

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5522942号
(P5522942)

(45) 発行日 平成26年6月18日 (2014. 6. 18)

(24) 登録日 平成26年4月18日 (2014. 4. 18)

(51) Int. Cl.	F I		
HO 4W 24/02	(2009. 01)	HO 4W 24/02	
HO 4W 4/02	(2009. 01)	HO 4W 4/02	1 5 0
HO 4W 88/16	(2009. 01)	HO 4W 88/16	
HO 4W 84/10	(2009. 01)	HO 4W 84/10	1 1 0
HO 4W 84/18	(2009. 01)	HO 4W 84/18	

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-550388 (P2008-550388)	(73) 特許権者	506280926
(86) (22) 出願日	平成19年1月11日 (2007. 1. 11)		フィッシャーローズマウント システムズ、 インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2009-523363 (P2009-523363A)		アメリカ合衆国 テキサス州 78759-2369 オースティン リサーチ プラザ ビルディング スリー
(43) 公表日	平成21年6月18日 (2009. 6. 18)	(74) 代理人	100096459
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/000678		弁理士 橋本 剛
(87) 国際公開番号	W02007/082011	(74) 代理人	100092613
(87) 国際公開日	平成19年7月19日 (2007. 7. 19)		弁理士 富岡 潔
審査請求日	平成22年1月8日 (2010. 1. 8)		
(31) 優先権主張番号	60/758, 167		
(32) 優先日	平成18年1月11日 (2006. 1. 11)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線メッシュネットワークにおける、フィールドデバイスのメッセージ経路の視覚的マッピング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のノードを有する無線メッシュネットワークの性能を評価する方法であって、
 前記ノードに関する位置情報を収集することと、
 前記ノードからのネットワーク性能データと、ノードにより提供されるネットワーク性能データと異なる、バッテリー寿命情報を含むノードの稼動に関する1つまたは複数の稼動パラメータと、を収集することと、
 前記位置情報、前記ネットワーク性能データおよび前記ノード稼動パラメータに基づいて、前記無線メッシュネットワークの視覚表示を生成することと、
 を含み、
 前記視覚表示は、各ノードを表すアイコンを含み、各アイコンは、前記位置情報に基づいて前記視覚表示に位置付けられ、
 前記視覚表示は、前記ノード間における割り当てられたメッセージ経路及びノード間の通信動作を表す、アイコン同士を連結する線を含み、
 前記視覚表示は、前記無線メッシュネットワークにおけるノード間をメッセージが通過する際に、メッセージが利用する経路を図式的に視覚化する視覚的ネットワークマップからなり、前記視覚的ネットワークマップの表示は、ホストコンピュータで行われ、これにより、ホストコンピュータと通信しているユーザは、前記視覚的ネットワークマップにおけるノード間の前記線により示される無線通信リンクにおける変化を監視することで潜在的な問題を特定することができるようになっており、前記無線通信リンクは前記ネットワ

ーク性能データに基づいており、

前記ネットワーク性能データは、前記無線通信リンク上における受信した無線信号強度、前記無線通信リンク上における消失メッセージ、および前記無線通信リンク上におけるメッセージの数のうちの少なくとも1つを含んでおり、収集されたネットワーク性能データに基づいて、前記無線メッシュネットワークを介したメッセージ経路がリアルタイムで更新され、

各ノードを表すアイコンは、各ノードに関連するバッテリー寿命情報を含む収集されたノード稼動パラメータを表示し、これにより、ホストコンピュータと通信しているユーザが前記無線メッシュネットワークにおける複数のノードのバッテリー寿命の状態を視覚的に点検することができることを特徴とする方法。

10

【請求項2】

前記視覚表示は、隣接するノードから受信した無線信号強度の表示を含んでいることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記視覚表示は、前記ノードが配置されている領域の物理的な配置上にマッピングされていることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】

複数のノードを有する無線メッシュネットワークであって、該ネットワークを介してメッセージを通信する無線メッシュネットワークと、

メッセージ経路情報を含む前記ノードからのネットワーク性能データを収集するためおよび各ノードに関連するバッテリー寿命情報を含むノードに関する稼動パラメータを収集するためのゲートウェイと、

20

前記ネットワーク性能データおよびノード位置データを記憶するためのデータストレージと、

前記ネットワーク性能データ、前記ノード位置データおよび前記ノード稼動パラメータに基づいて、視覚的ネットワークマップを生成するためのアプリケーションプログラムを含んでいるホストコンピュータと、

