

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6291248号
(P6291248)

(45) 発行日 平成30年3月14日(2018.3.14)

(24) 登録日 平成30年2月16日(2018.2.16)

(51) Int.Cl.

F 1

G06F 8/65 (2018.01)
G06F 9/445 (2018.01)G06F 9/06 G06F 9/06
630A 640A

請求項の数 7 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2013-263179 (P2013-263179)
 (22) 出願日 平成25年12月20日 (2013.12.20)
 (65) 公開番号 特開2014-130585 (P2014-130585A)
 (43) 公開日 平成26年7月10日 (2014.7.10)
 審査請求日 平成28年12月12日 (2016.12.12)
 (31) 優先権主張番号 13/728, 365
 (32) 優先日 平成24年12月27日 (2012.12.27)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、スケネクタディ、リバーロード、1
 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 智志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (74) 代理人 100113974
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ファームウェアアップグレードエラー検出および自動ロールバック

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ネットワークインターフェースと、

プロセッサと、

複数の命令を備えるメモリとを備える需給計器を備え、

前記複数の命令が前記プロセッサにより実行されたときに、前記プロセッサが、

アップグレードされたファームウェア命令セットを使用して、前記需給計器の起動であつて、該起動が起動時間に関連付けられる、前記起動を実行し、

前記ネットワークインターフェースが通信信号を受信した第1の時間に基づいて時間間隔を計算し、

前記ネットワークインターフェースが需給計器の起動の後に動作可能であるかどうかを判定し、

前記ネットワークインターフェースが動作不可能と判定された場合に、知られている有効なファームウェア命令セットを使用して前記需給計器の再起動を開始するように構成され、

もし、通信信号が前記起動時間の後、前記時間間隔の間に前記ネットワークインターフェースで受信されないときに、前記ネットワークインターフェースが動作不可能と判定される、システム。

【請求項 2】

前記ネットワークインターフェースが、アップグレードされたファームウェア命令セット

10

20

を備えるデータを受信するように構成された、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

前記メモリが前記需給計器の知られている有効なファームウェア命令セットを記憶するように構成される、請求項 1 または 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記メモリが、いつ最後の通信信号が前記ネットワークインターフェースによって受信されたかに関する第 1 の時間と、

いつ現在の通信信号が前記ネットワークインターフェースによって受信されるかに関する第 2 の時間とを記憶するように構成され、

前記メモリが、2 つの連続して受信される通信信号の間の最大時間間隔を記憶するように構成され、10

前記最大時間間隔が、前記需給計器の前記起動中に設定値を割り当てられ、
前記プロセッサが、

それらの値が更新されるときにはいつでも前記第 2 の時間と前記第 1 の時間の差に対応する時間間隔を計算する、および、

前記計算された時間間隔値が前記最大時間間隔の現在の値よりも大きい場合に、前記計算された時間間隔値で前記最大時間間隔を更新する

ように構成された、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 5】

前記プロセッサが、いつ前記需給計器の前記起動が行われるかに関する第 3 の時間を生成し、そこで記憶するために前記メモリに前記第 3 の時間を送信するように構成された、請求項 4 記載のシステム。20

【請求項 6】

前記需給計器が、高度メーターインフラストラクチャ (AMI) スマートメーターを備える、請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 7】

複数の命令が記憶された、非一時的コンピュータ可読媒体であって、前記複数の命令がプロセッサにより実行されたときに、前記プロセッサが、

アップグレードされたファームウェア命令セットを使用して、需給計器の起動であって、該起動が起動時間に関連付けられる、前記起動を開始する。30

前記需給計器のネットワークインターフェースが通信信号を受信した第 1 の時間に基づいて時間間隔を計算する、

前記ネットワークインターフェースが前記需給計器の前記起動の後に動作可能であるかどうかを判定する、および、

前記ネットワークインターフェースが動作不可能と判定された場合に、知られている有効なファームウェア命令セットを使用し、前記需給計器を再起動を開始する

ように構成され、

もし、通信信号が前記起動時間の後、前記時間間隔の間に前記ネットワークインターフェースで受信されないときに、前記ネットワークインターフェースが動作不可能と判定される、非一時的コンピュータ可読媒体。40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書で開示される主題は、マイクロプロセッサに基づくスマート需給計器に関し、より詳細には、高度計量インフラストラクチャでのファームウェアの配備中のファームウェア更新エラーの自動検出のための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロプロセッサに基づく需給計器、またはスマートメーターにおいて、計量機能の50

