

デマンド・アドレスサブル・センサネットワーク (Demand Addressable Sensor Network) の研究開発 (121802001)

Demand Addressable Sensor Network

研究代表者

宮崎敏明 会津大学コンピュータ理工学部

Toshiaki Miyazaki, School of Computer Science and Engineering, The University of Aizu

研究分担者

林隆史[†] 東原恒夫[†] Song Guo[†] 北道淳司[†] Deze Zeng[†]

[†]会津大学コンピュータ理工学部

Takafumi Hayashi[†] Tsuneo Tsukahara[†] Song Guo[†] Junji Kitamichi[†] Deze Zeng[†]

[†]School of Computer Science and Engineering, The University of Aizu

研究期間 平成 24 年度～平成 26 年度

概要

ユーザが発した抽象的なセンシング要求を解釈し、その要求を充たすセンシングデータを保有するセンサ群を発見し、それらセンサ群から取得したセンシングデータを、他のシステムが発する有益情報と共にネットワーク内でマッシュアップして、ユーザ端末に実時間表示可能とする広域センサネットワーク構築技術(デマンド・アドレスサブル・センサネットワーク (DASN) と称する) を確立する。センサネットワーク自体には、各センサノードが周囲の状況とユーザが発した要求を勘案し、動的に自らの役割を変更して所望のセンシングデータを積極的に取得するように自律動作する環境適応能力を実現する。

1. まえがき

従来のセンサネットワークは、センシングデータを機械的にユーザに伝達するか、データロガー等に蓄積する機能が主であるため、広域監視・観測を考えるとセンシングデータが膨大となり、知りたい情報を短時間的に得ることが困難になる可能性がある。我々は、上記問題を解決するために、広域災害現場監視を念頭に置き、デマンド・アドレスサブル・センサネットワーク (Demand Addressable Sensor Network: DASN) と称する要求駆動型広域センサネットワークシステムの開発を進めてきた。

2. 研究開発内容及び成果

DASN は、大きく下記の 2 つの技術からなる。

(1) **デマンド・アドレスサブル・ネットワーク構築技術** : ユーザ要求に従って、所望のデータを保有するセンサやサービスを発見し、それらから得た形式の異なるデータをネットワーク内でマッシュアップし、ユーザに提供する一連の技術。

(2) **環境適応型無線センサネットワーク構築技術** : ユーザ要求に従って、センサネットワークを構成する各センサノードの役割を動的に変更し、所望のデータを能動的に取得する無線センサネットワーク (WSN) を実現する一連の技術。

DASN を用いて構築される広域センサネットワークシステムでは、例えば、ユーザが、「ここから 5km 以内で出火の可能性は?」と問うと、5km 圏内の Local DB にデータ取得要求が届けられ、高温を感知した温度センサの温度情報とアラートが、地図上にマップされてユーザ端末に表示される。ここで、ある WSN 内で温度センサを搭載したセンサノードがデータ中継等、別の役割を担っており、しかも周囲に誰も温度センシングを行っていないならば、自ら温度センシング機能を発火し、計測結果をユーザに返す。上述した様に、DASN は、ユーザ要求に応じて適切なりソースにアクセスし、必要があれば、センサノードの役割をも変更して、所望のデータを能動的に取得する要求駆動型広域アクティブセンシングを実現するものがある。

2. 1 システム構成

図 1 に、DASN の全体構成を示す。環境適応型 WSN は、DASN の一部を構成し、複数の環境適応型 WSN と Twitter などの既存情報元をデマンド・アドレスサブル・ネットワークで統合し、大規模アクティブセンシング環境を実現する。ユーザは、センシング要求(demand)をユーザ端末画面から入力すると、その要求は、デマンド・インタプリタによって、細かなサブ要求に分解される。次に、それらサブ要求を用いて、センシングデータを保有する複数の Local DB を統合管理する分散 DB にアクセスし、所望のセンシングデータを取得する。取得したセンシングデータは、Twitter などの有益関連情報と共に、マッシュアップ・サーバによりマッシュアップされ、ユーザ端末に表示される。同一情報は、他のユーザ端末にも表示でき、情報共有が可能となる。

