

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4885463号
(P4885463)

(45) 発行日 平成24年2月29日(2012.2.29)

(24) 登録日 平成23年12月16日(2011.12.16)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 F 17/30 (2006.01)

G 0 6 F 17/30 1 1 0 C

G 0 8 B 25/00 (2006.01)

G 0 8 B 25/00 5 1 0 A

請求項の数 18 (全 55 頁)

(21) 出願番号 特願2005-58769 (P2005-58769)
 (22) 出願日 平成17年3月3日(2005.3.3)
 (65) 公開番号 特開2006-244120 (P2006-244120A)
 (43) 公開日 平成18年9月14日(2006.9.14)
 審査請求日 平成20年2月20日(2008.2.20)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100075513
 弁理士 後藤 政喜
 (74) 代理人 100084537
 弁理士 松田 嘉夫
 (74) 代理人 100114236
 弁理士 藤井 正弘
 (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 吉田 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサネットワークシステム、センサデータの処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のセンサノードから送信されるデータを処理する分散サーバと、
 ネットワークを介して前記分散サーバと接続される管理サーバとを備え、
 前記管理サーバは、
前記センサノードの識別子であるセンサID及びセンサノードのセンシング対象を規定するモデル名を関連づけるモデルリストを格納する管理サーバ記憶領域と、
前記モデルリストに基づいて、特定のモデル名について関連づけられた各センサIDに対する監視条件を設定して前記分散サーバに送信し、前記分散サーバからイベントの発生を通知された場合に、予め設定された処理を実行するアクション制御部と、を有し、
 前記分散サーバは、
前記センサIDに対応するデータの値の監視条件を格納するイベントテーブルと、を格納する分散サーバ記憶領域と、
前記複数のセンサノードから送信されるデータをセンサIDと関連づけて格納するセンサデータ格納部と、
前記アクション制御部から前記監視条件を受信した場合、前記イベントテーブルに当該監視条件を設定するイベントテーブル追加部と、
前記センサノードのひとつからデータを受信した際に、前記センサIDに対応して前記イベントテーブルから抽出される前記監視条件に前記受信したデータが合致している場合、
前記管理サーバへイベントの発生を通知するイベント発生判定部とを有することを特徴

10

20

とするセンサネットワークシステム。

【請求項 2】

複数のセンサノードから送信されるデータを処理する分散サーバと、
ネットワークを介して前記分散サーバと接続される管理サーバとを備え、
前記管理サーバは、
センサノードの識別子であるセンサID及びセンサノードのセンシング対象を規定する
モデル名を関連づけるモデルリストを格納する管理サーバ記憶領域と、
前記モデルリストに基づいて、特定のモデル名について関連づけられた各センサIDに
対する監視条件を設定して前記分散サーバに送信するアクション制御部を有し、
前記分散サーバは、
前記センサIDに対応するデータの値の監視条件を格納するイベントテーブルと、を格
納する分散サーバ記憶領域と、
前記複数のセンサノードから送信されるデータをセンサIDと関連づけて格納するセン
サデータ格納部と、
前記アクション制御部から前記監視条件を受信した場合、前記イベントテーブルに当該
監視条件を設定するイベントテーブル追加部と、
前記センサノードのひとつからデータを受信した際に、前記センサIDに対応して前記
イベントテーブルから抽出される前記監視条件に前記受信したデータが合致している場合
、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ことを特徴とするセンサネ
ットワークシステム。

10

20

【請求項 3】

前記管理サーバは、前記ネットワークを介してユーザが利用するユーザ端末に接続され
、
前記管理サーバ記憶領域には、前記センサノードのデータを、前記ユーザ端末を利用す
るユーザが理解可能な情報に変換する変換定義を前記モデル名に対応して設定した意味解
釈リストをさらに格納し、
前記管理サーバの前記モデルリストは、前記モデル名に対応する前記データの情報格納
先をさらに格納し、
前記管理サーバのアクション制御部は、
前記ユーザ端末の要求からモデル名と意味情報を取得する受付部と、
前記モデル名からモデルリストを参照して情報格納先の分散サーバと監視対象のデータ
を決定し、前記意味情報から意味解釈リストを参照して、前記センサノードのデータに対
する監視条件を決定する分析部と、
前記決定した監視対象と監視条件とを前記情報格納先の分散サーバに指令する監視指示
部を有し、
前記分散サーバは、
前記監視指示部からの指令に基づいて、前記イベントテーブルに監視対象と監視条件と
を設定することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のセンサネットワークシステ
ム。

30

40

【請求項 4】

前記管理サーバのセンサ情報管理部は、前記センサノードにセンサIDを設定し、
前記センサノードは、前記設定されたセンサIDを含んでデータを送信し、
前記分散サーバは、
前記センサノードより受信したデータから前記センサIDを抽出するID抽出部と、
前記抽出したセンサIDからデータを比較する監視条件を前記イベントテーブルから検
索するイベント検索部と、を含み、
前記イベント発生判定部は、
前記検索した監視条件に基づいて前記データの比較を行って前記監視条件の成立を判定
し、前記監視条件の成立時にはイベントを発生することを特徴とする請求項 1 または請求
項 2 に記載のセンサネットワークシステム。

50

【請求項 5】

前記管理サーバのアクション制御部は、

前記イベントの発生が通知されたときに実行する処理を前記センサIDに対応して予め格納する第1アクションテーブルを有し、前記分散サーバのイベント発生判定部がイベントの発生を通知したときに、前記センサIDに基づいて前記第1アクションテーブルに格納された処理を実行することを特徴とする請求項4に記載のセンサネットワークシステム。

【請求項 6】

前記管理サーバのアクション制御部は、

前記第1アクションテーブルに格納される処理が、前記センサノードから送信されたデータを加工する処理であるときは、前記データを加工し、加工されたデータに識別子を付与し、当該加工後のデータを当該アクション制御部へイベントとして入力することを特徴とする請求項5に記載のセンサネットワークシステム。

【請求項 7】

前記管理サーバは、前記ネットワークを介してユーザが利用するユーザ端末に接続され、

前記管理サーバ記憶領域は、さらに前記センサノードのデータを、前記ユーザ端末を利用するユーザが理解可能な情報に変換する変換定義を前記モデル名に対応して設定した意味解釈リストをさらに格納し、

前記管理サーバの前記モデルリストは、前記モデル名に対応する前記データの情報格納先をさらに格納し、

前記管理サーバのアクション制御部は、

ユーザ端末の要求からモデル名と意味情報を取得する受付部と、

前記モデル名からモデルリストを参照して情報格納先の分散サーバと監視対象のデータを選択し、前記意味情報から意味解釈リストを参照して、前記センサノードのデータに対する監視条件を決定する分析部と、

前記決定した監視対象と監視条件とを前記情報格納先の分散サーバに指令する監視指示部とを有し、

前記監視指示部は、ユーザ端末の要求に基づいて前記実行する処理を前記アクション制御部に通知し、

前記アクション制御部は、当該通知に基づいて第1アクションテーブルに実行すべき処理を設定することを特徴とする請求項5に記載のセンサネットワークシステム。

【請求項 8】

前記アクション実施部は、

実行する処理を記述したファイルのファイル名を、前記センサIDに対応して指定される第1アクションテーブルと、

前記実行する処理を記述したファイルを格納する第2アクションテーブルとを有し、

前記アクション実施部は、前記センサIDに基づいて前記第1アクションテーブルに格納されるファイル名に基づき前記第2アクションテーブルに格納されるファイルの処理を実行する請求項6に記載のセンサネットワークシステム。

【請求項 9】

前記第2アクションテーブルに格納されるファイルを前記アクション実施部で実行するときは、

前記アクション実施部が、前記イベント発生判定部に代えて前記監視条件と前記データとを比較して前記監視条件の成立を判定し、該監視条件が成立した場合に実行する処理を決定することを特徴とする請求項8に記載のセンサネットワークシステム。

【請求項 10】

複数のセンサノードから送信されるデータを処理する分散サーバと、前記センサノードを管理する管理サーバとをネットワークで接続し、前記センサノードからのデータに基づいて予め設定した処理を実行する方法であって、

前記管理サーバが、前記センサノードの識別子であるセンサIDと、前記センサノードのセンシング対象を規定するモデル名を関連づけて管理サーバ記憶領域のモデルリストに格納する第1の手順と、

前記管理サーバが、前記モデルリストに基づいて、特定のモデル名について関連づけられた各センサIDに対する監視条件を設定して前記分散サーバに送信する第2の手順と、

前記分散サーバが、前記管理サーバから前記特定のモデル名について関連づけられた各センサIDに対する監視条件を受信して、前記センサIDに対応するデータの値の監視条件を、分散サーバ記憶領域のイベントテーブルに格納する第3の手順と、

前記分散サーバが、前記センサノードのひとつからデータを受信した際に、前記センサIDに対応して前記イベントテーブルから抽出される前記監視条件に前記受信したデータが合致している場合、前記管理サーバへイベントの発生を通知する第4の手順と、

前記管理サーバが、前記分散サーバからイベントの発生を通知された場合に、予め設定された処理を実行する第5の手順と、

を含むことを特徴とするセンサデータの処理方法。

【請求項11】

複数のセンサノードから送信されるデータを処理する分散サーバと、前記センサノードを管理する管理サーバとをネットワークで接続し、前記センサノードからのデータに基づいて予め設定した処理を実行する方法であって、

前記管理サーバが、前記センサノードの識別子であるセンサIDと、前記センサノードのセンシング対象を規定するモデル名を関連づけて管理サーバ記憶領域のモデルリストに格納する第1の手順と、

前記管理サーバが、前記モデルリストに基づいて、特定のモデル名について関連づけられた各センサIDに対する監視条件を設定して前記分散サーバに送信する第2の手順と、

前記分散サーバが、前記管理サーバから前記特定のモデル名について関連づけられた各センサIDに対する監視条件を受信して、前記センサIDに対応するデータの値の監視条件を、分散サーバ記憶領域のイベントテーブルに格納する第3の手順と、

前記分散サーバが、前記センサノードのひとつからデータを受信した際に、前記センサIDに対応して前記イベントテーブルから抽出される前記監視条件に前記受信したデータが合致している場合、予め設定された処理を実行する第6の手順と、

を含むことを特徴とするセンサデータの処理方法。

【請求項12】

前記管理サーバは、前記ネットワークを介してユーザが利用するユーザ端末に接続され、

前記管理サーバ記憶領域には、前記センサノードのデータを、前記ユーザ端末を利用するユーザが理解可能な情報に変換する変換定義を前記モデル名に対応して設定した意味解釈リストをさらに格納し、

前記データの値の監視条件をイベントテーブルに設定する第3の手順は、

前記管理サーバが、前記ユーザ端末の要求からモデル名と意味情報を取得する手順と、

前記管理サーバが、前記モデル名から前記モデルリストを参照して情報格納先の分散サーバと監視対象のデータを決定し、前記意味情報から意味解釈リストを参照して、前記センサノードのデータに対する監視条件を決定する手順と、

前記管理サーバが、前記決定した監視対象と監視条件とを前記情報格納先の分散サーバに指令する手順と、

前記分散サーバが、前記管理サーバからの指令に基づいて、前記イベントテーブルに監視対象と監視条件とを設定する手順と、

を含むことを特徴とする請求項10または請求項11に記載のセンサデータの処理方法。

【請求項13】

前記管理サーバが、前記センサノードにセンサIDを設定する手順と、

前記センサノードが、前記設定されたセンサIDを含んでデータを分散サーバに送信する手順と、

10

20

30

40

50

をさらに含み、

前記第 4 の手順は、

前記分散サーバが、前記センサノードより受信したデータから前記センサ ID を抽出する手順と、

前記分散サーバが、前記抽出したセンサ ID からデータを比較する監視条件を前記イベントテーブルから検索する手順と、

前記検索した監視条件と前記データとの比較を行って前記監視条件の成立を判定し、監視条件が成立したときにイベントを発生する手順と、

を含むことを特徴とする請求項 10 または請求項 11 に記載のセンサデータの処理方法。

【請求項 14】

前記監視条件が成立したときに実行する前記予め設定した処理を、前記センサ ID に対応して第 1 アクションテーブルに格納する手順と、をさらに含み、

前記予め設定した処理を実行する第 5 の手順は、

前記管理サーバが前記イベントの発生を受信したときに、前記センサ ID に基づいて前記第 1 アクションテーブルに格納された処理を実行する手順と、

を含むことを特徴とする請求項 10 に記載のセンサデータの処理方法。

【請求項 15】

前記監視条件が成立したときに実行する前記予め設定した処理を、前記センサ ID に対応して第 1 アクションテーブルに格納する手順と、をさらに含み、

前記予め設定した処理を実行する第 6 の手順は、

前記分散サーバが前記イベントを発生したときに、前記分散サーバが前記センサ ID に基づいて前記第 1 アクションテーブルに格納される処理を実行する手順と、

を含むことを特徴とする請求項 11 に記載のセンサデータの処理方法。

【請求項 16】

前記予め設定した処理を実行する第 6 の手順は、

前記第 1 アクションテーブルに格納される処理が、前記センサノードから送信されたデータを加工する処理であるときは、

前記分散サーバが前記データを加工する手順と、

前記加工されたデータに識別子を付与する手順と、

を含み、

前記監視を行う手順は、

前記分散サーバが、当該加工後のデータを仮想的なセンサノードのデータとして受け付ける手順と、

を含むことを特徴とする請求項 15 に記載のセンサデータの処理方法。

【請求項 17】

前記管理サーバは、前記ネットワークを介してユーザが利用するユーザ端末に接続され、

前記実行する処理を前記センサ ID に対応して前記第 1 アクションテーブルに格納する手順は、

ユーザ端末の要求に基づいて前記第 1 アクションテーブルに格納する手順と、

を含むことを特徴とする請求項 15 に記載のセンサデータの処理方法。

【請求項 18】

実行する処理を記述したファイルのファイル名と、前記センサ ID とを対応させて前記第 1 アクションテーブルに格納する手順と、

前記分散サーバで、前記実行する処理を記述したファイルを第 2 アクションテーブルに格納する手順と、

前記分散サーバで、前記センサ ID に基づいて前記第 1 アクションテーブルに格納されるファイル名に基づき前記第 2 アクションテーブルに格納されるファイルの処理を実行する手順と、

をさらに含むことを特徴とする請求項 15 に記載のセンサデータの処理方法。

10

20

30

40

50

【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（例えば、特許文献1～5）。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。

20

【特許文献1】特開2002-006937号公報

【特許文献2】特開2003-319550号公報

【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

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

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。

【0005】

そこで本発明は、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のうち所望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することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、複数のセンサノードから送信されるデータを処理する分散サーバと、前記センサノードを管理する管理サーバとをネットワークで接続し、前記センサノードからのデータに基づいて予め設定した処理を実行する方法であって、前記管理サーバが、前記センサノードの識別子であるセンサIDと、前記センサノードのセンシング対象を規定するモデル名を関連づけて管理サーバ記憶領域のモデルリストに格納し、前記管理サーバが、前記モデルリストに基づいて、特定のモデル名について関連づけられた各センサIDに対する監視条件を設定して前記分散サーバに送信し、前記分散サーバが、前記管理サーバから前記特定のモデル名について関連づけられた各センサIDに対する監視条件を受信して、

50

前記センサIDに対応するデータの値の監視条件を、分散サーバ記憶領域のイベントテーブルに格納し、前記分散サーバが、前記センサノードのひとつからデータを受信した際に、前記センサIDに対応して前記イベントテーブルから抽出される前記監視条件に前記受信したデータが合致している場合、前記管理サーバへイベントの発生を通知し、前記管理サーバが、前記分散サーバからイベントの発生を通知された場合に、予め設定された処理を実行する。

【発明の効果】

【0007】

したがって、本発明は、データ収集を行う分散サーバでデータの監視を行うことで、多数の分散サーバを管理する管理サーバに負荷が集中するのを防ぐことができ、センサノードの数が膨大になってもセンサネットワークシステムの運営を円滑に行うことができる。

10

【0008】

そして、ユーザ端末を利用するユーザは、モデル名と意味情報を設定するだけで、多数のセンサノードのデータから所望のデータを監視することができるので、多数のセンサノードの情報のうち所望の情報のみを極めて容易にリアルタイムで利用することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

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。

【0010】

20

図1は、本発明の第1実施形態を示すセンサネットワークシステムの構成図である。

【0011】

<システム構成の概要>

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-n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。なお、無線センサノードWSN、MSN及び有線センサノードFSNの総称を、単にセンサノードという。

30

【0012】

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。

【0013】

40

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、各基地局BST-1～nは、ネットワークNWK-2～n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。なお、ネットワークNWK-2～nは、基地局BSTと分散データ処理サーバ（分散サーバ）DDSとを接続するためのものである。分散データ処理サーバDDSは、システム規模の大きさによって、その接続数を可変とすることができる。

【0014】

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）が検出したデータ等を格納するディスク装置DSKと、図示しないCPU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

50

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、ネットワークNWK - 1を介して、ディレクトリサーバ（管理サーバ）DRSもしくは他のサーバへの通知やデータ転送などのアクションを行う。なお、ネットワークNWK - 1は、LANやインターネット等で構成される。

【0015】

ここで、センサノードから収集したデータは、主には、センサノードやセンサ種別などを識別する固有のデータIDが付与されている数値データであり、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UST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、ディレクトリサーバDRSでは、予め設定された定義に基づいて、センサノードの出力データをユーザが理解可能な実世界モデル（ヒト、モノ、状態、など）に変換してからユーザに提示する。

10

【0016】

なお、分散データ処理サーバDDS - 1 ~ nがデータを収集する対象は、自身が接続されたネットワークNWK - 2 ~ nの基地局BSTに所属するセンサノードや、他の基地局BSTから移動してきた無線センサノードMSNである。また、有線のセンサノードFSNは、分散データ処理サーバDDS - 1 ~ nに接続するようにしても良い。もちろん、有線のセンサノードFSNを基地局BSTに接続し、基地局BSTが有線のセンサノードFSNを無線センサノードと同等に管理することもできる。

【0017】

ネットワークNWK - 1には、分散データ処理サーバDDSから送られたセンシング情報に関連づけられた実世界モデルを管理するディレクトリサーバDRSと、このディレクトリサーバDRSの情報を利用するユーザ端末USTと、ディレクトリサーバDRSや分散データ処理サーバDDS及び基地局BST、センサノードの設定及び管理を行う管理端末ADTが接続される。なお、管理端末は、センサノードを管理するセンサ管理者と、センサネットワークのサービスを管理するサービス管理者用にそれぞれ用意しても良い。

20

【0018】

ディレクトリサーバDRSは、図示しないCPU、メモリ及びストレージ装置を備えて所定のプログラムを実行し、後述するように、有意な情報に関連づけられたオブジェクトを管理する。

【0019】

すなわち、ユーザは、ユーザ端末USTを通じて実世界モデルに対してアクセスを要求すると、ディレクトリサーバDRSは実世界モデルに該当する測定データを所有する分散データ処理サーバDDS - 1 ~ nにアクセスし、該当する測定データを取得し、そのセンシングデータを、必要あればユーザにわかりやすい形に変換してユーザ端末USTに表示する。

30

【0020】

図2は、図1に示したセンサネットワークの機能ブロック図である。ここでは、説明を簡易にするため、図1の分散データ処理サーバDDS - 1 ~ nのうち分散データ処理サーバDDS - 1の構成のみを示し、また、分散データ処理サーバDDS - 1に接続された基地局BST - 1 ~ nのうち基地局BST - 1の構成のみを示す。他の分散データ処理サーバDDSや基地局BSTも同様に構成される。

40

【0021】

以下、各部の詳細について説明する。

【0022】

< 基地局BST >

無線センサノードWSN、MSNや有線センサノードFSN（以下、センサノードという）からデータを収集する基地局BST - 1は、コマンド制御部CMC - Bと、センサノード管理部SNMと、イベント監視部EVMとを備える。なお、センサノードは、予め設定されたデータIDを付して測定データを送信する。