大部分は、ファームウェアで実装される。一般に、システムのファームウェアは、読み取り専用メモリに記憶されたソフトウェアであり、起動ルーチンおよび低レベル入力／出力ルーチンなどのルーチンを含む。マイクロプロセッサに基づくスマート需給計器の耐用年限内に、新しいバージョンのファームウェアが、バグを取る、新しい機能を追加する、機能性を高めるなどのために、リリースされることがある。公益事業会社は、AMIネットワーク上の複数のスマートメーターにスマートメーターファームウェア更新データを送信するように高度計量インフラストラクチャ(AMI)ホストに指示することによって、AMIネットワークを介してスマートメーターファームウェアを更新することができる。一般に、スマートメーターが更新を受信し、起動した後、そのスマートメーターはセルフテストを実行し、更新プロセス中に生じることがあるエラーのログを取る。AMIホストは、そのエラー情報を受信し、そのエラーの重大性に応じて、たとえば、新しいファームウェア更新が失敗したときに、メーターに指令を送信して、古いファームウェア画像でロールバックし、再起動することができる。しかし、スマートメーターのマイクロプロセッサで実行するファームウェアはまた、メーターのAMI通信機能を定義し得る。したがって、メーターのAMI機能を妨げることになるエラーがファームウェア更新で生じた場合、メーターは、ホストにエラー情報を送信することまたはホストからロールバック指令を受信することができないことがあり、結果として、破損したファームウェアがメーターに残存することになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許出願公開第2012/0291021号明細書

【発明の概要】

【0004】

本来特許請求されている発明の範囲に相応するある種の実施形態が、以下に要約される。これらの実施形態は、特許請求されている発明の範囲を限定するものではなく、そうではなくて、これらの実施形態は、本発明の起こり得る形の簡潔な概要を提供することのみを意図する。実際に、本発明は、以下に記載の実施形態と同様であり得るまたはそれとは異なり得る様々な形を包含し得る。

【0005】

一実施形態で、システムは、需給計器を含む。その需給計器は、ネットワークインターフェースと、そのネットワークインターフェースが需給計器の起動の後に動作可能であるかどうかを判定するように構成されたプロセッサとを含み、そのプロセッサは、ネットワークインターフェースが動作不可能と判定された場合に、その需給計器の知られている有効なファームウェア命令セットを使用し、その需給計器を再起動するように構成される。

【0006】

第2の実施形態は、コンピュータ実行可能コードが記憶された非一時的コンピュータ可読媒体を含む。そのコードは、需給計器の起動を開始する、需給計器内のネットワークインターフェースがその需給計器の起動の後に動作可能であるかどうかを判定する、および、そのネットワークインターフェースが動作不可能と判定された場合にその需給計器の知られている有効なファームウェア命令セットを使用してその需給計器を再起動するための命令を含む。

【0007】

第3の実施形態で、需給計器は、第1の時間に受信されたその需給計器の知られている有効なファームウェア命令セットを記憶するように構成されたメモリと、第2の時間に受信されたその需給計器のファームウェア命令セットに基づいてその需給計器を起動し、その起動が成功したかどうかを判定し、その起動が失敗したと判定された場合に、知られている有効なファームウェア命令セットを使用してその需給計器を再起動するように構成されたプロセッサとを含む。

