

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-528105
(P2014-528105A)

(43) 公表日 平成26年10月23日(2014.10.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06F 1/28 (2006.01)	G06F 1/00 333Z	5B011
H04M 1/73 (2006.01)	H04M 1/73	5G065
H02J 1/00 (2006.01)	H02J 1/00 306L	5K127
	H02J 1/00 307C	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2014-517232 (P2014-517232)
 (86) (22) 出願日 平成24年6月22日 (2012. 6. 22)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年2月21日 (2014. 2. 21)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2012/043883
 (87) 国際公開番号 W02012/178113
 (87) 国際公開日 平成24年12月27日 (2012.12.27)
 (31) 優先権主張番号 61/500, 551
 (32) 優先日 平成23年6月23日 (2011. 6. 23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 506062584
 ユニバーシティ オブ ヴァージニア パ
 テント ファウンデーション
 アメリカ合衆国・ヴァージニア州 229
 02・シャーロットヴィレ・スイート 3
 00・ウエスト メイン ストリート 2
 50
 (74) 代理人 110000408
 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
 (72) 発明者 コバチエフ, ボリス, ピー.
 アメリカ合衆国 22901 ヴァージニ
 ア州 シャーロットヴィル パイク プレ
 イス 1111

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 携帯型医療デバイスにおけるクリティカルサービスのモジュールの、電力管理及び保護のための方法及び装置

(57) 【要約】

携帯型医療デバイスの電力管理のためのアーキテクチャ及び関連する方法が提供される。この医療デバイスは、一連のサービスによって記述され、各サービスには優先順位（ディスクリションナリからクリティカルまで）が割り当てられており、この電力管理アーキテクチャによって、様々なレベルの相互交換可能な制御モジュールを用いることが可能になる。電力安全コントローラはシステムを監督してクリティカルなサービスの適切な維持を保証し、低バッテリーレベルの警告を提供する。忠実度コントローラは、異なるサービス間の電力の最適な割り当てを保証する。デバイス監督モジュールは、その他のレベルによって用いられることができるデバイス特性を推定する。アーキテクチャ全体は、サービスの安全且つ最適な管理を保証し、デバイスのボトムアップの配置を許可する。

【選択図】 図 1

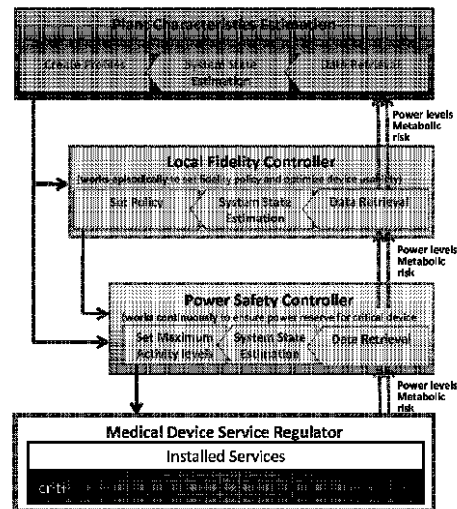


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

デバイスのバッテリーレベル、前記デバイスのユーザの少なくとも 1 つのパラメータ、及び前記デバイスによって提供されるサービスを受信するように構成され、更に、複数の時間セグメント k の各々において特定値を有する、前記バッテリーレベル、ユーザパラメータ、及び提供されているサービスのうち少なくとも 1 つの確率をエンコードする時間プロフィールを構築するように構成されたデバイス特性推定モジュールと、

前記デバイス特性推定モジュールからの前記時間プロフィール及び前記バッテリーレベルを受信し、各サービスに対する忠実度のレベルを定義して各時間セグメント k に対する忠実度ポリシー $u(k)$ を設定するように構成された忠実度コントローラモジュールと、

前記忠実度ポリシー $u(k)$ 及び前記バッテリーレベルを受信し、前記バッテリーレベル及び予め定義された電力消費率を有するオペレーションモードにおいて、バッテリー消耗前の残り時間の量を計算し、少なくとも 1 つのあらかじめ設定された閾値に対する計算された前記残り時間の量に基づいて所定のアクションを取るように構成された電力コントローラモジュールと、

前記電力コントローラモジュールから通信された所定のアクションに従って、前記サービスを行うための前記デバイスのリソースへの前記サービスのアクセスを規制するためのデバイスサービスレギュレータモジュールと、を備え、

複数のサービスを提供するように構成されたバッテリー駆動デバイスの電力消費を管理するための電力管理システム。

【請求項 2】

前記サービスの少なくとも 1 つは、前記ユーザに提供されているクリティカルなサービスであり、前記少なくとも 1 つのパラメータが前記クリティカルなサービスに対する前記ユーザのリスクレベルであり、

前記電力コントローラモジュールは、前記ユーザの前記リスクレベルに基づいて前記残り時間の量を計算し、

前記所定のアクションは、前記デバイスサービスレギュレータが前記ユーザに対する前記クリティカルなサービスの可用性を最大化させる請求項 1 の電力管理システム。

【請求項 3】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = x(k) / w_c(k)$$

$$\text{ここで} \begin{cases} w_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i, \text{min}}(I_c a_i) \\ I_c a_i = \begin{cases} a_i \text{ がクリティカルであれば、} 1 \\ \text{それ以外であれば、} 0 \end{cases} \end{cases}$$

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命であり、 a_i は使用されているサービスである請求項 2 の電力管理システム。

【請求項 4】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = \operatorname{argmin} \left| x(k) - \sum_{t=1}^{\tau} \omega_c(k+t) \right|$$

10

20

30

40

$$\text{ここで } \begin{cases} \omega_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i,u(k)}(I_c a_i) \\ I_c a_i = \begin{cases} \alpha_i \text{がクリティカルであれば、} 1 \\ \text{それ以外であれば、} 0 \end{cases} \\ u(k) = g(R(k)) \end{cases}$$

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命であり、 w_c は電力消費率であり、 $R(k)$ は前記ユーザの前記リスクの関数であり、 a_i は使用されているサービスである請求項 2 の電力管理システム。 10

【請求項 5】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = \operatorname{argmin} \left| x(k) - \sum_{t=1}^{\dot{r}} \omega_c(k+t) \right|$$

$$\text{ここで } \begin{cases} \omega_c(k) = \sum_{i=1}^n h_i(k) f_{i,u(k)}(1) \\ u(k) = g(R(k)) \end{cases}$$

