

ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する研究開発 Study of technology to achieve the ubiquitous sensor network

研究代表者 宮部 裕 松下電器産業株式会社

パナソニックシステムソリューションズ社

研究期間 平成 17 年度～平成 19 年度

【Abstract】

Technology to achieve the ubiquitous sensor network was developed and verified. The ubiquitous sensor network is expected to be the infrastructure for various activities in our society and commerce such as medical services, crime prevention and security, disaster prevention, agriculture, and so on. The aim of these developments is to build an effective system which could handle huge amount of information collected by various kind and innumerable number of sensors, detect and estimate the situation of objects and their environments, appropriately react to the situation based on the autonomous information exchange.

In this document the development result of three categories of technologies and the verification experiment is summerized. The categories of technology development are like below.

- 1) Ubiquitous Sensor Node Technologies : Sensed data collection management technology and node synchronization technology.
- 2) Wireless Network Management system Technologies : Technologies to make the numerous sensors configure a network and identify their location autonomously, and to make the remote sensor management possible.
- 3) Data processing and management technologies for real-time sensor data : Technologies to deal with the huge amount of data collected by sensors

Through the development and experiments it was verified that the goal of each technology development was achieved and that they are applicable to actual application cases.

1 研究体制

○ 研究責任者 ○宮部 裕 (松下電器産業株式会社 パナソニックシステムソリューションズ社)
小島 泰三 (三菱電機株式会社 情報技術総合研究所)

○ 研究期間 平成 17 年度～平成 19 年度

○ 研究予算 総額 806 百万円

(内訳)

平成 17 年度	平成 18 年度	平成 19 年度
325 百万円	280 百万円	201 百万円

2 研究課題の目的および意義

ユビキタスセンサーネットワークとは、私たちの居住する空間から非居住空間にいたるまでの広大な領域へ大量かつ多様なセンサーを配置し、個々のセンサー機器から得られる情報の連携、補完、複合、統計処理することにより、身の回りの環境の変化や事故や災害状況の早期把握、予兆管理から未然防止にいたる安全・安心・快適な社会を実現するための社会基盤として期待できる技術である。

本研究開発では、ユビキタスセンサーネットワークの基盤となる技術を確立することにより、医療・健康、防犯・セキュリティ、防災、農産物等の各種生産現場、環境リスクへの対応等様々な社会・経済活動への応用・実用化を促し、安全・安心な社会の実現と、幅広い活動における快適性・生産性・効率性の向上に寄与することを目的としている。

ユビキタスセンサーネットワークでは、多数かつ多様なセンサーが広範囲に亘って接続され、これらの個々のセンサーから収集される膨大な情報を適切に処理し、人・モノの状況やそれらの周辺環境等を的確に認識し、その状況に即した最適な動作を自律的に行うシステムを構築する必要がある。

本研究開発では、このようなシステムを構築する為に多数のセンサーから出力される情報の衝突防止や同期制御を可能にする「ユビキタスセンサーノード技術」、多数のセンサーが自律的にネットワークを構成しセンサー自身の位置同定や遠隔保守管理を行なうための「センサーネットワーク制御・管理技術」、センサーから収集されたリアルタイム情報を的確に最適な状態で管理するための「リアルタイム大容量データ処理・管理技術」の研究開発を行い、ユビキタスセンサーネットワークを実現する為の基盤となる要素技術を確立する事を目標とする。

3 研究成果

本プロジェクトでは、ユビキタスセンサーネットワークの中で、特に今後可視化情報として様々な利用価値が期待できる画像情報を中心としたセンサーネットワークと、広大な領域に大量配置された複数のセンサーから得られる情報を連携させ一元的に扱うためのセンサーネットワークに焦点を当て、「ユビキタスセンサーノード」、「センサーネットワーク制御・管理」、「リアルタイム大容量データ処理・管理」の要素技術の研究開発を行なってきた。

3.1 ユビキタスセンサーノード技術

ア) アンチ・コリジョン技術

多数のセンサーが動作環境や設置環境及び利用状態に合わせ、タイミングを協調して通信するために、イベント情報をパラメータ化して異なる情報に変換し情報量を大幅に削減するプログラマブルプラットフォーム技術や、他のセンサーのデータ伝送時に送信を待機するタイミングコントロール技術等のセンシングデータ衝突回避技術を実現し、例えば大規模ビルに 25m^2 ($5\text{m} \times 5\text{m}$) 毎にセンサーを設置した場合を想定し、1万個のセンサーが同時に協調制御されることを目標とする。

- ・プログラマブルなセンサーノード（スケーラブルイメージセンサー部・プログラマブルDSP部・無線通信部で構成）を開発し、試作機上でリアルタイム動作（4ノード, 14.5fps）を確認した。固定機能ではなく環境に合わせダイナミックに機能を変更することが可能なセンサーノードを構成することができた。プログラマブルプラットフォームを実現できた。例えば、センシング機能の切り換え・大量の画像情報の抽象化処理や識別処理による情報圧縮削減機能や、イメージセンサー部・無線通信部機能のスケーラブル制御による消費電力低減機能を実現することができた。

「登下校中の子ども見守りを支援する社会実証実験（大阪）」（平成18年2月20日から1ヶ月間実施）においては、無線通信部を中核としてネットワーク構築を行い、システム適用への柔軟性、アドホック／暗号等の無線基本機能の検証を実施し、効果を確認できた。

併せてプログラマブルプラットフォームのメタ情報変換機能等の主要機能について、実際のアプリケーションを想定し、他ノードとの連携動作を検証することで総合的なシステム評価を行い、秋葉原にお

けるUNS2007（平成19年11月29日～30日開催）にて展示・発表した。これは、災害時の状況確認を想定した「防災アプリケーション」を採用し、遠隔の災害地の状況確認を画像取得と位置情報取得という2つの異なるセンサーネットワークを統合したユビキタスセンサーネットワークによって実現した。

- ・周辺センサーからネットワークに出力されるセンシングデータの衝突回避・抑制を行なうセンシング領域空間密度最適制御方式を開発し、シミュレーションにより256ノードを単位フィールドとする環境においてセンシング密度最適化動作と同方式の有効性を確認した。さらに、このアルゴリズムは単位フィールドを拡張配置しても動作することを原理確認した。これにより、複数の単位フィールドで構成されるセンシング対象領域全体および対象物の情報を確保しつつ、センシングデータ量の目標削減率を満たすように各ノードのセンシング領域・センシングデータ量・センシングデータ読み出しタイミングの空間密度最適化を行うことができることを確認できた。これにより、アドホックネットワーク技術成果との連携により1万個程度の画像センサーを協調制御可能である。

イ) 時刻同期技術

センサーの最適配置時において、センサー間の無線通信による時刻同期を可能な限り高精度（例えば、1万個のセンサーで5ミリ秒以内に維持）とすることを目標とする。

- ・時刻交換時の送受信処理遅延を計測・補正する高精度時刻交換技術を開発し、1交換当たり0.1ミリ秒以下の誤差での時刻情報交換を実現した。また、複数設置された基準時刻を持つタイムマスタから送信される時刻情報の中から適切な時刻情報を選別するタイムマスタ分散技術を開発し、全センサーノードが時刻同期するのに必要な時間の短縮やパケット数の低減を実現した。これらの技術をプロトタイプ実装し、100個規模の評価用試作機を用いた実システム及び1万個規模のシミュレーションにより5ミリ秒以内の時刻同期精度を継続的に維持できることを確認した。なお、評価用試作機を用いた実システムでの実証に当たっては、各ノードの時刻誤差をどのように把握するかが課題であり、ビーコンタイムスタンプの集計による相対誤差測定手法により、計測誤差0.01ミリ秒以下で誤差測定が可能な時刻精度検証技術を合わせて開発することで、ネットワーク全体における正確な時刻同期実現を確認した。
- ・実際に時刻を使ったセンシングアプリケーションにおいても、本高精度時刻交換方式が継続安定して利用できることを確認するために、振動解析アプリケーションを想定した実証システムを構築した。本システムは、複数の振動センサーにおける振動の到達検知時刻の違いから振動源を特定するものである。約400m/sで伝播する振動を使って、30cm精度で振動源を表示することにより、各センサーが0.75ミリ秒以下の精度で時刻同期していることを示した。本システムは実感することが難しい高精度時刻同期技術を、目に見えるかたちで紹介できることから、UNS2007にて展示・発表し、一般参加者へ研究成果の紹介を行った。また、電子情報通信学会・ユビキタスセンサーネットワーク研究会にデモンストレーション展示をし、当該分野の研究者とのディスカッションを行った。