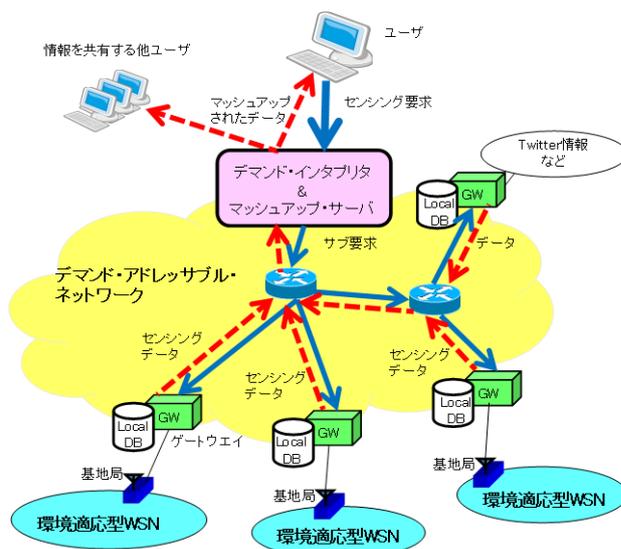


図 1 デマンド・アドレスサブル・センサネットワークの全体構成

2.2 プロトタイプ・システム

図2は、我々が開発したDASNのプロトタイプ・システムの全景写真である。本プロトタイプ・システムは、広域災害現場監視を想定している。右画面は、ユーザ端末画面を示し、左画面は、日本全国規模の大規模センサネットワークトポロジと、各回線に流れる通信トラフィックをモニタする画面である。手前に、試作したリコンフィギャラブル小型無線センサノード(後述)が動作している。大規模ネットワークは、サーバマシン50台を用いてエミュレーションしている。また、センサデータジェネレータと称するソフトウェアを別途開発し、多くのセンサノードを模擬している。本環境を用いて仮想センサノードと実機センサノードを混在させたエミュレーションが可能である。現在10万個のセンサノードを持つセンサネットワーク環境を模擬できる。

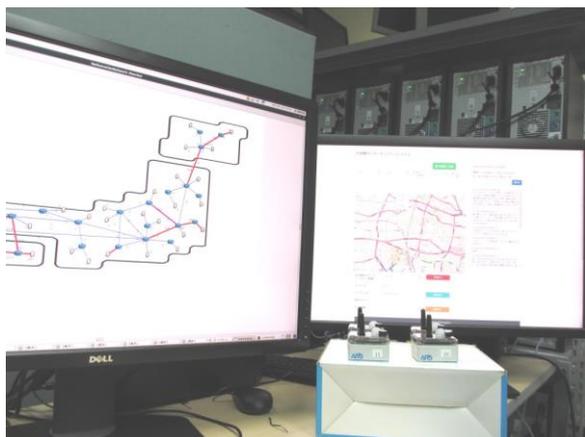


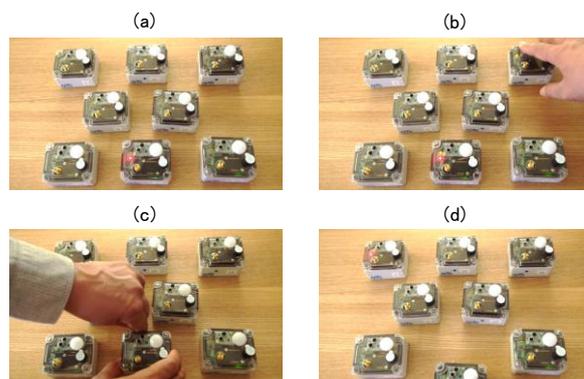
図2 構築したプロトタイプ・システム全景。右画面は、ユーザ端末画面を表示。左画面は、大規模センサネットワークトポロジと通信トラフィックを表示。手前は、試作したリコンフィギャラブル小型無線センサノード群。

