

＜基本計画＞

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

1. 目的

あらゆる人やモノがネットワークに繋がり、いつでも、どこでも、誰にでも欲しいサービスが利用できるユビキタスネット社会を実現するためには、人・モノの状況やそれらの周辺環境等を的確に認識し、自律的な情報流通に基づいて状況や周辺環境に即した最適な動作を行うことを可能とするユビキタスセンサーネットワークの実現が不可欠である。

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・安心な社会の実現や、幅広い活動における快適性・生産性・効率性の向上に資することを目的とする。

さらに、これにより、e-Japan 戦略Ⅱに掲げる先導的取り組みによる IT 利活用の推進を図るとともに、本分野における国際的な技術開発競争において、我が国のイニシアティブを確保する。

2. 政策的位置付け

本研究開発は、「e-Japan 戦略Ⅱ」(平成 15 年 7 月 2 日 IT 戦略本部)における「次世代の知を生み出す研究開発の推進」に関する研究開発に該当する。また、「e-Japan 重点計画-2004」(平成 16 年 6 月 15 日 IT 戦略本部)における「ユビキタスネットワークの実用化に向けた研究開発」に該当し、「センサー等を、安全で、リアルタイムかつ自律的に、制御・協調することができるネットワーク技術」の必要性が明記されている。

「平成 17 年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」(平成 16 年 5 月 26 日 総合科学技術会議)においても、別表「【情報通信】(i) ネットワークがすみずみまで行き渡った社会への技術」に「情報家電、センサー等多種多様で膨大な機器・端末の相互接続・運用・制御技術」が明記されており、政府の ICT 戦略の中の重要な位置を占める。

さらに、政策群「ユビキタスネットワークを活用した食の安全・安心の向上」や科学技術連携施策群「ユビキタスネットワーク」等にも位置付けられており、関係府省庁との適切な役割分担のもと、連携を図りながら研究開発を推進することとしている。

3. 目標

ユビキタスセンサーネットワークには、多数かつ多様なセンサーが接続される。これら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、自律的な情報流通に基づいて状況や周辺環境に即した最適な動作を行うシステムの構築が必要である。

このため、多数のセンサーからの情報の衝突防止や較正・同期化等の制御を行う「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う「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処理し、最適な状態で管理を行う「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ための基盤となる要素技術を確立する。

なお、ユビキタスセンサーネットワークは様々な用途で利用されるものであり、必要とされる機能や性能は千差万別である。そこで、以下では上述の3つの要素技術について様々な分野に適用可能となるよう、平成19年度末の到達目標のそれぞれの目安を定量的に記述している。

4. 研究開発内容

(1) ユビキタスセンサーノード技術

① 概要

多数のセンサーから発信される情報の衝突を防止するとともに、その較正や同期化等の制御を行うユビキタスセンサーノード技術の研究開発を実施する。

② 技術課題及び到達目標

ア) アンチ・コリジョン技術

(技術課題)

ユビキタスセンサーネットワークではセンサーが自発的にセンシングした情報を発信するが、多数のセンサーが同時に通信を行う場合、衝突が発生する可能性がある。これを回避し、重要な情報を確実に伝達するため、センサー自身が周辺を含む動作環境に合わせ、情報量やパワー等を自動的に制御し、互いにタイミング等を協調しながら確実に正確なデータを伝える技術の研究開発を行う。

(到達目標)

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

一タ衝突回避技術を実現し、例えば大規模ビルに25 m² (5m × 5m) 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。

イ) 時刻同期技術

(技術課題)

ユビキタスセンサーネットワークにより高度なアプリケーションを実現するためには、発生事象の正確な時刻情報と時刻同期した無線通信が重要である。多数のセンサーが接続された大規模なユビキタスセンサーネットワークにおいて、センサーは小型で少ない CPU パワーと低レートの通信を使い、分散された大量の端末間で高精度な時刻整合とその正当性を保証しなければならない。このため、低レートネットワークによる時刻同期に関して、無線通信による遅延を考慮した時刻同期プロトコル、時刻キャリブレーション方式及び基準時間を持つセンサーの最適配置技術に関する研究開発を行う。

(到達目標)

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。

(2) センサーネットワーク制御・管理技術

① 概要

いつでも、どこでも、設置したい場所にセンサーを設置するために、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うことを可能とするセンサーネットワーク制御・管理技術について研究開発を実施する。

② 技術課題及び到達目標

ア) アドホックネットワーク技術

(技術課題)

システムが広域かつ大規模になればなるほど、ネットワーク上におけるルーティングオーバーヘッドの増大やスループットの低下等により、自律分散ネットワークの構築が困難になる。また、無線を利用する場合、ネットワーク環境の変動要素が多岐に渡り、変動の再現性が乏しい。