【0008】

10

20

30

40

50

本発明のこれらのおよび他の特徴、態様、および利点は、以下の図面を通して同様の文字が同様の部分を表す添付の図面を参照して以下の詳細な説明が読まれるときに、よりよく理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】AMIネットワークに接続されたスマートメーターを有する公益事業ネットワークのシステムレベル図である。

【図2】AMIネットワークに接続された図1のスマートメーターの詳細な図である。

【図3】図1および2のスマートメーターなどのスマートメーターで破損したファームウェアを検出するための方法の流れ図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の1つまたは複数の特定の実施形態が以下に説明される。これらの実施形態の簡潔な説明を提供することを目的として、実際の実装形態のすべての特徴は以下の明細では説明されないことがある。任意の技術または設計プロジェクトでのように、任意のそのような実際の実装形態の開発では、多数の実装形態に特有の決定が、実装形態によって異なり得るシステム関連およびビジネス関連の制約の順守など、その開発者の特定の目的を達成するために行われる必要があることを理解されたい。さらに、そのような開発の取り組みは複雑で時間を要することがあるが、それでもなお、本開示の利益を得る当業者の設計、製作、および製造を担うルーチンになろうことを理解されたい。

20

【0011】

本発明の様々な実施形態の要素を紹介するとき、冠詞「1つの(a, an)」、「その(the)」、および「前記(said)」は、それらの要素の1つまたは複数が存在することを意味するものである。「備える」、「含む」、および「有する」という用語は、包括的なものであり列挙された要素以外の追加の要素が存在し得ることを意味するものである。

【0012】

マイクロプロセッサに基づくスマートメーターの耐用年限内に、公益事業会社は、バグ取り、新しい機能の追加、機能性の向上などを行うことができるファームウェア更新を開発することがある。公益事業会社は、AMIホストに指示してファームウェア更新データを複数のスマートメーターに送信することによって、高度計量インフラストラクチャ(AMI)ネットワークを介して遠隔でスマートメーターファームウェアを更新することができる。一般に、メーターがファームウェア更新を受信し、起動した後、そのメーターは、セルフテストを実行し、更新プロセス中に生じることがあるエラーのログを取ることができる。スマートメーターは、AMIホストにそのエラー情報を送り返すことができる。そのエラーの重大性に応じて、そのホストは、指令をそのスマートメーターに送り返して、古いファームウェア画像でロールバックしそれ自体を再起動することができる。しかし、スマートメーターのマイクロプロセッサで実行するファームウェアはまた、メーターのAMI機能を定義する。メーターのAMI機能を妨げることになるエラーがファームウェア更新で生じた場合、メーターはホストにエラー情報を送信することまたはホストからロールバック指令を受信することができないことがあり、そのメーターに破損したファームウェアを残す。

30

【0013】

したがって、本実施形態は、新しいファームウェアが立ち上げられ、メーターのAMI機能または他の機能が機能しなくなった後に、古いファームウェア画像に自動的にロールバックするスマートメーターのための技法およびシステムに関する。したがって、本実施形態は、スマートメーターファームウェアを遠隔で更新するためのより高信頼のシステムを提供する。ある種の実施形態で、そのメーターは、通信時間、通信間隔、起動時間、起動間隔、またはそれらの組合せを記録し、記録された時間を使用して、そのスマートメーターがそのファームウェアを前のバージョンにロールバックすべきかを判定することができます。

40

50

きる。より具体的には、新しいファームウェアで再起動した後、スマートメーターは、再起動以降どのくらいの時間が経過したかを記録するタイマーを始動することができる。そのスマートメーターは、記録された通信および起動時間に基づいてそのタイマーが所定の閾値を超えたかを判定して、そのスマート需給計器が前のファームウェアバージョンにロールバックすべきかを判定することができる。ある種の実施形態で、そのスマート需給計器は、通信間隔および起動時間に基づいて閾値を設定することができる。再起動した後、スマート需給計器が、閾値を超える時間に亘り通信信号を受信しなかった場合、そのスマート需給計器は、ファームウェアの前のバージョンにロールバックすることができる。加えて、新しいファームウェアバージョンがインストールされるとき、そのスマートメーターは、テストを実行し、判定され得る任意のエラーのログを取り、その需給計器のネットワーク上のホストにそのエラーを送信することができる。10

