

地域児童見守りシステムにおける経路決定方法の提案と実環境での評価

唐沢 真一[†] アサノ デービッド^{††} 鈴木 彦文^{†††} 不破 泰^{†††}

[†] 信州大学大学院理工学系研究科 〒380-8553 長野市若里 4-17-1

^{††} 信州大学工学部情報工学科 〒380-8553 長野市若里 4-17-1

^{†††} 信州大学総合情報センター 〒380-8553 長野市若里 4-17-1

E-mail: [†]12tm517e@shinshu-u.ac.jp, ^{††}david@cs.shinshu-u.ac.jp, ^{†††}{h-suzuki,fuwa}@shinshu-u.ac.jp

あらまし 筆者らは 2008 年から、児童が持つ発信機から定期的送信されるパケットを無線アドホックネットワークにより構成される中継機網を用いてサーバまで伝達することで実現する「地域児童見守りシステム」を長野県塩尻市において運用している。本研究は、このシステムにおけるパケット損失率の低減を目的とし、中継機網におけるサーバまでの経路決定方法に取り組むものである。これまで、実際の中継機の設置環境や児童の通学時における位置情報の推移を再現できる計算機シミュレータを開発してきた。本稿では、各中継機の周辺中継機状況を考慮しながら経路を決定する方法を提案し、この方法が従来のホップ数のみを用いた経路決定方法に比べてパケット損失率が低減することを開発したシミュレータを用いて明らかにする。さらに、様々な試行を繰り返し手動により求めた最適な経路と比べても、提案方法により得られた経路はほぼ同等のパケット損失率となることを明らかにする。

キーワード アドホックネットワーク, ルーティング, 地域児童見守りシステム

Proposal and Realistic Evaluation of a New Routing Algorithm for a Regional Protection System

Shinichi KARASAWA[†], David K. ASANO^{††}, Hikofumi SUZUKI^{†††}, and Yasushi FUWA^{†††}

[†] Graduate School, Division of Science and Technology, Shinshu University 4-17-1 Wakasato, Nagano City, Nagano, 380-8553 Japan

^{††} Dept. of Computer Science & Engineering, Shinshu University

^{†††} Integrated Intelligence Center, Shinshu University

E-mail: [†]12tm517e@shinshu-u.ac.jp, ^{††}david@cs.shinshu-u.ac.jp, ^{†††}{h-suzuki,fuwa}@shinshu-u.ac.jp

Abstract A regional protection system based on a wireless ad-hoc network has been in operation since 2008 in Shiojiri City, Japan. Wireless terminals transmit data packets to a server via transponders situated around the city. In this paper, a new routing algorithm that takes into account the level of congestion of the transponders is proposed. Using computer simulations, the proposed algorithm is shown to reduce the packet loss probability compared to the previous algorithm which is based on minimization of the number of hops to the server. Also, the proposed algorithm is shown to have almost the same packet loss probability as the best routing decisions obtained by an exhaustive search. Furthermore, the simulations used recreate the actual movement of terminals, so the results show what will happen in a realistic environment.

Key words Ad-Hoc Network, Routing, Regional Protection System

1. はじめに

近年、児童が犯罪に巻き込まれる事件が多発している。そのため、児童の登下校時などに児童の現在位置を確認し児童を保護するシステムの必要性が増大している。筆者らはこれまで、主に児童を対象とした地域の安全・安心の確保を目的として、「地

域児童見守りシステム」を開発し、2008 年度より長野県塩尻市において運用を開始した [1].

本システムは、市内に図 1 のようなネットワークを構築する。子機は自身の ID 情報を含むパケットを定期的に発信する。そのパケットを市内に設置してある中継機 614 台が受信し、電界強度情報を受信パケットに付加する。無線アドホックネットワー

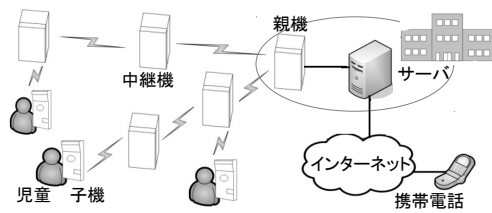


図1 地域児童見守りシステムの概要

クを自律的に構築する中継機は、予め親機というサーバに接続されている中継機への経路を確保し、その経路情報を元にパケットを親機まで転送する。親機に届いたパケットは、児童の位置確認サービスを提供するサーバへと転送される。

