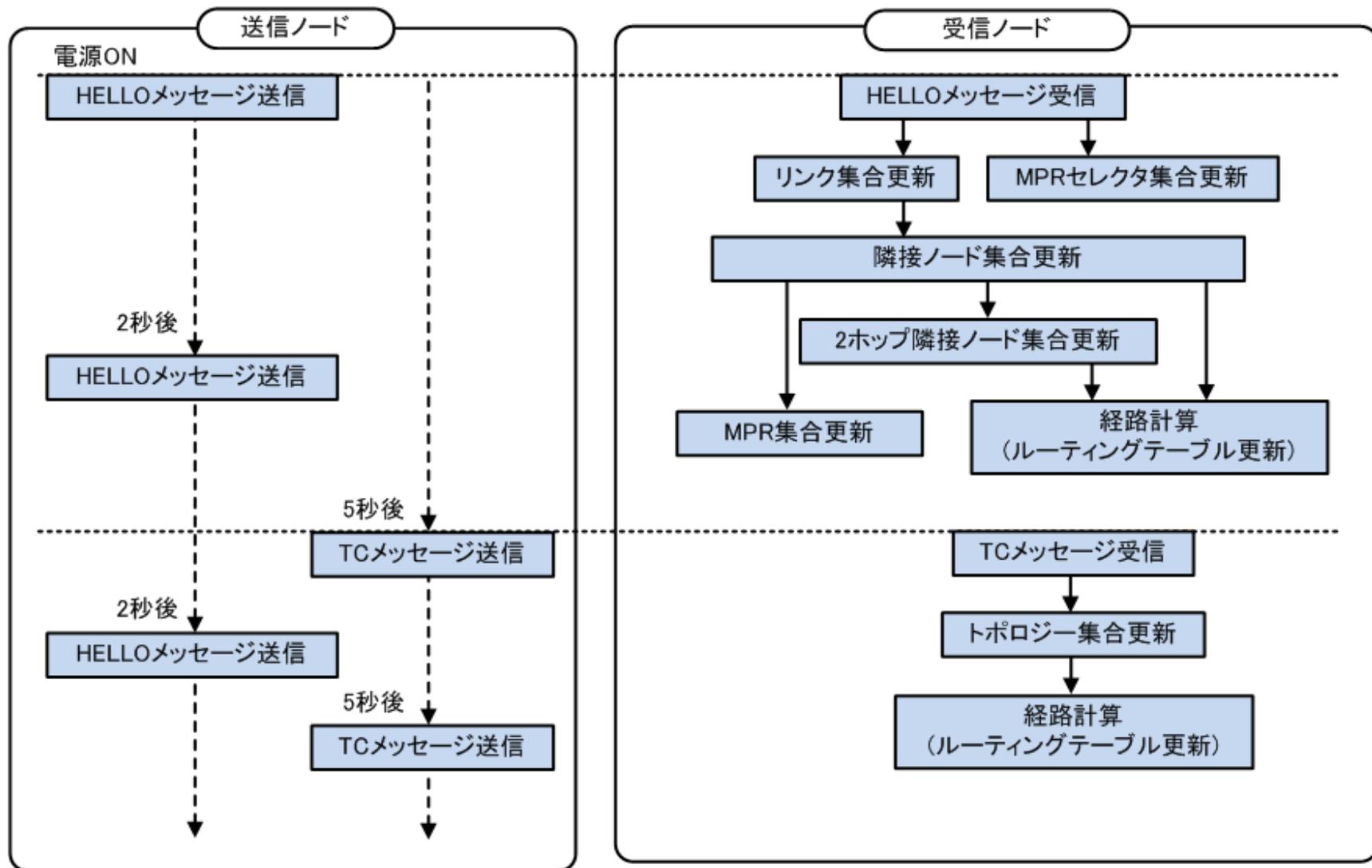


実装

実装環境

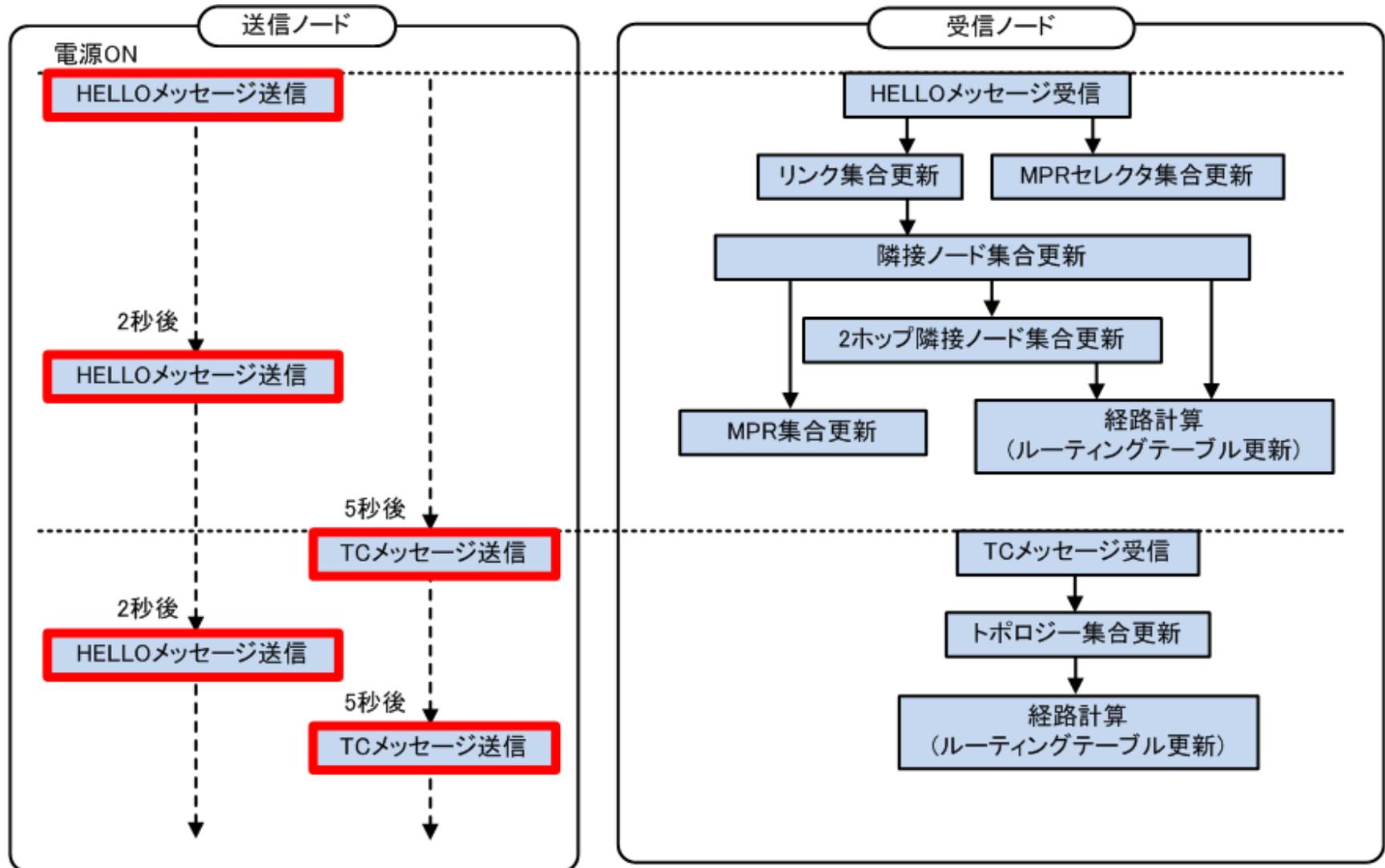
- ▶ ns-2
- ▶ OLSRを拡張
- ▶ 目的
 - UDP用RT生成
 - すべての経路の中から最適なものを選択
- ▶ アルゴリズム:ダイクストラ法

