

森林内のセンサネットワークにおける 経路選択履歴を用いて消費電力を抑える経路制御法の提案

西川 龍之介[†] 中村 玲[†] 塚田 晃司^{††}

和歌山大学大学院システム工学研究科[†] 和歌山大学システム工学部^{††}

1 はじめに

現在，電力インフラのない山間部でのデータ観測機器には太陽光発電を用いた充電方法が多く使用されている．実際，発電量の問題において各ノードの予測発電量を用いた研究があるが，発電量が見込める機器にデータが集中し，早期に停止するといった問題がある．

そこで，本研究では森林内において観測データを一か所に集め回収することを目的とした，充電装置が設置されたノード群で構成されたセンサネットワークを想定する．シンクノードに各ノードの現在と過去の通信時の状態情報を集め，その違いから次回通信時の状態を予測し，今後の通信量が見込める経路制御をする．また，経路選択履歴を用いることにより，データの集中を防ぎ，消費電力の低減化を図る．

2 関連研究

関連研究として，使用していないノードはスリープモードによって最低限の電力消費にし，経路制御の際は消費電力とバッテリー残量の比率でデータを分割して送信する研究[1]がある．しかし，太陽光発電で得られる電力量を考慮していないため，気候変動が起きやすい発電量が曖昧な森林内において，この手法を用いるのは難しい．

また，各ノードの次回通信時の電池残量を予測し，送信先ノードを選択することで安定したネットワークを構築し，データ収集量を向上させた[2]．しかし，電池残量・発電量が高いノードにデータが集中し，当該ノードが早期に停止してしまうといった課題が挙げられた．

3 提案手法

本研究では，山間部の木々に囲まれた日射量の少ない場所や太陽光による発電装置が設置不可な場所にあるノードがセンサネットワーク内に組み込まれていることを想定する．また，これらのノードには太陽光パネルによる充電装置

が設置されているものとする．先行研究[2]のように電池残量や発電量を指標とし，データを一括して送信する手法であると，特定ノードにデータが集中する恐れがある．そこで本手法では，指標を考慮して送信するが，データを一括せずに分割して送信し，特定ノードへのデータの集中を防ぐ．また，分割されたデータの中で欠損データがある場合は，元データを再現できるような手法[3]を用いてデータを復元する．

3.1 収集情報

経路制御で使用する指標を割り出すために，各ノードはシンクノードからのホップ数と電池残量を経路設定メッセージとしてシンクノードに送る．この情報は次回通信時もシンクノードが保持しており，送られてきた現在の電池残量と比較し，その動作が終わり次第削除して送られてきた数値に更新する．その後，作成した経路制御表を各ノードへ送信し，通信を開始する．

上記のシンクノードと各ノード間のやりとりを表したシーケンス図を図1に示す．

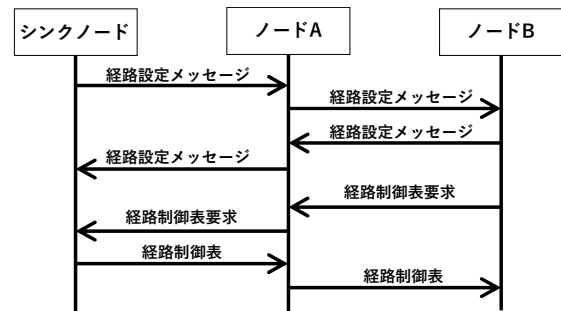


図1: 経路制御表作成のシーケンス図

3.2 経路選択で使用する指標の計算

指標を求めるにあたって，現在と過去の電池残量の差を求める必要があり，差を Sub として次式で表す．

$$Sub(i, t) = Elc(i, t) - Elc(i, t - 1) \quad (1)$$

Elc は電池残量を示しており， i はノード番号を示し， t は時刻を示している．また， $Sub(i, t)$ はノード番号 i の時刻 t における現在と過去の電池残量の差を示し， $Elc(i, t)$ はノード番号 i の時刻 t における電池残量を示している．

Routing method by history of route assignment to reduce power consumption for sensor networks in forest area

[†]Ryunosuke Nishikawa, Rei Nakamura, ^{††}Koji Tsukada

[†]Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{††}Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

指標を $Index$ として次式で示す．

$$Index(i, t) = Elc(i, t) + Sub(i, t) \quad (2)$$

$Index(i, t)$ はノード番号 i の時刻 t における指標を示している．

3.3 経路選択手法

経路制御の手順をフローチャートにしたものを図2に示す．最初にホップ数にて通信候補を絞る．送信側ノードのホップ数と送信先ノードのホップ数を比較し、小さいものを通信候補として残す．これはデータの逆流を防ぐためである．次に指標($Index$)にて候補を絞っている．通信候補の中から一番指標が高いものを選択する．これは、今後電池残量が増える見込みがあるノードへデータを送るためである．指標が同じ場合は残っている候補の中からランダムに選択する．

