

M-071

センサネットワークにおける移動体監視システムのための汎用フレームワークに関する研究  
 A study of general-purpose framework for moving object tracking and observation system in sensor network

千葉 達哉†  
 Tatsuya Chiba

長坂 康史†  
 Yasushi Nagasaka

### 1. はじめに

現在、場所、時間を問わず誰でも求めている情報を取得することのできるユビキタス社会へ向けて、さまざまな研究が行われている。そして、このユビキタス社会を実現するための技術として、センサネットワークが注目を集めている。センサネットワークとは、無線通信機能と演算機能、そしてセンサを備えた小型のセンサノードを多数配置し、そのセンサノード間を相互に接続したネットワークのことである[1]。このセンサネットワークの特徴として、無線通信機能を用いるため設置場所を問わないこと、複数のセンサノードを設置することで範囲を問わずにセンシングが可能であることがあげられる。

そして、このセンサネットワークを用いることで特定の領域内における移動体の監視を行うことが可能であると考えられる。例えば、特定の施設に対する侵入者の検知や、出会い頭衝突事故防止システムなどが可能になると考える。

しかし、センサネットワークを用いたシステムはそのシステム専用開発、運用されることが多く、移動体監視システムも例外ではない。そのため、システムの開発効率が低下する課題が存在すると考える。

そこで、本研究では、センサネットワークを用いた特定の領域内における移動体監視システムを開発するための汎用的なフレームワークを提案する。なお、本研究では、高い汎用性を目指すためにオブジェクト指向技術を用いて開発を行う。

### 2. センサネットワークにおける移動体監視

本研究で想定するセンサネットワークを用いた移動体監視システムの概要を図1に示す。

センサネットワークを用いた移動体監視は、監視領域に設置された複数のセンサノード群と、センサノード群を管理するシンクノード、そして、監視領域全体を管理するサーバと、データが保存されるデータベースで構成される。

センサノード群は、複数のセンサノードで構成される。センサノードがセンサを用いて取得したデータは自身が持つ無線通信機能を用いて、対応するシンクノードに集められる。そして、シンクノードは収集した情報をサーバに送信し、

サーバはこの情報をデータベースに保存する。

そして、サーバがデータベースに保存された情報をもとに移動体の監視を行い、監視領域を越える可能性のある移動体への警告通知等の処理を行う。

本研究では、このセンサネットワークを用いた特定の領域内における移動体監視を行うためのフレームワークを開発する。

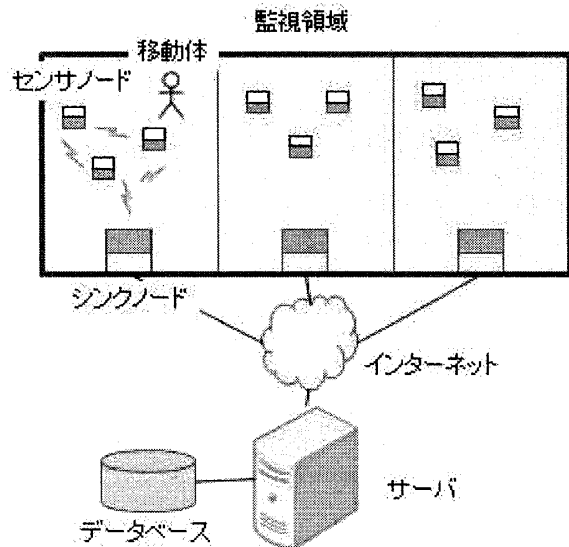


図1. センサネットワークを用いた移動体監視

### 3. 提案フレームワーク

#### 3.1. 提案フレームワーク概要

本研究では、特定の領域内における移動体監視システムのための汎用的なフレームワークを実現するために、オブジェクト指向技術を用いる。また、提案フレームワークには、センサネットワークの基本的な機能と、前節で説明した、センサネットワークを用いた移動体監視のための機能が含まれている。また、それに加えて、移動体の移動速度と移動方向を計算する機能を追加している。提案フレームワークではこの移動情報を用いて移動体監視を行い、監視領域を越える可能性のある移動体に対して警告通知等の処理を行う。

#### 3.2. 移動情報の計算

提案フレームワークにおける移動情報の計算についての概要を図2に、動作の流れを図3に示す。それぞれのセンサノードでは、移動体の位置データ  $(x, y, t)$  がセンシングされ、その位置データは

†広島工業大学大学院 工学系研究科 情報システム科学専攻

シンクノードに送信される。シンクノードではその位置データを用いて移動情報  $(v, \theta)$  を計算する。計算の結果、管理する区域を移動体が越える可能性がある場合には、サーバに対して計算した移動情報を送信する。なお、提案フレームワークで用いる移動情報は、移動体を検知した最初の点と最後の点を利用した情報(図2中の  $V_{ad}$  と  $\theta$ )と、直近の2点を利用した情報の2つの情報(図2中の  $V_{cd}$  と  $\theta$ )を計算する。これにより、1つの移動情報を用いるよりも正確な判断が可能であると考える。

