

停止故障発生時および通信不通時の原因箇所推定可能な センサネットワークの提案

鈴木 智文[†] 指吸 未来[†] 岸田 隆祐[†] 塚田 晃司[†]

和歌山大学システム工学部[†]

和歌山大学大学院システム工学研究科[‡]

1 はじめに

近年、山間部や森林内において気温や降水量などの気象データの収集や、自然災害への対策など様々な場面でセンサの利用が進んでいる。また、センサネットワークの研究から、データの回収方法や、故障耐性を高めるといった仕組みについて数多くの手法が確立されている。しかし、センサの一部が何らかの影響で動作しなくなる、また、通信路の状態の影響でデータが送信できなくなってしまった場合における対応方法についてはあまり触れられていない。

そこで、本研究では観測データの回収を目的として構築されたセンサネットワークにおいてデータを一か所に集める際に、ノードの機能そのものが働かなくなった停止故障が発生した場合、隣接しているノードとの通信が障害物などの影響で行えなくなった場合に、迂回路を形成しつつ回収できる範囲のデータを集め、その状況から故障範囲を推定するセンサネットワークを構築する。さらに人が現地に修理するために行く際にもデータの回収を継続して行い、孤立していたノード群が存在すれば、その生存を確認することができる機能も構築する。

2 関連研究

先行研究として、山間部や森林内に作業を行っていく車を利用したもの[1]が挙げられる。この研究により、作業場所に合わせた回収を可能にしている。しかし、こちらは機器が故障することなく動作している場合を想定している。

また、センサネットワーク内の一部のノードを3G通信ができるノードに置き換え、直接シンクノードと通信を行うことで、故障が発生した際に生存ノードの検出率を向上させるといったもの[2]がある。こちらは故障後に全ノードの状態を把握できるが、一部ノードの3G通信を行う

Proposal of Wireless sensor network being enable to estimate fault locations when crash faults and communication failure occurs.

[†]Tomoya Suzuki, Miku Yubisui, Koji Tsukada

[†]Faculty of Systems Engineering Wakayama University

[‡]Ryusuke Kishida

[‡]Graduate School of Systems Engineering Wakayama University

ための設置コストが高くなる点などにおいて問題となる。

そこで、本研究では3G通信を用いることなく、回収可能なデータから故障箇所の推定、また作業者が修理に向かった際に孤立ノード群の状況を即座に入手できるシステムを提案する。

3 提案手法

本研究では、山間部や森林内など通信インフラが十分に整備されておらず、センサの設置や修理などを作業者が行う状況を想定する。また、センサネットワークの密度が疎になるように設置されているものとする。データの回収を設定されたシンクノードに集めてから回収元で受け取るという形で行っているものとし、そのセンサネットワーク内において、あるノードが機能停止または通信不通となった場合、回収元から一番近い原因箇所範囲を推定する。また、作業により故障機器の修理・交換が行われる際のデータ回収及び孤立ノード群が発生していた場合の状況確認を本研究の目的とする。

3.1 経路情報収集の動作

回収元に設置したビーコンを用いて隣接ノードをシンクノードに設定し、経路設定用メッセージをブロードキャスト方式で流していく。ここで、図1のノードBのように送信先が設定済みのノードだけであれば、自身を末端ノードとしておく。また、一定時間ごとに回収元に繋がっていることを示すフラグをたてるメッセージを送り、このメッセージが末端までたどり着けば、経路情報を末端ノードから回収元へ送っていく。フラグは一定時間ごとに元に戻す。これにより回収元まで繋がっているノードの更新を行うことができる。データ回収時にはタイマを設置しておき、送信先からの返答が一定時間なければ送信先に異常があったと判断し、状態確認および別経路探索を開始する状態へと移行する。