3. 2 センサーネットワーク制御・管理技術

ア) アドホックネットワーク技術

アプリケーションや各センサーの状態に応じて通信経路の最適条件（遅延時間最小、ホップ数最小、消費電力最小など）を選択するための評価指標を明確化し、最適な経路選択を行う技術を実現する。さらに、1万個のセンサーノード同士が可能な限り短時間で（例えば、人が介在する場合には利用者にストレスを与えないよう3秒以内に）接続し安定した通信品質で通信を行うQoS確保技術を実現す

るとともに、通信経路が遮断されたときに新たな通信経路を復旧させる動的経路制御技術を併せて実現し、実環境に則した最適なアドホックネットワークを構築する技術を確立する。

・画像等のデータサイズの大きなセンサー情報をやりとりする大容量センサーネットワークについて、将来のセンサーネットワークの適用環境に鑑み、各センサーノードの無線通信エリア内に多数の他のセンサーノードが配置されるようなセンサーノードの高密度配置環境を想定した。このようなセンサーノードの高密度配置環境においては、無線通信エリア内に共存するセンサーノード間でのアドホックルーティングのための制御情報のやりとりのための通信オーバーヘッドが大きくなり、センサー情報の送受信のスループットが低下するという課題が予想された。ルーティングオーバーヘッドによるスループットの低下を抑制し、センサーノード間の通信 QoS を確保することを目的としてセンサーノードのグループ化、階層化によるアーキテクチャを導入した。ネットワーク内任意のノード間でのスループットを最大化することを評価指標とし、センサーノードの配置条件、配置密度に応じた最適なグループ構成（グループメンバ数）を導出し、センサーノード同士の自律分散的な制御によって最適なノードグループ構成を実現するアルゴリズムを開発した。計算機シミュレーションおよび、センサーノードプロトタイプによる実機検証を通して、センサーネットワークの基本ユニットとして定義した 256 個のノードから成るセンサーネットワークについて起動後 3 秒以内にセンサーノードのグループ化、階層化構成が完了すること、およびノードの配置密度によらずにノード間パケット転送遅延 100msec 以下を実現出来ることを確認した。上記基本ユニットを並列展開することにより、1 万個以上のノードからなる広域センサーネットワークの実現が可能である。

・また、メモリ量、CPU 能力、通信路帯域等に制約のある単機能センサーによる小容量センサーネットワークに適用することを想定して効率的な MPR 実装技術及び経路集約技術を開発し、1000 個規模のシミュレーション及び 100 個規模の評価用試作機を用いた実システムにより、経路探索時間が 1 秒以下かつ経路探索/制御に関するテーブルサイズが 3kbyte 以下ある大規模対応経路探索/制御技術を確立した。なお、1 万個レベルのセンサーノードによるセンサーネットワークの構築においては、リソースによる制約の少ないノード(代表ノード)が幾つか存在し、代表ノードを中心として最大で 1000 個レベルのセンサーノードによるクラスタを構築し、複数のクラスタ間を接続することにより実現することが現実的であることから、1000 個に 1 個の代表ノードを配置し、10 クラスタで 1 万ノードを構成する構成を採用した。

また、物理的に離れた場所に存在する個別センサーネットワークを共通のコア・ネットワークにて接続する広域対応経路探索/制御メカニズムを確立し、評価用試作機を用いて複数の個別センサーネットワークからなるシステムを構築し、複数の異なる個別センサーネットワーク上のノード間の通信における転送遅延時間が 2 秒以下であることを確認した。

・フェージングや干渉等による無線通信環境の変動などによって、センサーノード間のアドホック通信経路において通信品質の劣化が発生した場合にこれを検出し、アドホックルーティング経路を迂回経路に切り替えることによってノード間通信を継続するための、動的経路制御方式を開発した。開発した経路制御方式をセンサーノードプロトタイプに実装し実機検証を行い、迂回切替えによるノード間の瞬断時間を 100msec 以下に出来ることを確認した。

イ) センサー位置同定技術

オフィス等の比較的整然とした環境において、5m 程度の間隔でセンサーを設置した場合の自律的な位置測定精度を、センシングの対象となる人やモノを識別することを想定し、センサー間の距離に対

して誤差5% (25cm) 未満とすることを目標とする。

- ・センサーノード間の距離を高精度に測定する基本技術として、センサーノード間の電波伝播時間を低偏差クロックと高精度遅延素子にて計測するディレイライン遅延計測技術を開発し、ナノ秒以下の電波伝播時間測定を実現した。また、無線通信の折返し送受信時間からセンサーノード間の距離を導出する測距通信を標準規格 (IEEE802.15.4) のデータ通信にて実現する測距プロトコルを開発し、データ通信と測距通信を同一通信規格上で実現した。更に、マルチパス環境下での位置同定精度を確保するため、マルチパス時の波形歪の影響をヒステリシスにより低減するマルチパス分離技術に加え、屋内環境でのマルチパスに対応する位置基準ノード群方式と、ノード群から位置基準ノードを取捨選択する位置基準ノード選定アルゴリズム開発した。
- ・開発した技術を搭載した評価用試作機を開発し、技術実証を行った。センサーノードへの搭載を想定した場合、LSI 化し小型化することが理想であるが、LSI 製作に伴う技術検証コストの増加が懸念される。今回は、技術実証に主眼を置き、低コストで実証を行うために、ディスクリート部品にて機能回路を構成しプリント基板上に実装した。同基板を組み込んだ評価用試作機にて位置同定評価を行い、「屋内環境」と「屋外環境」での測位精度5%以下を確認した。更に、UNS2007において、同試作機による位置同定デモンストレーション展示を行い、開発した技術の有用性を一般参加者に実体験できる形で紹介した。

ウ) 遠隔保守管理技術

1万個のノード規模で各ノードが階層化・自律分散化された状態のセンサーネットワークにおいて、故障ノードを検出する技術及びネットワークの自己修復を図る技術を確立し、故障ノードの検出からその存在をシステム管理サーバーに通知するまでの時間を可能な限り短時間 (例えば、故障ノードの検出に要する時間を1秒以下、故障ノードの存在をシステム管理サーバーに通知するまでの遅延時間を2秒以下) とすることを目標とする。

- ・ユビキタスセンサーネットワークの運用に当たっては、ネットワーク管理、特に偏在する大量のセンサーノードの中から故障したセンサーノードを迅速かつ効率的に検出することが求められる。しかし、従来のIPネットワークでは、定期的な問い合わせによる機器障害の確認が主であり、従来手法をユビキタスセンサーネットワークに適用する際には、(1) 膨大なセンサーノードの存在、(2) 限られたリソースの制約、(3) 無線環境における時間的かつ空間的な伝送特性の変動により、各種の問題があった。
- ・これらの解決のために、特定のノードに依存しない自律的な手法として、故障と思われるノード周辺の複数のセンサーノードが局所的に協調して故障ノードの特定を行う“Local and Distributed Diagnostic Management”と呼ぶアルゴリズムを確立した。本アルゴリズムでは、隣接するセンサーノードとの無線リンクの切断を契機として、周辺センサーノードに対して故障診断を要求し、その診断結果に基づきセンサーノードの状態を自律的に判定し、判定結果をシステム管理サーバに通知する。開発したアルゴリズムをプロトタイプ実装し、1000個規模のシミュレーション及び100個規模の評価用試作機を用いた実システムにより、故障ノード検出時間が1秒以内、且つ特定サーバーへの通知時間が1秒以内を確認した。
- ・局所的な通信によって自律分散的にネットワークの状態を判定することにより、大規模なユビキタスセンサーネットワークにおける迅速且つ効率的な故障ノード管理を実現できた。

エ) ネットワーク高速トレーシング技術

ネットワークにおけるリソース割当方式やアドミッション制御方式、リソース管理方式を確立し、限られた帯域において利用効率を可能な限り高めることを目標とする。

また、システムにおいて、ネットワーク経路を強制的に切り替え、必要な情報を確実に伝送するために、ネットワークリソースの確保・留保方式および優先制御方式を開発し、例えば、緊急を要する情報について転送遅延を 0.1 秒以下、パケット損失率を 0.1%以下とすることを目標とする。