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命であり、 w_c は電力消費率であり、 $R(k)$ は前記ユーザの前記リスクの関数であり、 a_i はサービスであり、 $h_i(k)$ はサービス a_i が時間セグメント k 中に使用される確率である請求項 2 の電力管理システム。 20

【請求項 6】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = x(k) / w_c(k)$$

$$\text{ここで } w_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i,u_{\max}}(1)$$

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命である請求項 2 の電力管理システム。 30

【請求項 7】

デバイスのバッテリーレベル、前記デバイスのユーザの少なくとも 1 つのパラメータ、及び前記デバイスによって提供されるサービスを受信し、複数の時間セグメント k の各々において特定値を有する、前記バッテリーレベル、ユーザパラメータ、及び提供されているサービスの少なくとも 1 つの確率をエンコードする時間プロファイルを構築し、 40

前記時間プロファイル及び前記バッテリーレベルに基づいて、各サービスに対する忠実度レベルを定義して各時間セグメント k に対する忠実度ポリシーを設定し、

前記時間プロファイルに基づいて、前記バッテリーレベル及び予め定義された電力消費率を有するオペレーションモードにおいて、バッテリー消耗前の残り時間の量を計算し、少なくとも 1 つのあらかじめ設定された閾値に対して計算された前記残り時間の量に基づいて所定のアクションを取り、

前記所定のアクションに従って、前記サービスを行うための前記デバイスのリソースへの前記サービスのアクセスを規制するプロセッサによる実行を含む、複数のサービスを提供するように構成されたバッテリー駆動デバイスの電力消費を管理するためのコンピュータによる実施方法。 50

【請求項 8】

前記サービスの少なくとも1つは、前記ユーザに提供されているクリティカルなサービスであり、前記少なくとも1つのパラメータが前記クリティカルなサービスに対する前記ユーザのリスクレベルであり、

前記残り時間の量は、前記ユーザの前記リスクレベルに基づいて計算され、

前記所定のアクションは、前記ユーザに対する前記クリティカルなサービスの可用性を最大化させる請求項7の方法。

【請求項 9】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = x(k) / w_c(k)$$

$$\text{ここで} \quad \begin{cases} w_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i,u(k)} (I_c a_i) \\ I_c a_i = \begin{cases} a_i \text{がクリティカルであれば、} 1 \\ \text{それ以外であれば、} 0 \end{cases} \end{cases}$$

10

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命であり、 a_i は使用されているサービスである請求項8の方法。

20

【請求項 10】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = \operatorname{argmin} \left| x(k) - \sum_{t=1}^{\tau} \omega_c(k+t) \right|$$

$$\text{ここで} \quad \begin{cases} \omega_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i,u(k)} (I_c a_i) \\ I_c a_i = \begin{cases} a_i \text{がクリティカルであれば、} 1 \\ \text{それ以外であれば、} 0 \end{cases} \\ u(k) = g(R(k)) \end{cases}$$

30

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命であり、 $h_i(k)$ は電力消費率であり、 $R(k)$ は前記ユーザの前記リスクの関数であり、 a_i は使用されているサービスである請求項8の方法。

【請求項 11】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = \operatorname{argmin} \left| x(k) - \sum_{t=1}^{\tau} \omega_c(k+t) \right|$$

$$\text{ここで} \quad \begin{cases} \omega_c(k) = \sum_{i=1}^n h_i(k) f_{i,u(k)} (1) \\ u(k) = g(R(k)) \end{cases}$$

40

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命であり、 $h_i(k)$ は電力消費率であり、 $R(k)$ は前記ユーザの前記リスクの関数であり、 a_i はサービスであり、 $h_i(k)$ はサービス a_i が時間セグメント k 中に使用される確率である請求項8の方法。

50

【請求項 1 2】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = x(k) / w_c(k)$$

$$\text{ここで } w_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i, a_{max}}(1)$$

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命である請求項 8 の方法。

【請求項 1 3】

10

デバイスのバッテリーレベル、前記デバイスのユーザの少なくとも 1 つのパラメータ、及び前記デバイスによって提供されるサービスを受信し、複数の時間セグメント k の各々において特定値を有する、前記バッテリーレベル、ユーザパラメータ、及び提供されているサービスの少なくとも 1 つの確率をエンコードする時間プロファイルを構築し、

前記時間プロファイル及び前記バッテリーレベルに基づいて、各サービスに対する忠実度レベルを定義して各時間セグメント k に対する忠実度ポリシーを設定し、

前記時間プロファイルに基づいて、前記バッテリーレベル及び予め定義された電力消費率を有するオペレーションモードにおいて、バッテリー消耗前の残り時間の量を計算し、少なくとも 1 つのあらかじめ設定された閾値に対して計算された前記残り時間の量に基づいて所定のアクションを取り、

20

前記所定のアクションに従って、前記サービスを行うための前記デバイスのリソースへの前記サービスのアクセスを規制すること、をコンピュータに行わせる、複数のサービスを提供するように構成されたバッテリー駆動デバイスの電力消費の管理に対して、コンピュータが実行可能なインストラクションを格納したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 1 4】

前記サービスの少なくとも 1 つは、前記ユーザに提供されているクリティカルなサービスであり、前記少なくとも 1 つのパラメータが前記クリティカルなサービスに対する前記ユーザのリスクレベルであり、

前記残り時間の量は、前記ユーザの前記リスクレベルに基づいて計算され、

30

前記所定のアクションは、前記ユーザに対する前記クリティカルなサービスの可用性を最大化させる請求項 1 3 のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 1 5】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = x(k) / w_c(k)$$

$$\text{ここで } \begin{cases} w_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i, a_{max}}(I_c a_i) \\ I_c a_i = \begin{cases} \alpha_i \text{ がクリティカルであれば、} 1 \\ \text{それ以外であれば、} 0 \end{cases} \end{cases}$$

40

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命であり、 a_i は使用されているサービスである請求項 1 4 のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 1 6】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = \operatorname{argmin} \left| x(k) - \sum_{t=1}^k \omega_c(k+t) \right|$$

50

$$\text{ここで } \begin{cases} \omega_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i,u(k)}(I_c a_i) \\ I_c a_i = \begin{cases} \alpha_i \text{がクリティカルであれば、} 1 \\ \text{それ以外であれば、} 0 \end{cases} \\ u(k) = g(R(k)) \end{cases}$$