本システムにおける現在の経路決定方法では、各中継機は親機に到達するまでに介す中継機数を元に経路を決定する。しかし現方法では、子機台数が多い時に発生するパケット衝突や、パケット衝突をより深刻化させるスループットの低下や送信負荷の増大によるパケット損失が発生してしまう。また、従来の評価では中継機の複雑な通信環境や子機の複雑な移動等の状況を無視した簡単なモデルを用いてシミュレーションしている。これでは、構築された経路が実際のシステムでもパケット損失を抑制できるか、を評価することはできない。

そこで本稿では、中継機におけるパケット衝突やスループットの低下や送信負荷を考慮し、パケットの損失を抑制するための経路決定方法を提案する。また従来研究で使用した計算機シミュレータを改良し、実際の中継機同士の通信環境や子機の移動を再現できるようにする。

そして提案する経路決定方法では、現経路決定方法よりパケットの損失を抑えることができるかどうかを改良したシミュレータを用いて評価する。加えて、様々な試行を繰り返し手動により求めた最適な経路と比べても、提案方法により得られた経路はほぼ同等のパケットの損失となることを明らかにする。

2. 地域児童見守りシステム及びシミュレータにおける問題点

2.1 現在の経路決定方法

本システムでは、距離ベクトル方式でテーブル駆動型（プロアクティブ）のルーティング方式を用いて、各中継機から親機までの経路を決定している。各中継機は自身の RAM に親機 ID、次中継機 ID^(注1)、各中継機から親機までに経由される中継機数、ホップ数からなる経路情報を保存する。

現在の経路決定方法では、そのホップ数が最小となる中継機を次中継機として選択する。親機に直接通信可能な中継機では、次中継機を親機とし自身のホップ数の値を 0 とする。親機に直接通信できない中継機では、自身に隣接する中継機から次中継機が決定済の中継機を探索する。その決定済中継機の中からホップ数が再小の中継機を次中継機とし、自身が持つホップ数の値を次中継機のホップ数+1 とする。ただしホップ数が最小の中継機が複数ある場合、その中からランダムに 1 つの中継機を次

中継機とする。

2.2 パケットの損失

本システムにおける子機、中継機は、パケット送信前にキャリアセンスを行うことでパケット衝突を回避しようとする。しかし、隠れ端末問題によりパケットの衝突が発生してしまうことがある。図 2 の中継機 2,3 はお互い電波が届かない関係である。

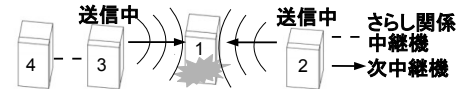


図2 隠れ端末問題

一方、中継機 1,2 と 1,3 はお互い通信が可能である関係、さらし関係である。この時、中継機 3 のパケット送信中に中継機 2 がキャリアセンスを行っても、中継機 2 は中継機 3 のキャリアを検出できない。その後、中継機 2 がパケット送信を始めると、中継機 1 にて送信パケットが衝突してしまう。これを隠れ端末問題という。

隠れ端末問題によるパケットの衝突により送信が正常に終了しなかった中継機は、パケットの再送信を行う。パケットの再送信が何度も続くと、やがて次中継機にパケットが届かないと判断して送信を止め、パケットが損失する。

2.3 現在の経路決定方法の問題点

現在の経路決定方法では、ホップ数が最小となる中継機を次中継機とする。しかし、現方法では子機台数が増加した場合において、パケットの損失を抑制することができない。なぜならホップ数のみによる経路決定では、次の 3 つの問題が発生するからである。

- 問題 1 隠れ端末問題による中継機同士のパケット衝突
- 問題 2 多くの中継機とさらし関係であることによるスループットの低下
- 問題 3 中継機に経路が集中することによる送信負荷の増大