前記視覚的ネットワークマップを表示するためのディスプレイと、

を備え、

前記視覚的ネットワークマップは、前記無線メッシュネットワークにおけるノード間をメッセージが通過する際に、メッセージが利用する経路を図式的に視覚化し、ノードの位置および各ノードに関連する稼動パラメータを図示するとともに、ノード間における割り当てられたメッセージ経路及びノード間の通信動作を表すようにノードを連結する線を含み、

30

前記視覚的ネットワークマップの表示は、ホストコンピュータで行われ、これにより、ホストコンピュータと通信しているユーザは、前記視覚的ネットワークマップにおけるノード間の前記線により示される無線通信リンクにおける変化を監視することで潜在的な問題を特定することができるようになっており、前記無線通信リンクは前記ネットワーク性能データに基づいており、

前記ネットワーク性能データは、前記ノード間の前記無線通信リンク上における、受信信号強度、消失メッセージ、およびメッセージの数のうちの少なくとも1つを含んでおり、収集されたネットワーク性能データに基づいて、前記無線メッシュネットワークを介したメッセージ経路がリアルタイムで更新され、

40

表示される視覚的ネットワークマップは、各ノードに関するバッテリー寿命情報を表示し、これにより、ホストコンピュータと通信しているユーザが前記無線メッシュネットワークにおける複数のノードのバッテリー寿命の状態を視覚的に点検することができることを特徴とするシステム。

【請求項5】

各フィールドデバイスが前記複数のノードのうちの1つと関連付けられている、複数のフィールドデバイスをさらに備えていることを特徴とする請求項4に記載のシステム。

50

【請求項 6】

前記ホストコンピュータは、前記ゲートウェイおよび前記無線メッシュネットワークを介して、前記フィールドデバイスにメッセージを送信すると共に、前記フィールドデバイスからメッセージを受信することを特徴とする請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記アプリケーションプログラムにより、前記視覚的ネットワークマップが動的に更新されることを特徴とする請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記視覚的ネットワークマップは、少なくとも一部の前記ノードが収容されている施設の配置を含んでいることを特徴とする請求項 4 に記載のシステム。

10

【請求項 9】

前記視覚的ネットワークマップは、ノードとの無線通信リンク上に、受信した無線信号強度を図示することを特徴とする請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記無線メッシュネットワークは、ゲートウェイを含み、
該ゲートウェイは、前記ノードから前記ネットワーク性能データを収集することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記視覚的ネットワークマップは、少なくとも一部の前記ノードが配置されている施設の描写を含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

[発明の背景]

本発明は、無線ネットワークに関する。具体的には、本発明は、ホストと、無線メッシュネットワークの各ノードにおけるフィールドデバイスとの間で、プロセス制御メッセージが通信される無線メッシュネットワークに関する。

【0002】

多くの工業環境では、在庫やプロセス等を監視および制御するのに、制御システムが使用されている。そのような制御システムは、集中制御室を有し、集中制御室には、集中制御室から分離されていたり、集中制御室から配置上離間されたフィールドデバイスと通信する、ホストコンピュータが設けられていることが多い。

30

【0003】

一般的に、各フィールドデバイスにはトランスデューサが含まれており、トランスデューサは、物理的入力に基づいて出力信号を生成したり、入力信号に基づいて物理的出力を生成することができる。フィールドデバイスで用いられるトランスデューサの種類としては、各種分析機器、各種圧力センサ、各種サーミスタ、各種熱電対、各種ひずみゲージ、各種流量センサ、各種位置決め装置、各種アクチュエータ、各種ソレノイド、各種表示器等がある。

【0004】

従来、アナログフィールドデバイスは、2線式ツイストペアカレントループでプロセスサブシステムおよび制御室に接続されると共に、各デバイスは、単一の2線式ツイストペアループで制御室に接続されてきた。通常、2線間の電圧差は約20～25ボルトに維持され、4～20ミリアンペア(mA)の電流がループ内を流れる。アナログフィールドデバイスは、カレントループ内を流れる電流を、感知されたプロセス変量に比例した電流に変調することによって、制御室に信号を送信する。制御室の制御下で動作するアナログフィールドデバイスは、ループ内を流れる電流の大きさによって制御され、ループ内を流れる電流は、コントローラによって制御されるプロセスサブシステムのポートにより変調される。