以上の課題に対処するために、各センサーの状態(電力残量や処理頻度、CPU パワー、受信電波強度等)に応じた経路情報交換プロトコルや、その状態を制約条件としつつ計算量の少ない経路計算アルゴリズムの研究開発を行う。

(到達目標)

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。

イ) センサー位置同定技術

(技術課題)

上記のアドホックネットワーク技術を実現するためには、センサーを識別し、その位置を同定する技術が不可欠である。このため、複数のセンサー間で相対位置を検出する技術、及び、あらかじめ位置情報を保有し基準点となるセンサーが複数個ある場合に新たにネットワークに参加するセンサーが自律的に位置情報を設定する技術について研究開発を行う。また、自律的に位置情報を設定する場合に位置誤差の蓄積を一定範囲内とするため、例えば複数の基準点センサーの位置情報を評価修正する方式等の研究開発を行う。

(到達目標)

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。

ウ) 遠隔保守管理技術

(技術課題)

膨大な数のセンサーが接続するユビキタスセンサーネットワークが正常に作動し続けるためには、センサーノードが故障した際、その診断を自律的に行い、ネットワークが自己修復される技術が不可欠である。

マルチホップネットワーク及びワイヤレスネットワークにおいては、無線環境の変化によってもセンサー間の無線リンクの切断が生じるため、隣接するノードの無線リンク一つが切断されたことを以てノードの故障と判断することはできない。従って、センサーネットワーク内の特定ノードの故障を判断するためには、複数のノード間の連携による故障ノードの特定が必要となる。また、センサーネットワーク内の各ノードが持つリソース(電力、通信帯域、CPUパワー)には制約があることから、故障ノード特定のために必要となる処理を最小限に抑えることが求められる。

このため、上記要求条件に対して、隣接ノードへの到達性のエラーを検出するノードによる周辺ノードに対する故障診断の要求通知や、故障ノードを特定した際のシステム管理サーバーへの通知を行う故障ノード検出技術、ネットワーク自己修復技術の研究開発を行う。

(到達目標)

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。

エ) ネットワーク高速トレーシング技術

(技術課題)

限られた帯域を情報量に合わせ効率良く使用することが通信の高速化には不可欠である。また、災害発生時等の緊急時には、ネットワークにおいて、ルーティング経路の強制的な切り替えや、重要なセンシングデータの優先的な伝送が必要となる。

(到達目標)

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・留保方式及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。

(3) リアルタイム大容量データ処理・管理技術

① 概要

将来、極めて多くのセンサーがネットワークに接続されると予想されるが、イメージセンシング等のデータ容量の大きいセンサーの数が多くなった時にも、センサーから収集されたリアルタイム情報を的確に処理(単位化、抽象化、識別化)し、最適な状態で管理を行うリアルタイム大容量データ処理・管理技術の研究開発を実施する。

② 技術課題及び到達目標

ア) センシングデータ処理技術

(技術課題)

多数のセンサーを同時に運用する場合、各センサーの状態やセンシングデータをリアルタイムに収集し、その膨大なデータを適切に加工・蓄積する必要がある。

(到達目標)

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。

イ)データマイニング技術

(技術課題)

センサーから伝送されてくる情報を意味のある情報にして抽出・提供するためには、蓄積される膨大なデータをいかに効率良く収納できるかに依るところが大きい。また、センサーそれぞれが持つユーザーインターフェース機能の管理も快適なシステム構築には不可欠である。

(到達目標)

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・環境認識処理技術、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。

5. 実施期間

平成17年度から平成19年度までの3年間

6. その他

本研究開発の速やかな実用化を図るためには、本基本計画書で掲げる研究開発目標の達成度及び具体的な利活用分野におけるユビキタスセンサーネットワークの有効性を検証する実証実験を、適宜ユビキタスセンサーネットワーク利用者の参加の下、利活用形態が異なる様々な分野で実施することが重要である。このため、研究開発の進捗状況に応じて、可能な限り利用者参加型の実証実験を行うものとする。

これを踏まえ、実証実験の実施を計画する際には、以下の点を明示すること。

- ① 分野(「ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会」報告書「ユビキタスセンサーネットワーク実現に向けて」

(http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040806_4.html)のアプリケーション一覧より選択できる場合はその分野名、できない場合は適当な分野名)

- ② 実証実験概要

- ③ 実証実験詳細(年次計画、積算内訳、作業分担表等)

- ④ 実証実験における各実験段階において、本基本計画書で掲げる到達目標のうち、それぞれの目標を検証するかを明確化
- ⑤ 社会的側面からの有用性