子機台数が増加すると、一定時間内における子機のパケット発信数が増え、それに従い各中継機の転送パケットが増加する。そのような場合隠れ端末問題によるパケット衝突も増加し、パケットの損失に繋がる。そのため、パケット損失を抑制するには問題 1 を考慮しなければならない。

さらに、問題 2 のスループットの低下や問題 3 の送信負荷の増大は、問題 1 をより深刻化させる。多くの中継機とさらし関係である中継機は、自身の中継機宛ではない他の中継機から他の中継機へのパケットを受信することが多くなり、スループットが低下する。スループットが低下した中継機では、パケットの送受信が可能な時間が減少するため、問題 1 によるパケット損失が発生しやすくなる。また、ホップ数による経路決定を行う現方法では、親機まで少ないホップ数で経路が決定される中継機に経路が集中することがある。経路の集中により送信パケット数が多くなる中継機では、パケット送信時に問題 1 によるパケット損失が発生しやすくなる。そのため、パケット損失を抑制するには問題 1 に加え問題 2,3 についても考慮すべきである。

(注1)：本稿では、自中継機から親機に向けてパケットを転送する時、次にパケットを転送する上位の中継機を次中継機と呼ぶ

2.4 シミュレータにおける問題点

従来の評価では、数台の中継機と位置が固定された子機のみという簡単なモデルを作成してシミュレーションしている。しかしそのようなシミュレーションでは、構築された経路が実際のシステムでもパケット損失を抑制できるかを評価することはできない。なぜならシミュレータでは、実際のシステムと比べて次の2つの問題を考慮できないためである。

- 多数設置されている中継機毎の複雑な通信環境
- 登下校時における子機を持つ児童の複雑な移動

そのため提案する経路決定方法を評価する場合、実環境をなるべく再現できるシミュレータを作成、使用する必要がある。特にパケットの損失と関わりが深い、子機が実際に記録されたログに基づき移動するという点は再現すべきで事項ある。

3. 本稿の目的

本稿では現在の経路決定方法の問題点である、子機台数が多い時に発生する中継機におけるパケット衝突や、パケット衝突をより深刻化させるスループットの低下や送信負荷の増大によるパケット損失を抑制するための経路決定方法を提案する。この経路決定とは、各中継機から親機までパケットを送信するための経路を決定することである。

そしてその提案方法を評価するにあたり、実際の中継機の通信環境や子機の移動を再現するシミュレータを作成する。そのシミュレータを用いて、提案する経路決定方法を評価する。

評価する上では、次の2点に着目する。

- 提案方法は従来の経路決定方法よりパケット損失率が抑制できること
- 提案方法により得られた経路は、様々な試行を繰り返し手動により求めた最適な経路とほぼ同等のパケット損失率となること

4. 提案する経路決定方法

4.1 提案方法の概要

提案する経路決定方法では、以下の3パラメータを使用する。

- パラメータ 1 問題 1 を考慮する隠れ端末問題が起こりうる中継機数 (以下隠れ数)
- パラメータ 2 問題 2 を考慮する自身及び次中継機とさらし関係である中継機数 (以下さらし数)
- パラメータ 3 問題 3 を考慮する次中継機を利用する中継機数 (以下利用中継機数)

隠れ数、さらし数の2パラメータは、自身の中継機から親機まで転送する際に経由される全中継機の累計値を用いる。その2つの累計値と利用中継機数にそれぞれ重みを付け、加算する。提案方法では、ダイクストラ法のように経路未決定の中継機の中から次中継機とさらし関係であり、かつこの加算値が最小となる中継機から経路を決定する。

