



A Study on Routing/Transport Protocols on Ad Hoc Networks for High-speed Data Service

アドホックネットワークにおける
高速データ通信プロトコルに関する研究

山本 貴之

大阪大学 大学院基礎工学研究科
情報数理系専攻 村田研究室 博士前期課程

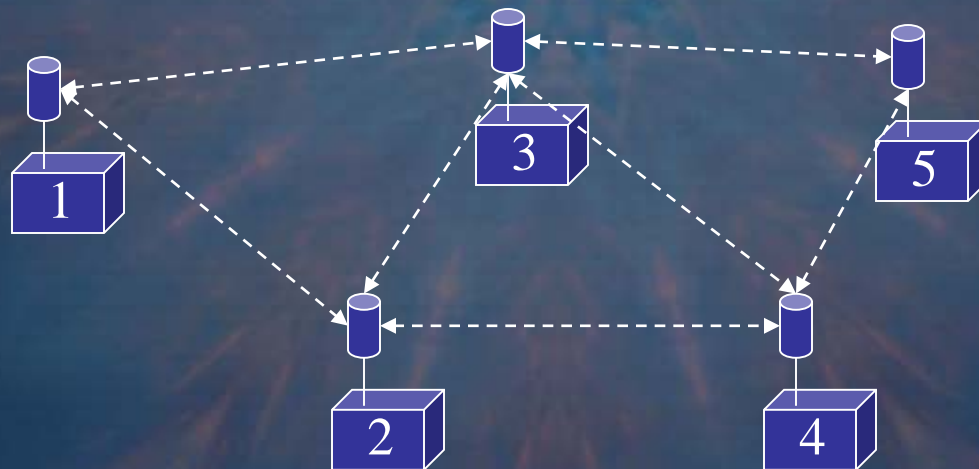


発表内容

- ☛ 無線アドホックネットワークとは
 - システム概要
- ☛ フレキシブル無線ネットワークに関する研究
 - プロトコルの評価と、性能向上のための提案
- ☛ TCPを用いたエンドホスト間通信に関する研究
 - 生存時間の短いTCPコネクション向けのルーティング手法の提案
 - これまで提案されたルーティング手法との比較
- ☛ まとめと後期課程での研究計画

無線アドホックネットワークとは

- パケット中継機能を備えた複数台の無線端末によって構成されるマルチホップネットワーク
- 端末の追加、削除、移動に対応





システムの特徴

-利点-

- 設置、撤去が簡単で素早く行える
- 既設のインフラストラクチャに依存しない
(協調動作させることも可能)

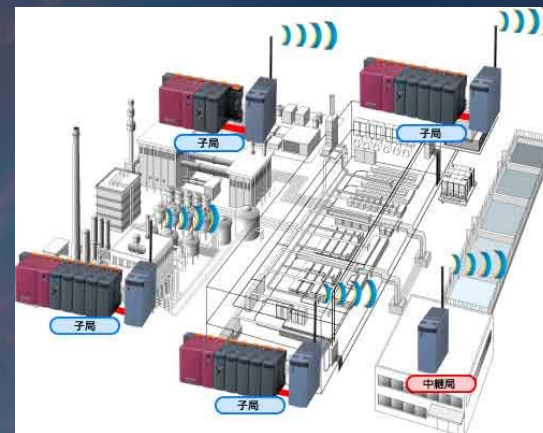
-問題点-

- ルーティングに必要なリソースが大きい
- 有線ネットワークに比べてパケットロス率が高い



フレキシブル無線ネットワーク

- (株)富士電機により開発された情報収集システム
- 信頼性を高めることを主眼に置いた独自のプロトコル
- アプリケーション適用例
 - プラントの電力消費量の収集
 - 自動販売機の売上集計
 - スキーリフトのゲートからのデータ集計





