

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4517866号  
(P4517866)

(45) 発行日 平成22年8月4日(2010.8.4)

(24) 登録日 平成22年5月28日(2010.5.28)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>G06F 12/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F 12/00	514M
<b>G06F 15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F 15/00	310A
<b>G06F 17/30</b>	<b>(2006.01)</b>	G06F 17/30	240A
<b>H04B 7/26</b>	<b>(2006.01)</b>	H04B 7/26	

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2005-20549 (P2005-20549)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成17年1月28日(2005.1.28)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2006-209457 (P2006-209457A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成18年8月10日(2006.8.10)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成19年7月4日(2007.7.4)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	森脇 紀彦
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		審査官	桜井 茂行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサデータ処理方式

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のセンサノードそれぞれが周期的に取得する周囲の状況を示すセンサデータと上記センサノード固有のIDとを含む測定データを受信するサーバであって、

上記センサデータに関する予め設定された条件と予め設定された処理とを有するイベントアクションエントリを、上記IDごとに対応づけて格納するイベントアクションテーブルと、

複数の上記イベントアクションエントリのうち一部を格納するキャッシュと、

上記測定データを受信した時刻と、上記測定データを受信した時刻に基づいて算出される次に上記測定データを受信する推定時刻とを、上記IDごとに対応づけて格納する学習

テーブルと、

上記推定時刻に基づいて、上記イベントアクションテーブルに格納される上記イベント

アクションエントリを上記キャッシュに転送する転送制御部と、

上記測定データから上記IDを抽出するセンシングデータID抽出部と、

上記抽出されたIDに対応するイベントアクションエントリが、上記キャッシュに格納

されているか否かを判定し、上記キャッシュに格納されている場合には上記抽出されたID

に対応するイベントアクションエントリを上記キャッシュから取得するキャッシュアク

セス制御部と、

上記取得されたイベントアクションエントリに含まれる上記予め設定された条件を、上

記抽出されたIDに対応するセンシングデータが満たすか否かを判定するイベント発生判

10

20

定部と、

上記予め設定された条件を満たす場合に、上記抽出された I D に対応する上記予め設定された処理を実行するアクション実施部と、を有するサーバ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のサーバにおいて、

上記転送制御部は、上記 I D に対応づけられた上記推定時刻から現在時刻を引いた値が所定時間よりも短い場合、上記 I D に対応する上記イベントアクションエントリを上記イベントアクションテーブルから上記キャッシュに転送するサーバ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のサーバにおいて、

上記キャッシュアクセス制御部は、上記抽出された I D に対応するイベントアクションエントリが上記キャッシュに格納されていない場合、上記抽出された I D に対応するイベントアクションエントリを上記イベントアクションテーブルから取得するサーバ。

【請求項 4】

複数のセンサノードと上記複数のセンサノードに接続されるサーバとからなるセンサネットワークシステムであって、

上記複数のセンサノードそれぞれは、

周囲の状況を示すセンサデータを周期的に取得するセンサと、

上記センシングデータと上記センサノード固有の I D とを含む測定データを上記サーバに送信する通信部とを有し、

上記サーバは、

上記センサデータに関する予め設定された条件と予め設定された処理とを有するイベントアクションエントリを、上記 I D ごとに対応づけて格納するイベントアクションテーブルと、

複数の上記イベントアクションエントリのうち一部を格納するキャッシュと、

上記測定データを受信した時刻と、上記測定データを受信した時刻に基づいて算出される次に測定データを受信する推定時刻とを、上記 I D ごとに対応づけて格納する学習テーブルと、

上記推定時刻に基づいて、上記イベントアクションテーブルに格納される上記イベントアクションエントリを上記キャッシュに転送する転送制御部と、

上記測定データから上記 I D を抽出するセンシングデータ I D 抽出部と、

上記抽出された I D に対応するイベントアクションエントリが、上記キャッシュに格納されているか否かを判定し、上記キャッシュに格納されている場合には上記抽出された I D に対応するイベントアクションエントリを上記キャッシュから取得するキャッシュアクセス制御部と、

上記取得されたイベントアクションエントリに含まれる上記予め設定された条件を、上記抽出された I D に対応するセンシングデータが満たすか否かを判定するイベント発生判定部と、

上記予め設定された条件を満たす場合に、上記抽出された I D に対応する上記予め設定された処理を実行するアクション実施部と、を有するセンサネットワークシステム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のセンサネットワークシステムにおいて、

上記転送制御部は、上記 I D に対応づけられた上記推定時刻から現在時刻を引いた値が所定時間よりも短い場合、上記 I D に対応する上記イベントアクションエントリを上記イベントアクションテーブルから上記キャッシュに転送するセンサネットワークシステム。

【請求項 6】

請求項 4 に記載のセンサネットワークシステムにおいて、

上記キャッシュアクセス制御部は、上記抽出された I D に対応するイベントアクションエントリが上記キャッシュに格納されていない場合、上記抽出された I D に対応するイベントアクションエントリを上記イベントアクションテーブルから取得するセンサネットワ

10

20

30

40

50

ークシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ネットワークに接続した多数のセンサからの情報を利用する技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年におけるインターネット等のネットワークの利用は、検索エンジンや予め設定したリンクなどから文書や画像あるいは映像、音声など蓄積されたコンテンツにアクセスするものが主流となっている。すなわち、保存されている過去のコンテンツに対してアクセスする技術は完成している。

10

## 【0003】

一方、現在の情報を送信するものとして、所定の位置に設けたカメラ（WEBカメラ）の画像を連続的に配信するストリーミング技術がある。また、最近は、大量の小型の無線センサノードから得られるセンシングデータを、ネットワークを通じて取得するセンサネットワークの技術が発展しつつある。近年、現実世界の情報をセンサによって取り込み、この情報を、ネットワークを通して離れた場所で利用するセンサネットワークへの期待が高まっている。現在のインターネット上のサービスは仮想空間上のサービスに閉じているが、センサネットワークが現在のインターネットと本質的に違う点は、実空間と融合している点である。実空間との融合を図ることができれば、時間、位置など状況依存型のさまざまなサービスが実現できる。実空間に存在する多様なオブジェクトがネットワーク接続されることでトレーサビリティが実現でき、広義の意味での「安全」を求める社会ニーズや、在庫管理やオフィスワークの「効率化」のニーズに対処することが可能となる。また、ネットワークにおいてトラフィック量が増加するのを防ぐ方法として、アクセス頻度の高いデータを一時的に格納するキャッシュ領域を設ける方法が知られている。（例えば特許文献6参照）。

20

## 【0004】

【特許文献1】特開2002-006937号公報

## 【0005】

【特許文献2】特開2003-319550号公報

30

【特許文献3】特開2004-280411号公報

【特許文献4】米国特許出願公開第2004/0093239号明細書

【特許文献5】米国特許出願公開第2004/0103139号明細書

【特許文献6】特開平11-65915号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、上記従来例に示したような検索エンジンでは、過去に蓄積されたデータについて、ネットワーク上の位置（アドレス）を知ることができるものの、ネットワークに接続された膨大なセンサ情報からのリアルタイムの情報に対しての効率的な検索や、情報変化検出には適していない、という問題がある。

40

## 【0007】

本発明は、ネットワークに接続された多数のセンサからのリアルタイムの情報を、容易に取得できるようなセンサネットワークシステムを実現することを目的とし、膨大なセンサからの情報をリアルタイムで監視し、情報の変化を迅速に把握可能なセンサネットワークシステムを実現することを目的とする。具体的には、データが予め設定した条件となったかどうかを判定し（イベント発生判定）、判定結果に応じた処理を行うイベントアクション制御の高速処理を実現することを目的とする。特に、従来のように頻繁にアクセスされるデータをキャッシュに格納するのではなく、センサノードの間欠動作、すなわち周期的なデータの送信を利用して積極的にキャッシングを行うことを目的とする。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本発明は、複数のセンサから収集したデータについて監視を行い、前記データが予め設定した条件となったときに予め設定した処理を実行するイベントアクション制御部を、イベントアクションエントリ検索部、イベントアクションテーブル、キャッシュ、および、キャッシュ制御部、で構成する。キャッシュ制御部は、センサデータ到着周期の学習を行う学習テーブル、さらに、キャッシュアクセス制御部、転送制御部、より構成される。