OLSRの拡張



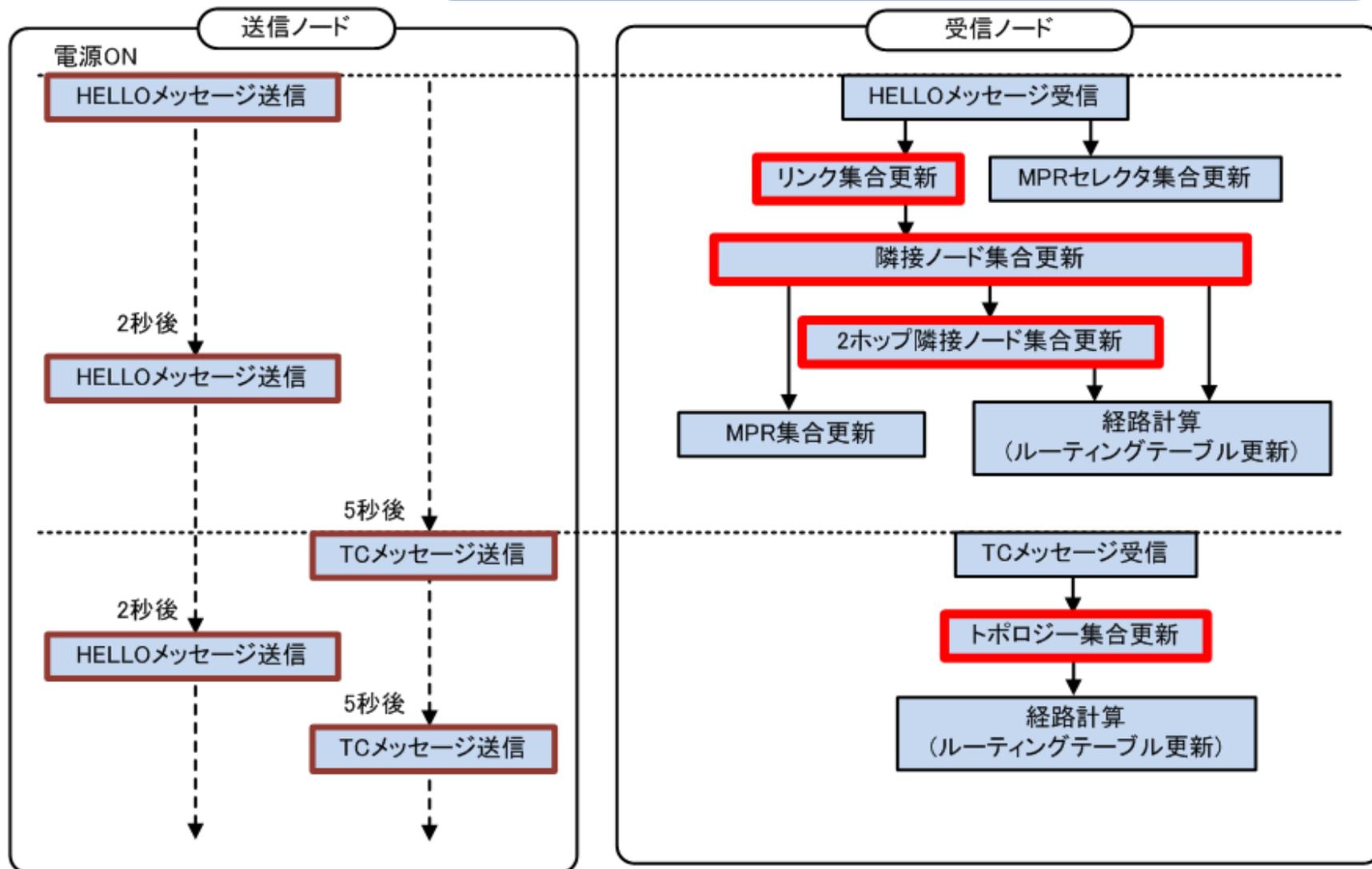
(1) HELLO, TCメッセージに送信元のトラフィック情報を追加

OLSRの拡張



OLSRの拡張

- (1) HELLO, TCメッセージに送信元のトラフィック情報を追加
- (2) 各リポジトリ集合にトラフィック情報を追加



リポジトリの拡張

リンク集合

自ノードインターフェース
隣接ノード
リンクタイプ
有効期間
隣接ノードトラフィック

2ホップ隣接ノード集合

隣接ノード
2ホップ隣接ノード
有効期間
