

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5923856号  
(P5923856)

(45) 発行日 平成28年5月25日 (2016. 5. 25)

(24) 登録日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)

(51) Int. Cl. F I  
 HO4Q 9/00 (2006.01) HO4Q 9/00 311H  
 HO4W 4/04 (2009.01) HO4W 4/04 190

請求項の数 7 (全 12 頁)

|  |  |
|--|--|
| <p>(21) 出願番号 特願2011-25011 (P2011-25011)<br/>                 (22) 出願日 平成23年2月8日 (2011. 2. 8)<br/>                 (65) 公開番号 特開2012-165249 (P2012-165249A)<br/>                 (43) 公開日 平成24年8月30日 (2012. 8. 30)<br/>                 審査請求日 平成26年1月14日 (2014. 1. 14)</p> | <p>(73) 特許権者 000004237<br/>                 日本電気株式会社<br/>                 東京都港区芝五丁目7番1号<br/>                 (74) 代理人 100123788<br/>                 弁理士 官崎 昭夫<br/>                 (74) 代理人 100127454<br/>                 弁理士 緒方 雅昭<br/>                 (72) 発明者 鈴木 秀明<br/>                 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内<br/><br/>                 審査官 山岸 登</p> |
|--|--|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサネットワーク制御装置および制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定のエリアに配置された複数のセンサノードのそれぞれの位置を示す情報を含む固有情報と、前記複数のセンサノードのそれぞれで測定されたセンサデータとに基づいて、前記エリアにおける前記センサデータの特徴を算出する特徴算出部と、

前記特徴に基づいて、前記複数のセンサノードのデータ測定動作を制御するネットワーク制御部と、を有し、

前記ネットワーク制御部は、前記特徴に基づいて、前記センサノードのスケジュールを算出し、該スケジュールで前記センサノードを稼働させるセンサネットワーク制御装置であって、

前記特徴は前記エリアにおける前記センサデータの勾配であり、

前記ネットワーク制御部は、第1のセンサノードが、前記第1のセンサノードの位置よりも前記勾配の絶対値が小さい位置の第2のセンサノードよりも高い稼働率となるように前記スケジュールを算出する、センサネットワーク制御装置。

【請求項2】

所定のエリアに配置された複数のセンサノードのそれぞれの位置を示す情報を含む固有情報と、前記複数のセンサノードのそれぞれで測定されたセンサデータとに基づいて、前記エリアにおける前記センサデータの特徴を算出する特徴算出部と、

前記特徴に基づいて、前記複数のセンサノードのデータ測定動作を制御するネットワーク制御部と、を有し、

前記ネットワーク制御部は、前記特徴に基づいて、前記センサノードを移動させる、センサネットワーク制御装置。

【請求項 3】

前記特徴算出部は、前記エリアにおける前記センサデータの空間的な勾配と時間的な勾配の少なくとも一方を前記特徴として算出する、請求項 1 または 2 に記載のセンサネットワーク制御装置。

【請求項 4】

前記特徴算出部は、前記エリアにおける前記センサデータ間を近似によって補間することでスカラー場を形成し、前記スカラー場における勾配を前記特徴として算出する、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のセンサネットワーク制御装置。

10

【請求項 5】

前記特徴は前記エリアにおける前記センサデータの勾配であり、  
前記ネットワーク制御部は、第 1 の位置の前記センサノードの密度が、前記第 1 の位置よりも前記勾配の絶対値が小さい第 2 の位置の前記センサノードの密度よりも高くなるように、前記センサノードを移動させる、請求項 2 に記載のセンサネットワーク制御装置。

【請求項 6】

自身が他のセンサノードを制御するクラスタヘッドであるとき、前記特徴算出部が前記特徴を算出し、前記ネットワーク制御部が前記複数のセンサノードを制御するセンサノードである、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のセンサネットワーク制御装置。

【請求項 7】

20

自身が前記クラスタヘッドでないとき、前記ネットワーク制御部は、他のセンサノードに、自身の固有情報と、自身の測定したセンサデータを通知する、請求項 6 に記載のセンサネットワーク制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のセンサノードを配置してデータを測定するセンサネットワークに関する。

【背景技術】

30

【0002】

気象観測、警備防犯、ビル管理、エネルギー管理、水質調査などに利用することができるセンサネットワークが注目されている。センサネットワークは、複数のセンサノードを配置してデータを測定するシステムである（特許文献 1～7 参照）。

