

「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、環境のセンシングによって得られたデータの解析と、情報共有やシミュレーションによる予測型情報を統合することにより、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・展示会場・美術館・官公庁のような公共空間・オフィスビルを想定し、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行い、センサー情報の解析ならびに未来に関する予測情報を統合することにより、安全・安心感と利便性を同時に確保する。

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、サービス群を実現するためのシステム全体の構成方法について、必要とされるセンシングデバイス・センシングデータ解析・シミュレーション・情報共有技術の各部について検討を行い、微弱無線・音・画像からのセンサー情報を統合して解析し、サービスを起動する全体のフレームワークを具体化した。特に、カメラからの画像を解析して人・物の移動軌跡を取得するシステムについて開発を進め、カメラ情報の解析とデータベースへの蓄積を実現するデバイスネットワーク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。

H18年度においては、前年度の成果を受け、1)「近接場の情報交換を行う無線ノード」微弱無線によって情報を交換する低消費電力の無線ノードを用いたセンシングと情報伝達システム、2)「音空間を見守る立体音響認識」マイクアレイを用いて、空間内に存在する音源の概略位置の推定と、人間の発話から緊急事態を自動的に検出するシステム、3)「緊急情報通報・避難誘導システム」危険状況の通報を行い、状況に応じた適切な情報の配信・避難誘導ナビゲーションを実行するシステムに関する研究開発を実施する。

2. 研究実施内容

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、まずサービス群を実現するためのシステム全体の構成方法について、必要とされるセンシングデバイス・センシングデータ解析・シミュレーション・情報共有技術の各部について検討を行い、微弱無線・

音・画像からのセンサー情報を統合して解析し、サービスを起動する全体のフレームワークを具体化した。本研究開発で実現するサービスイメージ，すなわち日常時において利便性を提供する情報通信インフラを活用し，A) 空間を見守り，日常の活動に有益な情報サービスの提供，ならびに危険状況の検出と予見，B) 共有資源の円滑な利用と危険状況の事前回避，C) 緊急時の避難誘導計画作成などに関して，携帯電話を用いた情報提供・ナビゲーションとしてサービスを提供する方法について検討し，そのデバイス・ソフトウェアの基本的な構成法を具体化した（図1）。また，カメラからの画像を解析して人・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，カメラ情報の解析とデータベースへの蓄積を実現するデバイスネットワーク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。

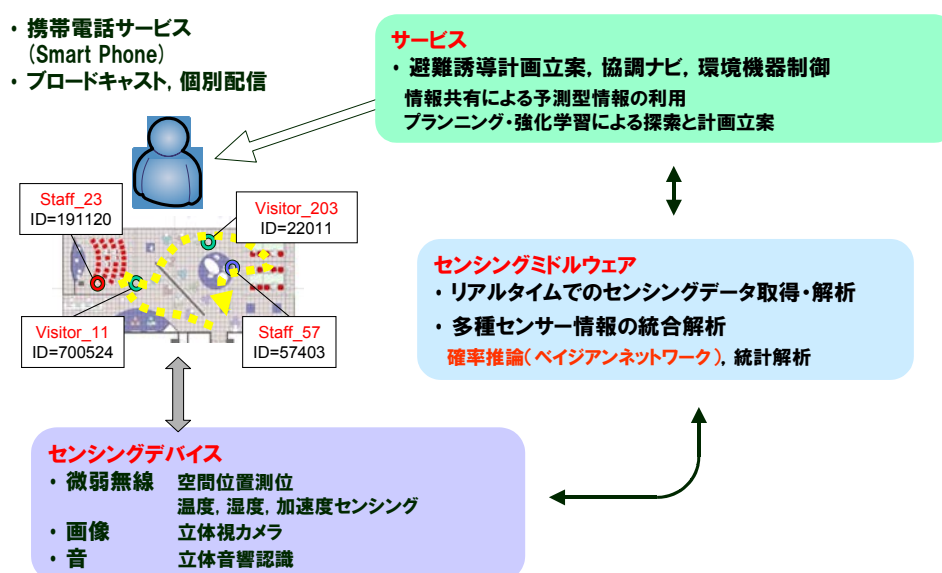


図1. 空間見守りシステム全体構成

また，多数の人を避難誘導するための誘導方法について検証するため，テーマパーク問題と呼ばれる多数の人の誘導問題に関するシミュレータを開発し，数百～数千の人がテーマパークに訪れた際の情報提示による移動誘導の効果について検討を行った。特に，実際にユーザが訪れた際にリアルタイムに人の集中に関する情報をブロードキャストする方法について検証した。次に，問題を静的な問題として捉え，遺伝的アルゴリズムで全体の行動を最適化することにより効率的な誘導（資源利用）の準最適解と比較した。遺伝的アルゴリズムの結果より，準最適な資源利用はテーマパークに訪れる人流の流入量に依存してそのダイナミクスが変わる可能性が示唆された。今後は，テーマパークから人々が避難する必要がある状況においてどのようなナビゲーションが可能なのかについて展開する予定である。

避難誘導が行われる空間は、道路・通路網という一種のネットワーク構造であり、そのネットワークの性質が避難誘導計画に影響を与える。より効率的な避難誘導を実現するために、大規模な待ち行列ネットワークにおけるネットワーク構造を設計する方法論について検討した。大規模遺伝的アルゴリズムの適用を試み、ネットワークフローのダイナミクスによって効率的な構造のあり方に違いがあることがわかった。