40

【0005】

50

これまで、フィールドデバイスは1つの機能しか果たすことができなかつたが、最近では、デジタルデータをカレントループに重畳するハイブリッドシステムが、分散制御システムで用いられるようになってきている。ハイウェイ・アドレスサブル・リモート・トランスデューサ(HART)は、デジタル搬送波信号をカレントループ信号に重畳する。デジタル搬送波信号は、二次情報および診断情報を送信するのに用いることができる。デジタル搬送波信号上で提供される情報の例としては、二次プロセス変量、(例えば、センサ診断、デバイス診断、配線診断、プロセス診断等の)診断情報、作動温度、センサ温度、校正データ、デバイスID番号、設定情報等が挙げられる。したがって、単一のフィールドデバイスが様々な入出力変数を有することが可能であり、また様々な機能を果たすことが可能である。

10

【0006】

別の方法では、制御室にあるホストに複数のフィールドデバイスを接続するのに、デジタル通信バスを用いる。デジタルバスに接続されたフィールドデバイスと共に用いられるデジタル通信プロトコルの例としては、ファウンデーション・フィールドバス、プロフィバス、モトバス、およびデバイスネットが挙げられる。ホストコンピュータと複数のフィールドデバイスとの間におけるメッセージの双方向デジタル通信は、フィールドデバイスに電力を供給するのと同じの2線式伝送路上で行われ得る。

【0007】

一般的に、制御室から遠隔アプリケーションへと、非常に長い、ホームラン方式ケーブルを設置することによって、制御システムに遠隔アプリケーションが加えられてきている。遠隔アプリケーションが、例えば半マイル離れているとすると、そのような長いケーブルを設置するのに関わる費用は高くなり得る。複数のホームラン方式ケーブルを遠隔アプリケーションへと設置する必要がある場合には、その費用はさらに高くなる。無線通信は、望ましい代案を提供し、産業用プロセス制御システムで使用するために、無線メッシュネットワークが提案されるようになった。しかし、費用を最小限に抑えるためには、既存の制御システムおよび通信プロトコルを維持することで、無線通信を調整するために、既存のシステムを変更するのに関わる費用を削減することも望ましい。

20

【0008】

低電力のセンサまたは低電力のアクチュエータを基礎としたアプリケーション用に設計された無線メッシュネットワークシステムでは、ネットワーク内の多数のデバイスに、長寿命バッテリーによって、あるいは低電力のエネルギー抽出(energy-scavenging)電源によって、電力を供給しなければならない。120VACの設備のような電源出力は、一般的にすぐ近くに配置されないか、あるいは多大な設置費用を発生することなく、計装(センサ)やアクチュエータを配置しなければならない危険領域内に配置できない可能性がある。設置費用を低減する必要があるために、無線メッシュネットワークの一部として通信を行うバッテリー駆動デバイスの必要性が高まっている。再充電不能な一次電池のような有限電源を有効利用することが、無線デバイスを正常に機能させるためには不可欠である。バッテリーには、5年を上回る寿命を持つことが期待されており、製品寿命と同程度長持ちすることが好ましい。

30

【0009】

実際の無線メッシュネットワークでは、各ノードが、メッシュネットワーク内の他のノードと同様に、個別にメッセージをルーティングする能力を持たなければならない。メッセージがネットワークを通じてノードからノードへとホッピングするという概念は、有益である。その理由は、より低電力のRF無線機を用いることができ、なおかつメッシュネットワークは、メッセージを一端から他端まで配信する大きな物理的範囲におよぶことができるからである。集中基地局と直接通信する遠隔ノードを使用するポイントツーポイント(2地点間)システムとは対照的に、メッシュネットワークでは、高出力無線機は必要とされない。

40

【0010】

メッシュネットワークプロトコルによって、ノード間でのメッセージ通信、および各ノ

50

ードとデータ収集装置との間のメッセージ通信、または各ノードと、より高レベルでより高速な特定のデータバスへのブリッジあるいはゲートウェイとの間のメッセージ通信に用いる、代替伝送路を形成することができる。無線メッセージのために別の冗長な伝送路を有すれば、環境の影響によって、あるいは干渉によって、たとえ一方の伝送路が遮断されたり、劣化したとしても、メッセージを流すための少なくとも1つの代替伝送路の存在を確保することで、データ信頼性を高めることになる。

【0011】

メッシュネットワークプロトコルの中には、全てのノードが、指定された親ノードと、少なくとも1つの代替親ノードを有するように、確定的にルーティングされるものがある。メッシュネットワークの階層では、人間の家族と同じように、親が子を持ち、子が孫を持つなどしている。各ノードは、各々の子孫（派生ノード）のためのメッセージを、ネットワークを通じてゲートウェイなどの特定の最終送信先まで中継する。親ノードは、バッテリー駆動のデバイス、あるいは有限エネルギー駆動のデバイスであってもよい。ノードは、派生ノードを多く有するほど、多くのトラフィックをルーティングしなければならず、その結果、ノード自体の電力消費が直接的に増大し、そのノードのバッテリー寿命が短くなる。