さらに、システムが他のネットワークとの相互接続により構成される場合、異種ネットワークを介したリモート対象センサーを確実に認識・制御する技術を開発し、リモートシステム技術を確立する。

- ・センサーネットワークでは同じ無線通信エリア内に共存するセンサーノードが共通の無線チャンネルを共用し、無線伝送帯域を共用している。無線 LAN 等を用いた従来のセンサーネットワークにおいては無線伝送帯域をノード間の通信要求に対して適切に配分し共用するしくみが存在しないため、無線伝送帯域の容量を超える通信要求が集中して発生するような過負荷通信環境においては、パケット送出遅延の増加によるスループットの低下に加えて、送信パケットの衝突によるパケット損失、再送等が発生し、無線伝送帯域の利用効率が低下するという課題があった。

このような従来の課題を解決するために、無線アドホックネットワークにおいて初めて無線伝送帯域リソースの割当てにもとづくアドミッション制御方式を開発し、導入した。

センサーノード間のそれぞれの通信要求に対して、送信センサーノードおよび中継転送経路上のセンサーノードを中心とした無線通信エリア内、キャリアセンス領域内に存在するセンサーノードに対して、必要な無線伝送帯域を予約確保したうえでアドホック通信経路を設定するアルゴリズムを開発し、既存のアドホックルーチングプロトコルと協調動作する自律分散プロトコルを開発した。

計算機シミュレーションおよびセンサーノードプロトタイプでの実装評価によって、過負荷トラヒック条件下でもスループット、パケット転送遅延品質の低下を抑制できることを確認した。

- ・優先データの送信先に対する経路を予め確保する” Pre-Configuration” と呼ぶ機能と” Hop-by-Hop forwarding on multi-path” と呼ぶ優先データに対する複数経路による同時転送機能の特徴とする経路制御技術 (Multi-path and Simultaneous Forwarding Method) からなる優先データ向け経路制御技術を開発し、100 個規模の評価用試作機を用いた実システムにより、重要なセンシングデータに対して転送遅延が 0.1 秒以下、パケット損失率が 0.1%以下を達成できることを確認した。

- ・複数のセンサーネットワークがバックボーンネットワークによって相互に接続されるような大規模センサーネットワークシステムにおいて、多様なセンサーデバイスからのセンサー情報を収集し、センサーデバイスのリモート制御を行うことを目的として、統一的、共通的な方法によるセンサーデバイスの識別・制御手順の開発を行った。

IP/非 IP を含む多様なセンサーデバイスをネットワークに接続収容し識別するためのアドレッシング方法として、IPv6 アドレスの採番付与方式を開発した。1,000 万個を超えるセンサーデバイスに一意なアドレスを付与する際に、IP アドレスにセンサーデバイスのさまざまな属性（設置位置情報、センサー種別、センサー機能、等）に対応した体系的なアドレス値を付与する方法を開発した（国内特許取得）。

3. 2 リアルタイム大容量データ処理・管理技術

ア) センシングデータ処理技術

膨大なデータを高速かつ効率的に管理するために、従来のサーバー一元管理ではなく、センサー等の自律的データ処理機能と連携することによる分散処理技術を確立し、1万個のノード規模のシステム1,000箇所を想定して1,000万個のセンサーが0.5秒程度毎に連続的に伝送してくるデータを処理する手法を確立する。

膨大な画像データを分散的で自立的にデータ処理を行なうために、データ処理の幾つかをノードでの処理実現を目標とした。またRFIDタグを持っていない人物を画像から検出し本人を同定（認証）することにより、画像の持っている膨大なデータを意味的に圧縮し、1000万個規模のセンサーが出力する情報を処理可能であることを論理的に検証した。

従来、サーバで集中的に行っていた認証・照合等の処理をノード側に実装して処理を行い、虹彩や顔の画像データを認証結果のテキストデータに意味的な圧縮を行う。人物の氏名を漢字10文字（160bit）以下とすると、1万個のノードから1秒間に3.2Mbit/sec以下の情報量となる。このシステムが1000箇所であれば全体の伝送情報量は3.2Gbit/secであり、現時点の一般的な2並列1.6GHzクロックの32bitCPUでは32クロックの処理時間が確保できる。またこのCPUを10個並列動作させるシステムでは320クロックの処理時間が確保でき、一般的な処理は確実な実時間処理を実現できる。

最も困難なシステム機能の一つである人物特定分野において、上記の処理を実現するための研究開発結果は以下のとおりである。

- ・ノードでの自律分散処理実現にむけ、頭部による人物検出アルゴリズムのLSI実装を目標とする。検証ではアルゴリズムをRTL記述してFPGA上に実装し、頭部検出FPGAを開発して11.6fps（VGA）、実環境最大検出率86%を達成し、ノードでの自律分散処理の実現可能性を検証した。またノード間の連携処理を実現するため、カメラ（ノード）間での検索を実現する色・模様統合検索を検討し、カメラ間色補正方式を開発して色・模様統合検索適合率85.9%を達成した。
- ・画像の持っている膨大なデータを意味的に圧縮するため、画像による本人同定技術の検討を行い、本人同定技術の実用に重要な顔向きや照明にロバストな顔認証と、高精度認証が可能な遠距離型虹彩認証の実現を目標とした。ロバスト認証方式の開発により、人物顔画像認識時の屋外照明下エラー率20%未満、顔向き変化±30度でのエラー率5%未満、距離6m視野角45°での認証動作を確認した。同時にセンサーノード側での同定（認証）を行なうことにより、システムとしては約1/5万のデータに集約できることを確認した。
- ・遠距離型（ウォークスルー）虹彩認証試作システムの開発では、被験者までの距離1m、認証時間1秒以内の目標性能を確認し、高精度認知技術を確立した。今回開発した遠距離型（ウォークスルー）虹彩認証試作システムは国内初の開発であり、危機管理特殊装備展（平成19年10月17日～19日開催）で試作システムを展示した。同時にこの分野の関心の高い一般の人に体験頂き、有用なご意見を頂いた。

イ) データマイニング技術

1,000万個のセンサーからの情報を効率良く収集・加工・管理するために、多変量時系列データの高速集計・特徴抽出を行う動線分析技術、状態別・エリア別・センサー種別毎等ダイナミックに設定可能なリアルタイム保管・管理技術、利用者に提供するデータの形式を自動的に変更し利便性の向上を図るためのオブジェクト・環境認識技術、及び、ノード上で稼動する機能を効率的に管理するための手法を確立する。

膨大な量のセンサーから出力される映像や、多変量時系列データを効率的に扱うために、データの特

徴を端的かつ小容量で扱うことが出来るメタデータ管理方式に着目し、データマイニングを構成する要素技術への適用を図り、動線分析技術、映像データのリアルタイム保管・検索技術、コンテキストウェア技術の評価・試作システム、及びシミュレーションでの方式検証を行ない、大規模ネットワークシステムでのオブジェクト・環境認識・ノード機能管理手法の確立を確認した。

- 多変量時系列データの高速集計・特徴抽出を行う動線分析技術について、指定された期間のセンサー間の人の移動量を算出する動線分析ライブラリと動線分析結果の表示を行う可視化ツールを開発し、1万個のセンサーからのデータによる対象空間の状態の推定を10秒毎に更新できることをシミュレータが生成するデータを用いて確認した。
- 映像メタデータ分散検索機能モデルの試作・開発し、検索コスト従来比 1/3、検索速度 顔 196ms, 色 147ms 再現率エラー21.3%減を達成した。
- 予測テンプレートをを用いたセンサー間人物対応方式を開発し、カメラ間人物追尾精度 90%達成を達成。
- コンテキストウェア不審者判定パラメータ適応方式の開発により、コンテキストウェアセンサーネットワーク実験システムにおいて、90%以上のケースで不審者頭拡大撮影を確認した。
- また、上記コンテキストウェアセンサーネットワーク実験システムに於いて不審者学習データをネットワーク経由で管理し、各センサーノードからの人物検出情報と学習データからセンサー制御情報を生成し、センサーノードへフィードバックを行なうカメラ制御方式を開発し、同実験システムでの動作検証を行なった。

以上のように、本プロジェクトでは、ユビキタスセンサーネットワークの中で、特に今後可視化情報として様々な利用価値が期待できる画像情報を中心としたセンサーネットワークと、広大な領域に大量配置された多種多様なセンサーから得られる情報を連携させ一元的に扱うためのセンサーネットワークに焦点を当て、「ユビキタスセンサーノード」、「センサーネットワーク制御・管理」、「リアルタイム大容量データ処理・管理」の要素技術の研究開発を行なってきた。