隣接ノードトラフィック

隣接ノード集合

隣接ノード
リンクタイプ
隣接ノードタイプ
Willingness
有効期間
隣接ノードトラフィック

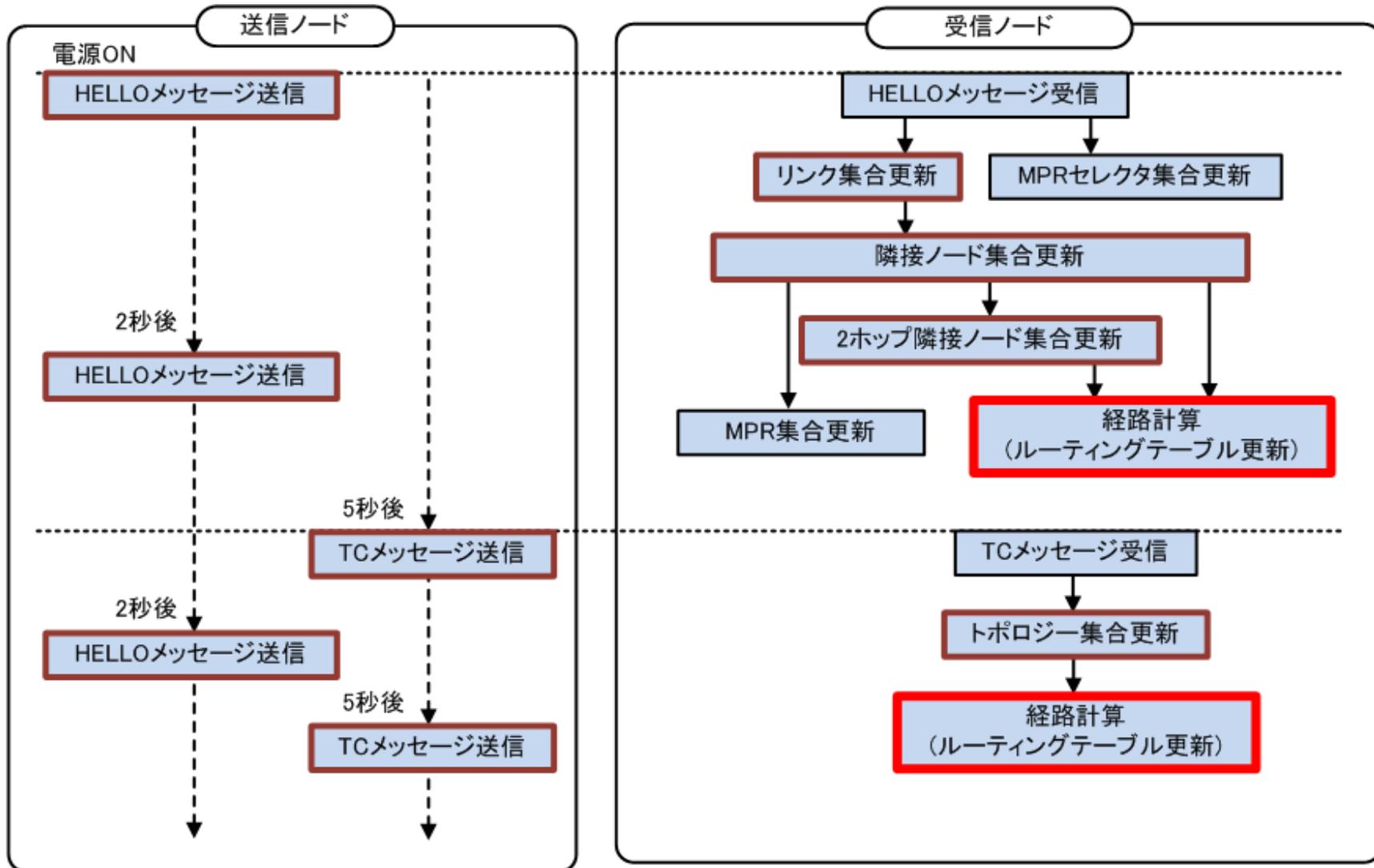
トポロジ集合

宛先ノード
到達可能ノード
到達可能ノードトラフィック
有効期間
シーケンス番号

赤字: 追加情報

OLSRの拡張

- (1) HELLO, TCメッセージに送信元のトラフィック情報を追加
- (2) 各リポジトリ集合にトラフィック情報を追加
- (3) 経路の合計コストを基準とするRT生成モジュール