4.2 経路を決定するために用いる式

提案方法では、経路が未決定である中継機群において式 (1) が最小となる中継機 i の次中継機を j とする。

$$M_i = w_k * K_i + w_s * S_i + w_u * U_j \quad (1)$$

K_i は累計隠れ数、 S_i は累計さらし数、 U_j は中継機 j を次中継機として利用している中継機数である。ただし、多くの中継機の次中継機となる親機 0 においては、 U_0 の値を 0 とする。

w_k, w_s, w_u は各パラメータの重みを表し、0 より大きいものとする。 K_i 及び S_i は、親機に転送されるまでに経由される全ての中継機の隠れ数、さらし数の和であり、式 (2)、式 (3) と表せる。ただし j が親機である場合の K_j, S_j は 0 である。

$$K_i = K_{ij} + K_j \quad (2)$$

$$S_i = S_{ij} + S_j \quad (3)$$

式 (2) において、中継機 i が j を次中継機とする場合の隠れ数 K_{ij} は、中継機 j とはさらし関係であるが中継機 i とはさらし関係でない中継機数である。また、式 (3) においてさらし数 S_{ij} は、中継機 i, j の両方とさらし関係である中継機数である。

図 3 を用いて次中継機 1 に対する中継機 3 の隠れ数 K_{31} 、さらし数 S_{31} を求める例を示す。各中継機は、予め自身とさらし関係である中継機 ID の表 (さらし一覧表) を持つ。図 3 において、中継機 1 のさらし一覧表は中継機 0, 2, 3, 4、中継機 3 のさらし一覧表は中継機 1, 2, 4, 5 である。この中継機 1 と中継機 3 のさらし一覧表を比較する。

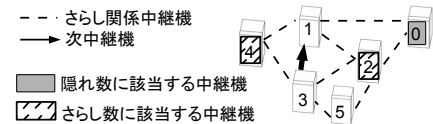


図 3 隠れ数、さらし数の導出方法

隠れ数 K_{31} の条件に該当する中継機は、図 3 において中継機 0 であり、 K_{31} の値は 1 である。この中継機 0 は中継機 3 とはさらし関係ではないため、中継機 3 は次中継機を 1 とした場合中継機 0 とのパケット衝突の可能性がある。

さらし数 S_{31} の条件に該当する中継機は、図 3 において中継機 2, 4 であり、 S_{31} の値は 2 である。この中継機 2, 4 がパケットを多く送信するほど、さらし関係である中継機 1 においてスループットが低下する。その場合中継機 3 は、次中継機 1 への送信時に中継機 0 とのパケット衝突が発生しやすくなる。

4.3 経路決定手順

経路決定の前段階において各中継機は、定期的に生存確認パケットのやりとりを行い、さらし一覧表を保持する。この一覧表を利用して、サーバにおいて経路未決定中継機の中で式 (1) 最も小さい中継機から順次経路を決定する。これは、各中継機からダイクストラ法に基づくアルゴリズムにより親機までの経路を決定することと同等であり、各中継機は経路決定時点において最もパケット損失を抑制する経路を使用することができる。

また、各中継機のさらし一覧表が必要である提案方法では、中継機の電源投入時等自身のさらし関係が把握できていない状況下では経路決定を行えない。そのためそのような状況では、現

在のホップ数による経路決定を行った後、提案方法による経路決定をサーバにて行うようにする。

サーバは経路決定開始前、予め各中継機のさらし一覧表とそのさらし一覧表を持つ中継機 ID を収集し、保存する。そして、保存したさらし一覧表から各中継機ごとの隠れ数、さらし数の算出を行う。

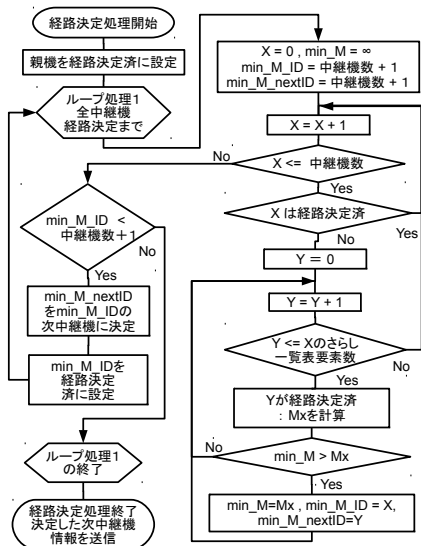


図 4 経路決定フローチャート

隠れ数とさらし数算出後、サーバは図 4 に従いながら経路決定処理を行う。始めに、次中継機を決める必要のない親機を経路決定済と設定する。次にループ処理 1 に入る。このループ処理は、全ての中継機の次中継機決定後に終了する。