【0012】

[発明の概要]

複数のノードを有する無線メッシュネットワークの性能は、ノードの位置と、メッシュネットワークを介してメッセージをルーティングするのに用いられるノード間のリンクの位置とを図示する、ネットワークの視覚表示を用いて評価することが可能である。視覚表示は、ノードに関する位置情報と、ノードから収集されるネットワーク性能パラメータに基づいている。

【0013】

ネットワーク性能パラメータには、例えば、特定のノードが通信リンクを確立した、他のノードの識別子、各リンクにおける無線信号の強度、各リンクにおける、消失メッセージの数またはその他のエラーの数、および各リンクにおいて通信が発生する頻度が含まれ得る。視覚表示によって、ユーザは、メッシュネットワーク内の通信伝送路を検査して、潜在的な問題を特定し、ネットワークを調整して、通信性能を改善することができる。

【0014】

[詳細な説明]

本発明は、無線メッシュネットワークにおいてメッセージがノード間を通過する際に、メッセージが利用する経路を図式的に視覚化する方法を提供する。一般的な制御システムでは、制御センターにあるホストコンピュータは、施設内に配置されたフィールドデバイスと通信し、フィールドデバイスが提供すべき情報を表示する。ホストコンピュータとフィールドデバイスとの間におけるメッセージの通信は、有線接続上または無線メッシュネットワーク上となり得る。低電力無線メッシュネットワークでは、デバイスメッセージは、ホストから目標のフィールドデバイスへと直接送られることはない。デバイスメッセージは、送信先に到達するまでに、無線メッシュネットワーク内で多数の経路を利用することが可能である。実際には、ネットワークがより望ましい方法で通信できるようにする必要がある場合に、物理ネットワークの接続形態（トポロジー）を調整できるように、無線メッシュネットワークを介してメッセージが利用する経路が分かることが望ましい。現在、調整を行ったり、または潜在的な問題を特定できるように、有資格者が、無線メッシュネットワークの動的性質を検査して、この種の情報を調べる方法はない。本発明は、フィールドデバイスのメッセージが送信先に到達する過程で無線メッシュネットワークを介して伝送される際に、フィールドデバイスのメッセージが利用する経路を表示する図式的方法である。ネットワークの各ノードがアイコンによって表示されている、無線ネットワークの視覚表示（すなわち視覚的ネットワークマップ）を、ユーザに提供することができる。アイコンを相互接続する線が引かれて、無線ノード間の通信リンクが表される。ノードから収集されたネットワーク性能データに基づいて、ネットワークを介した伝送路がリア

10

20

30

40

50

ルタイムで更新されていくという点で、図式的表示は本質的に動的なものになり得る。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、制御システム 1 0 を示しており、制御システム 1 0 は、無線ネットワーク内における信号経路の視覚的マップが使用され得るシステムの一例である。制御システム 1 0 は、ホストコンピュータ 1 2、高速ネットワーク 1 4、および無線メッシュネットワーク 1 6 を有し、無線メッシュネットワーク 1 6 は、ゲートウェイ 1 8 および無線ノード 2 0、2 2、2 4、2 6、2 8、3 0 を有する。ゲートウェイ 1 8 は、高速ネットワーク 1 4 を介して、メッシュネットワーク 1 6 をホストコンピュータ 1 2 と相互接続する。メッセージは、ネットワーク 1 4 を介して、ホストコンピュータ 1 2 からゲートウェイ 1 8 へと伝送されたのち、複数の異なる伝送路の 1 つを介して、メッシュネットワーク 1 6 内の選
10
択されたノードへと伝送され得る。同様に、メッシュネットワーク 1 6 内の個々のノードからのメッセージは、複数の伝送路の 1 つを介して、ノードからノードへとメッシュネットワーク 1 6 を通してルーティングされたのち、ゲートウェイ 1 8 に到達し、続いて高速ネットワーク 1 4 を介してホスト 1 2 へ伝送される。