システム概要

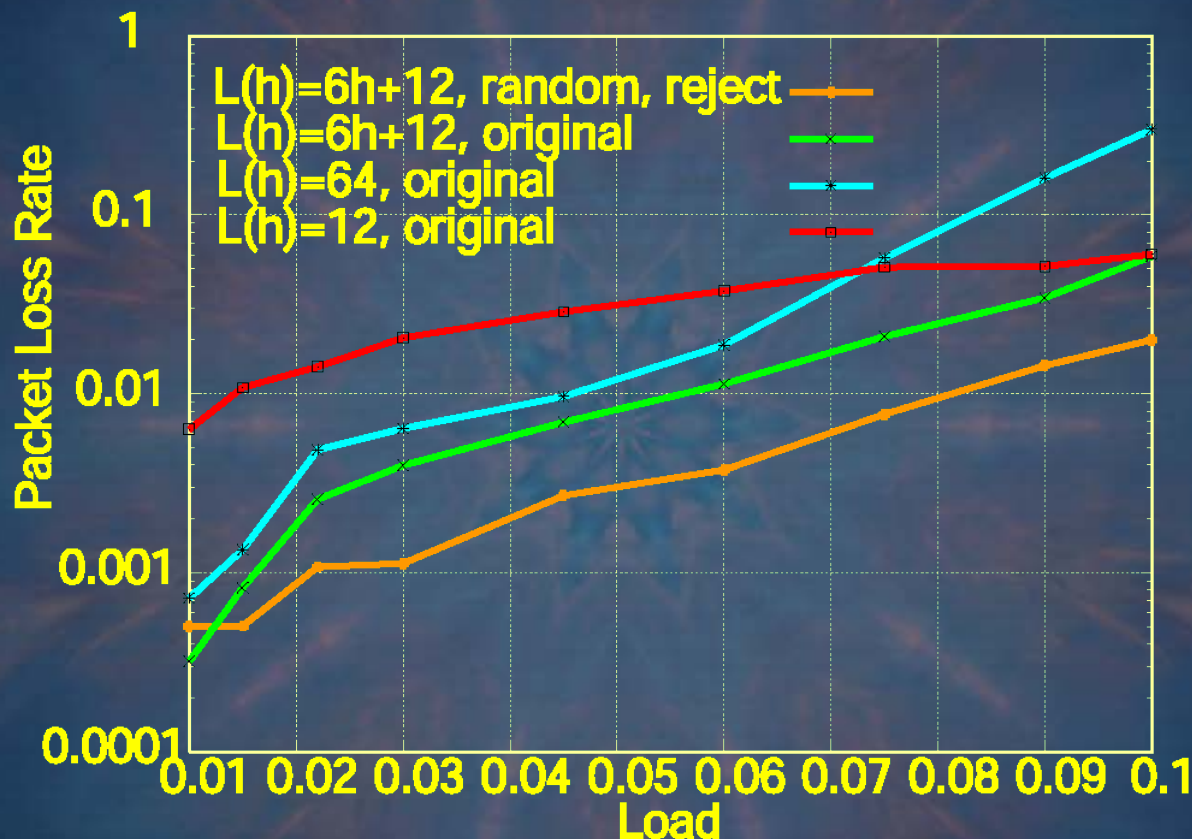
- 隣接端末との経路表交換による経路探索
(Proactive routing protocol)
- 目標端末に対して複数の経路を管理
- 中継エコー方式により、ホップごとのパケット受領
確認と再送制御を行う
- 無線チャネルは固定時間でスロットに分割される
- パケットにはスロット単位の最大生存時間が設定さ
れる



性能向上手法の提案

- 適切な最大生存時間を設定する手法
 - 送信元端末でパケット最大生存時間を設定する際パケットごとに目標ノードまでのホップ数を考慮する
 - シミュレーションでは一例として計算式 $L(h) = 6h + 12$ を用いて評価を行う
- パケット複製の原因となる、パケット衝突を抑える手法
 - パケット再送までの時間をランダムに決定する
 - 生存時間が足りなくなると予想されるパケットを棄却する

性能向上手法を適用した時の パケットロス率



パケットロス率 = 目標ノードに届かなかったパケットの割合
 Load = 1スロットあたり発生する平均パケット数
 $L(h)$ = パケット最大生存時間



TCP on Ad Hoc Networks

- アドホックネットワーク上のトランスポート層プロトコルとしてTCPが使用される
 - 無線アドホックネットワークと有線ネットワークの統合
 - センサネットワークへの適用
- これまで行われてきた研究のアプローチ
 - 長時間続くTCPコネクションの定常状態を対象とし、スループットで性能評価を行う
- 本研究のアプローチ
 - 生存時間の短いTCPコネクションを対象とする
 - 有線ネットワークとの統合を考えると、TCPに変更を加える性能向上手法は適用しにくい
 - ルーティングプロトコルの改善による性能向上

既存のルーティングプロトコル に対する考察



Proactive protocol

- 隣接端末との経路表交換による経路探索
 - 既知の経路は素早く探索可能
 - 端末数が増えるとオーバーヘッドが増大する
 - リンク切断時に素早く新しい経路を探索できない

On-demand protocol

- ブロードキャストパケットによる経路問い合わせ
 - 最適な経路を発見する可能性が高い
 - リンク切断に対して再度経路探索が可能
 - 経路探索のため、コネクション確立に時間がかかる

