(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 8 月 13 日(13.08.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/118914 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 29/14 (2006.01) *G05B 23/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050739

(22) 国際出願日: 2015 年 1 月 14 日(14.01.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2014-019594 2014 年 2 月 4 日(04.02.2014) JP

(71) 出願人: 横河電機株式会社(YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1808750 東京都武蔵野市中町２丁目９番３２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 佐々木 博一(SASAKI Hirokazu); 〒1808750 東京都武蔵野市中町２丁目９番３２号 横河電機株式会社内 Tokyo (JP). 藤本 直之(FUJIMOTO Naoyuki); 〒1808750 東京都武蔵野市中町２丁目９番３２号 横河電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 棚井 澄雄, 外(TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

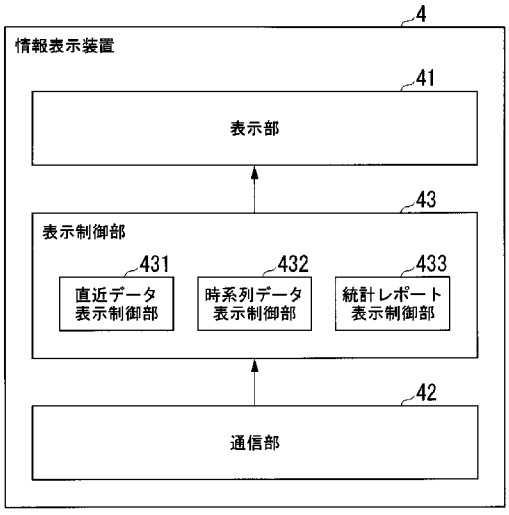
[続葉有]

(54) **Title**: INFORMATION DISPLAY DEVICE, INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION DISPLAY SYSTEM, AND INFORMATION DISPLAY METHOD

(54) 発明の名称 : 情報表示装置、情報処理装置、情報表示システム、および情報表示方法

(57) **Abstract**: An information display device is provided with a display unit and a display control unit. The display control unit causes statistical information obtained by statistically processing, over a predefined period and using an information processing device, communication quality information indicating the quality of communication between a field apparatus installed in a plant and the information processing device to be displayed by the display unit in correspondence with apparatus specification information for specifying the field apparatus.

(57) 要約: 情報表示装置は、表示部と表示制御部とを備える。前記表示制御部は、プラントに設置されたフィールド機器と情報処理装置との間の通信品質を示す通信品質情報を前記情報処理装置により予め規定された期間に亘って統計処理して得られる統計情報を、フィールド機器を特定する機器特定情報に対応させて表示部に表示させる。



4 Information display device
41 Display unit
42 Communication unit
43 Display control unit
431 Most recent data display control unit
432 Time-series data display control unit
433 Statistical report display control unit

WO 2015/118914 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

情報表示装置、情報処理装置、情報表示システム、および情報表示方法

技術分野

[0001] 本発明は、情報表示装置、情報処理装置、情報表示システム、および情報表示方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、プラントや工場などにおいて高度な自動操業を実現すべく、フィールド機器と呼ばれる現場機器(測定器、操作器)と、これらの管理および制御を行う制御装置とを、通信手段を介して接続した分散制御システム（ＤＣＳ：Ｄｉｓｔｒｉｂｕｔｅｄ　Ｃｏｎｔｒｏｌ　Ｓｙｓｔｅｍ）が構築されている。プラントや工場などの運用を安定させるには、フィールド機器からの情報が損失したり、遅延したりすることなく、制御装置に送信されることが望ましい。

[0003] 通信経路の監視や設定には、例えば、パケット誤り率（ＰＥＲ：Ｐａｃｋｅｔ　Ｅｒｒｏｒ　Ｒａｔｅ）や受信信号強度（ＲＳＳＩ：Ｒｅｃｅｉｖｅｄ　Ｓｉｇｎａｌ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ　Ｉｎｄｉｃａｔｉｏｎ）、送受信間遅延（Ｌａｔｅｎｃｙ）などの指標が用いられる。これらの指標に基づいて、無線経路の設定を行う装置が提供されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１２－１４７２９８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の技術では、通信経路が長時間安定しているか否かがわかりにくい場合があった。例えば、制御装置は、上記パケット誤り率や受信信号強度などの情報を随時取得し、監視や制御に利用するが、当該パケッ

ト誤り率や受信信号強度などの情報は保持されて来なかった。従って、通信経路の通信品質の経時変化を解析することができず、通信経路が長期的に安定しているか否かをわかり易く示すことができない場合があった。

[0006] 本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、通信経路の長期間に亘る安定性をわかり易く示すための情報表示装置、情報処理装置、情報表示システム、および情報表示方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明の情報表示装置は、表示部と、プラントに設置されたフィールド機器と情報処理装置との間の通信品質を示す通信品質情報を予め規定された期間に亘って統計処理して得られる統計情報を、前記フィールド機器を特定する機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる表示制御部と、を備える。

また、本発明の情報表示装置は、前記通信品質情報は、前記フィールド機器から送信される通信健全性情報およびプロセスデータの少なくとも一方を用いて求められる情報である。

また、本発明の情報表示装置は、前記表示制御部は、前記フィールド機器のバッテリー残量を示す機器電源情報を、前記機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる。

また、本発明の情報表示装置は、前記表示制御部は、前記統計情報と前記フィールド機器の通信品質の良否を判定するために設定された閾値との比較結果を、前記機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる。

また、本発明の情報表示装置は、前記閾値として、フィールド機器毎に異なる値を設定可能である。

また、本発明の情報表示装置は、前記表示制御部は、前記予め規定された期間における前記通信品質情報の分布を、前記機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる。

また、本発明の情報表示装置は、前記表示制御部は、前記通信品質情報の分布とともに前記統計情報を前記表示部に表示させる。

また、本発明の情報表示装置は、前記表示制御部は、前記通信品質情報の経時変化を前記表示部に更に表示させる。

また、本発明の情報表示装置は、前記表示制御部は、同一のフィールド機器について、前記通信品質情報が示す通信品質が、当該フィールド機器が現在使用している通信経路に比して優れている他の通信経路が存在することを示す通知を、前記機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる。

また、本発明の情報処理装置は、プラントに設置されたフィールド機器から送信される通信健全性情報およびプロセスデータの少なくとも一方を用いて前記フィールド機器の通信品質を示す通信品質情報を求める演算部と、前記演算部によって求められた前記通信品質情報を予め規定された期間に亘って統計処理して統計情報を得る統計処理部と、前記統計処理部で得られた前記統計情報を出力する出力部と、を備える。

また、本発明の情報表示システムは、プラントから得られる情報を表示する情報表示システムであって、前記プラントに設置されたフィールド機器から送信される通信健全性情報およびプロセスデータの少なくとも一方を用いて前記フィールド機器の通信品質を示す通信品質情報を求める演算部と、前記演算部によって求められた前記通信品質情報を予め規定された期間に亘って統計処理して統計情報を得る統計処理部と、前記統計処理部で得られた前記統計情報を出力する出力部と、を備える情報処理装置と、前記情報処理装置から出力される前記統計情報を表示する情報表示装置と、を備える。

また、本発明の情報表示システムにおいて、前記情報表示装置は、表示部と、前記統計情報を、前記フィールド機器を特定する機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる表示制御部と、を備える。

また、本発明の情報表示方法は、プラントに設置されたフィールド機器と情報処理装置との間の通信品質を示す通信品質情報を予め規定された期間に亘って統計処理して統計情報を得る第１ステップと、前記第１ステップで得られた前記統計情報を、前記フィールド機器を特定する機器特定情報に対応させて表示する第２ステップと、を有する。

また、本発明の情報表示方法は、前記第１ステップの前に、前記プラントに設置されたフィールド機器から送信される通信健全性情報およびプロセスデータの少なくとも一方を用いて前記フィールド機器の通信品質を示す通信品質情報を求める第３ステップを有する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、通信経路の長期間に亘る安定性をわかり易く示すことができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の一実施形態に係る情報表示システムの概念図である。

[図2]本実施形態に係る情報表示システムの動作の第１例を示すシーケンス図である。

[図3]本実施形態に係る情報表示システムの動作の第２例を示すシーケンス図である。

[図4]本実施形態に係る情報処理装置の概略機能構成の一例を示すブロック図である。

[図5]本実施形態に係る情報処理装置が処理するデータを記憶する記憶装置の種類の一例を示す図である。

[図6]本実施形態に係るプロセスデータ損失数、送受信間遅延、および受信間隔を示すタイミングチャートである。

[図7]本実施形態に係る情報表示装置の概略機能構成の一例を示すブロック図である。

[図8]本実施形態に係る直近データなどを表示する場合の表示態様の一例を示す図である。

[図9]本実施形態に係る統計レポートを表示する場合の表示態様の一例を示す図である。

[図10]本実施形態に係る機器電源情報を表示する場合の表示態様の選択方法の一例を示す表である。

[図11]本実施形態に係る通信品質情報の値の分布などを表示する場合の表示

態様の一例を示す図である。

[図12]本実施形態に係る通信品質情報の時系列データなどを表示する場合の表示態様の一例を示す図である。

[図13]本実施形態に係る統計情報と比較を行う閾値の設定画面の表示態様の一例を示す図である。

[図14]本実施形態に係る直近データなどを表示する場合の表示態様の一例を示す図である。

[図15]本実施形態に係るフィールド機器の通信経路設定のための画面の表示態様の一例を示す図である。

[図16]本実施形態に係るフィールド機器が通信に使用する周波数帯域の経時変化の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] ［情報表示システムの概要］

以下、図面を参照しながら本発明の一実施形態について詳しく説明する。

図１は、本発明の一実施形態に係る情報表示システムＳ１の概念図である。

情報表示システムＳ１は、プラントや工場などにおいて、フィールド機器を管理し、制御するためのシステムである。プラントとしては、化学等の工業プラントの他、ガス田や油田等の井戸元やその周辺を管理制御するプラント、水力・火力・原子力等の発電を管理制御するプラント、太陽光や風力等の環境発電を管理制御するプラント、上下水やダム等を管理制御するプラント等がある。情報表示システムＳ１は、フィールド機器１と、アクセスポイント２と、情報処理装置３と、情報表示装置４と、を備える。

[0011] フィールド機器１は、例えば流量計や温度センサ等のセンサ機器、流量制御弁や開閉弁等のバルブ機器、ファンやモータ等のアクチュエータ機器、プラント内の状況や対象物を撮影するカメラやビデオ等の撮像機器、プラント内の異音等を収集したり警報音等を発したりするマイクやスピーカ等の音響機器、各機器の位置情報を出力する位置検出機器、その他の機器である。ア

クセスポイント２は、例えば、バックボーンルータである。情報処理装置３は、プラントから得られる情報を処理する装置であり、例えば、ゲートウェイやシステムマネージャなどの装置である。情報表示装置４は、プラントから得られる情報をＧＵＩ（Ｇｒａｐｈｉｃａｌ　Ｕｓｅｒ　Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ）によって表示する表示部を備える装置である。

[0012] フィールド機器１とアクセスポイント２とは、例えばＩＳＡ１００．１１ａやＷｉｒｅｌｅｓｓＨＡＲＴ（登録商標）等の産業用無線通信規格に準拠した無線通信を行う。フィールド機器１は、例えば、第１経路と第２経路との複数のアクセスポイント２と、冗長化された通信が可能である。また、フィールド機器１は、設定に応じて、第１経路または第２経路として通信を行うアクセスポイント２を切り替える機能を有する。アクセスポイント２と、情報処理装置３と、情報表示装置４とは、ネットワーク５を介して通信を行う。ネットワーク５は、例えばバックボーンネットワークである。

[0013] 図２は、情報表示システムＳ１の動作の第１例を示すシーケンス図である。

まず、フィールド機器１は、被測定流体の流量や圧力や温度等のプロセスデータを取得し、取得したプロセスデータを、無線通信を介して、アクセスポイント２に送信する（ステップＳ１０１）。ここで、プロセスデータは、送信時刻を示す送信時刻情報（タイムスタンプ）と、データ番号を示すシーケンス番号とを含み、所定の周期で送信される。次に、アクセスポイント２は、プロセスデータを取得し（ステップＳ１０２）、取得したプロセスデータを情報処理装置３に送信する（ステップＳ１０３）。

[0014] 次に、情報処理装置３は、プロセスデータを取得し（ステップＳ１０４）、取得したプロセスデータに基づいて、受信間隔（Ｉｎｔｅｒｖａｌ）、送受信間遅延（Ｌａｔｅｎｃｙ）、およびプロセスデータ損失数（Ｐｕｂｌｉｃａｔｉｏｎ　Ｌｏｓｓ）を演算する（ステップＳ１０５）。受信間隔、送受信間遅延、およびプロセスデータ損失数は、フィールド機器１から情報処理装置３までの通信経路の通信品質を示す通信品質情報である。通信品質情

報の算出方法は、後述する。情報処理装置３は、演算結果の通信品質情報を自装置の記憶部に直近データとして記憶する（ステップＳ１０６）。次に、情報処理装置３は、演算結果の通信品質情報を、予め規定された期間に亘って統計処理することにより、統計情報を生成する（ステップＳ１０７）。

[0015] ここで、本実施形態において、統計情報には、時間に対応付けられた時系列データと、統計レポートデータとがある。時系列データには、毎分データ、毎時データ、および毎日データがある。毎分データは、１分間の通信品質情報を統計処理したデータである。毎時データは、１時間の通信品質情報を統計処理したデータである。毎日データは、１日間の通信品質情報を統計処理したデータである。直近データと時系列データとには、フィールド機器１の運転状態を示す運転状態情報が含まれる。統計レポートデータは、後述する統計レポートを表示するための情報を集約したものである。

[0016] 次に、情報処理装置３は、生成した統計情報を自装置の記憶部に記憶する（ステップＳ１０８）。情報処理装置３は、情報表示装置４からの要求に応じて、直近データ、時系列データ、および統計レポートデータを情報表示装置に送信する（ステップＳ１０９）。情報表示装置４は、直近データ、時系列データ、および統計レポートデータを取得し（ステップＳ１１０）、取得した情報を表示する（ステップＳ１１１）。

[0017] 図３は、情報表示システムＳ１の動作の第２例を示すシーケンス図である。

まず、フィールド機器１は、無線通信を介して、通信健全性情報をアクセスポイント２に送信する（ステップＳ２０１）。ここで、通信健全性情報は、無線通信の通信成功回数、通信失敗回数、計測受信信号強度、利用チャネル番号、および送信見送り回数を含み、所定の周期で送信される。また、フィールド機器１は、自装置が通信を行うことができる範囲に存在するアクセスポイント２各々について、通信健全性情報を取得してよい。次に、アクセスポイント２は、通信健全性情報を取得し（ステップＳ２０２）、取得した通信健全性情報を情報処理装置３に送信する（ステップＳ２０３）。

[0018] 次に、情報処理装置３は、通信健全性情報を取得し（ステップＳ２０４）、取得した通信健全性情報に基づいて、パケット誤り率（ＰＥＲ）、受信信号強度（ＲＳＳＩ）、および送信見送り率（ＣＣＡ Ｂａｃｋ ｏｆｆ。なお、ＣＣＡは、Ｃｌｅａｒ Ｃｈａｎｎｅｌ Ａｓｓｏｃｉａｔｉｏｎの略）を演算する（ステップＳ２０５）。パケット誤り率、受信信号強度、および送信見送り率は、通信品質情報である。通信品質情報の算出方法は後述する。情報処理装置３は、演算結果の通信品質情報を自装置の記憶部に直近データとして記憶する（ステップＳ２０６）。ステップＳ２０７からステップＳ２１１までの処理は、それぞれ、図２に示すステップＳ１０７からステップＳ１１１までの処理と同様であるため説明を省略する。なお、フィールド機器１は、自装置の電源の状態を示す機器電源情報を情報処理装置３に送信する。また、電源がバッテリーの場合、機器電源情報はバッテリー残量の情報を含む。

[0019] ［情報処理装置の概要］

図４は、情報処理装置３の概略機能構成の一例を示すブロック図である。

情報処理装置３は、通信部３１と、記憶部３２と、取得部３３１と、演算部３３２と、毎分データ生成部３３３と、毎時データ生成部３３４と、毎日データ生成部３３５と、統計レポート生成部３３６と、送信制御部３３７と、を備える。また、情報処理装置３は、装置の内部にＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）や記憶装置を備える。

[0020] 通信部３１は、ネットワーク５に接続される通信インタフェースを備え、アクセスポイント２および情報表示装置４と通信する。

記憶部３２は、例えば、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）やＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）などの主記憶装置と補助記憶装置とを備える。また、これらの記憶装置は、例えば、フラッシュメモリ（Ｆｌａｓｈ ｍｅｍｏｒｙ）などの大容量不揮発メモリや、ＤＲＡＭ（Ｄｙｎａｍｉｃ Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）などの大容量揮発メモリ、ＦｅＲＡＭ（Ｆｅｒｒｏｅｌｅｃｔｒｉｃ Ｒａｎｄｏ

ｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）などの小容量不揮発メモリを用いて構成される。

[0021] また、記憶部３２は、ファームウェアやアプリケーションプログラムなど、情報処理装置３が備えるＣＰＵが実行するための各種プログラムやＣＰＵが実行した処理の結果などを記憶する。例えば、記憶部３２は、機器毎のプロセスデータの送信時間間隔を示す設定情報を記憶する。また、例えば、記憶部３２は、統計レポート生成部３３６による判定処理に利用する機器毎の閾値の設定情報を記憶する。また、例えば、記憶部３２は、機器の使用チャネル番号のスロットへの割り当てを示すチャネル割当情報を記憶する。取得部３３１と、演算部３３２と、毎分データ生成部３３３と、毎時データ生成部３３４と、毎日データ生成部３３５と、統計レポート生成部３３６と、送信制御部３３７とは、例えば、情報処理装置３の備えるＣＰＵが記憶部３２に記憶されているプログラムを実行することによって機能する。

[0022] また、記憶部３２は、直近データ記憶部３２１と、毎分データ記憶部３２２と、毎時データ記憶部３２３と、毎日データ記憶部３２４と、統計レポート記憶部３２５と、を備える。

