

「先進的統合センシング技術」

平成 17 年度採択研究代表者

車谷 浩一

((独) 産業技術総合研究所情報技術研究部門 マルチエージェントグループ長)

「安全と利便性を両立した空間見守りシステム」

1. 研究実施の概要

本研究は、環境・人のセンシングによって得られるデータを統合的に解析することにより、社会の安全・安心感を提供するような情報サービスを、日常時において利便性を提供している情報通信インフラストラクチャー上において提供する「空間見守りシステム」の実現を目標とする。具体的な空間として、街角・ショッピングモール・美術館・官公庁のような公共空間・オフィス空間を想定し、空間環境のセンシングや携帯デバイスによる人のモニタリングを行い、センサー情報の統合的解析結果を用いて、「屋内自律型ナビゲーション」や「人の行動・健康状態の見守りサービス」を実現する。

初年度であるH17年度においては、空間見守りシステムを実現するために必要な、センサー情報の統合解析・サービス起動を実現するシステム全体のフレームワークを具体化した。必要なセンシングデバイスのうち、環境設置型デバイスからの情報を解析して人・物の移動軌跡を取得するシステムとミドルウェアの統合処理方法について開発を進め、人流情報の解析とデータベースへの蓄積を実現する通信プロトコルならびにデータベースソフトウェアの開発を行った。

安全と利便性を両立した空間見守りシステム

- ユビキタス環境の創出を背景に、**リアルタイムのセンシングデータ統合解析**を用いた、新しいサービスの創出
- 市民の**安全・安心・利便性**の提供



図1. 安全と利便性を両立した空間見守りシステム概念図

2. 研究実施内容

空間を見守るセンシング環境の構築の研究に関しては、複数のセンサーデバイスから得られるセンサー情報を適切に利用することによって、緊急時の避難誘導・生体センサー情報の統合解析による健康管理といった見守りサービスを実現するプラットフォームとして、SENSORD ミドルウェア (Sensor-Event-Driven Service Coordination Middleware) の構築を行っている。SENSORD の主要な機能は以下の通りである。

1. センサー情報の管理 (センサー情報格納と時空間情報検索) 機能

任意のセンサーデータに対して、その得られた時刻と空間的位置をキーとして検索を実行できるデータ管理機能。

2. センサー情報の解析機能

センサーデータを具体的なサービスに結びつけるために、センサーデータの時空間的相関などを統計やマシンラーニングの手法を用いて解析する機能。

3. 実時間サービス連携機能

異常の検知などの定型的な解析を実時間でを行い、その解析結果に応じて情報配信などのサービスを即座に起動する機能。

平成 18 年度は、上記の機能の実現に向けて、SENSORD の基本アーキテクチャの設計

(図2), および SENSORD のデータ管理に関する基本機能 (センサーデータの収集・格納・時空間検索) の実装を行った. 実装言語は Java (JDK 5.0) である.