## 【発明の効果】

## 【0009】

本発明によれば、センサデータ毎に行うべきイベントアクション処理を高速化でき、情報の変化検出および必要な処理が迅速に可能なセンサネットワークシステムが実現できる。

10

## 【実施例1】

## 【0010】

以下、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて説明する。

図2、図3は、本発明に適用されるセンサネットワークシステムの構成例である。

## 【0011】

<システム構成の概要>

まず、システム構成の概要について説明する。センサネットワークシステムは、センサネットワークのデータ処理を集中的に行う場合(図2)と、分散的に行う場合(図3)が考えられる。ここで、集中的なデータ処理とはセンサノード内のセンサから取得されるデータの管理を集中管理サーバCMSで行うことであり、分散的なデータ処理とはセンサから取得されるデータの管理を分散データ処理サーバDDSで管理することである。

20

## 【0012】

センサノードWSN(無線センサノード)、MSN(無線モバイルセンサノード)は、所定の位置に設置され、あるいは所定の物あるいは人に取り付けられ、環境に関する情報や取り付けられた物に関する情報を収集し、その情報を基地局BST-1~nに送る送信するノードである。センサノードは無線により基地局BST-1~nに接続される無線センサノードWSN、MSNと、有線によりネットワークNWKに接続される有線センサノードFSNとから構成されている。

## 【0013】

固定的に設置される無線センサノードWSNは、例えば、搭載されたセンサが周期的に周囲の状況をセンシングして、予め設定された基地局BSTへセンシング情報を送信する。無線モバイルセンサノードMSNは、ヒトが持ち歩く、クルマに搭載されるなど、移動可能であることを前提とし、至近の基地局BSTに情報を送信する。なお、無線センサノードの全体(総称)を指すときにはWSNまたはMSNとし、個々の無線センサノードを指すときには、WSN-1~nあるいはMSN-1~nのように添え字を付して表す。他の構成要素についても以下同様に、総称を示すときには添え字無しで表し、個々を示すときには添え字「-1~n」を付すものとする。

30

各基地局BST-1~nには、1つまたは複数の無線センサノードWSN、MSNが接続される。

40

## 【0014】

集中データ処理を行う場合には、図2に示すように、各基地局BST-1~nは、ネットワークNWK-2を介して各センサノードからのデータを、集中管理サーバCMSにて収集する。分散データ処理を行う場合には、図3に示すように、各基地局BST-1~nは、ネットワークNWK-2を介して各センサノードからのデータを収集する分散データ処理サーバDDS-1~nに接続される。この場合、分散データ処理サーバDDSの接続数は、システム規模の大きさによって可変とすることができる。

## 【0015】

集中管理サーバCMSのデータ処理部DPB、もしくは、各分散データ処理サーバDDS-1~nは、無線及び有線センサノード(以下、単にセンサノードという)が検出した

50

データ等を格納するディスク装置 D S K と、図示しない C P U 及びメモリを備えて所定のプログラムを実行し、後述するようにセンサノードからの測定データを収集し、予め規定した条件に従って、データの格納、データの加工、さらには、他のサーバ（分散データ処理の場合には、ディレクトリサーバ D R S も含む）への通知やデータ転送などのアクションを行う。ネットワーク N W K - 1（集中データ処理の場合には N W K - 2）には、センシング情報を利用するためのユーザ端末 U S T と、センサノードの設定及び管理を行う管理端末 A D T が接続される。

#### 【 0 0 1 6 】

ここで、センサノードから収集したデータは、主には、センサノードを識別する固有の I D およびセンシングされた数値データであり、時系列に応じた変化を示すが、そのままではセンサノードの出力を利用するユーザ（ユーザ端末 U S T 等の利用者）が容易に理解する形式にはなっていない。そこで、集中管理サーバ C M S のディレクトリ部 D R B（集中データ処理の場合）もしくはディレクトリサーバ D R S（分散データ処理の場合）では、センサノードの出力データとユーザが理解可能な実世界モデル（ヒト、モノ、状態、など）との対応関係を保持している。これにより、ユーザはデータ処理部 D P B（集中データ処理の場合）もしくは分散データ処理サーバ D D S - 1 ~ n（分散データ処理の場合）のディスク装置 D S K にて保存されている測定データに対して、ユーザにわかりやすい形としてアクセスすることができる。

図 4 および図 5 は、それぞれ図 2 と図 3 に示した集中データ処理もしくは分散データ処理のセンサネットワーク機能ブロック図である。以下、各部の詳細について説明する。

#### 【 0 0 1 7 】

##### < 基地局 B S T >

無線センサノード W S N、M S N や有線センサノード F S N（以下、センサノードという）からデータを収集する基地局 B S T - 1 は、コマンド制御部 C M C - B と、センサノード管理部 S N M と、イベント監視部 E V B とから構成される。コマンド制御部では、データ処理部 D P B もしくは分散データ処理サーバ D D S - 1 内のコマンド制御部との間でコマンドの送受信を行い、また、センサノードに対して出力タイミングの設定変更などのコマンドを送受する。センサノード管理部 S N M では、センサノードの状態管理（稼動状態、残電力など）を行う。イベント監視部 E V B では、センサノードの故障を検出や、センサノードからの異常なデータの検出を行って、検索結果をセンサノード管理部 S N M に通知するなお、センサノードからは、予め設定された I D を付した測定データが基地局 B S T に対して送信される。

#### 【 0 0 1 8 】

##### < データ処理部 D P B、分散データ処理サーバ D D S >

データ処理部 D P B、分散データ処理サーバ D D S - 1 では、データベース D B を格納するディスク装置 D S K と、後述のようなコマンド制御部 C M C - D、イベントアクション制御部 E A C、データベース制御部 D B C を備える。コマンド制御部 C M C - D は、基地局 B S T 及び後述するディレクトリサーバ D R S と通信を行って、コマンド等の送受信を行う。

#### 【 0 0 1 9 】

イベントアクション制御部 E A C は、センサノードからの測定データを基地局 B S T から受信するたびに、測定データに含まれるデータ I D を取得し、センサノードの I D に対応するイベントの発生ルールを読み込んで、イベントの発生の有無を判定する。さらに、イベントアクション制御部 E A C では、データ I D に該当するイベントの発生に対応するアクションを実行する。具体的なアクション実施の内容としては、測定データを加工データに変換したり、測定データと加工データを、データベース制御部 D B C を通じてデータベース D B へ格納したり、また、他のサーバやディレクトリサーバ D R S に通知を行うなどの処理を含む。データ処理部 D P B 内のイベントアクション制御部 E A C では、上記の処理内容に加えてユーザ端末 U S T や管理者端末 A D T からのイベントアクションの設定要求受け付け処理も含む。イベントアクション制御部 E A C の詳細については後述する。

## 【 0 0 2 0 】

ディスク装置 D S K は、基地局 B S T から受信したセンサノード W S N、M S N、F S N の測定データと、これらの測定データを加工した加工データと、基地局 B S T や無線センサノード W S N、M S N 及び有線センサノード F S N に関する装置データとを、データベース D B として格納する。

## 【 0 0 2 1 】

データベース制御部 D B C は、イベントアクション制御部 E A C から送られたセンサノードの出力である測定データをデータベース D B に格納する。また、必要あれば測定データに対して数値処理を行ったデータとして、もしくは、他データと融合することにより得られる加工データとしてデータベース D B に格納する。なお、装置データについては、管理者端末 A D T などからの要求に応じて随時更新される。

10

<ディレクトリ部 D R B、ディレクトリサーバ D R S >

ディレクトリ部 D R B、ディレクトリサーバ D R S では、それぞれ、ネットワーク N W K - 2、もしくは、N W K - 1 を介して接続されたユーザ端末 U S T や管理者端末 A D T からの通信を制御するセッション制御部 S E S、モデル管理部 M M G、モデルテーブル M T B、装置管理部 N M G、及び検索エンジン S E R から構成される。ディレクトリサーバ D R S の場合には、さらにアクション制御部 A C C が含まれる。

## 【 0 0 2 2 】

モデル管理部 M M G は、ユーザが理解し易い実世界のモデル（オブジェクト）と分散データ処理サーバ D D S がセンサノードから収集した測定データ、もしくは加工データとの対応関係を実世界モデルテーブル M T B に設定した実世界モデルリストによって管理する。ディレクトリ部 D R B、もしくはディレクトリサーバ D R S は、実世界モデルに相当する測定データもしくは加工データの存在場所の位置情報（U R L などのリンク）も管理している。つまり、ユーザは、実世界モデルを指定することで、時々刻々と変化するセンサノードの測定情報にダイレクトにアクセス可能となる。なお、実世界モデルは、モデルテーブル M T B に格納されている。