直近データ記憶部３２１は、通信品質情報の直近データを記憶する。

毎分データ記憶部３２２は、時系列データのうち、直近データを１分間毎に統計処理して得られる毎分の通信品質情報である毎分データを記憶する。

毎時データ記憶部３２３は、時系列データのうち、毎分データを１時間毎に統計処理して得られる毎時の通信品質情報である毎時データを記憶する。

毎日データ記憶部３２４は、時系列データのうち、毎時データを１日間毎に統計処理して得られる毎日の通信品質情報である毎日データを記憶する。

統計レポート記憶部３２５は、通信品質情報から生成される統計レポートデータを記憶する。

[0023] 図５は、情報処理装置３が処理するデータを記憶する記憶装置の種類の一例を示す図である。

フラッシュメモリは、大容量であり、電源がオフになってもデータが失わ

れないが、書き込み回数の寿命が短いという特性を有する。このフラッシュメモリには、毎分データ、毎時データ、毎日データ、情報表示システムＳ１が備える各機器の接続態様を示す経路情報、および各機器の種類や設定、識別情報を示す機器情報などが記憶される。

[0024] ＤＲＡＭは、電源がオフになるとデータが失われるが、大容量であり、書き込み回数の寿命が長いという特性を有する。このＤＲＡＭには、直近データ、毎時データの演算に利用する毎分データの一時保存データ（一時保存毎分データ）、毎日データの演算に利用する毎時データの一時保存データ（一時保存毎時データ）が記憶される。

ＦｅＲＡＭは、小容量であるが、電源オフによりデータが失われないという特性を有する。このＦｅＲＡＭには、フラッシュメモリに記憶される各データの記憶位置についての情報である索引情報が記憶される。

[0025] 上述したように、フラッシュメモリは、不揮発性であるが、書き込み回数に制限がある。そこで、本実施形態において、情報処理装置３は、更新頻度が高い直近データと、当該直近データに基づいて演算される毎分データと、当該毎分データに基づいて演算される毎時データとをＤＲＡＭに一時的に蓄積させる。そして、毎分データと毎時データとを蓄積後にＤＲＡＭからフラッシュメモリに移すことにより、フラッシュメモリの書き込み回数を低減させる。これにより、情報処理装置３は、フラッシュメモリの故障を抑制し、データをより安定して保持することができる。また、ＤＲＡＭに蓄積された毎時データに基づいて演算される毎日データ、経路情報、および機器情報は、更新頻度が低いため、フラッシュメモリに直接書き込まれてよい。

[0026] 図４の説明に戻り、取得部３３１は、通信部３１を介して、アクセスポイント２からプロセスデータと通信健全性情報とを取得する。取得部３３１は、取得したプロセスデータと通信健全性情報とを演算部３３２に出力する。

演算部３３２は、取得部３３１からプロセスデータと通信健全性情報とを取得し、取得したプロセスデータと通信健全性情報とに基づいて、通信品質情報を演算する。演算部３３２は、演算した通信品質情報の直近データを直

近データ記憶部３２１に記憶させ、直近データを毎分データ生成部３３３に出力する。

[0027] 演算部３３２は、通信健全性情報が含む通信失敗回数と通信成功回数とに基づいて通信健全性情報のパケット誤り率を、以下の式（１）により演算する。

ＰＥＲ［％］＝１００×通信失敗回数／（通信成功回数＋通信失敗回数）・・・（１）

パケット誤り率の母数は、測定時間や判定用の全通信回数により決定してよい。

演算部３３２は、通信健全性情報が含む計測受信信号強度の平均値を演算することにより、受信信号強度を演算する。平均値は、例えば、移動平均などにより算出される。

演算部３３２は、各チャネルの送信見送り率を以下の式（２）により演算する。

送信見送り率［％］＝１００×（各チャネルの送信見送り回数）／（各チャネルの全送信スロット数）・・・（２）

各チャネルの全送信スロット数は、記憶部３２に記憶されているチャネル割当情報から取得される。

[0028] 演算部３３２は、失われたプロセスデータの数を示すプロセスデータ損失数を以下の式（３）により演算する。

プロセスデータ損失数＝（最も新しく受信したシーケンス番号）－（前回受信したシーケンス番号）－１・・・（３）

演算部３３２は、プロセスデータの送受信間遅延を以下の式（４）により演算する。

送受信間遅延＝（情報処理装置３のプロセスデータ受信時刻）－（フィールド機器が送信時に付加した送信時刻）・・・（４）

演算部３３２は、プロセスデータの受信間隔を以下の式（５）により演算する。

受信間隔＝｛（最新の受信時刻）－（前回の受信時刻）｝／（所定の送信時間間隔）・・・（５）

[0029] 図６は、プロセスデータ損失数、送受信間遅延、および受信間隔を示すタイミングチャートである。

図６において、横軸は、時刻を示す。また、図６の上段は、フィールド機器１が送信するプロセスデータの送信時刻とシーケンス番号とを示す。また、図６の中段は、情報処理装置３がフィールド機器１から取得するプロセスデータの受信時刻とシーケンス番号とを示す。図６の下部には、プロセスデータ損失数、送受信間遅延、および受信間隔の値とが示されている。本実施形態において、フィールド機器１と情報処理装置３との内部時計は同期されている。

[0030] 図６において示されるように、フィールド機器１は、所定の時間間隔として、例えば、１０秒間隔でプロセスデータを送信する。フィールド機器１は、送信の度に、シーケンス番号に１を加算する。情報処理装置３は、当該シーケンス番号を確認することにより、通信の過程で失われたプロセスデータを識別することができる。例えば、図６において示されるように、情報処理装置３がシーケンス番号「３」のプロセスデータの次に、シーケンス番号「５」のプロセスデータを受信した場合、フィールド機器１から送信されたシーケンス番号「４」のプロセスデータが通信過程で失われたことが推定される。従って、情報処理装置３は、上述の式（３）により、送信時刻「９：００：４０」におけるプロセスデータ損失数を「１」と算出する。また、情報処理装置３は、図６において示されるシーケンス番号「１」のプロセスデータのように、最初のプロセスデータを受信した場合、プロセスデータの損失数を判定しなくてよい。

[0031] 送受信間遅延は、フィールド機器１から送信されたプロセスデータが情報処理装置３により受信されるまでの時間を示す。図６において示されるように、例えば、シーケンス番号「２」のプロセスデータは、フィールド機器１から「９：００：１０」に送信され、情報処理装置３により「９：００：１

３」に受信されている。従って、情報処理装置３は、上述の式（４）により、送信時刻「９：００：１０」における送受信間遅延を「３」秒と算出する。また、例えば、情報処理装置３は、図６において示されるシーケンス番号「４」のプロセスデータのように、失われたプロセスデータについては、送受信間遅延を測定しない。

[0032] 受信間隔は、情報処理装置３におけるプロセスデータの受信間隔を示す。図６において示されるように、情報処理装置３は、シーケンス番号「２」のプロセスデータを「９：００：１３」に受信し、シーケンス番号「３」のプロセスデータを「９：００：２２」に受信している。また、図６に示す例において、フィールド機器１によるプロセスデータの送信時間間隔は１０秒である。従って、情報処理装置３は、上述の式（５）により、送信時刻「９：００：１０」における受信間隔を「０．９」倍と算出する。また、情報処理装置３は、シーケンス番号「３」のプロセスデータを「９：００：２２」に受信した後、シーケンス番号「４」のプロセスデータは受信せず、シーケンス番号「５」のプロセスデータを「９：００：４２」に受信している。従って、情報処理装置３は、送信時刻「９：００：２０」における受信間隔を「２．０」倍と算出する。

[0033] 図４に戻り、説明を続ける。

毎分データ生成部３３３は、演算部３３２から直近データを取得すると、取得した直近データを統計処理して毎分データを生成する。具体的には、毎分データ生成部３３３は、例えば、通信品質情報の１分間分の直近データについて、最大値、最小値、および平均値を取得し、通信品質情報の毎分データとする。なお、プロセスデータ損失数については、毎分データ生成部３３３は、例えば、プロセスデータ損失数の１分間分の直近データの積算値を取得し、毎分データとする。毎分データ生成部３３３は、例えば、ＤＲＡＭ上で１時間分の毎分データを生成すると、生成した毎分データをフラッシュメモリの毎分データ記憶部３２２に記憶させ、毎分データを毎時データ生成部３３４に出力する。

[0034] 毎時データ生成部３３４は、毎分データ生成部３３３から毎分データを取得すると、取得した毎分データを統計処理して毎時データを生成する。具体的には、毎時データ生成部３３４は、通信品質情報の１時間分の毎分データについて、最大値、最小値、および平均値を取得し、通信品質情報の毎時データとする。なお、プロセスデータ損失数については、毎時データ生成部３３４は、例えば、プロセスデータ損失数の１時間分の毎分データの積算値を取得し、毎時データとする。また、毎時データ生成部３３４は、例えば、１時間分の毎分データにおいて、異常状態を示す運転状態情報が１つでもある場合は、運転状態情報の毎時データを異常状態とする。毎時データ生成部３３４は、例えば、ＤＲＡＭ上で１日分の毎時データを生成すると、生成した毎時データをフラッシュメモリの毎時データ記憶部３２３に記憶させ、毎時データを毎日データ生成部３３５に出力する。

[0035] 毎日データ生成部３３５は、毎時データ生成部３３４から毎時データを取得すると、取得した毎時データを統計処理して毎日データを生成する。毎日データ生成部３３５による統計処理は、毎分データ生成部３３３または毎時データ生成部３３４と同様である。毎日データ生成部３３５は、例えば、生成した毎日データをフラッシュメモリの毎日データ記憶部３２４に記憶させる。

[0036] 統計レポート生成部３３６は、例えば、毎分データなどの時系列データを記憶部３２から読み出して、統計レポートデータを生成する。統計レポートデータは、機器特定情報と、機器毎のプロセスデータの送信時間間隔の設定情報と、機器毎の閾値の設定情報と、通信品質情報の統計情報と所定の閾値とを比較することにより通信品質の良否を判定した判定結果と、機器電源情報と、を対応付けたデータである。

ここで、機器電源情報は、機器電源情報の直近データのうち、最新の情報が対応付けられる。統計レポート生成部３３６は、生成した統計レポートデータを統計レポート記憶部３２５に記憶させる。なお、統計レポート生成部３３６は、統計情報のうち、毎時データや毎日データを所定の閾値と比較し

て通信品質の良否を判定し、統計レポートデータを生成してもよい。また、統計レポート生成部３３６は、例えば、演算された最新の統計情報に基づいて通信品質の良否を判定してよく、また、ユーザにより指定された任意の時点における統計情報に基づいて通信品質の良否を判定してもよい。

[0037] 送信制御部３３７は、通信部３１を介して、情報処理装置３が記憶するデータを情報表示装置４に送信する。例えば、通信部３１が情報表示装置４から直近データの取得要求を受信すると、送信制御部３３７は、直近データ記憶部３２１から直近データを読み出し、読み出した直近データを情報表示装置４に送信する。また、例えば、通信部３１が情報表示装置４から時系列データの取得要求を受信すると、送信制御部３３７は、毎分データ記憶部３２２、毎時データ記憶部３２３、または毎日データ記憶部３２４から、毎分データ、毎時データ、または毎日データをそれぞれ読み出し、読み出したこれら時系列データを情報表示装置４に送信する。また、例えば、通信部３１が情報表示装置４から統計レポートデータの取得要求を受信すると、送信制御部３３７は、統計レポート記憶部３２５から統計レポートデータを読み出し、読み出した統計レポートデータを情報表示装置４に送信する。

[0038] ［情報表示装置の概要］

図７は、本実施形態に係る情報表示装置の概略機能構成の一例を示すブロック図である。

情報表示装置４は、例えば、パーソナルコンピュータ、携帯電話、タブレット、スマートフォン、またはＰＤＡ（Ｐｅｒｓｏｎａｌ Ｄｉｇｉｔａｌ Ａｓｓｉｓｔａｎｔ）などであり、装置の内部にＣＰＵや記憶装置を備える。また、情報表示装置４は、表示部４１と、通信部４２と、表示制御部４３と、を備える。また、情報表示装置４は、マウスやキーボード、タッチパネルなどの入力装置を備えてよい。

[0039] 表示部４１は、例えば、液晶ディスプレイや有機ＥＬ（Ｅｌｅｃｔｒｏ－Ｌｕｍｉｎｅｓｃｅｎｃｅ）ディスプレイなどを備える。

通信部４２は、ネットワーク５に接続される通信インタフェースを備え、

情報処理装置３と通信する。

表示制御部４３は、通信部４２を介して、情報処理装置３からデータを取得し、取得したデータを表示部４１に表示させる。表示制御部４３は、直近データ表示制御部４３１と、時系列データ表示制御部４３２と、統計レポート表示制御部４３３と、を備える。

[0040] 直近データ表示制御部４３１は、情報処理装置３に対して直近データの取得要求を送信する。当該取得要求に応じて送信された直近データを通信部４２が受信すると、直近データ表示制御部４３１は、取得した直近データを表示部４１に表示させる。

時系列データ表示制御部４３２は、情報処理装置３に対して時系列データの取得要求を送信する。当該取得要求に応じて送信された時系列データを通信部４２が受信すると、時系列データ表示制御部４３２は、取得した時系列データを表示部４１に表示させる。

統計レポート表示制御部４３３は、情報処理装置３に対して統計レポートデータの取得要求を送信する。当該取得要求に応じて送信された統計レポートデータを通信部４２が受信すると、統計レポート表示制御部４３３は、取得した統計レポートデータを表示部４１に表示させる。

[0041] ［情報表示装置による表示態様の概要］

図８は、直近データなどを表示する場合の表示態様の一例を示す図である。

領域Ａ１は、情報表示装置４が表示する画面の表示態様の第１例を示す。情報表示装置４は、例えば、システムの立ち上げ時やメンテナンス時に表示態様の第１例を表示する。領域Ａ１１は、フィールド機器１およびアクセスポイント２で構成される無線ネットワークのサブネットを示すタブを表示する。また、領域Ａ１１には、サブネットの識別情報（例えば、図８における「１０００１」）と当該サブネットの状態とが対応付けて表示される。サブネットの状態は、サブネットに接続されるフィールド機器の通信品質に応じて、サブネットの識別情報の左側に配置されたアイコン「〇」の色を変化さ

せることにより示される。領域Ａ１１に表示されるタブは選択可能であり、領域Ａ１２は、選択されたタブが示すサブネットに接続されるフィールド機器１の情報を表示する。図８において示される例では、無線ネットワーク内のすべてのフィールド機器１を示す「Ａｌｌ（オール）」が選択されている。

[0042] 領域Ａ１２において示される表は、フィールド機器毎の直近データなどを示す。

列Ｃ１１は、フィールド機器１の状態の概要を表す状態アイコンを示す。情報処理装置３は、運転状態情報に応じて状態アイコンの色を変化させることにより、フィールド機器１の状態を示す。図８において示される例では、状態アイコンは、項目Ｉ１１、Ｉ１２、およびＩ１３によってそれぞれ例示される３つのパターンによって、「正常」、「異常」、および「警告」の３つの状態を示す。

[0043] 列Ｃ１２１の「Ｄｅｖｉｃｅ　Ｔａｇ」、列Ｃ１２２の「Ｎｅｔｗｏｒｋ　ＩＤ」、および列Ｃ１２３の「Ｖｅｎｄｏｒ／Ｍｏｄｅｌ」は、フィールド機器１を特定する機器特定情報を示す。列Ｃ１３の「Ｄｅｖｉｃｅ　Ｒｏｌｅ」は、フィールド機器１の設定情報（役割）を示す。列Ｃ１４の「Ｊｏｉｎ　Ｓｔａｔｕｓ」は、フィールド機器のネットワークへの接続状態を示す。接続状態には、接続されていることを示す「Ｆｕｌｌ　Ｊｏｉｎ」と、通信が切断されていることを示す「Ｄｉｓｃｏｎｎｅｃｔｅｄ」とがある。列Ｃ１５の「Ｏｐｅｒａｔｉｏｎ　Ｓｔａｔｕｓ」は、フィールド機器１の運転状態を示す。

フィールド機器の運転状態には、プロセスデータを送信する「Ｐｕｂｌｉｓｈｅｄ」と、プロセスデータを送信しない「Ｎｏｔ　ｐｕｂｌｉｓｈ」とがある。

[0044] 列Ｃ１６１の「Ｉｎｔｅｒｖａｌ」は、受信間隔の直近データを示す。列Ｃ１６２の「Ｌａｔｅｎｃｙ」は、送受信間遅延の直近データを示す。列Ｃ１６３の「Ｐｒｉｍａｒｙ　Ｒｏｕｔｅｒ」は、フィールド機器１が第１経

路として利用するアクセスポイント２を示す。列Ｃ１６４の「ＲＳＳＩ（Ｐ）」は、第１経路として利用するアクセスポイント２との通信におけるフィールド機器１の受信信号強度の直近データを示す。列Ｃ１６５の「ＰＥＲ（Ｐ）」は、第１経路として利用するアクセスポイント２との通信におけるフィールド機器１のパケット誤り率の直近データを示す。

[0045] 列Ｃ１６６の「Ｓｅｃｏｎｄａｒｙ　Ｒｏｕｔｅｒ」は、フィールド機器１が第２経路として利用するアクセスポイント２を示す。列Ｃ１６７の「ＲＳＳＩ（Ｐ）」は、第２経路として利用するアクセスポイント２との通信におけるフィールド機器１の受信信号強度の直近データを示す。列Ｃ１６８の「ＰＥＲ（Ｐ）」は、第２経路として利用するアクセスポイント２との通信におけるフィールド機器１のパケット誤り率の直近データを示す。列Ｃ１６９の「ＣＣＡ　Ｂａｃｋ　ｏｆｆ」は、送信見送り率と、当該送信見送り率を演算したチャネル番号との直近データを示す。