2.3 リコンフィギャラブル小型無線センサノード

環境適応型 WSN 構築技術の要として、920MHz 帯無線モジュールを搭載したリコンフィギャラブル小型無線センサノード(以下、ノード)を試作した。本ノードは、16bit CPU に加え、省電力 FPGA(Field Programmable Gate Array)を搭載し、処理性能と消費電力のバランスをとっている。例えば、CPU では処理しきれないセンサ信号を FPGA のハードウェア論理で処理する。また、CPU のプログラムだけでなく FPGA の論理回路も電波を介して外部より書き換え可能であり、ノードの振る舞い(役割)を動的に変更できる。現状、800mAh 内蔵リチウムイオンバッテリーを用いて全センサの値を每秒送信した場合、約 19 時間稼働できる。図3に試作したノードを用いた応用例を示す。これは、周辺ノードが取得したセンシングデータを集約するノード(クラスタヘッドとよぶ)を自律的かつ動的に選択する機能を実現している。クラスタヘッドが消失した場合、自動的に別のノードがクラスタヘッドとなる。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

広域災害現場の監視システムを始め、日常メンテナンスが困難な、広域の山林や農地の常時監視などへの応用を目的に、実用化を目指す。また、試作したリコンフィギャラブル小型無線ノード及びその動作定義環境を用いると、一度敷設したセンサネットワークの動作を、電波を介して容易にカスタマイズできる。本特徴を生かして、複数ユーザで同一センサネットワークを共通インフラとして時間貸しするセンサネットワーク・プロバイダ・ビジネスの可能性も探っていく。



(a): 初期状態。下中央のノードがクラスタヘッド(赤いLED点灯)となる。
(b): 右上ノードの光センサを指で塞ぐと、信号が現在のクラスタヘッドに送られ、黄色いLEDが点滅する。
(c): 下中央のノードが消失(電源が落ちる)。
(d): 別のノードが新たなクラスタヘッドとなる。本例では、左上のノード。

図3 試作したリコンフィギャラブル小型無線センサノードを用いた環境適応型無線センサネットワークの例。クラスタヘッド自動選択アプリケーション。

4. むすび

要求駆動型広域アクティブセンシング構築技術を提案し、プロトタイプ・システムを開発して、その実現可能性を示した。

【誌上发表リスト】

- [1] T. Miyazaki, P. Li, S. Guo, J. Kitamichi, T. Hayashi, T. Tsukahara, "On-demand Customizable Wireless Sensor Network," The 6th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2015), pp. 302-309, London, June 2015.
- [2] T. Miyazaki, S. Yamaguchi, K. Kobayashi, J. Kitamichi, S. Guo, T. Tsukahara, T. Hayashi, "A Software Defined Wireless Sensor Network," IEEE International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC2014), pp.847-852, Feb. 3-6, 2014.
- [3] 宮崎敏明, 林隆史, 東原恒夫, Song Guo, 北道淳司, "デマンド・アドレスサブル・センサネットワーク: 要求駆動型広域センシングを目指して," 電子情報通信学会技術研究報告, CS, 通信方式 112(486), pp.63-68, 2013.3.7. (特別招待講演)

【申請特許リスト】

- [1] 宮崎敏明, "センサネットワークシステム及びセンサネットワークシステムにおけるデータ取得方法," 日本, 特願 2012-204403, 2012.9.18

【受賞リスト】

- [1] Best Paper Award: T. Miyazaki, H. Iwata, K. Kobayashi, S. Yamaguchi, D. Zeng, S. Guo, J. Kitamichi, T. Hayashi, T. Tsukahara, "DASN: Demand-addressable Sensor Network for Active Information Acquisition," ACM IMCOM2014, Jan. 9-11, 2014.
- [2] Best Paper Award: Y. Kasama, and T. Miyazaki, "Movement Path Estimation for Multiple Humans in a Room using Binary Infrared Sensors," IEEE ICOIN2013, pp. 42-47, Jan. 2013.

【報道掲載リスト】

- [1] "会津大の研究 最高賞", 福島民友新聞, 2014.1.25
- [2] "IMCOM で最優秀論文賞", 福島民報, 20.14.1.25
- [3] "笠間さん(会津大)最優秀論文賞", 福島民友新聞, 2013.3.6

【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://dasn.jp> 及び <http://col1.u-aizu.ac.jp>