

## センサノードの自律的な協調処理のためのイベントを用いた問合せ処理

富森英生<sup>†</sup> 横田裕介<sup>††</sup> 大久保英嗣<sup>††</sup><sup>†</sup>立命館大学大学院理工学研究科 <sup>††</sup>立命館大学情報理工学部

## 1 はじめに

近年、機器の小型化や低価格化が進み、無線通信とセンシング機能を備えたセンサノードの開発が行われている。これらの技術の進展により、複数のセンサノードを用いて構成するセンサネットワークが注目されている。ユーザは観測対象となる領域に、複数のセンサノードを配置する。ノードが気温や湿度といった周囲の環境情報を取得し、得られたデータをユーザに通知することで、ユーザはノードが配置された様々な場所の情報を取得することが可能である。また、ノードはバッテリーを搭載し、無線によりデータの送受信を行うことから、電力供給や通信のための回線を敷設する必要がなく、設置が容易である。

センサネットワークでは、観測対象の状態やユーザの要求に合わせてノードの動作を指定し、使用するセンサデバイスや観測周期を動的に変更する必要がある。このため、問合せ処理を行うアプリケーションプログラムをノードに搭載し、ユーザは問合せ要求をノードに対し発行することで、ノードの動作を変更しユーザの要求を満たす観測データを取得する。

我々は、これまでに、ノードを自律的に動作させることを目的とした問合せ処理機構を提案している [1]。本問合せ処理機構では、ノードが自律的に状況を判別し、状況に応じて動作を切り替える。状況をイベントとして他のノードに伝搬することで、複数ノードが協調した、高度な問合せ処理を実現している。

本稿では、複数ノードの協調によるイベント処理手法について述べる。従来、ノードごとに行っていた状況の判別を、ノード間で協調して行うよう拡張した。これにより、ノード間で状況の関連性を検出し、高度なイベント処理を実現する。

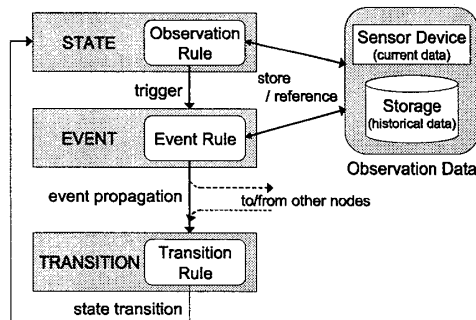


図1 ノードのルール処理メカニズム

## 2 動作切替えのためのイベント検知

## 2.1 ルールベースの問合せ処理機構

我々は、状況に応じてノードが自律的に動作を切り替え、複数のセンサノードが協調して動作することが可能な問合せ処理機構を提案している。本問合せ処理では、ノードの動作状態をユーザが事前に定義し、状態ごとに行う観測や通信問合せ、イベント生成条件、状態遷移規則からなるルールを定義する。図1に示すように、ノードはイベント判定と遷移規則に従って容易に適切な動作へ切り替えることが可能になり、自律的に動作することが可能になる。

本問合せ処理機構を用いることで、ノードに状況により異なった観測を行わせることが可能である。例えば、観測データの変化が小さい場合、ノードの電池寿命を延ばすため、電力消費の大きい観測や通信を最小限に抑える。変化が現れた場合のみ動作を切り替え、詳細に観測する。ノードが自律的に動作することで、状況に応じた適切な動作を実現している。また、ノードは、判別した状況をイベントとしてネットワーク上に伝搬する。イベント伝搬によって他のノードの動作を切り替えることが可能であり、複数ノードの協調動作を実現している。

## 2.2 状況判別手法の課題

ノードが判別した状況を、イベントとしてネットワークに伝搬することで、ノードの協調動作が可能である。しかし、状況判別は、ノードごとに行っている。このため、イベント判定に用いる観測データは、ノード自身が取得した観測データのみが対象となる。

ノードごとの判定ではなく、ノード間で観測データを

An Event-based Query Processing Mechanism for Autonomous and Collaborative Processing of Sensor Nodes  
Hideo Tomimori<sup>†</sup>, Yusuke Yokota<sup>††</sup>, and Eiji Okubo<sup>††</sup>  
<sup>†</sup>Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