[0046] 列Ｃ１７１の「Ｂａｔｔｅｒｙ　Ｌｉｆｅ」と、列Ｃ１７２の「Ｐｏｗｅｒ　Ｓｕｐｐｌｙ　Ｓｔａｔｕｓ」は、機器毎の電源の状態を示す機器電源情報を示す。機器電源情報のうち、「Ｂａｔｔｅｒｙ　Ｌｉｆｅ」は、電池（バッテリー）残量がゼロ、又は機器を動作させることのできない程度の残量になるまでの日数を示す。また、機器電源情報のうち、「Ｐｏｗｅｒ　Ｓｕｐｐｌｙ　Ｓｔａｔｕｓ」は、電池容量に対するバッテリー残量の比率を示す。なお、図示されていないが、プロセスデータ損失数を表示する列を設けてもよい。

[0047] 表示態様の第１例において、通信品質情報の各項目には、直近データを統計処理した情報を表示してもよい。情報表示装置４は、例えば、列Ｃ１６１の「Ｉｎｔｅｒｖａｌ」の項目において、画面が更新されるまでの期間中に演算された受信間隔のうち、最大値を表示してよい。例えば、画面の更新周期が１分間の場合、情報表示装置４は、受信間隔の最大値の毎分データを表示する。同様に、情報表示装置４は、例えば、列Ｃ１６２の「Ｌａｔｅｎｃｙ」の項目において、画面が更新されるまでの期間中に演算された送受信間

遅延のうち、最大値を表示してよい。また、情報表示装置４は、例えば、列Ｃ１６９の「ＣＣＡ　Ｂａｃｋ　ｏｆｆ」の項目において、所定の時間内に演算されたチャネル毎の送信見送り率のうちの最大値を、当該最大値を示したチャネル番号とともに表示してよい。なお、チャネル番号は、図１６の説明において後で説明する。

[0048] 図９は、本実施形態に係る統計レポートを表示する場合の表示態様の一例を示す図である。

領域Ａ２は、情報表示装置４が表示する画面の表示態様の第２例を示す。情報表示装置４は、例えば、システムの立ち上げが完了し、稼働状態となった場合に、表示態様の第２例を表示する。領域Ａ２１は、無線ネットワークを構成するサブネットを一覧表示する。

また、領域Ａ２１には、図８の領域Ａ１１と同様に、サブネットの識別情報と当該サブネットの状態とが対応付けて表示される。また、図９において示される例では、色に加えて、アイコンの意匠により、サブネットの状態が示される。

[0049] 項目Ｉ２１１が例示される「レ」マークは、サブネット内のすべての機器が正常であることを示す。項目Ｉ２１２に例示される「！」は、サブネット内のフィールド機器１またはアクセスポイント２に、１台以上、警告状態のものがあることを示す。項目Ｉ２１３に例示される「×」マークは、サブネット内のフィールド機器１またはアクセスポイント２に、１台以上の異常状態のものがあることを示す。項目Ｉ２１４に例示される「？」マークは、サブネット内のフィールド機器１またはアクセスポイント２の状態を測定中であり、まだ結果が得られていない不明状態であることを表す。なお、以下では、サブネットの状態だけでなく、機器の状態を示すためにも同様のマークが利用される。機器の状態を示す場合の各マークの意味は上述したものに類似し、「レ」は正常状態であること、「！」は警告状態であること、「×」は異常状態であること、「？」は不明状態であることを、それぞれ示す。

[0050] 領域Ａ２１に表示される各サブネットは選択可能であり、領域Ａ２２およ

び領域Ａ２３は、選択されたサブネットに接続される機器の情報を表示する。図９において示される例では、無線ネットワーク内のすべての機器を示す「ＡＩＩ（オール）」が選択されている。

[0051] 領域Ａ２２は、状態毎の機器の数を示す。項目Ｉ２２１、Ｉ２２２、およびＩ２２３は、アクセスポイント２の数を機器の状態毎に示す。項目Ｉ２２４、Ｉ２２５、およびＩ２２６は、フィールド機器１の数を機器の状態毎に示す。項目Ｉ２２１およびＩ２２４は、異常状態の機器の数を示す。項目Ｉ２２２およびＩ２２５は、警告状態の機器の数を示す。項目Ｉ２２３およびＩ２２６は、不明状態の機器の数を示す。

[0052] 領域Ａ２３において示される表は、機器毎の統計情報などを示す。列Ｃ２１において示されるアイコンは、機器の役割と状態とを示す。図９の例において、機器の役割は、アイコンの形状により示され、例えば、項目Ｉ２３１のアイコンのような「□」の輪郭は、アクセスポイント２を示す。また、例えば、項目Ｉ２３２のアイコンのような「○」の輪郭は、フィールド機器１を示す。また、項目Ｉ２３２およびＩ２３３のアイコンの中の文字「Ｉ」と「Ｒ」とは、フィールド機器１のさらに詳細な分類を示す。また、機器の状態は、例えば、図８の項目Ｉ１１、Ｉ１２、およびＩ１３を用いて説明したように、例えば、アイコンの色によって示されてよい。

[0053] 列Ｃ２２１の「Ｄｅｖｉｃｅ　Ｔａｇ」と列Ｃ２２２の「Ｍｏｄｅｌ」とは、それぞれ、図８の列Ｃ１２１および列Ｃ１２３と同様に、機器特定情報を示す。列Ｃ２３の「Ｐｕｂｌｉｃａｔｉｏｎ　Ｐｅｒｉｏｄ」は、フィールド機器１によるプロセスデータの送信時間間隔の設定値（所定の送信時間間隔）を示す。列Ｃ２４の「Ａｌｅｒｔ　Ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ」は、フィールド機器１の状態を判定するための閾値の設定状態を示す。本実施形態において、フィールド機器１には、その用途に応じて２つの閾値のうちのいずれかが設定される。図９において示される例では、当該閾値の設定は第１の閾値「Ａ」と第２の閾値「Ｂ」とにより示されている。本実施形態において、第２の閾値「Ｂ」は、第１の閾値「Ａ」に比してより条件の厳しい値である

。第１の閾値は、例えば、監視用途のフィールド機器１に対して設定される。第２の閾値は、例えば、短い時間間隔で正確に情報を送受信する必要がある高速監視用途のフィールド機器１やプラントの制御用途のフィールド機器１に対して設定される。

[0054] 列Ｃ２５１の「Ｓｔａｔｕｓ」は、運転状態情報を示す。列Ｃ２５２の「Ｐｕｂｌｉｃａｔｉｏｎ　Ｌｏｓｓ」は、プロセスデータ損失数の統計情報と閾値との比較結果を示す。列Ｃ２５３の「Ｉｎｔｅｒｖａｌ」は、受信間隔の統計情報と閾値との比較結果を示す。列Ｃ２５４の「Ｌａｔｅｎｃｙ」は、送受信間遅延の統計情報と閾値との比較結果を示す。列Ｃ２５５の「ＰＥＲ」は、パケット誤り率の統計情報と閾値との比較結果を示す。情報表示装置４は、統計レポートデータが含む通信状態情報に基づいて、列Ｃ２５２からＣ２５５の項目を表示する。なお、図示されていないが、受信信号強度や送信見送り率の統計情報と閾値との比較結果を表示する列を設けてもよい。

[0055] 列Ｃ２６の「Ｐｏｗｅｒ　Ｓｔａｔｕｓ」は、機器電源情報を示す。機器電源情報は、機器の電源の状態を示す画像によって示される。また、機器の電源がバッテリーである場合、機器電源情報は、バッテリーの残日数を示す数値など、バッテリー残量の詳細を示す情報を当該画像上に重ねることによって示される。これにより、情報表示装置４は、少ない領域に多くの情報を表示することができる。なお、バッテリー以外の図示されている画像は、商用電源等から電源供給されている機器を示す（ライン接続）。領域Ａ２４は、表示画面の表示内容を変化させるためのボタンを示す。情報表示装置４は、例えば、領域Ａ２４のボタンが押下された場合に、後述する表示態様の第３例を表示してよい。

[0056] 列Ｃ２５２～Ｃ２５５の表示は、例えば、通信品質情報の平均値や最大値などの統計情報に基づいて決定する。例えば、通信品質情報の最大値が閾値よりも小さい場合、当該通信品質情報について、フィールド機器１は正常状態であるとする。また、例えば、通信品質情報の最大値が閾値よりも大きく

、平均値が閾値以下の場合、当該通信品質情報について、フィールド機器１は、警告状態であるとする。また、例えば、通信品質情報の平均値が閾値よりも大きい場合、当該通信品質情報について、フィールド機器１は、異常状態であるとする。なお、列Ｃ２５２～Ｃ２５５の表示に用いる統計情報は、一例として、毎分データとするが、統計情報は、毎時データであってもよいし、毎日データであってもよい。

[0057] 図１０は、機器電源情報を表示する場合の表示態様の選択方法の一例を示す表である。

図１０において示される例において、列Ｃ３１の「状態名」は、機器の電源の状態についての分類を示す。「状態名」には、「正常」、「警告」、および「不明」の３つがある。これらの状態は、電源の種類と閾値によるバッテリー残量の判定とによって決定される。例えば、電源の種類がライン接続の場合、「状態名」は「正常」である。例えば、電源の種類がバッテリーであり、当該バッテリーの残量が所定の閾値よりも多い場合、「状態名」は「正常」である。例えば、電源の種類がバッテリーであり、当該バッテリーの残量が所定の閾値以下の場合、「状態名」は「警告」である。

[0058] 列Ｃ３２の「Ｐｏｗｅｒ　Ｓｕｐｐｌｙ　Ｓｔａｔｕｓ」は、電源の種類とバッテリー残量とを示す。「Ｐｏｗｅｒ　Ｓｕｐｐｌｙ　Ｓｔａｔｕｓ」には、ライン（電源供給ライン）から電力を供給されていることを示す「Ｌｉｎｅ　Ｐｏｗｅｒｅｄ」と、バッテリー残量を示す「１００－７５％」、「７５－２５％」、または「２５－０％」と、不明であることを示す「Ｕｎｋｎｏｗｎ」とがある。

[0059] 列Ｃ３３の「画像」は、電源の状態に応じた表示態様の一例を示す。例えば、列Ｃ３２の「Ｐｏｗｅｒ　Ｓｕｐｐｌｙ　Ｓｔａｔｕｓ」が「Ｌｉｎｅ　Ｐｏｗｅｒｅｄ」である場合、「画像」には、当該「Ｌｉｎｅ　Ｐｏｗｅｒｅｄ」に対応付けられているライン接続を示す画像が選択される。また、列Ｃ３１の「状態名」が「不明」である場合、「画像」には、当該「不明」に対応付けられている不明を示す画像が選択される。また、電源がバッテリ

ーである場合には、そのバッテリー残量が該当する「Ｐｏｗｅｒ　Ｓｕｐｐｌｙ」に対応付けられている画像のうち、「状態名」が「正常」または「警告」である画像が選択される。このようにして選択された画像は、図９のＣ２６において示される機器電源情報の表示に使用される。

[0060] 図１１は、通信品質情報の値の分布などを表示する場合の表示態様の一例を示す図である。

領域Ａ３は、情報表示装置４が表示する画面の表示態様の第３例を示す。情報表示装置４は、例えば、統計レポートの表示において、異常または警告状態の機器および通信品質情報があった場合に、表示態様の第３例を表示する。領域Ａ３１、領域Ａ３２、および領域Ａ３３において示される情報は、上述した図９の領域Ａ２１、領域Ａ２２、および領域２３と、それぞれ同様である。

[0061] 領域Ａ３４は、通信品質情報を示すタブを表示する。領域Ａ３４に表示される通信品質情報は、プロセスデータ損失数（「Ｐｕｂｌｉｃａｔｉｏｎ　Ｌｏｓｓ」）、受信間隔（「Ｉｎｔｅｒｖａｌ」）、送受信間遅延（「Ｌａｔｅｎｃｙ」）、パケット誤り率（「ＰＥＲ」）、受信信号強度（「ＲＳＳＩ」）、および送信見送り率（「ＣＣＡ　Ｂａｃｋ　ｏｆｆ」）である。領域Ａ３４に表示されるタブは選択可能であり、領域Ａ３５は、選択されたタブが示す通信品質情報の分布を、機器特定情報に対応させて表示する。図１１において示される例では、「ＰＥＲ」が選択され、パケット誤り率の分布が領域Ａ３５に示されている。また、領域Ａ３５において表示される機器は、領域Ａ３１におけるサブネットや領域Ａ３３における機器の選択に応じて変更可能としてよい。

[0062] 破線Ｌ３１は、通信品質情報に対する第１の閾値「Ａ」を示す。破線Ｌ３２は、通信品質情報に対する第２の閾値「Ｂ」を示す。グラフＧ３は、機器特定情報に対応する通信品質情報の分布を示すグラフである。グラフＧ３の横軸は、通信品質情報の値の大きさを示す。フィールド機器１は、第１経路と第２経路との２つの通信経路を有するため、領域Ａ３５の機器特定情報各

々に対して第１経路の通信品質情報の分布を示すグラフと第２経路の通信品質情報の分布を示すグラフとの２つのグラフが示されている。例えば、図１１において示される例において、機器特定情報「ＤＥＶ００２」が示すフィールド機器１の第１経路に関する「ＰＥＲ」の分布はグラフＧ３１として示され、第２経路に関する「ＰＥＲ」の分布はグラフＧ３２として示されている。

[0063] 通信品質情報の分布を示すグラフ各々は、例えば、点Ｐ３１１、Ｐ３１２、およびＰ３１３各々によってそれぞれ例示される最大値、最小値、および平均値の点を結ぶ線として示される。また、グラフＧ３のグラフ各々は、通信品質情報と機器特定情報の閾値との比較結果に応じた態様で示される。例えば、「ＤＥＶ００２」の閾値の設定が第１の閾値「Ａ」である場合、グラフＧ３１により示される「ＰＥＲ」の平均値は、第１の閾値「Ａ」よりも大きいため、当該「ＰＥＲ」について、フィールド機器１は異常状態である。従って、グラフＧ３１の平均値を示す点Ｐ３１３は、異常状態を示す「×」の形状で示されている。なお、ここでは一例として、通信品質情報の分布を示すグラフは、毎分データの最大値、最小値、および平均値が示されるものとするが、毎時データや毎日データの最大値、最小値、および平均値などが示されてもよい。

[0064] また、例えば、グラフＧ３２により示される最大値の点は、第１の閾値「Ａ」よりも小さいため、当該「ＰＥＲ」について、フィールド機器１は、正常状態である。従って、グラフＧ３１３の平均値を示す点Ｐ３２１は、正常状態を示す「○」の形状で示されている。また、例えば、「ＤＥＶ００３」の閾値の設定が第２の閾値「Ｂ」である場合、グラフＧ３３により示される「ＰＥＲ」の最大値は第２の閾値「Ｂ」よりも大きく、平均値は第２の閾値「Ｂ」よりも小さいため、グラフＧ３３の平均値を示す点Ｐ３３１は、警告状態を示す「□」の形状で示されている。また、各グラフは、フィールド機器１の状態に応じて、色分けして示されてよい。

[0065] 図１２は、通信品質情報の時系列データなどを表示する場合の表示態様の

一例を示す図である。

領域Ａ４は、情報表示装置４が表示する画面の表示態様の第４例を示す。情報表示装置４は、例えば、統計レポートの表示において、異常または警告状態の機器があった場合に、表示態様の第４例を表示する。領域Ａ４１は、時系列データを表示する対象のフィールド機器１の機器特定情報や設定を示す。領域Ａ４２は、時系列データを表示する対象の通信品質情報の選択状況を示す。領域Ａ４２において選択可能な項目は、図１１の領域Ａ３４において選択可能なものとほぼ同様であり、パケット誤り率および受信信号強度については第１経路と第２経路とを区別して選択可能である。領域Ａ４３は、領域Ａ４２において選択された通信品質情報の時系列データのグラフを示す。ここでは一例として、領域Ａ４３において示される時系列データは、毎分データであるとするが、毎時データや毎日データであってもよい。領域Ａ４３のグラフの縦軸は、通信品質情報の値の大きさを示す。領域Ａ４３のグラフの横軸は、日時を示す。破線Ｌ４１は、受信間隔の揺らぎ許容値（Ｓｔａｌｅ　Ｌｉｍｉｔ）を示す。破線Ｌ４２は、閾値を示す。

[0066] 図１２に示される例において、領域Ａ４２では受信間隔「Ｉｎｔｅｒｖａｌ」が選択されており、領域Ａ４３には、当該選択に対応する受信間隔「Ｉｎｔｅｒｖａｌ」のグラフＧ４が表示されている。また、領域Ａ４１において示されるように、閾値「Ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ」として第２の閾値「Ｂ」が設定されている（破線Ｌ４２）。領域Ａ４３１は、受信間隔の時系列データを示すグラフＧ４のうち、フィールド機器１が警告状態となった部分を示す。領域Ａ４３２は、グラフＧ４のうち、最大値が閾値以下であり、正常状態であった部分を示す。これにより、情報表示装置４のユーザは、通信品質の状態の経時変化を容易に確認することができる。また、情報表示装置４のユーザは、揺らぎ許容値に対する受信間隔の余裕度を容易に確認することができる。

[0067] 点Ｐ４１の「○」のマーカーは、閾値の設定の変更または経路の変更を示している。領域Ａ４４１は、当該変更の詳細を示す。情報表示装置４は、例

えば、点Ｐ４１のマーカーがマウスオーバーなどにより選択された場合、領域Ａ４４１の経路情報を表示するようにしてよい。

[0068] 図１３は、統計情報と比較を行う閾値の設定画面の表示態様の一例を示す図である。

領域Ａ５は、情報表示装置４が表示する画面の表示態様の第５例を示す。領域Ａ５１は、設定項目の選択のための領域である。領域Ａ５２は、通信品質情報の統計情報と比較する閾値の値の設定を行うための領域である。領域Ａ５２１は、フィールド機器１の通信品質情報に関する閾値を設定するための領域である。領域Ａ５２１において示される表の列Ｃ５１１は、設定する閾値が第１の閾値「Ａ」と第２の閾値「Ｂ」のいずれであるかを示す。列Ｃ５１２は、プロセスデータ損失数の閾値を示す。列Ｃ５１３は、受信間隔の閾値を示す。列Ｃ５１４は、送受信間遅延の閾値を示す。列Ｃ５１５は、パケット誤り率の閾値を示す。列Ｃ５１６は、受信信号強度の閾値を示す。列Ｃ５１２～Ｃ５１６の各項目は選択および入力可能になっており、所望の値を閾値として設定してよい。また、列Ｃ５１２～Ｃ５１６の任意の項目を「Ｄｉｓａｂｌｅ」とすることにより閾値を設定せず、情報表示装置４が、当該項目についての警告状態や異常状態を通知しないように設定してもよい。なお、図示されていないが、送信見送り率の閾値を設定する列を設けてもよい。