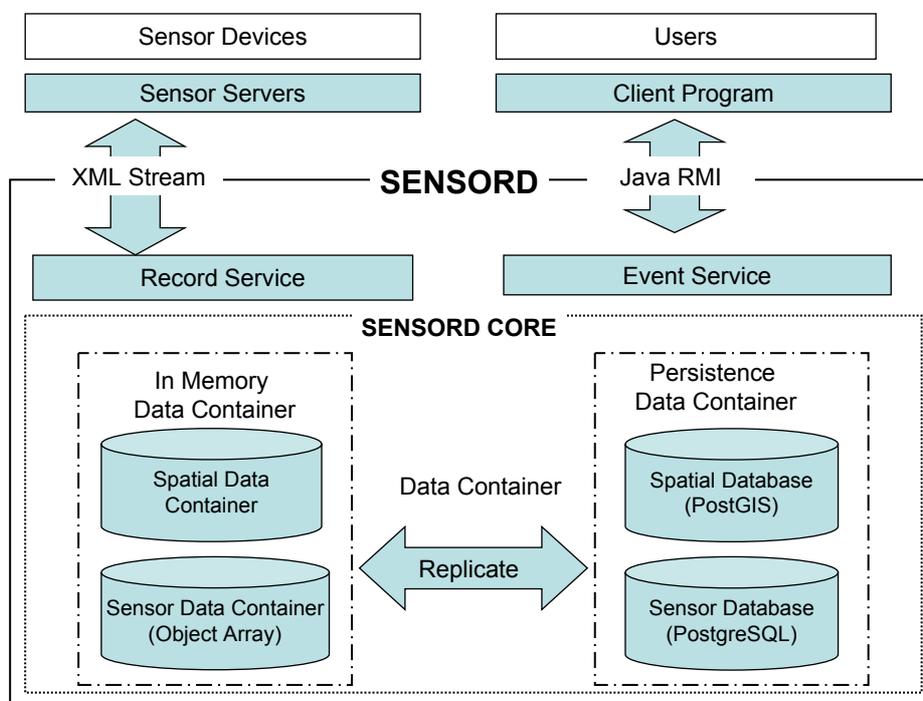


図2. SENSORD のアーキテクチャ

また具体的なサービスとして, 屋内避難誘導のための屋内環境モニタリングシステムの開発を行った. このサービスは, 屋内や地下街などの閉空間において火災などの緊急時における情報配信や避難誘導を目的としたものであり, 秋葉原ダイビル 10F のフロアに様々なセンサーデバイス (温度湿度センサー, ビデオシステム) を実際に設置し, 温度・湿度の変動や人流データなどの収集, 格納, 検索, 解析を行うシステムを構築した. 図3に開発した屋内環境モニタリングシステムの概要を示す. 700 平米の実験スペースに 20 台の温度・湿度センサー, 9 台のビデオシステム (Vitracom SiteViewEP¹, Ubiquitous Stereo Vision System (USV)², IBS Counter³) を設置している. 人流計測用のビデオカメラは部屋の出入り口付近に設置されており, 実験エリア内に設定された仮想的なボーダラインを通過した人の数を計測し, SENSORD に通知するシステムとなっている. SENSORD システムは, 上記のようなセンサー群と通信し, センサーデータ (温度・湿度, 実験エリア内の通行人の検知結果など) を受信する. 受信したセンサーデータを解析することにより, ある部屋