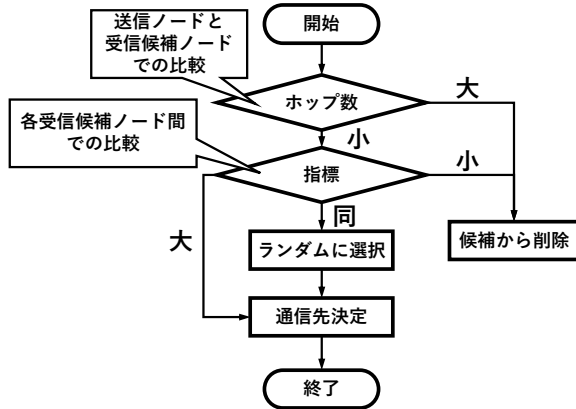


図2:経路制御手順

3.4 データ分割法

従来手法では一括してデータを送信するため、特定ノードへのデータの集中が課題として挙げられていた．そこで本研究ではデータを分割して送信先ノードへと送る．分割して送信した際には欠損するデータが出る可能性があるため、既存技術[3]を用いて欠損部分を再現する．この技術では、変化量大きいデータの優先度を高く設定し、変化量小さいデータの優先度を低く設定することで、データに欠損が生じても少ない誤差での再現が可能となっている．

以上の分割法は、 $Index(i, t)$ の値が高いノードへのデータの集中を防ぐために、特定ノードへの通信が続いた際に用いる．分割法を用いる際の経路制御の手順をフローチャートにしたものを図3に示し、経路制御の様子を図4に示す．各ノードは経路選択履歴を記録している．送信するデータ量は選択された回数の比率で決定し、比率が低い方から順に優先度の高いデータを送信する．データの集中が顕著にみられた際にこ

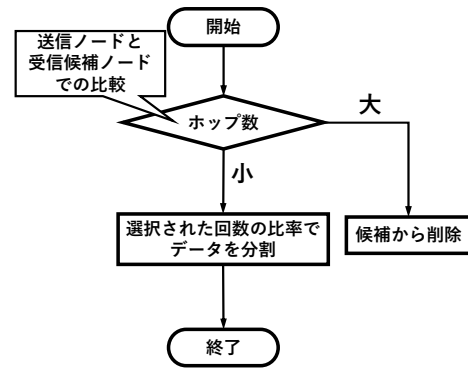


図3:分割法を用いる際の経路制御手順

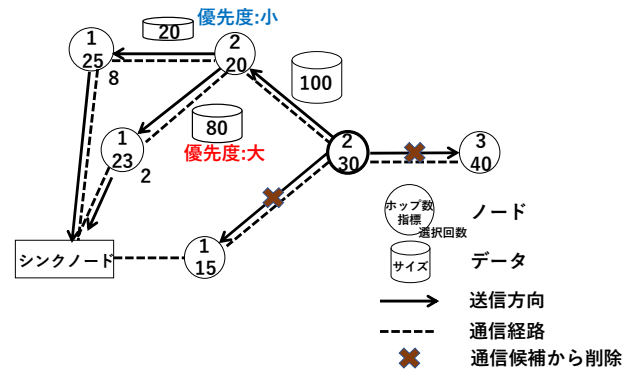


図4:経路制御におけるデータ分割の様子

の手法を用いることによって、 $Index(i, t)$ の数値が高いノードにデータが集中し動作停止する事態を防ぐことが可能であると考えられる．

4 まとめ

本研究では、センサネットワークにおける特定ノードへのデータの集中という課題に対して、一括送信ではなく分割して送信する経路制御法を提案した．

今後は実機を使った実験やシミュレーションを行い、評価する．

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 15K00127, 19K11925 の助成を受けたものです．

参考文献

- [1]鎌田峻介, 水野秀樹: 消費電力を考慮した無線アドホックネットワークルーティングプロトコルの研究, The Bulletin of School of High-Technology for Human Welfare Tokai Univ, Vol.18(2008) .
- [2]西川龍之介, 中村玲, 塚田晃司: 日射量の少ない山間部のネットワークでの電池残量を用いた経路制御法の提案, 第 81 回全国大会講演論文集, pp.97-98(2019) .
- [3]笠谷昇平, 岸田隆祐, 和田祐輔ほか: センサデータの時系列変化特徴に基づくデータ回収の効率化手法の提案, 第 78 回全国大会講演論文集 2016, pp.221-222(2016) .