[0069] 領域Ａ５２２およびＡ５２３は、フィールド機器１のバッテリー残量についての閾値を示す。領域Ａ５２２は、機器電源情報に対する閾値として、バッテリー残量がゼロ、又は機器を動作させることができない程度の残量になるまでの予定日数を設定するための領域である。また、領域Ａ５２３は、機器電源情報に対する閾値として、バッテリー容量に対するバッテリー残量の比率を設定するための領域である。

[0070] 領域Ａ５２４は、通信品質情報の統計情報と比較する閾値の選択を行うための領域である。領域Ａ５２４に示される表において、列Ｃ５２１、Ｃ５２２、およびＣ５２３は、機器特定情報を示す。列Ｃ５２４は、フィールド機

器１の設定情報（役割）を示す。列Ｃ５２５は、通信品質情報に対する閾値として、第１の閾値「Ａ」と第２の閾値「Ｂ」のいずれかを選択可能に示す。列Ｃ５２６は、機器電源情報に対する閾値として、残量ゼロ、又は機器を動作させることができない程度の残量までの予定日数とバッテリー残量の比率とのいずれか、または、両方を選択可能に示す。

[0071] ［通信品質の改善方法の概要］

図１４は、直近データなどを表示する場合の表示態様の一例を示す図である。

領域Ａ６は、情報表示装置４が表示する画面の表示態様の第６例を示す。領域Ａ６１において示される項目は、図８の領域Ａ１１において示される項目と同様である。また、領域Ａ６２において示される表は、図８の領域Ａ１２において示される表と同様である。領域Ａ６２の行Ｌ６１における状態アイコンの項目Ｉ６１には、状態アイコン「○」の右側に「ｉ」の文字が付与されている。領域Ａ６２の表の行Ｌ６１における「ＲＳＳＩ（Ｓ）」の項目Ｉ６２には、「ｉ－７５ｄＢｍ」が表示されている。これらの「ｉ」は、第１経路または第２経路の通信品質に比して、より優れた通信品質を提供しうるアクセスポイント２が存在することを通知するものである。図１４において示される例では、第２経路の受信信号強度に「ｉ」が示されており、受信信号強度が第２経路のアクセスポイント２よりも優れたアクセスポイント２が存在している。

[0072] 図１５は、フィールド機器１の通信経路設定のための画面の表示態様の一例を示す図である。

領域Ａ７は、情報表示装置４の表示態様第７例を示す。情報表示装置４は、例えば、上述した図１４における項目Ｉ６１またはＩ６２が選択された場合に、表示態様を第７例に遷移させる。領域Ａ７１は、機器特定情報を示し、図１５に示される例において、機器特定情報は「ＤＥＶ００６」である。領域Ａ７２は、第１経路のアクセスポイント２の機器特定情報と当該アクセスポイント２に関する通信品質情報を示す。図１５に示される例において、

第１経路のアクセスポイント２は「ＢＢＲ００１」であり、通信品質情報の受信信号強度は「－６５ｄＢｍ」である。領域Ａ７３は、第２経路のアクセスポイント２の機器特定情報と当該アクセスポイント２に関する通信品質情報を示す。図１５に示される例において、第２経路のアクセスポイント２は「ＢＢＲ００２」であり、通信品質情報の受信信号強度は「ｉ－７５ｄＢｍ」である。

[0073] 領域Ａ７４において示される表は、領域Ａ７１に示される機器が第１経路または第２経路として設定可能なアクセスポイント２の情報を示す。当該表の各行は、選択可能である。列Ｃ７１の「Ｎｅｉｇｈｂｏｒ」および列Ｃ７２の「Ｖｅｎｄｏｒ／Ｍｏｄｅｌ」は、領域Ａ７１に示される機器が第１経路または第２経路として設定可能なアクセスポイント２の機器特定情報を示す。また、列Ｃ７３の「Ｄｅｖｉｃｅ　Ｒｏｌｅ」は、設定情報（役割）を示す。列Ｃ７４の「ＲＳＳＩ」は、受信信号強度を示す。領域Ａ７５は、領域Ａ７４において選択されたアクセスポイント２を第１経路として設定するためのボタンを示す。領域Ａ７６は、領域Ａ７４において選択されたアクセスポイント２を第２経路として設定するためのボタンを示す。領域Ａ７７は、通信経路の設定を終了するためのボタンを示す。

[0074] 図１５に示される例において、行Ｌ７１に示す「ＤＥＶ００１」の受信信号強度は、「－６８ｄＢｍ」である。当該受信信号強度は、領域Ａ７３に示される第２経路の受信信号強度の「－７５ｄＢｍ」に比して優れている。従って、行Ｌ７１を選択し、領域Ａ７６に示されるボタンを押下することにより、「ＤＥＶ００１」を「ＤＥＶ００６」の第２経路のアクセスポイント２に設定し、第２経路の通信品質を改善できる可能性がある。なお、情報表示装置４は、当該設定の変更によりホップ数が変化する場合は、送受信間遅延に影響があることを通知してよい。

[0075] 図１６は、フィールド機器１が通信に使用する周波数帯域の経時変化の一例を示す図である。

図１６において、縦軸は、周波数帯域（チャネル番号）を示す。横軸は、

時間を示す。「Ａ」は、第１の閾値が設定されている通常監視用途のフィールド機器１を示す。「Ｂ」は、第２の閾値が設定されている高速監視用途、または、制御用途のフィールド機器１を示す。図１６において示されるように、情報処理装置３は、時間帯Ｔ８１において、チャネル「１１」の異常を検出している。チャネルについての異常は、例えば、上述した送信見送り率と閾値とによって判定される。フィールド機器１「Ｂ」には、より優れた通信品質を必要とする。従って、時間帯Ｔ８１以降は、フィールド機器１「Ｂ」には、異常が検出されたチャネル「１１」は割当てられず、領域Ａ８１において示されるようにチャネル「１７」から「２２」までの周波数帯域が割当てられている。

[0076] これに対し、通常監視用途のフィールド機器１「Ａ」は、フィールド機器１「Ｂ」程には優れた通信品質を必要としない。また、フィールド機器１が使用可能なチャネルの数は限られている。従って、時間帯Ｔ８１以降は、フィールド機器１「Ａ」には、率先してチャネル「１１」が割り当てられ、フィールド機器１「Ｂ」が正常状態のチャネルを優先的に使用しやすくなるように設定されている。これにより、チャネルのリソースが不足することを回避しつつ、システム全体における通信の恒常性を保つことができる。このような設定は、手動で行われてもよいし、自動で行われてもよい。

[0077] ［まとめ］

通信経路の安定性を損なう原因として、例えば、通信経路において使用される周波数帯域と重複する帯域を使用する無線機器の存在や通信経路を遮断する物理的障害物の存在が考えられる。これらの障害による影響は、一時的なものである場合と長期的なものである場合とがある。しかしながら、従来の技術は、直近に得られた通信品質情報しか利用していなかったため、時間的な観点から障害による影響を解析することができなかった。

[0078] これに対し、本実施形態に係る情報表示装置４は、表示部４１と、プラントに設置されたフィールド機器１と情報処理装置３との間の通信品質を示す通信品質情報を情報処理装置３により予め規定された期間に亘って統計処理

して得られる統計情報を、フィールド機器１を特定する機器特定情報に対応させて表示部４１に表示させる表示制御部４３と、を備える。これにより、情報表示装置４は、通信経路の長期間に亘る安定性をわかり易く示すことができる。

[0079] また、表示制御部４３は、フィールド機器１のバッテリー残量を示す機器電源情報を、機器特定情報に対応させて表示部４１に表示させる。これにより、情報表示装置４は、フィールド機器１のバッテリー残量をわかり易く示すことができる。従って、情報表示装置４のユーザは、通信経路の安定性を維持することができる。

[0080] また、表示制御部４３は、統計情報とフィールド機器１の通信品質の良否を判定するために設定された閾値との比較結果を、機器特定情報に対応させて表示部４１に表示させる。これにより、情報表示装置４は、統計情報の数値などを確認しなくても、通信経路の状態が良好か否かをわかり易く示すことができる。従って、情報表示装置４は、通信経路の長期間に亘る安定性をさらにわかり易く示すことができる。

[0081] また、閾値として、フィールド機器１毎に異なる値を設定可能である。これにより、情報表示装置４は、フィールド機器１の用途に応じた判定基準で、通信経路の状態が良好か否かをわかり易く示すことができる。従って、情報表示装置４は、通信経路の長期間に亘る安定性をさらにわかり易く示すことができる。

[0082] また、表示制御部４３は、１分間や１時間などの予め規定された期間における通信品質情報の分布を、機器特定情報に対応させて表示部４１に表示させる。また、表示制御部４３は、通信品質情報の分布とともに統計情報を表示部４１に表示させる。これらにより、情報表示装置４は、例えば、過去から現在に至るまでの通信経路の通信品質を簡潔に示すことができる。従って、情報表示装置４は、通信経路の長期間に亘る安定性をさらにわかり易く示すことができる。

[0083] また、表示制御部４３は、通信品質情報の経時変化を表示部４１に更に表

示させる。これにより、情報表示装置４は、過去から現在に至るまでの通信経路の通信品質の詳細を示すことができる。従って、情報表示装置４は、通信経路の長期間に亘る安定性をさらにわかり易く示すことができる。

[0084] また、表示制御部４３は、同一のフィールド機器１について、通信品質情報が示す通信品質が、当該フィールド機器１が現在使用している通信経路のアクセスポイント２に比して優れている他の通信経路のアクセスポイント２が存在することを示す通知を、機器特定情報に対応させて表示部４１に表示させる。これにより、情報表示装置４のユーザは、フィールド機器１に対して、より通信品質の高い通信経路を設定することができる。

[0085] また、情報処理装置３は、プラントに設置されたフィールド機器１から送信される通信健全性情報およびプロセスデータの少なくとも一方を用いてフィールド機器１の通信品質を示す通信品質情報を求める演算部３３２と、演算部３３２によって求められた通信品質情報を予め規定された期間に亘って統計処理して統計情報を得る統計処理部としての毎分データ生成部３３３、毎時データ生成部３３４、および毎日データ生成部３３５と、統計処理部で得られた統計情報を出力する出力部としての送信制御部３３７を備える。これにより、情報処理装置３は、通信経路の長期間に亘る安定性をわかり易く示すデータを生成し、出力することができる。

[0086] また、情報表示装置４は、送信見送り率を表示する。これにより、例えば、パケット誤り率について異常が検出された場合に、情報表示装置４のユーザは、受信信号強度の不足と外部ノイズによる干渉とのいずれが原因であるかを判断することができる。従って、情報表示装置４のユーザは、例えば、フィールド機器１が使用するチャネルのホッピングパターンをより適切に設定し、通信経路の通信品質を改善することができる。

[0087] また、情報表示装置４は、受信信号強度を表示する。これにより、情報表示装置４のユーザは、例えば、通信経路内に障害物が発生したことやフィールド機器１の設置位置が不適切であることを判断することができる。また、情報表示装置４のユーザは、当該障害物の発生が、例えば、大型車両の通行

などによる一時的なものであるか、植物の成長などによる長期的なものであるかを判断することができる。そして、情報表示装置４のユーザは、機器の再配置や延長アンテナの使用、ハイゲインアンテナの使用、無線経路内への立ち入り禁止処置などの対策を適切に選択し、通信経路の通信品質を改善することができる。

[0088] また、情報表示装置４は、受信間隔を表示する。これにより、情報表示装置４のユーザは、例えば、演算した受信間隔が揺らぎ許容値に対してどの程度の余裕を持つかとういことを確認することができるため、通信経路の通信品質をさらに正確に確認することができる。また、情報表示装置４のユーザは、受信間隔に異常がある場合、フィールド機器１が使用するリトライスロットを追加するなどの対策を適切に選択し、通信経路の通信品質を改善することができる。

[0089] また、情報表示装置４は、送受信間遅延を表示する。これにより、情報表示装置４のユーザは、例えば、信号の送受信における遅延の発生の程度を確認することができるため、通信経路の通信品質をさらに正確に確認することができる。また、情報表示装置４のユーザは、送受信間遅延に異常がある場合、通信経路におけるホップ数を減少させるなどの対策を適切に選択し、通信経路の通信品質を改善することができる。

[0090] また、情報表示装置４は、プロセスデータ損失数を表示する。プロセスデータがリトライや冗長化された経路の通信により実際に送信先に到達したか否かを示さないパケット誤り率と異なり、プロセスデータ損失数は、これらの情報を示すことができる。従って、情報表示装置４のユーザは、プロセスデータが到達したか否かによって通信品質が判定される有線通信と同様の基準で、無線通信の通信品質を正確に判断することができる。

[0091] なお、上述した情報表示装置４の画面表示の表示例において、任意の項目が表示されてよい。例えば、図９の領域Ａ２３において示される表には、例えば、受信信号強度の統計情報と閾値との比較結果を示す項目が示されてよい。

また、上述した情報表示装置４の画面表示の表示例において、任意の項目が情報と関連付けられて、色分けされて示されてよい。例えば、図８の領域Ａ１２において示される列Ｃ１４の「Ｊｏｉｎ　Ｓｔａｔｕｓ」が「Ｄｉｓｃｏｎｎｅｃｔｅｄ」の場合、情報表示装置４は、該当項目を赤い文字で表示し、異常状態であることを示してよい。また、例えば、列Ｃ１６５の「ＰＥＲ（Ｐ）」および列Ｃ１６８の「ＰＥＲ（Ｓ）」が所定の閾値を超えた場合、情報表示装置４は、該当項目を黄色の文字で表示し、警告状態であることを示してよい。また、例えば、列Ｃ１６４の「ＲＳＳＩ（Ｐ）」および列Ｃ１６７の「ＲＳＳＩ（Ｓ）」が所定の閾値より小さい場合、情報表示装置４は、該当項目を黄色の文字で表示し、警告状態であることを示してよい。また、例えば、列Ｃ１７１の「Ｂａｔｔｅｒｙ　Ｌｉｆｅ」が所定の閾値より小さい場合、情報表示装置４は、該当項目を黄色の文字で表示し、警告状態であることを示してよい。また、例えば、色分けは、文字色の変更ではなく、例えば、セルや文字の塗りつぶしにより行われてよい。また、情報処理装置３は、ハッチングを行ったり、下線を付したりすることにより情報を表現してよい。このように、情報表示装置４は、任意の視覚的効果を利用して情報を表示してよい。

[0092] なお、上述した情報表示装置４の画面表示の表示例において示される統計情報は、任意の期間に亘って統計処理されたものであってよい。例えば、図９の領域Ａ２３において示される列Ｃ２５２～Ｃ２５５の各項目は、例えば、毎分データと閾値との比較結果であってよいし、毎時データと閾値との比較結果であってもよい。例えば、図１２の領域Ａ４３において示されるグラフは、毎分データ、毎時データ、または毎日データのいずれであってもよい。また、情報処理装置３は、上述した１分間、１時間、または１日間などの期間に限らず、通信品質情報を統計処理してよい。例えば、情報処理装置３は、５分間、半日間など任意の期間における通信品質情報から統計情報を演算してよい。

[0093] なお、上述した実施形態では、フィールド機器１とアクセスポイント２と

が無線ネットワークを介して接続される例について説明したが、フィールド機器１とアクセスポイント２とは、有線により接続されていてもよい。この場合、情報処理装置３は、無線通信の通信品質の判定に特異的に適合する受信信号強度などを演算しなくてもよい。

[0094] なお、上述した各実施形態における情報処理装置３および情報表示装置４の一部、例えば、取得部３３１、演算部３３２、毎分データ生成部３３３、毎時データ生成部３３４、毎日データ生成部３３５、統計レポート生成部３３６、送信制御部３３７、および表示制御部４３などをコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、情報処理装置３および情報表示装置４に内蔵されたコンピュータシステムであって、ＯＳ（Ｏｐｅｒａｔｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍ）や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

[0095] また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ＲＯＭ、ＣＤ－ＲＯＭ等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

[0096] また、上述した実施形態における情報処理装置３および情報表示装置４の一部、または全部を、ＬＳＩ（Ｌａｒｇｅ　Ｓｃａｌｅ　Ｉｎｔｅｇｒａｔｉｏｎ）等の集積回路として実現してもよい。情報処理装置３および情報表示装置４の各機能部は個別にプロセッサ化してもよいし、一部、または全部を集積してプロセッサ化してもよい。また、集積回路化の手法はＬＳＩに限らず専用回路、または汎用プロセッサで実現してもよい。また、半導体技術の進歩によりＬＳＩに代替する集積回路化の技術が出現した場合、当該技術

による集積回路を用いてもよい。また、情報処理装置３と情報表示装置４とは、装置として一体化されてもよい。

[0097] 以上、図面を参照してこの発明の一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等をすることが可能である。

請求の範囲

[請求項1] 表示部と、

プラントに設置されたフィールド機器と情報処理装置との間の通信品質を示す通信品質情報を前記情報処理装置により予め規定された期間に亘って統計処理して得られる統計情報を、前記フィールド機器を特定する機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる表示制御部と、

を備える情報表示装置。

[請求項2] 前記通信品質情報は、前記フィールド機器から送信される通信健全性情報およびプロセスデータの少なくとも一方を用いて求められる情報である、

請求項１記載の情報表示装置。

[請求項3] 前記表示制御部は、前記フィールド機器のバッテリー残量を示す機器電源情報を、前記機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる、

請求項１または請求項２いずれか記載の情報表示装置。

[請求項4] 前記表示制御部は、前記統計情報と前記フィールド機器の通信品質の良否を判定するために設定された閾値との比較結果を、前記機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる、

請求項１から請求項３の何れか一項に記載の情報表示装置。

[請求項5] 前記閾値として、フィールド機器毎に異なる値を設定可能である、

請求項４記載の情報表示装置。

[請求項6] 前記表示制御部は、前記予め規定された期間における前記通信品質情報の分布を、前記機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる、

