

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6201832号
(P6201832)

(45) 発行日 平成29年9月27日 (2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日 (2017.9.8)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 R 21/00 (2006.01)	GO 1 R 21/00 Q
GO 6 F 11/34 (2006.01)	GO 6 F 11/34 1 5 2

請求項の数 10 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2014-50105 (P2014-50105)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成26年3月13日 (2014.3.13)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2015-175630 (P2015-175630A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年10月5日 (2015.10.5)	(74) 代理人	100092978
審査請求日	平成28年11月2日 (2016.11.2)		弁理士 真田 有
		(74) 代理人	100112678
			弁理士 山本 雅久
		(72) 発明者	石原 礼暁
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
		審査官	永井 皓喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 消費電力分析装置、消費電力分析方法および消費電力分析プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

分析対象装置の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得する第1取得部と、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログを取得する第2取得部と、

前記第1取得部によって取得された前記ソフトウェア動作ログの前記第1時系列データと、前記第2取得部によって取得された前記消費電力ログの前記第2時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定する決定部と、

前記決定部によって決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力するマージ部と、を有する消費電力分析装置。

【請求項 2】

前記決定部は、

前記第1時系列データを所定単位時間毎に二値化する第1二値化部と、

前記第2時系列データを前記所定単位時間毎に二値化する第2二値化部と、

前記第1二値化部によって得られた第1二値化データと前記第2二値化部によって得られた第2二値化データとの対応関係を前記所定単位時間ずつずらしながら前記第1二値化データと前記第2二値化データとの一致度を算出し、前記一致度が最大になったときの、

10

20

前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの対応関係を、前記時刻の対応関係として算出する算出部と、を有する、請求項 1 記載の消費電力分析装置。

【請求項 3】

前記第 1 二値化データは、前記分析対象装置のスリープ中に 0、前記分析対象装置の動作中に 1 となり、

前記第 2 二値化データは、前記所定単位時間の消費電力値が第 1 閾値未満の場合に 0、前記所定単位時間の消費電力値が前記第 1 閾値以上の場合に 1 となり、

前記一致度は、前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの比較対象区間において前記第 1 二値化データの値と前記第 2 二値化データの値とが一致する割合である、請求項 2 記載の消費電力分析装置。

10

【請求項 4】

前記決定部は、

前記第 1 二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、深いスリープ状態の場合に第 1 重み情報を設定する第 1 重み設定部と、

前記第 2 二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、前記所定単位時間の消費電力値が前記第 1 閾値よりも大きい第 2 閾値以上である場合に第 2 重み情報を設定する第 2 重み設定部と、をさらに有し、

前記算出部は、前記第 1 重み情報と前記第 2 二値化データの値との関係、または、前記第 2 重み情報と前記第 1 二値化データの値との関係が所定条件を満たす場合、当該関係が前記所定条件を満たさない場合よりも、前記一致度が大きくなるよう、所定補正基準に従って前記一致度を補正する、請求項 3 記載の消費電力分析装置。

20

【請求項 5】

前記所定条件は、

前記第 1 重み情報を設定された時点での前記第 2 二値化データの値が 0 であること、または、

前記第 2 重み情報を設定された時点での前記第 1 二値化データの値が 1 であることである、請求項 4 記載の消費電力分析装置。

【請求項 6】

前記算出部は、前記第 1 時系列データまたは前記第 2 時系列データの測定ノイズに応じて、前記所定補正基準を変更する、請求項 4 または請求項 5 に記載の消費電力分析装置。

30

【請求項 7】

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも少ない状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に 1 以上の値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に 0 を乗算する、請求項 6 記載の消費電力分析装置。

【請求項 8】

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも多い状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に 1 よりも大きい値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に 1 よりも小さい正値を乗算する、請求項 6 記載の消費電力分析装置。

【請求項 9】

処理部が、

分析対象装置の動作履歴にかかる第 1 時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得し、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第 2 時系列データを含む消費電力ログを取得し、

前記ソフトウェア動作ログの前記第 1 時系列データと、前記消費電力ログの前記第 2 時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定し、

決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する、消費電力分析方法。

40

50

【請求項 10】

消費電力の分析を行なうコンピュータに、
分析対象装置の動作履歴にかかる第 1 時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得し、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第 2 時系列データを含む消費電力ログを取得し、

前記ソフトウェア動作ログの前記第 1 時系列データと、前記消費電力ログの前記第 2 時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定し、

決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する、
処理を実行させる、消費電力分析プログラム。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、消費電力分析装置、消費電力分析方法および消費電力分析プログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