20

## 【 0 0 2 3 】

検索エンジン S E R は、セッション制御部 S E S が受け付けたオブジェクトに対する検索要求に基づいて、実世界モデルテーブル M T B の情報を参照し、測定データの格納先である D B 制御部 D B C（データ処理部 D P B、もしくは分散データ処理サーバ D D S 内）に対して検索を実行する。

30

## 【 0 0 2 4 】

なお、検索要求がクエリであれば、クエリの内容に従ったデータベース D B の対応付けと、クエリの S Q L（Structured Query Language）変換を実行し、検索を実行する。このクエリとしては、「最新データ取得（スナップショット/ストリーム）」に対応する。なお、「最新データ取得（ストリーム）」については、所望のデータを常にユーザ端末に転送するようなアクションの設定を、イベントアクション制御部 E A C に設定しておけばよい。

## 【 0 0 2 5 】

装置管理部 N M G は、分散データ処理サーバ D D S（分散データ処理の場合）、基地局 B S T、センサノードの登録や検索に関するインターフェースを管理者端末 A D T 等に提供し、それぞれの装置の状態や、センサノードの状態を管理する。装置管理部 N M G が発行する管理コマンドとしては、例えば、リセット、パラメータ設定、データ消去、データ転送、定型イベント/アクション設定等がある。

40

## 【 0 0 2 6 】

ディレクトリサーバ D R S 内のアクション制御部 A C C は、分散データ処理サーバ D D S のイベントアクション制御部 E A C やコマンド制御部 C M C - D と通信を行って、ユーザ端末 U S T や管理者端末 A D T からのイベントアクションの設定要求を受け付ける。そして、受け付けたイベントまたはアクションの内容を解析し、解析結果に応じたディレクトリサーバ D R S と分散データ処理サーバ D D S - 1 ~ n 間の機能分担を設定する。なお

50

、一つのアクションやイベントは、一つの分散データ処理サーバDDSだけではなく、複数の分散データ処理サーバDDS - 1 ~ nに關与する場合もある。

【0027】

<センサノードの一例>

次に、センサノードの一例を図6～図7に示す。

図6は、無線センサノードWSNの一例を示すブロック図である。無線センサノードWSNは、測定対象の状態量（温度、圧力、位置等）または状態量の変化（低温/高温、低圧/高圧など）を測定するセンサSSRと、センサSSRを制御するコントローラCNTと、基地局BSTと通信を行う無線処理部WPRと、各ブロックSSR、CNT、WPRに電力を供給する電源POW、送受信を行うアンテナANTから構成される。

10

【0028】

コントローラCNTは、予め設定された周期、もしくは不定期にセンサSSRの測定データを読み込み、この測定データに予め設定したセンサノードのIDを加えて無線処理部WPRに転送する。測定データにはセンシングを行った時間情報をタイムスタンプとして与える場合もある。無線処理部WPRは、コントローラCNTから送られたデータを基地局BSTに送信する。

【0029】

また、無線処理部WPRは基地局BSTから受信したコマンドなどをコントローラCNTに送信し、コントローラCNTは受信したコマンドを解析して、所定の処理（例えば、設定変更など）を行う。また、コントローラCNTは、電源POWの残電力（または充電量）を監視し、残電力がしきい値を下回ると、無線処理部WPRから基地局BSTに対して警報を送信する。

20

【0030】

無線処理部WPRでは、限りのある電力で長時間測定を行うため、図7で示すように、間欠的に動作して、電力消費を低減している。図中、スリープ状態SLPではコントローラCNTはセンサSSRの駆動を停止し、所定のタイミングでスリープ状態から動作状態に切り替わって、センサSSRを駆動して測定データを送信する。

【0031】

なお、図6においては、一つの無線センサノードWSNに一つのセンサSSRを備えた例を示したが、複数のセンサSSRを配置しても良い。あるいは、センサSSRに代わって、固有の識別子IDを格納したメモリを設けても良く、無線センサノードWSNをタグとして使用しても良い。

30

【0032】

また、図6、図7においては、電源POWは、電池を使用する場合や、太陽電池や振動発電などの自律発電機構を具備する構成としても良い。また、無線モバイルセンサノードMSNも図6、図7と同様に構成すればよい。

【0033】

<イベントアクション処理>

次に、イベントアクションの処理について図8～11を用いて説明する。図8は分散データ処理の場合のイベントアクションの設定シーケンスを示したものである。まず、ユーザ（またはサービス管理者）がユーザ端末UST等からディレクトリサーバDRSのアクション制御部ACCにアクセスし、アクションの設定を要求する。アクション制御部ACCは、該当するオブジェクトに対するセンシング情報を検索して、該当するセンシング情報を管理する分散データ処理サーバDDSのイベントアクション制御部EACに対してイベント条件およびアクションの内容を設定する。具体的には、該当するデータIDに対応するデータ値が、所定のイベント条件を満たしたときに、所定のアクションを行うように、イベントアクション制御部EAC内のイベントアクションテーブルEATBに登録を行う。

40

【0034】

イベントアクションテーブルEATBは、図9で示すように、測定データに付与される

50

データIDと、測定データに関するイベントの発生判定条件であるEVTと、イベントの発生時に行われるアクションACNと、アクションに必要なパラメータPRM1と、測定データをデータベースDBに格納するか否かを示すデータ格納DHL、格納に関連するパラメータPRM2、とから1つのイベントアクションエントリが構成されている。図9に示すイベントアクションテーブルEATBの例では、データID=X1のデータを受信したときに、データ値=02というイベント発生条件EVTに一致した場合に、パラメータPRM1で示されるIPアドレスBの端末に対して、ポップアップ通知を出すというイベントアクションエントリの例を示している。また、同一のエントリに対してデータの到着時のデータ格納の必要性DHLを登録しておく。データ格納に対しても必要に応じてパラメータPRM2（例えばデータの格納先、データ圧縮の必要性等）を登録しておいても良

10

#### 【0035】

次に、イベント発生時のアクション応答シーケンスについて図10を使用して説明する。分散データ処理サーバDDSのイベントアクション制御部EACでは、イベントアクションテーブルEATBに従って、各データ到着時に予め設定されているイベント発生の有無を監視している。データID=X1のデータを受信したときに、データ値=02というイベント発生条件EVTに一致した場合には、イベントアクションテーブルEATBのアクションACNが実行される。本例では、IPアドレスBの端末に対して、ポップアップ通知を出すというアクションが行われる。また、該当するデータIDのイベントアクション

20

#### 【0036】

以上のように、センサネットデータを蓄える場合や、データの変化を検出/通知する場合には、データの到着毎にイベントの発生判定とアクション実行を行う必要がある。特に、膨大なセンサノードを収容する場合には、少なくともセンサノード数と同じだけのイベントアクションエントリをイベントアクションテーブルEATBに定義しておく必要がある。データ到着間隔が短い場合には、データ到着時に膨大のイベントアクションの中から該当するエントリを瞬時に取得する必要がある。データ到着間隔に対して、イベントアクションエントリの取得処理が追いつかない場合には、データ到着毎にイベントの発生判定とアクション実行が正しく行われなくなる。

30

#### 【0037】

次に、イベントアクション制御部EAC内で行われる具体的処理内容について図11を用いて説明する。

イベントアクション制御部EACでは、基地局BSTから受信した測定データを、まず、センシングデータID抽出部IDEで受け付け、測定データに付与されているIDであるデータIDを抽出する。また、同時に、センシングデータID抽出部IDEは、測定データを最新データメモリLDMに送る。

40

#### 【0038】

抽出されたデータIDはイベントアクションエントリ検索部EVSに送られて、データIDに該当するイベントアクションエントリの検索が行われる。キャッシュ制御部CCCでは、イベントアクションエントリ検索部EVSから渡されたデータIDに対応するイベントアクションエントリが、キャッシュCCにあるかどうかを確認する。

#### 【0039】

キャッシュ制御部CCCでは該当するイベントアクションエントリがキャッシュCCに存在する場合（キャッシュヒットした場合）には、これを取得してイベントアクションエントリ検索部EVSに返送する。また、該当するイベントアクションエントリがキャッシ

50



ユCCに存在しない場合には、データIDをキーにしてイベントアクションテーブルEATBを検索し、該当するイベントアクションエントリをイベントアクションエントリ検索部EVSに返送する。イベントアクションテーブルEATBには、全てのデータIDに対応するイベントアクションエントリ(m個のエントリ)を格納しておく必要があるため、ハードディスクや外部メモリなど大容量の蓄積手段にて構成する必要がある。これに対して、キャッシュCCは高速のメモリ等で構成され、一部のイベントアクションエントリ(n個のエントリ、ただしnはmと比較して非常に小さい値とする)のみが格納されている。よって、イベントアクションエントリの検索要求に対して、キャッシュヒットした場合には、非常に高速にイベントアクションエントリの取得が行われる。これに対して、キャッシュヒットしない場合には、ディスクへのアクセスが必要となるため、エントリの取得には時間がかかることになる。