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命であり、 w_c は電力消費率であり、 $R(k)$ は前記ユーザの前記リスクの関数であり、 a_i は使用されているサービスである請求項 14 のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。 10

【請求項 17】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = \operatorname{argmin} \left| x(k) - \sum_{t=1}^T \omega_c(k+t) \right|$$

$$\text{ここで } \begin{cases} \omega_c(k) = \sum_{i=1}^n h_i(k) f_{i,u(k)}(1) \\ u(k) = g(R(k)) \end{cases}$$

20

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命であり、 w_c は電力消費率であり、 $R(k)$ は前記ユーザの前記リスクの関数であり、 a_i はサービスであり、 $h_i(k)$ はサービス a_i が時間セグメント k 中に使用される確率である請求項 14 のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【請求項 18】

前記残り時間の量が、

$$rft(k) = x(k) / w_c(k)$$

30

$$\text{ここで } w_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i,u_{\max}}(1)$$

の式によって計算され、前記式において $rft(k)$ は時間セグメント k における前記残り時間の量であり、 $x(k)$ は残りのバッテリー寿命である請求項 14 のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、一般的に、バッテリー電源によって電力供給されるモバイルデバイスの電力管理に関する。特に、本発明は、糖尿病患者の血糖値の測定又はその患者/ユーザのその他の生理学的モニタリング、灌流ポンプ (perfusion pump)、静脈内輸液ポンプ (intravenous fluid pump) などの投与デバイス (dosing device) の制御、リモートセンタへの患者のモニタリングデータの送信などの医療サービスを提供するために使用される携帯型装置の電力管理 (power management) に関する。

【背景技術】

【0002】

セルフォーン (携帯電話)、タブレットコンピュータ、パーソナルデジタルアシスタント (PDA)、ラップトップコンピュータなどの現在のモバイルデバイスは、幅広い機能 50

を担い、多様なサービスを実行するように構成することができる。このようなデバイスは、ソフトウェアアプリケーションによって、上述のサービスなどの医療関連サービスを実行することができるようになる。このようなデバイスは典型的にはバッテリー駆動であるため、動作時間はバッテリーが切れるまでの期間に限られ、再充電する必要がある。もし、患者がデバイスを電気コンセントに差し込むことができる場所にいない場合、クリティカルな医療サービス (critical medical service) を提供することができない可能性がある。このようなデバイスは、典型的に、携帯電話サービス、Eメールサービス、音楽プレイヤーサービス、ビデオプレイヤーサービス、インターネット閲覧、ゲームプレイなど、複数のサービスを同時に行う能力を有する。もし、このようなデバイスが、デバイスの患者/ユーザに対してクリティカルな医療サービスを行いながら、その他のサービスも行っている場合、バッテリーの電力消費はより早くなる。その結果、上記のデバイスが患者/ユーザにクリティカルな医療サービスを提供するためにも使用され、残りのバッテリー電力が低レベルに近づいている場合、上記のデバイスで使用されるクリティカルではない又は重要ではないサービスによって消費される電力を減少又は削減する能力を有することが望ましい。

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【0003】

本発明の一実施形態の一態様は、特に、バッテリー電力で駆動する携帯型医療デバイス (ambulatory medical device) の電力管理のアーキテクチャ及び関連する方法を提供する。医療デバイスによって提供されるサービスは、それぞれ優先順位 (自分の判断で使える、つまり、ディスクリショナリ (discretionary) から、不可欠な、つまり、クリティカル (critical) まで) を割り当てられた一連のサービスによって表現され、この電力管理アーキテクチャによって、相互交換可能な制御モジュールは複数の制御レベルで挿入することができる。

a. 電源安全制御は、残りの電力が危険なレベルに近づくと、クリティカルなサービスの持続を維持し、ユーザに適切な警告を発するように、適切な電力管理を保证するようにシステムを監督する。

b. 忠実度コントローラ (fidelity controller) は、様々なサービスの性能レベルを最適化することによって異なるサービス間において最適な電力の割り当てを保证する。

c. デバイス監督 (device supervision) は、その他のレイヤ (layer) において使用されることができるデバイス特性を推定する。

【0004】

アーキテクチャ全体は、サービスの安全且つ最適な管理を保证し、デバイスのボトムアップの配置 (bottom-up deployment) を可能にする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

一実施形態によれば、複数のサービスを提供するように構成されたバッテリー駆動デバイスの電力消費を管理するための電力管理システムが、デバイスのバッテリーレベル、デバイスのユーザの少なくとも1つのパラメータ、及びデバイスによって提供されるサービスを受信するように構成され、更に、複数の時間セグメント k の各々において特定値を有する、バッテリーレベル、ユーザパラメータ、及び提供されているサービスのうち少なくとも1つの確率をエンコードする時間プロファイルを構築するように構成されたデバイス特性推定モジュールと、デバイス特性推定モジュールからの前記時間プロファイル及びバッテリーレベルを受信し、各サービスに対する忠実度のレベルを定義して各時間セグメント k に対する忠実度ポリシー $u(k)$ を設定するように構成され忠実度コントローラモジュールと、忠実度ポリシー $u(k)$ 及びバッテリーレベルを受信し、バッテリーレベル及び予め定義された電力消費率を有するオペレーションモードにおいて、バッテリー消費前の残り時間の量を計算し、少なくとも1つのあらかじめ設定された閾値に対する計算された残り時間の量に基づいて所定のアクションを取るように構成された電力コントローラモジュールと、電力コントローラモジュールから通信された所定のアクションに従って、サービスを行うた

めのデバイスのリソースへのサービスのアクセスを規制するためのデバイスサービスレギュレータモジュールと、を含む。

【0006】

他の実施形態によれば、複数のサービスを提供するように構成されたバッテリー駆動デバイスの電力消費を管理するためのコンピュータによる実施方法が、デバイスのバッテリーレベル、デバイスのユーザの少なくとも1つのパラメータ、及びデバイスによって提供されるサービスを受信し、複数の時間セグメントkの各々において特定値を有する、バッテリーレベル、ユーザパラメータ、及び提供されているサービスの少なくとも1つの確率をエンコードする時間プロファイルを構築し、時間プロファイル及びバッテリーレベルに基づいて、各サービスに対する忠実度レベルを定義して各時間セグメントkに対する忠実度ポリシーを設定し、時間プロファイルに基づいて、バッテリーレベル及び予め定義された電力消費率を有するオペレーションモードにおいて、バッテリー消耗前の残り時間の量を計算し、少なくとも1つの予め設定された閾値に対して計算された残り時間の量に基づいて所定のアクションを取り、所定のアクションに従って、サービスを行うためのデバイスのリソースへのサービスのアクセスを規制するプロセッサによる実行を含む。