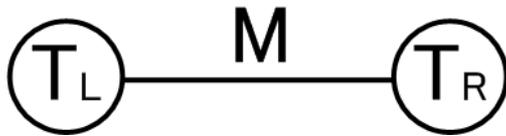


経路探索

ホップ数により増加する
経路コスト

▶ ダイクストラ法

- リンクメトリックをもとに経路コストが最小のものを選択



$$\text{リンクメトリック } M = T_L + T_R + \underline{\underline{\alpha T_{max}}}$$

T_L, T_R : リンク両端ノードのトラフィック

T_{max} : ネットワーク全体の
ノードのトラフィックの最大値

α : 係数

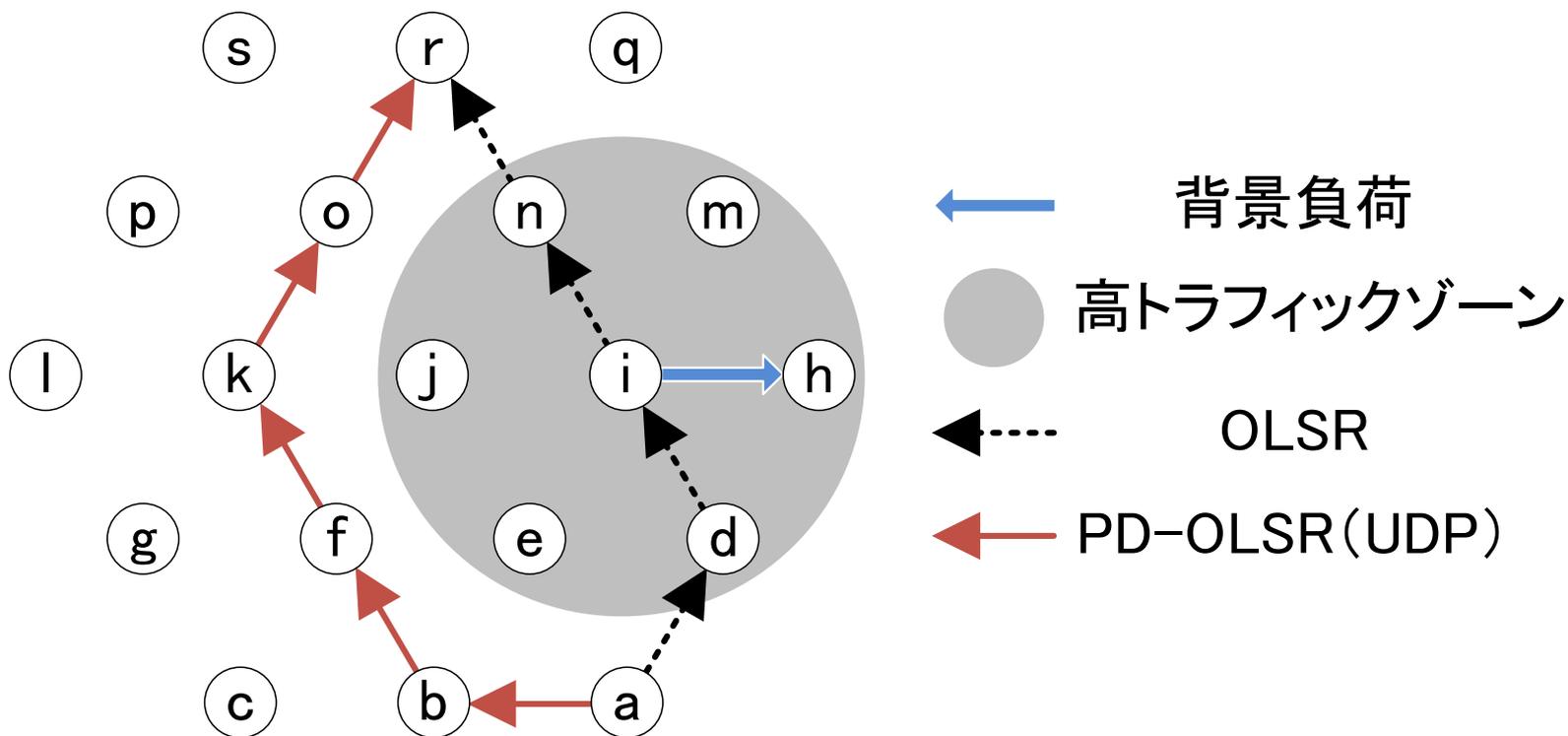
α によって迂回を調整

▶ ホップ数コストの導入