10

**【0040】**

イベントアクションエントリ検索部EVSでは、測定データと取得したイベントアクションエントリを、イベントアクション発生判定部EVMに送付し、イベントアクション発生判定部EVMにて、測定データの値とイベント発生条件EVTを比較する。イベント発生条件を満たした場合には、イベント発生に対応したアクションの実行をアクション実施部ACEに通知して、該当するアクションが行われる。また、イベント発生判定部EVMは、データ格納DHLの要求を最新データメモリに伝える。DB制御部DBCは、イベントアクションテーブルEATBのデータ格納DHLがYESとなっているデータについては、最新データメモリLDMからデータを受け取り、ディスク装置DSKに書き込みを行う。

20

**【0041】**

イベントアクション制御部EACはディレクトリインターフェースDSIより測定データの参照要求を受信した場合、データアクセス受付部DARに当該アクセス要求を送る。データアクセス受け付け部DARでは、アクセス要求が最新のデータであれば、アクセス要求に含まれるデータIDに対応する測定データを最新データメモリLDMから読み込んで、ディレクトリインターフェースDSIへ返送する。あるいは、アクセス要求が過去のデータであれば、アクセス要求に含まれるデータIDに対応する測定データをDB制御部を介してディスク装置DSKから読み込んで、ディレクトリインターフェースDSIへ返送する。

30

**【0042】**

次に、キャッシュ制御部CCCの構成について図1を用いて詳細に説明する。キャッシュ制御部CCCは、キャッシュアクセス制御部HIT、学習テーブルLTB、学習テーブル制御部LTBC、転送制御部TRC、および、時刻情報TIMより構成されている。

**【0043】**

この構成において、まず、センサデータ到着時にデータIDからイベントアクションエントリを取得する処理について図12のフローチャートとともに説明する。キャッシュ制御部CCCは、イベントアクションエントリ検索部EVSから、データIDを受け取ると、キャッシュアクセス制御部HITにデータIDを送信する(ステップ100)。キャッシュアクセス制御部HITでは、該当するデータIDに対応するイベントアクションエントリがキャッシュCCに存在するかどうか(キャッシュヒット)を確認する(ステップ101)。キャッシュヒットの場合にはキャッシュCCからエントリを取得して、キャッシュアクセス制御部HITに転送する。(ステップ103)。また、キャッシュヒットしない場合には、転送制御部TRCにデータIDを渡して、エントリ取得を要求する(ステップ104)。次にイベントアクションテーブルEATBから該当するデータIDのエントリを取得して、キャッシュアクセス制御部HITに転送する(ステップ105)。最後に、キャッシュアクセス制御部HITからイベントアクション検索部EVSにエントリを転送することで、エントリの取得が行われる(ステップ106)。

40

**【0044】**

次に、キャッシュ制御部CCCにおいて、センサデータ到着時に学習テーブルLTBの

50

情報更新を行う処理について図13～図15を用いて説明する。学習テーブルLTBは、データID毎に、前回アクセス時刻LAT、推定周期ECY、および、次回推定アクセス時刻EATを管理している。学習テーブルLTBへのアクセス、データの更新制御、および、検索制御は学習テーブル制御部LTBCを介して行われる。学習テーブル制御部LTBCは、図21に示すように、学習テーブルインタフェース(LTIF)、時刻計算部(TCA)、タイムアウト検出部(TOD)、および、保護時間レジスタ PTR)より構成されている。

【0045】

キャッシュ制御部CCCは、イベントアクションエントリ検索部EVSから、データIDを受け取ると、キャッシュアクセス制御部HITにデータIDを送信する(ステップ201)。キャッシュアクセス制御部HITでは、受信したデータIDを、学習テーブルインタフェースLTIFを介して、学習テーブルLTBに送信する(ステップ202)。学習テーブルLTB内のデータID(図14の例ではデータID=A)に該当する前回アクセス時刻LATが登録されているかどうかを確認し(ステップ203)、前回アクセス時刻LATが登録されていない場合には、時刻情報TIMから現在時刻を取得し、前回アクセス時刻LATとして登録処理を行う(ステップ207)。また、前回アクセス時刻LATが登録されている場合には、時刻情報TIMから現在時刻を取得し、前回アクセス時刻LATとの差分を計算して推定周期ECYを求める(ステップ204)。

10

【0046】

次に、現時刻を前回アクセス時刻LATに上書きし(ステップ205)、さらにステップ204で求められた推定周期ECYを現時刻に加算することで得られる次回推定アクセス時刻EATを学習テーブルLTBに登録する(ステップ206)。これらステップ204からステップ207の処理は、時刻計算部TCAにて行われる。図14の例では、データID=Aに対する、前回アクセス時刻LATは「12:00:10」という時刻が既に登録されており、データID=Aのデータ到着が時刻「12:00:20」に発生した場合の例を示している。この場合、図15の例に示すように、推定周期ECYはデータ到着時刻「12:00:20」と前回アクセス時刻LAT「12:00:10」との差分から「00:00:10」と計算される。また、次回推定アクセス時刻はデータ到着時刻「12:00:20」に推定周期ECY「00:00:10」を加算することにより「12:00:30」として求められる。なお、図15では、前回アクセス時刻LATには、現時刻「12:00:20」が上書きされた後の状態を示している。

20

30

【0047】

最後に、キャッシュ制御部CCCにより、イベントアクションエントリがイベントアクションテーブルEATBからキャッシュCCに対して転送される動作について図16～図17および図21を用いて説明する。

学習テーブル制御部LTBCでは、登録されている全ての次回推定アクセス時刻EATについて、時刻情報TIMから得られる現時刻と逐次比較を行う(ステップ300)。具体的には、次回推定アクセス時刻EATと現時刻との差分計算はタイムアウト検出部TODにて行われる(ステップ301)。その結果、次回推定アクセス時刻EATと現時刻との差分がTより大きいデータIDに対しては何も処理を行わない。ここでTは、イベントアクションテーブルEATBからキャッシュCCにイベントアクションエントリの転送を行うのに必要な保護時間である。保護時間Tの値は、保護時間レジスタPTRに予め設定されている。また、差分がT以下の場合には、タイムアウト検出部TODは、該当するデータIDを転送制御部TRCに送信する(ステップ302)。

40

【0048】

データIDを受信した転送制御部TRCでは、イベントアクションテーブルEATBから該当するデータIDのイベントアクションエントリを検索して、キャッシュアクセス制御部HITに転送する(ステップ303)。その後、キャッシュアクセス制御部HITは、受信したイベントアクションエントリをキャッシュCCに格納する(ステップ304)。図17の例では、保護時間T=「00:00:05」の場合に、時刻「12:00:25」において、データID=Aに相当する次回推定アクセス時刻EAT「12:00:30」が、ステップ301の

50

条件を満たす例を示している。この時、学習テーブルL T Bからは、データID = Aの情報  
 が転送制御部T R Cに送られる。転送制御部T R CはイベントアクションテーブルE A  
 T BからデータID = Aに相当するイベントアクションエントリ1 0を取得して、キャッ  
 シュC C Cに転送を行う。

【0 0 4 9】

以上に示した処理を全てのデータIDに対して逐次行うことにより、周期的なセンサデ  
 ータの到着に対して、対応するイベントアクション情報をキャッシュから高速に取得する  
 ことが可能となり、センサデータ到着時のイベントアクション処理をリアルタイムで行う  
 ことができる。よって、膨大なセンシングデータがシステムに流入した場合においても情  
 報の変化を迅速に把握可能なセンサネットワークシステムが実現できる。さらに、センサデータ  
 の到着周期の学習機能を有するため、センサデータの到着周期が変更された場合におい  
 てもイベントアクション情報のキャッシュタイミングを自律的に調整することができる。

10

【実施例2】

【0 0 5 0】

次にキャッシュ制御部C C Cの別の実施例を以下に示す。  
 キャッシュ制御部C C Cの別の構成を図1 8に示す。キャッシュ制御部C C Cは、図1と  
 同じく、キャッシュアクセス制御部H I T、学習テーブルL T B、学習テーブル制御部L  
 T B C、転送制御部T R Cおよび、時刻情報T I M、より構成されているが、学習テー  
 ブルL T Bは、データID毎に、前回アクセス時刻L A Tと推定周期カウンタE C Cにより  
 構成されている。