<sup>††</sup>College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

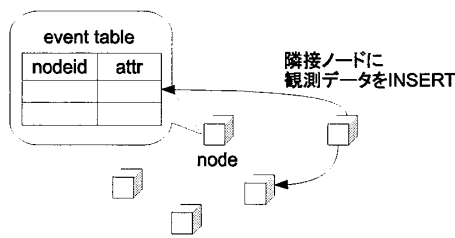


図 2 イベント伝搬による観測データの相互参照

相互参照することで、より高度なイベント判定が可能になる。例えば、ノード間で観測データの大小比較を行うことで、データの変化の大きいノードをイベント発生源として判定可能である。また、近隣ノードが同様の観測データを持つことを確認することで、信頼性の高いイベント判定が可能になる。

### 2.3 イベント処理の拡張

複数ノードの協調によるイベント処理を実現するため、問合せ処理機構のイベント処理機能を拡張した。従来のイベント処理では、イベントのシンボルのみを伝搬した。この機能を拡張し、観測データをイベントに含めて伝搬可能にする。イベントを受信したノードは、図 2 に示すように、自身のデータベース管理システムを用いて、イベントに含まれる観測データを格納する。ノードは、以後このテーブルを参照することで、自身の観測データと周囲のノードのデータを比較することが可能になる。

イベントの判定条件は、ルールとしてユーザが事前に定める。従来のルールでは、伝搬する内容として、イベントのシンボルのみを設定した。拡張したルールでは、シンボルの他に、伝搬先ノードのテーブルに格納するデータを、SQL の INSERT 文を用いて指定する。

## 3 協調型イベント処理の考察

我々の問合せ処理機構を用いて、振動や音声など広範囲にわたり発生するイベントについて、中心に位置するノードを検出する場合を考える。中心ノードを検出するために、従来手法と拡張した手法において、図 3 に示す通信が発生する。従来の手法 (a) では、ノードごとにイベントを判定した。ノード間のデータの関連は、ホストで比較するため、イベントを判定したノードからホストまで、観測データを送信する必要がある。

拡張したイベント判定手法 (b) では、ノードの動作ルールを次のように定める。ノードごとの観測データに対するイベント判定、ノード間のデータを比較するイベント判定を組み合わせることで、イベントの中心ノードを検出する。

1. ノードごとの観測データを基にイベントの発生を判定

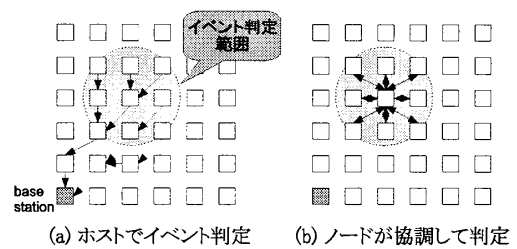


図 3 イベント判定時の通信

2. 観測データを周囲に伝搬

3. 伝搬されたデータと比較して、自身の振動や音量が最大の場合、自身がイベントの中心ノードと判定

このルールを用いることで、イベントが発生したノードが、周囲のノードと協調してイベントの中心ノードを判定する。ホストへ観測データを送信する必要はない。このため、イベントに関連するノードのみがイベント処理を行い、関連のないノードの不要な動作を抑制できる。

我々の提案する問合せ処理機構において、このイベント処理手法の拡張によって、ホストとの通信回数の抑制が実現できる。ホストがノード間のイベントの関連を判定する場合、ホストの周囲で、データ中継のための通信が頻繁に発生する。このため、ホスト周辺のノードの電力が短期間で枯渇し、データ中継が不可能になる可能性がある。

拡張したイベント処理手法では、ホストを介さず、イベントを判定したノード間で協調した処理が可能である。イベントの発生領域に応じて、関連するノードのみが動作するため、ノードの動作寿命はイベントの発生頻度に応じて決まる。本手法を用いることで、ネットワーク内で重要な観測データやイベントを選択し、重要なデータのみホストに転送することが可能になる。ホストへの処理の集中を抑制し、ノードの協調性を向上させたことで、ネットワーク全体の動作寿命を延ばすことができると考えられる。

## 4 おわりに

本稿では、複数ノードが協調したイベント処理手法について述べた。イベントに関連するノードが協調することで、イベント判定におけるホストへの通信の集中の抑制が可能となる。今後は、観測例を定め、実際のイベント処理における通信や電力消費について評価する予定である。

## 参考文献

- [1] 富森英生, 横田裕介, 大久保英嗣: ルールベースの問合せ処理機構による協調型センサネットワークの実現, 情報処理学会第 48 回モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会 (2009).