- 経路の過剰な迂回を防止
 - トラフィックの増加

- 係数を十分大きくすると複数の最短経路の中から選択する方式に

生成経路

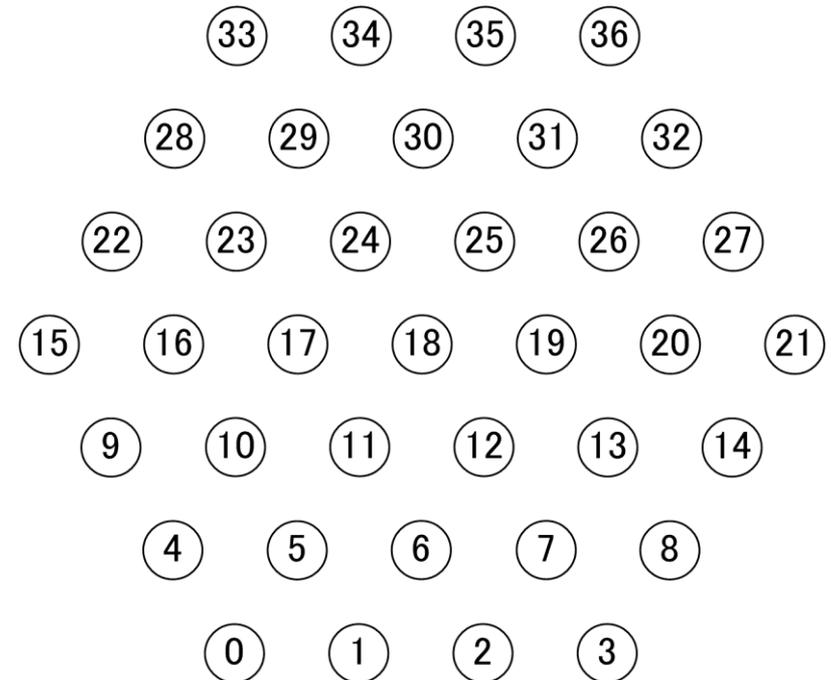


トラフィックの高い部分を迂回した経路を生成可能

シミュレーション評価

シミュレーション条件

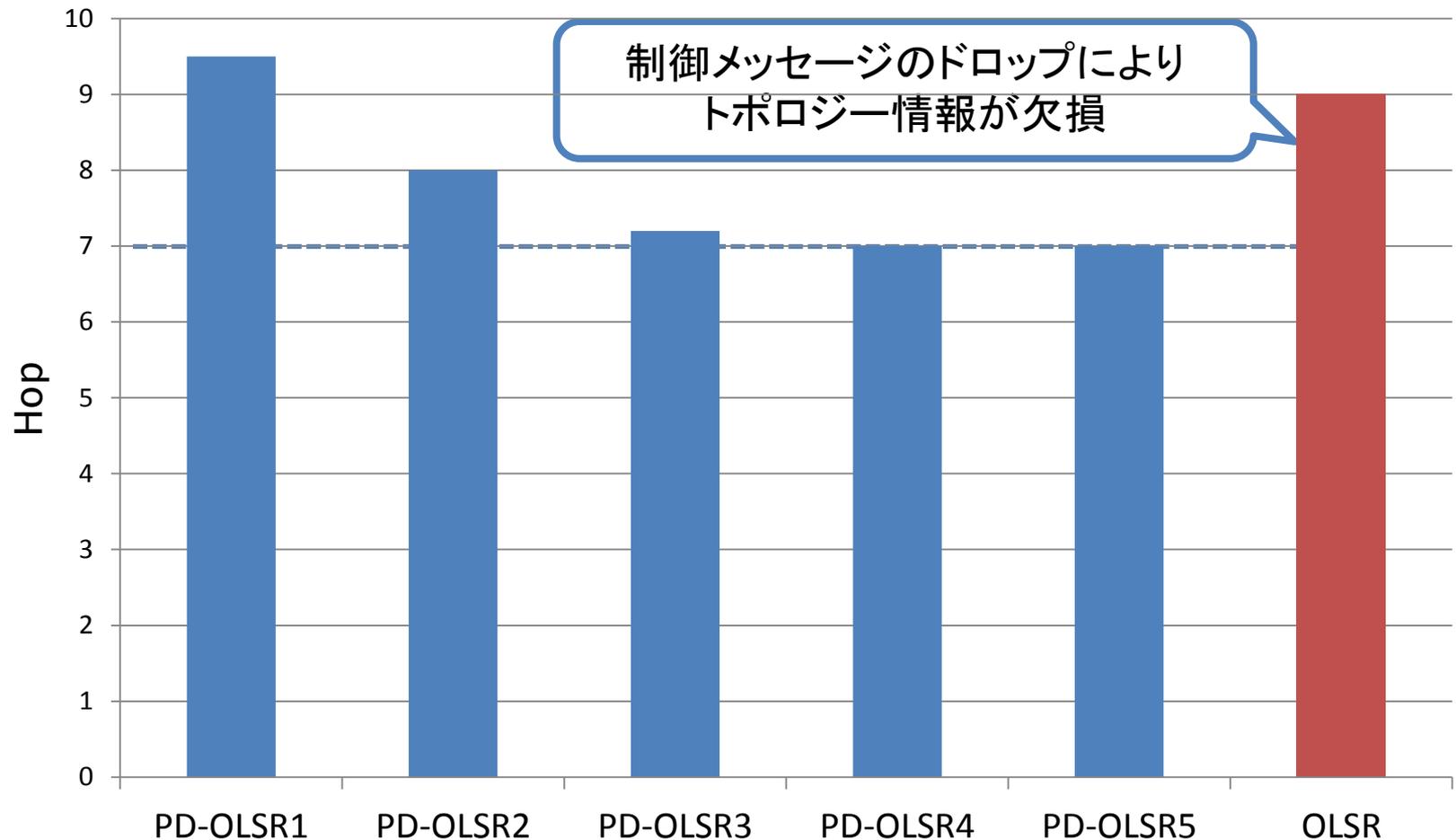
無線規格	IEEE802.11g
ノード数	37[台]
通信組	2台1ペア
通信組選択方法	ランダム
通信タイプ	CBR
トランスポートプロトコル	UDP
ルーティングプロトコル	OLSR, PD-OLSR
パケットサイズ	200[Byte]
レート	64[kbps]