¹ <http://www.vitracom.de/downloads/sit-view-st-ep-en.pdf>

² <http://staff.aist.go.jp/i-yoda/usv/index.html>

³ http://www.ced.cp.jp/IBS_CT_CAT.pdf

に現在在室中の人数のカウンタなどをリアルタイムで行う。

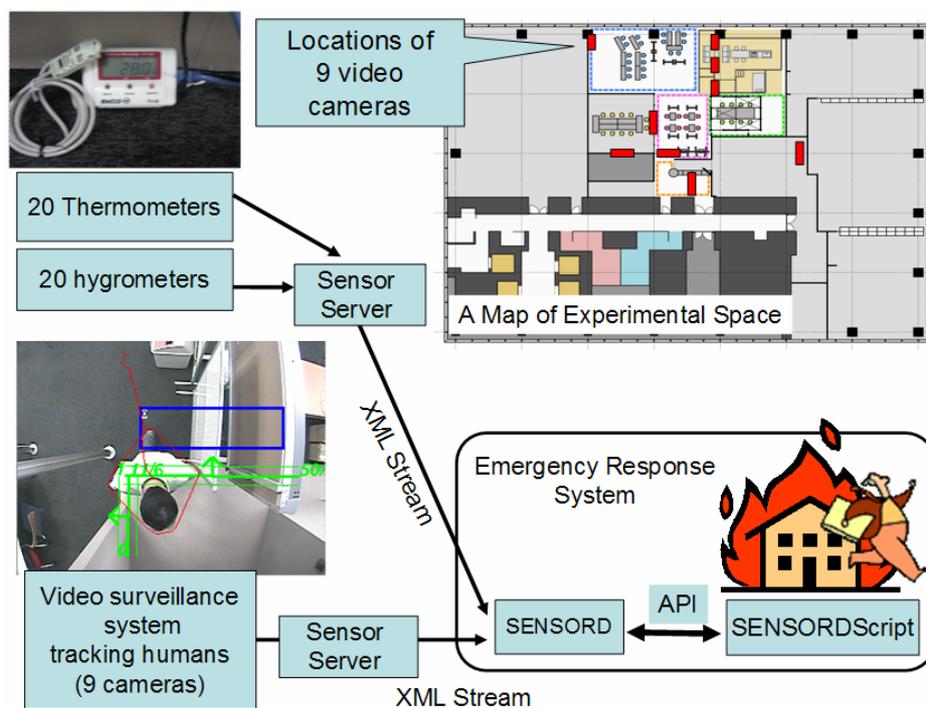


図3. 屋内環境モニタリングシステム

図4は本システムのユーザインタフェイスのスナップショットである。図4の2次元地図は実験スペースの概観を示しており、左の各ウィンドウは各センサーの温度・湿度、通過者の人数を表示している。本システムの空間データは、SENSORDの統一的な空間データ管理機能を用いて実現しており、表示領域の拡大・縮小によって、屋内の配置図と秋葉原周辺地図とがシームレスに連動した表示を実現している。図5は、図4の表示を縮小していった場合の表示例である。