【0014】

前述を念頭に置いて、図1に示すシステムなどの供給停止検出システムの実施形態を説明することは有用であり得る。図示するように、AMIネットワークシステム10は、AMIネットワーク14に接続され、AMIネットワークシステム10の監視動作を提供するように設計された、1つまたは複数のホストユニット12を含み得る。AMIネットワークシステム10内の各ホストユニット12は、記憶装置およびメモリに動作可能に結合されてAMIネットワークシステム10内の他の公益事業の様々な監視動作を実行するための命令を実行するプロセッサおよび／または他のデータ処理回路を含み得る。たとえば、ある種の実施形態で、各ホストユニット12は、公益事業コントロールセンタでもよい。AMIネットワークシステム10内の他の公益事業に指令およびデータを送信することに加えて、公益事業コントロールセンタは、1つまたは複数の発電所によって作り出される電力の監視および監督などのスマートグリッドシステムの監視動作を提供することができる。他の実施形態で、公益事業コントロールセンタは、他のAMIネットワークのオペレーションセンタまたは他のホストなどの外部ソースにAMIネットワークシステム10に関するデータを報告することができる。20

【0015】

ホストユニット12に加えて、AMIネットワークシステム10は、需給計器18を含む顧客住宅16を含み得る。需給計器18は、商業ビル、アパート住宅、または、公益事業ネットワークに接続された任意の他の実体に置かれ得る。ホストユニット12は、命令を発行し、または複数の需給計器18にファームウェア更新などのデータを送信することができる。ホストユニット12はまた、複数の需給計器18からファームウェアエラー情報などのデータを受信することができる。ある種の実施形態で、ホストユニット12は、AMIネットワーク14に接続された需給計器18の状況情報を保持するために、記憶装置内にテーブルを含み得る。ホストユニット12は、そのテーブルを監視して各需給計器18の状況を監視し、どの需給計器18が更新を必要とするかを判定し、需給計器18ファームウェア更新が失敗したかを判定することができる。ホストユニット12は、加えて、需給計器18の過去の障害およびエラー情報の記録を保持し、そのデータを利用して、需給計器18に障害があるかを判定することができる。30

【0016】

システムレベルから特定の構成要素に移り、需給計器18のハードウェアのさらなる詳細が図2に示される。図1および2に示す実施形態で、需給計器18は、スマートメーターである。スマートメーターは、電気エネルギーの消費量を記録し、エネルギー消費量値をAMIネットワーク14のホストユニット12に報告して返し、AMIネットワーク14のホストからデータおよび指令を受信することができる。図2の需給計器18は、メインボード22、および、ネットワークインターフェース28を含む。メインボード22は、マイクロプロセッサ24、および、メモリ26を含み、マイクロコントローラまたは組込み型システムに特有の他の構成要素を含み得る。マイクロプロセッサ24は、命令を実行してスマートメーター18の動作を実行することができる。これらの命令は、メモリ26および／または他の記憶装置などの有形の非一時的コンピュータ可読媒体に記憶されたプロ4050

グラムまたはコード内でコード化され得る。AMIネットワーク14を介する通信を可能にするために、マイクロプロセッサ24は、ネットワークインターフェース28に接続され得る。ネットワークインターフェース28は、マイクロプロセッサがAMIネットワーク14を介して通信できるようにすることができる。ネットワークインターフェース28は、エラー情報を送信し、AMIネットワーク14を介してファームウェア更新データを受信し、マイクロプロセッサ24と通信して時間スタンプおよび前述のようなAMIネットワーク14を介する通信間の時間間隔を記録することができる。その時間データは、テーブル、配列、リンクされたリスト、指定のレジスタ、変数、またはそれらの組合せなどの任意の適切なデータ構造で需給計器18のメモリ26内に記憶することができる。需給計器18のマイクロプロセッサ24は、その時間間隔情報を使用して、需給計器18のファームウェア更新のエラーおよび障害を判定することができる。加えて、メモリ26は、命令を含み得る。