- ▶ 開始30秒後から10秒間隔でUDPセッション増加
- ▶ 計530秒

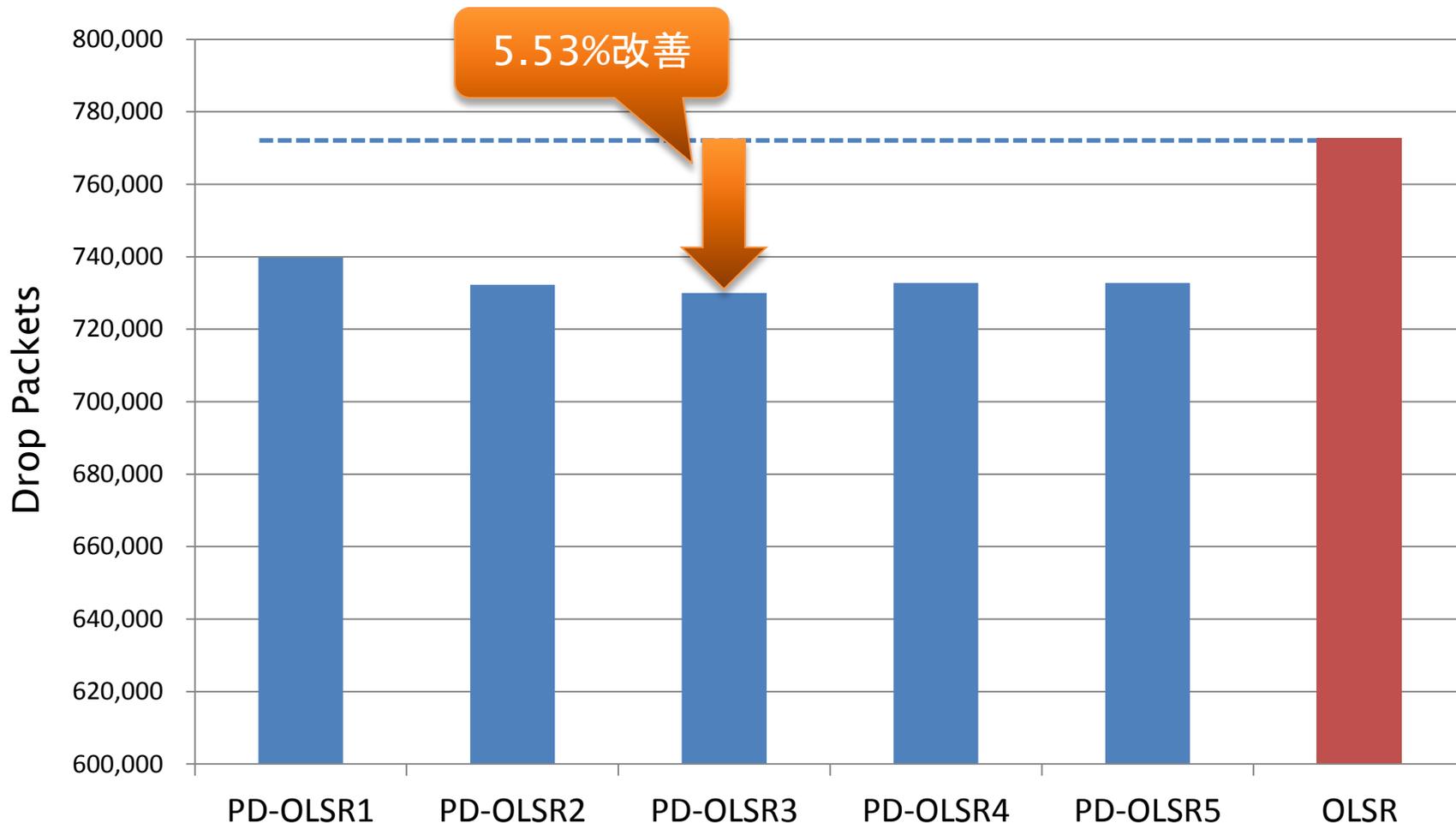
OLSRとPD-OLSRにおいて α を1～5で変化させた場合
それぞれ10回ずつ行い、ネットワーク全体のパケットロス数の平均を比較