また、本研究開発については、広域な領域をカバーする基幹技術である特性上、非常に多くの要素技術研究テーマによって構成されるだけでなく、個々の要素技術開発も専門・細分化され研究開発の項目が、3技術課題項目に対して、8項目の研究開発項目、さらに29の開発要素項目に細分化されているため、一貫性のあるセンサーネットワークの共通プラットフォームの確立を目指すために、各年度に達成する具体的な数値目標を掲げマイルストーンとして共有しながら、概ね月一回の「連携会議」を実施することで、研究成果・開発進捗の一元管理を実施してきた。

研究開発項目、開発担当一覧(3項目/8技術/29研究開発テーマ)			
ユビキタスセンサーノード技術に関する研究開発	アンチ・コリジョン技術	プログラマブルプラットフォーム技術の研究開発 センシングデータ衝突回避技術の研究開発 高精度時刻同期技術の研究開発 タイムスタンプ技術の研究開発 時刻精度検証技術	松下 三菱
	時刻同期技術		
センサーネットワーク制御管理技術に関する研究開発	アドホックネットワーク技術	ルーティングアルゴリズムの研究開発 QoS確保技術の研究開発 動的制御技術の研究開発 大規模対応経路制御/制御技術の研究開発 広域対応経路制御/制御技術の研究開発	松下 大谷 三菱 小谷
	センサー位置同定技術	適応的制御技術の研究開発 適応プロトコルの研究開発 マルチパス分離技術の研究開発 高信頼クロック技術の研究開発	三菱
	遠隔保守管理技術	故障ノード検出技術の研究開発 最先制御技術の研究開発	
	ネットワーク高速トレーニング技術	帯域ノード割当・管理技術の研究開発 帯域ノード保留技術の研究開発 異種ネットワーク接続技術の研究開発 デバイスのシームレス接続技術の研究開発	
リアルタイム大容量データ処理・管理技術に関する研究開発	センシングデータ処理技術	センサーノード搭載型無線送信技術の研究開発 システムノード搭載型無線受信技術の研究開発 センサーノード搭載型コスト削減技術の研究開発 センサーノード搭載型高信頼無線技術の研究開発	松下
	データマイニング技術	リアルタイム制御管理技術の研究開発 エッジ・クラウド連携技術の研究開発 ノード管理技術の研究開発 コンテキストウェア技術の研究開発 負荷分散技術の研究開発	三菱

3. 4 その他の研究実績

本プロジェクトでは、上記で述べてきたユビキタスセンサーネットワークを構成する各要素を、幾つかの用途適用毎に組み合わせ、アプリケーションシステムを構築し、可能な限り公開の場で実証実験を行ない、個々の技術要素毎の実システムでの課題抽出や、システム運用上の課題の研究開発へのフィードバックを実施してきた。また併せて電子情報通信学会をはじめとする各種学会、講演会、展示会等での技術開発成果や実証実験などの活動状況の発信を行ってきた。

併せて本研究開発にて確立した技術を中心に関連プロジェクトとの連携、フォーラム活動、委員会活動も積極的に実施してきた。

下記に年度毎に実施した実証実験の要旨、関連プロジェクトとの連携とフォーラム活動、委員会活動の「概要を報告する。

3. 4. 1 実証実験概要

- 平成 17 年度
 - 「登下校中の子ども見守りを支援する社会実証実験」(松下電器)
 - @大阪市中央区中央小学校(実施期間 平成 18 年 2 月 20 日から 1 か月間)
 - (ユビキタスセンサーノード技術 アンチ・コリジョン技術の実証検証)
- 平成 18 年度
 - 「弘前市立大成小学校における子供見守りシステムによる実証実験」(松下電器)
 - @青森県弘前市(実施期間 平成 19 年 2 月～3 月)
 - (無線回線の障害検出及び代替経路切り換え制御方式、プライバシー保護技術の実証検証)
- 平成 19 年度
 - 「入退室アプリケーションにおける人感センサーとの連携実証」(松下電器)

@秋葉原ダイビル(東大・森川研究室)実験フィールド

- 「ウォークスルー虹彩認証システムの一般ユーザ参加による実証試験」(松下電器)

@テロ対策特殊装備展 2007 (展示期間 平成 19 年 10 月 17 日～19 日)

- 「環境モニタリング実証実験」(三菱電機) @丸の内、鎌倉市大船

(時刻同期技術、大規模対応経路探索/制御技術、広域対応経路探索/制御技術、故障ノード特定技術、優先制御技術の統合実証)

丸の内(地上、ビル屋上、ビル屋内)と鎌倉市大船の4地点の環境モニタリングを行う技術実証システムを構築し、長時間連続動作による総合評価を行った。本環境モニタリング実証実験は、2007年10月22日～11月2日の期間、一般への公開実証実験として実施、電気新聞10月23日朝刊に掲載された。さらに、2007年12月13日～15日に東京ビックサイトで行われたエコプロダクツ2007に出展して環境モニタリングを実演、日経エコロジー4月号に関連記事を掲載した。

- 「圃場における農業環境情報(水温、地温、気温、日射量)のモニタリング実証実験」

(三菱電機) @新潟県上越市板倉区(平成17年度より継続実施)

「食・農業」分野をテーマとした利用者参加型の実証実験を行った。センサーネットワークで採取される農業環境情報をサーバーに集めて蓄積するセンサー情報収集アプリケーションを開発し、これらを実際に稲が作付され田圃に設置し、農業環境情報として採取しサーバーに蓄積する実証実験を実施した。本実証実験には、実施協力者として農業法人である(有)穂海と、(有)穂海の技術支援として、(独)農業・食品産業技術総合研究機構/中央農業総合研究センター/北陸研究センターの参画を得て、センサーで取得する農業環境情報の種類や、設置場所、収集データの活用、などについてのアドバイスを頂いた。なお、本実証実験の開始にあたって、広報発表(平成18年3月16日)を行い、技術開発及び実証実験の内容についての周知を行った。

3. 4. 2 関連プロジェクトとの連携、フォーラム活動

項目	連携の目的	手法	連携の対象	研究力/外成果及び資金運用の切り分け
他プロジェクトとの連携	競争型社会における具体的な利活用イメージを広く一般へ公開・啓蒙する活動で連携	平成19年度確立技術試作品 公開報告・出展 済み研究成果における「技術統合技術検証」発表/ワークショップ実演(UNS2007)	・フォーラム活動 ・他研究プロジェクト(UAA飯大) ・研究体制内アドバイザー(NTT) (Ubia東大・飯大)	・成果はUNS2007で公開 ・費用は消耗品他の一部及び労務費用を運用
研究開発プロジェクト内の連携(松下/三菱)	研究機関ごとの研究テーマを同一フィールドでアプリケーション/コンセプトを統一した技術検証の実施・成果報告で連携	平成18年度研究テーマ項目を中心に実演 ・「同一フィールドでの技術検証」(秋葉原) ・「展示会/シンポジウム」(Interop, UNS2007)	・松下/三菱(MDA) ・研究体制内アドバイザー(MDA)	・活動内容は連宜報告公表するも、研究成果は知財対象 ・費用は消耗品他の一部及び労務費用を運用
研究テーマ	平成19年度に向けた要素技術成果の拡充や新たな利活用展開を模索する	平成19年度研究テーマ項目 「利用者参加型実証実験」 ・ウォークスルー虹彩認証(テロ対策特殊装備展) ・環境モニタリング(エコプロダクツ)	・各研究機関内	・活動内容は連宜報告公表するも、研究成果は知財対象 ・費用は消耗品他の一部及び労務費用を運用

3. 4. 3 委員会活動

- セキュリティガイドライン検討委員会での活動

技術と制度の両面から実運用課題を抽出・解決するために平成 18 年 11 月に「セキュリティガイドライン検討委員会」を設立。「電子タグ等を利用した個人の位置情報等提供サービスの運用に関するガイドライン」草案を立案、提出し、草案をユビキタスネットワークフォーラム傘下の制度検討専門委員会に引継ぎ、精査、標準化のための検討を継続しているところ。

- センサーネットワーク相互接続用プロトコル（OSNAP）の展開

異種センサーネットワークの相互接続性の検証のために、平成 18 年 6 月設立のユビキタスネットワークフォーラム傘下の技術検証専門委員会にて継続的に仕様検討、UNS2007 等での技術検証デモを実施。検証結果を含めプロトコル仕様をフォーラムスタンダードとして 6 月公開予定

