

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名：安全と利便性を両立した空間見守りシステム

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点):

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 研究グループ長)

主たる共同研究者

鈴木 恵二(北海道大学大学院情報科学研究科 教授)

大内 東(北海道大学大学院情報科学研究科 教授)

3. 研究実施概要

本プロジェクトでは、街角・官公庁のような公共空間、オフィスのような実務空間において、個人のプライバシーを保護しつつ人工環境のモニタリングを実施し、センサからの情報解析ならびに近未来の予測を実施する時間軸解析を統合することにより、社会を見守り安全を確保する情報支援システム、特に社会的資源の動的割当を実現するシステムの構築を目指した。その後の議論を経て、ユーザが使用する携帯情報端末としてスマートフォン (Windows Mobile) ならびに携帯電話 (iAppli 等の Java アプリケーション) を想定し、センサ情報を送受信する方法としては ZigBee, IEEE 802.15.4 ならびに Bluetooth、サーバとの通信は携帯電話網上での TCP/IP を前提としたソフトウェアアーキテクチャを用い、平常時には利便性を提供するシステムが、非常時には非常時モードへと自動的に切り替わり、安全・安心感を提供する非常時システムとして動作するような統合システムの実現に重点を置いて研究開発を推進した。特に、1) 人の位置情報に注目して、平常時には利便性を提供するナビゲーションサービスを提供し、非常時には非常時用情報を自動的に配信し、最寄りの非常口までの情報を提供する「屋内自律型ナビゲーション」、2) 人の位置情報のみならず、人の運動状態を携帯型センサにてリアルタイムに計測し、遠隔地の家族や医療関係者が対象者の運動状態を把握できる「生体運動見守りシステム」を実現した。

屋内自律型ナビゲーションでは、GPS信号の利用が困難な屋内空間を想定し、ユーザが自身の位置・移動軌跡情報を自分の手で把握することができる屋内自律型測位システム、平常時にはユーザへの利便性を提供する平常ナビゲーションを実行しつつ、非常時には無線センサネットワークのみを用いて非常信号を配信し、最寄りの非常口までユーザを誘導するための情報を提供する非常時ナビゲーションを実現した。このシステムは、1) ZigBee, IEEE 802.15.4 の通信パケットを用いて、環境に設置された無線センサネットワークノードからの複数の測位用パケットを、確率推論を用いて解析し、ノイズや信号の欠落に頑健で対象の位置・移動軌跡を連続的に計測できる測位システム、2) 測位ビーコンのみを用いて非常信号を配信し、非常時においても平常時と全く同一の通信量・帯域幅で非常信号を配信するシステム、3) 非常信号を受信すると自動的に近くの非常口までの経路情報を提供する平常時・非常時兼用の屋内ナビゲーションシステムから構成され、実環境である横浜市みなとみらい地区のランドマークプラザにおいて動作を検証した。

生体運動見守りシステムは、起床、就寝、食事、洗顔、トイレ等の人間の様々な身体・活動状態全般のうち、歩く、走る、立つ、横になる等の「運動」状態を中心に見守りを実現するシステムを目指した。このシステムは、人の位置の情報だけでは把握できない人の運動状態を常時センシングし、平常時には日頃の運動状態を記録し健康の維持に関する情報を提供し、また非常時には自動的に家族等へ連絡を行うサービスを実現するものである。1) 「モバイル生体センサ」と呼ばれるユーザが自分で装着しないしは携帯可能な超小型・軽量のセンサデバイス(加速度・温度・湿度・気圧・心電位を同時に計測可能、Bluetooth 通信、SD カードによるデータの蓄積、リチウムイオン電池による動作)からの情報を、2) 携帯情報端末で受信・解析し、携帯電話網を用いてインターネ

ット上のサーバへ転送し、3) アプリケーションサーバ上で追加的な解析を実行する。

更に、以上の屋内自律型ナビゲーション、運動見守りシステムのバックボーンとして、アプリケーションサーバ上で動作するデータ解析システム(時空間情報データマネジメントシステム SENSORD) を実現した。同システムは、複数のセンサデバイスから得られるセンサ情報を確率統計的に解析することによって、例えばユーザの状況に応じた適切なコンテンツの自動配信や、運動の見守りで異常を検知するといったサービスのプラットフォームとして動作する。また、SENSORD に対して非常事態の発生の可能性がある非日常音を検出し通知する非日常音検出システム、人の集まりの度合いを ZigBee, IEEE 802.15.4 の信号強度から推定する群集動態の検出システム、多くの人が集まる状況において効率的なナビゲーションを実現する群ユーザ支援アルゴリズムの研究開発を実施した。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の達成状況及び得られた研究成果(論文・口頭発表等の外部発表、特許の取得状況等を含む)