【0023】

50

コマンド制御部 C M C - B では、後述する分散データ処理サーバ D D S - 1 のコマンド制御部 C M C - D との間でコマンドの送受を行う。例えば、分散データ処理サーバ D D S - 1 からのコマンドに応じて、基地局 B S T - 1 のパラメータの設定を実行したり、基地局 B S T - 1 の状態を分散データ処理サーバ D D S - 1 へ送信する。あるいは、基地局 B S T - 1 が管理するセンサノードのパラメータの設定を実行したり、センサノードの状態を分散データ処理サーバ D D S - 1 へ送信する。

【 0 0 2 4 】

センサノード管理部 S N M は、自身が管理するセンサノードの管理情報（稼動状態、残電力など）を保持する。そして、分散データ処理サーバ D D S - 1 からセンサノードに関する問い合わせがあった場合には、各センサノードに代わって、管理情報を通知する。センサノードは管理に関連する処理を基地局 B S T に委ねることで、自身の処理負荷を低減することができ、余計な電力消費を抑制することが可能となる。

10

【 0 0 2 5 】

また、センサノード管理部 S N M は、イベント監視部 E V M が異常を検出した場合には、センサノードの管理情報を更新し、分散データ処理サーバ D D S - 1 へ異常のあったセンサノードに関する情報を通知する。なお、センサノードの異常とは、センサノードからの応答がない場合や、センサノードの電力が予め設定したしきい値以下になった場合など、センサノードの機能が停止または停止に至る状態を示す。

【 0 0 2 6 】

また、センサノード管理部 S N M は、コマンド制御部 C M C - D からセンサノードに対するコマンド（出力タイミングのパラメータ変更等）を受けた場合には、このコマンドをセンサノードに送信して設定を行い、設定の完了を示す通知をセンサノードから受信した後に、センサノードの管理情報を更新する。なお、センサノードの出力タイミングは、例えば、無線センサノード W S N が基地局 B S T - 1 にデータを周期的に送信する際の期を示す。

20

【 0 0 2 7 】

基地局 B S T は、予め設定された配下の無線センサノード W S N、M S N 及び有線センサノード F S N について管理を行い、各センサノードが測定したデータを分散データ処理サーバ D D S に送信する。

【 0 0 2 8 】

< 分散データ処理サーバ D D S >

分散データ処理サーバ D D S - 1 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。

30

【 0 0 2 9 】

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 3 0 】

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、測定データに対応する I D、すなわちデータ I D を取得し、後述するテーブル（図 10 のイベントテーブル E T B）からデータ I D に対応するイベントの発生ルールを読み込んで、測定データの値に応じた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通知に対応するアクションを実行する。なお、センサノードにセンサが 1 つだけ備えられている場合は、センサノードを識別するためのセンサノードの I D をデータ I D としてもよい。

40

【 0 0 3 1 】

また、本実施形態において、イベントとは測定データ（または加工データ）に関して予め設定された条件を示す。また、イベントの発生とは測定データが所定の条件を満足したことを示すものである。

【 0 0 3 2 】

50

そして、アクション実施の内容としては、ユーザなどにより予め設定されたデータID毎のルールに基づいて、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DBCを通じてデータベースDBへ格納したり、また、ディレクトリサーバDRSや他のサーバに通知を行うなどの処理を含む。

【0033】

本実施形態では、図1で示すように、複数の基地局BSTに対して、これらのいくつかを地域的（または、場所的）に集約する複数の分散データ処理サーバDDSを配置することで、多数のセンサノードからの情報を分散して処理することが可能になる。例えば、オフィスなどではフロア毎に分散データ処理サーバDDSを設け、工場などでは建屋毎に分散データ処理サーバDDSを設ければよい。

10

【0034】

分散データ処理サーバDDS-1のディスク装置DSKは、基地局BSTから受信したセンサノードWSN、MSN、FSN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BSTや無線センサノードWSN、MSN及び有線センサノードFSNに関する装置データを、データベースDBとして格納する。

【0035】

そして、データ処理サーバDDS-1のデータベース制御部DBCは、イベントアクション制御部EAC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DBに格納する。また、必要あれば測定データを数値処理したり、他データと融合することにより得られる加工データをデータベースDBに格納する。なお、装置データについては、

20

【0036】

<ディレクトリサーバDRS>

複数の分散データ処理サーバDDSを管理するディレクトリサーバDRSは、ネットワークNWK-1を介して接続されたユーザ端末USTや管理者端末ADTからの通信を制御するセッション制御部SESと、後述するように、モデル管理部MMG、モデルテーブルMTB、装置管理部NMG、アクション制御部ACC及び検索エンジンSERから構成される。

【0037】

モデル管理部MMG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DDS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MTBに設定した実世界モデルリストMDLによって管理する。つまり、実世界モデルテーブルMTBは、ユーザが理解可能な意味情報をオブジェクトとし、センサノードからの測定データ（または加工データ）のIDと所在（格納場所）をオブジェクトに対応付け、また、後述の属性別意味解釈リストATLによりセンサノードからの測定データをユーザが理解可能な意味情報に変換するものである。

30

【0038】

ディレクトリサーバDRS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（URL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最新の測定情報や過去のログデータにダイレクトにアクセス可能となる。センサノードからの測定データ及び加工データは、時間の経過につれて増大するのに対し、実世界モデル情報は時間が経過してもサイズが変化することなく、その内容のみが変化する。この実世界モデルの詳細については後述する。

40

【0039】

なお、実世界モデルテーブルMTBは、ディレクトリサーバDRSの所定のストレージ装置（図示省略）などに格納される。

【0040】

ディレクトリサーバDRSのアクション制御部ACCは、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やコマンド制御部CMC-Dと通信を行って、ユーザ

50

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、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D D Sだけではなく、複数の分散データ処理サーバD D S - 1 ~ nに関与する場合もある。

【0041】

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を参照し、分散データ処理サーバD D SのデータベースD Bに対して検索を実行する。

【0042】

なお、検索要求がクエリーであれば、クエリーの内容に従ったデータベースD Bの対応付けと、クエリーのS Q L (Structured Query Language) 変換を実行し、検索を実行する。なお、検索対象となるデータベースD Bは、複数の分散データ処理サーバD D Sにまたがる場合がある。

【0043】

そして、このクエリーとしては、「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)」はアクション制御部A C Cのアクションの設定にて対応する。つまり、該当のデータを常に所望のサーバや端末に転送するようなアクションの設定を、該当する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に設定しておけばよい。

【0044】

次に、装置管理部N M Gは、ネットワークN W K - 1に接続されてセンサネットワークを構成する分散データ処理サーバD D Sと、分散データ処理サーバD D Sに接続された基地局B S T、基地局B S Tに接続されたセンサノードを統合的に管理するものである。

【0045】

装置管理部N M Gでは、分散データ処理サーバD D S、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。

【0046】

装置管理部N M Gは、分散データ処理サーバD D Sや基地局B S T、センサノードに対してコマンドを発行することができ、このコマンドによりセンサネットワークのリソースを管理する。なお、センサノードは上位となる基地局B S Tのコマンド制御部C M C - Bを介して装置管理部N M Gからコマンドを受け、基地局B S Tは上位の分散データ処理サーバD D Sのコマンド制御部C M C - Dを介して装置管理部N M Gからコマンドを受ける。

【0047】

なお、コマンド制御部C M C - Dを介して装置管理部N M Gが発行するコマンドとしては、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。

【0048】

<センサノードの一例>

次に、センサノードの一例を図3～図5に示す。

【0049】

図3は、無線センサノードW S Nの一例を示すブロック図である。無線センサノードW S N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S S Rと、センサS S Rを制御するコントローラC N Tと、基地局B S Tと通信を行う無線処理部W P Rと、各ブロックS S R、C N T、W P Rに電力を供給する電源P O W、送受信を行うアンテナA N Tから構成される。

【0050】

コントローラC N Tは、予め設定された周期でセンサS S Rの測定データを読み込み、

10

20

30

40

50

この測定データに予め設定したデータ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。

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）の情報を、無線処理部WPRを介して基地局BSTに対して送信する。なお、コントローラCNT自身が電源POWの残電力（または充電量）を監視し、残電力が予め設定されたしきい値を下回った場合に、基地局BSTに対して電力がなくなる警報を送信するようにしておいても良い。

10

【0051】

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4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、所定の周期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。

【0052】

なお、図3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

20

【0053】

また、図3、図4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3、図4と同様に構成すればよい。

【0054】

図5は、上記図1、図2に示した分散データ処理サーバDDS-1に接続されたセンサノードの一例を示す詳細図である。

【0055】

本実施形態では、オフィスおよびA会議室、Bにセンサノードを設けた例を示している。

30

【0056】

オフィスには基地局BST-0が設置され、オフィスの椅子にはセンサSSRとして感圧（圧力）スイッチを備えた無線センサノードWSN-0が配置される。無線センサノードWSN-0は、基地局BST-0と通信するように設定される。

【0057】

A会議室には基地局BST-1が設置され、A会議室の椅子にはセンサSSRとして感圧スイッチを備えた無線センサノードWSN-3～10が配置される。また、A会議室には温度センサを備えた有線センサノードFSN-1が設置され、基地局BST-1に接続されている。各無線センサノードWSN-3～10及び有線センサノードFSN-1は、

40

【0058】

同様に、会議室Bには基地局BST-2が設置され、会議室Bの椅子にはセンサSSRとして感圧スイッチを備えた無線センサノードWSN-11～18と、温度センサを備えた有線センサノードFSN-2が設置され、基地局BST-2に接続されている。

【0059】

これらA会議室、Bを利用する従業者には名札を兼ねた無線センサノードMSN-1が装着される。無線センサノードMSN-1は、従業者の体温（または周囲の温度）を測定する温度センサSSR-1と、従業者に固有の識別子（従業者ID）を格納したタグTG-1を備える名札として構成される。無線センサノードMSN-1は基地局BST-0、

50

1 または 2 に、従業者 I D と測定データとしての温度を送信することができる。

【 0 0 6 0 】

< センサネットワークの動作概念 >

次に、上記図 1 ~ 図 5 に示したセンサネットワークの動作の概要について、図 6 ~ 図 8 を用いて説明する。

【 0 0 6 1 】

図 6 は、実世界モデルの具体的な形であるオブジェクトとセンサノードの測定データの関連を示すブロック図で、測定の開始時を示し、図 7 は、図 6 の状態から所定時間が経過した状態を示す。

【 0 0 6 2 】

図 6 において、ディレクトリサーバ D R S は、実世界モデルとして予め次のようなオブジェクトを生成し、実世界モデルテーブル M T B の実世界モデルリスト M D L に定義しておく。ここでは、図 5 のオフィスまたは A 会議室、B 会議室を利用する従業者として鈴木さんの場合を示し、図 6 に示した無線センサノード M S N - 1 を、この人物が装着しているものとする。

【 0 0 6 3 】

図 1 2 のセンサ情報テーブル S T B に示されるように、各センサノード M S N の測定データ (e x . 温度) や位置情報がデータ格納先として指定される分散データ処理サーバ D D S に格納されるようセンサ情報テーブルは定義されている。ここで、センサノード M S N の位置情報は、センサノード M S N を検出する基地局 B S T の I D 情報として得ることが

【 0 0 6 4 】

そして、実世界モデルテーブル M T B の実世界モデルリスト M D L には、鈴木さんの位置というオブジェクト (O B J - 1) は、測定データ 1 (L I N K - 1) という格納先にデータの実体があることが定義され、実世界モデルと実際のデータの格納位置との対応関係が管理されている。

【 0 0 6 5 】

つまり、実世界モデルリスト M D L において、鈴木さん位置 (O B J - 1) というオブジェクトは、測定データ 1 (L I N K - 1) に対応する分散データ処理サーバ D D S の格納位置に関連付けられている。図 6、図 7 においては、鈴木さんの位置を示す無線センサノード M S N - 1 からの位置情報 (例えば「どこの基地局 B S T に接続される」として定義される) は、分散データ処理サーバ D D S のディスク装置 D S K 1 に格納される。

【 0 0 6 6 】

ユーザ端末 U S T から見ると、鈴木さん位置 (O B J - 1) の値はディレクトリサーバ D R S の実世界モデルテーブル M T B に存在するように見えるが、実際のデータはディレクトリサーバ D R S ではなく、予め設定された分散データ処理サーバ D D S - 1 のディスク装置 D S K 1 に格納されるのである。

【 0 0 6 7 】

鈴木さん着座 (O B J - 2) というオブジェクトは、オフィスの椅子に装着された感圧スイッチ (W S N - 0) から求めた着座情報が測定データ 2 (L I N K - 2) に格納されるよう、実世界モデルテーブル M T B に定義される。さらに、測定データ 2 に対応する分散データ処理サーバ D D S と格納位置が定義される。図 6、図 7 においては、M S N - 1 及び無線センサノード W S N からの着座情報は分散データ処理サーバ D D S - 1 のディスク装置 D S K 2 に格納する。

【 0 0 6 8 】

鈴木さん温度 (O B J - 3) というオブジェクトは、無線センサノード M S N - 1 の温度センサ S S R - 1 が測定した温度が測定データ 3 (L I N K - 3) に格納されるよう、実世界モデルテーブル M T B に定義される。さらに、測定データ 3 に対応する分散データ処理サーバ D D S と格納位置が定義される。図 6、図 7 においては、M S N - 1 からの温度は分散データ処理サーバ D D S - 1 のディスク装置 D S K 3 に格納する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

A会議室メンバ（OBJ - 4）というオブジェクトは、A会議室の基地局BST - 1が接続した無線センサノードMSNの情報から求めた従業者の名前が測定データ4（LINK - 4）に格納されるよう、実世界モデルテーブルMTBに定義される。感圧スイッチ（WSN - 3 ~ 10）を使用しない場合には、ある単位時間内にA会議室内の基地局BST - 1で検出された無線センサノードMSN数によりA会議室の人数を求めても良い。さらに、測定データ4に対応する分散データ処理サーバDDSと格納位置が定義される。図6、図7においては、各従業者の無線センサノードMSNからの個人情報分散データ処理サーバDDSのディスク装置DSK4に格納する。

【 0 0 7 0 】

10

A会議室人数（OBJ - 5）というオブジェクトは、A会議室の感圧スイッチ（WSN - 3 ~ 10）から求めた人数が測定データ5（LINK - 5）に格納されるよう、実世界モデルテーブルMTBに定義される。さらに、測定データ5に対応する分散データ処理サーバDDSと格納位置が定義される。図6、図7においては、無線センサノードWSN3 ~ 10の着座情報は分散データ処理サーバDDS - 1のディスク装置DSK5に格納する。

【 0 0 7 1 】

A会議室温度（OBJ - 6）というオブジェクトは、A会議室の有線センサノードFSN - 1が測定した温度が測定データ6（LINK - 6）に格納されるよう、実世界モデルテーブルMTBに定義される。さらに、測定データ6に対応する分散データ処理サーバDDSと格納位置が定義される。図6、図7においては、FSN - 1からの温度は分散データ処理サーバDDS - 1のディスク装置DSK6に格納する。

20

【 0 0 7 2 】

すなわち、実世界モデルテーブルMTBに定義された各オブジェクトOBJは、測定データに対応する格納先（LINK）を格納しており、ユーザ端末USTからは目的のデータがディレクトリサーバDRSに存在するよう見えるが、実際のデータは分散データ処理サーバDDSに格納される。

【 0 0 7 3 】

そして、情報の格納先LINKには、センサノードが測定した測定データまたは測定データを数値変換した加工データなど、ユーザが利用可能なデータの格納位置が設定されている。センサノードからの測定データの収集は各分散データ処理サーバDDSで行われ、さらに、後述するようにイベントアクションが設定されていれば、測定データに対して加工などが加えられ、加工データとして所定の分散データ処理サーバDDSに格納されていく。

30

【 0 0 7 4 】

実際のセンサノードからのデータ収集と加工は分散データ処理サーバDDSで行われ、ディレクトリサーバDRSでは、実世界モデルと情報の格納先及びセンサノードの定義などが管理される。

【 0 0 7 5 】

これにより、ユーザ端末USTの利用者はセンサノードの所在を知る必要がなく、オブジェクトOBJを検索することで、センサノードの測定値（または加工データ）に対応する所望のデータを得ることができるのである。

40

【 0 0 7 6 】

そして、ディレクトリサーバDRSは、オブジェクトOBJ毎の格納先（リンク先）を管理し、実際のデータは分散データ処理サーバDDSが分散的に格納・処理するので、センサノードの数が膨大になったとしても、センサデータ処理の負荷が過大になるのを防ぐことができるのである。また、多数のセンサノードを使用しながら、ディレクトリサーバDRSと分散データ処理サーバDDS及びユーザ端末USTを接続するネットワークNWK - 1のトラフィックが過大になるのを抑制できるのである。

【 0 0 7 7 】

50

図 6 の状態から所定時間経過した図 7 では、分散データ処理サーバ D D S - 1 のディスク装置 D S K 1 ~ 6 にセンサノードからの実際の測定データが書き込まれ、時間の経過とともにデータ量は増大する。

【 0 0 7 8 】

一方、ディレクトリサーバ D R S の実世界モデルテーブル M T B のモデルリスト M D L に設定されたオブジェクト O B J - 1 ~ 6 に対応する格納先 L I N K - 1 ~ 6 は、時間が経過しても情報量は変化することなく、格納先 L I N K - 1 ~ 6 が指し示す情報の内容が変化する。

【 0 0 7 9 】

つまり、ディレクトリサーバ D R S が管理するオブジェクト O B J - 1 ~ 6 の情報量と、分散データ処理サーバ D D S - 1 が管理する測定データ 1 ~ 6 のデータ量と時間の関係は、図 8 のように、オブジェクトのデータ量が一定であるのに対し、測定データは時間の経過につれて増加する。

【 0 0 8 0 】

例えば、ひとつの基地局 B S T に数百のセンサノードが接続され、ひとつの分散データ処理サーバ D D S に数個の基地局 B S T が接続され、ひとつのディレクトリサーバ D R S に数十の分散データ処理サーバ D D S が接続される場合、センサノードの総数は数千乃至数万となる。仮に、各センサノードが 1 分毎に順次データを送るとすれば、毎秒百乃至千程度の測定データが分散データ処理サーバ D D S に送られて、イベントの有無が判定され、イベントが発生した場合には所定のアクションにより通知やデータの加工などの処理が生じることになる。これらの処理を一つあるいは、少数のサーバで実現しようとするれば、サーバ自体の負荷やサーバと接続するためのネットワークの負荷が極めて大きくなる。さらに、収集したデータや加工したデータについて、ユーザ端末 U S T からアクセスが発生するため、ユーザ端末 U S T へデータを提供するためにもサーバの負荷やネットワークの負荷はさらに大きくなる。

【 0 0 8 1 】

そこで、ユーザ端末 U S T からアクセスを受け付け、センサノードの情報の格納先を管理するディレクトリサーバ D R S と、複数の基地局 B S T を管理して、基地局 B S T に割り当てられたセンサノードからデータを収集し、加工する分散データ処理サーバ D D S とで処理の分担を行う。

【 0 0 8 2 】

センサノードからの情報は、複数の分散データ処理サーバ D D S で分散して収集し、各分散データ処理サーバ D D S でそれぞれデータの格納あるいは加工を行うことで、多数のセンサノードのデータ収集及び加工処理を分散し、特定のサーバに負荷が集中するのを防ぐことができる。

【 0 0 8 3 】

一方、ディレクトリサーバ D R S は、センサノードの測定データから得られた情報の格納先を集中的（一元的）に管理し、ユーザ端末 U S T にオブジェクトと格納先 L I N K の対応関係を提供する。ユーザは、センサノードの物理的な位置等を知らなくとも、ディレクトリサーバ D R S に目的のオブジェクトについて問い合わせを行えば、データの格納位置から有意な情報を得ることができる。つまり、情報の格納先をディレクトリサーバ D R S で集中管理することにより、センサノードの所在に係わらず、ユーザ端末 U S T はディレクトリサーバ D R S にアクセスすれば、目的のセンサノードに関する測定データまたは加工データを得ることができるのである。

【 0 0 8 4 】

そして、ディレクトリサーバ D R S は、分散データ処理サーバ D D S から得られたデータを属性別意味解釈リスト A T L に基づいて、ユーザが理解可能な情報（意味情報）に変換してユーザ端末 U S T に提供する。