【0017】

次に図3を見ると、流れ図60は、需給計器18のメモリ26に記憶された命令がスマートメーター上の破損したファームウェアを検出するために指定することができるステップを示す。AMIネットワーク14を介して新しいファームウェアを受信した後、需給計器18は、ブロック62によって表されるように、新しいファームウェアで再起動することができる。他の実施形態で、ハードウェアまたはソフトウェアの障害または他のエラーが生じるときなどに、需給計器18はまた、新しいファームウェアを受信することなしに再起動することができる。起動した後、需給計器18は、ブロック64によって表されるように、現在のファームウェアが以前にAMIテストを無事通過したかを判定することができる。そうである場合、ファームウェアは、ブロック66によって表されるように、通常どおり起動することができる。

【0018】

現在のファームウェアが以前にAMIテストを無事通過しなかった場合、需給計器18は、AMIテストを実行することができる。そのAMIテストで、需給計器18は、ブロック68によって表されるように、時間データにアクセスすることができる。ある種の実施形態で、新しいファームウェアがインストールされている場合、その時間データは、新しいファームウェアの起動時間(T_b)を含み得る。新しいファームウェアの起動時間は、スマートメーター18のメモリ26で記憶することができ、または、ホスト12によって送信されるAMIメッセージに含まれ得る。ある種の実施形態で、マイクロプロセッサ24は、各AMI通信間隔を計算し、最大間隔時間(T_{max})を記録することができる。加えて、他の実施形態で、マイクロプロセッサ24は、最後のAMI通信時間(T_1)の時間を記録することができる。前述のように、その時間データは、任意の適切なデータ構造で需給計器18のメモリ26に記憶され得る。

【0019】

ブロック70によって表されるように、スマートメーターは、それが割り当てられた時間内にAMI通信要求を受信したかどうかを判定することができる。ある種の実施形態で、その割り当てられる時間は $m^*(T_b - T_1)$ でもよく、mは正の整数でもよい。 m の値は、AMI通信要求信号が脱落または破損した場合に余分の時間を提供するように選択することができる。一般に、より大きな値のmは、再起動が必要である信頼性を向上させることができる。しかし、非常に大きな値のmは、タイムリーな再起動の発生を遅らせることがある。他の実施形態で、その割り当てられる時間は n^*T_{max} であり、nは正の整数でもよい。 m の値と同じように、nはシステムが不必要的遅延をもたらすことなく障害を確実に検出するような方法で選択され得る。さらなる他の実施形態で、その割り当てられる時間は $\max(m^*(T_b - T_1), n^*T_{max})$ 、または、言い換えれば、前の2つの実施形態のうちのより大きい割り当てられる時間である。それらの割り当てられる時間を組み合わせて、エラー検出およびロールバックの信頼性を高めることができる。他の実施形態は、他の時間データを記録し、いつロールバックが生じるべきかを判定するために異なる閾値を使用することができる。

10

20

30

40

50

【0020】

需給計器18が前述の割り当てられた時間内にAMI通信要求を受信しない場合、需給計器18は、それぞれブロック74および78によって表されるように、その新しいファームウェア画像に不良の印を付け、そのメーターを再起動し、古いファームウェアにロールバックすることができる。別法として、需給計器18が割り当てられた時間内にAMI通信要求を受信する場合、ブロック72および76によって表されるように、スマートメーターはその新しいファームウェアにAMIテストを無事に通過したとして印を付けることができ、通常通りそのファームウェアを実行し続けることができる。

