

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

西川 龍之介[†] 中村 玲[†] 塚田 晃司[†]

和歌山大学システム工学部[†]

1 はじめに

現在、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。しかし、雨天時には太陽光発電のみでは十分な発電量が見込めず、通信量が落ち、想定した結果を得ることが出来ない。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、その手法では予測期間に結果が依存するという問題がある。さらに、晴天時以外での通信量低下という問題の解決とはなっていない。

そこで、本研究では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において、日射量が少ない場所やこれからの天候が悪くなるノードを含む場合を想定する。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。さらに、太陽光以外の充電方法も用いることで経路選択の幅を広げ、場所に問わずに各ノードから同等の観測情報を得ることが出来るようにも試みる。

2 関連研究

先行研究として、各ノードの現在時刻から終了時刻までの合計発電量を予測し、中継ノードを選択することで天候変化による平均パケット伝送率の低下を改善するもの[1]がある。しかし、観測期間に合計発電量の予測的中率が左右され、期間が長いほど結果の信頼性が下がる。

また、電池残量の小さい順にセンシングしないノードを決定することで、昼に太陽光による充電を行い、充電ができない曇天時や夜間などに停止するような状況を回避するようなもの[2]がある。しかし、この研究ではシンクノードから直接通信することが可能な範囲にのみノードを設置しているため、通信不可能な遠方ノードを想定していない。

そこで本研究では観測期間に左右されず、さ

らにシンクノードから直接通信することが不可能な遠方ノードの電池残量も考慮した経路制御法を提案する。

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、それらのノードには水力や電池などによる充電装置が設置されているものとする。従来の方法と同じく太陽光のみを使用した場合、後の3.3節において低発電時に電池残量が多いノードを選択するため、経路に偏りが出て一定のノードの情報のみが顕著に集まる。それを改善するために複数の充電方法を提案する。シンクノードを一つに固定し、そこに各ノードの情報を集めそれらに従って最も通信効率が高い経路選択を推定する。また、本研究では日射量・天候・昼夜に左右されず、各ノードの観測情報を晴天時と同等収集することを目的としている。

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。

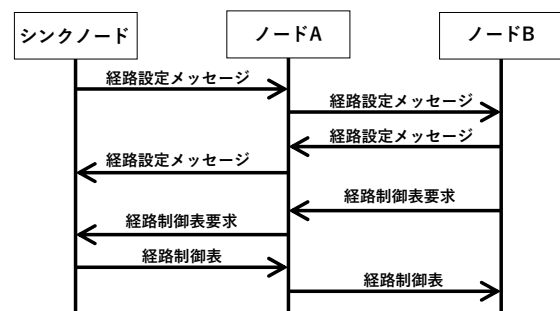


図1: 経路制御表作成のシーケンス図

Routing method using remaining battery power for wireless sensor networks in mountainous area network with low solar radiation

[†]Ryunosuke Nishikawa, Rei Nakamura, Koji Tsukada

[†]Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

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。

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

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。

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

送信側ノードの通信範囲内に設置されている複数のノードの中からシンクノードからのホップ数が自ノードよりも低いものを受信ノード候補とする。それにより、シンクノードと繋がりのないノード群への情報の送信を防ぐ。そして3.2節で示した $Index(i, t)$ が最も高いものを受信ノード候補の中からしぼる。 $Index$ が同値の場合、その中の最もホップ数が低いものを受信ノードと確定させ通信を行う。これらの動作を毎時刻行うことで、経路を確立する。なお、 $Index(i, t)$ は現在の電池残量と過去の電池残量との差を足したものである。これは現在と同等の電力消費が続くと仮定して次回通信時の電池残量を予測している。なので、 $Index(i, t)$ の値が高いほど今後の電池残量が安定することを指しており、そのノードを選択することは通信の安定化と直結する。

以下に2つの図を示す。両図は右から2番目のノードに情報があり、そこを起点とした経路制御の様子を表しているものとする。

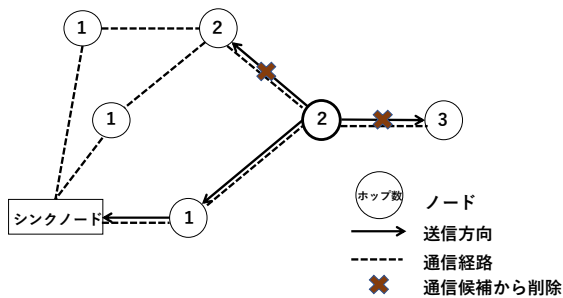


図2: ホップ数のみ考慮した経路制御

図2ではホップ数のみを考慮している。最短で

シンクノードまで情報を届けることが可能であるが中継ノードが固定化されてしまい、通信が集中する。なので、選択されたノードの電池の消耗が激しくなり、ネットワークの寿命が短くなっている。

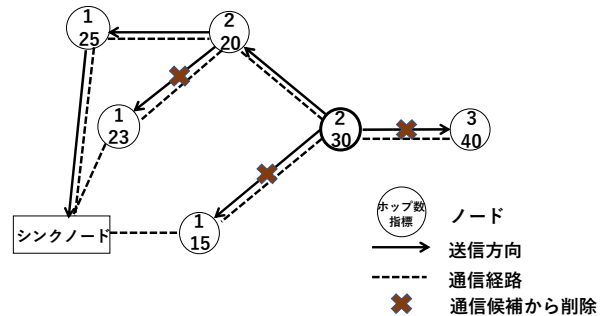


図3: ホップ数と $Index$ を考慮した経路制御

図3ではホップ数と $Index(i, t)$ を考慮している。図2とは違い最短ルートを通らずに遠回りする経路となっている。しかし、 $Index$ の値を見ると図3で選択したルートの方が最短ルートよりも今後の通信が安定することが考察できる。さらにこの手法は通信毎に $Index(i, t)$ の値が更新されるので、中継ノードが固定化されることがなく、電池の消耗を抑えることが出来るので、ネットワークの長寿化につながる。

また、 $Index(i, t)$ の値が高いノードを充電量が期待できる時刻に待機させ、それ以外の時刻に中継ノードとして選択すれば普段と変わらない通信量が低発電時でも示されると予測できる。

4 まとめ

本研究では、山間部におけるセンサネットワークの問題点である電力消費に対して、現在の電池残量に過去と現在の電池残量の差を足して算出した指標を用いた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 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 太田健太郎, 小林健太郎, 山里敬也, 片山正昭: 太陽エネルギーを利用した無線センサネットワークのための発電量予測を用いた中継ノード選択手法, 情報処理学会研究報告, Vol.2012-MBL-61, No.31, pp.1-8(2012).
- [2] 石谷直也, 小林健太郎, 岡田啓, 片山正昭: 太陽光発電を適用した無線センサネットワークにおける低発電量下でのデータ収集率向上のためのセンシング頻度の制限手法, 情報処理学会研究報告, Vol.2014-DPS-159, No.22, pp.1-6(2014).