【 0 0 8 5 】

また、ディレクトリサーバ D R S に格納するオブジェクトは、構築するシステム構成に

10

20

30

40

50

応じて設定・変更されるものであり、センサノードが検出する測定データのように経時的に変化するものではないので、オブジェクトを集中的に管理する部分は経時的な測定データの負荷変動の影響を受けない。したがって、分散データ処理サーバD D Sとの間で直接的にセンサノードのデータをやり取りすることが抑制されるので、ディレクトリサーバD R Sに接続されたネットワークN W K - 1の負荷が過大になるのを抑制できる。

【0086】

なお、図6、図7では、別々の分散データ処理サーバD D Sに対して、それぞれにディスク装置D S Kが接続された場合を示したが、図5のように、1つの分散データ処理サーバD D Sを設け、これに複数のディスク装置D S Kを設けてもよく、複数の分散データ処理サーバD D Sにグループ分けしてディスク装置D S Kを接続することも可能である。

10

【0087】

<測定データとイベントの関係>

次に、分散データ処理サーバD D Sで収集される測定データと、測定データに基づくイベントアクションの関係を図9、図10に示す。

【0088】

図9において、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は、基地局B S Tから収集される測定データをイベントに対応付けるイベントテーブルE T Bを備える。

【0089】

イベントテーブルE T Bは、図10で示すように、測定データに付与されるデータI D（図12のI D及び図14のデータI Dに対応）と、測定データに関してイベントの発生判断条件であるE V Tと、測定データをデータベースD Bに格納するか否かを決定するデータ格納D H Lとから1レコードが構成されている。

20

【0090】

例えば、図中、データI Dが「X X X」の測定データは、その値がA 1より大のときにイベントの発生をディレクトリサーバD R Sに通知する。なお、データI Dが「X X X」の測定データは、データ到着毎に、ディスク装置D S Kに書き込まれるように設定される。ディスクD S Kへの格納は、イベントテーブルE T Bのアクション欄に設定された設定に基づくものである。

【0091】

分散データ処理サーバD D Sでは、基地局B S Tから受信した測定データを、まず、センシングデータI D抽出部I D Eで受け付け、測定データに付与されているI DであるデータI Dを抽出する。また、センシングデータI D抽出部I D Eは、測定データを最新データメモリL D Mに送る。

30

【0092】

抽出されたデータI Dはイベント検索部E V Sに送られて、イベントテーブルE T Bを検索し、データI Dが一致するレコードがあれば、当該レコードのイベント内容E V Tと測定データをイベント発生判定部E V Mに送る。

【0093】

イベント発生判定部E V Mでは、測定データの値とイベント内容E V Tを比較して、条件を満たせばイベントの発生を、ネットワーク処理部N W PからネットワークN W K - 1を通じて、ディレクトリサーバD R Sに通知する。また、イベント発生判定部E V Mは、データ格納D H Lの要求を最新データメモリに伝える。

40

【0094】

D B制御部D B Cは、イベントテーブルE T Bのデータ格納D H LがY E Sとなっているデータについては、最新データメモリL D Mからデータを受け取り、ディスク装置D S Kに書き込みを行う。

【0095】

分散データ処理サーバD D Sは、ネットワーク処理部N W PがディレクトリサーバD R Sより測定データの参照要求を受信した場合、データアクセス受け付け部D A Rに当該ア

50

クセス要求を送る。

【 0 0 9 6 】

データアクセス受け付け部 D A R 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 I D に対応する測定データを最新データメモリ L D M から読み込んで、ネットワーク処理部 N W P 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 I D に対応する測定データをディスク装置 D S K から読み込んで、ネットワーク処理部 N W P へ返送する。

【 0 0 9 7 】

このように、分散データ処理サーバ D D S では、基地局 B S T から収集したセンサノードのデータのうち、最新のデータを最新データメモリ L D M に保持し、さらに、後で参照が必要と予想されるデータについてのみディスク装置 D S K に記録する。また、イベント発生時のデータのみ、データをディスク装置 D S K に記録する設定も可能である。この場合には、周期的（観測間隔）に収集するデータによるディスク使用量増加を防ぐことができる。以上の方法により、ひとつの分散データ処理サーバ D D S で複数の基地局 B S T （つまり、多数のセンサノード）を管理することが可能となる。

【 0 0 9 8 】

< 装置管理部 N M G 及びモデル管理部 M M G の詳細 >

< 装置管理部 N M G >

図 1 1 は、図 2 に示したディレクトリサーバ D R S の、装置管理部 N M G とモデル管理部 M M G 及び実世界モデルテーブル M T B の詳細を示す。

【 0 0 9 9 】

まず、ディレクトリサーバ D R S の装置管理部 N M G は、センサノードを管理するセンサ情報テーブル S T B と、センサ情報テーブル S T B にセンサノードを登録 / 変更するための登録インターフェースと、センサ情報テーブル S T B の内容を検索する検索インターフェースを備える。なお、ここでは、センサ情報テーブル S T B は、センサ管理者端末 A D T - A により管理されるものとする。

【 0 1 0 0 】

センサ情報テーブル S T B は、図 1 2 で示すように、センサノード毎、または、センサ毎などセンサデータソースに対して予め割り当てられたデータ I D と、センサノードの種類を示すセンサ種別と、センサノードの測定対象を示す意味と、センサノードが測定する計測値の内容と、センサノードを設置した位置（または対象）を示す設置場所と、センサノードが測定対象から測定値を検出する周期を示す観測間隔と、測定したデータの格納先（分散データ処理サーバ D D S - 1 ~ n 上の格納位置）を示すデータ格納先が、1 レコードで構成され、データ I D をインデックスとして管理される。

【 0 1 0 1 】

例えば、図 5 に示した名札として構成された無線センサノード M S N - 1 のタグ T G - 1 は、センサノードのデータ I D が 0 1 に割り当てられ、測定対象が無線センサノード M S N - 1 の場所（位置）であり、測定の周期が 3 0 秒おきであり、測定データは分散データ処理サーバ D D S - 1 に格納されることを示している。同様に、名札として構成された無線センサノード M S N - 1 に配置されたセンサ S S R - 1 は、データ I D が 0 2 に割り当てられ、測定対象が周囲の温度であり、測定の周期が 6 0 秒おきであり、測定データは分散データ処理サーバ D D S - 2 に格納されることを示している。

【 0 1 0 2 】

このセンサ情報テーブル S T B は、上記センサ管理者端末 A D T - A から設定されたものであり、センサ管理者やサービス管理者はセンサ情報テーブル S T B を参照することにより、センサノードの機能と位置及び測定データの格納先を知ることができる。

【 0 1 0 3 】

また、センサノードがデータを測定する周期が一定でない場合には、図 1 2 に示すデータ I D = 0 3 の着座センサのように、観測間隔を「イベント」とすることにより、周期に関わらず、センサが特定の状態を検出したときのみ、この状態を分散データ処理サーバ D

10

20

30

40

50

D S に通知する。

【 0 1 0 4 】

< モデル管理部 M M G >

次に、図 1 1 に示すモデル管理部 M M G 及び実世界モデルテーブル M T B について説明する。

【 0 1 0 5 】

モデル管理部 M M G が管理する実世界モデルテーブル M T B は、センサノードの測定データがどのような意味を持つのかを解釈するための属性別意味解釈リスト A T L と、図 6 に示したオブジェクト O B J - 1 ~ n のモデル名と実際の情報の格納位置との対応関係を示す実世界モデルリスト M D L と、オブジェクト O B J - 1 ~ n 間の相関関係を示すモデルバインドリスト M B L とから構成される。

10

【 0 1 0 6 】

そして、モデル管理部 M M G は、これら実世界モデルテーブル M T B の各リストを管理するため、属性別意味解釈リスト A T L を管理する属性別意味解釈リスト管理部 A T M と、実世界モデルリスト M D L を管理する実世界モデルリスト管理部 M L M と、モデルバインドリスト M B L を管理するモデルバインドリスト管理部 M B M を備え、各管理部は、リストの登録 / 変更を行うための登録インターフェースと、各リストの検索を行うための検索インターフェースをそれぞれ備えている。

【 0 1 0 7 】

なお、ここでは、実世界モデルテーブル M T B は、サービス管理者端末 A D T - B を利用するサービス管理者により管理されるものとする。なお、図 1 1 において、センサ管理者端末とサービス管理者端末は、図 1 に示したように一つの管理端末 A D T を用いても良い。

20

【 0 1 0 8 】

また、センサネットワークを利用するユーザ端末 U S T は、各リストの検索インターフェースを介して所望のリストからオブジェクト O B J の検索を行う。

【 0 1 0 9 】

まず、属性別意味解釈リスト管理部 A T M が管理する属性別意味解釈リスト A T L は、センサノード W S N、M S N、F S N からの戻り値（測定値）や分散データ処理サーバ D D S で変換した加工データは、そのままの値ではユーザ端末 U S T の利用者（以下、単にユーザとする）が理解することができないため、図 1 3 に示すように、センサノードの出力値を有意な情報に変換するためのテーブルを備える。図 1 3 は、オブジェクト O B J - 1 ~ n に対応して予め設定されたものである。

30

【 0 1 1 0 】

図 1 3 において、名前テーブル A T L - m は、図 6 に示した鈴木さん位置 O B J - 1 に対応付けられたもので、図 1 2 で示したように、センサ種別が名札であるセンサノード M S N - 1 に設定されたタグ T G に設定された識別子からの戻り値（測定値）に応じた人名が意味の欄に対応付けられている。

【 0 1 1 1 】

図 1 3 において、場所テーブル A T L - p は、名札を装着した従業者の位置を示すテーブルで、戻り値（例えばセンサノードが接続される基地局の I D）に対応した場所の名称が意味の欄に対応付けられている。例えば、戻り値が 0 1 の場合は、場所がオフィスであることを意味している。

40

【 0 1 1 2 】

また、図 1 3 の着座テーブル A T L - s は、図 5 に示したオフィス内もしくは、A 会議室の椅子の着席状態を示し、各椅子（各無線センサノード W S N - 3 ~ 1 0）毎に設けられ、無線センサノード W S N - 3 ~ 1 0 の戻り値（測定値）に応じた着席状態（在籍または不在）が格納される。例えば、戻り値が 0 0 の場合、在席（着席）状態であることを示し、戻り値が 0 1 の場合は不在であることを示す。

【 0 1 1 3 】

50

同様に、図13の温度テーブルA T L - tは、図5に示した温度センサ(M S N - 1のS S R - 1、F S N - 1、2)の示す値を示すテーブルであり、戻り値(温度センサの測定データ)を温度yに変換する関数f(x)が意味の欄に格納される。

【0114】

図13において、人数テーブルA T L - nは、A会議室にいる従業者の人数を示すテーブルで、戻り値(A会議室内椅子センサの着席数、あるいは、A会議室内のモバイルノードM S Nの数)に対応した人数が意味の欄に対応付けられている。

【0115】

このように、属性別意味解釈リストA T Lには、測定データに対する意味を定義するリストであり、生成したオブジェクトに応じてそれぞれのテーブルが設定される。

10

【0116】

次に、実世界モデルリストM D Lは、サービス管理者などが予め設定したもので、図14で示すように、オブジェクト毎に設定されたモデル名に対応する情報の位置が、情報リンク先に格納される。つまり、モデル名と情報リンク先及びデータI Dが対になったものが実世界モデルリストM D Lを構成する。

【0117】

ディレクトリサーバD R Sは、モデルリストM D Lによりユーザが理解可能な有意な情報のみを管理しており、この有意な情報の所在は分散データ処理サーバD D S - 1 ~ nの何れかとなる。このため、モデルリストM D Lに定義したオブジェクトO B Jは、有意な情報の実体があるかを情報リンク先に設定しておく。なお、この情報リンク先はサービス管理者などが予め設定したものである。同様に、データI Dは、オブジェクトの値の元になるセンサデータ(センサノードから直接得られるデータ、もしくは、加工されて得られるデータ)に対応する値である。

20

【0118】

図14においては、例えば、鈴木さんの位置O B J - 1に対してL I N K - 1という情報リンク先が格納されており、この情報リンク先にはU R Lやパスなどが格納され、ユーザ端末U S Tから、このオブジェクトを検索すると情報リンク先から有意な情報(オブジェクトの実体)を得ることができる。

【0119】

例えば、ユーザ端末U S TからキーワードなどをディレクトリサーバD R Sの検索エンジンS E Rに送信すると、モデルリストM D Lのモデル名の中からキーワードを含むモデル名のリストが検索エンジンS E Rから返信される。ユーザ端末U S Tを操作するユーザは、所望のモデル名を選択すると、まず、情報リンク先L I N Kに設定された分散データ処理サーバD D Sから、ディレクトリサーバD R Sの情報リンク先に対応するデータを取得する。

30

【0120】

ディレクトリサーバD R Sは、取得したデータを属性別意味解釈リストA T Lに基づいて、ユーザが理解可能な情報に変換してからユーザ端末U S Tに送信する。

【0121】

したがって、ユーザは個々のセンサノードに関する知識や所在を知らなくとも、必要な情報を認識できる情報として取得できるのである。

40

【0122】

そして、分散データ処理サーバD D Sでは、センサノードから収集したデータを、収集する度にユーザに理解可能な形に変換する必要がないので、多数のセンサノードのデータを収集・管理する分散データ処理サーバD D Sの負荷を大幅に低減できる。このデータの変換処理は、ユーザから要求に基づいてディレクトリサーバD R Sが必要に応じて行うことにより、不要な変換処理が行われるのを抑制でき、センサネットワークのリソースを無駄なく機能させることが可能となる。

【0123】

次に、オブジェクトO B J - 1 ~ n間の相関関係を示すモデルバインドリストM B Lは

50

、実世界モデルリストMDLのオブジェクトOBJに共通する要素について、関連する情報を集約したものである。

【0124】

モデルバインドリストMBLの一例としては、図15に示すように、実世界モデルリストMDLのオブジェクトOBJのうち、共通する要素として「人名」（図中「鈴木さん」と）と「A会議室」に関連するものを抽出したものである。例えば、図13の属性別意味解釈リストATLの名前テーブルATL-mの意味欄に登録された「鈴木さん」という人名に関連するオブジェクトOBJとして、位置OBJ-1、オフィス内自席の着座状態OBJ-2、温度OBJ-3があり、鈴木さんという人名に関連したオブジェクトのリンク先を、図示のように「位置」LINK-1、「着座状態」LINK-2、「温度」LINK-3とツリー状に設定し、これを人名に関するモデルバインドリストMBL-Pとする。

10

【0125】

同様に、A会議室という要素から実世界モデルリストMDLを見ると、「メンバ」、「人数」、「温度」というオブジェクトOBJ-4～6があり、A会議室という場所に関連したオブジェクトの情報リンク先LINK-4～6を、図示のように「メンバ」、「人数」、「温度」とツリー状に設定し、これをA会議室に関するモデルバインドリストMBL-Rとする。

【0126】

このように、モデルバインドリストMBLは、実世界モデルリストMDLのオブジェクトの要素のうち、共通情報について関連付けを行った情報となる。なお、このモデルバインドリストMBLの関連付けは、サービス管理者などが予め設定する。

20

【0127】

<モデル管理部MMGの動作>

次に、センサネットワークシステムの動作について、以下に説明する。

【0128】

<センサノードの登録>

まず、センサノードの登録の手順について、図16、図17を参照しながら説明する。センサ管理者は、センサノードを所定の場所または人にセンサノードを設置した後、図16のタイムチャートに従ってディレクトリサーバDRSにセンサノードの登録を行う。

【0129】

図16において、まず、センサ管理者はセンサ管理者端末ADT-AからディレクトリサーバDRSに接続し、装置管理部NMGの登録インターフェースを呼び出す。そして、センサ管理者端末ADT-Aから図17に示すデータフォーマットに従って、新たに追加するセンサノードのデータID、センサ種別、属性、計測値、設置場所、観測間隔、データ格納先を設定し、ディレクトリサーバDRSの装置管理部NMGに登録要求として送信する(RG-1)。ここで、登録に先立って、センサノードデータを受信する分散データサーバDDSに対して、データ格納先の確保と属性の指定を行っておくものとする。

30

【0130】

ディレクトリサーバDRSは、装置管理部NMGは、この登録要求を受信すると、図12に示したセンサ情報テーブルSTBに当該登録要求のあったセンサノードの情報を追加する。そして、装置管理部NMGは新たに追加したセンサノードについてデータIDを割り当てる。このデータIDは、センサ管理者端末ADT-Aから割り当てるようにしても良い。

40

【0131】

装置管理部NMGは、データ格納先に指定された分散データ処理サーバDDSに対して、登録要求のあったセンサノードの測定データの格納先の割り当てを行った後、センサ情報テーブルSTBの1レコードを完成させる。

【0132】

そして、装置管理部NMGは、新たなレコードが追加されたことを示す完了通知(ACK)をセンサ管理者端末ADT-Aに返信し、登録処理を終了する。

50

【0133】

なお、図示はしないが、ディレクトリサーバD R Sからセンサノードの登録通知を受けた分散データ処理サーバD D Sは、該当するデータI Dのデータを送出するセンサノードについて、所定の観測間隔で測定値を送出するよう指令する。基地局B S Tのセンサ管理部S N Mには、指令のあったデータI D、および、観測間隔を登録しておく。

【0134】

これにより、新たなセンサノードは、所属する基地局B S Tとの間で通信を行って、このセンサノードが所属する分散データ処理サーバD D Sに対して測定データを送信することができる。

【0135】

<オブジェクトの定義>

次に、上記図16、図17でディレクトリサーバD R Sに登録したセンサノードについて、センサノードの測定データとオブジェクトとの関係性を生成する処理について、図18を参照しながら説明する。なお、この処理は、センサネットワークのサービス管理者が行うものとする。

【0136】

図18において、サービス管理者はサービス管理者端末A D T - BからディレクトリサーバD R Sに接続し、装置管理部N M Gの検索インターフェースを呼び出す。そして、所望のセンサノードの検索をデータI Dなどに基づいて行い、検索条件に一致したセンサノードをサービス管理者端末A D T - Bに返信する。

【0137】

サービス管理者端末A D T - Bでは、装置管理部N M Gから受信したセンサノードの検索結果を図示しない表示装置などに出力する。

【0138】

サービス管理者は、サービス管理者端末A D T - Bに表示されたセンサノードから所望のセンサノードを選択し、このセンサノードの測定データに対応付けるオブジェクトを設定して、ディレクトリサーバD R Sのモデル管理部M M Gに登録する。

【0139】

例えば、図12に示したセンサ情報テーブルS T BのデータI D = 01の名札型センサノード(図5のM S N - 1)のオブジェクトとして、「鈴木さんの位置」というオブジェクトO B J - 1に登録する。この登録によって、オブジェクトとその情報リンクの関係を示す実世界モデルリスト(M D L)が生成される(図14)。

【0140】

そして、モデル管理部M M Gは、「鈴木さんの位置」というオブジェクトO B J - 1について、タグのI DがT G - 1(鈴木さんの識別子)のセンサノードM S Nを受信した基地局B S Tの位置が、例えば、分散データ処理サーバD D S - 1に格納されるように関連付けの設定指令を行う。

【0141】

指令を受けた分散データ処理サーバD D S - 1では、イベントアクション制御部E A Cにて、タグのI Dが鈴木さんを示すT G - 1のデータを受信したら、受信した基地局B S Tの位置を推定する値を、分散データ処理サーバD D S - 1のデータベースD Bへ格納するようアクションの登録が行われる。

【0142】

そして、分散データ処理サーバD D S - 1のデータベースD Bに格納された「鈴木さんの位置」というデータの実体に対して、実世界モデルリストM D LのオブジェクトO B J - 1に対応する情報格納先が設定される。

【0143】

あるいは、「鈴木さん着座」というオブジェクトO B J - 2については、モデル管理部M M Gは、センサS S Rとして感圧スイッチを備えた無線センサノードW S N - 0の測定値がO Nであれば「00」という値を分散データ処理サーバD D S - 1のデータベースD

10

20

30

40

50

Bに書き込み、無線センサノードWSN-0の測定値がOFFであれば「01」という情報を分散データ処理サーバDDS-1のデータベースDBに書き込むよう分散データ処理サーバDDS-1に指令する。