20

この構成において、まず、センサデータ到着時にデータIDからイベントアクションエ  
 ントリを取得する処理については、図1 2で説明した処理と同様であるため説明を省略す  
 る。

【0 0 5 1】

キャッシュ制御部C C Cにおいて、センサデータ到着時に学習テーブルL T Bの情報更  
 新を行う処理について図1 9とともに説明する。

キャッシュ制御部C C Cは、イベントアクションエントリ検索部E V Sから、データID  
 を受け取ると、キャッシュアクセス制御部H I TにデータIDを送信する(ステップ2 1  
 1)。キャッシュアクセス制御部H I Tでは、受信したデータIDを学習テーブルL T B  
 に送信する(ステップ2 1 2)。学習テーブルL T B内のデータIDに該当する前回アク  
 セス時刻L A Tが登録されているかどうかを確認し(ステップ2 1 3)、前回アクセス時  
 刻L A Tが登録されていない場合には、時刻情報T I Mから現在時刻を取得し、前回アク  
 セス時刻L A Tとして登録処理を行う(ステップ2 1 7)。また、前回アクセス時刻L A T  
 が登録されている場合には、時刻情報T I Mから現在時刻を取得し、前回アクセス時刻L  
 A Tとの差分を計算して推定周期を求める(ステップ2 1 4)。次に、推定周期に相当す  
 るカウンタ値を推定周期カウンタE C Cにセットして、カウンタの減算動作を開始する  
 (ステップ2 1 5)。その後、現時刻を前回アクセス時刻L A Tに上書きする(ステップ2  
 1 6)。

30

【0 0 5 2】

次に、キャッシュ制御部C C Cにおいて、イベントアクションエントリをキャッシュす  
 る動作について図2 0を用いて説明する。学習テーブル制御部L T B Cでは、登録されて  
 いる全ての推定周期カウンタE C Cの値を逐次監視して(ステップ3 1 0)、カウンタ値  
 E C Cの値と保護カウンタ値Cとの比較を行う(ステップ3 1 1)。ここで保護カウン  
 タ値Cは、イベントアクションテーブルE A T BからキャッシュC C Cにイベントアクション  
 エントリの転送を行うのに必要な時間をカウンタ値に換算した値である。その結果、推  
 定周期カウンタE C Cの値が、保護カウンタ値Cより大きいデータIDに対しては何も処理  
 を行わない。また、差分がC以下の場合には、該当するデータIDを転送制御部T R Cに  
 送信する(ステップ3 1 2)。次に、転送制御部T R Cは、イベントアクションテーブル  
 E A T Bから該当するデータIDのイベントアクションエントリを取得して、キャッシュ  
 アクセス制御部H I Tに転送する(ステップ3 1 3)。その後、キャッシュアクセス制御

40

50

部HITは、受信したイベントアクションエントリをキャッシュCCに格納する(ステップ314)。このように本実施例では、推定周期カウンタECCの値と保護カウンタ値Cを比較するだけでよいため、キャッシュへの転送タイミングを時刻情報として管理する必要がないという利点がある。

【実施例3】

【0053】

次にイベントアクション制御部EACの別の実施例について図22を用いて説明する。図11のイベントアクション制御部EACの構成では、センシングデータID抽出部IDEにおいては、入力されたセンシングデータの到着毎に、データIDを抽出してイベントアクションエントリ検索部EVSに送付する構成であったが、図22の構成では、図23  
10  
に示すように、センシングデータID抽出部IDEにデータパケットバッファDPBを持ち、ここで到着するセンシングデータを蓄える。

【0054】

センシングデータID抽出部は、イベントアクションエントリ検索部EVSからの要求に応じて、データID情報をイベントアクションエントリ検索部EVSに転送する。より具体的には、イベントアクションエントリ検索部EVSにおいて、実行中のイベントアクション検索処理の終了、もしくは処理負荷に応じて、センシングデータID抽出部IDEのデータID要求・抽出ブロックIREを通して、次のデータIDをデータパケットバッファの先頭データから取得し、次のイベントアクション検索処理を行う。

【0055】

本構成によると、到着するセンシングデータが、データパケットバッファDPBに蓄えられるため、データパケットがバースト的に到着する場合においても、イベントアクション検索処理をオーバフローさせることがないという利点がある。

さらに、図24に示すように、センシングデータID抽出部IDEに、センシングデータを優先制御付きデータパケットバッファP-DPBを用いることができる。

【0056】

具体的には、入力されるセンサデータパケットDPに、優先処理H/非優先処理Lを示すビット(P)を付加しておき、これらを区別してバッファリング処理を行う。優先制御付きデータパケットバッファP-DPBの優先キューバッファDPB-Hには優先データパケット(P=優先Hのもの)を、また、非優先キューバッファDPB-Lには優先データパケット(P=優先Lのもの)を格納し、ヘッドオフライン制御部HOLにて優先的な読み出し制御を行うことで、到着順序に関わらず、優先データパケットのイベントアクション検索を優先的に行うことができる。具体的には、ID要求IDRを受信した場合に、優先制御付きデータパケットバッファP-DPBのヘッドオブライン制御部HOLが、優先キューバッファDPB-Hにデータパケットが格納されている場合にはこれを優先してID送付/データ送信処理を行い、非優先キューバッファDPB-Lに格納されているデータパケットは、優先キューバッファDPB-Hにデータパケットが格納されていない場合にのみ、ID送付/データ送信処理を行う。

【0057】

このように、到着するセンシングデータのイベントアクション検索処理に優先度をつけることで、イベントアクション制御部にバースト的にセンシングデータが到着し、イベントアクション検索処理が高負荷となる場合においても、重要なデータパケットもしくは時間的に迅速な処理が要求されるデータパケットのイベントアクション処理を優先して滞り無く行うことが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0058】

センサデータの到着タイミングを予測して、イベントアクションテーブルに蓄積されている膨大なエントリから必要なエントリのみを予めキャッシュに転送しておくことで、センサデータ毎に行うべきイベントアクション処理を高速化できる。よって、膨大なセンシングデータがシステムに流入した場合においても、処理ネックになることなく、情報の変  
50

化検出およびデータ格納などの必要な処理が迅速に可能なセンサネットワークシステムが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】本発明の第1の実施形態を示すキャッシュ制御方式の機能ブロック図。