ループ 1 処理内では、経路未決定の中継機の中から式 (1) が最も小さい中継機 \min_M_ID とその次中継機 \min_M_nextID を探索している。探索時、ルーティングループを防ぐのを目的に、次中継機が経路決定済の中継機であることを条件としている。ループ処理 1 内において探索が終わると、 \min_M_nextID を次中継機とする中継機 \min_M_ID を経路決定済にする。

4.4 経路決定の具体例

サーバにおいて式 (1) を使用し、経路を決定する具体例を示す。ここでは $w_k = 5, w_s = 1, w_u = 5$ の時、各中継機がどのように経路を決定していくかを、図 5~ 図 10 を用いて説明する。

まず、経路決定済である親機 0 とさらし関係である中継機 1, 2 が次中継機を決定する候補となる。サーバでは、候補内で式 (1) が最も小さい中継機 i の次中継機を j として順次決定する。ただし、式 (1) が最小値となる中継機が複数存在する場合、ランダムでどちらかが先に経路を決定する。図 5 では M_1, M_2 が等しいので、この例では先に中継機 1 の次中継機が親機 0 に決定したとする。その場合、図 6 のように中継機 2, 3, 4 が次中継機を決定する候補となる。

図 6 において、候補 2, 3, 4 で式 (1) が最小の中継機は中継機 2 であるため、中継機 2 の次中継機が親機 0 に決定する。その後、図 7 のように中継機 3, 4, 5 が次中継機を決定する候補となる。

図 7 において、候補 3, 4, 5 で式 (1) が最小の中継機は、中継機 3 である。この時、中継機 3 は中継機 1, 2 どちらを選択しても M_3 の値が等しくなるが、この場合もランダムでどちらかを次

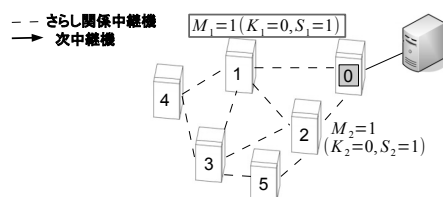


図 5 経路決定開始状態

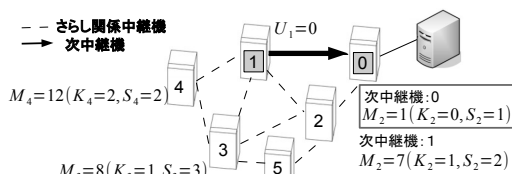


図 6 中継機 1 経路決定後

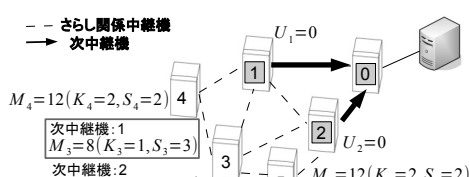


図 7 中継機 2 経路決定後

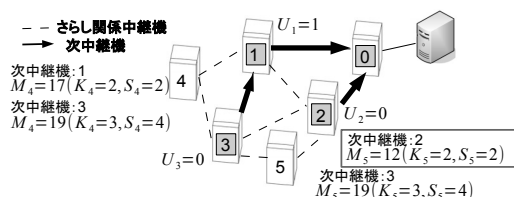


図 8 中継機 3 経路決定後

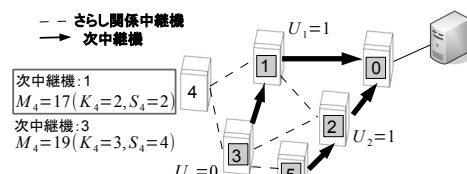


図 9 中継機 5 経路決定後

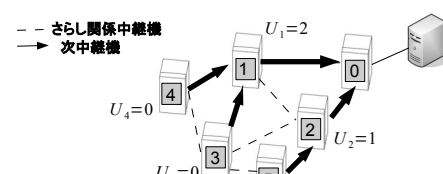


図 10 全中継機経路決定後

中継機として決定する。今回の例では、中継機 3 の次中継機を中継機 1 として、説明を続ける。経路決定後、中継機 4 が次中継機を 1 とする場合の利用中継機数 U_1 が増加するため式 (1) の再計算を行う。再計算後図 8 の状態になる。