【0003】

一般にセンサネットワークのセンサノードはバッテリーで動作する。その場合、センサノードの生存期間がバッテリーの寿命によって決まるため、各センサノードの省電力化が大きな課題である。

【0004】

センサノードにおいては電力消費が最も大きい処理は、通信を伴うネットワーク処理であることが知られている。そのため、これまでネットワーク処理を低減する様々な試みが行われてきた。特に、無線センサネットワーク（WSNs: Wireless Sensor Networks）では、信号の受信中と送信中とで同程度の電力消費となる。

40

【0005】

センサノードを省電力化するために、例えば、各ノードを休止状態にし、センサエリアをカバーする必要最小限のノードのみを動作させる方法（MIT (Massachusetts Institute of Technology) の Span）がある。また、通信量自体を削減するルーティング方式（LEACH: Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy）もある。

【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2004-226157号公報

【特許文献2】特開2006-190247号公報

【特許文献3】特開2010-245725号公報

【特許文献4】特表2005-525061号公報

【特許文献5】特表2008-532460号公報

【特許文献6】特表2009-529187号公報

【特許文献7】特表2010-506480号公報

## 【発明の概要】

10

## 【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、センサノードの寿命を延ばすために最小限のノードのみを稼働させると、重要なセンサデータを見逃してしまう恐れがあった。また、重要なデータを漏らさず記録しようとする、稼働させるセンサノードの数が増えてしまうというトレードオフがあった。

【0008】

例えば、Spanではエリアをカバーすることが可能な最も少ない数のセンサノードを選択してネットワークを自律的に構成する。主にネットワークの状況によってネットワークの構成が行われる。その結果、センサノードの電力消費を低減し、ネットワークを長寿命化する効果はある。しかし、ネットワークの構成には必ずしもセンサデータの特徴が反映されない、測定されるセンサデータが空間的あるいは時間的に偏っている環境においては、特徴的なデータを見逃す恐れがある。

20

【0009】

例えば、道路に沿ったセンサネットワークを想定する。道路に面した崖が崩れそうになった場合に、その事象を検出できるセンサノードは特定の部分に偏在していると考えられる。

【0010】

センサノードのサンプリング間隔を短縮したり、稼働中ノード数を増やしたりして、センサネットワークにおけるセンサノードの総稼働時間を増やせば、このようなイベントも高い精度で捉えることが可能となる。しかし、総稼働時間を増やすとセンサノードの電力消費が増加し、センサノードの寿命が短くなる。その結果としてネットワーク全体の寿命も短くなってしまふ。

30

【0011】

これに対して、利用者がセンサネットワークで観測したい興味のあるイベントを予め定義しておき、そのイベントが測定されたセンサノードの周辺においてセンサノードの稼働率を高め、イベントの変化に敏感に追従するといった方式がある。この方式は、利用者からのクエリが予め明確になっている場合には有効である。しかし、利用者からのクエリが予め明確になっていない場合にはイベントを予め定義しておくことができない。例えば、測定されたセンサデータを後でマイニングするような場合、センサネットワークが複数の利用者から共有され、様々な多数のイベントが想定される場合、環境が変化していく場合には、適切なイベントを予め設定するのは困難であり、期待した結果を得にくい。

40

【0012】

他の方式として、近傍の複数のセンサノードで取得された空間的、時間的に関連の高いデータについてin-network processingで処理し、稼働させるセンサノードを集約するという方式がある。この方式によれば、センサネットワーク内の通信総量が削減され、電力消費が削減される。しかし、ネットワーク構成が環境の特徴と連携しないので、得られるデータの精度は向上しない。むしろ、センサノードを集約することで、環境内のデータ分布が捉えにくくなり、センサノードの稼働時間も削減されないことも考えられる。

【0013】

50

本発明の目的は、センサネットワークの省電力化と高精度のデータ測定の両立を可能にする技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するために、本発明のセンサネットワーク制御装置は、

所定のエリアに配置された複数のセンサノードのそれぞれの位置を示す情報を含む固有情報と、前記複数のセンサノードのそれぞれで測定されたセンサデータとに基づいて、前記エリアにおける前記センサデータの特徴を算出する特徴算出部と、