【 0 0 1 6 】

制御システム 1 0 は、有線分散制御システム用に設計され、有線分散制御システムに使用されてきたフィールドデバイスを利用できるだけでなく、無線メッシュネットワークで使用するための無線伝送装置として特別に設計されたフィールドデバイスを利用することもできる。ノード 2 0、2 2、2 4、2 6、2 8、3 0 は、従来のフィールドデバイスを含んでいる無線ノードの例を示している。
20

【 0 0 1 7 】

無線ノード 2 0 は、無線機 3 2、無線機器ルータ (W D R) 3 4、およびフィールドデバイス F D 1、F D 2 を有する。ノード 2 0 は、1 つの固有の無線アドレスと、2 つの固有のフィールドデバイスアドレスとを有する、ノードの一例である。

【 0 0 1 8 】

ノード 2 2、2 4、2 6、2 8 は、各々が、1 つの固有の無線アドレスと、1 つの固有のフィールドデバイスアドレスとを有するノードを示す例である。ノード 2 2 は、無線機 3 6、W D R 3 8、およびフィールドデバイス F D 3 を有する。同様に、フィールドデバイス 2 4 は、無線機 4 0、W D R 4 2、およびフィールドデバイス F D 4 を有し、ノード 2 6 は、無線機 4 4、W D R 4 6、およびフィールドデバイス F D 5 を有し、ノード 2 8
30
は、無線機 4 8、W D R 5 0、およびフィールドデバイス F D 6 を有する。

【 0 0 1 9 】

ノード 3 0 は、1 つの固有の無線アドレスと、3 つの固有のフィールドデバイスアドレスとを有する。ノード 3 0 は、無線機 5 2、W D R 5 4、およびフィールドデバイス F D 7、F D 8、F D 9 を有する。

【 0 0 2 0 】

無線ネットワーク 1 6 は、長寿命バッテリーあるいは低電力のエネルギー抽出電源によって、多数のノードが駆動される、低電力ネットワークであることが好ましい。無線ネットワーク 1 6 を介した通信は、メッシュネットワークの構成に従って行うことができ、メッシュネットワークの構成では、メッセージは、ネットワーク 1 6 を通して、ノードから
40
ノードへと伝送される。メッセージがネットワーク 1 6 を通してノードからノードへと伝送されることにより、低電力の R F 無線機を使用することが可能になる一方、ネットワーク 1 6 は大きな物理的範囲におよび、メッセージをネットワークの一端から他端まで配信することが可能になる。

【 0 0 2 1 】

制御システム 1 0 では、ホストコンピュータ 1 2 はフィールドデバイス F D 1 ~ F D 9 と通信し、フィールドデバイス F D 1 ~ F D 9 から受信したメッセージに格納されている情報を表示する。無線メッシュネットワーク 1 6 では、ホストコンピュータ 1 2 からフィールドデバイス F D 1 ~ F D 9 へのメッセージ、およびフィールドデバイス F D 1 ~ F D 9 からホストコンピュータ 1 2 へ戻るメッセージは、最終送信先に到達するまでに、ネッ
50

トワーク 16 を介して複数の経路を利用し得る。図 1 は、わずか 6 つの無線ノード 20 ~ 30 を有する、簡略化されたシステムを示しているものの、無線メッシュネットワーク 16 は、さらに多くのノードを有することが可能であり、その結果、メッセージが伝送される潜在的な経路はさらに多くなる。

【 0 0 2 2 】

実際には、無線メッシュネットワークが効率的に通信できるようにする必要がある場合に、物理ネットワークの接続形態を調整できるように、無線メッシュネットワークを介してメッセージが利用する経路が分かることが望ましい。ネットワークの長所および短所を特定したり、ネットワーク内の問題を診断およびトラブルシューティングしたり、少なくとも 1 つのノードの損傷によって生じ得るネットワーク性能の変化を検出したり、あるいは、ネットワークが稼動している施設内において、ノード間の無線リンクに新たな干渉源をもたらし得る変化に起因した、性能の変化を検出したりするために、無線メッシュネットワークの動的性質を検査する能力は、以前、ユーザに提供されていなかった。

10

【 0 0 2 3 】

図 2 に説明されている方法 40 は、潜在的な問題を特定して修正措置を取るために、ユーザが無線メッシュネットワークの性能を評価できる手段を提供する。各ノードの位置を示す位置情報（ステップ 42）、および各ノードから収集された性能情報（ステップ 44）を用いて、無線ネットワークの視覚表示が生成される（ステップ 46）。この視覚表示は、ネットワークの各ノードがアイコンによって表示される視覚的ネットワークマップとなり得る。ノード間の通信動作を表すために、アイコン間に線を引くことができる。各リンクにおける受信無線信号の強度、特定のリンク上におけるエラー率、および各リンク上で生じる動作の量などといった、他のネットワーク性能パラメータも、マップの一部として表示することができる。