請求項１から請求項５の何れか一項に記載の情報表示装置。

[請求項7] 前記表示制御部は、前記通信品質情報の分布とともに前記統計情報を前記表示部に表示させる、

請求項６記載の情報表示装置。

[請求項8] 前記表示制御部は、前記通信品質情報の経時変化を前記表示部に更に表示させる、

請求項１から請求項７の何れか一項に記載の情報表示装置。

[請求項9] 前記表示制御部は、同一のフィールド機器について、前記通信品質情報が示す通信品質が、当該フィールド機器が現在使用している通信経路に比して優れている他の通信経路が存在することを示す通知を、前記機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる、

請求項１から請求項８の何れか一項に記載の情報表示装置。

[請求項10] プラントに設置されたフィールド機器から送信される通信健全性情報およびプロセスデータの少なくとも一方を用いて前記フィールド機器の通信品質を示す通信品質情報を求める演算部と、

前記演算部によって求められた前記通信品質情報を予め規定された期間に亘って統計処理して統計情報を得る統計処理部と、

前記統計処理部で得られた前記統計情報を出力する出力部と、

を備える情報処理装置。

[請求項11] プラントから得られる情報を表示する情報表示システムであって、

前記プラントに設置されたフィールド機器から送信される通信健全性情報およびプロセスデータの少なくとも一方を用いて前記フィールド機器の通信品質を示す通信品質情報を求める演算部と、

前記演算部によって求められた前記通信品質情報を予め規定された期間に亘って統計処理して統計情報を得る統計処理部と、

前記統計処理部で得られた前記統計情報を出力する出力部と、

を備える情報処理装置と、

前記情報処理装置から出力される前記統計情報を表示する情報表示装置と、

を備える情報表示システム。

[請求項12] 前記情報表示装置は、

表示部と、

前記統計情報を、前記フィールド機器を特定する機器特定情報に対応させて前記表示部に表示させる表示制御部と、

を備える請求項１１記載の情報表示システム。

[請求項13] プラントに設置されたフィールド機器と情報処理装置との間の通信品質を示す通信品質情報を予め規定された期間に亘って統計処理して統計情報を得る第１ステップと、

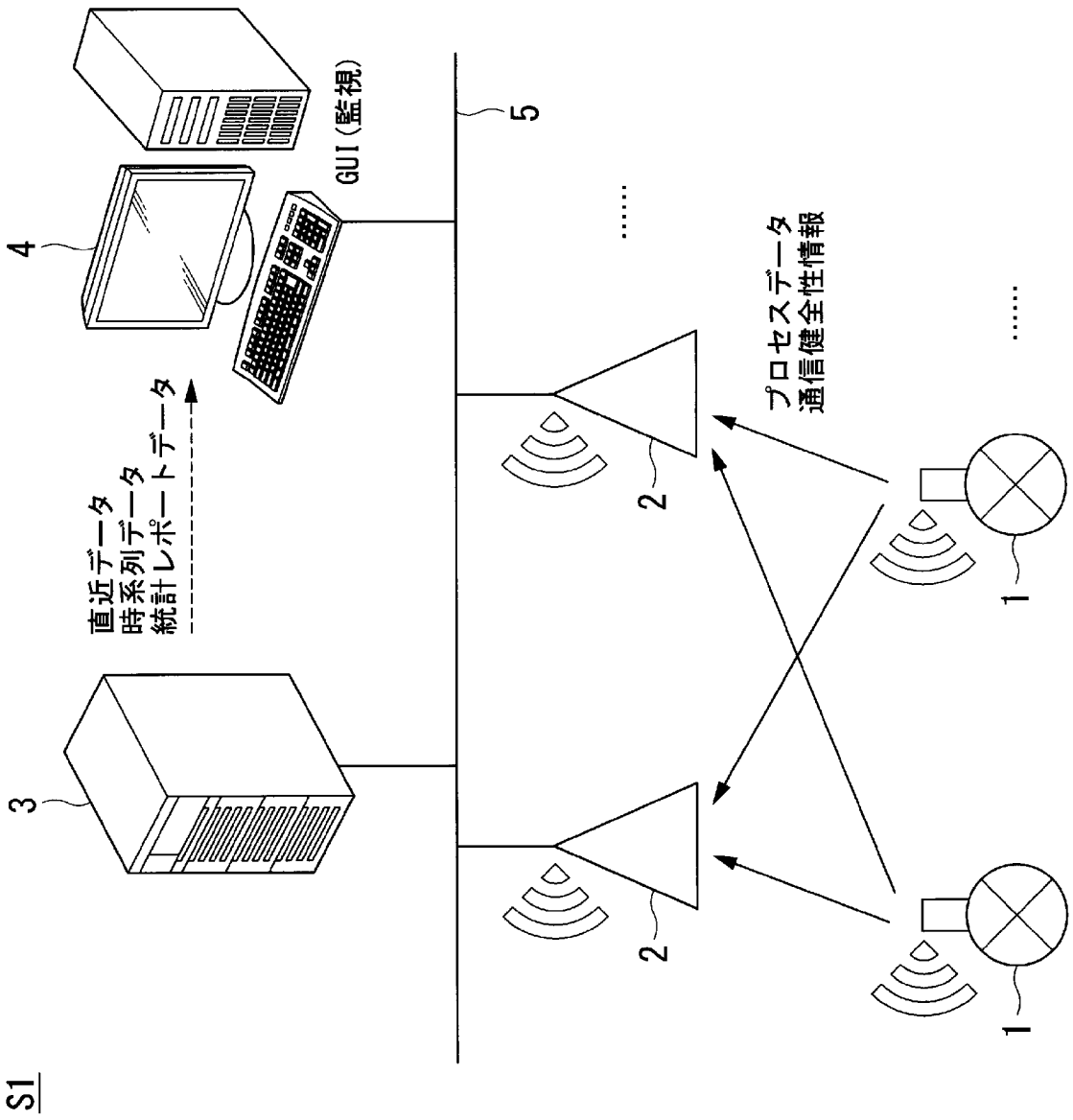
前記第１ステップで得られた前記統計情報を、前記フィールド機器を特定する機器特定情報に対応させて表示する第２ステップと、

を有する情報表示方法。

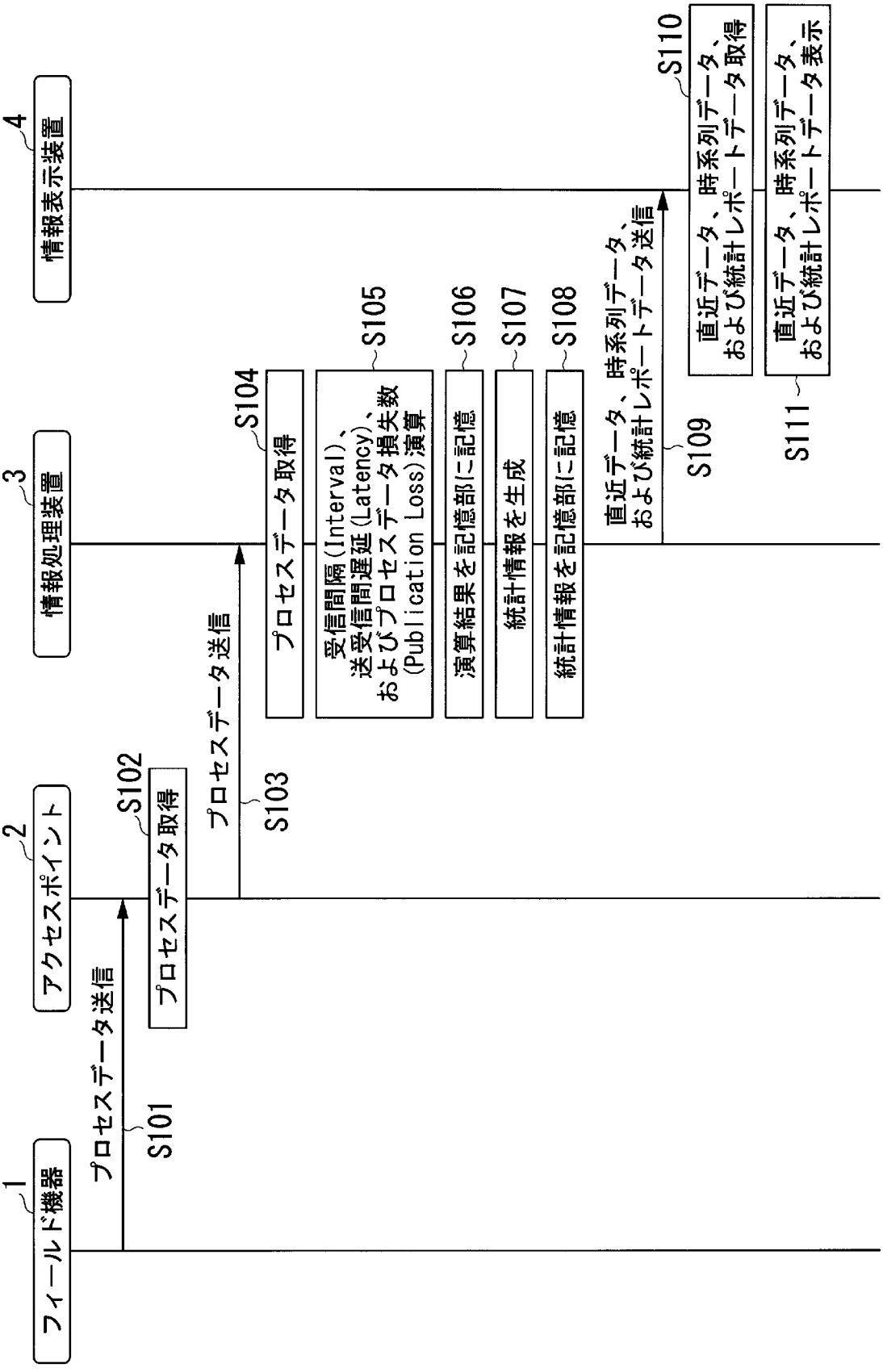
[請求項14] 前記第１ステップの前に、前記プラントに設置されたフィールド機器から送信される通信健全性情報およびプロセスデータの少なくとも一方を用いて前記フィールド機器の通信品質を示す通信品質情報を求める第３ステップを有する、

請求項１３記載の情報表示方法。

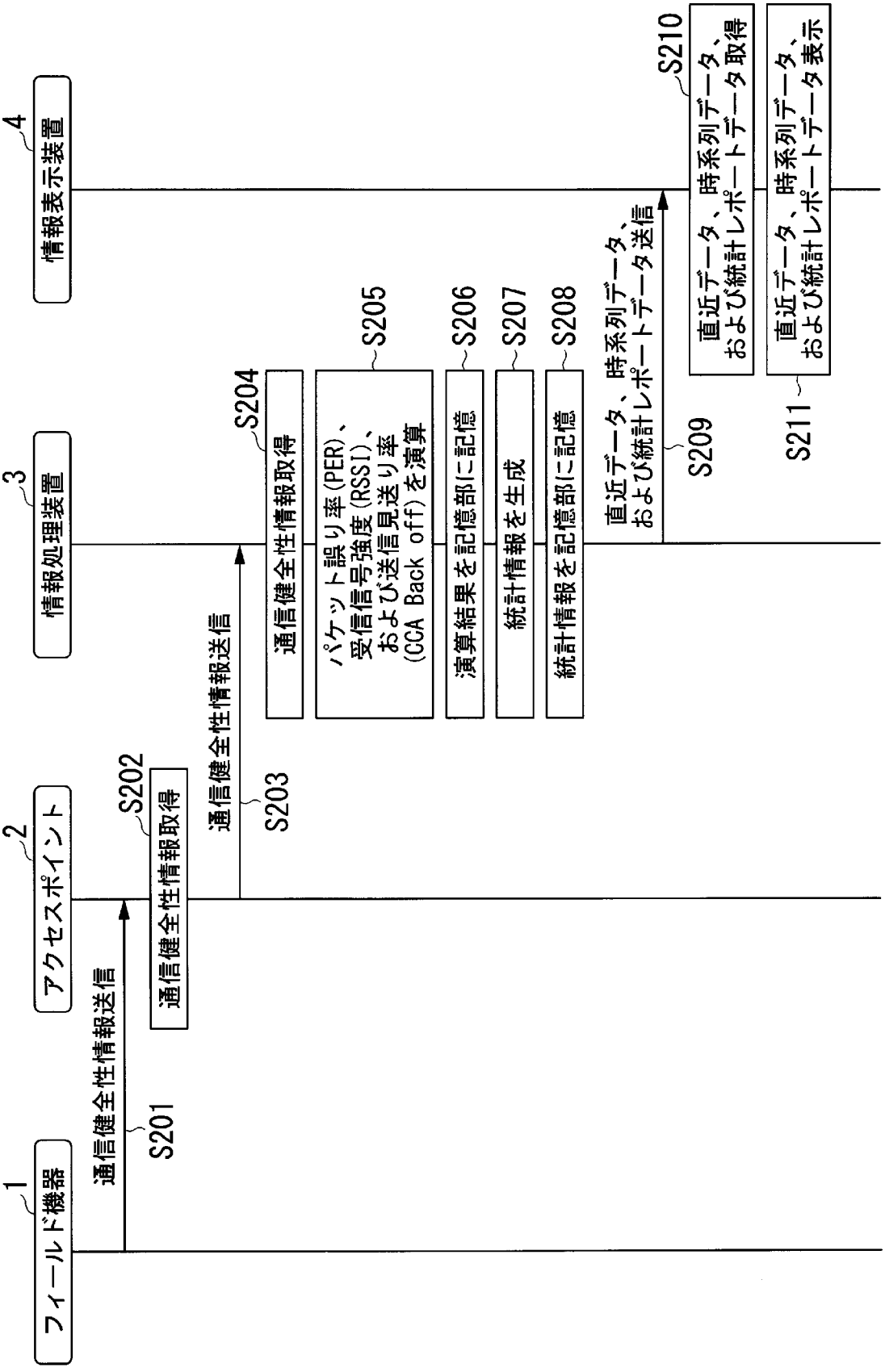
[図1]



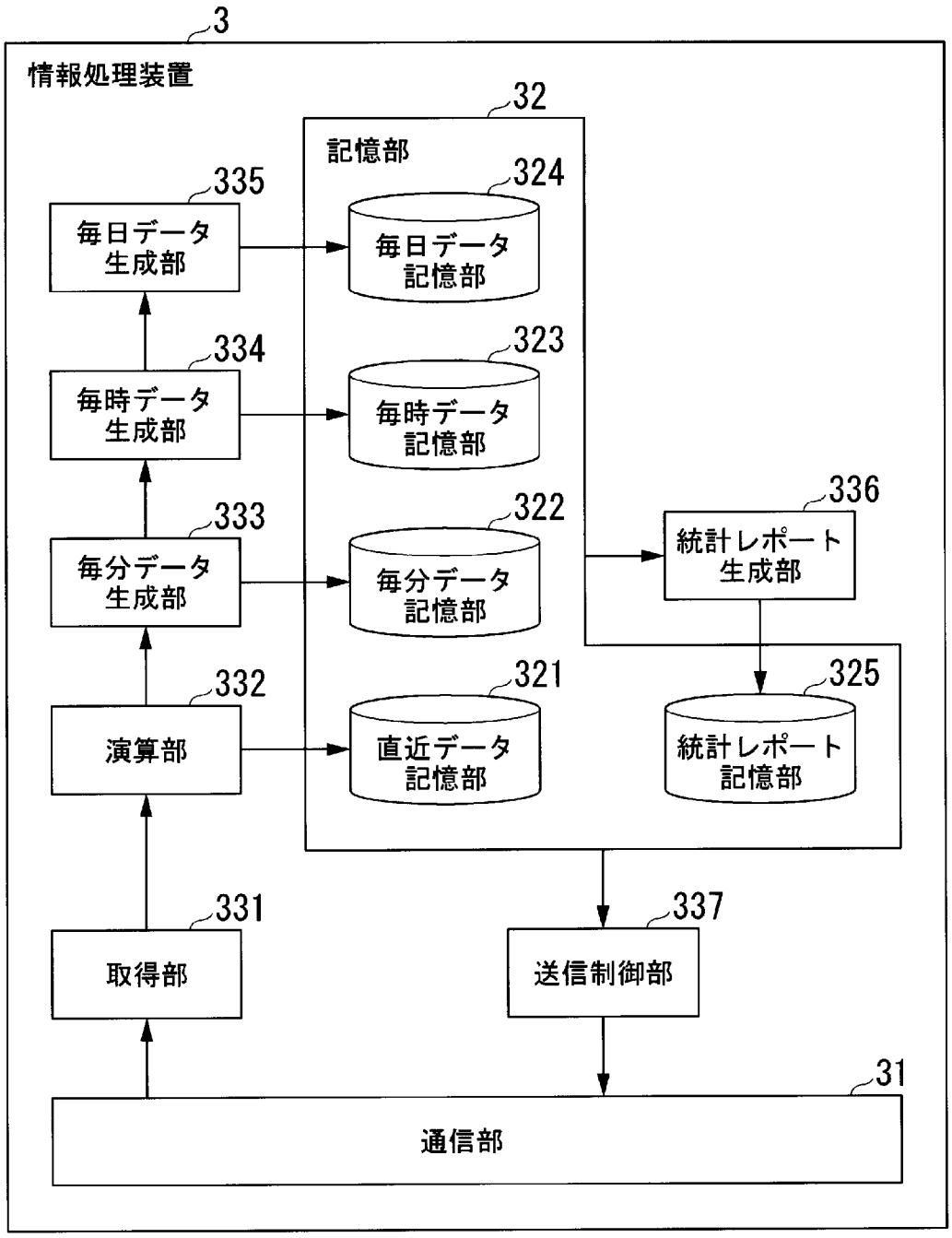
[図2]


1
フィールド機器
2
アクセスポイント
3
情報処理装置
4
情報表示装置
プロセスデータ送信
S101
S102
プロセスデータ取得
プロセスデータ送信
S103
S104
プロセスデータ取得
S105
受信間隔(Interval)、
送受信間遅延(Latency)、
およびプロセスデータ損失数
(Publication Loss)演算
S106
演算結果を記憶部に記憶
S107
統計情報を生成
S108
統計情報を記憶部に記憶
直近データ、時系列データ、
および統計レポートデータ送信
S109
S110
直近データ、時系列データ、
および統計レポートデータ取得
S111
直近データ、時系列データ、
および統計レポートデータ表示

