

車谷 浩一

(独) 産業技術総合研究所
情報技術研究部門・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って、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ショッピングモール・展示会場・美術館・街角のような公共空間を想定し、センサー情報の統合的解析結果を用いて屋内空間におけるユーザの位置・移動軌跡・移動状態の推定、生体の見守り、安全・安心感を提供する情報共有等を実現する「空間見守り」システムの実現を目指す。H20 年度においては、屋内自律型ナビゲーションシステムを実現し、横浜ランドマークプラザにおいて実稼働させ、システムの動作検証を行った。また生体の見守りサービスとして、ユーザが装着した生体センサーからの情報を携帯電話とサーバサイドの情報処理の協調によって解析し、ユーザの身体状態を推定・表示し、必要に応じて自動通報を行うシステムを実装し検証を行った。

2. 研究実施内容

H20 年度においては、昨年度までに実現した屋内自律型測位システムを基盤システムとして、「屋内自律型ナビゲーションシステム」すなわち屋内空間において環境に設置されたビーコン信号から受信した信号を手元の携帯端末で処理し、ユーザを目的地まで案内するシステムの開発を行った。具体的には、以下の研究開発を実施した。

1) 低消費電力センサーネットワークシステムの研究開発

屋内空間におけるユーザの測位や環境状態を計測するセンサーネットワークを構成するために、a) 低消費電力のセンサーネットワークデバイス、b) センサーネットワークノード間の通信を規定する通信プロトコル、c) 通信内容を解釈・実行する組み込みソフトウェアを開発した。

2) 確率統計推論による測位・ナビゲーションシステムの研究開発

ユーザの位置を確率的に推定する測位システムを拡張し、屋内空間においてユーザの道

案内を行うためのコンテンツの自動提示システムを開発し、実環境である横浜ランドマークプラザにおいて動作確認を行った。このシステムは、昨年度に開発された屋内自律型測位システムが持つ以下のような特徴を有している。

- A) 確率推論とデータの統計的性質を併用することにより、測位の精度の向上・ビーコン信号の一時的な欠落や雑音に対する信頼性の向上を実現。
- B) 携帯電話に搭載された MPU 程度の情報処理能力で測位エンジンならびにナビゲーションソフトウェアが動作可能。
- C) 混雑した環境でも動作可能。人が多く集まる混雑した環境でも測位の性能の低下を抑えられる。
- D) 低電力の微弱無線を利用しており、低い消費電力で動作可能。

図1に屋内自律型ナビゲーションシステムの概念図を示す。

屋内自律型ナビゲーション

- ・【基盤技術】環境側から発信される複数の無線ビーコン信号を受信し、確率推論・統計処理によって、人の位置・移動軌跡を確率的に推定する**測位エンジン**
- ・手元の携帯情報端末(スマートフォン)のみで**自律的に**ナビゲーションを実行可能



図1. 横浜ランドマークプラザにおける屋内自律型ナビゲーションシステムの概念図

屋内自律型ナビゲーションシステムと並行して、ユーザが日常的に自らの身体状態をセンシングし、早期に異常を検知し、必要ならば家族等に自動通報すること可能とするような携帯電話とワイヤレス生体センサーを用いた身体見守りサービスシステムを構築した。これは、ユーザが普段利用する携帯電話と身体装着型のセンサー(温度センサー・加速度センサー・心電位センサーを一つのケースで一体化したウェアラブルなワイヤレス生体情報センサー)を装着したユーザが、自ら

の「心拍」や「姿勢」「歩数」などの身体状況を、市販の携帯電話を表示装置として常時モニターすることが可能なシステムである。センシングした心電位などのデータを直接携帯電話上にグラフ表示することに加えて、ユーザの身体状況を「歩行中」などのような定性的な状態に識別して表示することが可能である。装着型センサーからの情報は、常時携帯電話にて受信しており、携帯電話でのグラフ表示やデータ解析の一部は携帯電話上で実行される。一方で、センサー情報は携帯電話回線経由でサーバーにも送信されており、携帯電話では解析処理能力が不足する場合にはサーバー上での解析プログラムにてセンサー情報の解析を実行する。また、サーバーにも情報が送られているため、身体に起こる緊急事態の検出や遠隔での見守りサービスが可能となる。具体的には、以下のような身体状態ならびにその特徴の検出が可能である(図2)。

A) 姿勢

身体の軸の傾きを算出し、角度に応じて、「仰向け、うつぶせ、正立」などの姿勢を識別する。

B) 心拍数

心電位の時系列データから、心拍数 (Beat Per Minute) を計算する。

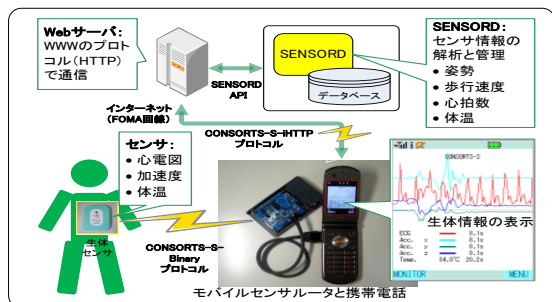
C) 歩行状態

「移動中」「歩行中」「走行中」を判定する。

D) 体温

「非装着」「装着中」を判定する。

- 装着型センサーの情報を携帯電話にて常時受信し、グラフ表示・データ解析を実行
- センサー情報はサーバーにも送られ、携帯電話では処理能力が不足する処理をサーバー上で実行(FFT等)
- 身体の緊急状態の検出・通報、遠隔見守りサービス