20

【 0 0 2 4 】

無線ネットワークの接続形態についての物理的レイアウトを提供するために、ネットワークの視覚表示の生成には、ノードに関する位置情報が利用される。位置情報は、無線ネットワークをインストールする間に収集することができる。インストーラは、インストールされる各ノードの位置情報を提供することができる。位置情報は、GPS 座標の形式であってもよく、または、実際のプラント配置内における他の構造物に対する、ノードの相対的位置によって規定されてもよい。あるいは、ノードの GPS 座標を、無線メッシュネットワーク上に送信されるメッセージの一部として提供できるように、一部のノードまたは全てのノードは、組み込まれた GPS センサを含んでもよい。さらに別の代案は、無線メッシュネットワーク内の特定のノードについての位置情報を確立した後に、他のノードの位置を導き出すために、三角測量技術を用いることである。

30

【 0 0 2 5 】

位置データは、収集されて、データベースに記憶される。新たなノードがネットワークに追加される場合、または既存のノードが移動される場合、ノードの位置を視覚的ネットワークマップにおいて正確に図示するために、位置情報を更新しなければならない。

【 0 0 2 6 】

位置情報によって、視覚的ネットワークマップは、無線メッシュネットワークのノードの相対的位置を正確に示すことができる。さらに、位置情報は、ネットワークのノードを実際のプラント配置の画像上にマッピングするのに用いることができる。ネットワークのノードを実際のプラント配置の画像上にマッピングすることは、プラント内における他の物理的対象に対するノードの相対的な位置を示すのに用いることが可能であり、それら物理的対象は、例えば特定のノード間の通信に干渉する可能性がある。

40

【 0 0 2 7 】

制御システム 10 が最初に初期化される際に、各ノードからネットワーク性能データが収集される。任意のノードについて、性能データには、その任意のノードと通信リンクを確立しているノードの識別子が含まれている。また、性能データには、確立された各リンク上で発生している送信の数、各リンク上で生じたエラーの数、および各リンク上にお

50

る受信信号の信号強度も含まれ得る。

【 0 0 2 8 】

この性能データは、ゲートウェイ 1 8 に送信されるメッセージに記録され、そして、ゲートウェイ 1 8 に記憶されてもよいし、ホストコンピュータ 1 2 に転送されてもよい。いずれの場合でも、性能データは各ノードから収集されるので、視覚的ネットワークマップは、性能データを用いて構築可能である。全てのノードからデータが収集された時点で、完全なマップを表示することができる。

【 0 0 2 9 】

最も単純な形式では、視覚的ネットワークマップは、各ノードの物理的な位置、および各ノードによって確立された、隣接したノードとのリンクを表示する。ノードとリンクとを見ることによって、特定のノード（およびこの特定のノードに配置されているフィールドデバイス）へメッセージがルーティングされる経路を突き止めることができる。

【 0 0 3 0 】

ネットワークが稼動し続けている間に、視覚的ネットワークマップを動的に更新できるように、性能データが収集される。ノードからの性能データの収集は、定期的に行ってもよいし、ゲートウェイ 1 8 から各ノードに送信されるコマンドに対し、要求に応じて行ってもよい。要求に応じたデータ収集は、ホストコンピュータ 1 2 と通信しているユーザによって開始されてもよい。

【 0 0 3 1 】

視覚的ネットワークマップの表示は、ホストコンピュータ 1 2 で行われる。ただし、視覚的ネットワークマップの表示は、別の場所で行うことも可能である。ホストコンピュータ 1 2 上で実行されるアプリケーション・プログラムは、ユーザの要求に応じて、複数の異なるフォーマットのうちの 1 つのフォーマットで視覚的ネットワークマップを構築するために、記憶された位置情報およびネットワーク性能データを使用する。新たなデータが無線ネットワーク 1 6 から収集されると、アプリケーションは、ホストコンピュータ 1 2 を用いて、視覚的ネットワークマップを動的に再描画する。

【 0 0 3 2 】

図 3 A は、視覚的ネットワークマップ 5 0 を示し、視覚的ネットワークマップ 5 0 は、無線メッシュネットワーク 1 6 の最初の時点での稼動状況を表している。この例では、視覚的ネットワークマップ 5 0 は、各ノード 2 0 ~ 3 0 を四角ブロックとして示している。各種ノード 2 0 ~ 3 0 の間で確立された通信リンク L 1 ~ L 1 0 は、ノード間の直線によって表されている。

