

森林内ネットワークにおける高性能ノードを用いた データ圧縮による通信量削減方法の提案

石橋龍一[†] 塚田晃司[†]
和歌山大学システム工学部[†]

1. はじめに

近年、環境データや生体データなどの屋外でのモニタリングにIoT 端末を利用したセンサネットワークの使用が増えている。センサデータの回収には十分な電力供給、良好な通信環境が前提とされている。しかし、電力供給や通信環境などの観点から既存の通信インフラが利用できない地域が存在する。

そこで、十分な電力供給が難しい地域にも用いることのできる LPWA の使用が考えられるが、送信可能データ量が限られているという問題がある。

本研究では、森林内に複数配置されている末端ノードとデータを回収するシンクノードの間に高性能ノードの配置を想定し、高性能ノードで末端ノードから集めたセンサデータを圧縮することで、通信量を削減する手法を提案する。

圧縮処理を行うことで、送信可能データ量が限られた状況でのデータ収集を実現する。

2. 関連研究

末端ノードで集めたセンサデータを圧縮するには、データのスパース性（零成分が多いがどこにそれが出現するかわからないという性質、[1]では、最頻値を0とし、他のデータを相対値で表す。）を利用した圧縮センシングを用いたものがある。[1]

しかし、山間部のように、急な環境変化が起こりやすい場所では、スパース性を保ち続けることが、難しく、圧縮、復元を行う際、三次元以上でのベクトル計算が必要であり、十分なリソースが確保できない場所での運用には不向きである。また、センサデータの圧縮、復元には、機械学習の一種であるオートエンコーダを使用した[2]がある。[2]では、センサノード側で特徴抽出を行いシンクノード側で復元を行うものである。また、センサノード側で機械学習を行うため、末端ノードからシンクノードまで十分なリソースが必要である。

3. 提案手法

本研究では、末端ノードからシンクノードの間に、高性能ノードの配置を想定する、末端ノードから集めた時系列データを類似性や相関性を利用し圧縮を行う。センサネットワーク上に高性能ノードを配置し、圧縮を行うことで、リソースの少ない山間部などの地域においても対応できるシステムを提案する。

3.1 システムの概要

本システムでのセンサネットワークは木構造を想定する。システムの図を図1に示す。

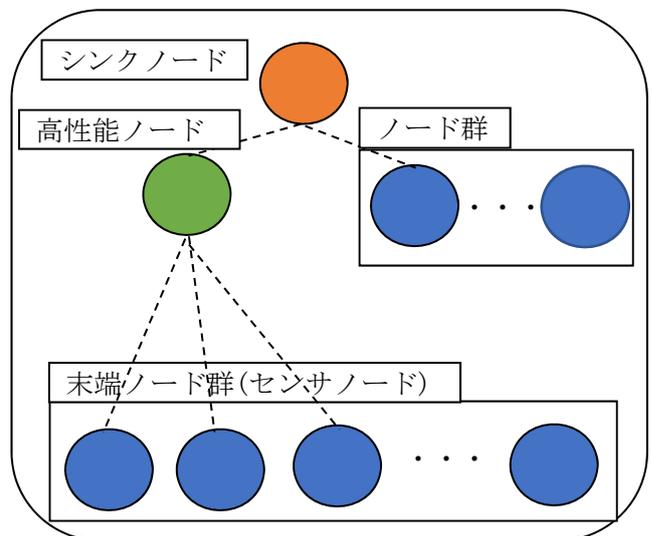


図1 想定するネットワーク構造

本研究では、データの回収を行うシンクノードを1つに設定し、複数の末端ノード群1つにつき高性能ノードを配置する。末端ノードは、気温データの観測と無線通信のみを行う低性能なものとする。

3.2 高性能ノード側の処理について

高性能ノードは、末端ノードから集めた環境データを末端ノードのIDと観測した時間をデータの種類ごとに格納する。格納したデータの種類ごとに、類似性、相関性を利用して、圧縮を行う。本研究では、気温データを想定する。気温データは、時間によって変化がするが、想定環境のような通信可能距離が比較的狭い場所では類似性が期待できる。高性能ノードでは、値が類似しているノードのデータを検出し、データの近似を用いて圧縮を行う。データの近似値はをまとめ、平均値に置き換える。データの類似

