

「先進的統合センシング技術」

平成 18 年度採択研究代表者

戸辺 義人

(東京電機大学工学部情報メディア学科 教授)

「実世界検索に向けたネットワークセンシング基盤ソフトウェア OSOITE」

## 1. 研究実施の概要

本研究の目的は、実世界検索を実現するためのネットワークセンシング基盤ソフトウェアを構築することにある。物理空間に設置されたセンサネットワークは、「実世界」の現在および過去の状況を取得するための重要な技術であり、既に、気象、河川、大気汚染等のセンサデータはインターネットを通して参照することが可能である。しかし、このようなデータは我々が実時間で生活に直接活用できる形では提供されていない。すなわち、現状では、センサネットワークにより取得したデータを社会全体で共有できる環境が整っていない。

本研究では、誰もが日常生活で利用可能なネットワークセンシング基盤ソフトウェアの構築を目指す。具体的には、アプリケーション構築に必要な柔軟かつ記述性の高い検索インタフェースと、その検索を実行する分散センサデータベース機構を構築する。本研究では、小型無線センサノードや高性能画像センサノード等からなる異種センサネットワークにおいて、抽象度の異なる検索要求に応えるために、収集データを単に時系列として保持するだけでなく、加工処理を行ったデータもデータベースに蓄積していく。これらの複数のデータベースをネットワークとして連携させ、地図情報、統計情報、Web 情報など外部のデータとの統合も行い、オーバーレイネットワークで構成されるネットワーク環境を構築することで、スケーラブルなセンサネットワーク利用基盤の実現を目指す。研究開始からこれまでの半年の期間は基本検討を行った。平成 19 年度に、具体化に向けて設計を進めていく。

## 2. 研究実施内容

本研究では、実世界検索を具現化するために、DBSN(データベースセンサネットワーク)、実空間安全・安心コンテキストのリアルタイム抽出、実世界検索アプリケーションフレームワーク、不審者検出情報生成に関わる物理センシングの技術要素に展開し、研究初期段階においては、個々の技術要素開発を進める。以下、各技術要素毎に、平成 18 年度の研究実施内容を述べる。

DBSN に関しては、DBSN オーバレイプロトコル設計の基本検討、屋内プロトタイプネ

ネットワークの構築、分散異種センサデータベースのための問合せ処理機構、問合せ記述言語の基本検討を行った。DBSN オーバレイプロトコルにおいては、実世界検索エンジンにより生成される DBSN メッセージに含まれる複数の属性と時間制約情報とから優先付けをし、効率のよい検索を達成するルーティング属性指標を特定する方式を検討した。屋内プロトタイプネットワークは、DBSN の末端センサ部分の動作を検証する目的として構築し、基本動作を確認し、次年度への実験基盤へとつなげることができた。分散異種センサデータベースのための問合せ処理機構の開発として、今年度は、小規模なセンサネットワークとデータサーバから構成される実験環境を構築し、そこから時々刻々得られるセンサデータを時系列として蓄積し、時系列解析などの高次処理を施したデータを履歴情報として蓄積することを試みながら、本プロジェクトで要求されるセンサデータベースアーキテクチャに関する検討を行った。具体的には、DBSN アーキテクチャの構成要素である DBSN リクエストと DBSN ピアのプロトタイプ的设计と実装を進めた。DBSN リクエストは、設計した問合せ記述言語の基本仕様に基づいて問合せ(クエリ)を生成し、DBSN ピアに送信する。DBSN ピアは、センサネットワークから取得したセンサデータを時系列として蓄積し、検索結果として、指定された地理的範囲の時系列データを DBSN リクエストに返答する。

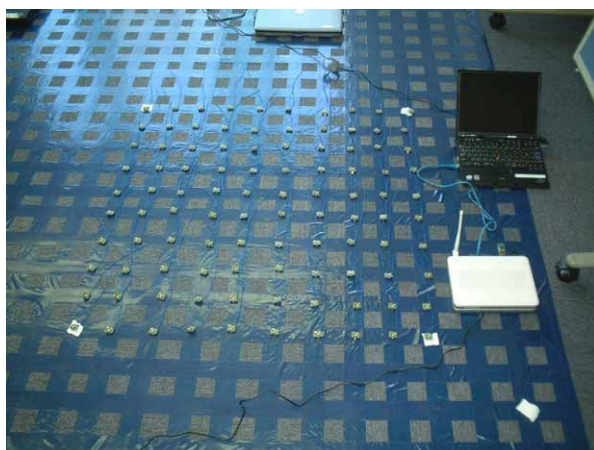


図1 屋内プロトタイプネットワーク

実空間安全・安心コンテキストのリアルタイム抽出では、3つの研究実施項目、「(a) 即時データ取得時の一次処理技術の開発」、「(b) 確率推論モデルによる分散コンテキスト抽出処理技術の開発」、「(c) 高次コンテキスト整形処理技術の開発」を設定した。本年度は特に、各項目での基礎的検討と、項目(a)および(b)に関する小規模実験環境の構築ならびに基本仕様を検討するための予備実験を行った。初期的小規模実験環境として MICA Mote 12 台、シンクノード 1 台、推論基幹サーバ 1 台からなるセンサネットワークを構築し、項目「(a) 即時データ取得時の一次処理技術の開発」に関しては、基幹サーバで受信された raw データ（本年度は環境センサとして、光センサ、振動センサを対象とした）の時系列的解