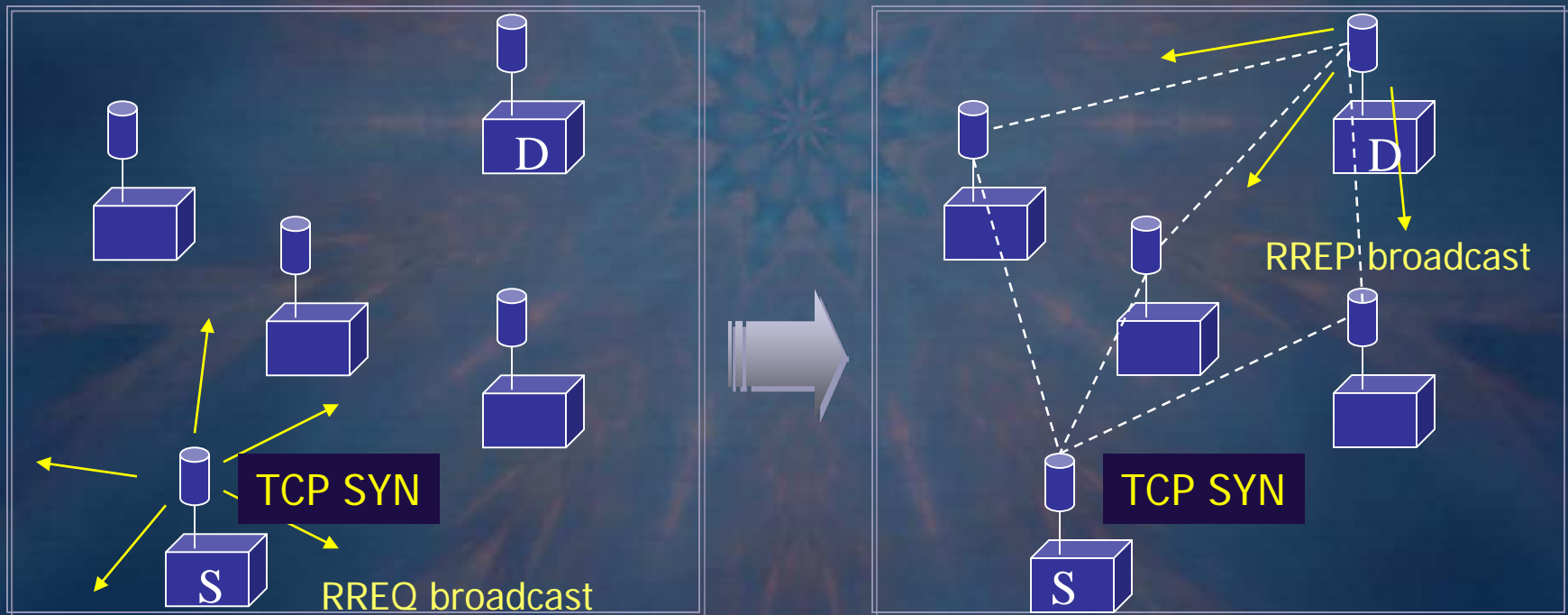


提案

- LHR (Low-latency Hybrid Routing protocol)
 - 短生存時間TCPコネクションに適したルーティング手法
 - 送信データが少量の場合、ルーティングのための遅延がコネクション時間全体に占める割合が大きくなる
- ↓
- ルーティング遅延を小さくすることで、TCPコネクションの確立・データ転送を素早く行い、性能を向上させる

初期経路探索

- RREQ (Route Request) メッセージと RREP (Route Reply) メッセージによる オンデマンド経路探索

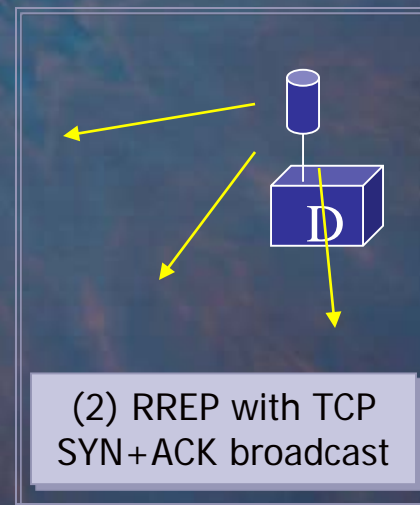
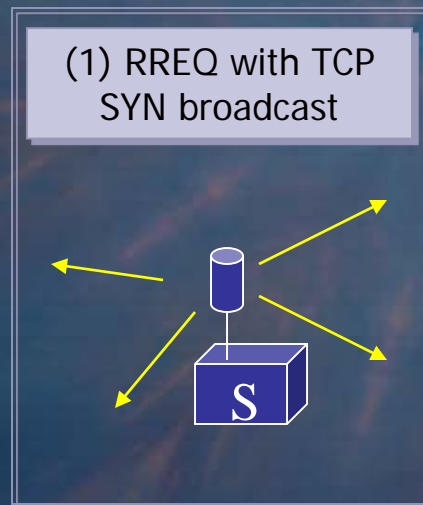