【0144】

この指令を受けた分散データ処理サーバDDS-1では、イベントアクション制御部EACにて、センサノードWSN-0の測定データ値である「00」または「01」（それぞれ、ON/OFFに相当）を、分散データ処理サーバDDS-1のデータベースDBに書き込む処理を行う。

【0145】

そして、上記と同様に、分散データ処理サーバDDS-1のデータベースDBに格納された「鈴木さん着座」というデータの実体に対して、実世界モデルリストMDLのオブジェクトOBJ-2に対応する情報格納先が設定される。

10

【0146】

こうして、モデル管理部MMGが設定したオブジェクト（情報格納先）と、実際に情報を格納する分散データ処理サーバDDSとの対応関係が設定される。

【0147】

モデル管理部MMGは、図14で示したように、「鈴木さん位置」OBJ-1というオブジェクトを生成し、実世界モデルリストMDLにモデル名と、センサノードの測定データに付されたデータID及び情報格納先を格納する。オブジェクトの登録が完了すると、モデル管理部MMGはサービス管理者端末ADT-Bに完了通知を送信する。

20

【0148】

サービス管理者端末ADT-Bでは、受信したオブジェクトの生成完了通知を表示し、さらにオブジェクトを生成する場合には、上記の処理を繰り返して実行し、所望のオブジェクトを生成する。

【0149】

<モデルバインドリストの定義>

次に、上記モデルリストMDLの定義によって、複数のオブジェクトを生成した後に、複数のオブジェクトOBJ-1～n間の相関関係を示すモデルバインドリストMBLの設定について、図19を参照しながら説明する。

【0150】

30

図19において、サービス管理者はサービス管理者端末ADT-BからディレクトリサーバDRSのモデル管理部MMGに接続し、モデル管理部MMGの検索インターフェースを呼び出す。そして、所望のオブジェクトの検索を行い、検索条件に一致したオブジェクトをサービス管理者端末ADT-Bに返信する。

【0151】

サービス管理者端末ADT-Bは、モデル管理部MMGから受信したオブジェクトの検索結果を図示しない表示装置などに出力する。

【0152】

サービス管理者は、サービス管理者端末ADT-Bに表示されたオブジェクトから所望のオブジェクトを選択し、各オブジェクトに共通する要素をモデルバインドリストとして生成するように、ディレクトリサーバDRSのモデル管理部MMGに要求する。

40

【0153】

例えば、図15で示したように、「鈴木さん」という人名をモデルバインドリストMBL-Pとして生成し、このモデルバインドリストMBL-Pに鈴木さん位置OBJ-1、鈴木さん着座状態OBJ-2、鈴木さん温度OBJ-3などのオブジェクトを対応付ける。

【0154】

モデル管理部MMGは、モデルバインドリストMBL-Pと各オブジェクトOBJ-1～3の情報の格納先を関連づけて、モデルバインドリストMBLに格納する。

【0155】

50

モデルバインドリスト M B L の登録が完了すると、モデル管理部 M M G はサービス管理者端末 A D T - B に完了通知を送信する。

【 0 1 5 6 】

サービス管理者端末 A D T - B では、受信したモデルバインドリストの生成完了通知を表示し、さらにモデルバインドリストを生成する場合には、上記の処理を繰り返して実行し、所望のモデルバインドリストを生成する。

【 0 1 5 7 】

<モデルバインドリストの検索>

次に、上記のように設定したモデルバインドリスト M B L により、センサネットワークのユーザが、モデルバインドリストを用いてセンサノードのデータを参照する処理の一例について、図 2 0、図 2 1 を参照しながら説明する。

10

【 0 1 5 8 】

図 2 0 において、ユーザ端末 U S T は、ディレクトリサーバ D R S の検索エンジン S E R に接続し、モデルバインド管理部 M B M に対して、モデルバインドリスト M B L の検索を要求する。この検索要求は、例えば、キーワード検索や図 1 5 のような G U I などで行われる。

【 0 1 5 9 】

モデルバインド管理部 M B M は、要求のあった検索結果をユーザ端末 U S T に応答し、ユーザ端末 U S T の図示しない表示装置などに、検索要求に一致したモデルバインドリストの結果を表示する。

20

【 0 1 6 0 】

ユーザ端末 U S T において、ユーザが検索結果の中から任意のモデルバインドリストを選択し、情報を要求する (S T E P 1 1 0)。

【 0 1 6 1 】

ここで、モデルバインドリストは、図 1 5 で示したように、オブジェクト O B J 間で共通する要素についてまとめたツリー構造のリンク先で構成され、ユーザ端末 U S T でモデルバインドリストに表示された何れかのリンク先を選択することで、情報の要求がリンク先の分散データ処理サーバ D D S に対して行われる。

【 0 1 6 2 】

分散データ処理サーバ D D S では、ユーザ端末 U S T から要求のあった測定データまたは加工データにアクセスを行って、アクセスした結果をディレクトリサーバ D R S の属性別意味解釈リスト管理部 A T M に返信する。

30

【 0 1 6 3 】

ディレクトリサーバ D R S では、属性別意味解釈リスト管理部 A T M が、分散データ処理サーバ D D S から送信された測定データのデータ I D から、図 1 3 に示した属性別意味解釈リスト A T L の戻り値に対する意味を取得する (S T E P 1 1 2)。

【 0 1 6 4 】

次に、ディレクトリサーバ D R S の検索エンジン S E R は、属性別意味解釈リスト管理部 A T M で解析した測定データに対応する意味をユーザ端末 U S T に返信し、ユーザ端末 U S T では当該ディレクトリサーバ D R S からの応答を分散データ処理サーバ D D S からの返信に代わって表示する。

40

【 0 1 6 5 】

例えば、図 1 5 のモデルバインドリスト M B L - P のリンク先 L I N K - 1 を選択した場合、ユーザ端末 U S T から鈴木さん位置 O B J - 1 について予め設定した分散データ処理サーバ D D S - 1 の測定データにアクセスが行われる。リンク先 L I N K - 1 が例えば、図 1 2 に示したセンサ情報テーブル S T B のデータ格納先に対応付けられていれば、分散データ処理サーバ D D S は、このデータ格納先に対応するデータベース D B から測定データである無線センサノード M S N - 1 の測定データを読み込んでディレクトリサーバ D R S に返信する。

【 0 1 6 6 】

50

ディレクトリサーバD R Sでは、データと共に格納されているデータ属性から、属性別意味解釈リストA T Lの場所テーブルA T L - pを選択し、戻り値（測定データ）に対応する意味を取得する。この場合、例えば、図21で示すように、戻り値 = 02であれば、モデルバインドリストM B L - Pのリンク先L I N K - 1の情報は、「A会議室」となる。したがって、モデルバインドリストM B L - Pの「鈴木さん位置」というオブジェクトO B J - 1に対する応答はセンサノードM S N - 1の測定データ「02」という値から、「A会議室」というユーザにとって有意な意味を持つ情報に変換されてユーザ端末U S Tに表示（または通知）される。なお、本例ではデータ属性はデータと共に取得される方式を示したが、実世界モデルリストM D Lの登録時に、モデルに対して属性を指定しておく方法でも良い。この場合には、予めセンサノード登録時に、センサノードからのデータを

10

【0167】

図22は、上記図20の処理を、図15のモデルバインドリストM B L - Pの「鈴木さん着座状態」L I N K - 2について行ったものである。この場合も、各無線センサノードW S N - 3 ~ 10からの戻り値「00」が分散データ処理サーバD D Sから読み込まれ、ディレクトリサーバD R Sの属性別意味解釈リスト管理部A T Mにて、戻り値 = 「00」が「在席」となり、「鈴木さんは在席しています」という有意な情報を検索エンジンS E Rからユーザ端末U S Tに返すことができる。

【0168】

20

図23は、上記図20の処理を、図15のモデルバインドリストM B L - Pの「鈴木さん温度」L I N K - 3について行ったものである。この場合も、各無線センサノードM S N - 1のセンサS S R - 1からの戻り値「x」が分散データ処理サーバD D Sから読み込まれ、ディレクトリサーバD R Sの属性別意味解釈リスト管理部A T Mにて、戻り値 = xが温度 $y = f(x)$ として演算され、「鈴木さんの周囲温度はy です」という有意な情報検索エンジンS E Rからユーザ端末U S Tに返すことができる。

【0169】

図24は、上記図20の処理を、図15のモデルバインドリストM B L - Rの「A会議室のメンバ」について行ったものである。この場合は、モデル管理部M M GでA会議室のメンバO B J - 4というオブジェクトを生成した際に、所定の分散データ処理サーバD D S - 1では、A会議室に相当する基地局B S T - 1で検出された名札ノードのタグI Dが、測定データとして基地局B S T - 1に読み込まれる。そしてこの値がデータ格納先として予め設定された、図14の情報リンク先（ここでは、分散データ処理サーバD D S - 1）に格納される。

30

【0170】

分散データ処理サーバD D S - 1は、所定の周期で基地局B S T - 1から無線センサノードM S N - 1 ~ nのタグI Dを収集し、上記A会議室のメンバを示す値（名札ノードのタグI Dの集合）を更新する。図24においては、分散データ処理サーバD D S - 1が収集した無線センサノードM S N - 1 ~ nより、タグのI Dが「01」、「02」の従業員がA会議室で検出されたことを示す。

40

【0171】

分散データ処理サーバD D S - 1はこの加工データ「01、02」をディレクトリサーバD R Sの属性別意味解釈リスト管理部A T Mに送信する。

【0172】

ディレクトリサーバD R Sの属性別意味解釈リスト管理部A T Mでは、予め定義された人名テーブルA T L - mから、受信した加工データを、01 = 鈴木、02 = 田中、という有意な情報に変換してユーザ端末U S Tに送信する。

【0173】

この結果、ユーザ端末U S Tでは、モデルバインドリストM B L - PのA会議室のメンバという情報要求に対して、「A会議室には鈴木、田中がいます」という有意な情報を得

50

ることができる。

【0174】

図25は、上記図20の処理を、図15のモデルバインドリストMBL-Rの「A会議室の人数」について行ったものである。この場合は、モデル管理部MMGでA会議室の人数OBJ-5というオブジェクトを生成した際に、所定の分散データ処理サーバDDS-1では、A会議室の人数、具体的にはある時間周期毎にA会議室に相当する基地局BST-1で検出される名札ノードのID数、もしくは着座ノードがONとなっている数を計算する。そしてこの値がオブジェクトOBJ-5のデータ格納先として、予め設定された図14の情報リンク先に格納される。

【0175】

分散データ処理サーバDDS-1は、所定の周期で基地局BST-1から無線センサノードMSN-1~nのデータIDの数xを収集し、上記A会議室の人数を示す値として管理する。分散データ処理サーバDDS-1はこのデータ値xをディレクトリサーバDRSの属性別意味解釈リスト管理部ATMに送信する。

【0176】

ディレクトリサーバDRSの属性別意味解釈リスト管理部ATMでは、予め定義された人数テーブルATL-nから、受信した加工データを、人数 $y = x$ 、という有意な情報に変換して検索エンジンSERからユーザ端末USTに送信する。

【0177】

この結果、ユーザ端末USTでは、モデルバインドリストMBL-PのA会議室の人数という情報要求に対して、「A会議室にはy人います」という有意な情報を得ることができる。

【0178】

<アクション制御部>

図26は、ディレクトリサーバDRSのアクション制御部ACCの詳細を示すブロック図である。

【0179】

アクション制御部ACCは、複数の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から受信したイベント発生通知に基づいて、予め設定した動作(アクション)を自動的に行うものである。

【0180】

このため、アクション制御部ACCは、セッション制御部SESを介してユーザ端末USTからアクション設定を受け付けるアクション受け付け部ARCと、受け付けたアクションを分析し、分析結果に応じてディレクトリサーバDRSと分散データ処理サーバDDS間の機能(または負荷)分担を設定するアクション分析部AANと、アクションの定義及び実行を管理するアクション管理部AMGと、ユーザ端末USTからの設定要求に応じたイベントとアクションの関係を格納するアクションテーブルATBと、アクションテーブルATBで定義されたイベントを監視するように分散データ処理サーバDDS-1~nに指令を送出するイベント監視指示部EMNと、各分散データ処理サーバDDS-1~nで発生したイベント通知を受信するイベント受信部ERCと、受信したイベント通知とアクションテーブルATBの定義に基づいて、予め設定された処理を実行するアクション実行部ACECとから構成される。

【0181】

アクション制御部ACCを構成するアクション実行部ACECは、図27のように構成される。図27において、アクション実施部ACECは、図26のアクション管理部AMGからイベント発生通知と、イベント発生通知があったデータIDに対応するアクションの内容及びアクション実行時のパラメータをアクションテーブルATBから読み込んで後述の各処理部へ指令を送出するアクションディスパッチャADPを有する。

【0182】

アクションディスパッチャADPの指令を受けて所定のアクションを実行する上記各処

10

20

30

40

50

理部としては、ユーザ端末などへ通信処理を行う通知／転送処理部NTCと、アクションとしてデータを最新データメモリLDP-Dに格納する格納処理部LDPと、アクションとしてデータに加工を行うデータ加工処理部DPRを備えている。

【0183】

通知／転送処理部NTCは、ユーザ端末USTなどへポップアップ通知やメール送信を行うため、アクションの内容に応じたプロトコル制御部を有し、例えば、SIP (Session Initiation Protocol) でポップアップ通知やデータ転送を行い、SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) でメールの送信を行い、HTML (Hyper Text Markup Language) 等で記述されたデータをHTTP (Hyper Text Transfer Protocol) で送信する。

【0184】

格納処理部LDPは、ディレクトリサーバDRSに設けたデータメモリLDP-Dにアクションで指示されたデータを格納する。なお、ディレクトリサーバDRSに設けたデータメモリLDP-Dは、ユーザ端末USTからのアクセスに応じて最新のデータを提供可能にするもので、実世界モデルテーブルMTBでオブジェクトとの対応関係が予め設定されたものである。

【0185】

データ加工処理部DPRでは、分散データ処理サーバDDS等からのデータに対して、指定された演算を行って加工データを生成する。そして、この加工データにデータIDを付与する。この加工データは最新データメモリLDP-Dや他の分散データ処理サーバDDSに送信することもできる。

【0186】

そして、通知／転送処理部NTC、格納処理部LDP、データ加工処理部DPRはそれぞれネットワークインターフェースNIFを介して第1のネットワークNWK-1と通信し、データの送受やメッセージの送信を行うことができる。

【0187】

アクションディスパッチャADPは、アクション管理部AMGからイベント発生通知を受けると、このイベントを発生したデータのデータIDに対応するアクション及びパラメータをアクションテーブルATBから読み込む。

【0188】

そして、アクションディスパッチャADPは、アクションの内容からいずれの処理部に指令を行うか判定し、データ加工処理部DPR、通知／転送処理部NTC及び格納処理部LDPへそれぞれ指令（必要あればパラメータ等を含めて）を送る。

【0189】

アクションの登録について、図28のタイミングチャートを参照しながら説明する。図28では、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に接続し、アクションの設定を要求する。例えば、アクションの一例としては、図29で示すように、Xさんの着席を監視して、IPアドレス：Aのユーザ端末USTにポップアップ通知を送信する、というアクションを設定する場合について検討する。

【0190】

アクション制御部ACCのアクション受付部ARCは、上記アクションの設定要求を受け付けると、アクション分析部AANに当該アクションの設定を要求する。アクション分析部AANは、例えば、ユーザ端末USTから要求のあったXさんの着席、という要求に対して、実世界モデルリストMDLからXさん着座状態というモデル名を通じて監視対象のセンサノードのデータIDを選択し、さらにセンサノードの測定データのイベント発生条件を決定する。ここでは、「Xさんの着席」という実世界の事象をセンサノードのデータIDへ変換するため、実世界モデルテーブルMTBの実世界モデルリストMDLと属性別意味解釈リストATLを参照して「Xさんの着席」というモデルと着席（在席）という意味に対応する戻り値を探索する。すなわち、ユーザが理解可能なモデル名と意味を、センサノードのID及び所在と戻り値に変換する。

【0191】

ここで、図30で示すように、Xさん＝鈴木さんの場合では、既に実世界モデルテーブルMTBにモデルが定義されているので、上記リストMDL、ATLからデータID＝X2とデータを格納する情報格納先（分散データ処理サーバDDS1）を取得する。

【0192】

次に、アクション管理部AMGでは、「Xさんの着席」というイベント発生を分散データ処理サーバDDSで監視するため、上記選択したモデル名に対応するデータ格納先となる分散データ処理サーバDDSに対して「Xさんの着席」というイベント発生を監視するように指令を送出する。ディレクトリサーバDRSのアクション管理部AMGから指令を受けた分散データ処理サーバDDSでは、図31で示すように、実世界モデルリストMDLから取得したデータID＝X2について、属性意味解釈リストATLから取得した着席という条件「00」と、アクションとして行うべきイベントの通知先にディレクトリサーバDRSのアクション制御部ACCを登録する。なお、分散データ処理サーバDDS-1で行うディレクトリサーバDRSへの通知は、分散データ処理サーバDDS-1におけるアクションとする。そして、アクション管理部AMGは、図32で示すアクションテーブルATBに「IPアドレス：Aのユーザ端末USTにポップアップ通知を送信する」というアクションを設定し、当該アクションを実行するイベントのIDとして、上記データIDを設定する。

10

【0193】

つまり、図31に示す分散データ処理サーバDDSのイベントテーブルETBには、測定データのIDを示すデータID欄に、「鈴木さんの着席」を示す感圧センサのデータID＝X2が設定され、イベントの条件欄には、着席を示すX2データの値「00」が設定され、分散データ処理サーバDDS-1のアクション欄には、ディレクトリサーバDRSのアクション制御部ACCへ通知する、というアクションが設定される。

20

【0194】

また、図32に示すディレクトリサーバDRSのアクションテーブルATBには、監視対象のイベントIDを示すデータID欄には、「鈴木さんの着席」を示すデータID＝X2が設定され、イベントの条件欄には、分散データ処理サーバDDS-1からのイベント発生の受信が設定され、ディレクトリサーバDRSが実行するアクション欄には、ユーザ端末USTへのポップアップ通知が設定され、アクションのパラメータ欄には、ユーザ端末USTのうちAさんを示すIPアドレスが設定される。

30

【0195】

アクション管理部AMGがアクションテーブルATBに登録するアクションは、図32のように、データID＝X2のイベントを受信したことをイベント発生の条件とし、ポップアップ通知というアクションを、パラメータ欄に記載したアドレス（ここではIPアドレスAの端末）に対して実行するよう設定する。

【0196】

なお、図29、図30のアクション設定要求画面は、ディレクトリサーバDRSのアクション受付部ARCがユーザ端末USTへ提供するもので、氏名のプルダウンメニューに実世界モデルリストMDLが対応付けられており、「着座」、「会議中」、「帰宅」のプルダウンメニューは、属性意味解釈リストATLに対応付けられており、「ポップアップ」、「メール」のプルダウンメニューは、ディレクトリサーバDRSで実行するアクションが設定されている。

40

【0197】

上述のように、一つのイベント発生から一つのアクションを行うものを単一アクションとし、上記のような単一アクションの設定は図33で示す流れとなる。

【0198】

すなわち、ユーザ端末USTからディレクトリサーバDRSのアクション制御部ACCに対して、ユーザが理解可能な意味情報によりイベントとアクションの設定要求が行われると、意味情報に対応するアクションの分析とイベントの監視指示がアクション制御部A

50

CCで生成され、分散データ処理サーバDD Sのイベントアクション制御部EACにてイベントテーブルETBが定義される。その後、アクション制御部ACCのアクション管理部AMGは、イベント受信部ERCに対して、上記設定したイベント(データID=X2)の監視を指示し、アクションテーブルATBにユーザが要求したアクション(ポップアップ通知)を設定する。アクション制御部ACCは一連のアクションの設定完了をユーザ端末USTに通知する。

【0199】

<アクションの実行>

図34は、上記図29、図30で設定した単一のアクションの実行を示すタイムチャートである。

10

【0200】

監視対象のセンサノードの測定データがイベント発生条件の「00」に変化して、Xさんの着席が判定されると、分散データ処理サーバDD S-1は、データID=X2に関するイベント通知を発生する。