4 研究成果の更なる展開に向けて

【平成 20 年度以降に実施する研究開発等】

ユビキタスセンサーネットワークの実現のための技術課題が山積していたため、3 ヶ年の目標としては、利活用分野（安心・安全分野、食・農業分野）を明確にしたうえで要素技術の確立を主眼に実施してきた。

研究開発および利用者参加型実証実験を通して要素技術そのもの目標は達成したが、実用化と事業展開のための活動は、まさにこれからの活動である。

具体的には、装置外観、重量、コスト、省電力化、性能等いわゆる商品化のための企画・設計・開発・製造である。

ただし、当初の政策目標との差異はない。

【今後の事業化に向けて】

3 ヶ年の研究開発過程において、芽生えた利活用事例の代表例が見守りシステムである。

2 種類のセンサー（電子タグ、カメラ）情報を組み合わせ、必要な情報（ID、時間、場所、静止画）のみを確実にセキュアに伝送する技術成果を反映したシステムである。

昨年度には、複数の自治体に納入し、運用検証を実施してきた。

今年度は、自治体における検証結果の反映と小型・軽量化の開発、更にはセンサー情報種の追加を実現することで、普及・促進を図るとともに ITS 等応用分野の拡大を図る。

また、その他の技術についても、防犯・防災分野を核とした安心・安全分野における早期実用化を目指し、開発を継続していく。

【今後の取り組みにおける留意点】

多種多様なセンサー情報を流通させる高度なユビキタスセンサーネットワークを実現する鍵は、個々のセンサーの連携から得られる多種多様な情報から状況を正確に把握し、それらの情報を高度に知識処理することで、発生したイベントを正しく理解、判断する機能を確立することであり、例えば、車や人の行動解析までを実現できれば犯罪などの分析も容易となり、安心・安全な社会の実現に寄与できると考える。

しかしながら、このような利点とともに、いたるところに設置されたセンサー群から如何に個人のプライバシーを保護するかが重要な課題となってくる。何時でも何処でも行動解析が行えるということは、すなわち何時でも何処でも他の人のプライバシーを知ることが出来ることである。

このため、技術のみでなく、法的解釈までを包含した情報セキュリティ基盤の整備も必須であると考え

ており、ユビキタスネットワーキングフォーラム等との連携による活動を継続しつつ、国民が混乱なく平等に享受できるシステムの実現に努めていく。

5 査読付き誌上発表リスト

- [1] 栗原、宮本、山中、後神、森脇、長井、安田、白石、尾井、神田、小針、逢坂、
“電子タグ・ユビキタスセンサーネットワーク技術を活用した街角見守りセンサーシステム”、
松下テクニカルジャーナル Vol.52 pp72-78 (Jun.2006)
- [2] 白石、宮本、“電子タグを活用した「街角見守りセンサーシステム」”、
松下テクニカルジャーナル Vol.54 pp57-59 (Apr.2008)
- [3] 石橋・高田・矢野、“Proposal and Implementation Study of Forwarding Method for Urgent Messages
on a Wireless Sensor Network”、 IEICE TRANSACTIONS on Communications Vol.E90-B No.12
pp3402 – 3409, 2007/12/1

6 その他の誌上発表リスト

- [1] 宮本和彦、“特別座談会「通学路における安全対策」”、月刊「安全と管理」
08年1月号 特別座談会特集記事、2007/12/15
- [2] 宮本和彦、“ICT を利用した子供の安全確保”、教職研修総合特集「新編 学校の危機管理読本」
読本シリーズ No 179、2008/1/15
- [3] 稲坂・平岡・斎藤、“センサネットワーク”、三菱電機技報 Vol.80 No.9 pp548 - 551、2006/9
- [4] 石橋・高田・田村・矢野、“アドホックルーティング技術”、三菱電機技報 Vol.80 No.9 pp577 – 580、
2006/9
- [5] 徳永、“ユビキタスセンサーネットワーク技術”、JEITA ユビキタス社会のための低環境負荷技術調査
研究報告書Ⅱ 07-基-2 pp28 – 32、2007/3
- [6] 石田、“無線センサーネットワークによる高精度距離測定技術”、三菱電機技報 Vol.81 No.1 pp44、
2007/1
- [7] 稲坂・平岡、“センサ・ネットワーク”、電気設備学会誌 Vol. 27 No. 9 pp734 - 737、2007/9/10
- [8] 平岡、“センサーネットワーク技術を活用して環境を見える化する”、日経エコロジー2008年4月号
pp182-183、2008/3/8

7 口頭発表リスト

- [1] 宮部 裕、“センサネットワーク研究の最前線”、URON プレゼン、東京都（機械振興会館）、2005/7/29
- [2] 吉羽治峰、“画像伝送とIPネットワーク”、(社)日本鉄道電気技術協会 平成17年度通信セミナー、
東京・大阪、2005/9/15
- [3] 三輪真、“Technological Development and Application Proposal for Security and Safety”、
第11回日独シンポジウム「情報社会におけるセキュリティ」パネルディスカッション、東京都（東京国
際交流館“プラザ平成”）、2005/9/15
- [4] 吉羽治峰、“ユビキタスセキュリティとアドホックネットワーク技術”、
アドホックネットワークプラットフォームに関するコンソーシアム第2回シンポジウム、
東京（武蔵工業大学）、2005/10/24
- [5] 宮部裕、“安心・安全な世界を創るユビキタスセンサーネットワーク”、ITCA 北陸技術セミナープレゼ
ンテーション、2005/11/17

- [6]宮部、稲坂、“ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する研究開発”、UNS2005 プレゼンテーション、京都市（国立京都国際会館）、2005/11/29
- [7]三輪 真、“ユビキタスネットワークの実用からビジネスへ向けて”、UNS2005 パネルディスカッション、京都市（国立京都国際会館）、2005/11/29
- [8]外館、横光、佐藤、“複数カメラ間の色補正技術”、情報処理学会第 68 回全国大会、東京、2006/3/8
- [9]横光、外館、佐藤、“単眼カメラを用いた人物身長推定”、画像電子学会 第 224 回研究会、長崎市、2006/3/17
- [10]由雄宏明、“次元縮退データを利用した高速人物検索方式の開発”、電子情報通信学会 2006 年総合大会、東京、2006/3/25
- [11] 吉羽治峰、“センサーノードのクラスタ化／階層化方法の検討”、電子情報通信学会 2007 総合大会、名古屋市、2007/3/23
- [12] 飯田、“無線アドホックネットワークにおける帯域割当て方式の提案”、電子情報通信学会アドホックネットワーク時限研究専門委員会、第 6 回アドホックネットワーク・ワークショップ、沖縄県国頭群伊江村、2007/1/25
- [13] 飯田、“無線アドホックネットワークにおける帯域割当て方式の提案”、電子情報通信学会 2007 総合大会、名古屋市、2007/3/23
- [14]岩井将行(慶応義塾大学)、横堀充(松下)、宮本和彦(松下)、長谷川晃朗(ATR)、石橋孝一(三菱電機)、徳田英幸(慶応義塾大学)、“CroSSML:異なるドメインを連携させる大規模サービス登録・発見システムの構築”、信学会総合大会 2007、名古屋市(名城大学)、2007/3/20-23
- [15]横堀充、宮本和彦(松下電器)、岩井将行(慶応義塾)、長谷川晃朗(ATR)、石橋孝一(三菱電機)、“CroSSML-OSNAP:「サービス登録・発見」機能を用いたセンサーネットワーク制御手法”、信学会総合大会 2007、名古屋市(名城大学)、2007/3/20-23
- [16]外館弘理、“屋外環境下に対応した色検索技術”: USN センシングデータ処理技術”、信学会、名古屋市、2007/3/21
- [17]山崎龍次、“オープンセンサーネットワークアクセスプロトコル OSNAP のための P2P センサーエージェントの設計と開発”、信学会、名古屋市、2007/3/21
- [18]松川、由雄、“人物映像検索に向けた多次元インデクス方式の開発”: データマイニング技術”、信学会、名古屋市、2007/3/20
- [19]横光、“人物特徴量を用いたカメラ間トポロジー情報推定”: データマイニング技術”、信学会、名古屋市、2007/3/23
- [20]稲坂、宮部、“センサーネットワーク技術に関する受託研究 平成 17 年度成果”、ユビキタスネットワークフォーラム、東京都(明治記念館)、2006/6/14
- [21]稲坂、宮部、“広がる、つながる ユビキタスセンサーネットワーク技術”、UNS2006 プレゼンテーション、千葉県(幕張メッセ)、2006/10/6
- [22]宮部 裕、“パナソニックシステムソリューションズ社におけるユビキタスセンサーネットワークの研究開発の取り組み”、アドホックネットワーク・コンソーシアム 第 3 回シンポジウム、東京都(早稲田大学 西早稲田キャンパス)、2006/11/22
- [23]宮本和彦、“新たな街角見守りセンサーシステム”、ファシリティ・ネットワークング シンポジウム、東京大学 本郷キャンパス工学部 2 号館大講義室、2006/11/27
- [24]三輪 真、“時代の求める技術開発ーユビキタスセンサーネットワーク技術の開発ー”、東京