10

【0007】

更に他の実施形態によれば、複数のサービスを提供するように構成されたバッテリー駆動デバイスの電力消費の管理に対して、コンピュータが実行可能なインストラクションを格納したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体が、デバイスのバッテリーレベル、デバイスのユーザの少なくとも1つのパラメータ、及びデバイスによって提供されるサービスを受信し、複数の時間セグメントkの各々において特定値を有する、バッテリーレベル、ユーザパラメータ、及び提供されているサービスの少なくとも1つの確率をエンコードする時間プロファイルを構築し、時間プロファイル及びバッテリーレベルに基づいて、各サービスに対する忠実度レベルを定義して各時間セグメントkに対する忠実度ポリシーを設定し、時間プロファイルに基づいて、バッテリーレベル及び予め定義された電力消費率を有するオペレーションモードにおいて、バッテリー消耗前の残り時間の量を計算し、少なくとも1つのあらかじめ設定された閾値に対して計算された残り時間の量に基づいて所定のアクションを取り、及び所定のアクションに従って、サービスを行うためのデバイスのリソースへのサービスのアクセスを規制することをコンピュータに行わせる。

20

【図面の簡単な説明】

30

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係る様々な電力管理制御モジュールとそれらのモジュールとの相互関係を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る電力管理制御と警告スキームの一例を示す図である。

【図3】本発明の一実施形態に係るデバイスの残りの機能時間を推定する際に使用される様々な電力消費シナリオを示すグラフである。

【図4】患者のリスクに応じてクリティカルなサービスの忠実度レベルを決定するのに用いられることができる忠実度レベル対患者リスクの様々な関数を示すグラフである。

【図5】本発明の一実施形態に係るデバイスの残りの機能時間を推定するために使用される、一日の様々な時間セグメント間に用いられているアクティビティ又はサービスの確率の例を示すグラフである。

40

【図6】本発明の一実施形態の実施のための例示的なコンピュータシステムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

[定式化]

$$\bar{a} = \{a_i | i = 1..n\}$$

を携帯型又はモバイルデバイスにインストールされたアクティビティ又はサービスのセッ

50

トとし、

$$\{u_j = \{u_{1,j}, u_{2,j}, \dots, u_{n,j}\} \mid j=1 \dots m\}$$

を各アクティビティ又はサービスに対する許容忠実度ポリシー (allowed fidelity policy) のセットとし、ここで、忠実度ポリシー (fidelity policy) は特定の電力消費率に関連する。次に、各時間セグメント k に対して、残りの電力 $x(k+1)$ が以下のようにモデル化することができる。

$$x(k+1) = x(k) - \omega(k) \quad (1.1)$$

10

ここで、

$$\omega(k) = \sum_{i=1}^n f_{i, u_j(k)} (I a_i(k))$$

は、ステージ k での電力消費であり、 $f_{i, u_j(k)} (I a_i(k))$ は、忠実度ポリシー $u_j(k)$ におけるアクティビティ a_i に関連する電力消費である。

【0010】

したがって、電力消費は、各時間セグメント k における 2 項確率分布 $P(I a_i(k) = 1)$ 及び選択された忠実度ポリシーのセットによって決まる確率的プロセスと見なすことができる。

20

【0011】

[アーキテクチャ]

本発明の一実施形態の一態様は、例えば、各々が電力管理問題の一側面を制御する制御モジュールの特定のアーキテクチャを中心に編成される。このアーキテクチャは、制御対象 (使い易さ対クリティカルなサービス機能性対バッテリー寿命) の曖昧性除去を可能にし、そのモジュール性は、選択された最適な電力管理ストラテジーに関わらず、クリティカルなサービスが保護され、デバイスがその中心的な医療機能性を実行することを可能にすることを保証する。

【0012】

30

図 1 を参照すると、このアーキテクチャは、抽象化を増加させる 4 つのレベルにおいて制御モジュールを含む。

a. デバイスにインストールされた全サービスのリソースアクセス (resource access) を制御する医療デバイスサービスレギュレータ (MDSR: Medical Device Services Regulator) は、サービスは特定のアクションを実行するように設計された自己完結型ソフトウェアコマンドのセットである。MDSR は、電力コントローラによって生成されたポリシー (policy) のセットを、サービスに対するリソースアクセスに変換し、不必要な又はクリティカルでないサービスをシャットダウンする可能性がある。インストールされたサービスは、クリティカルからディスクリションナリまでの複数の定義された優先順位に分類される。また、MDSR は、電力安全コントローラ (PSC) に電力レベルと患者リスク情報を提供する。

40

b. 電力安全コントローラ (PSC: Power Safety Controller) は、クリティカルなサービス、即ち、医療デバイスが機能するのに必要なサービスの最大可用性を保証する。このモジュールは、MDSR と通信すると残りの電力量を分析し、残りの動作時間量を推定し、その推定に基づき、バッテリーレベルが低くなるとクリティカルなサービスのその他の全サービスに対する優先権を保証するためにより高いレベルに設定されたポリシーをオーバーライド (override) することを決定する。更に、PSC は、ユーザに電力保存スキーム (power preservation scheme) を警告し、まもなく電源がシャットダウンされるということをユーザに警報を出す。

c. ローカル忠実度コントローラ (LFC: Local Fidelity Controller) は、各アク

50

ティビティの忠実度レベルを最適化する。忠実度レベル (fidelity level) は、サービスのオペレーションレベル (level of operation) を定義し、特定の電力消費率と一致する。全忠実度レベルの組み合わせが現在の忠実度ポリシーを定義する。

d. プラント特性エスティメータ (PCE: Plant Characteristics Estimator) は、デバイスの駆動状態を観察し、アクティビティ使用の時間依存プロファイル、特定の忠実度レベルにおけるアクティビティの電力消費、及び患者のリスクを推定する。