以下、図1のシーケンス図に示す流れが経路情報収集までの動作となる。

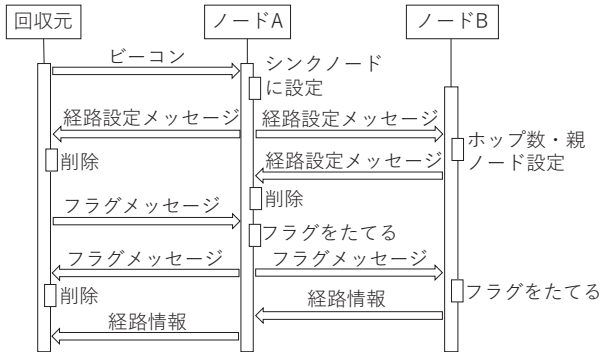


図1 経路情報収集までのシーケンス図

3.2 故障発生後の動作

図2において、Aが故障したことをB、Cがタイマの経過時間で判断する。その後、隣接ノードにメッセージを送り、状況確認及び別経路の探索を行う。Bから送られたメッセージは別経路を見つけることなく末端までたどり着く。この場合、経路情報をBに向かって送り返す。また、Cから送られたメッセージはフラグの立っているDにたどり着く。この場合は、Dを起点として経路設定を行い、データの回収を可能にする。この動作により回収できたデータから分析を行い、回収率等を踏まえて順次故障範囲の推定を行っていく。時間が経過するたびに更新されるため、範囲を絞ることができる。

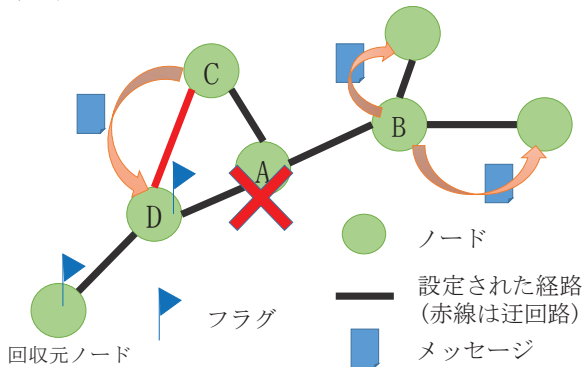


図2 故障発生検知後の隣接ノードの動作

以下に、この時のフローチャートを示す。

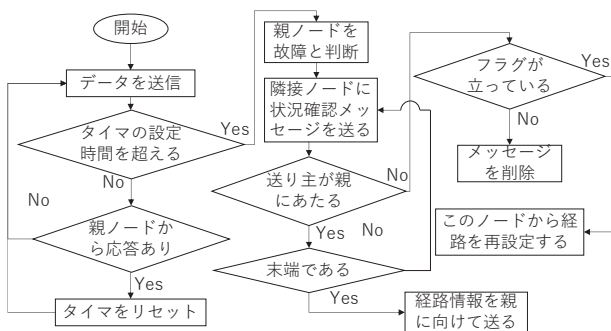


図3 故障発生後のフローチャート

3.3 修理・交換中の動作

故障箇所の範囲推定後、回収元から一番近いノードに作業者が修理・交換のために向かう。このことを利用し、その際に別の機器を持っていき、それを回収元のノードとして扱う。この機器をKとする。図4のAに対して修理・交換を行っている最中にKを起点として経路設定から行い、Bから経路情報を優先的に回収する。その後はデータ回収を修理・交換作業が終了するまで行い、さらに、得られた経路情報からB以降のノード群に故障箇所があれば再び推定を行い、すぐにも次の故障箇所の修理・交換に向かうことができるようにする。

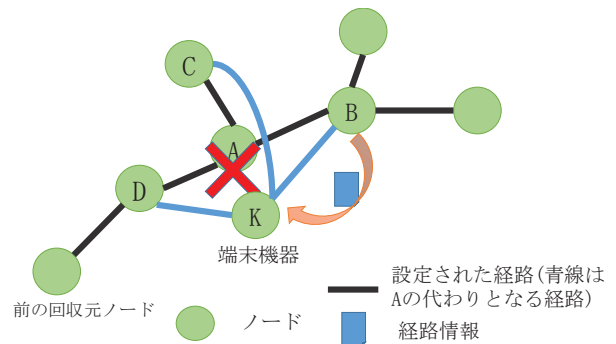


図4 修理・交換中の動作

以上の流れを繰り返し行うことで、孤立ノード群となり回収できていなかった範囲のデータと正常に動作しているノードからのデータの両方の回収を行いつつ、故障箇所への対応を迅速に行うことが可能となる。

4 まとめ

本研究では、センサネットワークの一部ノードの故障発生時に対して、故障箇所の推定および孤立ノード群の状態確認を行うシステムを提案した。今後は、シミュレータによる実験を行い、評価を行う。

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]岸田ほか：DTN 環境におけるデータ回収の効率化を目的としたシンクノードの役割の分担方法の提案，情報処理学会 第78回全国大会，2016年
- [2]大島ほか：短距離リンクと長距離リンクを相補的に用いる無線センサネットワーク方式の検討，第2回 NetSci/CCS 研究会 合同ワークショップ，2013年