- 大学・『21世紀COE特別講義』、千葉県（東京大学 柏キャンパス基盤棟大講義室）、2006/11/29
- [25]三輪 真、“Sensor Network System for Municipal Crime and Disaster Prevention Using RFID and Ubiquitous Sensor Network Technologies”、韓国 Korea u-City Association、ソウル、2006/11/30
- [26]三輪 真、“Sensor Network System for Municipal Crime and Disaster Prevention Using RFID and Ubiquitous Sensor Network Technologies =Panasonic’s Technologies on Ubiquitous Sensor Network=”、
第3回日中韓 RFID/センサーネットワークサブワーキング、
中国（海南島）、2007/1/9～11
- [27]北岡、外館、宮越、八塩、“監視カメラの設置環境に依存しない不審者自動検出の検討”、
電子情報通信学会 2008年総合大会、北九州市（北九州学術研究都市）、2008/3/18&21
- [28] 三輪 真、“技術動向のご紹介”、米国マクドナルド社への技術動向プレゼン、東京都、2007/4/11
- [29] 三輪 真、“センサーネットワークは我々の生活と産業にどう貢献するのか”、これでわかった話題の
技術 次世代ユビキタスネットワークとユビキタス（第46回 電気科学技術講演会）、東京都（科学技
術館サイエンスホール）、2007/4/25
- [30] 三輪 真、“バイオメトリクス技術の動向～顔認証・虹彩認証技術～” 第10回 ユビキタスネットワー
ク社会におけるバイオメトリクスセキュリティ研究発表会、東京都（情報セキュリティ大学院大学 3階
303,304 教室）、2007/6/28
- [31] 三輪 真、“Sensor Network System for Municipal Crime and Disaster Prevention Using RFID and
Ubiquitous Sensor Network Technologies =Panasonic’s Technologies on Ubiquitous Sensor
Network=” フィンランド議会議員視察「ユビキタス社会の今後について」ブリーフィング、東京都（パ
ナソニックセンター東京）、2007/9/28
- [32] 三輪 真、“Technology Development for Safe and Secured Community”、14th ITS World
Congress Beijing、中国（北京）、2007/10/11
- [33] 三輪 真、“知能化センシングの可能性”、ロボラボサービスイノベーションセミナー、大阪府（大阪
駅前第3ビル）、2007/10/23
- [34] 三輪 真、“ユビキタスネットワーク社会実現のための“これまで”と“今後”、UNS2007 パネルディ
スカッション、東京都（秋葉原ダイビル）、2007/11/29
- [35] 平岡、宮部、“私達の生活に密着したセンサーネットワークが将来の「安心・安全」を支えますーユビ
キタスセンサーネットワークの要素技術とアプリケーション例”、UNS2007、東京都（秋葉原ダイビ
ル）、2007/11/29
- [36] 三輪 真、“電子タグ・ユビキタスセンサーネットワーク技術を活用した街角見守りセンサーシステム
の概要”、USNS2008 北海道、札幌市、2008/2/8
- [37] 宮本和彦、“ユビキタスネットワークの研究開発を加速する次世代アーキテクチャ構築に向けたご提
案=技術検証専門委員会平成18年度の取組みと今後の課題=”、ユビキタスネットワークフォーラ
ムシンポジウム2007、東京都（明治記念館）、2007/6/28
- [38] 宮本和彦、“ユビキタス時代に向けた科学・工学の進化と社会への貢献”、中央大学 精密機械工学
特別講義、東京都（中央大学 理工学部水道橋キャンパス）、2007/7/5
- [39] 宮本和彦、“ユビキタスセンサーネットワーク技術」Panasonicの取り組み”、防衛省 研究本部、
埼玉県（朝霞）、2007/11/1
- [40] 宮本和彦、“ユビキタス時代に向けた科学・工学の進化と社会への貢献”、京都大学 経済研究科、

京都府（京都大学）、2007/12/11

- [41] 宮本和彦、“安心・安全に対する電子タグの取り組み 街角見守りセンサーシステムについて”、ひょうご ICT 塾、兵庫県、2008/2/20
- [42] 横堀充（松下電器）・川西直（東大）・寺西裕一（阪大）・長谷川晃朗（ATR）・宮本和彦（松下電器）、“多様な実空間アプリケーションを実現するユビキタスセンサーネットワークアーキテクチャの検討と検証”、電子情報通信学会総合大会 2008、北九州市（北九州学術研究都市）、2008/3/18～21
- [43] 宮本和彦、“安心・安全に対する電子タグの取り組み 街角見守りセンサーシステムについて”、電気学会全国大会シンポジウム、福岡市（福岡工業大学）、2008/3/19
- [44] 三輪 真、“Sensor Network System for Municipal Crime and Disaster Prevention Using RFID and Ubiquitous Sensor Network Technologies =Panasonic’s Technologies on Ubiquitous Sensor Network=”、2008 EU-Japan Cooperation Forum on ICT Research、東京（三田共用会議所）、2008/3/5
- [45] 徳永・西山・三部、“無線センサーネットワークにおける高精度時刻同期ノードの設計”、情報処理学会ユビキタスコンピューティングシステム研究会（UBI）、浜松市、2005/11/2
- [46] 石橋・矢野、“A Proposal of Forwarding Method for Urgent Messages on a Ubiquitous Wireless Sensor Network”、Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT 2005)、Yangon, Myanmar、2005/11/10
- [47] 石田・伊戸・武田、“無線センサーネットワークにおける測距方式の精度向上の検討”、電子情報通信学会 2006 年総合大会、東京都世田谷区、2006/3/25
- [48] 東・石井・平井、“センサーネットワークによる動線分析”、電子情報通信学会 2006 年総合大会、東京都世田谷区、2006/3/27
- [49] 石橋・矢野、“ユビキタス・ワイヤレス・センサ・ネットワーク上での緊急通報実現に向けた Forwarding Method の検討”、電子情報通信学会情報ネットワーク研究会（IN）、沖縄県国頭郡恩納村、2006/3/2
- [50] 高田・田村・梶・石橋・矢野、“ユビキタス・ワイヤレス・センサ・ネットワークにおける故障ノード特定手法の一検討”、電子情報通信学会情報ネットワーク研究会（IN）、沖縄県国頭郡恩納村、2006/3/2
- [51] 長谷川・石橋・市村・小花・倉田・竹林・福永・宮部・宮本・山根、“異種センサーネットワーク統合のためのオープンセンサーネットワークアーキテクチャの提案”、電子情報通信学会 2006 年総合大会、東京都世田谷区、2006/3/24
- [52] 高田・梶・田村・石橋・矢野、“大規模センサーネットワーク実現に向けた経路制御手法の一検討”、電子情報通信学会 2006 年総合大会、東京都世田谷区、2006/3/24
- [53] 稲坂、“パネル討論：センサネットワークの基礎と将来展望”、電子情報通信学会 2006 年総合大会／基礎・境界ソサイエティ特別企画、東京都世田谷区、2006/3/24
- [54] 徳永・三部・西山、“大規模センサーネットワークシステムの時刻同期手法”、情報処理学会マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム（DICOMO2006）、琴平町、2006/7/7
- [55] 稲坂・三部・石田・東・矢野・平岡、“ユビキタスセンサーネットワーク技術”、システム制御情報学会研究発表講演会（SCI06）＜招待講演＞、京都市、2006/5/12
- [56] 大規模センサ・ネットワーク実現に向けた効率的な Flooding 手法の一検討ーセンサ・ノードへの MPR 適用ー（電子情報通信学会 2006 年ソサイエティ大会 発表）
- [57] 高田・田村・石橋・矢野、“大規模センサ・ネットワーク実現に向けた経路集約手法の一検討”、電子