【0013】

このアーキテクチャの各レベルは潜在的に異なる頻度で駆動し、MDSRは継続的に駆動され、PSCは継続的又は頻繁に駆動され、LFCは間欠的に又は断続的に駆動され、PCEは時々又は稀に駆動される。

10

【0014】

[電力安全コントローラ (PSC)]

[全体的な設計]

電力安全コントローラ (PSC) は、現在のバッテリーレベルと、「クリティカルなサービスのみ」モードの機能又は電力消費率と、を考慮してバッテリー消耗前に残された時間量を計算する。

【0015】

この残りの機能時間 (rft) と、警告 (w) 及び警報 (a) の内部設定閾値と、のアセスメント (assessment) に基づき、システムは、図2に示すように、3つのアクションのうちの1つを取る。

20

$rft > w$ であれば、PSCは、現在の電力割り当てポリシー (予め設定された又はローカル忠実度コントローラからの出力) を医療デバイスサービスレギュレータ (medical device service regulator) に渡す (緑色光)。

$rft < w$ かつ $rft > a$ であれば、PSCは以下の方法によって電力を保存する。

ディスクリショナリなサービスを停止し、
重要且つクリティカルなサービスの忠実度レベルを下げ、
ユーザにバッテリーの枯渇と電力保存モードの起動が近づいていることを警告する (橙色光)。

30

$rft < a$ であれば、PSCは、

全てのクリティカルでないサービスを停止し、

クリティカルなサービスの忠実度レベルを下げ、

システムにシャットダウンの準備をさせ (データダンプ、周辺デバイスの停止など)

、

まもなくバッテリーが枯渇することをユーザに警報のアラームを出力する (赤色光)。

【0016】

[残りの機能時間の推定]

PSCは、様々な残存機能時間 (RFT: Remaining Functional Time) エスティメータ (estimator) として機能することができる。図3に示すように、RFTエスティメータは、最も保存的 (conservative) ではない (無警戒 (naive)) クラスから最も保存的な (最悪の場合のシナリオ (worst case scenario)) クラスまでの4つのクラスがある。クラス1及び4は、極限の場合 (無警戒及び最悪の場合のシナリオ) であり、既知の消費及びバッテリーレベルからの追加的な入力をリクエストせず、クラス2及び3は、患者へのリスク及び使用中のサービスアクティビティの推定 (又は経時的プロファイル) を要求する。図4では、患者が特に正午過ぎにリスク (risk) がある例示的なリスクプロファイルと、患者が通勤及び帰宅中にデバイスをディスクリショナリなアクティビティ (例えば、インターネット、メディア、ゲーム、Eメールなど) に用いている例示的な行動プロファイルを提示している。

40

【0017】

[無警戒時のRFT推定]

50

上述の定式化を用いれば、RFTの無警戒時の推定は、以下の単純な計算式によって与えられる。ここで、 $x(k)$ は時間単位の残りのバッテリー寿命、 w_c は単位時間の電力消費、 u_{min} は全アクティビティをシャットダウンする前に最も低い忠実度を与えるポリシーである。

$$rfi(k) = x(k) / w_c(k)$$

$$\text{ここで } \begin{cases} w_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i,u_{min}}(I_i a_i) \\ I_i a_i = \begin{cases} \alpha_i \text{がクリティカルであれば、} 1 \\ \text{それ以外であれば、} 0 \end{cases} \end{cases} \quad (1.2)$$

10

【0018】

[リスク情報に基づくRFT推定]

リスク情報に基づくRFT推定は、リスクプロファイルに従って推定された患者の医療リスクを利用し、時間セグメントk毎の未来のポリシーを推定する。即ち、患者のリスクが高い場合はクリティカルなサービスの忠実度を低下させず、患者が安全な場合はクリティカルなサービスの忠実度を下げることが適当である。

【0019】

これは、アーキテクチャの上部レイヤー（upper layer）において生成されたリスクプロファイルを用いることによって、又は対象の時間セグメントに対する現在の値におけるリスクを外挿することによって行うことができる。

20

いずれの場合も、RFT推定は以下の通りである。

$$rfi(k) = \operatorname{argmin} \left| x(k) - \sum_{t=1}^i \omega_c(k+t) \right|$$

$$\text{ここで } \begin{cases} \omega_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i,u(k)}(I_i a_i) \\ I_i a_i = \begin{cases} \alpha_i \text{がクリティカルであれば、} 1 \\ \text{それ以外であれば、} 0 \end{cases} \\ u(k) = g(R(k)) \end{cases} \quad (1.3)$$

30

ここで、クリティカルなサービスの忠実度レベルが、関数gによって推定された経時的な患者のリスクに依存することが分かる。gは、図4に示すように多くの形状を取ることができるが、キーとなる特徴は、「リスクの高い期間中は、クリティカルなサービスの忠実度が増加する」ということである。

【0020】

[行動的情報に基づくRFT推定]

RFTのリスクに基づくアセスメントに加えて、行動的プロファイルに着目し、電力消費を推定することも興味深い。ここで、特に多用途医療デバイス（携帯電話又はタブレットコンピュータからのポンプ制御又はセンサモニタリングなど）に関して検討する。このデバイスは、そのクリティカルなサービス（例えば、医療用途）よりも多くの用途に用いられるので、それらディスクリショナリな機能を患者が使用したときの変動の要因は重要である。アーキテクチャの上部レイヤー（プラント特性推定（Plant Characteristics Estimation））は、全アクティビティに対する使用のプロファイルを生成するように設計され、その結果、以下のように、RFTの計算において「予期される用途」の要因となることが可能になる。

40

$$rft(k) = \operatorname{argmin} \left| x(k) - \sum_{t=1}^{\tau} \omega_c(k+t) \right|$$

$$\text{ここで} \quad \begin{cases} \omega_c(k) = \sum_{i=1}^n h_i(k) f_{i,u(k)}(1) \\ u(k) = g(R(k)) \end{cases} \quad (1.4)$$

ここで、 $h_i(k)$ は時間セグメント k 中に使用されるアクティビティ a_i の確率である。このような確率曲線の例を図 5 に示す。 10

【0021】

[最悪の場合のシナリオの RFT 推定]