【 0 0 3 3 】

この特定の例では、エラー率、信号強度、またはリンクの使用頻度などといった他の性能データは、視覚的ネットワークマップ 5 0 上に示されていない。しかし、視覚的ネットワークマップの他のバージョンでは、様々な図示方式で、そういった情報を提供することができる。さらに、視覚的ネットワークマップ 5 0 は、ユーザが矢印またはカーソルを移動させて、特定のリンクを選択する機能を備えることができる。特定のリンクが選択されたときに、選択された特定のリンクに固有の性能データを表示することができる。同様に、特定のノードを選択することにより、特定のノードに関連するネットワーク性能情報を表示させることも可能になる。上述したデータに加えて、ノードの動作に関連する別のパラメータを表示することができる。例えば、表示を用いた、ネットワークの視覚的検査の一部として、各ノードにおけるバッテリー寿命を確認することが可能であろう。

【 0 0 3 4 】

図 3 B は、後の時点での視覚的ネットワークマップ 5 0 を示し、この時点でノード 2 4 とノード 2 6 との間の通信は、もはや行われていない。（図 3 A に図示された）リンク L 6 は、図 3 B では存在していない。リンク L 6 が存在していないのは、ノード 2 4 とノード 2 6 とのいずれかでの損傷または機能不良の結果であったり、あるいはネットワーク 1 6 がインストールされたプラント内で、新たな機器のような干渉源が導入されたことによるものであったりする可能性がある。視覚的ネットワークマップ 5 0 に示される、リンク

10

20

30

40

50

における変化を監視することによって、ユーザは、潜在的な問題を特定し、もしあれば、どのような修正措置が必要であるのかを決定することができる。例えば、付近に別のノードを追加することによって、ノード24とノード26との間にはもはや直接存在しないリンクに代わる、代替伝送路を提供することができる。あるいは、リンクを再確立させるために、ノードのうちの1つを再配置することが必要となり得る。

【0035】

図4～6は、別の表示フォーマット、および異なる数のノードを示している。図4では、視覚的ネットワークマップ60は、図1, 3A, 3Bの制御システム10よりはるかに大きいシステムを示すための多数のノードNおよびリンクLを含んでいる。視覚的ネットワークマップ60では、複数の無線ネットワークが示されている。図5は、視覚的ネットワークマップ70を示し、視覚的ネットワークマップ70は、プラント配置P上に重ね合わされたノードNおよびリンクLを含んでいる。図6では、信号強度チャートSが、視覚的ネットワークマップ80の一部として示されている。無線メッシュネットワークの性能を評価するのに必要な情報をユーザに提供するために、様々なネットワーク性能データを用いた、幅広い種類の表示フォーマットが利用可能である。

10

【0036】

本発明は、好ましい実施形態を参照しながら説明されているが、当業者は、本発明の精神および本発明の範囲から逸脱することなく、形態の変更及び詳細な変更が可能であることを認識するであろう。

【図面の簡単な説明】

20

【0037】

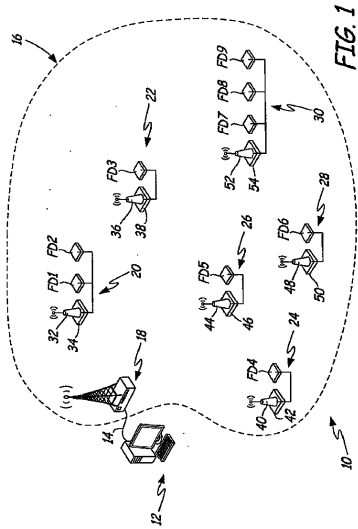
【図1】無線メッシュネットワークが、ホストとフィールドデバイスとの間で無線メッセージをルーティングする、制御システムを示す図面である。

【図2】メッセージのルーティング、および無線メッシュネットワークのネットワーク性能を、図式的に視覚化する方法のフローチャートである。

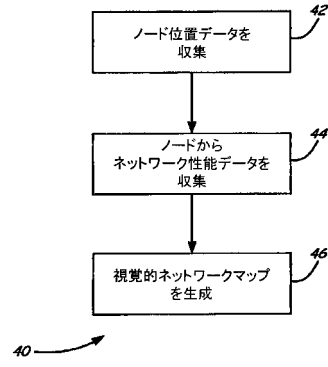
【図3A - 3B】位置情報と、異なる時点にて無線ネットワークのノードから得た性能統計とを用いて形成された、図1における無線メッシュネットワークの視覚的ネットワークマップである。