【図2】集中データ管理型センサネットワークのシステム構成図。

【図3】分散データ管理型センサネットワークのシステム構成図。

【図4】集中データ管理型センサネットワークシステムのブロック図。

【図5】分散データ管理型センサネットワークシステムのブロック図。

【図6】無線センサノードWSNの一例を示すブロック図。

10

【図7】無線センサノードの動作状態を示すグラフで、時間と消費電流の関係を示す。

【図8】イベントアクション設定例を示すシーケンス図。

【図9】イベントアクションテーブルの構成図。

【図10】イベントアクション応答例を示すシーケンス図。

【図11】本発明のイベントアクション制御部の機能ブロック図。

【図12】センサデータ到着時のイベントアクションエントリ取得に関するシーケンス図。

【図13】センサデータ到着時の学習テーブル情報更新に関するシーケンス図。

【図14】センサデータ到着時の学習テーブル情報更新の説明図。

【図15】センサデータ到着時の学習テーブル情報更新の説明図。

20

【図16】イベントアクションエントリのキャッシュ動作を示すシーケンス図。

【図17】イベントアクションエントリのキャッシュ動作の説明図。

【図18】本発明の第2の実施形態を示すキャッシュ制御方式の機能ブロック図。

【図19】センサデータ到着時の学習テーブル情報更新に関するシーケンス図。

【図20】イベントアクションエントリのキャッシュ動作を示すシーケンス図。

【図21】本発明の学習テーブル制御部の機能ブロック図。

【図22】本発明のイベントアクション制御部の別の構成の機能ブロック図。

【図23】本発明のセンシングデータID抽出部の機能ブロック図。

【図24】本発明のセンシングデータID抽出部の別の構成の機能ブロック図。

【符号の説明】

30

【0060】

C C C キャッシュ制御部

E V S イベントアクションエントリ検索部

C C キャッシュ

E A T B イベントアクションテーブル

L T B 学習テーブル

L T B C 学習テーブル制御部

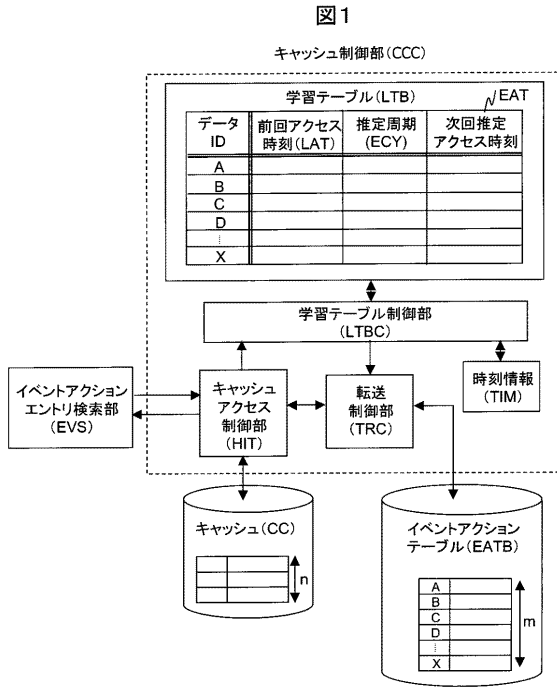
H I T キャッシュアクセス制御部

T R C 転送制御部

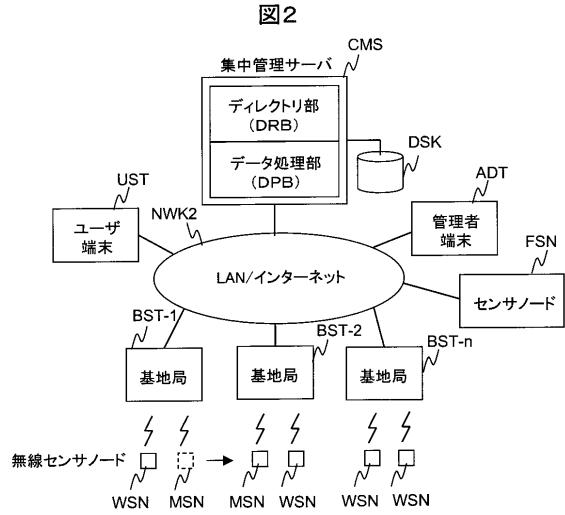
T I M 時刻情報。

40

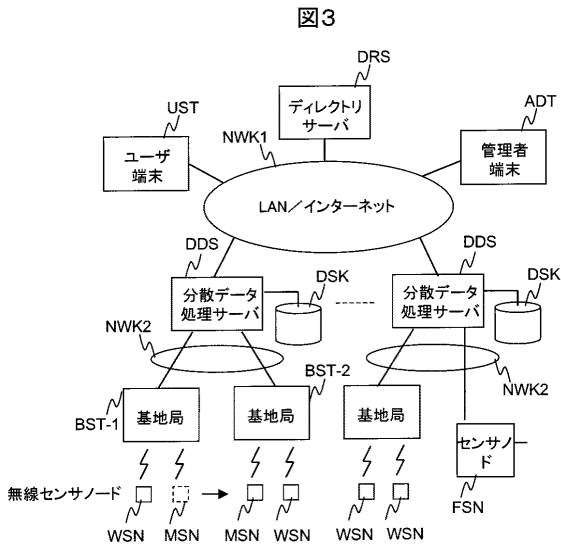
【 図 1 】



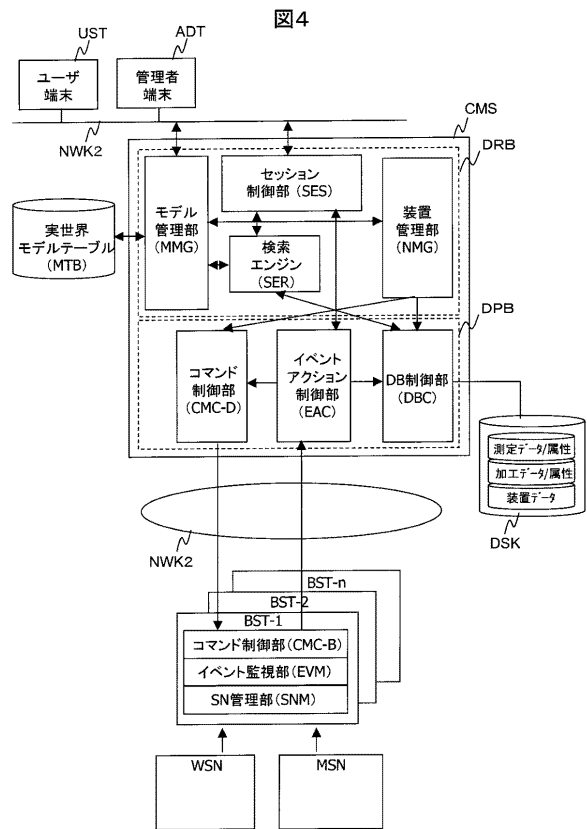
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

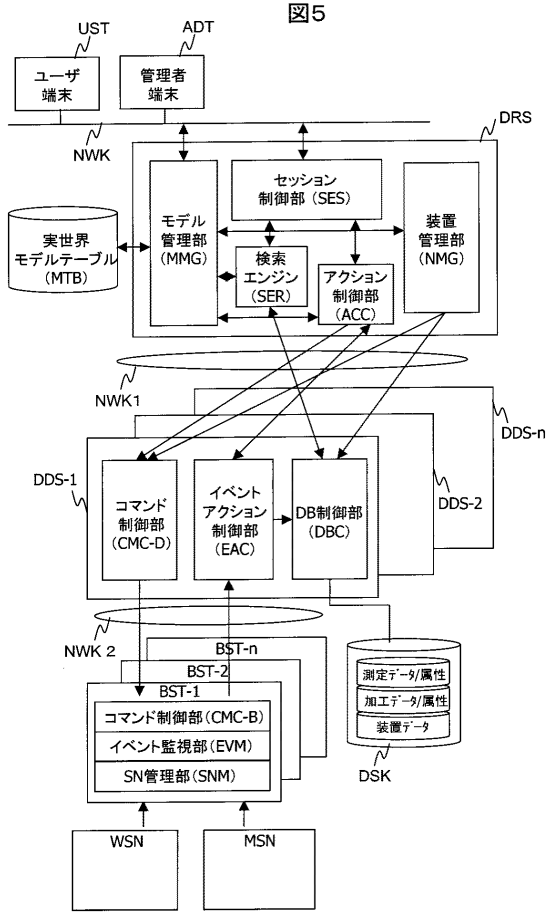


図5

【 図 6 】

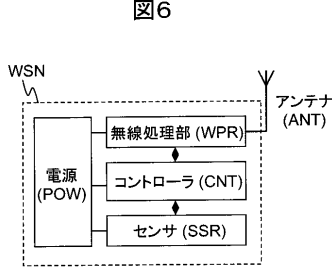


図6

【 図 7 】

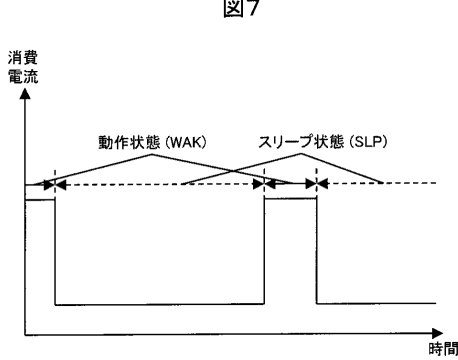


図7

【 図 8 】

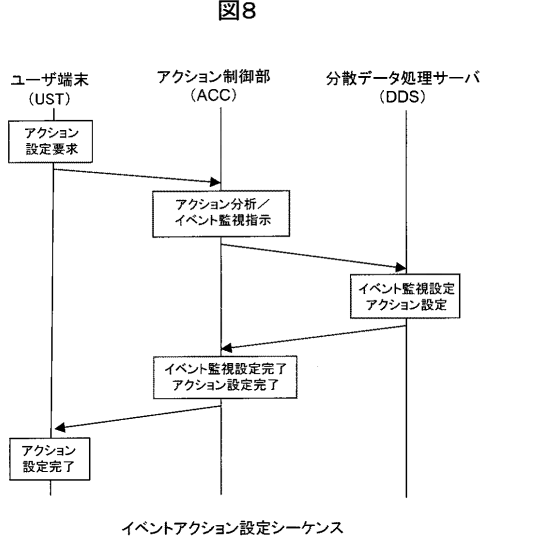


図8

イベントアクション設定シーケンス

【 図 10 】

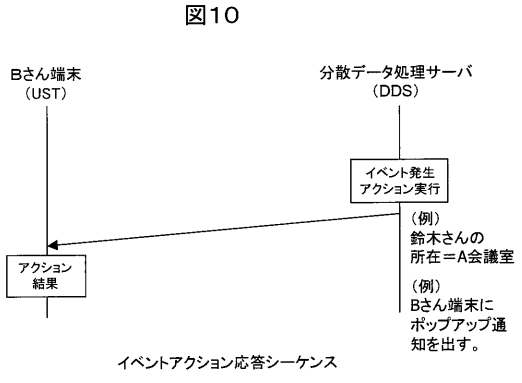


図10

イベントアクション応答シーケンス

【 図 9 】

イベントアクションテーブル

データID	イベント内容 (EVT)	アクション (ACN)	パラメータ (PRM1)	データ格納 (DHL)	パラメータ (PRM2)
X1	データ値=02	ポップアップ	IPアドレス: B	Yes	