析による離散化手法の検討、「(b) 確率推論モデルによる分散コンテキスト抽出処理技術の開発」に関しては、(a)で得られた低次データに対し近似推論アルゴリズム型の分散ベイジアンネットワークを適用し、高次のコンテキスト情報（高次データ）抽出機構を構築し、不審者検出シナリオと熱中症危険度シナリオに基づく推論モデルの検討を行った。

実世界検索アプリケーションフレームワークにおいては、DBSN エミュレーションシステム、実機によるセンシング情報取得アプリケーションの開発に取り組んだ。本プロジェクトで開発する実世界検索基盤システムは、無線、有線ネットワーク問わず、さらにはパーソナルコンピュータだけでなく携帯端末といった様々な機器から利用されることが想定される。今回構築したエミュレーションシステムでは、ネットワーク遅延や帯域などを任意に設定することが可能となる。このことにより、センサ情報にアクセスする際の基盤システムの性能を様々な角度から評価することが可能となる。また、Web API の検討を進めるためにはシステム開発者側からの設計だけでなく実証実験をベースとして利用者の声を幅広く集めてシステムに反映していくことが重要となる。本年度、センサの情報を Web クライアントアプリケーションに表示する一連のシステムを開発した。

不審者検出情報生成に関わる物理センシングの開発では、本年度、本プロジェクトで構築する基盤ソフトウェアの応用シナリオとして、ビル内などの管理区域、路地・公園などの非管理区域における不審者検出を検討した。これらに利用可能なセンサ情報の取得ならびにその処理として、

- ・運動領域注視型小型ステレオカメラシステムの開発
- ・ステレオカメラによる移動人物検出アルゴリズムの開発
- ・RFID とステレオカメラの組み合わせによる不審者情報生成機構の開発の3つを想定している。

今年度は特にこのうちの「運動領域注視型小型ステレオカメラシステムの開発」のための基礎的な構築を行った。具体的には、運動領域注視型小型ステレオカメラシステムの基本アルゴリズムを提案し、市販のステレオカメラを利用することで提案アルゴリズムが実際に稼働することをプリミティブなレベルではあるが確認した。提案した基本アルゴリズムは、カメラを2台用いる点は通常のステレオカメラと同様であるが、各カメラでまず運動領域の検出を行い、ステレオにおける左右画像の対応づけ処理を検出された運動領域に限定することで、不安手になりがちなステレオ計測に関して、不審者検出において重要な運動領域にターゲットを絞りつつ、ロバスト化を図るというものである。運動領域検出として最も基本的な背景差分、フレーム間差分を用い、市販のステレオカメラで運動領域に限定したステレオマッチングを実現した。

本研究を進めるに当たり、最終年度に実証実験を行うことを念頭に、外部有識者を交えて応用ワーキンググループ(WG)を設けた。応用WGの中で、平成18年度スタートした議論を踏まえて、次年度以降応用シナリオを具体化していく予定である。

### 3. 研究実施体制

#### (1)「東京電機大学グループ」グループ

①研究分担グループ長:戸辺 義人(東京電機大学 教授)

②研究項目

- ・ DBSN オーバレイネットワークの構築
  - ・ DBSN プロトコルの設計
  - ・ DBSN プロトタイプシステムの構築

#### (2)「東京大学」グループ

①研究分担グループ長:白石 陽(東京大学 助手)

②研究項目

- ・ 実世界検索のための DBSN データベースアーキテクチャの構築
  - ・ 分散異種センサデータベースのための問合せ処理機構の検討

#### (3)「慶應義塾大学」グループ

①研究分担グループ長:高汐 一紀(慶應義塾大学 助教授)

②研究項目

- ・ 実空間安全・安心コンテキストのリアルタイム抽出
  - ・ 即時データ取得時の一次処理技術の検討
  - ・ 確率推論モデルによる分散コンテキスト抽出処理の検討

#### (4)「フィックスターズ」グループ

①研究分担グループ長:田村 陽介(株フィックスターズ 取締役 CTO)

②研究項目

- ・ 実世界検索アプリケーションフレームワークの研究開発
  - ・ DBSN エミュレーションシステムの開発
  - ・ 実機によるセンシング情報取得アプリケーションの開発
  - ・ センサ情報の Web API の開発

#### (5)「中央大学」グループ

①研究分担グループ長:梅田 和昇(中央大学 教授)

②研究項目

- ・ 不審者検出情報生成に関わる物理センシングシステムの開発
  - ・ 運動領域注視型小型ステレオカメラシステムの開発

#### 4. 研究成果の発表等

##### (1) 論文発表(原著論文)

- 間 博人, 門田 昌哉, 中澤 仁, 徳田 英幸, “センサ/アクチュエータネットワークにおけるネットワーク切断を考慮した確率推論機構”, 情報処理学会論文誌 Vol.48(2) 2007 年 2 月.
- Hiroshi Sakakibara, Masato Saito and Hideyuki Tokuda, “Design and Implementation of a Socket-level Bandwidth Aggregation Mechanism for Mobile Networking Environments”, 情報処理学会論文誌 Vol.48(2) 2007 年 2 月.
- 入江耕太, 若村直弘, 梅田和昇, “ジェスチャ認識に基づくインテリジェントルームの構築”, 日本機械学会論文集 C 編, Vol.73, No.725, pp.258-265, 2007 年 1 月.