前記特徴に基づいて、前記複数のセンサノードを制御するネットワーク制御部と、を有する。

10

【0015】

本発明のセンサネットワーク制御方法は、

所定のエリアに配置された複数のセンサノードのそれぞれの位置を示す情報を含む固有情報と、前記複数のセンサノードのそれぞれで測定されたセンサデータとに基づいて、前記エリアにおける前記センサデータの特徴を算出し、

前記特徴に基づいて、前記複数のセンサノードを制御するというものである。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、センサネットワークのデータ測定の精度を高く保ちながら、センサネットワークの省電力化を図ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本実施形態のセンサネットワークの構成を示すブロック図である。

【図2】本実施形態のセンサノードの構成を示すブロック図である。

【図3】第1の実施例によるセンサネットワークの構成を示すブロック図である。

【図4】第3の実施例におけるセンサネットワークの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明の基本的構成による実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0019】

図1は、本実施形態のセンサネットワークの構成を示すブロック図である。図2は、本実施形態のセンサノードの構成を示すブロック図である。図2には、センサノード1の構成が示されているが、基本的にセンサノード2、3もこれと同じ構成である。

30

【0020】

図1を参照すると、本実施形態のセンサネットワークは相互接続する複数（ここでは3個）のセンサノード1～3を有している。本実施形態では、一例として、クラスタリングにより複数のセンサノードでクラスタを形成し、そのセンサノードの中の1つがクラスタヘッドとして他のセンサノードを制御する。

【0021】

どのセンサノード1～3もクラスタヘッドになれる。

40

【0022】

自身がクラスタヘッドでないセンサノードは、周辺エリアの他のセンサノードに、自身の固有情報と、自身の測定したセンサデータを通知する。

【0023】

一方、自身がクラスタヘッドとなったセンサノードは、周辺エリアにある複数のセンサノードから通知されたものを含めて、それぞれセンサノード1～3の位置を示す情報を含む固有情報と、複数のセンサノード1～3のそれぞれで測定されたセンサデータとに基づいて、そのエリアにおけるセンサデータの特徴を算出する。そして、クラスタヘッドのセンサノードは、その特徴に基づいて、複数のセンサノード1～3を制御する。

【0024】

50

図2を参照すると、センサノード1はセンサ11と制御部15を有している。ここではセンサノード1がクラスタヘッドとして動作する場合に着目しており、制御部15は特徴算出部17とネットワーク制御部18を有している。

【0025】

特徴算出部17は、クラスタを形成する周辺のエリアに配置された複数のセンサノード1~3のそれぞれの位置を示す情報を含む固有情報と、その複数のセンサノード1~3のそれぞれで測定されたセンサデータとに基づいて、そのエリアにおけるセンサデータの特徴を算出する。

【0026】

具体的には、特徴算出部17は、エリアにおけるセンサデータの空間的な勾配と時間的な勾配の少なくとも一方を特徴として算出する。この勾配は、センサデータの空間的あるいは時間的な変化を示し、勾配の絶対値が大きいことはセンサデータの変化が激しいことを意味する。その際、特徴算出部17は、エリアにおけるセンサデータ間を近似によって補間することでスカラー場を形成し、スカラー場における勾配を特徴として算出してもよい。

10

【0027】

ネットワーク制御部18は、特徴算出部17が算出した特徴に基づいて複数のセンサノード1~3を制御する。

【0028】

具体例として、ネットワーク制御部18は、その特徴に基づいてセンサノード1~3のそれぞれのスケジュールを算出し、算出したスケジュールでセンサノード1~3を稼働させる。スケジュールには、そのセンサノードをTDMA(Time Division Multiple Access)で稼働あるいは休止させるためのタイミング情報が含まれている。例えば、スケジュールには各センサノード1~3の測定を実行するサンプリングタイミングが規定されており、センサノード1~3はサンプリング時だけ稼働し、それ以外のときには休止する。

20

【0029】

上述したように、ここでは一例として、特徴算出部17が算出する特徴は、そのエリアにおけるセンサデータの勾配である。ネットワーク制御部18は、勾配の絶対値が大きい位置にあるセンサノード程、高い稼働率で稼働するようにスケジュールを算出する。

30

【0030】

他の具体例として、ネットワーク制御部18は、特徴算出部17が算出した特徴に基づいて、センサノード1~3を移動させることにしてもよい。ここでもやはり一例として、特徴はそのエリアにおけるセンサデータの勾配であるとする。そして、ネットワーク制御部18は、勾配の絶対値が大きい位置程、センサノードの密度が高くなるようにセンサノード1~3を移動させる。