【0021】

実施形態の技術的効果は、スマート需給計器内のファームウェア更新エラーを検出するための方法を含む。ある種の実装形態で、本方法は、AMI通信間隔を計算するステップ、および、最大間隔時間(T_{max})を記録するステップを含む。そのスマートメーターはまた、最後のAMI通信(T_1)の時間を記録し、新しいファームウェアの起動時間(T_b)にアクセスする。新しいファームウェアを再起動した後、そのスマートメーターは、割り当てられた時間の間AMI通信要求を受信するのを待つ。その割り当てられる時間は $m^*(T_b - T_1)$, n^*T_{max} または $\max(m^*(T_b - T_1), n^*T_{max})$ でもよい。需給計器のマイクロプロセッサは、タイミング情報を使用して、そのファームウェアが正しくインストールすることに失敗し、再起動およびロールバックを必要とするかを判定する。

10

【0022】

本明細書は、最良の形態を含めて、本発明を開示するために、そしてまた、任意のデバイスもしくはシステムの作成および使用と任意の組み込まれた方法の実行とを含めて、本発明を当業者が実施することを可能にするために、例を使用する。本発明の特許性のある範囲は、本特許請求の範囲によって定義され、当業者が思い付く他の例を含み得る。そのような他の例は、それらが本特許請求の文字通りの言語と異なる構造的要素を有する場合、または、それらが本特許請求の文字通りの言語とごくわずかな差を有する同等の構造的要素を含む場合、本特許請求の範囲内にあるものとする。

20

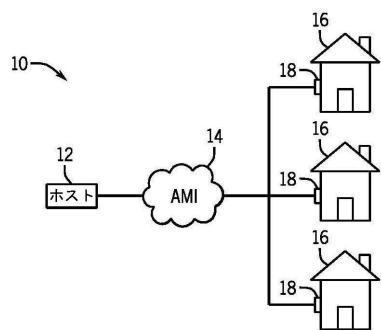
【符号の説明】

【0023】

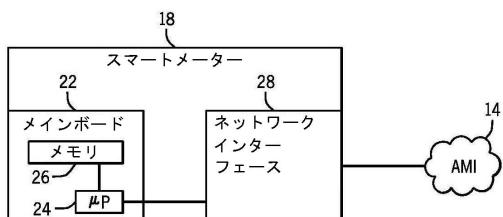
- 10 AMIネットワークシステム
- 12 ホストユニット
- 14 AMIネットワーク
- 16 顧客住宅
- 18 需給計器
- 22 メインボード
- 24 マイクロプロセッサ
- 26 メモリ
- 28 ネットワークインターフェース

30

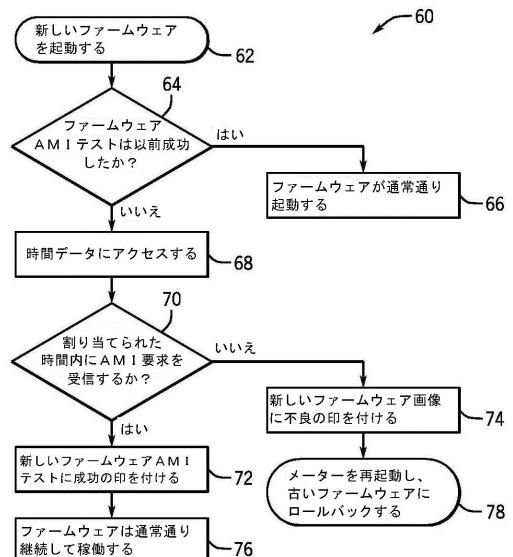
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 ツアン・リュウ

アメリカ合衆国、ジョージア州・30339、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、42
00番

(72)発明者 ピン・ツアン

アメリカ合衆国、ジョージア州・30339、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、42
00番

(72)発明者 ブルース・ロバート・ラドー

アメリカ合衆国、ニューハンプシャー州・03878、ソマーズワース、メイン・ストリート、
130番

審査官 三坂 敏夫

(56)参考文献 特開2012-059260(JP,A)

特開2002-073361(JP,A)

特開2008-299709(JP,A)

特開2011-257847(JP,A)

特表2001-512869(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 8/00 - 8/38

8/60 - 8/77

9/44 - 9/451