【0201】

このイベント発生は、分散データ処理サーバDD SからディレクトリサーバDR Sに通知され、図26のイベント受信部ERCが受信する。

【0202】

ディレクトリサーバDR Sのアクション管理部AMGは、受信したイベントのIDから図32のアクションテーブルATBを検索し、該当するアクションの有無を判定する。受信したID=X2のイベントは、アクションテーブルATBに定義があるので、アクション管理部AMGは、アクション実行部ACECに対してアクションテーブルATBのアクションとパラメータを通知する。

20

【0203】

アクション実行部ACECは、アクション管理部AMGから指示された通知に基づいて、定義に対応する処理を実行する。この場合では、IPアドレス:Aのユーザ端末USTに対してポップアップ通知を送信する。IPアドレス:Aのユーザ端末USTには、ポップアップ通知が送信され、Xさんの着席が検知されたことを確認できる。

【0204】

<複数アクションの設定及び実行>

30

上記図29、図30及び図34では、一つのイベント発生でひとつのアクションを行う例について述べたが、図35～図41で示すように、2つのイベントが成立したらあるアクションを実行するように設定することができる。

【0205】

図35、図36は、複数アクションの設定要求画面である。この設定要求画面には、2つの氏名欄についてそれぞれ「着席」等の状態を選択可能なプルダウンメニューが定義される。これら2つの氏名に対応するイベントの条件は、上記図29、図30と同様に、実世界モデルテーブルMTBの実世界モデルリストMDLと属性別意味解釈リストATLに対応付けられている。

【0206】

40

さらに、これら2名のイベント条件の論理式(かつ、または)を設定するプルダウンメニューが加えられる。

【0207】

そして、前記単一アクションと同様に、ディレクトリサーバDR Sが実施するアクション(ポップアップ通知、メール送信)と、アクションの実行に必要とするパラメータ欄(アドレスなど)が設定される。

【0208】

ここでは、「鈴木さんの着席」という分散データ処理サーバDD S-1のイベント発生と、「田中さんの着席」という分散データ処理サーバDD S-2からのイベント発生がともに成立した時点で、メールを送信するというアクションの例について説明する。

50

【0209】

まず、「鈴木さんの着席」というイベントについては、上記図29、図30と同様に設定し、鈴木さんの着席を監視する分散データ処理サーバDDS-1のイベントテーブルETBには、図37に示すイベントとアクションが設定される。このときの、アクションテーブルの設定のタイムチャートを図40に示す。

【0210】

次に、「田中さんの着席」というイベントについては、上記図29、図30と同様に、田中さんの着席を検知するセンサノードのデータID=Y2をデータID欄に設定し、意味解釈リストATLから着席を示す「00」をイベントの条件とし、このイベント条件成立時にはディレトリサーバDRSのアクション制御部ACCへ通知するというアクションが、図38で示すように分散データ処理サーバDDS-2のイベントテーブルETBに設定される。

10

【0211】

ディレトリサーバDRSのアクション制御部ACCでは、図39で示すように、アクションテーブルATBに2つの条件が「AND」の論理式で結合され、設定される。

【0212】

そして、「AND」により結合されたアクションテーブルATBの2つの条件について、アクション欄には「メール送信」が設定され、パラメータ欄には送信先のアドレス(Bさんのメールアドレス)が設定される。

【0213】

20

図40のタイムチャートでは、上記図33と同様にして、ユーザ端末USTからアクション制御部ACCに対して、鈴木さんの着席と田中さんの着席に関するアクションの設定要求が行われる。イベント監視指示部EMNから分散データ処理サーバDDS-1に対しては、データID=X2のセンサノードの測定データが所定条件(鈴木さんの着席)となったらイベントを通知するよう設定し、イベント監視指示部EMNから分散データ処理サーバDDS-2に対しては、データID=Y2のセンサノードの測定データが所定条件(田中さんの着席)となったらイベントを通知するよう設定する。

【0214】

分散データ処理サーバDDS-1、2ではそれぞれイベントテーブルETBに新たなイベントが追加され、各分散データ処理サーバDDS-1、2のイベント発生判定部EVMでは、測定データに対するイベント監視が開始される。

30

【0215】

また、アクション制御部ACCのアクション管理部AMGでは、イベント受信部ERCに、データID=X2とY2のイベントの監視が指示されて設定を終了する。

【0216】

次に、図41はアクションの実行の様子を示すタイムチャートである。

【0217】

まず、分散データ処理サーバDDS-1が、鈴木さんの着席に伴って、データID=X2のイベントを発生する。アクション制御部ACCではデータID=X2のイベントを受信するが、アクションテーブルATBでは、田中さんの着席がないとアクションを実行できないので、当該アクションは保留される。

40

【0218】

次に、分散データ処理サーバDDS-2が、Yさんの着席に伴って、データID=Y2のイベントを発生する。アクション制御部ACCではデータID=Y2のイベントを受信し、アクションテーブルATBで、データID=X2とY2のAND条件が成立したので、アクションを実行し、所定のメールアドレスにメールを送信する。

【0219】

このように、複数のイベントを条件としてアクションを実行することができ、多数のセンサから、ユーザに必要な応答のみを得ることが可能となる。これにより、膨大な数のセンサノードがあった場合でも、ユーザはほぼリアルタイムで所望の情報(または情報の変

50

化)を検知でき、センサノードの情報を有効に利用することが可能となる。

【0220】

<第2実施形態>

図42～図46は、第2の実施形態を示し、単一アクションの実行を分散データ処理サーバDDSS側で行うようにしたもので、上記図9に示した分散データ処理サーバDDSSのイベントアクション制御部EACにアクション実施部ACEを設け、図9のイベントテーブルETBをイベントアクションテーブルEATBに置き換えたものであり、その他の構成は前記第1実施形態と同様である。なお、イベントアクションテーブルEATBは、前記第1実施形態のイベントテーブルETBとアクションテーブルATBを結合したものである。

10

【0221】

図42において、分散データ処理サーバDDSSのイベントアクション制御部EACには、ネットワーク処理部NWPを介して、基地局BSTから収集される測定データをイベントアクションに対応付けるイベントアクションテーブルEATBを備える。

【0222】

イベントアクションテーブルEATBは、図44で示すように、センサノード毎に割り当てられて測定データに付与されるデータIDと、イベントを発生させる測定データの条件を示すイベント内容欄と、イベント発生時に分散データ処理サーバDDSSが実施するアクションの内容を示すアクション欄と、アクションを実施する際に必要な値を格納するパラメータ欄と、イベント発生時に測定データをデータベースDBに格納するか否かを決定するデータ格納DHLとから1レコードが構成されている。

20

【0223】

例えば、図中、データIDがX1の測定データは、その値が「02」のときにイベントを発生し、パラメータ欄で指定されたアドレスにメールを送信する。ディスク装置DSKへの測定データの書き込みは行わないように設定されている。

【0224】

図42に示すイベントアクション制御部EACの機能について説明する。基地局BSTから受信した測定データは、まず、センシングデータID抽出部IDEにて、データIDが抽出される。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。

30

【0225】

抽出されたデータIDはイベント検索部EVSに送られて、イベント検索部EVSがイベントアクションテーブルEATBを検索し、データIDが一致するレコードがあれば、当該レコードのイベント内容及びパラメータをイベント発生判定部EVMに送る。

【0226】

イベント発生判定部EVMでは、測定データの値とイベント内容EVTを比較して、条件を満たせばアクション実施部ACEに送り、設定されたアクションを実施する。

【0227】

そして、アクション実施部ACEは、イベントアクションテーブルEATBに設定されたアクションの内容を読み込んで、DB制御部DBC(あるいはディスクDSK)へデータを書き込んだり、ユーザ端末USTへ通知を行ったり、測定データに演算処理を施して加工を行うなど、所定の処理を実行する。

40

【0228】

DB制御部DBCは、イベントが発生した測定データの内、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ディスク装置DSKに書き込みを行う。

【0229】

データアクセス受け付け部DARの処理内容は前記第1実施形態と同様である。つまり、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、ネットワーク処理部NWPへ返送

50

する。

【0230】

図45は分散データ処理サーバDDSにアクションの設定を行う際のタイムチャートを示し、図43はアクションの設定を行う際に、ディレクトリサーバDRSのアクション制御部ACCがユーザ端末USTへ送信するインターフェースの一例を示す。なお、単一アクションの設定時では、ディレクトリサーバDRSが分散データ処理サーバDDSと通信し、ユーザ端末USTからのアクションの設定要求を、指定されたセンサノードのデータIDに対応する分散データ処理サーバDDSに対して設定する。

【0231】

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に接続し、アクションの設定を要求する。例えば、アクションの一例としては、図29で示したように、Xさんの位置を監視してA会議室に入ったら、IPアドレス：Aのユーザ端末USTにポップアップ通知を送信する、というアクションを設定する場合について検討する。

【0232】

アクション制御部ACCのアクション受付部ARCは、このアクションの設定要求を受け付けると、アクション分析部AANに当該アクションの設定を要求する。アクション分析部AANは、例えば、Xさんの情報から、監視対象のセンサノードのデータIDを選択し、またセンサノードの測定データがどのようなになったらイベントを発生させるか決定する。ここでは、「Xさんの位置」という実世界の事象をセンサノードのデータIDへ変換するため、実世界モデルテーブルMTBの実世界モデルリストMDLと属性別意味解釈リストATL（意味情報管理テーブル）を参照して「Xさんの位置」というモデルを探索する。

【0233】

ここで、図31で示したように、Xさん＝鈴木さんの場合では、既に実世界モデルテーブルMTBにモデルが定義されているので、上記リストMDL、ATLからデータID＝X2とデータを格納する情報格納先（分散データ処理サーバDDS1）を取得する。

【0234】

次に、アクション管理部AMGでは、ユーザ端末USTからの要求が単一アクションであるか否かを判定し、単一アクションの場合には、要求されたアクションを上記情報格納先の分散データ処理サーバDDSに実施させるように設定する。

【0235】

「Xさんの位置」というイベントとアクションを分散データ処理サーバDDSで発生させるため、上記選択したセンサノードを管理する分散データ処理サーバDDSに対して「Xさんの位置」が「A会議室」というイベントを発生するように指令を送出する。さらに、ディレクトリサーバDRSのアクション制御部ACCは、分散データ処理サーバDDSに対してイベントアクションテーブルEATBに「メールアドレス：mailto__b@xyz.comのユーザにメールを送信する」というアクションを設定し、当該アクションを実行するイベントのIDとして、上記センサノードのデータIDを設定する。

【0236】

ディレクトリサーバDRSのアクション管理部AMGから指令を受けた分散データ処理サーバDDSでは、図44で示すように、実世界モデルリストMDLから取得したデータID＝X1について、属性意味解釈リストATLから取得したA会議室という条件「02」と、アクションとして行うべきイベントの通知先に上記メールアドレスを登録する。

【0237】

アクション管理部AMGが分散データ処理サーバDDSに登録するアクションは、図44で示すように、データID＝X1のイベント発生時に、メール送信というアクションを、パラメータに記載したアドレスに対して実行するよう設定する。

【0238】

このように、ユーザ端末USTから単一アクションの設定要求があると、ディレクトリ

10

20

30

40

50

サーバD R Sのアクション制御部A C Cは、自らのアクションテーブルA T Bに設定を行う代わりに、対応する分散データ処理サーバD D Sに対して設定を行い、分散データ処理サーバD D SのイベントアクションテーブルE A T Bにイベントとアクションの双方が設定される。

【0239】

分散データ処理サーバD D Sにおけるイベントアクションの実行は、図46のように行われ、Xさんが会議室に入ると、データID=X1の値が「02」となり図44のイベントアクションテーブルE A T Bに定義されたイベントとアクションが実施される。アクションの実施により、所定のメールアドレスにはXさんがA会議室に入ったことを通知される。

10

【0240】

この場合、ディレクトリサーバD R Sは、アクションの設定のみを分散データ処理サーバD D Sに対して行うだけで、実際のイベント発生を監視する必要がない。このため、データの収集と単一アクションの実行を分散データ処理サーバD D Sに任せ、ディレクトリサーバD R Sはユーザ端末U S Tからの検索要求と複数アクションの監視を行えばよいので、センサノードの数が極めて大きいときなどでは、ディレクトリサーバD R Sの負荷が過大になるのを防いで、センサネットワークの円滑な運用が可能となる。

【0241】

なお、上記第2実施形態では、分散データ処理サーバD D SのイベントアクションテーブルE A T Bに、イベントとアクションを設定する例を示したが、イベントを格納するイベントテーブルと、アクションを格納するアクションテーブルを、独立させても良い。

20

【0242】

<第3実施形態>

図47～図53は、第3の実施形態を示し、前記第2実施形態の分散データ処理サーバD D Sのアクション実施部A C Eから出力される加工データを、センシングデータID抽出部I D Eへ入力させ、ひとつの分散データ処理サーバD D S内で加工データに基づいて次のイベントとアクションを連続的に実施するようにしたものであり、その他の構成は前記第2実施形態と同様である。

【0243】

イベントアクション制御部E A Cを構成するアクション実施部A C Eは、図48のように構成される。図48において、アクション実施部A C Eは、図47のイベント発生判定部E V Mからのイベント発生通知と、センシングデータID抽出部I D Eからのデータ(測定データ=生データ、加工データ)と、イベントアクションテーブルE A T Bからのアクション及びパラメータを受け付けて、後述の各処理部へ指令を送出するアクションディスプレイパッチャA D Pと、アクションとしてユーザ端末などへ通信処理を行う通知/転送処理部N T Cと、アクションとしてデータを最新データメモリL D M及びディスクD S Kに格納するディスク格納処理部L D M - Dと、アクションとしてデータに加工を行うデータ加工処理部D P Rを備えている。

30

【0244】

通知/転送処理部N T Cは、ユーザ端末U S Tなどへポップアップ通知やメール送信を行うため、アクションの内容に応じたプロトコル制御部を有し、例えば、S I Pでポップアップ通知やデータ転送を行い、S M T Pでメールの送信を行い、H T M Lで記述されたデータをH T T Pで送信する。

40

【0245】

ディスク格納処理部L D M - Dは、最新データメモリL D Mにアクセスするためのメモリインターフェースを有し、データを最新データメモリL D Mに書き込む。また、イベントアクションテーブルE A T Bの設定に基づいて、最新データメモリL D Mに書き込まれたデータを、D B制御部D B Cを介してディスクD S Kに格納する。

【0246】

データ加工処理部D P Rでは、センシングデータID抽出部I D Eからのデータに、パ

50

ラメータなどで指示された演算を行って加工データを生成する。そして、この加工データにデータIDを付与する。

【0247】

そして、データ加工処理部DPRの出力は、図47に示すループバックパスRPによりセンシングデータID抽出部IDEに接続される。データ加工処理部DPRで加工された加工データはセンサノードからの測定データ（生データ）と同様にイベントアクション処理が施される。

【0248】

アクションディスパッチャADPは、イベント発生判定部EVMからイベント発生通知を受けると、このイベントを発生したデータをセンシングデータID抽出部IDEから受け付け、このデータIDに対応するアクション及びパラメータとディスク格納の有無を読み込む。

10

【0249】

アクションディスパッチャADPの指令及びデータは、データ加工処理部DPR、通知／転送処理部NTC及びディスク格納処理部LDM-Dへそれぞれ入力され、イベントアクションテーブルEATBに設定されたアクションの内容に応じて上記各処理部へデータまたはパラメータを送る。

【0250】

図47のように、分散データ処理サーバDDSのアクション実施部ACEでは、新たなアクションがデータ加工である場合、上記データ加工処理部DPRで所定のデータ加工を行い、加工結果にデータIDを付与して、センシングデータID抽出部IDEへ入力することができ、また、アクション実施部ACEの各処理部は独立しているため、同時に複数のアクションを実施することができる。

20

【0251】

これにより、図49で示すように、一つのアクション（イベント発生）から複数のアクションを連鎖的に実行して測定データの加工、または加工データのさらなる加工を行うことができる。

【0252】

例えば、図49において、センサノードを温度センサとし、データID=X1の測定データを摂氏から華氏に変換し、新たなデータID=X2を付加するデータ加工アクション210と、華氏に変換された加工データに基づいて通知処理を行う通知アクション220を、一つの分散データ処理サーバDDSで連続的に行うことができる。

30

【0253】

上記図49で示した処理を行う際にはイベントアクションテーブルEATBを、例えば、図50のように設定する。

【0254】

ここで、本第3実施形態のイベントアクションテーブルEATBは、アクション実施部ACEの処理部（データ加工処理部DPR、通知／転送処理部NTC及びディスク格納処理部LDM-D）の数に対応した複数のアクション欄が設けられ、一つのデータIDについて複数のアクションを定義することができる。図50では、アクション欄として、データ加工処理、データ転送処理、通知処理の3つのアクション欄を設けた例を示し、各アクション欄には、アクションの実行時に必要なパラメータを格納するパラメータ欄がそれぞれオプションとして設けられている。

40

【0255】

上記図49の処理を行う一例として、図50のデータID=X1のエントリでは、イベント発生条件にデータの到着（受信）を設定し、センサノードから測定データを受信したら測定データの単位を温度を摂氏から華氏に単位を変換する演算を行うデータの加工処理がアクション欄のデータ加工処理に設定される。そして、単位変換のデータ加工処理のオプションとして、新たに生成する加工データのデータIDを「X2」とすることがパラメータ欄に設定される。

50

【0256】

このデータ加工処理に次いで行われるアクションとして、転送処理欄には生成した加工データをデータID抽出部IDEへ入力させる「ループバック」が設定される。ループバックの場合は、転送先が分散データ処理サーバDDS自身となるので、転送処理欄のパラメータ欄は空白とする（転送先の指定は不要）。なお、データID=X1のイベントアクションでは、通知処理は行わないので、通知処理欄は空欄となる。

【0257】

このエントリにより、分散データ処理サーバDDSでは、データID=X1の測定データを受信すると、摂氏から華氏への単位変換を行ってデータID=X2の加工データを生成し、データID抽出部IDEへ入力するイベント発生及びアクションが実施される。

10

【0258】

次に、生成された加工データのエントリをデータID=X2としてイベントアクションテーブルEATBに設定する。まず、イベント発生条件には、例えば、アクション実施部ACEから入力されたデータの値（華氏）が60を超えた場合にイベントを発生するように設定する。そして、このイベント発生に基づいて実行するアクションとしては通知処理欄のメール通知を設定する。通知処理欄のパラメータ欄には、メールの通知先のアドレスを設定する。なお、メールの内容は予め設定したものであり、例えば、「規定の温度を超えました」などのように設定される。

【0259】

このエントリにより、分散データ処理サーバDDSでは、データID=X2の加工データがID抽出部IDEへ入力されると、データの値が華氏60度を超えていれば、所定の通知先にメールを送信するアクションが実施される。

20

【0260】

上記2つのエントリにより、図49で示したように、分散データ処理サーバDDSは、摂氏の測定データを受信すると、華氏に変換した加工データを生成し、さらにこの加工データの値に基づいて通知のアクションを実施することができる。すなわち、分散データ処理サーバDDSが受信した測定データを1次データとし、この1次データに基づいて生成された加工データを2次データとすれば、分散データ処理サーバDDSでは、イベントアクションテーブルEATBでは、1次データから2次、3次の加工データを生成し、さらに各データに対して転送処理や通知処理を並行して行うことができるのである。

30

【0261】

上記では、1つの測定データから連鎖的にイベント及びアクションを実施する例を示したが、図51、図52で示すように、一つの分散データ処理サーバDDSで、複数の測定データ（1次データ）から加工データ（2次データ）を生成することもできる。

【0262】

例えば、図51において、温度センサと湿度センサの出力から不快指数を求めることもできる。データID=Y1は意味情報Aが温度である測定データで、データID=Y2は意味情報Dが湿度の測定データで、これらの測定データを受信した分散データ処理サーバDDSは、温度と湿度の測定データから意味情報Eが不快指数を示す加工データY3を生成し（データ加工アクション310）、さらにこの加工データY3を転送する処理（データ転送アクション320）を行うことができる。

40

【0263】

上記図51の処理を行う一例として、図52のようにイベントアクションテーブルEATBを設定する。データID=Y1のエントリでは、イベント発生条件にデータの到着（受信）を設定し、センサノードから温度を意味する測定データを受信したら測定データを保持するようにアクション欄のデータ加工処理欄に設定する。なお、このデータ保持は、測定データY1が到着するたびに、最新データメモリLDMの値を更新することを意味する。