【0031】

以上説明したように、本実施形態によれば、複数のセンサノード1~3のそれぞれの位置とセンサデータとから算出したセンサデータの特徴に基づいて複数のセンサノード1~3を制御するので、センサネットワークのデータ測定の精度を高く保ちながら、センサネットワークの省電力化を図ることができる。

40

【0032】

続いて、より具体的な実施例について説明する。

【0033】

(第1の実施例)

図3は、第1の実施例によるセンサネットワークの構成を示すブロック図である。図3を参照すると、センサネットワークは複数(ここでは3個)のセンサノード1~3で構成されている。センサノード1~3は通信媒体4を介して相互に通信することができる。通信媒体4は例えば無線回線あるいは有線回線である。

【0034】

50

また、センサノード1は、センサ11、通信モジュール12、電源13、固有情報生成部14、および制御部15を有している。センサノード2、3も基本的にはセンサノード1と同じ構成である。

【0035】

センサ11は、外環境に対して何らかの項目の測定を行い、制御部15に測定結果の値を送る。測定項目はセンサネットワークの用途等によって様々である。センサネットワークの用途としては、例えば、気象観測、警備防犯、ビル管理、エネルギー管理、水質調査などがある。それらの用途に用いられる、温度、光、色、音、振動、移動物体などがセンサ11による測定対象となりうる。

【0036】

通信モジュール12は、制御部15の指示でセンサノード間の通信を行い、他のセンサノード2、3に関する情報を取得する。または、他のセンサノード2、3に、自ノードの情報を与える。

【0037】

電源13は、センサノード1の各部分に電力を供給する。

【0038】

固有情報生成部14は、各センサノードを識別する自ノードに固有のID、センサノードの論理的な位置を示す位置情報、GPS(Global Positioning System)などを用いて取得した自ノードの物理的な位置を示す位置情報を生成し、それらを自ノードの固有情報として制御部15に送る。

【0039】

制御部15は、プロセッサがプログラムを実行することにより実現される制御部である。制御部15は、近傍のセンサノード2、3と通信モジュール12を介して通信し、In-network processingの処理を実行することにより、近傍のセンサノード2、3と自ノードの稼働タイミングを調整する。その後、制御部15は、電源13を制御して自ノードを待機モードに遷移させ、次の稼働タイミングまで待機モードを維持する。

【0040】

次に、第1の実施例におけるセンサノード1~3の動作について詳細に説明する。

【0041】

本実施例のセンサネットワークは既存技術であるLEACH(Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy)をベースにしている。

【0042】

LEACHでは、あるエリアにおける適切なクラスタヘッド率 $p$ を決めておく。クラスタヘッド率は、どの程度の割合のセンサノードをクラスタヘッドとするかを定める値である。そして、各センサノード1~3は以下の処理を1回の「ラウンド」とし、その処理を繰り返す。

【0043】

まず、各センサノードの制御部15では、自ら乱数 $k$ ( $0 < k < 1$ )を生成し、 $p$ から算出できる候補値 $T(p)$ と $k$ を比較する。 $k < T(p)$ であれば、そのセンサノードはクラスタヘッドとなり、近傍のセンサノードに自身のことを広告(告知)する。

【0044】

次に、クラスタヘッドとなっていないセンサノードが近傍のクラスタヘッドにクラスタ参加要求を行う。

【0045】

その後、クラスタヘッドは近隣の各センサノードの稼働タイミングのTDMA(Time Division Multiple Access)のスケジューリングを行い、近隣の各センサノードにスケジューリング結果の情報を通知することで、各センサノードの稼働時間を調整する。

【0046】

10

20

30

40

50

一定期間が経過するとこのラウンドは完了し、次のラウンドとして、再び乱数  $k$  を生成し、クラスタヘッドの抽出を行う。

【 0 0 4 7 】

本実施例では、クラスタへの参加を要求する方法と、TDM A のスケジューリングを設定する方法が通常の L E A C H と異なる。以下、本実施例における動作について詳細に説明する。

【 0 0 4 8 】

ここでは、図 3 のセンサネットワークにおいてセンサノード 1 がクラスタヘッドに選出されたと想定する。そして、センサノード 1 の近傍のセンサノード 2 がセンサノード 1 にクラスタ参加要求を行うものとする。