図 8 において、候補 4, 5 で式 (1) が最小の中継機は中継機 5 である。そのため中継機 5 の次中継機が中継機 2 に決定し、図 9 の状態になる。最後に、残った候補 4 の経路が中継機 1 に決定し、図 10 のように全中継機の経路が決定する。

5. シミュレータにおける実環境の再現方法



図 11 用いる中継機網

実際の中継機の通信環境や子機の移動といった実環境の再現は、本稿では図 11 の中継機網及び中継機網内の学校に通う児童が持つ子機に対して行う。この中継機網は利用者数も比較的多く、また多くの中継機が複数中継機を経由し、親機までパケットが転送される。中継機は親機を含め 22 台存在し、中継機同士の通信環境は実際に測定した情報を用いている。

子機は本システム上で実際に記録されたサーバでのパケット受信ログによって、移動の再現を行う。ある時間における子機的位置は正確には不明だが、ここではログに記録された電界強度情報が最大で子機からのパケットを受信した中継機 ID の場所であるとした [2]。そのある時間ごとの子機的位置情報を繋ぎ合わせたデータをシミュレータに取り込むことで、子機の移動を再現する。

シミュレーション実行時間は、登校時は 6 時～9 時、下校時は 13 時～17 時とする。この期間における子機のパケットの発信間隔は、登下校中においては 180 秒に 1 回とする。ただし、全体の送受信負荷をより高くする場合には、子機パケットの発信間隔を短くする。なぜなら、実際に当日使用された子機台数によるシミュレーションを行った場合ほぼパケット損失が発生せず、経路決定方法の違いによりパケット損失が抑制できるか、を評価することができないためである。

6. 評価

提案する経路決定方法により構築される経路では現在の方法よりパケット損失率を抑制できるかどうかを、実環境を再現したシミュレータを用いて評価する。加えて、最適な経路と比べても提案方法により得られた経路はほぼ同等のパケット損失率を得られることを明らかにする。

最適な経路とは、取り得るあらゆる経路の組み合わせについて、それぞれシミュレーションによりパケット損失率を求めたものの中で最も損失率が小さい経路である。今回用いた図 11 の中継機網の場合、ルーティンググループが発生しない取り得る経路の組み合わせは約 200 万通りあった。その内明らかに損失率が增大すると思われる経路パターンを除き、残った約 8 万通りの全ての経路についてそれぞれのパケット損失率を求め、その中から最小損失率を抽出した。除いたパターン例は、図 11 の一部を切り出した図 12 のような場合である。

図 12 において親機と中継機 1 はさらし関係であるが、次中継



図 12 除外したパターンの一例

機は 2 となっている。その場合中継機 1 の送信パケットは、中継機 2 とさらし関係であるが中継機 1 とはさらし関係でない他の中継機とのパケット衝突の可能性がある。一方、次中継機を親機とした場合、親機の周辺に設置してある全ての中継機は中継機 1 とさらし関係であるため、パケット衝突が起こらない。従って中継機 1 の次中継機を 2 とすることは、中継機 2 においてパケット衝突が増えるだけであり、次中継機を親機とする場合より明らかにパケット損失率が增大する。そのため、これらの経路パターンは除いた。

今回実環境を再現するためのログは、2010 年 4 月 28 日のものを使用した。評価時に使用するグラフにおいてパケット損失率とは、子機が生成したパケットが親機まで到達しなかった割合であり、値が小さい程良い。そして図 13,15 における横軸は子機の定期通報の発信間隔であり、15sec は子機のパケット発信間隔が 15 秒であることを示す。