情報通信学会 2007 年総合大会、名古屋市、2007/3/20

- [58] 長谷川・山根・石橋・倉田・齊藤・竹林・張・福永・堀内・小花、“コンテキストウェアなアプリケーションを実現するための OSNAP に基づくユビキタスネットワークアーキテクチャに関する一考察”、電子情報通信学会 2007 年総合大会、名古屋市、2007/3/21
- [59] 石田・伊戸・武田、“無線センサーネットワークにおける測距精度改善方式に関する検討”、電子情報通信学会 2006 年ソサイエティ大会発表、金沢市、2006/9/20
- [60] 石田・伊戸・武田、“ディレイライン測距方式のセンサーノード搭載に向けた課題と検討”、電子情報通信学会 2006 年ソサイエティ大会発表、金沢市、2006/9/20
- [61] 稲坂・平岡、“ユビキタスセンサーネットワーク技術”、電子情報通信学会情報ネットワーク研究会 (IN) <招待講演>、東京都港区、2006/5/18
- [62] 川上、“大規模センサネットワークにおける故障ノード検出の効率化”、電子情報通信学会 2007 年総合大会、名古屋市、2007/3/20
- [63] 石橋・高田・田村・矢野、“大規模センサ・ネットワークにおける緊急通報の実現手法に対する実装・評価”、電子情報通信学会 2007 年総合大会、名古屋市、2007/3/20
- [64] 藤森・森山・平井・石井、“センサーデータを活用した動線分析”、電子情報通信学会 2007 年総合大会、名古屋市、2007/3/22
- [65] 徳永・稲坂・平岡・横田・大久保、“センサーネットワークを用いた分散計測システム同定手法”、情報処理学会マルチメディア、分散、協調とモバイル(DICOMO2007)シンポジウム、鳥羽市、2007/7/4
- [66] 市岡・徳永・平岡・小島、“高精度時刻同期手法を用いた振動発生源の検出”、電子情報通信学会モバイルマルチメディア通信研究会 (MoMuC)、2008/1/25
- [67] 徳永・小島・平岡・横田・大久保、“大規模センサーネットワークの持続的時刻同期手法” 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会 (IN)、高松市、2008/2/14
- [68] 石橋・高田・矢野、“大規模センサーネットワークの実現に向けた経路集約手法の実装評価”、電子情報通信学会ユビキタス・センサネットワーク研究会 (USN)、2007/10/31
- [69] 石橋・高田・伊藤・矢野、“大規模マルチホップネットワークを実現する経路集約手法の一検討”、電子情報通信学会 2008 年総合大会、北九州市、2008/3/19
- [70] 石橋・高田・伊藤・矢野、“ユビキタス・センサ・ネットワークに向けた一検証”、電子情報通信学会 2008 年総合大会、北九州市、2008/3/19
- [71] 平岡、“センサーネットワークによる環境モニタリング”、エコプロダクツ 2007、東京都江東区、2007/12/13-15
- [72] 伊戸・石田、“センサーネットワークにおけるノード間距離測定手法の検討と評価”、電子情報通信学会ユビキタス・センサネットワーク研究会 (USN)、浜松市、2008/1/24
- [73] 斎藤・市岡・平岡、“センサネットワークの遠隔保守における重要度に基づく故障端末指摘手法”、(電子情報通信学会 2008 年総合大会、2008/3/19
- [74] 藤森・藤野・河端・石井、“人感センサデータによる動線の推定”、電子情報通信学会第 19 回データ工学ワークショップ (DEWS2008)、2008/3/11

8 出願特許リスト

- [1] 島野美保子、画像合成装置およびそれを用いた画像照合装置ならびに画像合成方法、日本、2005/9/30

- [2]藤松健、登録装置、認証装置、登録認証装置、登録方法、認証方法、登録プログラムおよび認証プログラム、日本、2005/12/9
- [3]森中康弘、立体物登録装置、立体物認証装置、立体物認証システムおよび立体物認証方法、日本、2005/12/13
- [4]由雄宏明、移動体検索装置及び移動体検索方法、日本、2005/12/16
- [5]由雄宏明、画像検索装置および画像検索方法、日本&PCT、2005/12/22
- [6]山崎龍次、顔検出照合装置、日本、2005/12/26
- [7]藁谷克則、ドアホン及びドアホンの呼出音制御方法、日本、2006/1/10
- [8]外館弘理、動的なカメラ色補正装置およびそれを用いた映像検索装置、日本&PCT、2006/1/10
- [9]安田真理、遠隔監視装置及び遠隔監視方法、日本、2006/1/19
- [10]荒木昭一、センサー制御装置およびセンシングシステム、日本、2006/1/31
- [11]荒木昭一、センサー配置装置、センサー制御装置およびセンサー制御システム、日本、2006/1/31
- [12]神田博之、ノード、パケット通信方法、及びパケット通信システム、日本、2006/2/1
- [13]千葉健至、無線通信システム、日本、2006/2/2
- [14]横光澄男、オブジェクト高さ算出装置およびそれを用いたオブジェクト検索装置ならびにオブジェクト高さ算出方法、日本、2006/2/8
- [15]青木芳人、誘導装置、撮影装置および認証装置ならびに誘導方法、日本、2006/2/13
- [16]松山好幸、人物追跡装置、人物追跡方法および人物追跡プログラム、日本、2006/2/14
- [17]佐野俊幸、撮像装置、日本、2006/2/16
- [18]横光澄男、オブジェクトサイズ算出装置、それを用いたオブジェクト検索装置およびオブジェクト分類装置ならびにオブジェクトサイズ算出方法、日本、2006/3/3
- [19]中野渡祥裕、顔認証システム、日本、2006/4/11
- [20]白岩基紹、ネットワーク機器及びネットワーク機器管理方法、日本&PCT、2006/4/12
- [21]芹沢正之、映像信号処理装置及び映像信号処理方法、日本、2006/5/22
- [22]飯田亮介、無線通信装置および帯域予約方法、日本&PCT、2006/5/24
- [23]尾井秀朗、映像監視システム、日本、2006/6/7
- [24]山田伸、顔認証装置および顔認証方法、日本、2006/6/8
- [25]東山誠司、撮像装置および認証装置、日本、2006/6/13
- [26]樋口学、撮像装置、日本&PCT、2006/6/13
- [27]富坂直昭、階調補正装置、日本&PCT、2006/6/13
- [28]芹沢正之、映像信号処理装置及び映像信号処理方法、日本、2006/6/15
- [29]上保博之、映像監視装置、日本、2006/6/15
- [30]山田伸、顔登録装置、顔認証装置および顔登録方法、日本、2006/6/29
- [31]青木芳人、入室管理装置および入退室管理装置ならびに入室管理方法、日本、2006/6/29
- [32]松山好幸、人物追跡装置、日本、2006/6/30
- [33]尾井秀朗、映像監視システム、日本、2006/7/4
- [34]飯田亮介、監視システム、監視装置及び監視方法、日本&PCT、2006/7/5
- [35]島野美保子、撮影システム、撮影装置およびそれを用いた照合装置ならびに撮影方法、日本、2006/7/12
- [36]藤松健、撮影装置、認証装置および撮影方法、日本、2006/7/18