【 0 0 4 9 】

センサノード 2 の制御部 2 5 は、センサ 2 1 の最新のセンサデータ  $D_p$  と、固有情報生成部 2 4 で生成されたセンサノード 2 に固有の固有情報を取得し、通信モジュール 2 2 を使ってセンサノード 1 にこれらの情報を送信する。センサノード 1 は、近傍の複数のセンサノード  $i$  から同様の情報を受信する。

【 0 0 5 0 】

クラスタヘッドとなったセンサノード 1 の制御部 1 5 は、得られた固有情報から、近傍のセンサノード  $i$  の位置  $L_i$  を 2 次元の座標  $(x_i, y_i)$ 、もしくは 3 次元の座標  $(x_i, y_i, z_i)$  として、センサネットワークがカバーするエリア (センサエリア) にマッピングする。

【 0 0 5 1 】

次に、制御部 1 5 は、センサエリアにおける各センサノード  $i$  の位置に対するスカラー値として、各センサノード  $i$  から収集したセンサデータ  $D_{p_i}$  をマッピングする。更に、制御部 1 5 は、それらセンサデータ間を近似によって補間してスカラー場  $D_p = (L)$  を形成する。

【 0 0 5 2 】

なお、制御部 1 5 は、センサノード  $i$  の位置をセンサエリア上にマッピングする場合、必ずしもセンサノード  $i$  の物理的な位置を用いる必要はなく、電波強度などを利用して算出した仮想的な位置を利用しても良い。

【 0 0 5 3 】

続いて、制御部 1 5 は、センサエリア上に形成されたスカラー場  $D_p = (L)$  の各位置における勾配を計算する。そして、制御部 1 5 は、勾配の絶対値  $| (L) |$  を元に、クラスタ参加要求があったセンサノードの TDM A スケジューリングを設定し、稼働率を調整する。

【 0 0 5 4 】

たとえば、制御部 1 5 は、センサノードの位置における勾配の絶対値が一定値以上の場合、そのセンサノードのスケジューリングにおけるサンプリング間隔を最短値に設定する。また、制御部 1 5 は、逆に、勾配の絶対値が一定値以下の位置のセンサノードのスケジューリングにおいては、サンプリング間隔を最短値よりも長い時間とする。例えば、最短値の 2 倍あるいは 3 倍のサンプリング間隔を設定するとよい。これにより、次のラウンドのクラスタヘッド選出まで、そのセンサノードを休止状態にしておくことができる。

【 0 0 5 5 】

ある位置でのセンサデータの勾配の絶対値が小さいことは、その位置が全方位的に近い値をもつエリアにあることを意味する。そのため、本実施例では、そのような位置のセンサデータのサンプリング間隔を長くし、センサノードの稼働時間を短縮することで、センサネットワーク全体の寿命を伸ばすことができる。また逆に、センサデータの勾配の絶対値が大きく、センサデータの変化が急峻な位置あるいはエリアでは、短いサンプリング間隔でサンプリングを行い、詳細なセンサデータをする。このようにして、本実施例では、センサネットワークの省電力化と高精度のデータ測定の両立が可能となっている。

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

また、本実施例では、In-network processingによりセンサデータを処理して得られる特徴情報をセンサネットワーク構成に利用するので、センサノードの密度によらず、観測すべき環境に応じて効率良く省電力化を実現し、センサネットワークの寿命を延ばすことができる。

【0057】

また、In-network processingにより得られる特徴情報から、特徴あるエリアを重点的に測定するので、センサネットワークで取得するセンサデータの質が向上する。

【0058】

また、In-network processingにより得られる特徴情報から、似通ったセンサデータを持つエリアの測定を間引くので、センサネットワークの通信データ量を効率良く削減することができる。

10

【0059】

また、In-network processingにおいて特定のクエリを想定したようなデータの集約を行っていないので、センサネットワークの通信データ量を削減しつつ、予め想定されていないクエリに対しても同等の精度のセンサデータを提供することができる。

【0060】

また、In-network processingにより得られる特徴情報から、似通ったデータを間引くことでセンサデータの総量を減らすので、センサネットワークへのクエリに対する応答を高速化することができる。