【0264】

次に、湿度を意味するデータID=Y2のエントリは、イベント発生条件にデータの到

50

着（受信）を設定し、センサノードから湿度を意味する測定データを受信したら、温度を示す測定データY1と湿度を示す測定データDY2を加算して、不快指数を示す加工データをデータID=Y3として生成するようデータ加工処理欄に設定する。さらに、転送処理欄にはループバックを設定する。

【0265】

そして、不快指数を意味するデータID=Y3のエントリは、イベント発生条件にデータの到着（入力）を設定し、不快指数を意味する加工データを受信したら、宛先IPアドレス「B」へ加工データY3を転送するよう、転送処理欄に設定する。

【0266】

上記のようなイベントアクションテーブルEATBの設定により、複数の測定データ（1次データ）から加工データ（2次データ）を求め、この加工データに基づいてさらにイベント及びアクションを実行することが可能となる。

【0267】

このように、イベントアクションテーブルEATBにおいて、加工したデータに仮想的なセンサノードのID（データID）を付加し、この仮想的なセンサノードのIDに対してイベントアクションを定義しておく。そして、アクション実施部AECの出力をセンシングデータID抽出部IDEへ入力させる（ループバック）ことで、一つの測定データから複数のアクションを連鎖的に実施して、2次、3次の加工データを求め、あるいは他の処理を実行することができる。

【0268】

これにより、一つの分散データ処理サーバDDSにおいて、測定データの受信に基づいて複数のアクションを実行可能となるので、イベント発生の度にディレクトリサーバDRSへ問い合わせを行う必要がなく、また、他の分散データ処理サーバDDSとは独立して処理を行うことができるので、ディレクトリサーバDRSの負荷とネットワークNWK-1の負荷をさらに低減することができる。つまり、分散データ処理サーバDDSを多数備えるセンサネットワークであっても、ディレクトリサーバDRSが分散データ処理サーバDDSとの通信に費やす負荷を低減でき、同時にネットワークNWK-1の負荷（トラフィック）を低減することが可能となり、大規模なセンサネットワークを円滑に運営することができる。

【0269】

なお、上記図51の処理は、複数の分散データ処理サーバDDSで連携して行うことができ、例えば、図53で示すように3つの分散データ処理サーバDDS-1～3で、それぞれ単一のイベントアクションを行うようにしても良い。

【0270】

図53において、分散データ処理サーバDDS-1では、温度を測定するセンサノードからの測定データ（ID=Y1）を監視し、測定データY1を受信したら分散データ処理サーバDDS-3に転送するという転送アクション410を実施する。分散データ処理サーバDDS-2では、湿度を測定するセンサノードからの測定データ（ID=Y2）を監視し、測定データY2を受信したら分散データ処理サーバDDS-3に転送するという転送アクション420を実施する。

【0271】

そして、分散データ処理サーバDDS-3では、上記図52のデータID=Y1～3のエントリと同様に、測定データY1を受信したら保持し、測定データY2を受信したら測定データY1とY2の和を不快指数として求め、データID=Y3の加工データについて他のイベント及びアクション440を実行することができる。

【0272】

このように、複数のデータを他の分散データ処理サーバDDSから取得し、加工データを生成することで、データ加工処理、転送処理、通知処理を実施する分散データ処理サーバDDSを柔軟に設定あるいは変更することができ、センサネットワークのリソースを有効に利用することが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 2 7 3 】

< 第 4 実施形態 >

図 5 4 は、第 4 実施形態を示し、前記第 3 実施形態において、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 を構成するアクション実施部 A C E の構成を変更したもので、その他の構成は前記第 3 実施形態と同様である。

【 0 2 7 4 】

測定データまたは加工データの加工を行うデータ加工処理部 D P R の出力は、前記第 3 実施形態と同様にデータ I D 抽出部 I D E へ入力されるとともに、通知 / 転送処理部 N T C とディスク格納処理部 L D M - D にも入力される。そして、アクションディスパッチャ A D P の指令及びデータは、データ加工処理部 D P R、通知 / 転送処理部 N T C 及びディスク格納処理部 L D M - D へそれぞれ入力される。

10

【 0 2 7 5 】

データ加工処理部 D P R の後段に通知 / 転送処理部 N T C とディスク格納処理部 L D M - D を設けたので、一回のイベント発生で複数のアクションを実行することができる。例えば、イベントアクションテーブル E A T B には上記図 5 0 と同様に、データの加工処理とデータの転送処理及び通知処理という 3 つのアクションと、各アクションに対応するパラメータを定義しておく。そして、所定の測定データを受信してイベントが発生すると、アクションディスパッチャ A D P は、データ加工のアクションをデータ加工処理部 D P R へ指令し、加工データ転送のアクションを通知 / 転送処理部 N T C へ指令し、また、加工データの格納をディスク格納処理部 L D M - D に指令する。

20

【 0 2 7 6 】

データ加工処理部 D P R がデータの加工を実行し、出力された加工データは通知 / 転送処理部 N T C とディスク格納処理部 L D M - D 及びデータ I D 抽出部 I D E へそれぞれ入力される。通知 / 転送処理部 N T C では、所定の宛先に加工データを転送し、ディスク格納処理部 L D M - D はディスク D S K に加工データを書き込む。

【 0 2 7 7 】

このように、アクション実施部 A C E の処理部を直列的に接続することで、一回のイベント発生で複数のアクションを実行することが可能となり、アクション実行の高速化を図ることができる。そして、データ加工処理部 D P R の後段に他の処理部を設けることで、データ加工のアクションの後に生成された加工データに対する転送や格納などのアクションを一回のイベント発生で実行することが可能となる。

30

【 0 2 7 8 】

< 第 5 実施形態 >

図 5 5 ~ 図 5 8 は、第 5 実施形態を示し、前記第 3 実施形態において、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 に、例外的なアクションを設定する例外イベントアクションテーブル E - E A T B を設け、アクション実施部 A C E でこの例外イベントアクションテーブル E - E A T B を参照するようにしたもので、その他の構成は前記第 3 実施形態と同様である。

【 0 2 7 9 】

そして、イベントアクションテーブル E A T B には、図 5 6 で示すように、例外処理欄を設け、この例外処理欄に処理の内容とパラメータ欄を備えたものである。処理内容には、スクリプト処理など上記データ加工処理、転送処理及び通知処理などの定型化された処理では実施できないような複雑な処理を実行可能なスクリプト処理等のプログラム処理を実行可能にする。そして、オプション欄には処理が記述されたファイル名を設定する。

40

【 0 2 8 0 】

このオプション欄に設定されたファイル名は、予めイベントアクションテーブル E A T B、例外イベントアクションテーブル E - E A T B に格納しておく。ここでは、例外処理を X M L スクリプトで記述した一例を図 5 7 に示す。

【 0 2 8 1 】

図 5 7 は、ファイル名 C の X M L スクリプトファイルであり、温度を示すデータ I D =

50

Z 1 のデータをセンサノードから取得し、このデータの値が 10 ～ 20 度の範囲になれば、「暑くなったのでクーラをつけます」というメッセージを、所定の送信先（IP アドレス = 133.144.xx.xx）に送信し、さらに「cooler.com」という機器に対してクーラを作動させるように「activate」の指令を送信するものである。

【0282】

上記例外処理を設定する処理の流れを図 58 に示す。ユーザ端末 UST からディレクトリサーバ DRS に対してイベントアクションの登録要求を行うとともに、予め用意したスクリプトファイルを送付する（500）。

【0283】

ディレクトリサーバ DRS では、アクション制御部 ACC がイベントアクションの登録要求を受け付け、スクリプトファイルを取得する。アクション制御部 ACC は、前記第 1 実施形態の図 33 で示したように、要求のあった意味情報を実世界モデルテーブル MTB に基づいて分析し、対応する分散データ処理サーバ DDS に対してイベントアクションの登録要求とスクリプトファイルを送付する（510）。

【0284】

分散データ処理サーバ DDS では、イベントアクション制御部 EAC が送付されたスクリプトファイルを例外イベントアクションテーブル E-EATB に登録し（520）、イベントアクションテーブル EATB に要求のあったイベントアクションと例外処理欄のパラメータ欄に登録したスクリプトファイル名を指定する（530）。そして、登録完了をディレクトリサーバ DRS に通知する（540）。

【0285】

ディレクトリサーバ DRS は、分散データ処理サーバ DDS からの通知に基づいてユーザ端末 UST へイベントアクションの登録完了を通知する（550）。

【0286】

以上のように設定されたイベントアクションテーブル EATB により、分散データ処理サーバ DDS では次の処理が実行される。

【0287】

イベントアクション制御部 EAC は、センサノードからのデータ ID = Z 1 のデータを監視し、Z 1 のデータを受信すると例外処理欄のスクリプト処理を実行するため、オプション欄に設定されたファイル名 C の XML スクリプトファイルを例外イベントアクションテーブル E-EATB から読み込んで、アクション実施部 ACE で実行する。

【0288】

図 57 に示されたスクリプトの場合は、温度を示すデータ ID = Z 1 のデータが 10 ～ 20 度の範囲にあるかどうかを、すなわちイベントが発生したかどうかをアクション実施部で判定しており、スクリプトに基づきイベントが発生したと判定された場合は、「暑くなったのでクーラをつけます」というメッセージを送るというアクションと、クーラを作動させる、というアクションを実行している。

【0289】

以上のように、定型化が難しい処理については、スクリプトなどのプログラム処理を用いることでより高度な処理を実現可能となり、センサノードからの測定データに基づいて、ユーザ必要とする処理を柔軟に設定可能となる。

【0290】

なお、上記プログラム処理はスクリプトに限らず、実行ファイルなどであってもよい。

【0291】

また、上記では例外イベントアクションテーブル E-EATB を分散データ処理サーバ DDS に設ける例を示したが、ディレクトリサーバ DRS のアクション制御部 ACC に例外イベントアクションテーブル E-EATB を設けても良い。この場合、ディレクトリサーバ DRS のアクション制御部 ACC において、複数の分散データ処理サーバ DDS に渡る複雑な処理を実行することが可能となる。

【0292】

10

20

30

40

50

< 変形例 1 >

図 5 9、6 0 は、第 1 の変形例を示し、前記第 1 実施形態に示したディレクトリサーバ D R S のアクション制御部 A C C において、前記第 3 または第 4 実施形態で示したように、取得したデータ（またはイベント）に基づくアクションを連鎖的に行うようにしたもので、その他の構成は前記第 1 実施形態と同様である。

【 0 2 9 3 】

アクション実行部 A C E C の出力は、ユーザ端末 U S T 側だけではなくイベント受信部 E R C にも送信される。すなわち、アクション実行部 A C E C は図 6 0 で示すように構成され、前記第 1 実施形態の図 2 7 に対して、データ加工処理部 D P R の出力がループバックパス R P によって、イベント受信部 E R C に接続される点が異なっている。なおその他の構成は図 2 7 に準じる。

10

【 0 2 9 4 】

データ加工処理部 D P R で生成された加工データには仮想的なデータ I D（またはイベント I D）が付加され、ネットワークインターフェース N I F とイベント受信部 E R C に送られる。

【 0 2 9 5 】

この加工データをイベント受信部 E R C で受信すると、アクションディスパッチャ A D P では、仮想的なデータ I D に基づいてアクションテーブル A T B から予め設定されたアクションを取得し、各処理部へ指令する。

【 0 2 9 6 】

20

このようにディレクトリサーバ D R S のアクション制御部 A C C では、実行したアクションに基づいて生成されたデータについて、アクションを実行することができる。

【 0 2 9 7 】

< 変形例 2 >

図 6 1、図 6 2 は第 2 の変形例を示し、前記第 1 または第 2 実施形態の変形例を示す図である。この変形例においては、あるセンサノードからの測定データを生データ A として所定の分散データ処理サーバ D D S に格納し、また、異なるセンサノードからの測定データを生データ B として所定の分散データ処理サーバ D D S に格納する。

【 0 2 9 8 】

そして、各分散データ処理サーバ D D S では、生データ A（R D A T A）、生データ B にそれぞれ加工（例えば、単位時間の平均値など）を施し、加工した結果をさらにディレクトリサーバ D D S にデータ A'（P D A T A）、B'（P D A T B）としてそれぞれ格納する。生データ A、B の加工のタイミングは、ディレクトリサーバ D R S または各分散データ処理サーバ D D S において、所定の条件（時間の経過）に基づくアクションとして実施すればよい。なお、生データの加工を各分散データ処理サーバ D D S で行う場合には、図 4 4 に示したイベントアクションテーブル E A T B にデータの格納先を付加すればよい。

30

【 0 2 9 9 】

さらに、各分散データ処理サーバ D D S では、加工を施した加工データ A'（P D A T A）、B'（P D A T B）から二次データ C（R D A T C）を所定のアクションとして演算し、新たな加工データとして所定の分散データ処理サーバ D D S に格納する。この二次データ C に加工を施したものを、さらに三次データ C'（P D A T C）として格納する。

40

【 0 3 0 0 】

例えば、生データ A が温度、生データ B が湿度の場合、加工データ A、B はそれぞれ、単位時間の平均温度と平均湿度となる。さらに、平均温度と平均湿度から求めた不快指数を二次データ C と、さらに二次データ C の単位時間の平均値を三次データ C' として求めることができる。

【 0 3 0 1 】

上記第 1 または第 2 実施形態において、イベント発生を測定データとしたが、上記のような加工データ A、B や二次データ C、三次データ C' からイベントの発生やアクション

50

の実施を行うことができる。

【0302】

そして、図62で示すように、測定データ（生データ）と加工データを一つの分散データ処理サーバDDSに格納しておけば、ディレクトリサーバDRSでの実世界モデルテーブルMTBの構成を簡易にすることができる。なお、この場合、加工データA、Bから求めた二次データCを生データとして扱い、三次データC'を加工データとして扱うことができる。

【0303】

なお、生データから加工データの演算を、前記第1実施形態に示したディレクトリサーバDRSで行う場合には、前記第1変形例と同様にして、ディレクトリサーバDRSのアクション実行部AECの出力を、イベント受信部ERCへ入力させ、加工データに仮想的なデータIDを付与するようにすればよい。

【0304】

<変形例3>

図63は、第3の変形例を示し、前記第2または第3実施形態において、複数のセンサネットワーク（NWK1～3）を接続し、異なるセンサネットワークの分散データ処理サーバDDS間でデータの加工を行うようにしたものである。

【0305】

図63において、ネットワークNWK1には、分散データ処理サーバDDS1-1～3が接続され、これら分散データ処理サーバDDS1-1～3には、それぞれ複数のセンサノード（図示省略）が接続されている。

【0306】

また、ネットワークNWK2には分散データ処理サーバDDS2-1が接続され、ネットワークNWK3には分散データ処理サーバDDS3-1が接続され、各分散データ処理サーバDDSには複数のセンサノードが接続されている。

【0307】

ネットワークNWK1の分散データ処理サーバDDS1-1のイベントアクションテーブルEATBには、測定データRDAT Aを受信するとディスクへ格納するとともに、ネットワークNWK2の分散データ処理サーバDDS2-1へ転送するように設定される。

【0308】

また、ネットワークNWK2の分散データ処理サーバDDS2-1のイベントアクションテーブルEATBには、測定データRDAT Aを受信すると所定の加工を行って加工データPDAT Dを生成し、ディスクへ格納するとともにネットワークNWK3の分散データ処理サーバDDS3-1へ加工データPDAT Dを転送するように設定される。

【0309】

ネットワークNWK1の分散データ処理サーバDDS1-2のイベントアクションテーブルEATBには、測定データRDAT Bを受信するとディスクへ格納するとともに、ネットワークNWK3の分散データ処理サーバDDS3-1へ転送するように設定される。

【0310】

ネットワークNWK3の分散データ処理サーバDDS3-1のイベントアクションテーブルEATBには、分散データ処理サーバDDS2-1からの加工データPDAT Dと、分散データ処理サーバDDS1-2からの測定データRDAT Bから加工データPDAT Eを演算し、ディスクへ格納するように設定されている。

【0311】

上記のような設定により、ネットワークNWK1のセンサノードから測定された測定データRDAT AはネットワークNWK2の分散データ処理サーバDDS2-1へ転送されて加工データPDAT Dとして加工されてからネットワークNWK3の分散データ処理サーバDDS3-1に加工データPDAT Dが転送される。

【0312】

また、ネットワークNWK1のセンサノードから測定された測定データRDAT Bはネ

10

20

30

40

50

ットワークNWK 3の分散データ処理サーバDDS 3 - 1へ転送される。

【0313】

そして、ネットワークNWK 3の分散データ処理サーバDDS 3 - 1は、ネットワークNWK 1からの測定データR D A T Bと、ネットワークNWK 2からの加工データP D A T Dから加工データP D A T Eを演算して、ディスクへ格納する。

【0314】

このように、イベントアクションテーブルE A T Bに外部のネットワークNWKとのデータの送受信と、データの加工を定義することで、異なるセンサネットワーク間で、データを転送しながら順次加工することができる。

【0315】

これにより、各センサネットワークの膨大な数のセンサノードの測定データの中から必要なものだけを抽出し、各センサネットワークで必要な加工を行うことで、複数のセンサネットワークを連結して効率よくデータの送受信を行うことが可能となる。

【0316】

<変形例4>

なお、上記第1または第2実施形態では、ディレクトリサーバD R Sの実世界モデルリストM D Lには、モデル名に対応するデータの格納先を情報リンク先として設定したが、情報リンク先に代わって、データの最新値などを格納しても良い。

【0317】

この場合、ディレクトリサーバD R Sと分散データ処理サーバDDSの間のデータトラフィックは、オブジェクトの数に応じて増えるが、各センサからのデータは所定の周期で分散データ処理サーバDDSに収集されるので、ネットワークNWK - 1の負荷が過大になるのを防いで、ユーザ端末U S Tからのデータ要求に対して、迅速に応答することが可能となり、レスポンスの向上を期待できる。

【産業上の利用可能性】

【0318】

以上のように、本発明によれば、ディレクトリサーバがデータの所在を一元的に管理し、センサノードからのデータをリアルタイムで収集する分散データ処理サーバを複数備えて、ネットワーク上に分散し、所望のセンサノードの情報をイベントとアクションによりリアルタイムで監視できるので、膨大な数のセンサノードからのデータを効率よく利用することが可能となり、多数のセンサノードを備えるセンサネットワークに適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0319】