上記に提案された定式化を用いると、RFT の最悪の場合のシナリオの推定が以下の単純な計算式によって与えられる。

$$rft(k) = x(k) / w_c(k)$$

$$\text{ここで} \quad w_c(k) = \sum_{i=1}^n f_{i,u_{\max}}(1) \quad (1.5)$$

ここで、 $x(k)$ は時間単位の残りのバッテリー寿命、 $w_c(k)$ は時間毎の電力消費、 u_{\max} は全サービスが最大忠実度で機能することを可能にするポリシーである。 20

【0022】

[ローカル忠実度コントローラ]

ローカル忠実度コントローラ (LFC: local fidelity controller) は、各時間セグメント k に対するポリシー $u(k)$ を設定する。このポリシーは、各アクティビティに対する忠実度のレベルを定義し、任意数の方法によって計算することができる。この計算の詳細は本発明の一部ではないので本書では検討しない。このような詳細は、医療デバイスに限られたものではない既知の方法によって考案することができる。重要なのは、このシステムが、各時間セグメント k における LFC をバッテリーレベル、推定された患者へのリスク、及びデバイスによって使用されているアクティビティやサービスに利用可能にされることである。システム全体との互換性は、LFC によって計算されたポリシーが MDSR によって変換されることを保証することによって達成される。 30

【0023】

[プラント特性推定]

PCE は、各時間セグメント k においてアーキテクチャから以下を受信する。

バッテリーレベル、

推定された患者へのリスク、及び

デバイスによって使用されているアクティビティ。

各入力に関して、PCE は、各ステージ k において特定の値を有する各変数の確率をエンコードする時間プロファイルを構築する。このようなプロファイルは、任意の時間間隔 (例えば、1 時間、24 時間、1 週間) にわたって記述することができ、或いは、日/週の種類 (仕事、休暇、週末など) に特定することもできる。 40

【0024】

一般的に利用可能な確率分布エスティメータ (probability distribution estimator) を用いて以下を構築することができる。

アクティビティプロファイル、

代謝に関するリスクプロファイル

アクティビティ特有消費プロファイル

【0025】

図6を参照すると、図6は、本発明の例示的な実施形態又は実施形態の一部を実施するためのコンピュータシステム600についての機能的なブロック図である。例えば、本発明の実施形態の方法やシステムは、ハードウェア、ソフトウェア又はそれらの組み合わせを使用して実施することができ、一つ以上のコンピュータシステムや適切なメモリと処理能力を備えるパーソナルデジタルアシスタント(PDA: personal digit assistant)のような他の処理システムで実施することができる。実施形態一例として、本発明は、図6に示される汎用目的コンピュータ60上で実行するソフトウェアで実施された。コンピュータシステム600は、プロセッサ604のような一つ以上のプロセッサを含むことができる。プロセッサ604は、通信インフラ構造606(例えば、通信バス(communications bus)、クロスオーバーバー(cross-over bar)、又はネットワーク)へ接続される。コンピュータシステム600は、ディスプレイユニット630上への表示のために通信インフラ構造606から(又は図示されていないフレームバッファから)グラフィックス、テキスト、及び/又は他のデータを送るディスプレイインターフェース602を含むことができる。ディスプレイユニット630は、デジタル及び/又はアナログであってもよい。

10

20

30

40

50

【0026】

また、コンピュータシステム600は、好ましくは、ランダムアクセスメモリ(RAM)であるメインメモリ608を含んでもよく、また二次メモリ610を含んでもよい。二次メモリ610は、例えば、ハードディスクドライブ612及び/又はフロッピーディスクドライブ、磁気テープドライブ、光ディスクドライブ、フラッシュメモリ等を表す着脱可能な記憶ドライブ614を含むことができる。着脱可能な記憶ドライブ614は、周知の方法で、着脱可能な記憶ユニット618から読み出し及び/又はそれへ書き込む。着脱可能な記憶ユニット618は、着脱可能な記憶ドライブ614によって読み出され、かつ書き込まれるフロッピー(登録商標)ディスク、磁気テープ、光ディスク等を表す。理解されるように、着脱可能な記憶ユニット618は、中にコンピュータソフトウェア及び/又はデータを記憶したコンピュータ使用可能な記憶媒体を含む。

【0027】

他の実施形態では、二次メモリ610は、コンピュータプログラムや他の命令をコンピュータシステム600へ読み込みさせるための他の手段を含むことができる。そのような手段は、例えば、着脱可能な記憶ユニット622とインターフェース620とを含むことができる。このような着脱可能な記憶ユニット/インターフェースの例は、(ビデオゲームデバイスで見られるもののような)プログラムカートリッジとカートリッジインターフェース、着脱可能なメモリチップ(ROM、PROM、EPROM又はEEPROM(登録商標))と関連するソケット、及び他の着脱可能な記憶ユニット622とソフトウェアとデータを着脱可能な記憶ユニット622からコンピュータシステム600へ転送可能とするインターフェース620とを含む。

【0028】

また、コンピュータシステム600は、通信インターフェース624を含むこともできる。通信インターフェース624は、ソフトウェアとデータがコンピュータシステム600と外部デバイスとの間で転送されることを可能とする。通信インターフェース624の例は、モデム、ネットワークインターフェース(イーサネット(登録商標)(Ethernet)カードのような)、通信ポート(例えば、シリアル又はパラレル等)、PCMCIAスロット及びカード、モデム等を含むことができる。通信インターフェース624を介して転送されるソフトウェアとデータは、電子、電磁気、光又は通信インターフェース624によって受信することができる他の信号などの信号628の形態である。信号628は、通信バス(即ち、チャンネル)626を介して通信インターフェース624へ提供される。チャンネル626(又はここで開示される任意の他の通信手段やチャンネル)は、信号628を搬送し、ワイヤ又はケーブル、ファイバオプティックス、ブルートゥース(登録商標)、電話線、セルラーフォーンリンク、RFリンク、赤外線リンク、無線リンク又は接続及び他の通信チャンネルを使用して実施することができる。