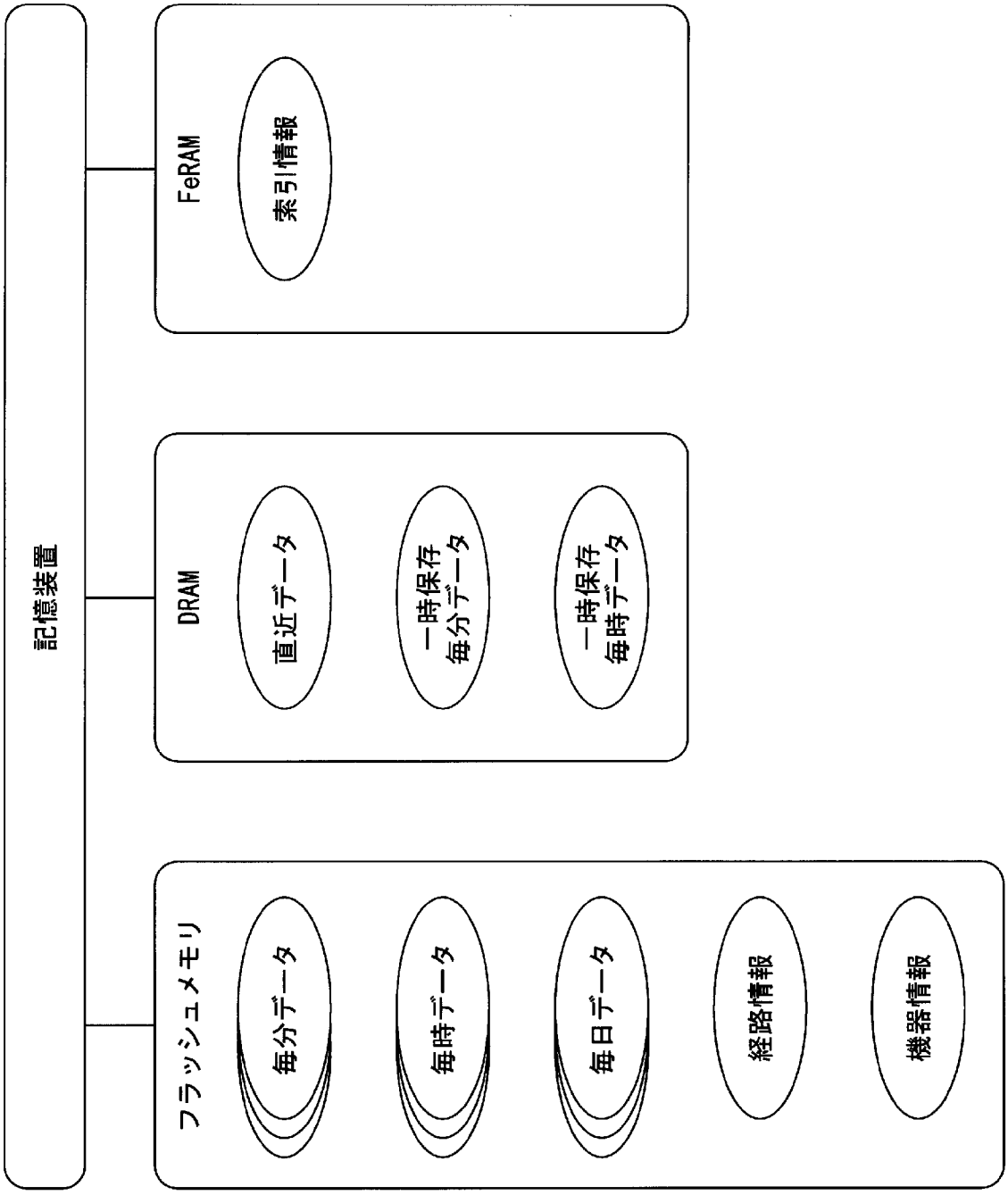
[図3]


1
フィールド機器
2
アクセスポイント
3
情報処理装置
4
情報表示装置
通信健全性情報送信
S201
S202
通信健全性情報取得
通信健全性情報送信
S203
S204
通信健全性情報取得
パケット誤り率(PER)、
受信信号強度(RSSI)、
および送信見送り率
(CCA Back off)を演算
S205
演算結果を記憶部に記憶
S206
統計情報を生成
S207
統計情報を記憶部に記憶
S208
直近データ、時系列データ、
および統計レポートデータ送信
S209
直近データ、時系列データ、
および統計レポートデータ取得
S210
直近データ、時系列データ、
および統計レポートデータ表示
S211

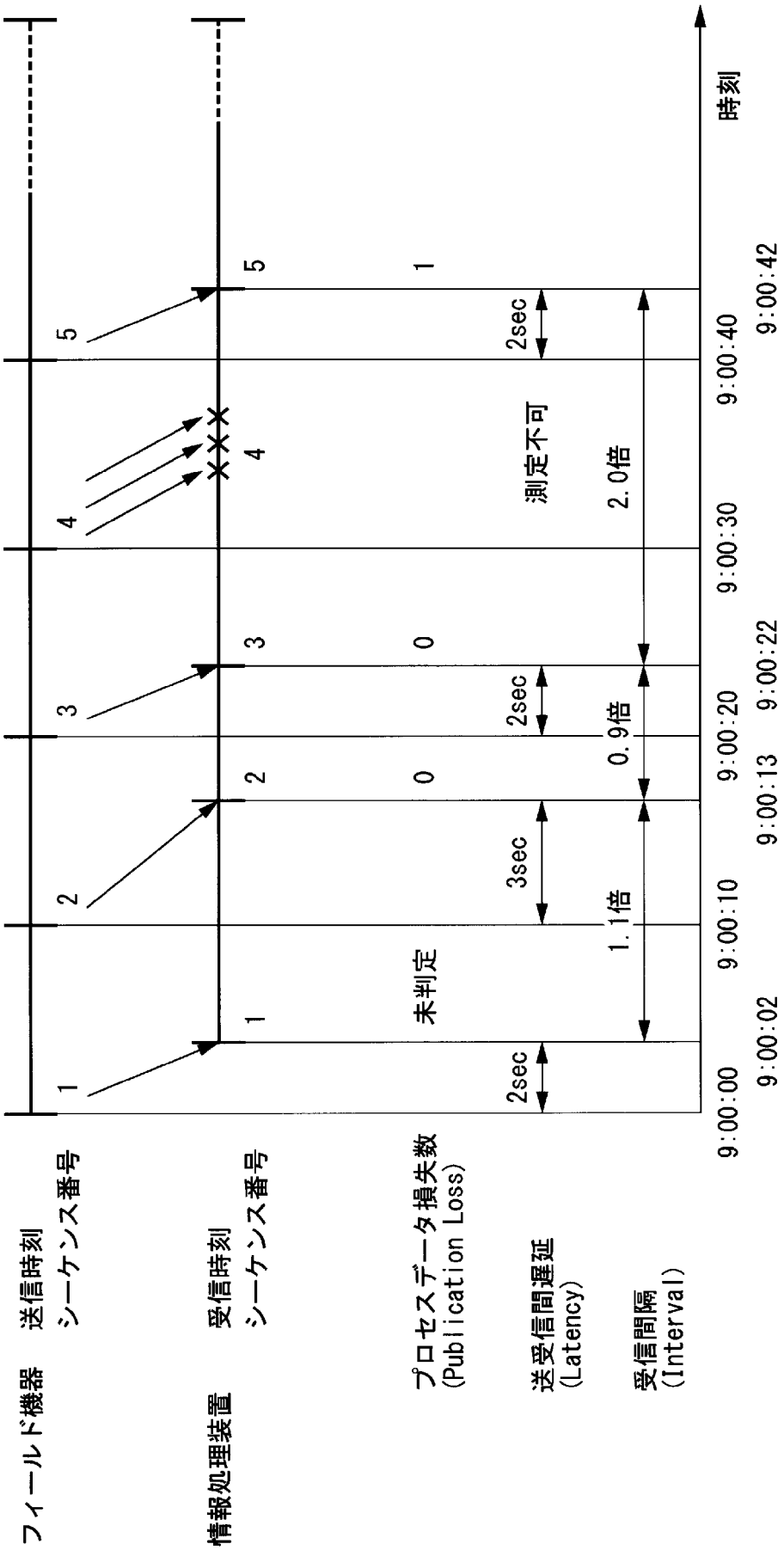
[図4]


3
情報処理装置
32
記憶部
335
毎日データ生成部
324
毎日データ記憶部
334
毎時データ生成部
323
毎時データ記憶部
333
毎分データ生成部
322
毎分データ記憶部
336
統計レポート生成部
332
演算部
321
直近データ記憶部
325
統計レポート記憶部
331
取得部
337
送信制御部
31
通信部

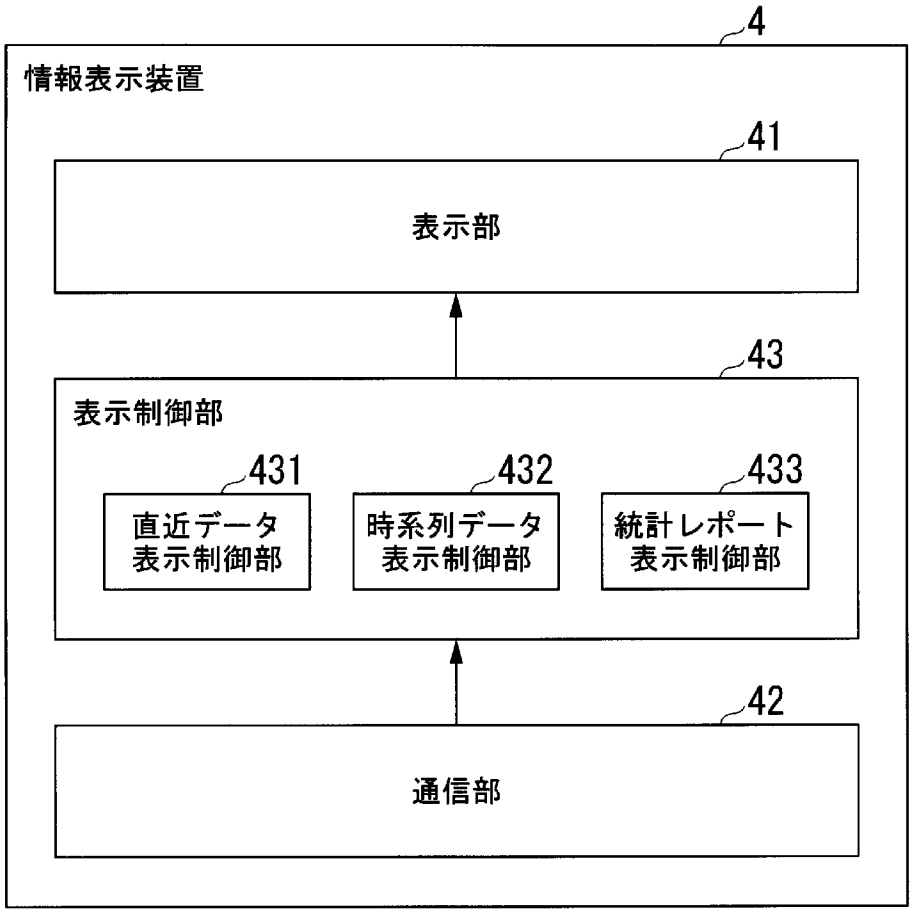
[図5]


記憶装置
FeRAM
索引情報
DRAM
直近データ
一時保存
毎分データ
一時保存
毎時データ
フラッシュメモリ
毎分データ
毎時データ
毎日データ
経路情報
機器情報

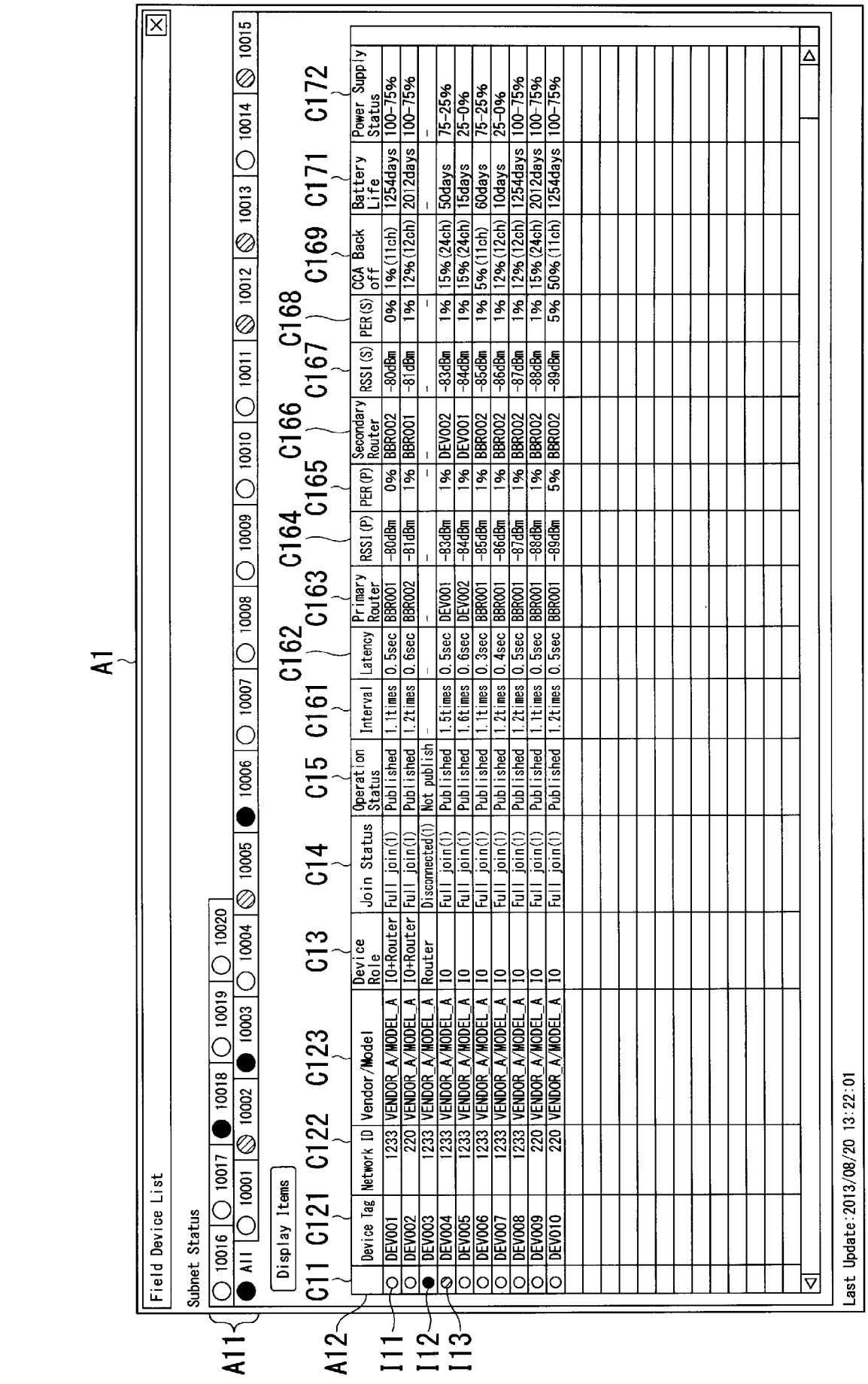
[図6]


フィールド機器 送信時刻
シーケンス番号
情報処理装置 受信時刻
シーケンス番号
プロセスデータ損失数
(Publication Loss)
送受信間遅延
(Latency)
受信間隔
(Interval)
1
2
3
4
5
未判定
0
0
測定不可
1
2sec
3sec
2sec
2sec
1.1倍
0.9倍
2.0倍
9:00:00
9:00:02
9:00:10
9:00:13
9:00:20
9:00:22
9:00:30
9:00:40
9:00:42
時刻

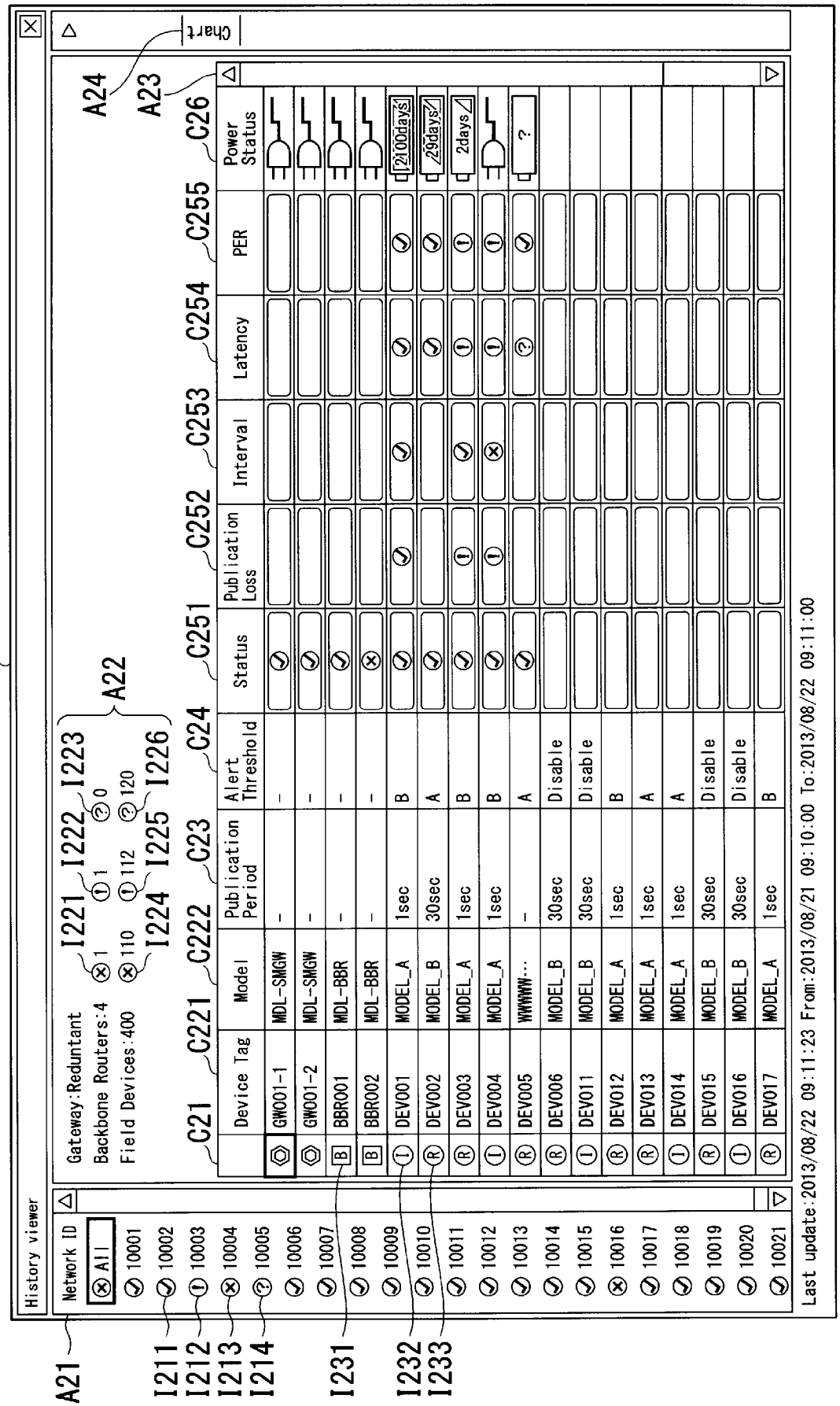
[図7]