20

【0061】

また、クエリの位置にセンサノードが存在しなくても、In-network processingによりセンサデータ間を補間して得られる勾配からセンサデータの推測値を返却するので、センサネットワークの特定位置へのクエリに対する応答におけるセンサデータの精度を向上することができる。

【0062】

(第2の実施例)

第2の実施例におけるセンサネットワークの基本的な構成は図3に示した第1の実施例のものと同じである。

30

【0063】

第1の実施例では、各センサノードが近傍のクラスタヘッドにクラスタ参加要求を送信する際に最新のセンサデータ $D_p$ を送り、クラスタヘッドが各センサノードの最新のセンサデータの空間的な特徴に基づいてスケジューリングを行っていた。それに対して、第2の実施例では、各センサノードがクラスタヘッドに最新のセンサデータだけでなく過去から現在までの一定期間内のセンサデータを送り、クラスタヘッドが各センサノードの一定期間の時間的および空間的な特徴に基づいてスケジューリングを行う。これにより時間的な変化の勾配も加味し、TDMASケジュールを決定することができる。

【0064】

第2の実施例では、まず、クラスタヘッドとなったセンサノードに、その近傍の各センサノードが過去から現在までの一定期間内( $t_1, t_2, \dots, t_n$ )のセンサデータ $D_{t_1}, D_{t_2}, \dots, D_{t_n}$ を送る。

40

【0065】

クラスタヘッドとなったセンサノード1の制御部15は、近傍のセンサノードから得られた固有情報と、センサデータが取得された時刻とに基づき、近傍のセンサノード $i$ の位置 $L_i$ および時刻 $t_j$ を、時間軸を含む3次元の座標( $x_i, y_i, t_j$ )、もしくは4次元の座標( $x_i, y_i, z_i, t_j$ )として、センサエリアにマッピングする。

【0066】

次に、制御部15は、センサエリアにおける各センサノード $i$ の位置および時刻に対するスカラー値として、各センサノードで各時刻に測定されたセンサデータ $D_{t_1}, D_{t_2}$

50

, . . . , D t n をマッピングする。更に、制御部 1 5 は、それらセンサデータ間を近似によって補間してスカラー場を形成する。

【 0 0 6 7 】

なお、制御部 1 5 は、センサノード i の位置をセンサエリア上にマッピングする場合、必ずしもセンサノード i の物理的な位置を用いる必要はなく、電波強度などを利用して算出した仮想的な位置を利用しても良い。

【 0 0 6 8 】

第 2 の実施例では、スカラー場に時刻を考慮しているため、時間変化に対する特徴を抽出して効率的なセンサネットワークを構成できる。例えば、あるクラスタヘッドが管理するエリア全体でセンサデータの空間的な変化は小さいが時間的には急変した場合、T D M A のスケジュールにおけるサンプリング間隔を短くし、変化を詳細な測定データを取得することが可能となる。

10

【 0 0 6 9 】

また、第 2 の実施例では、勾配による空間的变化と時間的变化の相関関係を用いて、変化の激しいエリア（ホットスポット）の移動を予測し、その移動を先取りするようなスケジューリングを行うことも可能である。その結果、より移動の速いホットスポットに追従することができる。

【 0 0 7 0 】

（第 3 の実施例）

図 4 は、第 3 の実施例におけるセンサネットワークの構成を示すブロック図である。図 4 を参照すると、第 3 の実施例は、センサノード 1、2 が移動機構 1 6、2 6 を有している点で、図 3 に示した第 1 の実施例と異なっている。

20

【 0 0 7 1 】

第 1、2 の実施例では、クラスタヘッドとなったセンサノードは、センサデータの勾配の絶対値が大きなエリアではスケジュールにおけるサンプリング間隔を短く設定する。そのため、変化の激しいエリア（ホットスポット）が空間的に、ある部分に固定的に存在していた場合、その部分のセンサノードの寿命が他の部分よりも速く尽きる可能性がある。

【 0 0 7 2 】

第 3 の実施例では、クラスタヘッドとなったセンサノードは、ホットスポットの近傍にあるセンサノードのスケジュールのサンプリング間隔を短くする代わりに、そこにあるセンサノードに移動を指示し、ホットスポット近傍のセンサノード密度を高める。これにより、ホットスポット近傍のセンサノードの寿命だけを短くことなく、ホットスポットのセンサデータを詳細に測定することができる。