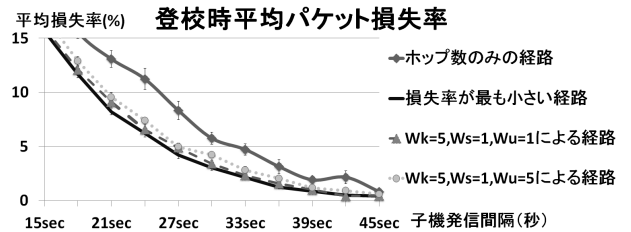


図 13 登校時平均パケット損失率のグラフ

- ホップ数のみの経路

菱形マークの実線「ホップ数のみの経路」とは、現在の経路決定方法により構築された経路のグラフである。

- 損失率が最も小さい経路

濃い色の実線「損失率が最も小さい経路」とは、登校時、下校時それぞれにおける最適な経路によるグラフである。

- $w_k = 5, w_s = 1, w_u = 1$ による経路

三角マークの点線「 $w_k = 5, w_s = 1, w_u = 1$ による経路」は、提案する経路決定方法において、式 (1) に各値を代入し求められた経路によるグラフである。この $w_k = 5, w_s = 1, w_u = 1$ という値は、 w_k, w_s, w_u を 10, 5, 1 の 3 値からそれぞれを選択する全 27 パターンの中で、登校時のパケット損失率が最も小さくなった値である。5 の倍数とした理由は、各中継機のさらし数と隠れ数の比が約 5 : 1 であったためである。

- $w_k = 5, w_s = 1, w_u = 5$ による経路

丸マークの点線「 $w_k = 5, w_s = 1, w_u = 5$ による経路」は、式 (1) に各値を代入し求めた、下校時におけるパケット損失率が最も小さい経路によるグラフである。

図 13 では、提案する経路決定方法によるパケット損失率が、ホップ数のみによる経路決定方法より小さいことがわかる。また登校時のパケット損失率が最も小さくなる重みでは、「損失率が最も小さい経路」のグラフとほぼ変わらないパケット損失率となっていることもわかる。しかしながら、提案方法ではパケット損失率が最小にはならない。なぜなら、提案する経路決定方法により構築される経路では、「子機」が原因となるパケット衝突を考慮できないためである。

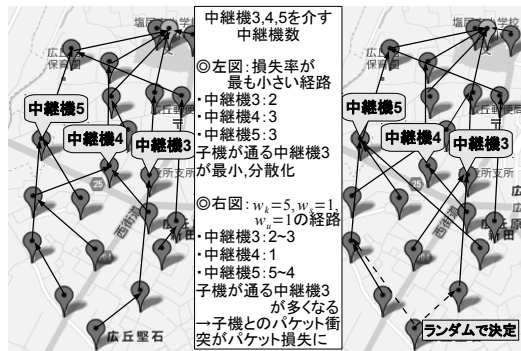


図 14 損失率が最も小さい経路と $w_k = 5, w_s = 1, w_u = 1$ の経路

図 14 左側は損失率が最も小さい経路, 右側は $w_k = 5, w_s = 1, w_u = 1$ の経路である。図 14 においてパケット損失が多い中継機は, エリア中央にあり多くの中継機とさし関係となる中継機 3, 4, 5 である。特に中継機 3 は広い道のそばに設置されているため, 子機と中継機による隠れ端末問題が発生し, パケット衝突が発生しやすい。一方, 中継機 5 は市境に設置してあり, 子機はこの中継機のそばをほとんど通過しないため, 子機によるパケット衝突が発生しない。

損失率が最も小さい経路では, 中継機 3 を介して親機まで送信する中継機数は 2 つ, 中継機 4 は 3 つ, 中継機 5 は 3 つである。中継機 3 の数が最も少なく, かつバランスよく分散されていることがわかる。一方 $w_k = 5, w_s = 1, w_u = 1$ の経路では, 中継機 3 は 2~3 つ, 中継機 4 は 1 つ, 中継機 5 は 5~4 つ (ランダムで決定) である。各中継機を介して送信する中継機数に偏りが起きてしまうことがわかる。偏りが起きないように w_u の重みを 5 にした場合, 中継機 5 を介す中継機数は 4 に, 中継機 3 は 3 になる。この場合, 子機によるパケット衝突が起らない中継機 5 を利用する中継機が少なくなり, かえって損失率が高くなってしまふ。また $w_k = 5, w_s = 2, w_u = 1$ のように, 重みをより細かく設定した場合でも, パケット損失率は改善されなかった。そのような理由から, 提案方法ではパケット損失率を最小とすることができない。