- 「心拍数」「姿勢」「歩行速度」「体温」

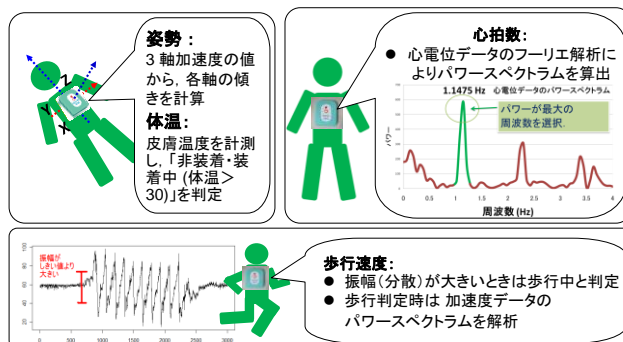


図2. 身体見守りサービスシステム

また、大規模ショッピングモールを想定し、警備員・来訪者を含めた多数のユーザ間で位置・移動軌跡の情報を共有することによる警備員ナビゲーションと、来訪者に安全・安心感を与えるナビゲーションサービスを実現するシステムの検討を行った。来訪者向けナビゲーションを拡張し、警備員やビル管理者向けのナビゲーション、すなわち平常時の巡回支援に加えて、来訪者の病気や事故・火事など緊急時における警備防災センターの指示に基づいた警備員・ビル管理者の緊急行動を支援するシステムの検討を行った。具体的には、センサーネットワークを用いて位置・移動軌跡情報ならびに緊急通報情報を伝達するための通信帯域を確保する短距離無線デバイスでの通信方法を検討し、帯域幅の狭い通信環境内で用いるための地理情報の表現形式を設計した。

屋内自律型ナビゲーションを利用するユーザ（警備員や来訪者等）の間で、ユーザの位

置や移動軌跡情報を共有することによって、緊急事態における警備員・ビル管理者の適切な移動経路を生成し、また通常時における効率的な人の流れを実現する経路生成アルゴリズムである user-in-the-loop forecasting アルゴリズムを開発し、その有効性を理論的解析・シミュレーション解析によって確かめた。このアルゴリズムを応用し、平常時における警備業務において、リアルタイムに把握している警備員の位置情報と警備防災センターが策定する対応案に基づいて警備員群に適切な移動経路を指示し配置を行う最適化問題（警備員配置問題）を定式化した。

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 グループ長)

②研究項目

安全と利便性を両立した空間見守りシステムアーキテクチャ

(2)「北大」グループ

①研究分担グループ長:鈴木 恵二(北海道大学大学院 教授)

②研究項目

空間見守りを実現するナビゲーション理論の研究

4. 研究成果の発表等

(1) 論文発表 (原著論文)

1. Akio Sashima, Takeshi Ikeda, Yutaka Inoue, Koichi Kurumatani. SENSOR/Stat: Combining Sensor Middleware with a Statistical Computing Environment. In the Proc. of the Fifth International Conference on Networked Sensing Systems (INSS 2008), 2008.
2. Akio Sashima, Yutaka Inoue, Takeshi Ikeda, Tomohisa Yamashita, Masayuki Ohta, Koichi Kurumatani. Toward Mobile Healthcare Services By Using Everyday Mobile Phones. In the Proc. of International Conference on Health Informatics (Healthinf 2008), Vol.1, pp.242-245, 2008.
3. Yutaka Inoue, Takeshi Ikeda, Kiyoshi Yamamoto, Tomohisa Yamashita, Akio Sashima, Koichi Kurumatani, "Usability Study of Indoor Mobile Navigation System in Commercial Facilities ", In Proc. of the 2nd International Workshop on Ubiquitous Systems Evaluation (USE 2008) in UbiComp 2008 , pp.45-50, Seoul, South Korea (2008/9).
4. T. Ikeda, Y. Inoue, A. Sashima, K. Yamamoto, T. Yamashita, and K. Kurumatani, "ComPass System: An Low Power Wireless Sensor Network System and its Application to Indoor Positioning", in the Proc. of the 5th International

- Conference on Soft Computing as Transdisciplinary Science and Technology Proceedings (CSTST 2008, Paris), ACM, pp.656-662 (2008).
5. Yutaka Inoue, Akio Sashima, Takeshi Ikeda, and Koichi Kurumatani, "Indoor Emergency Evacuation Service on Autonomous Navigation System using Mobile Phone," in Proc. of the Second International Symposium on Universal Communication (ISUC 2008, Osaka), IEEE Computer Society, pp.79-85, 2008.
 6. Akio Sashima, Yutaka Inoue, Takeshi Ikeda, Tomohisa Yamashita, and Koichi Kurumatani, "CONSORTS-S: A Mobile Sensing Platform for Context-Aware Services," in Proc. of the 2008 International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks, and Information Processing (ISSNIP 2008, Sydney), pp.417-422, 2008.
 7. Yasushi Yanagita, Keiji Suzuki, "Evaluation of Mass User Support Strategies in Theme Park Problem," in Post-Proc. of the Agent-Based Approaches in Economic and Social Complex Systems International Workshop 2007 (AESCS2007), Springer, pp.43-54, 2008.

【accepted】

柳田靖, 鈴木恵二: 複雑ネットワークモデルにおけるテーマパーク問題に関する考察 ～ネットワークモデルの比較法～, 情報処理学会論文誌 掲載予定(受付番号:08-S013), 2009.
河本満, 浅野太, 車谷浩一: マイクロフォンアレイを用いた音環境の見守りによる非日常音の検出システム, 計測自動制御学会産業論文集 掲載予定 (2009)

(2) 特許出願

平成 20 年度 国内特許出願件数 : 1 件 (CREST 研究期間累積件数 : 1 件)