性を使って圧縮した場合、高性能ノードは、類似性を持つノード ID と、置き換えた値を送信する。近似値（平均値） f_{avg} とし、あるノード ID i のある時刻 t の気温 T とすると以下の式になる。

$$f_{avg} = \frac{T(i_1, t) + T(i_2, t) + \dots + T(i_x, t)}{x}$$

また、気温データの特性上、日当たりや天候によって変化するため、値自体に近似性はないが、ノード間に相関性を持つ場合がある。各ノードの値の変化量を算出し、変化量が類似しているノードを検出する。変化量の類似性を検出した場合、変化量が類似しているノードの ID と各ノードの基準となる値と、変化量を送信する。変化量はある時刻 t の気温 T とすると以下の式になる。

$$g(t) = T(t) - T(t - \Delta t)$$

処理の流れを図 2 に示す。

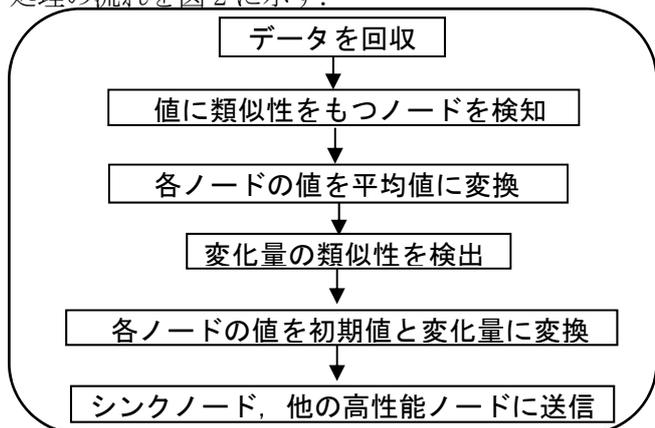


図 2 高性能ノードでの圧縮処理

3.3 データの復元について

本研究では、センサネットワークは木構造を想定するので、高性能ノードで圧縮したデータは、シンクノードもしくは、より上位（シンクノードに近いノード）の高性能ノードに送信される。シンクノードでは、送信されたデータの復元を行うが、上位の高性能ノードに送信された場合、上位の高性能ノード側で、送信されたデータの復元を行い、復元されたデータと、自身が末端ノードから回収したデータを用い、3.2 で提案した手法によって、再度圧縮処理を行う。高性能ノードを一定の間隔で配置することで、定期的に圧縮処理を行うことができる。

4. 評価

3.2 で提案した手法を用いて、シミュレーションを行った結果を以下に示す。データは、実際

に北海道大学古座川町研究林で観測した地点を基準に、標高による気温差を考慮して想定したものをを用いた。シミュレーションは、10分に1回、末端ノードから送られてきたデータを30分毎に高性能ノードで圧縮を行うという動作を、3時間分を行った。結果を表 1 に示す。

シミュレーションの結果から3時間、通信を行った場合の圧縮率は58.3%となった。

表 1 シミュレーション結果

時刻	元データ数 (個)	圧縮後データ数 (個)	圧縮率 (%)
0:30	36	21	58.3
1:00	36	26	72.2
1:30	36	22	61.1
2:00	36	18	50.0
2:30	36	20	55.6
3:00	36	19	52.8
合計	216	126	58.3

5. おわりに

本研究では、十分な通信環境や電力供給が得られない、地域においてセンサデータを効率よく収集することができるシステムを提案した。

今回は気温データを対象として本手法を提案したが、山間部などで必要とされるデータは、気温データのほかに湿度、日射量、雨量、振動など様々なデータがある。それらのデータに、類似性や相関性を持つものがあるため、本研究を適用することが可能である。

今後の課題としては、評価、気温データ以外のデータへの対応、誤差率の軽減、などがある。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 19K11925 の助成を受けたものです。また、データ測定に協力いただいた北海道大学和歌山研究林の皆様へ感謝いたします。

参考文献

- [1] 宵 憲治: 多数のセンサーによる時空間センシングデータの効率的な集約送信技術, 「マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02014) シンポジウム論文集」, 903-913(2014).
- [2] 小向 航平: 分類器の継続更新可能な分散認識センサネットワークのためのオートエンコーダによる通信方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 60, No10, 1780-1795(2019).