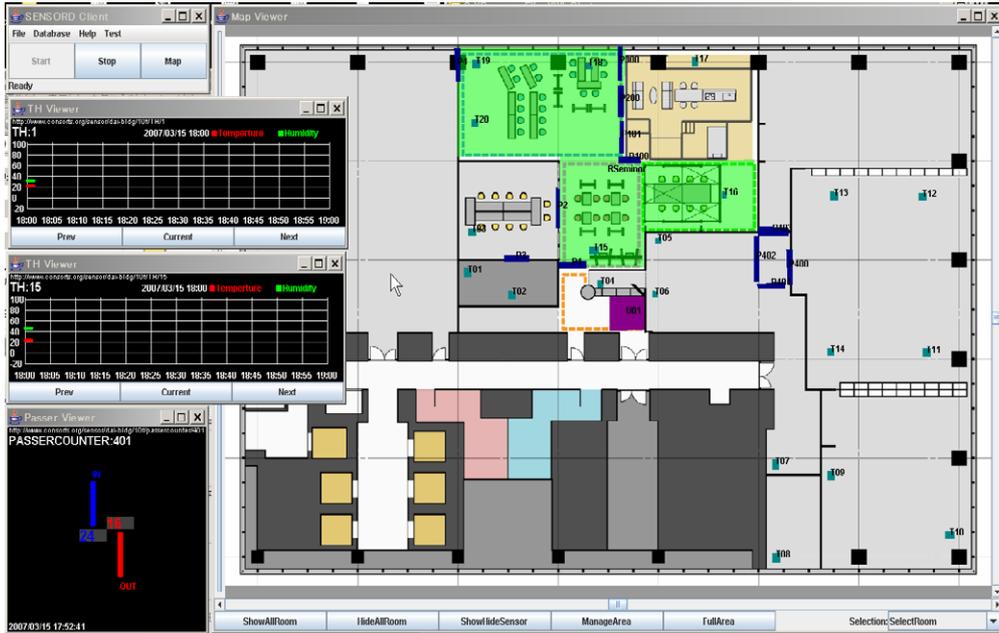


図4. 屋内環境のモニタリングシステムのユーザインターフェイス
 左上・中：温度・湿度 左下：人流カウント

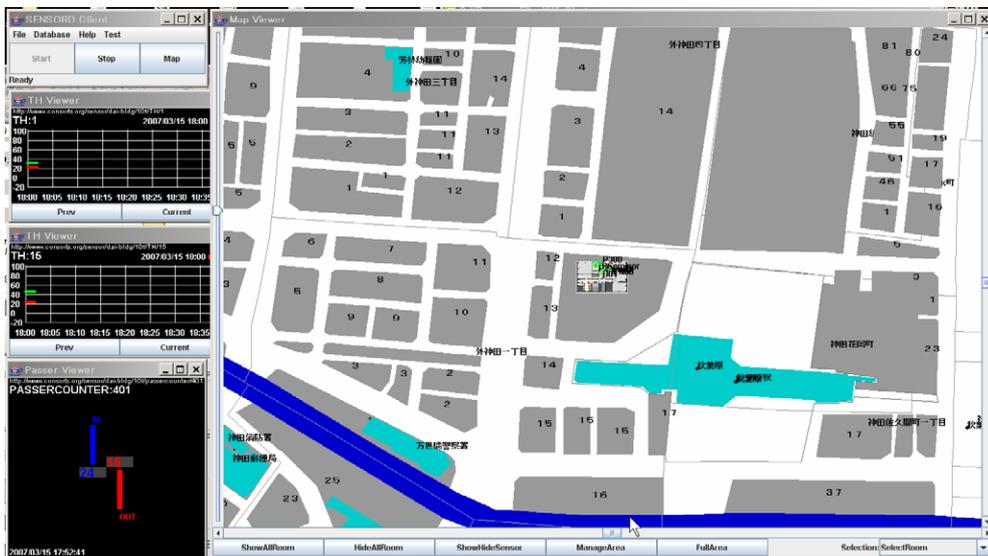


図5. 秋葉原駅周辺を含めた環境モニタリングシステムの表示
 (背景の地図は国土地理院発行の数値地図 2500 東京-6 を使用)

ビデオシステムのうち、Ubiquitous Stereo Vision (USV)は、人の移動を検知し、その移動軌跡を記録することができるので、SENSORD の時空間 API を用いて、フロアの受付付近における訪問者の移動軌跡データの記録、格納、検索機能も実現した。図6は、この軌跡データの検索システムのスナップショットである。この検索システムでは、監視エリア

内を通過した人の軌跡を、時間をキーとして検索し、時間順序でプレイバックする機能を実現した。

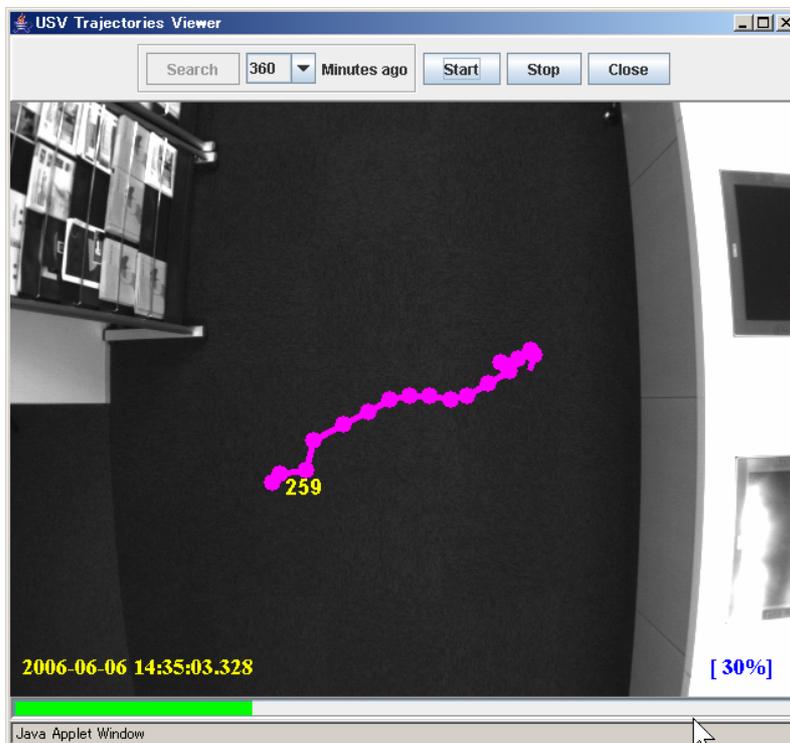


図6. 移動軌跡データ検索システムのスナップショット

USV の軌跡情報の取得機能を使用し、原画像を保持せずに、軌跡データだけを SENSORD に蓄積することが可能.