30

【 0 0 7 3 】

第 3 の実施例では、センサデータの特徴に応じてセンサノードが自律的に移動するため、変化が空間的に偏っているような環境に対してセンサノードを自動的に最適な配置とすることができる。例えば、火山などにセンサデータを配置する場合、広範囲に均一にセンサノードを散布しても、噴火口など着目すべき部分のセンサノードの密度を自動的に高めることができる。

【 0 0 7 4 】

以上、本発明の実施形態および実施例について述べてきたが、本発明は、これらの実施形態および実施例だけに限定されるものではなく、本発明の技術思想の範囲内において、これらを組み合わせて使用したり、一部の構成を変更したりしてもよい。

40

【 符号の説明 】

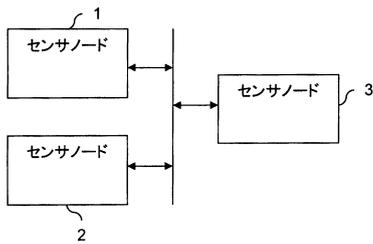
【 0 0 7 5 】

- 1、2 センサノード
- 1 1、2 1 センサ
- 1 2、2 2 通信モジュール
- 1 3、2 3 電源
- 1 4、2 4 固有情報生成部

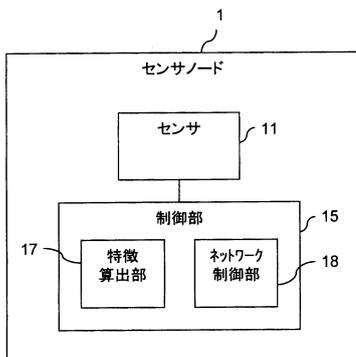
50

- 15、25 制御部
- 16、26 移動機構
- 17 特徴算出部
- 18 ネットワーク制御部
- 4 通信媒体

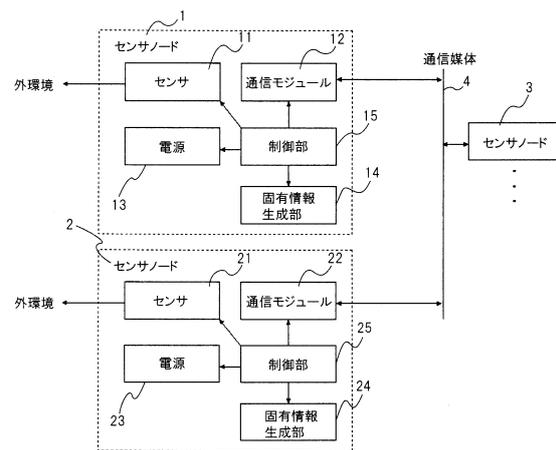
【図1】



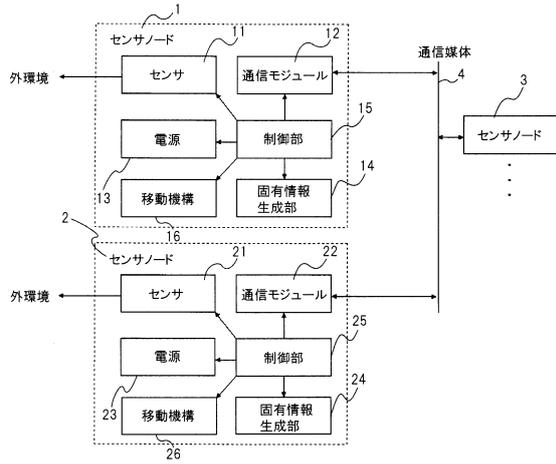
【図2】



【図3】



【図4】



## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-203964(JP,A)  
特開2003-044974(JP,A)  
特開2007-080190(JP,A)  
特開2010-191992(JP,A)  
特開2010-197154(JP,A)  
特開2008-102108(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

|      |               |
|------|---------------|
| H03J | 9/00 - 9/06   |
| H04B | 7/24 - 7/26   |
| H04M | 3/00          |
|      | 3/16 - 3/20   |
|      | 3/38 - 3/58   |
|      | 7/00 - 7/16   |
|      | 11/00 - 11/10 |
| H04Q | 9/00 - 9/16   |
| H04W | 4/00 - 99/00  |
| G01D | 11/00 - 13/28 |
| G08C | 13/00 - 25/04 |