サーバには複数のシンクノードから送信された移動情報が到達するが、サーバは監視領域を越える可能性のある移動体の移動情報のみを受信し、それ以外の移動情報は破棄する。そのため、システムのトラフィック量を削減できると考えている。

図3に示すように、監視領域を越える可能性のある移動体の移動情報をサーバが受信すると、サーバはシンクノードに対して、該当する移動体の全位置データを要求し、送信された位置データをデータベースへ格納する。また、それと同時に移動体への警告処理を行う。

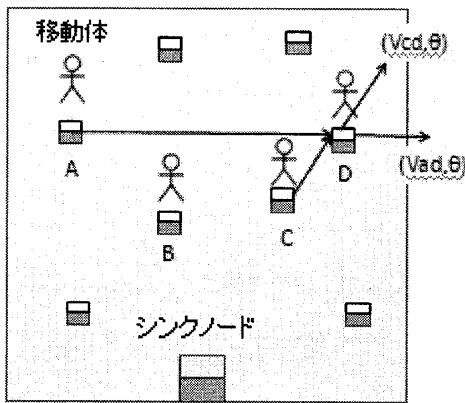


図2. 提案フレームワークにおける移動情報の計算

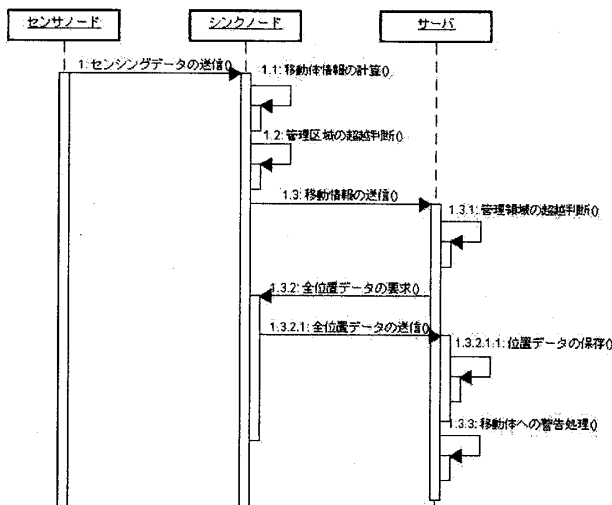


図3. 提案フレームワークにおける動作の流れ

4. 提案フレームワークの性能評価

提案したフレームワークの有無による、通信遅延への影響を評価する実験を行った。測定環境として、センサノード2台、シンクノード1台、サーバ1台を用意し、フレームワークを実装して測定を行った。測定方式として、センサノードがデータを送信する時点から、サーバがデータを受信する時点までの通信遅延を測定した。ここで、センサノードから送信されるデータサイズは  $2^n$  byte ( $n = 0, 1, \dots, 9$ )となっている。

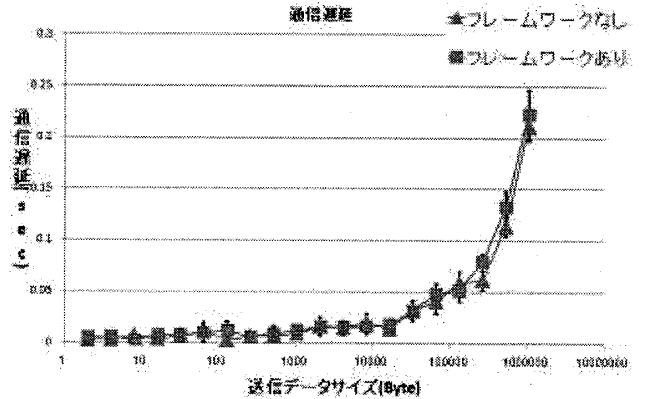


図4. フレームワークの有無による通信遅延の変化

図4から、フレームワークありの場合、通信遅延差は送信データサイズ 52 MByte で最大となり 20 ms であった。また、全体の通信遅延差は平均で約 6 ms となった。提案フレームワーク扱うデータサイズは、通信遅延差が低い 5 KByte から 1 MByte を想定しているため、フレームワークの導入による性能への影響は小さいと考えられる。

5. まとめ

本研究では、特定の領域内におけるセンサネットワークを用いた移動体監視のための汎用的なフレームワークの提案を行った。提案フレームワークでは、センサネットワークの基本的な機能やセンサネットワークを用いた移動体監視のための機能に加えて、移動体の速度や移動方向を計算する機能を加えている。そして、サーバは監視領域を越える可能性のある移動情報のみ受信し、それ以外は破棄する。そのため、システムのトラフィック量を削減できると考える。

さらに、フレームワークの有無による通信遅延への影響を評価した。測定は実際にフレームワークを実装して行い、その結果、通信遅延差は平均で 6 ms となった。これより、フレームワークを導入した場合の通信遅延への影響は十分に小さいと考えられる。

参考文献

[1] 戸辺義人, “無線センサネットワークの技術動向”, 信学論(B), vol.J90-B, no.8, pp.719-771, Aug, 2007.