避難誘導の基礎情報となる位置情報に関して、車載機器のGPSログの解析について、レンタカーに搭載したGPSログについて誤差除去、停車状態や車が使用されていない状態を判別するアルゴリズムの基礎的検討を行った。また、情報提供コンテンツデータベースについては、xoops を利用しウェブ上で関連コンテンツに関する事前知識を得るためのサイトを構築した。今後、このシステムに携帯電話を利用してアクセスすることにより、携帯電話・自動車でのシステム利用の際において緊急時に適切な避難情報・避難指示を出すためのシステム設計に展開していく予定である。

避難誘導サービスを実現する基礎的な資源として、道路・通路等の共有資源をマルチエージェントベースで自律的に資源管理する手法の開発とその評価を行った。具体的にはゲーム理論における共有地の悲劇をモチーフとして、プレイヤーであるエージェントが利己的に振る舞って全員が最大活動度を選択するために、全体的利得が下がってしまう状況をさけるための、自律的なメカニズムを開発することが目的である。エージェントの選択肢として各自の活動度を選択するだけではなく、メタエージェントとして他のプレイヤーに課税を行う役割を選択させる手法を取り入れた。このメタプレイヤーによる課税が適切に行われれば、最大活動度に対して高い課税が課される一方、低い活動度に低い課税が課されるならば、プレイヤーであるエージェントにとって問題構造自体が変化したこととなり、全体的にはジレンマ状況を回避できるようになると期待される。ここで課題となるのは適切な課税プランを生成するためのメカニズムであるが、遺伝的アルゴリズムを適用し、すべてのプレイヤーが課税プランを遺伝的アルゴリズムによって変化させるとともに、プレイヤー間のメタエージェントとして課税した税金から収入をえるための競争によって、自律的にメタエージェントの自律的な発生とジレンマ状況を避けるための課税プランの調整がなされることを確認した。さらにエージェントの持つ評価関数の形態、すなわち、利己性と社会性の両重みづけの程度によって、この自律的ジレンマ状況の回避能力がどのように変化するか社会的利得の構造を描き出すとともに、その中の社会的利得の高い領域へ探索手法を用いて、適応的シミュレーションの繰り返しの中で自律的に到達可能であることを示した。

3. 研究実施体制

「産業技術総合研究所」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：

- 1) リアルタイム環境センシングシステム
リアルタイムの環境データを取得し、その解析結果を用いて危険状況を検出・予見するシステムの研究開発を行う。
- 2) 共有資源の動的割当システム
ユーザ間で、移動予定経路情報を共有することにより、ユーザの間で共有資源の利用をお互いに自動的に譲りあるシステムの設計とシミュレーション検証の研究を行う。
- 3) 空間見守りシステムのアーキテクチャ設計
空間見守りシステム全体の構成に関する検討を行い、センシング・ユーザデバイス、情報解析・情報共有モジュールの基本要件に係わる設計を行う。

「北大」グループ

- ① 研究分担グループ長：大内 東（北海道大学、教授）
- ② 研究項目：
 - 1) ユーザナビゲーションを取り入れた待ち行列ネットワークに基づくユーザフローシミュレーションモデルの開発
テーマパークや美術館など複数のサービス窓口のネットワークとして表現できる状況において、それぞれの目的やナビゲーションの状況に応じて行動するエージェントとしてユーザのモデル化を行う。また、そこに基礎的なナビゲーションのアルゴリズムを導入し、モデルの基礎的な検証を行う。
 - 2) 複雑ネットワークを利用したシミュレーションモデルの特徴分析
待ち行列ネットワークにおけるネットワーク構造に複雑ネットワークの観点を導入し、ネットワークのトポロジーがナビゲーションの効率に与える影響に関する基礎的な分析を行う。また、その分析を通して共有資源を効率よく利用するためのトポロジーについて考察する
 - 3) ユーザ間の情報交換に基づくスケジューリング調整理論の開発
ユーザのナビゲーションを実現する際、各ユーザの希望する資源の予約とユーザ間での予約の調整を行うための理論的メカニズムについて研究する。特に、携帯電話などを想定して調整の仲立ちをするためのシステムのフレームワークを開発し、ユーザ間調整のナビゲーションへの応用可能性について検討する。

「未来大学」グループ

- ① 研究分担グループ長：鈴木 恵二（公立はこだて未来大学、教授）
- ② 研究項目：
 - 1) ロケーションリゾルブサービス（LRS）の開発

インターネットの DNS に相当する様々な位置表現間の連携, 変換を行うサポート基盤の開発を行う.

2) ローカル・グローバルサポート機構間の自律協調方式の開発

LRS を基盤として, 局所的サポート機構と大域的サポート機構間の協調機構の開発を行う.

3) 群ユーザー支援シミュレータの開発

階層機構を利用したアプリケーション開発の応用例として, 観光資源の案内サービスと非常時の避難に関するシミュレータの開発を行う.

4. 主な研究成果の発表

(1) 論文 (原著論文) 発表

- 幸島明男, 車谷浩一, 和泉憲明, 小谷善行: 役割に基づく実世界指向のエージェントインタラクション, Proceedings of the Joint Agent Workshop and Symposium 2005 (JAWS' 05), pp. 64-67 (2005).
- Kenta Oomiya, Keiji Miyanishi, Keiji Suzuki: Design of Tax Charging Players in the Tragedy of the Common, Proc. of the Japan-Australia Workshop on Intelligent and Evolutionary Systems 2005 (IES2005), CD-ROM, (November, 2005. Hakodate).
- Kenta Oomiya, Keiji Miyanishi, Keiji Suzuki: Evolutionary Effects of Meta-agent Approach in the Tragedy of the Common, Proc. of The First International Workshop on Artificial Computational Economics & Social Simulation 2005 (ACCESS 2005), CD-ROM (December 2005. Hakodate).