【図1】本発明の第1の実施形態を示すセンサネットワークのシステム構成図。

【図2】センサネットワークの機能ブロック図。

【図3】無線センサノードW S Nの一例を示すブロック図。

【図4】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5】無線センサノードの配置の一例を示す説明図。

【図6】オブジェクトとセンサノードの測定データの関連を示すブロック図で、測定の開始時を示す。

【図7】オブジェクトとセンサノードの測定データの関連を示すブロック図で、測定開始から所定時間が経過した状態を示す。

【図8】オブジェクトのデータ量とセンサノードの測定データのデータ量と時間の関係を示すグラフ。

【図9】分散データ処理サーバDDSのイベントアクション制御部を示すブロック図。

【図10】イベントテーブルの説明図。

【図11】ディレクトリサーバD R Sの要部を示すブロック図。

【図12】センサ情報テーブルの説明図。

【図13】属性別意味解釈リストの説明図。

10

20

30

40

50

- 【図 1 4】実世界モデルリストと分散データ処理サーバ D D S の関係を示すブロック図。
- 【図 1 5】モデルバインドリストの説明図。
- 【図 1 6】センサ情報登録の様子を示すタイムチャート。
- 【図 1 7】センサノード登録用のデータフォーマット。
- 【図 1 8】実世界モデルリストの登録の様子を示すタイムチャート。
- 【図 1 9】モデルバインドリストの登録の様子を示すタイムチャート。
- 【図 2 0】モデルバインドリストへのアクセスに対する応答の一例を示すタイムチャート。
- 【図 2 1】モデルバインドリストから鈴木さんの位置を指定した場合の処理の説明図。
- 【図 2 2】モデルバインドリストから鈴木さんの着座状態を指定した場合の処理の説明図。
- 【図 2 3】モデルバインドリストから鈴木さんの温度を指定した場合の処理の説明図。
- 【図 2 4】モデルバインドリストから A 会議室のメンバを指定した場合の処理の説明図。
- 【図 2 5】モデルバインドリストから A 会議室の人数を指定した場合の処理の説明図。
- 【図 2 6】ディレクトリサーバ D R S のアクション制御部 A C C のブロック図。
- 【図 2 7】アクション制御部 A C C を構成するアクション実施部 A C E C のブロック図。
- 【図 2 8】アクションテーブル設定の説明図。
- 【図 2 9】アクションテーブルの登録の際にユーザ端末 U S T に表示されるアクション設定画面の説明図。
- 【図 3 0】同じく、アクション設定画面の説明図。
- 【図 3 1】分散データ処理サーバ D D S のイベントテーブル E T B のエントリを示す説明図。
- 【図 3 2】ディレクトリサーバ D R S のアクションテーブル A T B のエントリを示す説明図。
- 【図 3 3】単一のアクションの設定の流れを示すタイムチャート。
- 【図 3 4】単一のアクションの応答の流れを示すタイムチャート。
- 【図 3 5】複数アクションの登録の際にユーザ端末 U S T に表示されるアクション設定画面の説明図。
- 【図 3 6】同じく、複数アクションの登録の際にユーザ端末 U S T に表示されるアクション設定画面の説明図。
- 【図 3 7】分散データ処理サーバ D D S - 1 のイベントテーブルのエントリを示す説明図。
- 【図 3 8】分散データ処理サーバ D D S - 2 のイベントテーブルのエントリを示す説明図。
- 【図 3 9】ディレクトリサーバ D R S のアクションテーブルのエントリを示す説明図。
- 【図 4 0】複数のアクションの設定の流れを示すタイムチャート。
- 【図 4 1】複数のイベントの応答の流れを示すタイムチャート。
- 【図 4 2】第 2 の実施形態を示し、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 を示すブロック図。
- 【図 4 3】第 2 の実施形態を示し、アクションの登録の際にユーザ端末 U S T に表示されるアクション設定画面の説明図。
- 【図 4 4】第 2 の実施形態を示し、分散データ処理サーバ D D S のイベントアクションテーブルのエントリを示す説明図。
- 【図 4 5】イベントアクションの設定の流れを示すタイムチャート。
- 【図 4 6】第 2 の実施形態を示し、分散データ処理サーバ D D S でのアクションの実行の流れを示すタイムチャート。
- 【図 4 7】第 3 の実施形態を示し、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を示すブロック図。
- 【図 4 8】第 3 の実施形態を示し、イベントアクション制御部のアクション実施部 A C E のブロック図。

10

20

30

40

50

【図４９】第３の実施形態を示し、一つのイベント発生から連鎖的にイベント／アクションを実行する流れを示す説明図。

【図５０】第３の実施形態を示し、イベントアクションテーブルの一例を示す説明図。

【図５１】第３の実施形態を示し、複数の測定データから加工データを生成する流れを示す説明図。

【図５２】第３の実施形態を示し、複数の測定データから加工データを生成する際のイベントアクションテーブルの一例を示す説明図。

【図５３】第３の実施形態を示し、複数の分散データ処理サーバにより複数の測定データから加工データを生成する流れを示す説明図。

【図５４】第４の実施形態を示し、イベントアクション制御部のアクション実施部ＡＣＥのブロック図。

10

【図５５】第５の実施形態を示し、分散データ処理サーバＤＤＳのイベントアクション制御部を示すブロック図。

【図５６】第５の実施形態を示し、イベントアクションテーブルの一例を示す説明図。

【図５７】第５の実施形態を示し、例外イベントアクションテーブルに格納されるスクリプトファイルの一例を示す説明図。

【図５８】第５の実施形態を示し、例外イベントアクションの設定の流れを示すタイムチャート。

【図５９】第１の変形例を示し、ディレクトリサーバＤＲＳのアクション制御部ＡＣＣのブロック図。

20

【図６０】第１の変形例を示し、アクション制御部ＡＣＣを構成するアクション実行部ＡＣＥＣのブロック図。

【図６１】第２の変形例を示すセンサネットワークのシステム構成図。

【図６２】同じく、第２の変形例を示すセンサネットワークのシステム構成図。

【図６３】第３の変形例を示すセンサネットワークのシステム構成図。

【符号の説明】

【０３２０】

ＤＲＳ ディレクトリサーバ

ＤＤＳ 分散データ処理サーバ

ＷＳＮ、ＭＳＮ、ＦＳＮ センサノード

30

ＢＳＴ 基地局

ＭＭＧ モデル管理部

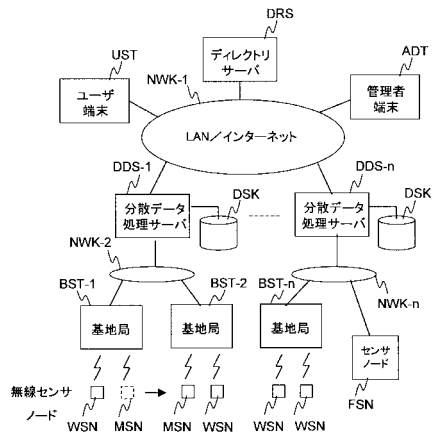
ＭＴＢ 実世界モデルテーブル

ＮＷＫ - １、２～ｎ ネットワーク

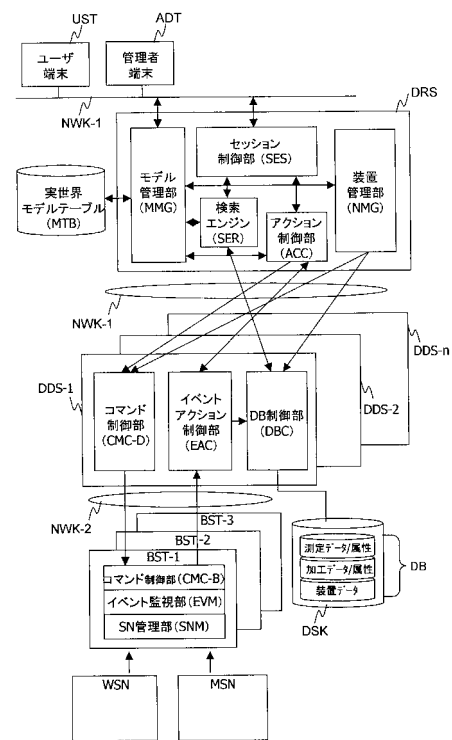
ＡＣＣ アクション制御部

ＥＡＣ イベントアクション制御部

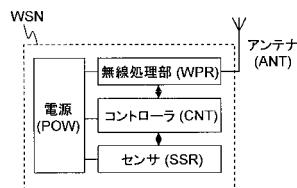
【図 1】



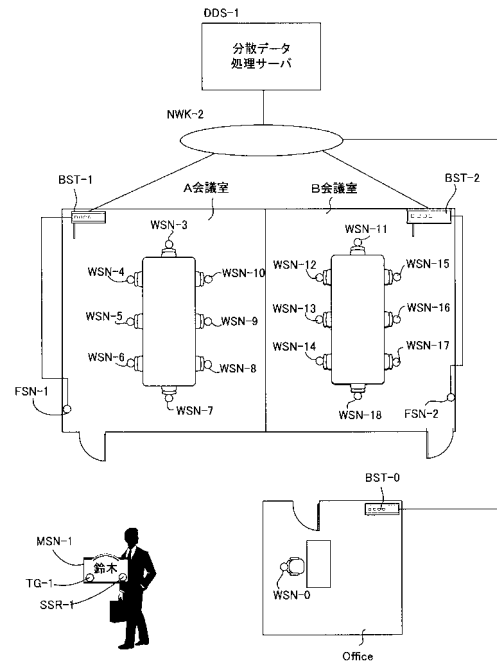
【図 2】



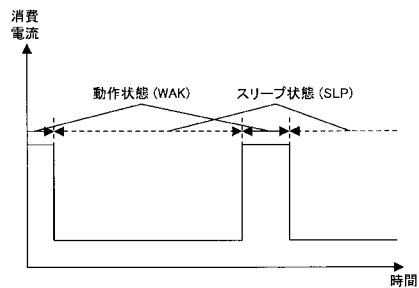
【図 3】



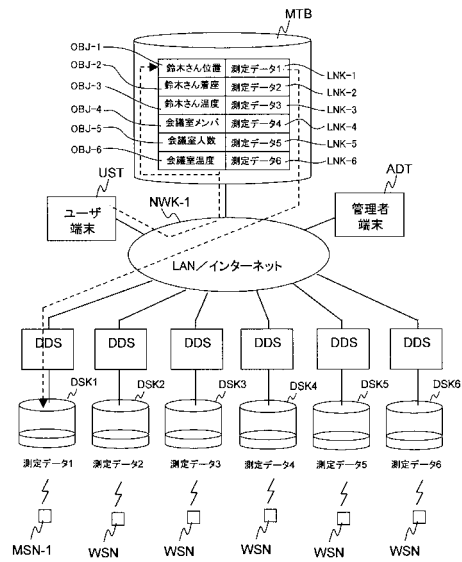
【図 5】



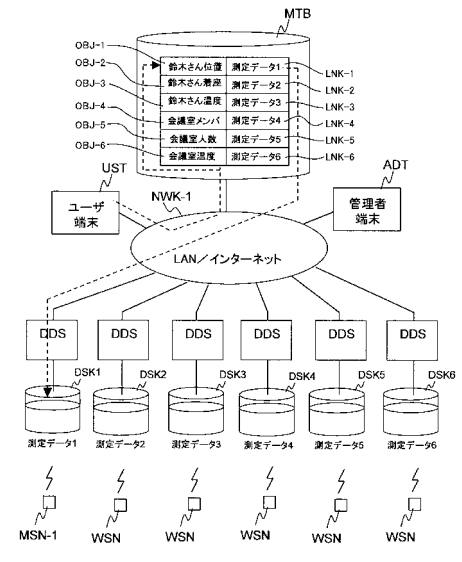
【図 4】



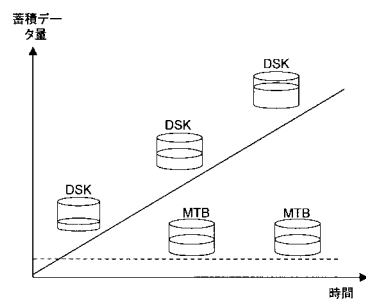
【図 6】



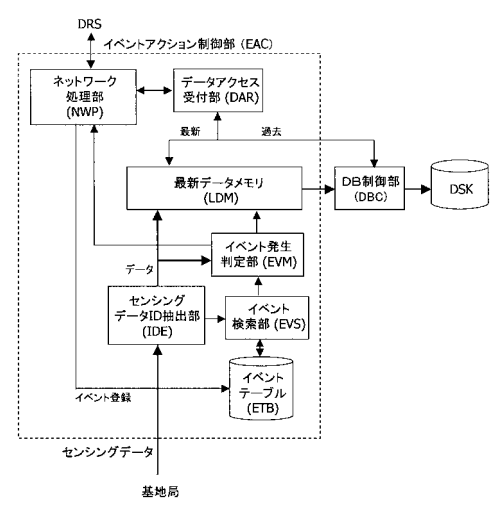
【図 7】



【図 8】



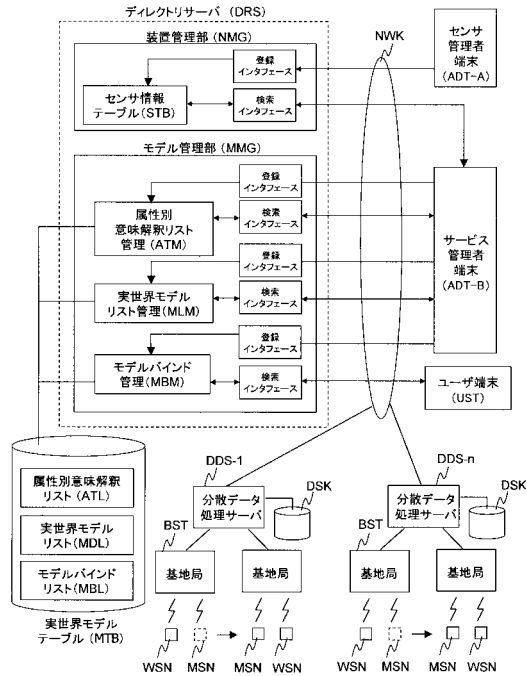
【図 9】



【図 10】

イベントテーブル(ETB)		
データID (DID)	イベント内容 (EVT)	アクション
XXX	データ値 > A1	データ格納 Yes
YYY	データ値 = p1	データ格納 No

【 ㄨ 1 1 ㄨ 】



【 図 1 2 】

データID	センサ種別	意味	計測値	設置場所	観測間隔	データ格納先
01	各れ	場所	なし	03	30s	DDS1/home/-
02	温度	温度	湿度	03	60s	DDS2/home/-
03	着座	着座	ON/OFF	03	イベント	DDS1/home/-

【 図 1 3 】

属性別意味解釈リスト(ATL)

1.名前テーブル ^{ATL-m}

戻り値	意味
01	鈴木
02	田中
03	山田

2.場所テーブル ^{ATL-p}

戻り値	意味
01	オフィス
02	A会議室
03	外出中

3.着座テーブル ^{ATL-s}

戻り値	意味
00	在席
01	不在

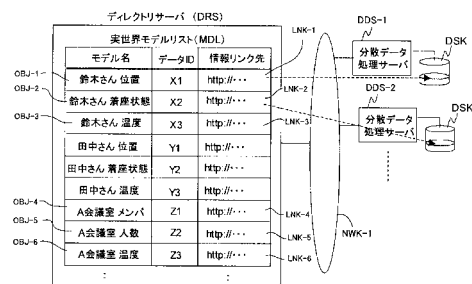
4.温度テーブル ^{ATL-t}

戻り値	意味
x	y = f(x)

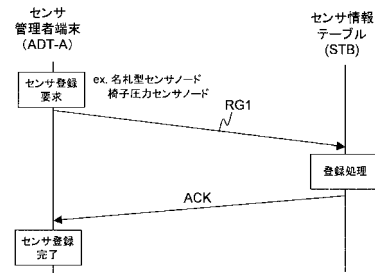
5.人数テーブル ^{ATL-n}

戻り値	意味
x	y = x

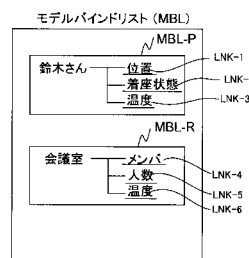
【 図 1 4 】



【 図 1 6 】



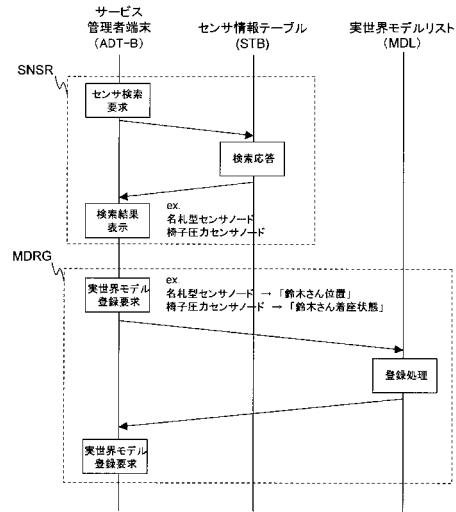
【 図 1 5 】



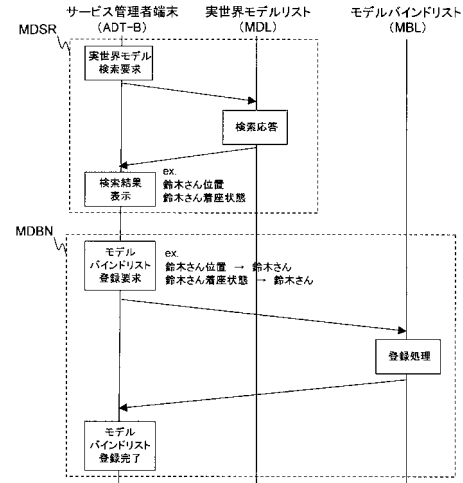
【 図 1 7 】

データ ID	センサ 種別	属性	計測値	設置場所	観測間隔	データ格納先
--------	--------	----	-----	------	------	--------