シミュレーション結果 -最大ホップ数-



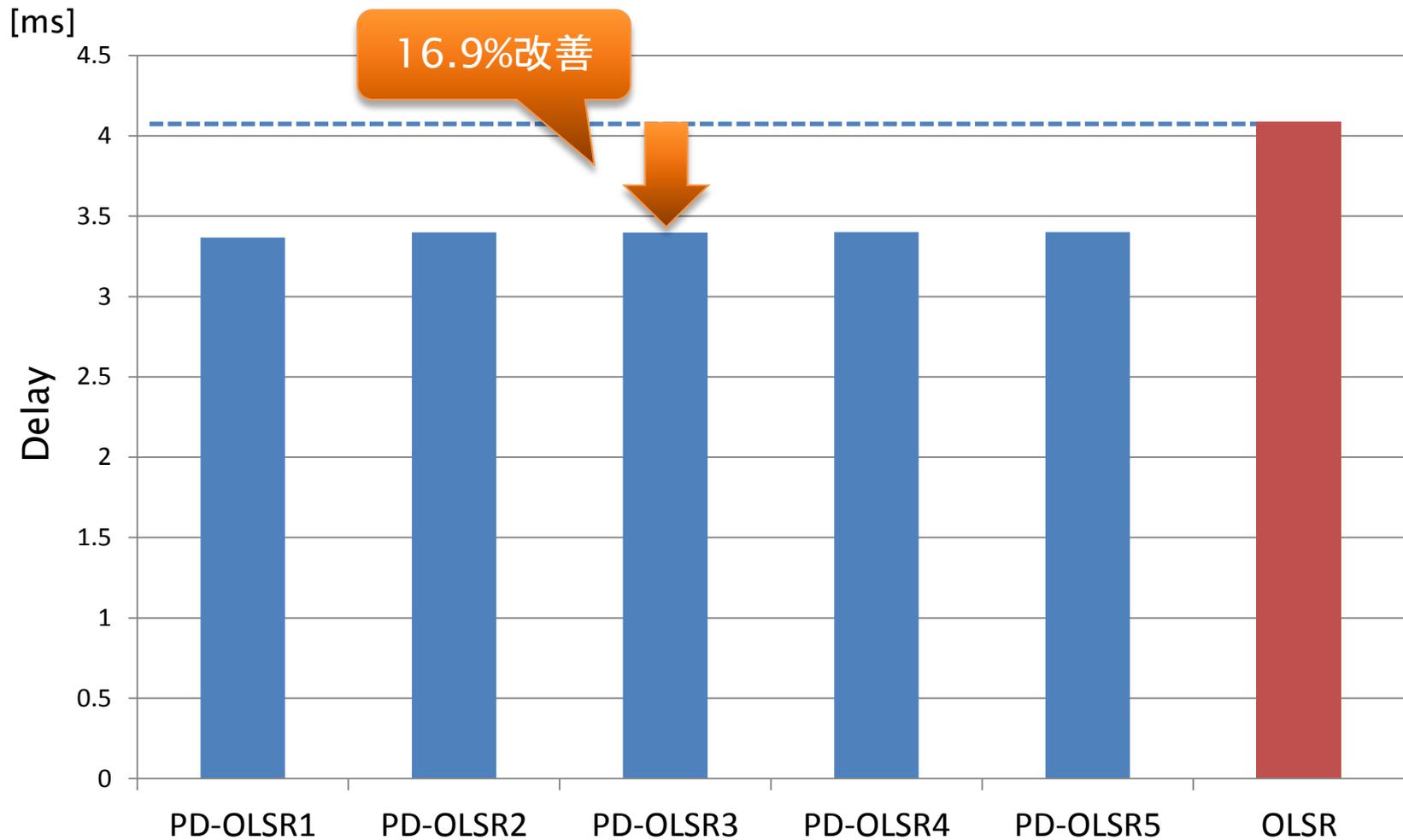
シミュレーション中のRT内最大ホップ数
10回分の平均

シミュレーション結果 - パケットロス -



OLSRとPD-OLSRにおいて α を1～5で変化させた場合
それぞれ10回ずつ行い、ネットワーク全体のパケットロス数の平均を比較

シミュレーション結果 - 遅延 -



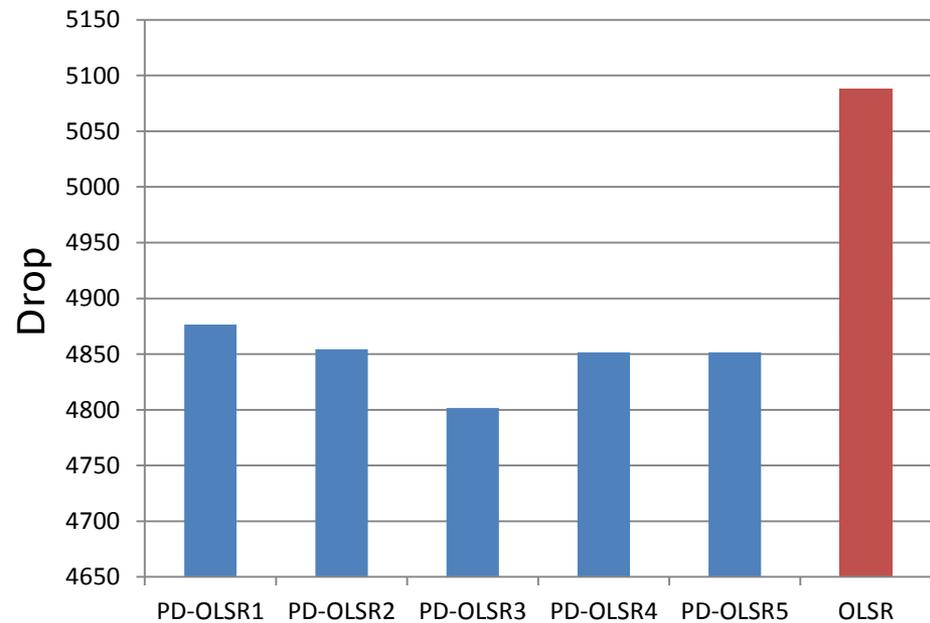
まとめ

- ▶ UDPとTCPで別々に経路制御を行うPD-OLSRの提案
- ▶ UDP用RT生成機能の実装
- ▶ シミュレーション評価により迂回経路による性能向上を確認
 - 最大でパケットロス数5.53%改善

- ▶ 今後
 - TCP用RT生成機能の実装
 - UDP/TCP混在環境での評価

制御メッセージのドロップ

HELLO



TC