- [37]東山誠司、認証装置、日本、2006/7/19
- [38]田部井憲治、映像信号処理装置、日本、2006/7/27
- [39]田部井憲治、映像信号処理装置、日本&PCT、2006/7/27
- [40]白岩基紹、無線通信システム、日本、2006/8/2
- [41]長井真太郎、ネットワーク中継装置、日本、2006/8/4
- [42]山崎龍次、被写体照合装置および被写体照合方法、日本&PCT、2006/8/7
- [43]東山誠司、認証装置および認証方法、日本、2006/8/22
- [44]森中康弘、撮像装置および撮像方法、日本、2006/9/12
- [45]高橋雄一郎、撮像装置、日本、2006/10/18
- [46]中野渡祥裕、顔認証装置、日本&PCT、2006/12/13
- [47]由雄宏明、行動履歴検索装置及び行動履歴検索方法、日本&PCT、2007/2/19
- [48]山田伸、画像合成装置およびそれを用いた画像照合装置ならびに画像合成方法、日本、2007/3/14
- [49]島野美保子、画像合成装置およびそれを用いた画像照合装置ならびに画像合成方法、日本、2007/3/14
- [50]尾井秀朗、見守りシステムおよびマスキング処理方法、日本、2007/3/30
- [51]飯田亮介、無線通信装置および帯域予約方法、日本、2007/5/23
- [52]吉羽治峰、アドホックネットワーク構成方法及びノード装置、日本、2007/6/15
- [53]外館弘理、人物検索装置及び人物検索方法、日本、2007/8/7
- [54]中野渡祥裕、顔認証装置、日本、2007/8/9
- [55]青木芳人、生体認証装置、日本&PCT、2007/6/13
- [56]山崎龍次、顔認証装置、日本、2007/6/25
- [57]藤松健、眼画像撮影装置及び認証装置、日本、2007/7/3
- [58]荒木昭一、画像センシング装置および画像センシングシステム、日本、2007/7/27
- [59]北岡裕一、不審物自動検出装置、日本、2007/2/7
- [60]石橋孝一、アドホック・ネットワーク・システム、無線アドホック端末およびその故障検出方法、日本、2005/10/26
- [61]徳永雄一、送信装置及び受信装置及び時刻通知方法及び時刻設定方法、日本、2005/10/7
- [62]平岡精一、マルチホップネットワークを構成する無線端末、日本、2006/3/2
- [63]安藤康臣・平岡精一、通信システム及び通信装置、日本、2006/2/22
- [64]平井規郎、多変量データ判別装置、日本、2006/2/24
- [65]徳永雄一、無線装置、日本、2006/3/20
- [66]伊戸靖則、武田保孝、無線通信装置、日本、2006/3/23
- [67]石橋孝一、アドホック・ネットワークを構成するノード、日本、2006/8/8
- [68]徳永雄一、無線通信装置及び無線通信方法、日本、2006/12/21
- [69]川上武、無線アドホック端末、日本、2007/1/24
- [70]石橋孝一、アドホック・ネットワーク・システムおよびそのノード装置、日本&PCT、2006/12/25
- [71]藤森敬悟、移動量算出装置、日本、20070302
- [72]徳永雄一、分散計測システムおよびその方法、日本、20070223
- [73]石橋孝一、アドホック・ネットワークにおける経路探索手順に伴うトラヒック量の削減手法、日本&PCT、2007/2/23

- [74]高田憲一・石橋孝一、マルチホップ通信における効率的なアドレス解決方法、日本&PCT、2007/2/19
- [75]伊戸靖則・石田仁志、無線通信装置および無線通信装置における距離測定方法、日本、2007/3/20
- [76]田村智只、無線ネットワークの故障診断システムおよび故障診断方法、日本、2007/3/14
- [77]石橋孝一、アドホックネットワークにおけるメッセージ転送方法、日本、2007/11/13
- [78]伊戸靖則・石田仁志、無線端末装置およびゲイン調整方法、日本、2007/12/28
- [79]市岡怜也・斎藤隆、故障ノード交換の緊急性判定方法および装置、日本、2008/2/28
- [80]徳永雄一、伊戸靖則、位置特定システムおよび装置、日本、2008/3/4
- [81]石橋孝一、アドホック・ネットワークにおける周辺の無線アドホック端末の管理方法、日本、2008/03/11

9 取得特許リスト

- [1]白岩基紹、ネットワーク機器及びネットワーク機器管理方法、日本&PCT
出願日 2006/4/12、登録日 2007/12/14、登録番号 4 0 5 2 5 2 2

10 国際標準提案リスト

(なし)

11 参加国際標準会議リスト

(なし)

12 受賞リスト

- [1]松下電器産業株式会社、総務省の「u-Japan ベストプラクティス」にて「u-Japan 大賞 大賞」、
“街角見守りセンサーシステム”、2006年 6月 1日
- [2]松下電器産業株式会社、(財)日本産業デザイン振興会主催「2006年度グッドデザイン賞」
新領域デザイン部門、“街角見守りセンサーシステム”、2006年 10月 2日
- [3]松下電器産業株式会社、「第41回 日本産業広告賞」第2部の第1席での部門賞、“
「ジャングル編」”、2006年 11月 9日
- [4]松下電器産業株式会社、「第45回 フジサンケイ ビジネスアイ ビジネス広告大賞」グランプリ、
“「創造力編」、「思いやり編」、「友情編」”、2006年 11月 22日
- [5]松下電器産業株式会社、「2007年 日本産業広告賞」情報誌部門 第1部の第1席、
”「能面編」”、2007年 11月 9日

13 報道発表リスト

- [1] “大阪府等と連携し街中での学童見守り社会実証実験を実施”、報道発表、2005年 11月 14日
- [2] “ネットワークセキュリティ技術の導入による新たな街角見守りセンサーシステムを開発”、
報道発表、2006年 6月 1日
- [3] “「Interop Tokyo 2006」松下グループブース（展示ホール6）の見所”、報道発表、2006年 6月 2日
- [4] “東京大学等と連携し、顔画像認証の技術検証を実施”、報道発表、2006年 7月 24日
- [5] “「危機管理産業展（RISCON TOKYO）2006」パナソニックブース展示概要”、
報道発表、2006年 10月 17日

- [6] “弘前市で「子ども見守りシステム」の実証実験を実施”、報道発表、2007年2月15日
- [7] “「子ども見守りシステム」実証実験の結果について”、報道発表、2007年6月6日
- [8] “日本初 ウォークスルー虹彩認証システムを開発”、報道発表、2007年8月3日
- [9] “隣接ノードの時刻を同期し、故障ノードを自動で検出する技術を開発”、三菱電機ニュースリリース、2006年3月16日
- [10] “三菱電機が広域センサー技術開発 端末間の相対誤差10万分の5秒に抑制”、日刊工業新聞朝刊、2006年3月17日
- [11] “三菱電機 センサーネット時刻誤差 10万分の5秒以下に”、電気新聞朝刊、2006年3月17日
- [12] “三菱電機 ユビキタスネットワーク技術進化 ノードでの相対誤差10万分の5秒以下に”、日刊建設工業新聞朝刊、2006年3月17日
- [13] “三菱電機が多大な成果 センサーノード関連技術”、電波タイムズ、2006年03月27日
- [14] “センサーNW 技術高度化へ 三菱電機 事業応用探る 東京・丸の内環境測定開始”、電気新聞朝刊、2007年10月23日

1.4 ホームページによる情報提供

URL:<http://panasonic.co.jp/pss/rd/usn/index.html>

掲載概要：ユビキタスセンサーネットワーク技術について、官学産連携による研究開発への取り組みや、街中見守りロボット実証実験などの利活用展開、ニュースリリース、展示会・イベント、受賞などに関する情報を掲載。

掲載期間：平成18年6月～平成20年3月

トップページビュー：19,616件

総ページビュー：37,812件

研究開発による成果数

	平成 17 年度	平成 18 年度	平成 19 年度	合計	(参考) 提案時目標数
査読付き誌上発表数	0 件 (0 件)	1 件 (0 件)	2 件 (0 件)	3 件 (0 件)	11 件 (件) ※1
その他の誌上発表数	0 件 (0 件)	4 件 (0 件)	4 件 (0 件)	8 件 (0 件)	－件 (件)
口頭発表数	19 件 (1 件)	27 件 (2 件)	28 件 (2 件)	74 件 (5 件) ※1	35 件 (件)
特許出願数	25 件 (2 件)	41 件 (12 件)	15 件 (1 件)	81 件 (15 件)	50 件 (件)
特許取得数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	1 件 (0 件)	1 件 (0 件)	14 件 (件) ※2
国際標準提案数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	－件 (件)
国際標準獲得数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	－件 (件)
受賞数	0 件 (0 件)	4 件 (0 件)	1 件 (0 件)	5 件 (0 件)	－件 (件)
報道発表数	6 件 (0 件)	5 件 (0 件)	3 件 (0 件)	14 件 (0 件)	0 件 (件)

※1 国際会議資料、アブストラクト査読を含む

※2 但し、実施期間終了後を含む

注 1 : (括弧)内は、海外分を再掲。

注 2 : 「査読付き誌上発表数」には、論文誌や学会誌等、査読のある出版物に掲載された論文等を計上する。学会の大会や研究会、国際会議等の講演資料集、アブストラクト集、ダイジェスト集等、口頭発表のための資料集に掲載された論文等は、下記「口頭発表数」に分類する。

注 3 : 「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等を計上する。