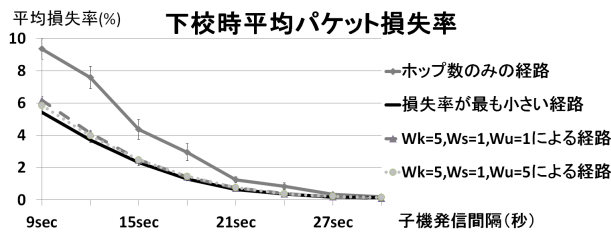


図 15 下校時平均パケット損失率のグラフ

次に下校時のシミュレーションによるグラフを, 図 15 に示す。横軸「子機発信間隔」は, 登校時のシミュレーションの場合より発信間隔が短くなっている。学年等の違いにより児童が一斉に下校することがなく, 登校時よりネットワークの負荷が分散されるためである。登校時の「損失率が最も小さい経路」と下校時の「損失率が最も小さい経路」は異なる経路であるが, 提案方法による経路は, 重みが等しいものは同じ経路である。

図 15 でも, 提案する経路決定方法によるパケット損失率がホップ数のみによる経路決定方法より小さいことがわかる。また, 「損失率が最も小さい経路」のグラフとほぼ変わらないパ

ケット損失率となっていることもわかる。ただし登校時シミュレーションと同様に, 提案方法では子機が発信するパケットに対しては考慮されていないため, パケット損失率が最小にはならない。

以上のことから, 提案する経路決定方法ではホップ数による経路決定方法よりパケット損失率を抑制できる。また提案方法にてパケット損失率を最小にする重みを設定した場合, 今回のシミュレーション条件では最適な経路とほぼ同等なパケット損失率にできる。

7. まとめと今後の課題

地域児童見守りシステムの現在の各中継機から親機までの経路を決定する方法の問題点として, 子機台数が多い時に発生する中継機におけるパケット衝突や, パケット衝突をより深刻化させるスループットの低下や送信負荷の増大によるパケット損失がある。本稿では, それらの問題を考慮しパケットの損失を抑制するための経路決定方法を提案した。また, その提案方法を評価するにあたり, 中継機の通信環境や子機の移動等の実際の塩尻市のシステム環境を再現するシミュレータを作成した。

実環境を再現するシミュレータを用いて評価した結果, 提案方法により得られた経路は, 現方法により得られる経路と比べてパケット損失率を抑制できることを明らかにした。さらにパケット損失率が最小となる設定の場合では, 最適な経路とほぼ同等なパケット損失率にできることも明らかにした。

今後は, 市内の様々なエリアに対するシミュレーション評価や, 別日の行動ログを利用したシミュレーション評価を取り組む。それらの評価を行うことで, 提案する経路決定方法が様々なトポロジにおいて有用であるかどうかを, 更に詳しく調査していきたいと考えている。

謝辞

本研究の一部は, 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度「自治体全域を網羅する安心・安全な街創りのための高耐障害性アドホックネットワークシステムの開発 (072304002) (H19~H20)」, 「Ad-Hoc ネットワークとセンサーネットワークを用いた高耐障害性地域災害通信システムの研究開発 (092304014) (H21~H22)」および「地域全体の安全・安心を確保する防災・減災および鳥獣センシングを実現するセンサーネットワークシステムの研究開発 (112304003) (H23~H24)」の助成を受けて行われた。また, 本研究を行うにあたりご協力いただいた塩尻市役所金子春雄氏, 長野日本無線株式会社本山東樹氏に感謝する。

文 献

- [1] 野瀬裕昭, 不破泰, 新村正明, 國宗永佳, 本山栄樹, 金子春雄 "無線 Ad-Hoc ネットワークによる地域見守りシステムの開発" 電子情報通信学会論文誌 B, Volume J95-B, No.1, pp.30-47, Jan. 2012.
- [2] 唐沢真一, アサノデービッド, 鈴木彦文, 不破泰 "実環境における地域児童見守りシステムの経路決定方法の評価" 電気情報通信学会総合大会, AS-2-1:S-9-S-10, Mar.2013.