空間における測位システムと生体運動見守りシステムという2つのシステムにおいて、独自性のある研究成果が達成された点、また当初の計画とは異なるものの現場での実証実験を実施した点は評価できる。屋内自律型ナビゲーションに関しては、従来のシステムに関する実用化に向けた課題を解決することができた。従来の 2.4 GHz ISM 帯の無線信号を用いた測位システムでは、信号の伝搬時間差を用いたシステムは特殊なハードウェアが必要という制約があり一般に高価である。一方、無線信号の強度を用いたシステムは比較的安価であるが、信号の一時的な欠落、雑音、マルチパスによる信号強度の変動などによって測位結果が大きく影響を受けるため、対象の連続的な位置変化を的確に計測できない(測位結果が非連続的に変化し、実位置とは全く異なる場所を示すという問題)という問題があった。本システムはこれらの問題点を解決するものとなっている。

生体運動見守りシステムに関しては、データの解析を行うコンポーネントを状況に応じて動的に変更できる点が特徴的である。運動状態・姿勢等の解析は、モバイル生体センサ、携帯情報端末、サーバのいずれのコンポーネントでも実行できる設計となっており、例えば充電機の容量を考慮することにより、データ解析を実行するコンポーネントを動的に変更して、システム全体の動作を最適化することが可能な設計となっている。データ解析の結果は、見守られるユーザの携帯情報端末で表示されるのに加えて、見守るユーザの携帯情報端末でも Web アクセスによりリアルタイムで閲覧可能である。

本プロジェクトの当初の計画では、様々な空間における環境や人の状態の変化に対応した見守りシステムの構築、特に緊急時の避難誘導システムを実現し大規模な実証実験を行うことが最終的な目標として設定されていた。この目的に対して、屋内空間での避難誘導システムを実現するための要素技術(ハードウェア・ソフトウェアモジュール)は実現されている。要素モジュールを統合した屋内自律型ナビゲーションシステムは実空間である横浜市みなとみらい地区のランドマークプラザにおいてその動作が検証されており、プロジェクト終了後に同地区やその他地域において屋内での来館者ナビゲーションとして実用化が予定されている。プロジェクト終了時において大規模な避難誘導システムの社会実装が完成しなかったのは、携帯情報端末による避難誘導情報の提示システムが、現状の法令等によって定められている人による避難誘導への追加的システムという位置付けであり、携帯情報端末による避難誘導援助の有効性が社会的にまだ充分認知されていないのが原因と思われる。また、総括の指導もあり、人の位置の情報のみならず人の運動を推定するセンシングシステムを採り入れ、同一ソフトウェアを用いて日常時の高齢者等の運動状態の見守りと緊急時の通報を可能とするシステムへの展開が図られ、こちらも実証システムレベルに達した。

論文は十分な数が執筆されているが、査読有りの学術誌の論文としては国内誌の論文は7件出版されているも

の、国際的な学術論文に関しては 30 件の論文のうちプロシーディングペーパーがほとんどである。今後、更なる国際的なプレゼンスを高めていくことに期待する。プレス発表・新聞報道等は活発になされている。特許は国内3件、海外1件であり、研究開発された基盤技術の部分に関する出願は行われている。社会実装が求められるプロジェクトにおいては、製品化に向けた応用特許の出願も期待される点である。自律型測位システムに関しては、システム開発業者に委託して作成させた場合に比べての明確な技術的進歩性や有用性に関して必ずしも十分に表現されていないように見えるが、無線デバイスの設置間隔の数倍以上の精度を出し、かつ実空間で安定して動作し測位結果の非連続性を解消する測位システムは他では実現されておらず、評価できる。避難誘導システムは、無線センサネットのみで非常信号を配信することが可能であり非常信号の伝搬に有利であると思われるが、避難誘導において人の流量を制御する手段の導入の必要性が議論されていない等のことを考慮すると、大規模な避難誘導の実空間での支援という実際の社会実装の実現性についてはこれからの展開である。生体運動見守りシステムに関しては、独居高齢者の日常生活における運動の見守りシステムとして、実証システムレベルに達したことは評価できる。

4-2. 研究成果の科学技術や社会へのインパクト、戦略目標への貢献

屋内自律型測位システムは、空間における位置同定法という観点からは様々な応用分野が想定される基盤技術であり、今後の他分野での研究展開にも期待したい。また、生体運動見守りシステムに関しても、非常に社会的要望の強い分野であり、社会へのインパクトは大きい。

4-3. 総合的評価

当初の研究目標に対して、屋内自律型ナビゲーションの要素技術モジュールの完成と統合システムの実空間での実証を果たしたが、大規模な避難誘導システムの社会実装までは到達しなかった。今後の実用化の過程において、大規模な避難誘導を実現するシステムとして利用される展開を期待したい。人の位置情報に加えて運動状態をセンシングするシステムは、実用化に向けた体制が構築で切れば、今後の超高齢者社会に有用な技術となる。