大規模ナビゲーションの理論的モデル化と解析に関しては、ナビゲーションサービスにおいて安全を確保するために重要な要件の一つとして、人流集中、すなわち多数の人が一時に一箇所に集中するような事態を避けることが挙げられる。そのために、群としての多数のユーザが特定の場所に集中しないように、多数のユーザを分散させてナビゲーションを行うようなプランニングの方法（群ユーザ支援、情報共有型プランニング）の研究開発を進めている。平成18年度においては、仮想的なテーマパーク（図7）を想定し、ユーザの個々の希望（訪問したいアトラクションとその優先順位）を尊重しつつ、ユーザがアトラクションを訪れる経路を動的に変更することにより、各アトラクションの混雑度を下げることが可能なナビゲーションの方法を見いだした。また、この手法が有効であることをシミュレータ上で検証を行った。

また、このような情報共有プランニングの効率向上の度合いは、台集合すなわち施設・道路等のネットワークとしての構造に依存するはずである。平成18年度では、台集合の複雑ネットワークとしての構造と情報共有型プランニングの効率の関係についての実験を

行うためのソフトウェアの整備を行った（図8）。

・ 来訪者の訪問予定情報の共有による混雑度の平坦化

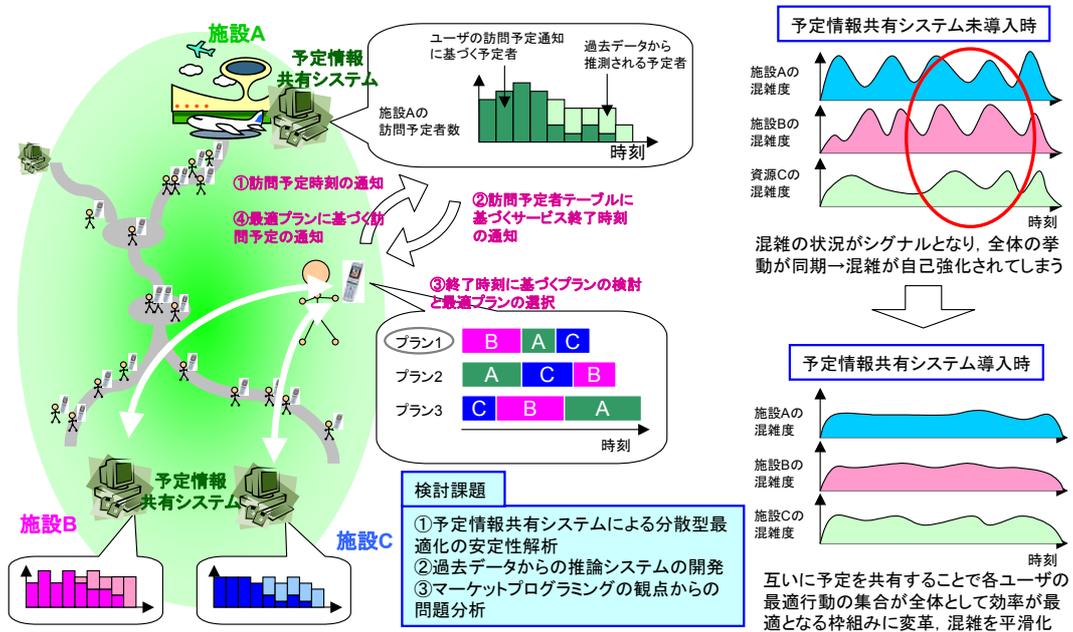


図7. 仮想的なテーマパークにおける情報共有型プランニングのシミュレーション

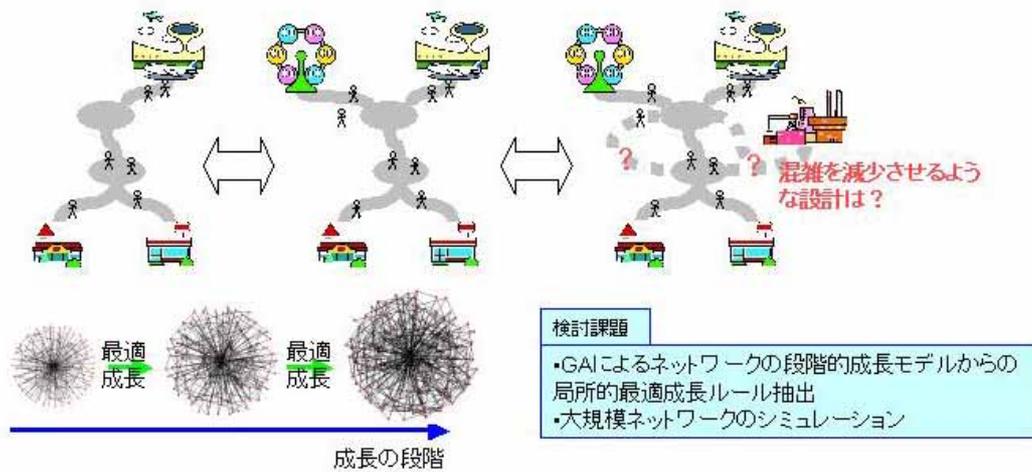


図8. 複雑ネットワークモデルによる情報共有型プランニングの効率分析

3. 研究実施体制

(1)「産総研」グループ

①研究分担グループ長:車谷 浩一 (産業技術総合研究所 マルチエージェントグループ長)

②研究項目

- ・屋内自律型ナビゲーション, 特定音声自動捕捉システム, モバイル健康管理システム, 情報共有プランニング.

(2)「北大」グループ

①研究分担グループ長:大内 東 (北海道大学大学院 教授)

②研究項目

- ・情報共有プランニング, テーマパーク問題.

(3)「未来大」グループ

①研究分担グループ長:鈴木 恵二 (はこだて未来大学 教授)

②研究項目

- ・情報共有プランニング, エージェントモデリング.

4. 研究成果の発表等

(1)論文発表(原著論文)

- Akio Sashima, Yutaka Inoue, Koichi Kurumatani: Spatio-Temporal Sensor Data Management for Context-Aware Services. In the Proc. of the International Workshop on Advanced Data Processing in Ubiquitous Computing (ADPUC 2006), 2006. (<http://doi.acm.org/10.1145/1169067.1169072>).
- Akio Sashima, Yutaka Inoue, Koichi Kurumatani: Sensor-Event-Driven Service Coordination Middleware for Context Aware Systems. In the Proc. of the System Support for Ubiquitous Computing Workshop at UbiComp 2006 (Ubisys 2006), 2006.