4
情報表示装置
41
表示部
43
表示制御部
431
直近データ
表示制御部
432
時系列データ
表示制御部
433
統計レポート
表示制御部
42
通信部

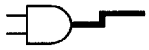
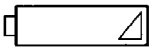
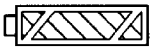
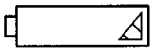
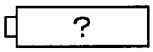
[図8]


A1
Field Device List
Subnet Status
10016 10017 10018 10019 10020
All 10001 10002 10003 10004 10005 10006 10007 10008 10009 10010 10011 10012 10013 10014 10015
Display Items
C11 C121 C122 C123 C13 C14 C15 C161 C162 C163 C164 C165 C166 C167 C168 C169 C171 C172
A11
A12
I11
I12
I13
Device Tag | Network ID | Vendor/Model | Device Role | Join Status | Operation Status | Interval | Latency | Primary Router | RSSI (P) | PER (P) | Secondary Router | RSSI (S) | PER (S) | CCA Back off | Battery Life | Power Supply Status
DEV001 | 1233 | VENDOR_A/MODEL_A | IO+Router | Full join(1) | Published | 1.1times | 0.5sec | BBR001 | -80dBm | 0% | BBR002 | -80dBm | 0% | 1% (11ch) | 1254days | 100-75%
DEV002 | 220 | VENDOR_A/MODEL_A | IO+Router | Full join(1) | Published | 1.2times | 0.6sec | BBR002 | -81dBm | 1% | BBR001 | -81dBm | 1% | 12% (12ch) | 2012days | 100-75%
DEV003 | 1233 | VENDOR_A/MODEL_A | Router | Disconnected(1) | Not publish | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -
DEV004 | 1233 | VENDOR_A/MODEL_A | IO | Full join(1) | Published | 1.5times | 0.5sec | DEV001 | -83dBm | 1% | DEV002 | -83dBm | 1% | 15% (24ch) | 50days | 75-25%
DEV005 | 1233 | VENDOR_A/MODEL_A | IO | Full join(1) | Published | 1.6times | 0.6sec | DEV002 | -84dBm | 1% | DEV001 | -84dBm | 1% | 15% (24ch) | 15days | 25-0%
DEV006 | 1233 | VENDOR_A/MODEL_A | IO | Full join(1) | Published | 1.1times | 0.3sec | BBR001 | -85dBm | 1% | BBR002 | -85dBm | 1% | 5% (11ch) | 60days | 75-25%
DEV007 | 1233 | VENDOR_A/MODEL_A | IO | Full join(1) | Published | 1.2times | 0.4sec | BBR001 | -86dBm | 1% | BBR002 | -86dBm | 1% | 12% (12ch) | 10days | 25-0%
DEV008 | 1233 | VENDOR_A/MODEL_A | IO | Full join(1) | Published | 1.2times | 0.5sec | BBR001 | -87dBm | 1% | BBR002 | -87dBm | 1% | 12% (12ch) | 1254days | 100-75%
DEV009 | 220 | VENDOR_A/MODEL_A | IO | Full join(1) | Published | 1.1times | 0.5sec | BBR001 | -88dBm | 1% | BBR002 | -88dBm | 1% | 15% (24ch) | 2012days | 100-75%
DEV010 | 220 | VENDOR_A/MODEL_A | IO | Full join(1) | Published | 1.2times | 0.5sec | BBR001 | -89dBm | 5% | BBR002 | -89dBm | 5% | 50% (11ch) | 1254days | 100-75%
Last Update:2013/08/20 13:22:01

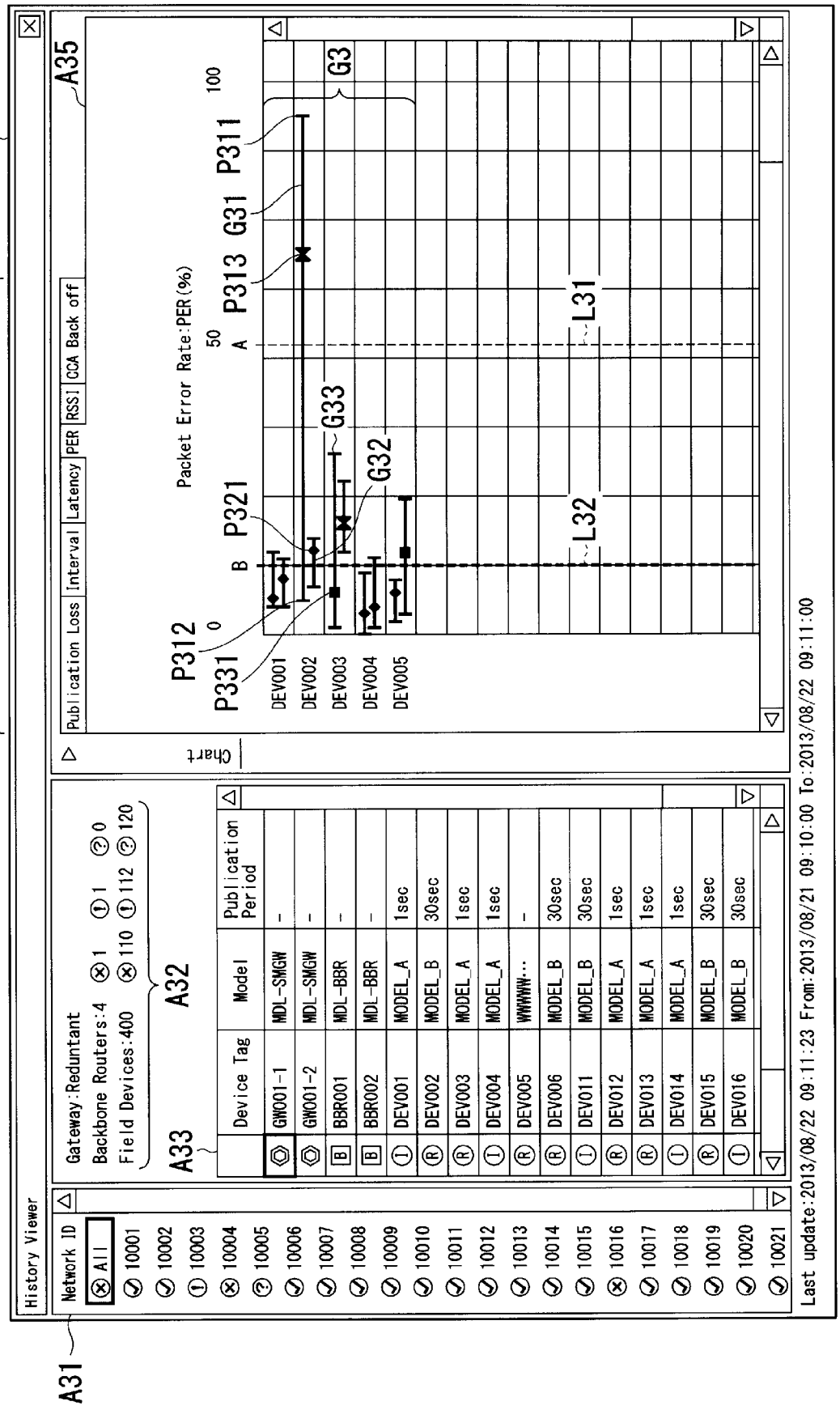
[図9]


A2
History viewer
Network ID
All
10001
10002
10003
10004
10005
10006
10007
10008
10009
10010
10011
10012
10013
10014
10015
10016
10017
10018
10019
10020
10021
A21
I211
I212
I213
I214
I231
I232
I233
Gateway:Reduntant
Backbone Routers:4
Field Devices:400
I221
I222
I223
I224
I225
I226
A22
A23
A24
Chart
C21
C221
C222
C23
C24
C251
C252
C253
C254
C255
C26
Device Tag
Model
Publication Period
Alert Threshold
Status
Publication Loss
Interval
Latency
PER
Power Status
GW001-1
GW001-2
BBR001
BBR002
DEV001
DEV002
DEV003
DEV004
DEV005
DEV006
DEV011
DEV012
DEV013
DEV014
DEV015
DEV016
DEV017
MDL-SMGW
MDL-BBR
MODEL_A
MODEL_B
2100days
29days
2days
Last update:2013/08/22 09:11:23 From:2013/08/21 09:10:00 To:2013/08/22 09:11:00

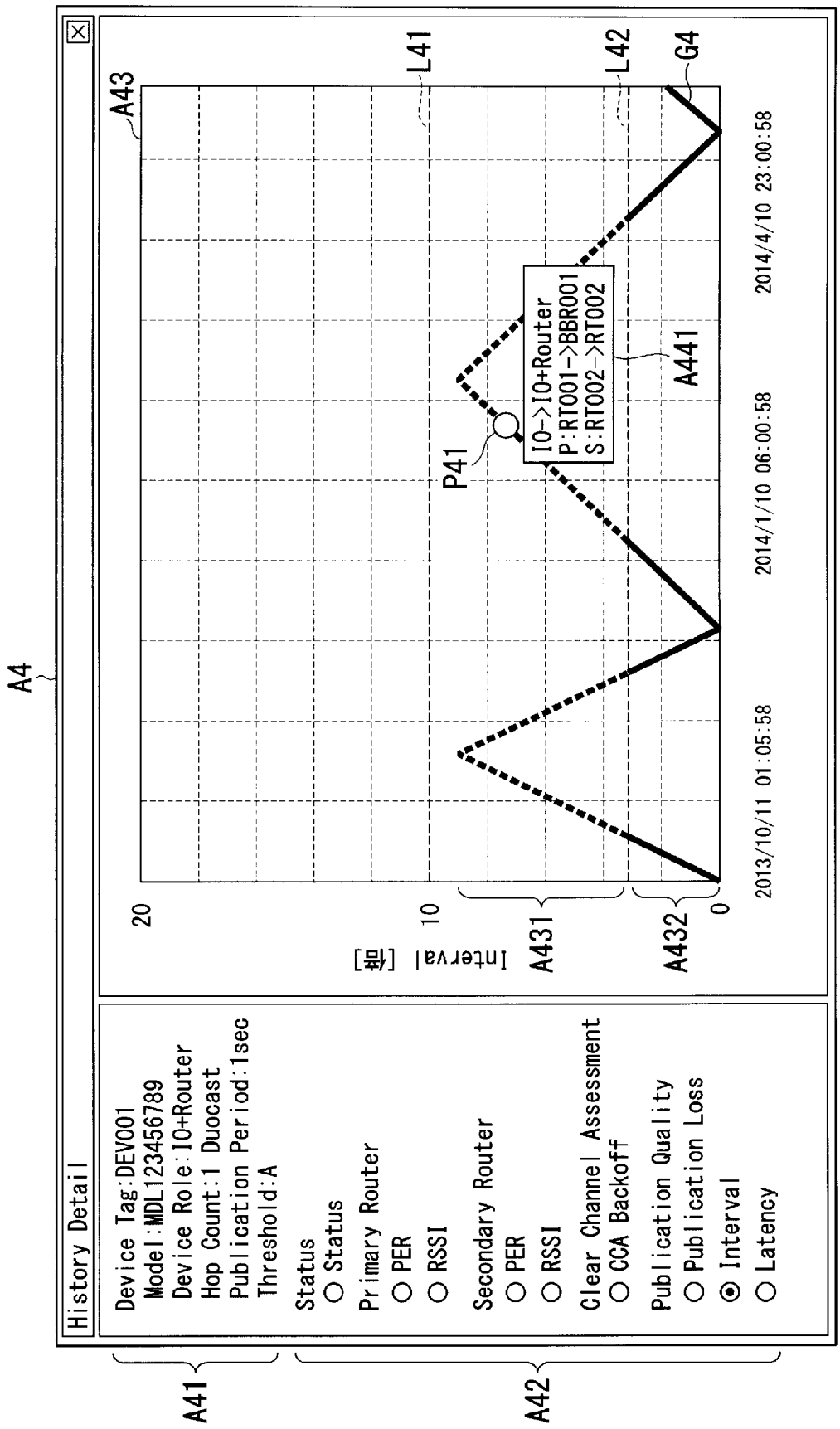
[図10]

C31	C32	C33
状態名	Power Supply Status	画像
正常	Line Powered	
	100-75%	
	75-25%	
	25-0%	
警告	100-75%	
	75-25%	
	25-0%	
不明	Unknown	

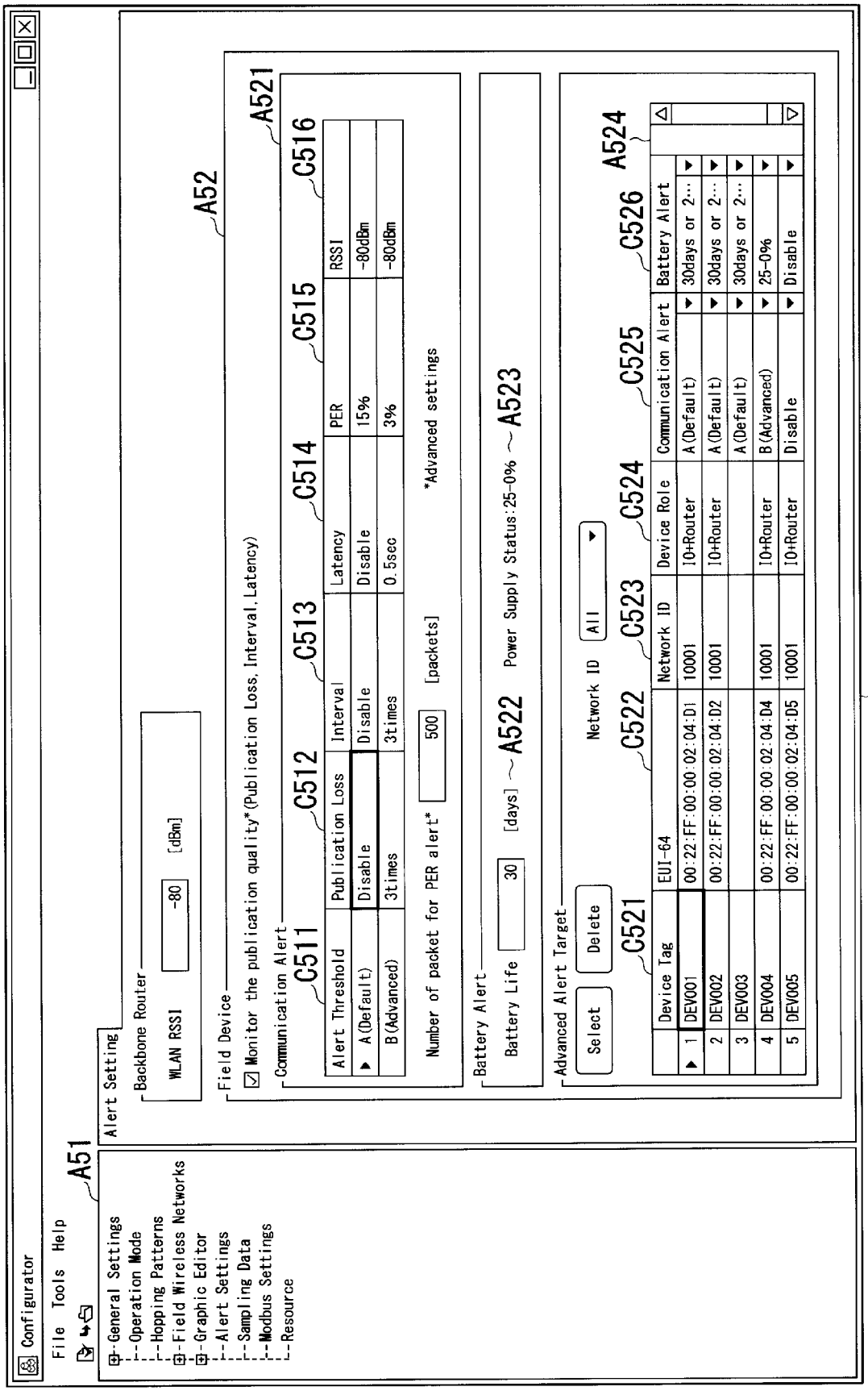
[図11]


History Viewer
A3
A34
A31
Network ID
All
10001
10002
10003
10004
10005
10006
10007
10008
10009
10010
10011
10012
10013
10014
10015
10016
10017
10018
10019
10020
10021
Gateway:Reduntant
Backbone Routers:4
Field Devices:400
A33
A32
Device Tag
Model
Publication Period
GW001-1
MDL-SMGW
GW001-2
BBR001
MDL-BBR
BBR002
DEV001
MODEL_A
1sec
DEV002
MODEL_B
30sec
DEV003
DEV004
DEV005
WWWWW...
DEV006
DEV011
DEV012
DEV013
DEV014
DEV015
DEV016
Chart
Publication Loss
Interval
Latency
PER
RSSI
CCA Back off
A35
Packet Error Rate:PER(%)
100
50
0
A
B
P312
P331
P321
P313
G31
P311
G3
G33
G32
L31
L32
DEV001
DEV002
DEV003
DEV004
DEV005
Last update:2013/08/22 09:11:23 From:2013/08/21 09:10:00 To:2013/08/22 09:11:00