経路探索とコネクション確立 の統合



- 経路探索とコネクション確立を統合した方式でのTCPコネクション確立までの流れ

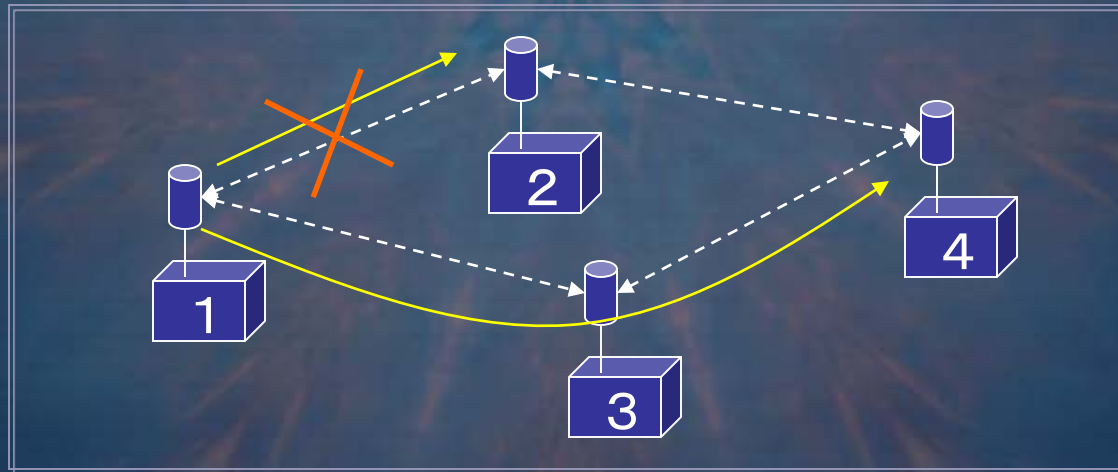
1. RREQ with TCP SYN送信 (src.)
2. RREP with TCP SYN+ACK送信 (dst.)





リンク切断からの素早い回復

- 使用中のリンクが途中で切れた場合、素早く別経路で回復できなければならない
 - 複数経路を管理し、素早く別経路に切り替える
 - 代替経路が無い場合、ブロードキャストで経路探索を開始する