- Akio Sashima, Noriaki Izumi, Koichi Kurumatani, Yoshiyuki Kotani: Towards Role-Based Agent Coordination for Mobile and Ubiquitous Services. In the Proc. of the 2nd International Workshop on Web and Mobile Information Systems (WAMIS '06), 20th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA 2006) , Vol.2, pp. 262-266, 2006. (<http://dx.doi.org/10.1109/AINA.2006.328>)
- Akio Sashima, Noriaki Izumi, Koichi Kurumatani, Yoshiyuki Kotani: Dynamic Role Assignment Protocol for Pervasive Computing. In the Proc. of the Third International Conference on Information Technology: New Generations, pp. 588-589,

2006. (<http://dx.doi.org/10.1109/ITNG.2006.54>)

- Tomohisa Yamashita, Daisuke Takaoka, Noriaki Izumi, Akio Sashima, Koichi Kurumatani, Koiti Hasida: Realizing Context Awareness in Mobile Services Based on Lightweight Ontology, In the Proc. of The Second International Workshop on Semantic Web Technology For Ubiquitous and Mobile Applications, pp.34-46, 2006.
- Yusuke Matsumura, Hidenori Kawamura Azuma Ohuchi: Optimizing of Growing Queuing network with Slight Reconstruction, the special issue of ITSSA Journal on "Emergent Intelligence of Networked Agents", vol. 3, no 1, 2007 (in printing).
- Kenta Oomiya, Keiji Miyanishi, Keiji Suzuki: Balancing Sociality in Meta-agent Approach, In the Proc. of 3rd International Conference on Autonomous Robots and Agents (ICARA 2006) Palmerston North, New Zealand, pp.605-610, 12-14 December 2006.
- 松村 有祐, 川村 秀憲, 大内 東: 成長する待ち行列ネットワークにおけるトポロジー生成規則の最適性, コンピュータソフトウェア, Vol.24, No. 1, pp.40-49 (2007).