【 0 0 2 9 】

本書では、“コンピュータプログラム媒体”と“コンピュータ使用可能媒体”の用語は、種々のソフトウェア、ファームウェア、ディスク、ドライブ、着脱可能な記憶ドライブ614、ハードディスクドライブ612に装着されたハードディスク、及び信号628を一般的に指すために使用される。コンピュータプログラム製品（“コンピュータプログラム媒体”と“コンピュータ使用可能媒体”）は、ソフトウェアをコンピュータシステム600へ提供するための手段である。コンピュータプログラム製品は、コンピュータプログラムロジックを有し、コンピュータで使用可能な媒体を備えることができる。本発明は、そのようなコンピュータプログラム製品を含む。“コンピュータプログラム媒体”と“コンピュータ使用可能媒体”は、コンピュータロジックを有する任意のコンピュータが読み取り可能な媒体であってもよい。

10

【 0 0 3 0 】

コンピュータプログラム（コンピュータ制御ロジック又はコンピュータプログラムロジックとも言う）は、メインメモリ608及び/又は二次メモリ610に記憶することができる。コンピュータプログラムは、通信インターフェース624を介して受信することができる。そのようなコンピュータプログラムは、実行されると、ここで記述されたように、コンピュータシステム600に本発明の特徴を実行させることができる。特に、コンピュータプログラムは、実行されると、プロセッサ604に本発明の機能を実行させることができる。したがって、このようなコンピュータプログラムは、コンピュータシステム600のコントローラを表す。

20

【 0 0 3 1 】

本発明がソフトウェアを使用して実施される実施形態において、そのソフトウェアは、コンピュータプログラム製品に記憶され、着脱可能な記憶ドライブ614、ハードドライブ612又は通信インターフェース624を使用してコンピュータシステム600へ読み込みすることができる。制御ロジック（ソフトウェア又はコンピュータプログラムロジック）は、プロセッサ604によって実行されると、ここで述べられたように、プロセッサ604に本発明の機能を実行させることができる。

【 0 0 3 2 】

他の実施形態では、本発明は、例えば、アプリケーション指定集積回路（ASICs：application specific integrated circuit）のようなハードウェアコンポーネントを使用してハードウェアで主に実施される。ここで述べられた機能を実行するためのハードウェア状態マシン（hardware state machine）の実施は、当業者にとっては明白である。

30

【 0 0 3 3 】

更に他の実施形態では、本発明は、ハードウェアとソフトウェアの両方を使用して実施される。

【 0 0 3 4 】

本発明の一例のソフトウェア実施形態において、ここで記述される方法は、SPSS制御言語又はC++プログラミング言語で実施されてもよいが、他の種々のプログラム、コンピュータシミュレーションとコンピュータ支援設計、コンピュータシミュレーション環境、MATLAB、又は任意の他のソフトウェアプラットフォームやプログラム、ウィンドウインターフェースやオペレーティングシステム（又は他のオペレーティングシステム）や当業者にとって既知の又は利用可能な他のプログラムにおいて実施されることができるとする。

40

【 0 0 3 5 】

このように、本発明が開示されたが、本発明はその精神及び範囲から逸脱することなく多くの方法で実施されてもよいことは当業者には自明である。任意の及び全てのこのような変形は以下の特許請求項の範囲内に含まれるものとする。

【 0 0 3 6 】

ここで開示された発明のさまざまな実施形態における装置、システム、コンピュータプログラム製品、及び方法は、次の参考文献、出願、刊行物、及び特許に開示された態様を

50

用いることができ、参考文献の全体が明細書に組み込まれる。

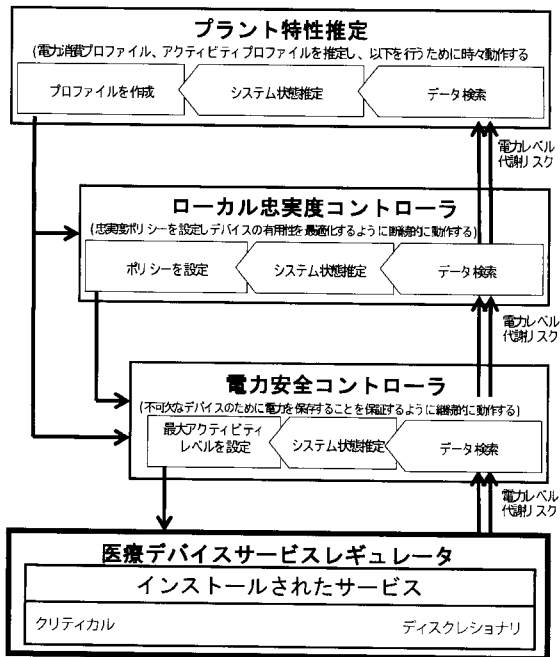
【 0 0 3 7 】

[参考文献]

- 1 . European Patent Application Publication No. EP 1 737 099 A1, Veselic, et al. , “ Power Management Systems and Methods for a Mobile Device ”, December 27, 20 06.
- 2 . International Patent Application Publication No. WO 2008/070481 A1, Fadell, A., “ Power Consumption Management for Functional Preservation in a Battery-Powe red Electronic Device ”, June 12, 2008.
- 3 . European Patent Application Publication No. EP 1 990 887 A1, Nebon, J., “ A 10 Power Management Unit for Battery-Operated Devices ”, November 12, 2008.
- 4 . International Patent Application Publication No. WO 2006/048838 A1, Maack, H ., “ Wireless Battery Status Management for Medical Devices ”, May 11, 2006.

10

【 図 1 】



【 図 3 】

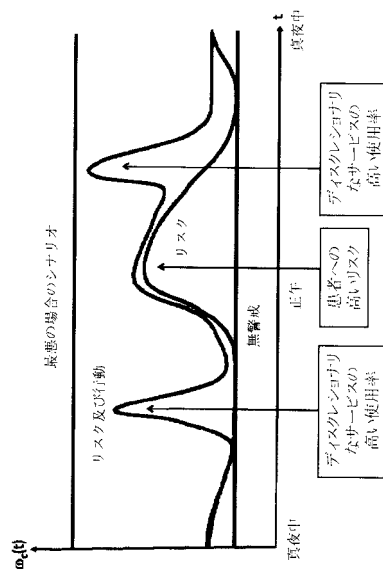
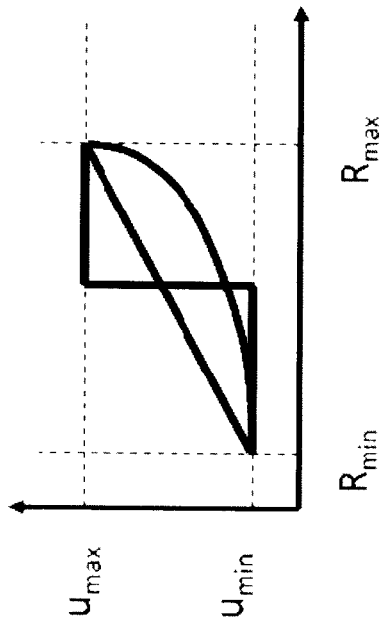
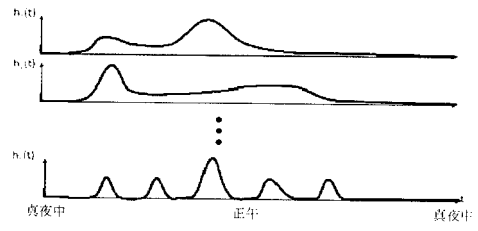