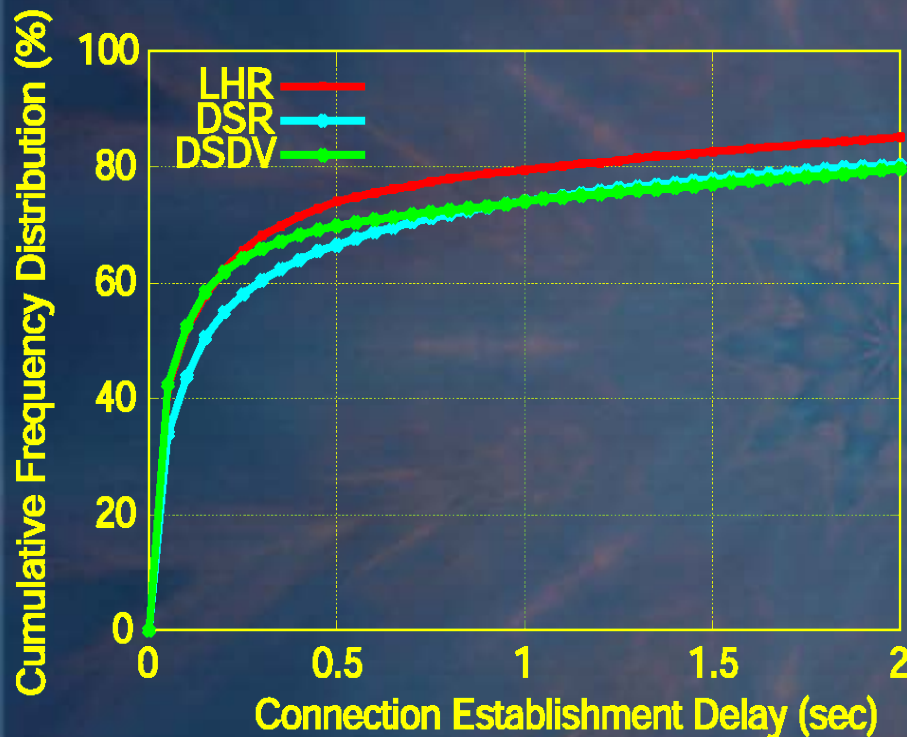


プロトコル性能評価環境

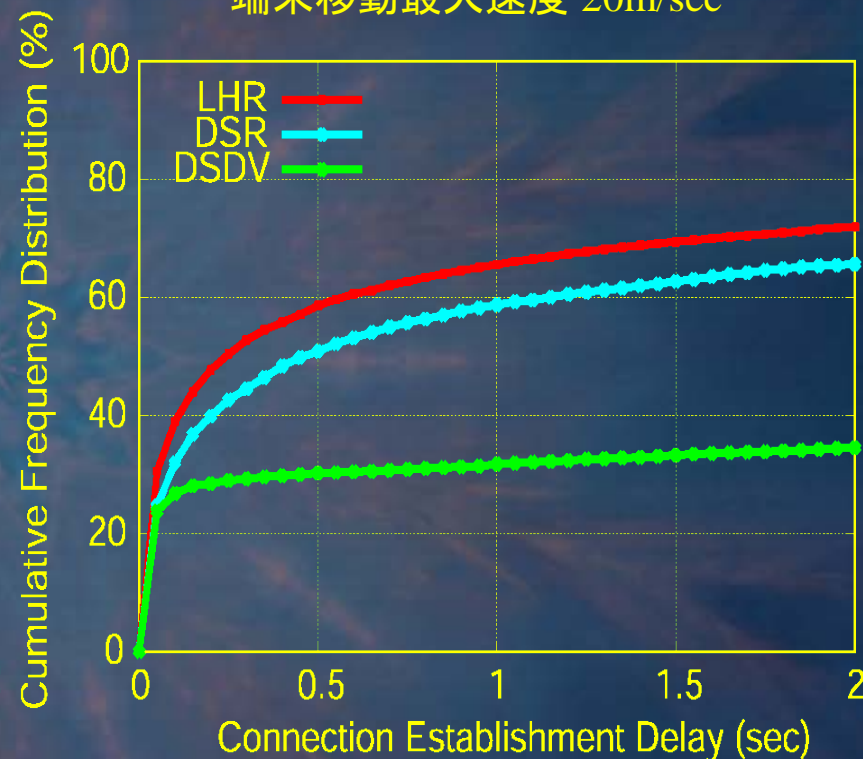
- ☛ ネットワークシミュレータ ns-2 を使用
- ☛ 500m x 2000mのフィールド、50ノード
- ☛ 端末移動は最大0, 5, 20 m/secのrandom waypoint model
- ☛ TCPコネクション開始要求は平均5本/secのポアソン分布に従って発生する
- ☛ 各コネクションのデータ量は、最大10パケットまで
- ☛ 比較対象のルーティング手法
 - Proactive protocol (DSDV)
 - On-demand protocol (DSR)

評価結果

端末移動 なし



端末移動最大速度 20m/sec



横軸: コネクション確立時間
縦軸: 時間内に確立できたコネクションの累積度数分布



まとめ

アドホックネットワークの性能評価と 性能向上手法の提案

- 商用システム「フレキシブル無線ネットワーク」を対象とした評価と性能向上手法の提案
 - システムパラメータ(パケット最大生存時間)とネットワーク性能の関係に注目
 - 提案手法がネットワーク性能を向上できることを示した
- センサネットワーク等を対象とした、短生存時間TCPコネクションに適したルーティング手法 LHR の提案
 - アドホックネットワーク特有のルーティング遅延の低減により素早いコネクション確立と、リンク切断時の経路再構築を実現
 - 様々なネットワーク環境下で比較対象としたプロトコルよりも多くのコネクションを短時間で確立できることを示した



後期課程での研究計画

● モバイル環境を対象としたピアツーピア 情報共有基盤

- インフラストラクチャとしてアドホックネットワークを適用
- モバイルデバイスからの情報発信
- 有線ネットワークからモバイル環境上の資源へのアクセス



データリンク、ルーティングプロトコル
位置登録、資源登録、資源探索、ゲートウェイ
アプリケーション

後期課程での研究計画