【図4 - 6】別の視覚的ネットワークマップを示す。

【図1】



【図2】



【図3A】

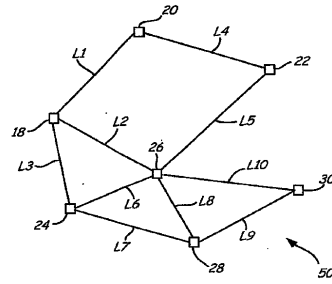


FIG. 3A

【図3B】

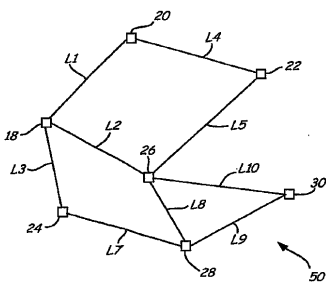


FIG. 3B

【図4】

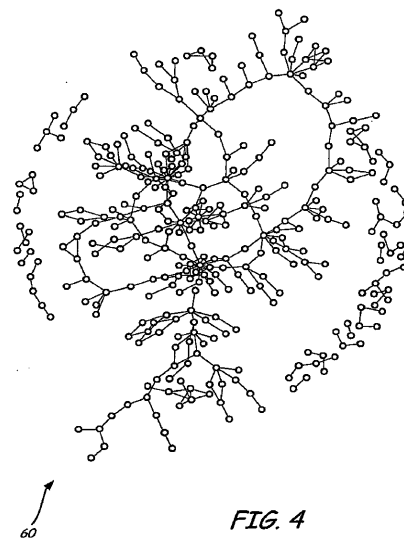
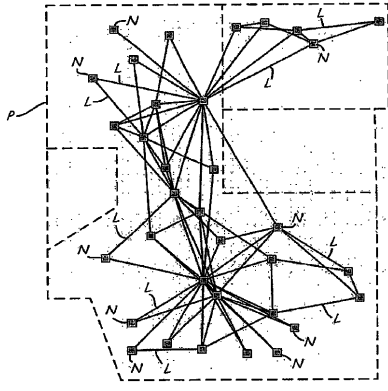


FIG. 4

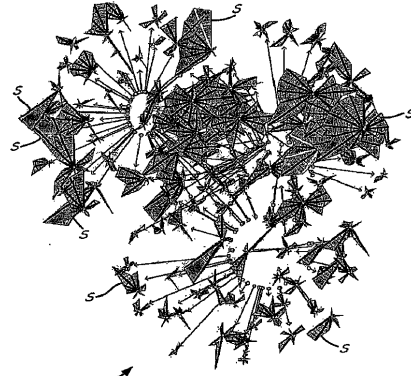
【 図 5 】



70

FIG. 5

【 図 6 】



80

FIG. 6

フロントページの続き

- (72)発明者 ドブロウスキー パトリック エム.
アメリカ合衆国 テキサス 78759-2369, オースティン, リサーチ パーク プラ
ザ, ビルディング スリー, リサーチ ブールバード-ロードアパートメント 12301 フ
ィッシャー ローズマウント システムズ, インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ラブグレン エリック アール.
アメリカ合衆国 テキサス 78759-2369, オースティン, リサーチ パーク プラ
ザ, ビルディング スリー, リサーチ ブールバード-ロードアパートメント 12301 フ
ィッシャー ローズマウント システムズ, インコーポレイテッド内
- (72)発明者 オース ケリー エム.
アメリカ合衆国 テキサス 78759-2369, オースティン, リサーチ パーク プラ
ザ, ビルディング スリー, リサーチ ブールバード-ロードアパートメント 12301 フ
ィッシャー ローズマウント システムズ, インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ストッツ カイル エル.
アメリカ合衆国 テキサス 78759-2369, オースティン, リサーチ パーク プラ
ザ, ビルディング スリー, リサーチ ブールバード-ロードアパートメント 12301 フ
ィッシャー ローズマウント システムズ, インコーポレイテッド内

審査官 野元 久道

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2004/0259555(US, A1)
国際公開第2004/553605(WO, A1)
特開2003-199137(JP, A)
国際公開第01/061930(WO, A1)
特開2003-188795(JP, A)
特表2003-512777(JP, A)
特開2005-309530(JP, A)
特開2004-56604(JP, A)
特開2003-244146(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 24/02
H04W 4/02
H04W 84/10
H04W 84/18
H04W 88/16