FIG. 3

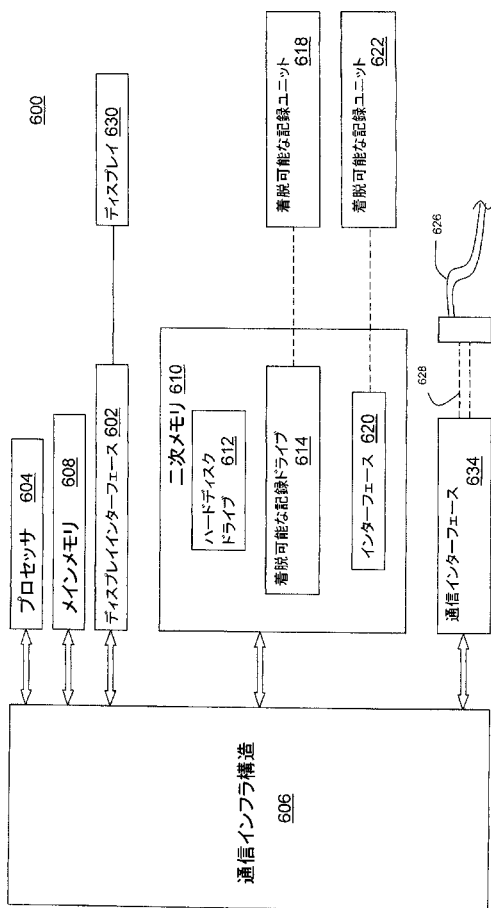
【 図 4 】



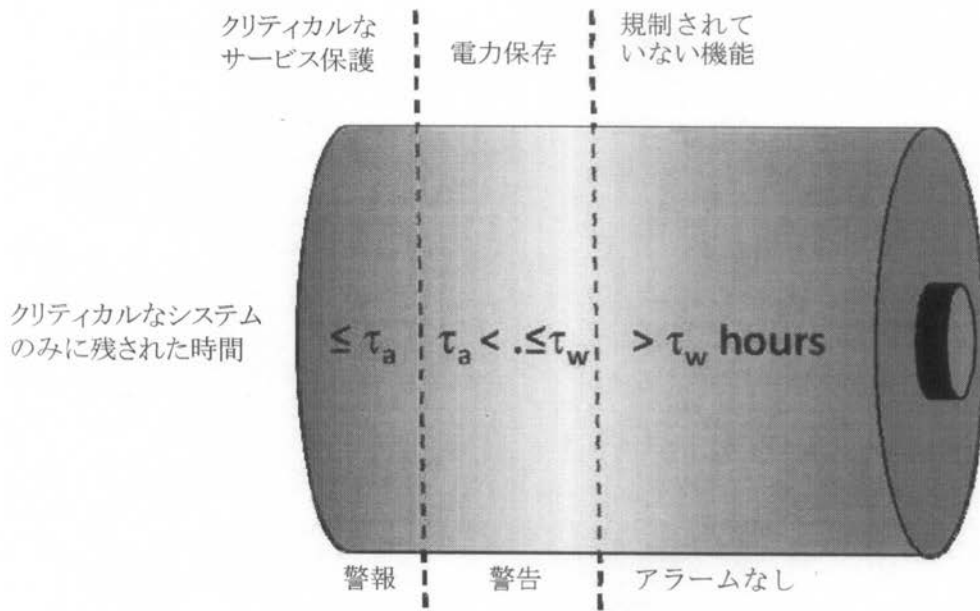
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 2 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2012/043883

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - H04B 1/16 (2012.01) USPC - 455/343.5 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) IPC(8) - H04B 1/16, 1/38; H04M 1/00 (2012.01) USPC - 455/343.2, 343.5, 574 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) MicroPatent, Google Patents, Google Scholar		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/0057894 A1 (ALEKSIC et al) 06 March 2008 (06.03.2008) entire document	1, 7, 13
Y		2-6, 8-12, 14-18
Y	US 2004/0235446 A1 (FLAHERTY et al) 25 November 2004 (25.11.2004) entire document	2-6, 8-12, 14-18
Y	US 6,973,335 B2 (GANTON) 06 December 2005 (06.12.2005) entire document	3-5, 9-11, 15-17
A	US 7,725,094 B2 (CHARY) 25 May 2010 (25.05.2010) entire document	1-18
A	US 2006/0279256 A1 (BLETSAS) 14 December 2006 (14.12.2006) entire document	1-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
07 September 2012	21 SEP 2012	
Name and mailing address of the ISA/US	Authorized officer:	
Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201	Blaine R. Copenheaver	
	PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT QSP: 571-272-7774	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA

(72)発明者 ケイス - ハイネス, パトリック, ティー .

アメリカ合衆国 22902 ヴァージニア州 シャーロットツヴィル ベルмонт アベニュー
604

(72)発明者 ブレトン, マーク, ティー .

アメリカ合衆国 22901 ヴァージニア州 シャーロットツヴィル シャドウ オークス プレ
イス 1488

(72)発明者 パテック, ステファン, ティー .

アメリカ合衆国 22901 ヴァージニア州 シャーロットツヴィル ヒルウッド プレイス 2
508

Fターム(参考) 5B011 DA06 EA05 GG13 HH07 LL11

5G065 AA01 EA02 HA16 JA02 JA07 KA04

5K127 AA16 AA31 BA03 GA30 GD03 GD19 GD21 JA06 JA09 JA24

LA06