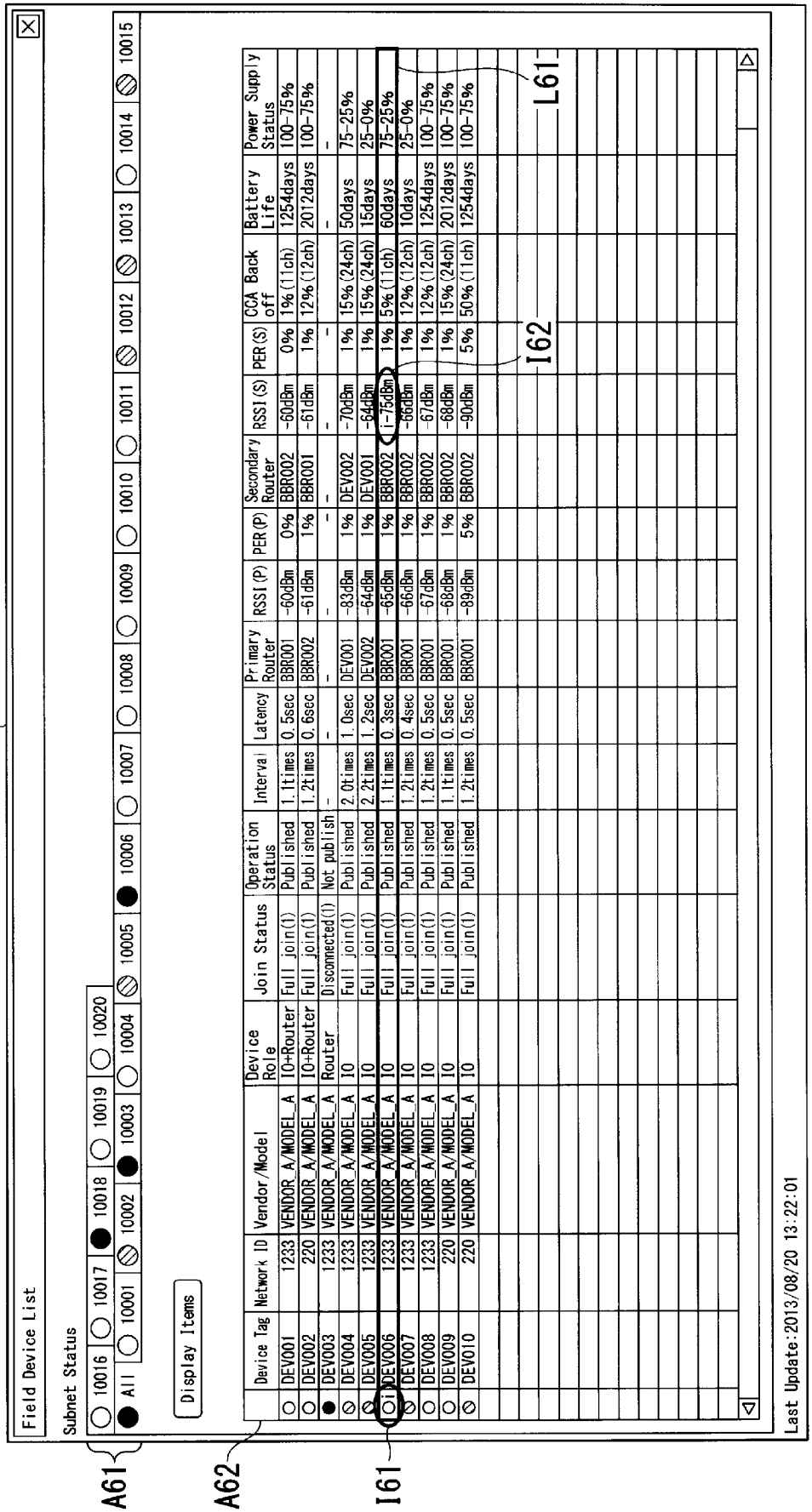
[図12]


A4
History Detail
Device Tag:DEV001
Model:MDL123456789
Device Role:IO+Router
Hop Count:1 Duocast
Publication Period:1sec
Threshold:A
Status
○ Status
Primary Router
○ PER
○ RSSI
Secondary Router
○ PER
○ RSSI
Clear Channel Assessment
○ CCA Backoff
Publication Quality
○ Publication Loss
◉ Interval
○ Latency
A41
A42
A43
L41
L42
G4
P41
IO->IO+Router
P:RT001->BBR001
S:RT002->RT002
A441
A431
A432
Interval [件]
20
10
0
2013/10/11 01:05:58
2014/1/10 06:00:58
2014/4/10 23:00:58

[図13]

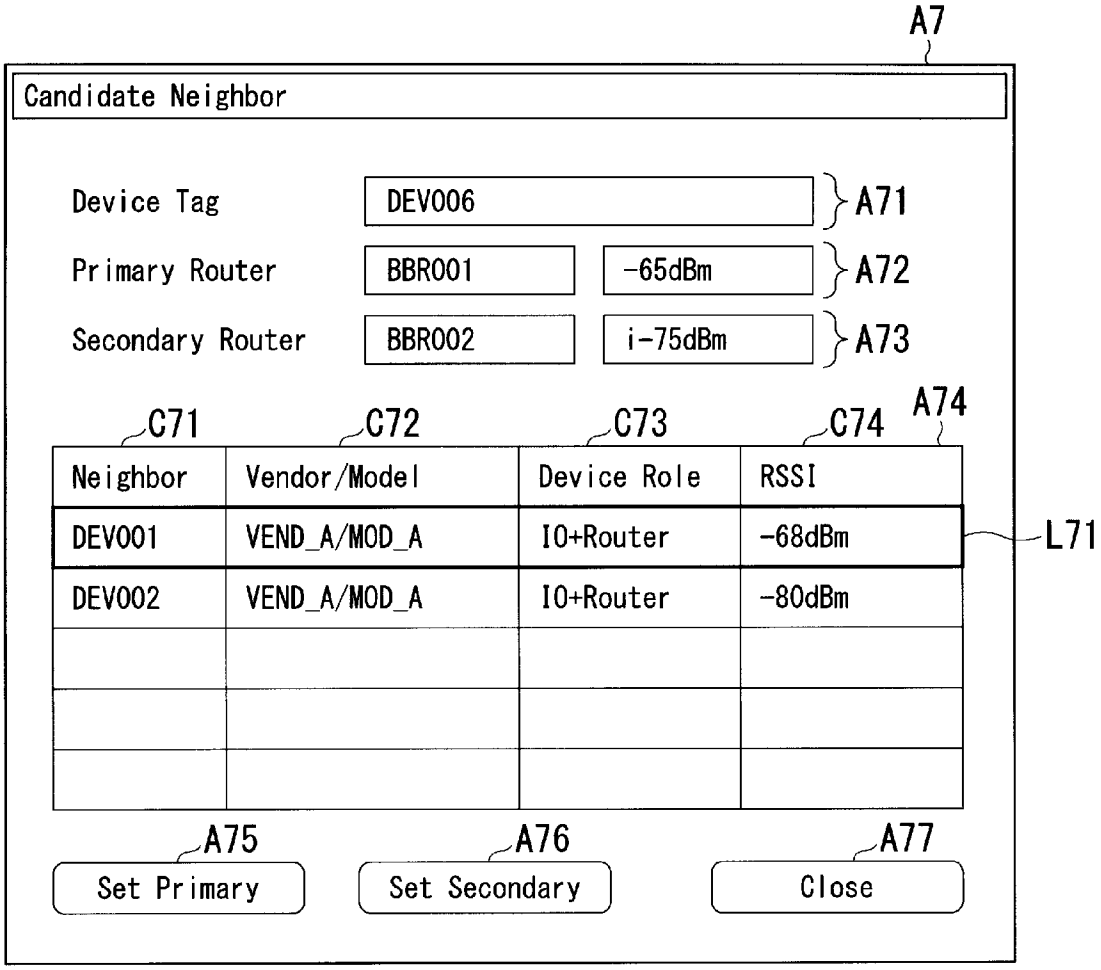

Configurator
File Tools Help
A51
General Settings
Operation Mode
Hopping Patterns
Field Wireless Networks
Graphic Editor
Alert Settings
Sampling Data
Modbus Settings
Resource
Alert Setting
Backbone Router
WLAN RSSI -80 [dBm]
A52
Field Device
Monitor the publication quality*(Publication Loss, Interval, Latency)
A521
Communication Alert
C511
C512
C513
C514
C515
C516
Alert Threshold | Publication Loss | Interval | Latency | PER | RSSI
A(Default) | Disable | Disable | Disable | 15% | -80dBm
B(Advanced) | 3times | 3times | 0.5sec | 3% | -80dBm
Number of packet for PER alert* 500 [packets]
*Advanced settings
Battery Alert
Battery Life 30 [days]
A522
Power Supply Status:25-0%
A523
Advanced Alert Target
Select
Delete
Network ID All
C521
C522
C523
C524
C525
C526
A524
Device Tag | EUI-64 | Network ID | Device Role | Communication Alert | Battery Alert
1 DEV001 | 00:22:FF:00:00:02:04:D1 | 10001 | 10+Router | A(Default) | 30days or 2…
2 DEV002 | 00:22:FF:00:00:02:04:D2 | 10001 | 10+Router | A(Default) | 30days or 2…
3 DEV003 | | | | A(Default) | 30days or 2…
4 DEV004 | 00:22:FF:00:00:02:04:D4 | 10001 | 10+Router | B(Advanced) | 25-0%
5 DEV005 | 00:22:FF:00:00:02:04:D5 | 10001 | 10+Router | Disable | Disable
A5

[図14]

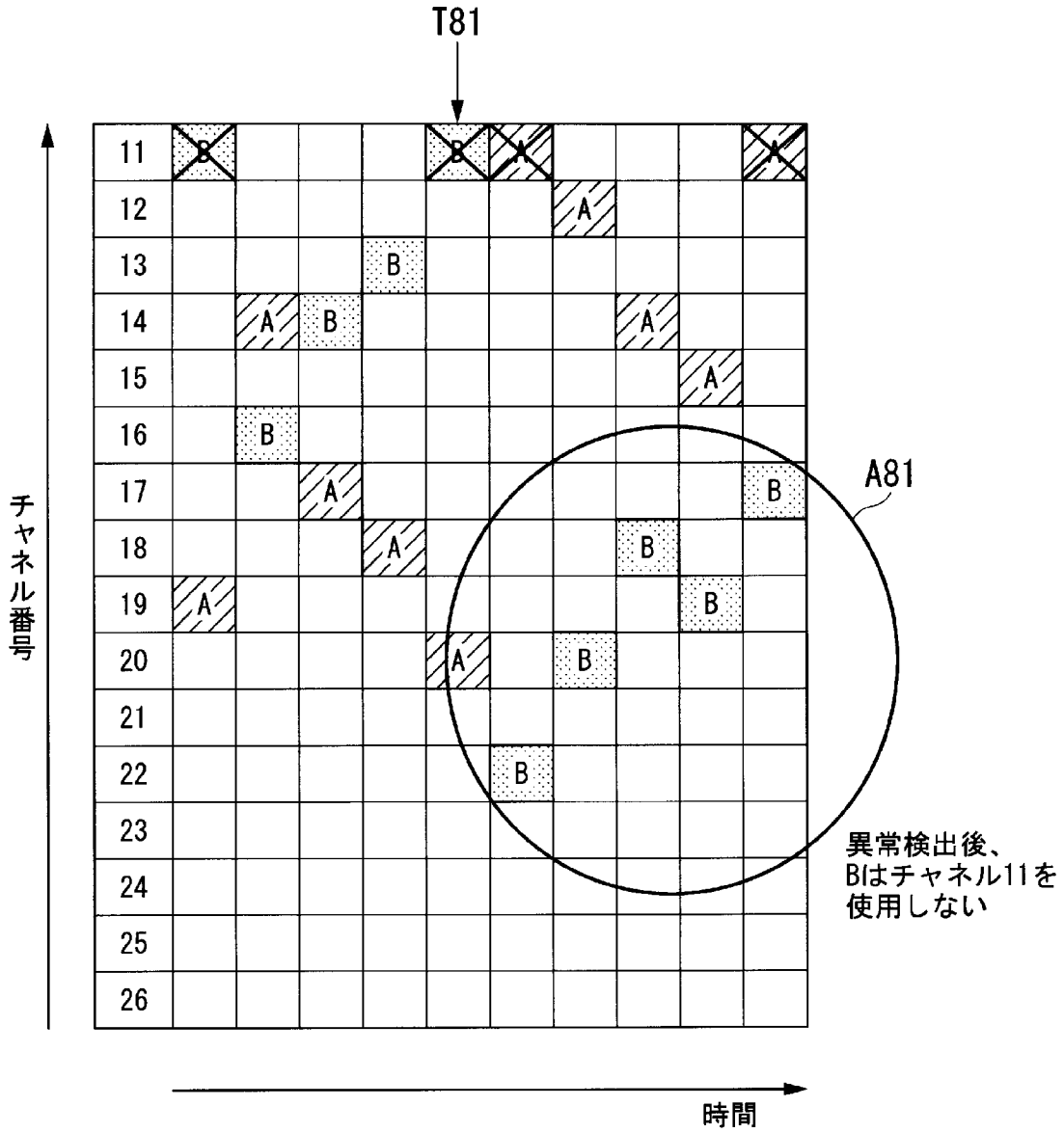


Device Tag	Network ID	Vendor/Model	Device Role	Join Status	Operation Status	Interval	Latency	Primary Router	RSSI(P)	PER(P)	Secondary Router	RSSI(S)	PER(S)	CCA Back off	Battery Life	Power Supply Status
DEV001	1233	VENDOR_A/MODEL_A	IO+Router	Full join(1)	Published	1.1times	0.5sec	BBR001	-60dBm	0%	BBR002	-60dBm	0%	1%(11ch)	1254days	100-75%
DEV002	220	VENDOR_A/MODEL_A	IO+Router	Full join(1)	Published	1.2times	0.6sec	BBR002	-61dBm	1%	BBR001	-61dBm	1%	12%(12ch)	2012days	100-75%
DEV003	1233	VENDOR_A/MODEL_A	Router	Disconnected(1)	Not publish	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEV004	1233	VENDOR_A/MODEL_A	IO	Full join(1)	Published	2.0times	1.0sec	DEV001	-83dBm	1%	DEV002	-70dBm	1%	15%(24ch)	50days	75-25%
DEV005	1233	VENDOR_A/MODEL_A	IO	Full join(1)	Published	2.2times	1.2sec	DEV002	-64dBm	1%	DEV001	-64dBm	1%	15%(24ch)	15days	25-0%
DEV006	1233	VENDOR_A/MODEL_A	IO	Full join(1)	Published	1.1times	0.3sec	BBR001	-65dBm	1%	BBR002	-75dBm	1%	5%(11ch)	60days	75-25%
DEV007	1233	VENDOR_A/MODEL_A	IO	Full join(1)	Published	1.2times	0.4sec	BBR001	-66dBm	1%	BBR002	-66dBm	1%	12%(12ch)	10days	25-0%
DEV008	1233	VENDOR_A/MODEL_A	IO	Full join(1)	Published	1.2times	0.5sec	BBR001	-67dBm	1%	BBR002	-67dBm	1%	12%(12ch)	1254days	100-75%
DEV009	220	VENDOR_A/MODEL_A	IO	Full join(1)	Published	1.1times	0.5sec	BBR001	-68dBm	1%	BBR002	-68dBm	1%	15%(24ch)	2012days	100-75%
DEV010	220	VENDOR_A/MODEL_A	IO	Full join(1)	Published	1.2times	0.5sec	BBR001	-89dBm	5%	BBR002	-90dBm	5%	50%(11ch)	1254days	100-75%

[図15]


A7
Candidate Neighbor
Device Tag
DEV006
A71
Primary Router
BBR001
-65dBm
A72
Secondary Router
BBR002
i-75dBm
A73
C71
C72
C73
C74
A74
Neighbor
Vendor/Model
Device Role
RSSI
DEV001
VEND_A/MOD_A
IO+Router
-68dBm
L71
DEV002
VEND_A/MOD_A
IO+Router
-80dBm
A75
A76
A77
Set Primary
Set Secondary
Close

[図16]


T81
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
チャネル番号
時間
A81
異常検出後、
Bはチャネル11を
使用しない

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/050739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04L29/14(2006.01)i, *G05B23/02*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04L29/14, G05B23/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-114471 A (Yokogawa Electric Corp.), 10 June 2013 (10.06.2013), paragraphs [0031] to [0035]; fig. 1 (Family: none)	1-4,6-14 5
Y	JP 2009-165099 A (Yokogawa Electric Corp.), 23 July 2009 (23.07.2009), paragraphs [0041] to [0044], [0071], [0075], [0109] (Family: none)	1-4,6-14
A	US 2013/0077477 A1 (Aramco Services Co.), 28 March 2013 (28.03.2013), entire text; all drawings & EP 2497029 A & WO 2011/056833 A1 & CN 102859508 A	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 February 2015 (09.02.15)	24 February 2015 (24.02.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５０７３９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04L29/14(2006.01)i, G05B23/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04L29/14, G05B23/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2013-114471 A (横河電機株式会社) 2013.06.10, 段落３１－３５, 第１図 (ファミリーなし)	1-4,6-14 5
Y	JP 2009-165099 A (横河電機株式会社) 2009.07.23, 段落４１－４４, ７１, ７５, １０９ (ファミリーなし)	1-4,6-14
A	US 2013/0077477 A1 (Aramco Services Company) 2013.03.28, 全文, 全図 & EP 2497029 A & WO 2011/056833 A1 & CN 102859508 A	1-14

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０９．０２．２０１５	２４．０２．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｋ　４７７７
森谷　哲朗
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５６