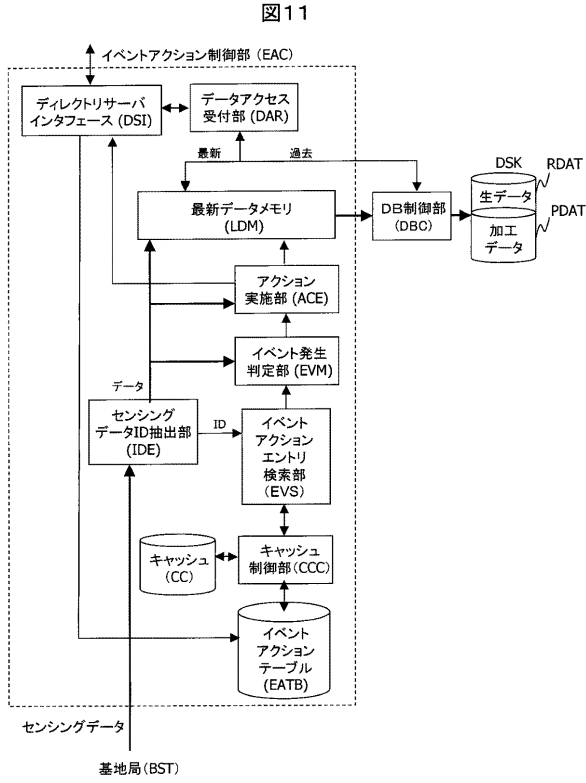
データIDがX1のデータ値が02の場合に

IPアドレスBの端末にポップアップ通知を出す。

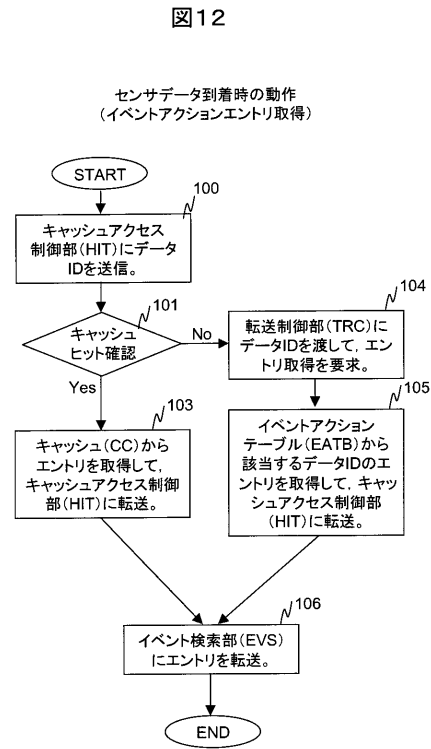
図9

EATB

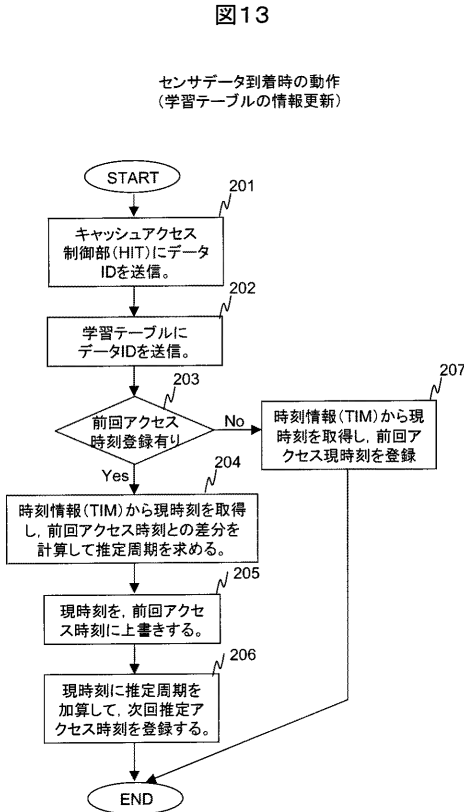
【図11】



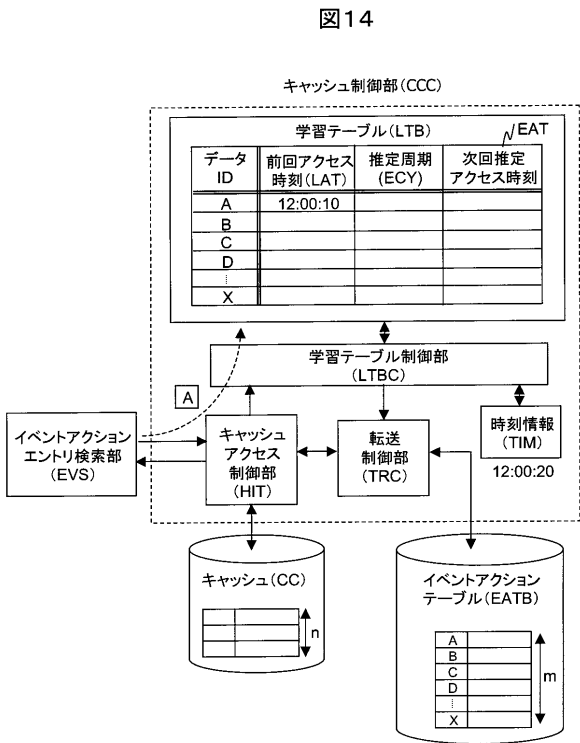
【図12】



【図13】



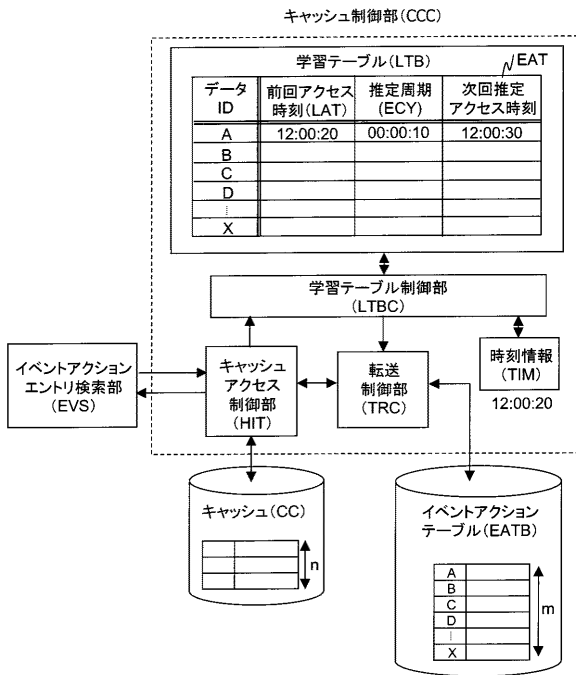
【図14】





【図15】

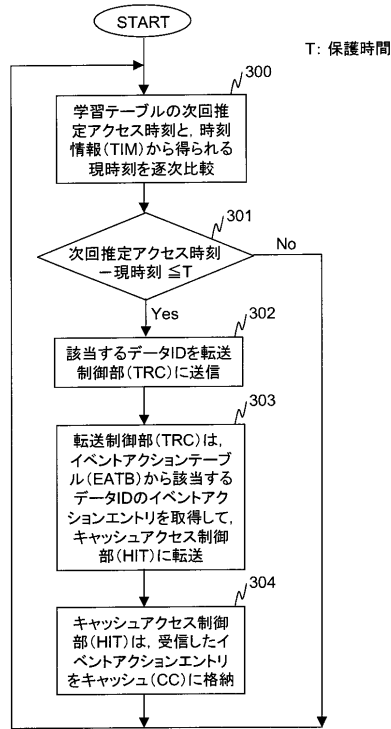
図15



【図16】

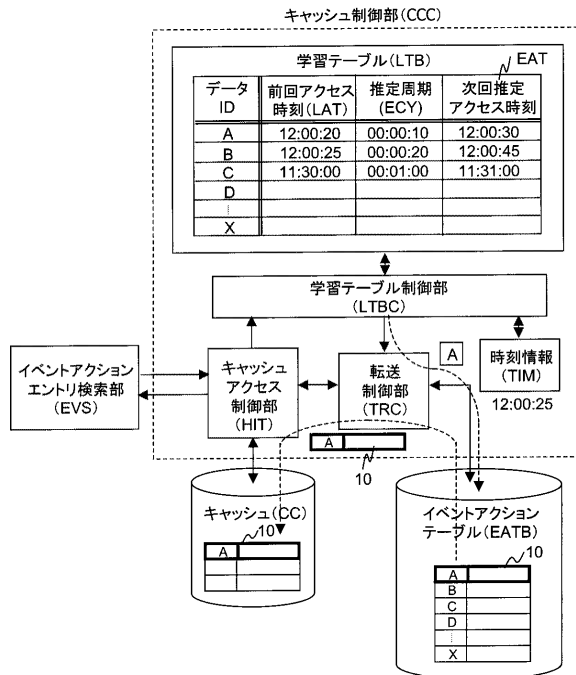
図16

イベントアクションエントリのキャッシュ動作



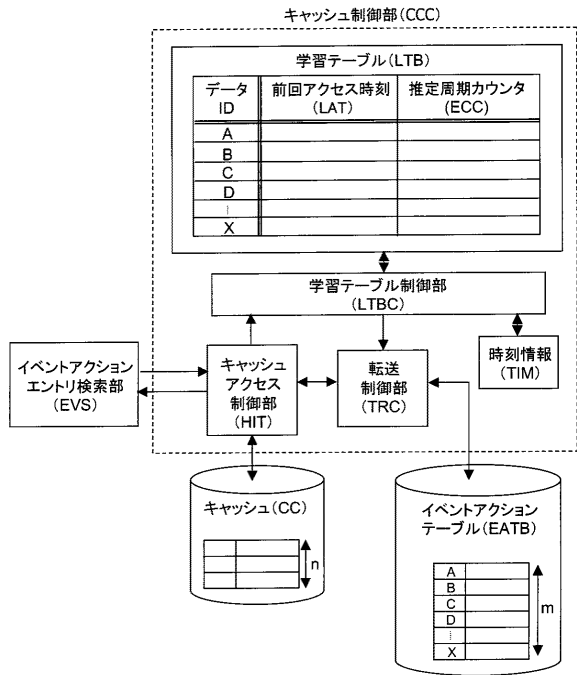
【図17】

図17



【図18】

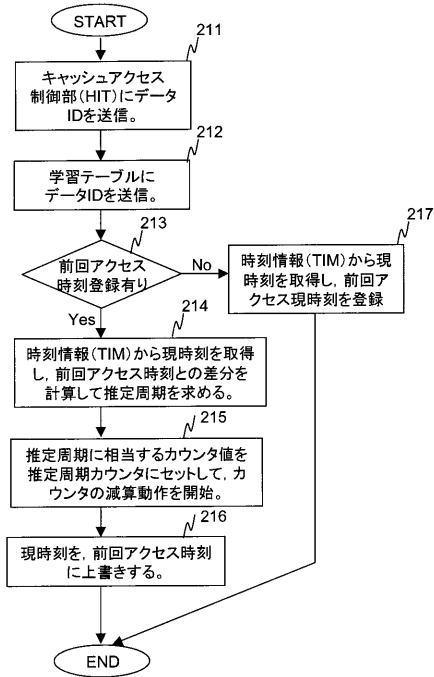
図18



【図19】

図19

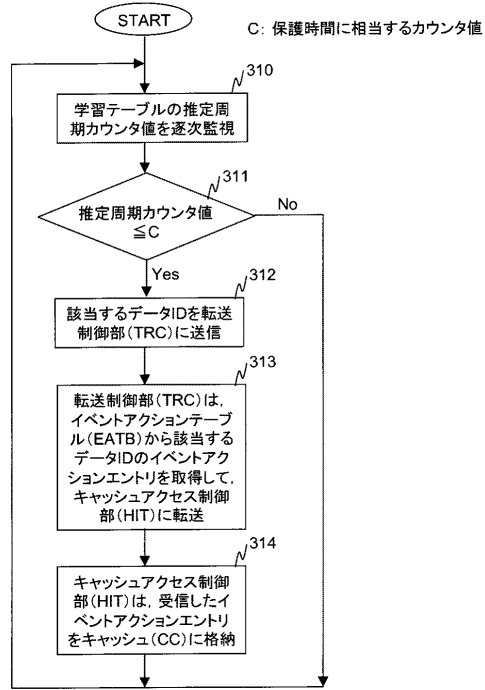