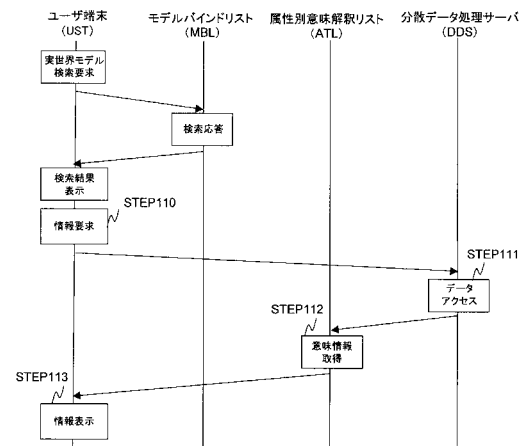
【図 18】



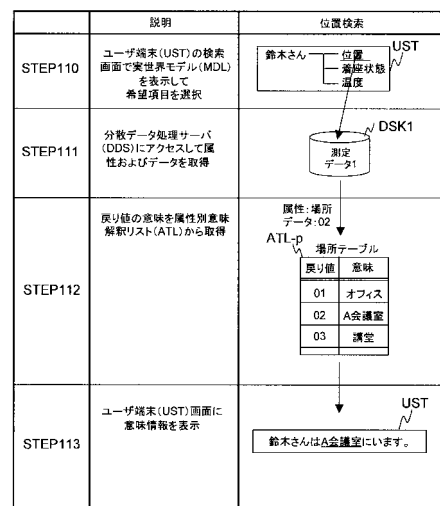
【図 19】



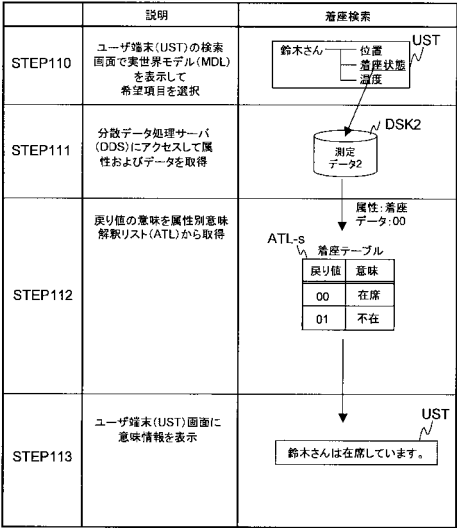
【図 20】



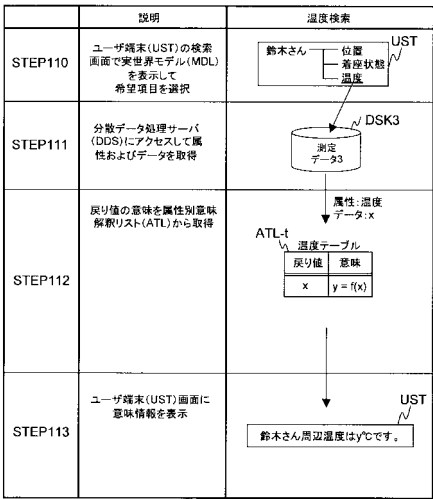
【図 21】



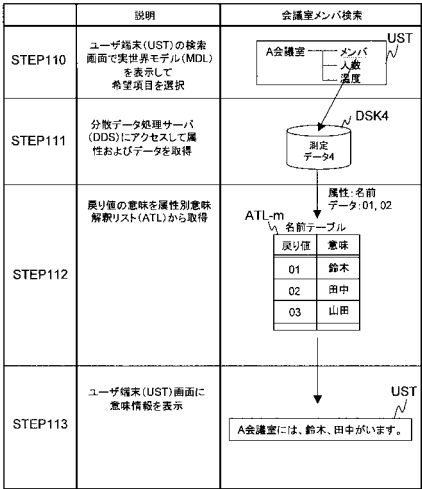
【図 2 2】



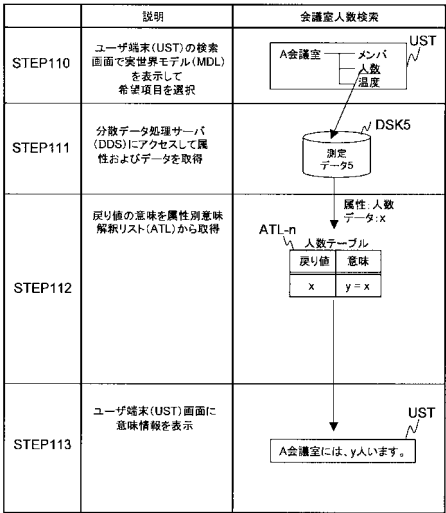
【図 2 3】



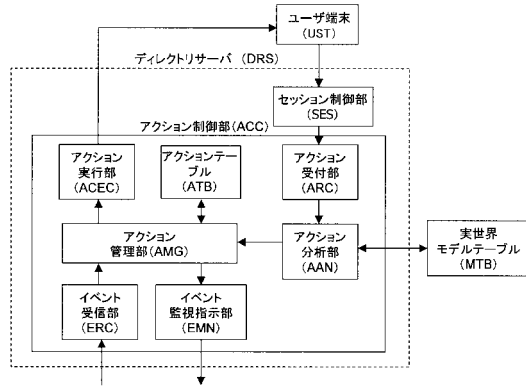
【図 2 4】



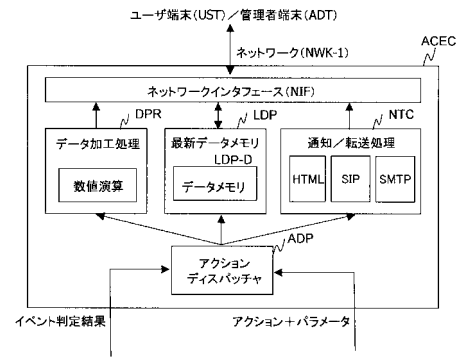
【図 2 5】



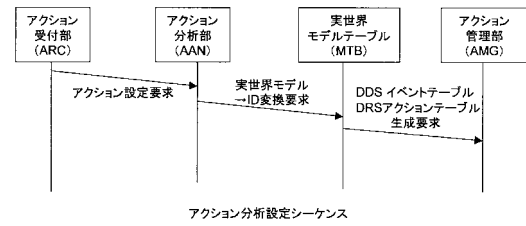
【図 26】



【図 27】



【図 28】



【図 29】

アクション設定要求画面

氏名 さんが

の場合に

で通知

【図 31】

DDS イベントテーブル		
データID	イベント/条件	アクション
X2	X2データ=00	ACCIに通知

鈴木さんが自席に着座したら(X2データ=00) , DRSにイベント発生を通知

【図 32】

DRSアクションテーブル			
データID	イベント/条件	アクション	パラメータ
X2	イベント受信...	ポップアップ通知	IPアドレス: A

DDSからのイベントを受信したら、(鈴木さんが自席に着座したら) ポップアップ通知を、 Aさんの端末に出す。

【図 30】

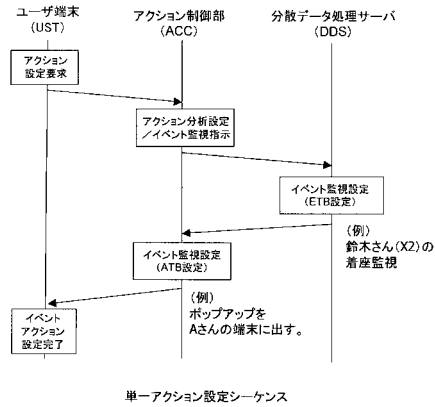
アクション設定要求画面

氏名 さんが

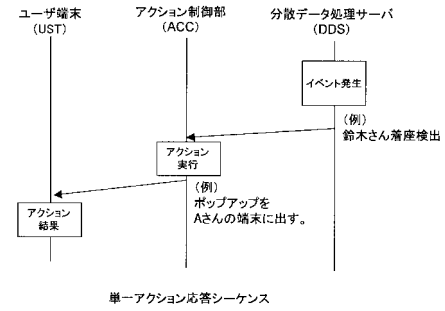
の場合に

で通知

【図 33】



【図 34】



【図 35】

UST

アクション設定要求画面

氏名 さんが の場合、

氏名 さんが の場合、
 で通知

ポップアップ
メール

1回 毎回 登録

【図 36】

UST

アクション設定要求画面

氏名 さんが の場合、
 かつ

氏名 さんが の場合、
 メール で通知

1回 毎回 登録

【図 38】

DDS2 イベントテーブル

データID	イベント/条件	アクション
Y2	Y2データ=00	ACCに通知

鈴木さんが自席に着座したら(Y2データ=00)、DRSにイベント発生を通知

ETB3

【図 39】

DRSアクションテーブル

データID	イベント/条件	アクション	パラメータ
X2	イベント受信	AND	メール通知
Y2	イベント受信		メール通知

鈴木さんと田中さんが共に自席に着座したら、(X2データ=00, かつ, Y2データ=00)

メール通知を、Bさんに送信。

ATB2

【図 37】

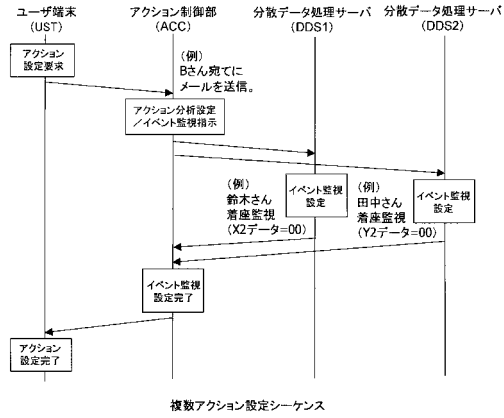
DDS1 イベントテーブル

データID	イベント/条件	アクション
X2	X2データ=00	ACCに通知

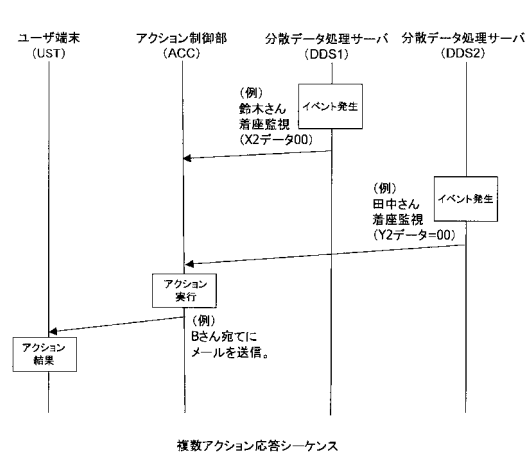
鈴木さんが自席に着座したら(X2データ=00)、DRSにイベント発生を通知

ETB2

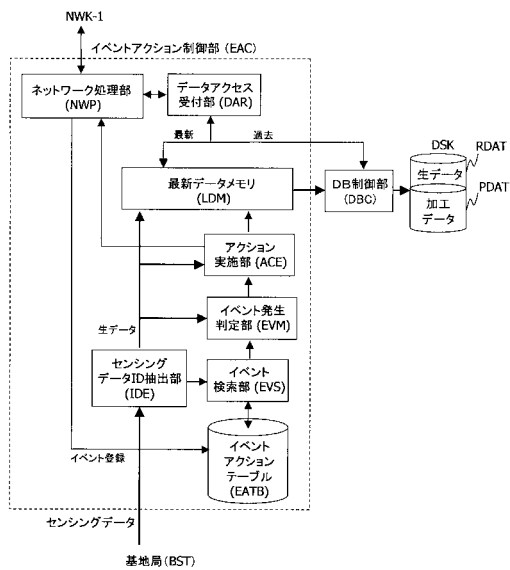
【 図 4 0 】



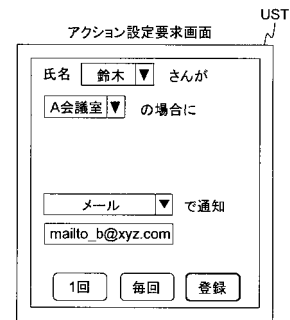
【 図 4 1 】



【圖 4 2】



【 図 4 3 】



【 图 4 4 】

EATB

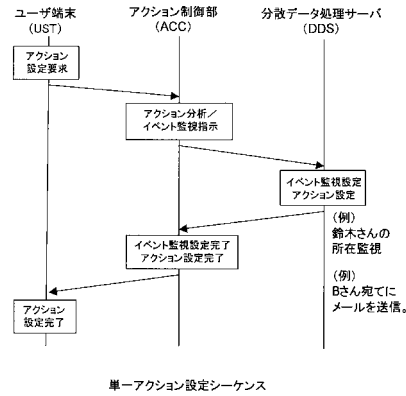
DDSイベントアクションテーブル

データID	イベント内容	アクション	パラメータ	データ格納
X1	X1データ = 02	メール通知	メールアドレス: mailto_b@xyz.com	No

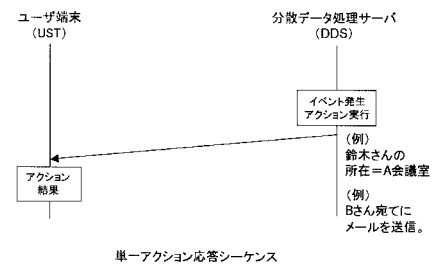
(例) 鈴木さん位置が
A会議室の場合、
(X1データ=02)

Bさん宛てにメールを送信。

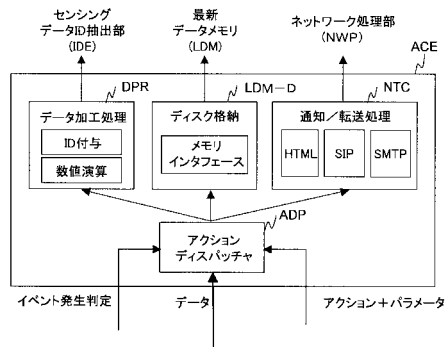
【図 45】



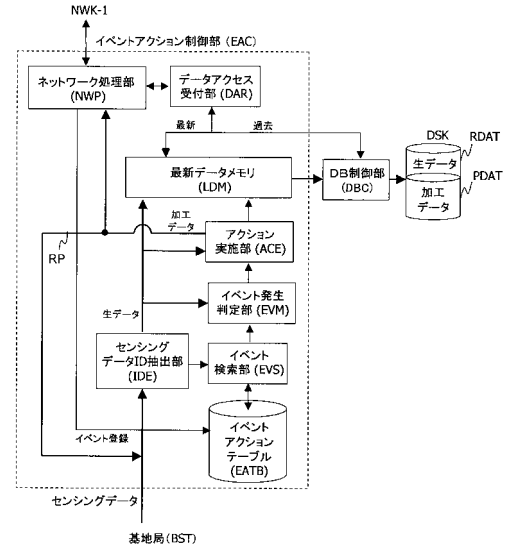
【図 46】



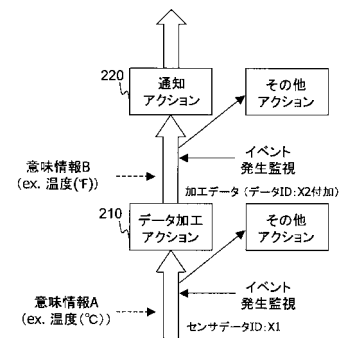
【図 48】



【図 47】



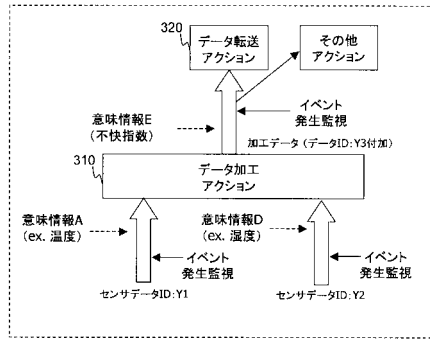
【図 49】



【図 50】

イベントアクションテーブル (EATB)				
データ ID	イベント 発生条件	アクション		
		データ加工処理	転送処理	通知処理
		パラメータ	パラメータ	パラメータ
X1	データ到着	単位変換(°C→°F) データID:X2	ループバック	——
X2	データ値>60	——	——	メール通知 メールアドレス:A

【図 5 1】

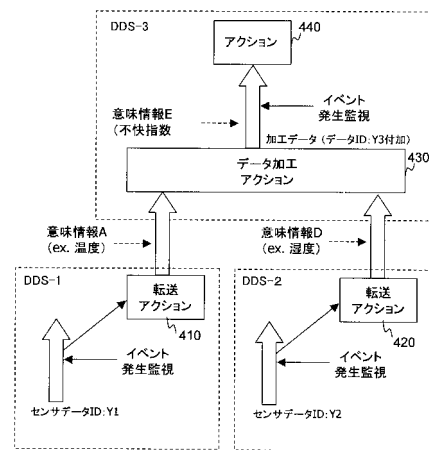


【図 5 2】

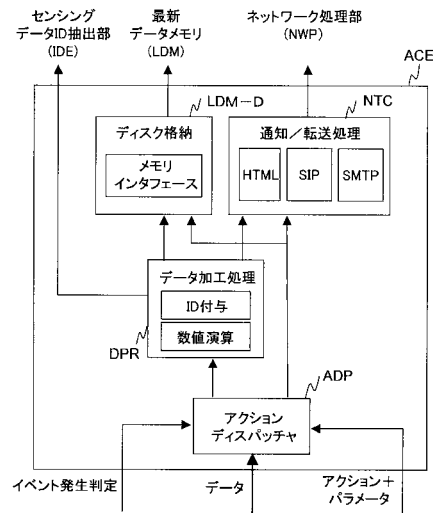
イベントアクションテーブル (EATB)

データ ID	イベント発生条件	アクション		
		データ加工処理	転送処理	通知処理
		パラメータ	パラメータ	パラメータ
Y1	データ到着	データ保持	---	---
Y2	データ到着	Y1データと加算 データID: Y3	ループバック	---
Y3	データ到着	---	データ転送 IPアドレス: B	---

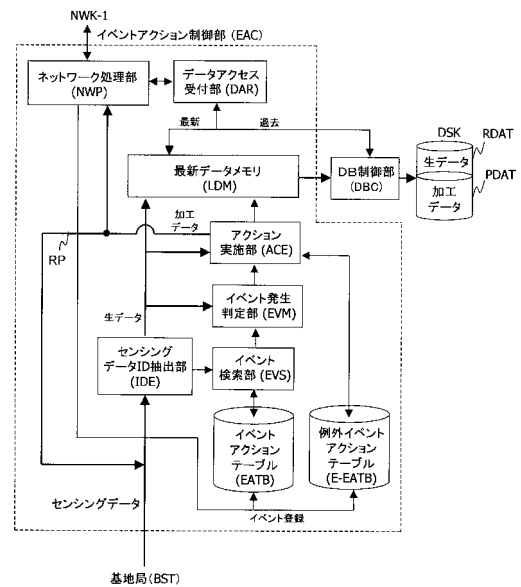
【図 5 3】



【図 5 4】



【図 5 5】



【図 56】

イベントアクションテーブル (EATB)					
データ ID	イベント発生条件	アクション			
		データ加工処理	転送処理	通知処理	例外処理
Z1	データ到着	パラメータ	パラメータ	パラメータ	パラメータ
					スクリプト処理 ファイル名: C

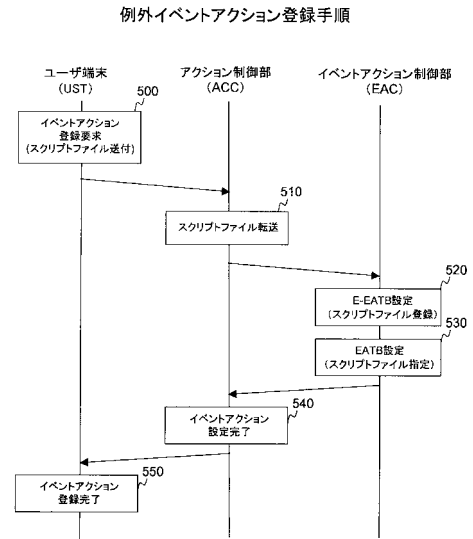
【図 57】

XMLスクリプトファイル例 SCF

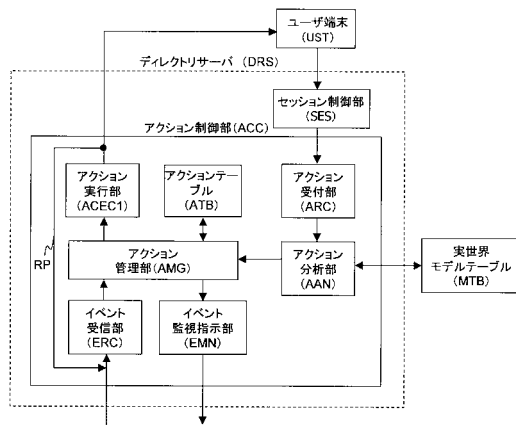
```

<when event="Data ID=Z1">
  <not>
    <between>
      <Param>Temperature</Param>
      <Value>10</Value>
      <Value>20</Value>
    </between>
    </not>
    <progn>
      <sendipMsg url="133.144.xx.xx">暑くなったのでクーラーをつけます</sendipMsg>
      <ask url="cooler.com">
        <set switch="activate"/>
      </ask>
    </progn>
  </when>
  
```

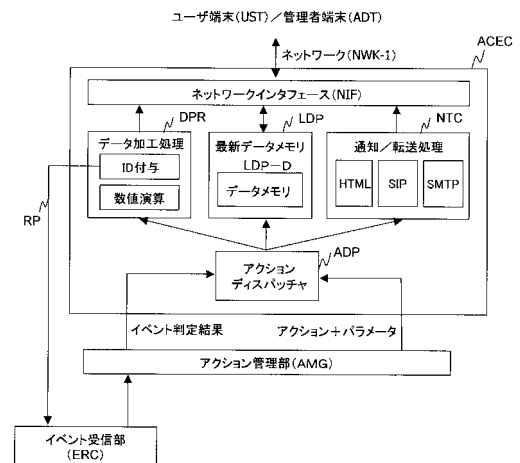
【図 58】



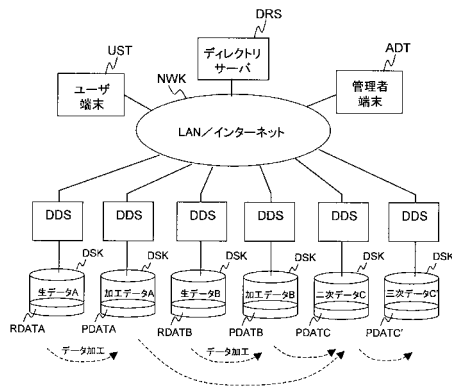
【図 59】



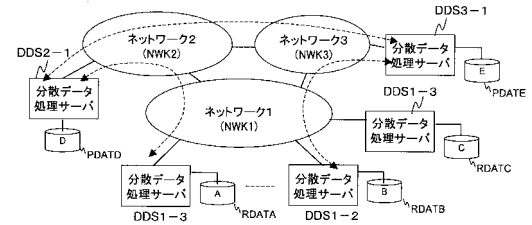
【図 60】



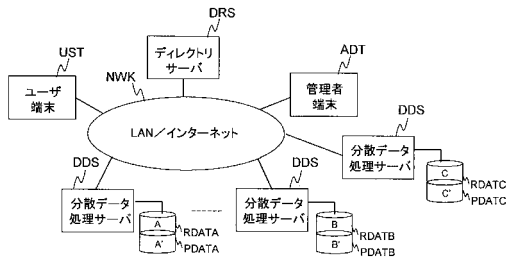
【図 6 1】



【図 6 3】



【図 6 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-151710(JP,A)

特開2003-122796(JP,A)

特開2000-259237(JP,A)

中尾 敏康,ユビキタスサービスのためのセンサ管理機構に関する一考察,第66回(平成16年)全国大会講演論文集(3) データベースとメディア ネットワーク,社団法人情報処理学会,2004年 3月 9日,3-229~3-230ページ

白石 陽,分散センサデータの閲覧のためのインクリメンタルなデータ提供方式,情報処理学会論文誌,日本,社団法人情報処理学会,2003年 9月15日,第44巻 No.SIG12(TOD19),123-138ページ

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G06F 17/30

G08B 25/00