センサデータ到着時の動作  
(学習テーブルの情報更新)



【図20】

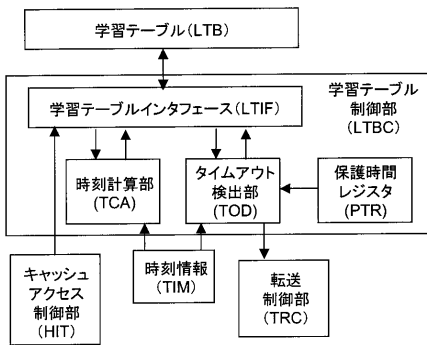
図20

イベントアクションエントリのキャッシュ動作



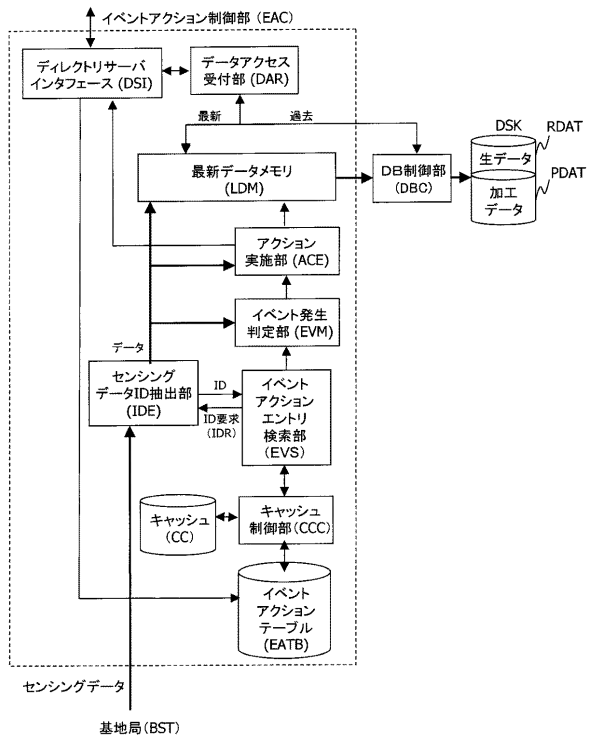
【図21】

図21



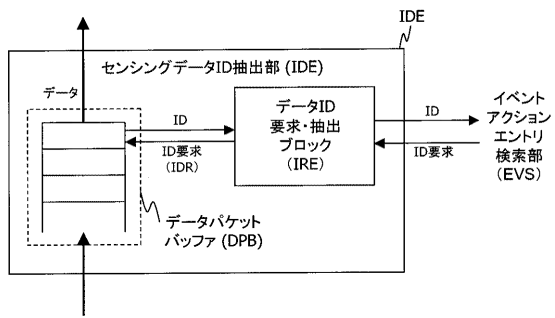
【図22】

図22



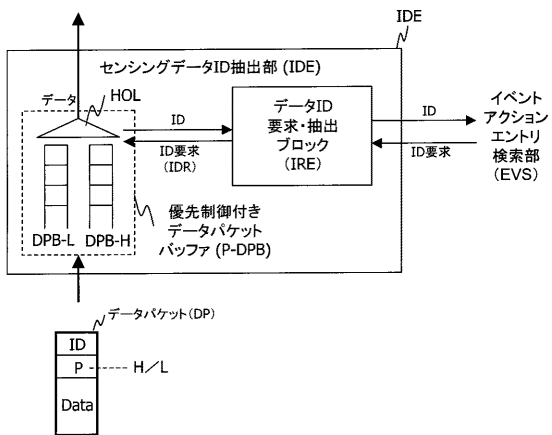
【 図 2 3 】

図23



【 図 2 4 】

図24



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-283239(JP,A)  
特開2001-318902(JP,A)  
特開平06-203180(JP,A)  
特開2002-6937(JP,A)  
特開2003-319550(JP,A)  
米国特許出願公開第2004/0103139(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 12/00  
G06F 15/00  
G06F 17/30  
G06F 17/40  
H04B 7/26