携帯電話機、スマートフォン、PDA (Personal Digital Assistants) 端末、パーソナルコンピュータ (PC) などの電子機器の普及に伴い、電子機器の消費電力を削減することが望まれている。電子機器の省電力化を実現するためには、無駄な電力消費を見出して解消する必要がある。また、電子機器の実際の消費電力値が設計時の想定値を超える場合には、実際の消費電力値が想定値を超える理由を分析して解消する必要がある。

20

【0003】

上述のように無駄な電力消費を見出したり上記理由を分析したりする際には、対象電子機器の動作履歴と当該対象電子機器の消費電力値とが採取され、採取された動作履歴と消費電力値とが突き合わされ比較される。これにより、消費電力の分析が行なわれる。ここで、対象電子機器の動作履歴としては、例えば、対象電子機器における CPU (Central Processing Unit) から発行される、消費電力に関連する制御命令の履歴などが採取される。

30

【0004】

このとき、対象電子機器の動作状態にかかる動作履歴データと、対象電子機器の消費電力値にかかる電力計測データとは、同一システム内で採取される場合、共通の時計によって計時される時刻を基準にして管理・記録される。つまり、動作履歴データおよび電力計測データのそれぞれは、いわゆるタイムスタンプである同期マーカ (同期指標) を付加されて記録される。これにより、動作履歴データと電力計測データとの突き合わせ時に、各データに付加された同期マーカを参照することで動作履歴データと電力計測データとの同期を取りながら、消費電力の分析を行なうことができる。

【先行技術文献】

40

【特許文献】**【0005】**

【特許文献 1】特開 2005 - 062106 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、上述した動作履歴データと電力計測データとが、物理的に離れた異なるシステムで採取される場合、動作履歴データと電力計測データとは、それぞれ、異なる時計によって計時される時刻を基準にして管理・記録されることになる。このような場合としては、例えば、動作履歴データの採取を、対象電子機器内の時計を用いて対象電子機器

50

内で行なう一方、電力計測データの採取を、対象電子機器外の消費電力測定装置により対象電子機器外の時計を用いて行なう場合が考えられる。

【 0 0 0 7 】

このような場合、異なる時計によって計時される２つの時刻は、大まかに一致させることはできても、厳密に一致させることができない。つまり、動作履歴データの採取時に用いられる時刻の基準と、電力計測データの採取時に用いられる時刻の基準とが異なる。このため、上述のような同期マーカ（タイムスタンプ）を用いても、動作履歴データと電力計測データとの同期を取ることができない。したがって、動作履歴データと電力計測データとを正確に突き合わせて対比することができず、消費電力の分析を高い精度で行なうことができない。

10

【 0 0 0 8 】

一つの側面で、本発明は、ソフトウェアの動作と消費電力の変化とを対応付けて消費電力の分析を行なえるようにすることを目的とする。

なお、前記目的に限らず、後述する発明を実施するための最良の形態に示す各構成により導かれる作用効果であって、従来の技術によっては得られない作用効果を奏することも本件の他の目的の一つとして位置付けることができる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本件の消費電力分析装置は第１取得部、第２取得部、決定部およびマージ部を有する。第１取得部は、分析対象装置の動作履歴にかかる第１時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得する。第２取得部は、前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第２時系列データを含む消費電力ログを取得する。決定部は、前記第１取得部によって取得された前記ソフトウェア動作ログの前記第１時系列データと、前記第２取得部によって取得された前記消費電力ログの前記第２時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定する。マージ部は、前記決定部によって決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

ソフトウェアの動作と消費電力の変化とを対応付けて消費電力の分析を行なうことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図１】本実施形態に係る消費電力分析装置を適用される環境の全体構成と、本実施形態に係る消費電力分析装置のハードウェア構成例および機能構成例とを示すブロック図である。

【図２】本実施形態に係る消費電力分析装置を用いて行なわれる処理の流れを概略的に説明するフローチャートである。

【図３】本実施形態に係る消費電力分析装置の動作を説明するフローチャートである。

【図４】本実施形態に係る消費電力分析装置の動作を説明するフローチャートである。

40

【図５】ソフトウェア動作ログの一例を示す図である。

【図６】消費電力ログの一例を示す図である。

【図７】ソフトウェア動作ログから抽出されたＣＰＵスリープイベント情報の一例を示す図である。

【図８】図７に示すＣＰＵスリープイベント情報（ＣＰＵスリープログ）をグラフ化した例を示す図である。

【図９】ＣＰＵスリープイベント情報の二値化手法を説明する図である。

【図１０】図７に示すソフトウェア動作ログ（ＣＰＵスリープログ）との二値化結果と当該ソフトウェア動作ログに対する重み情報とを説明する図である。

【図１１】消費電力ログの二値化手法を説明する図である。

50

【図 1 2】ソフトウェア動作ログと消費電力ログとの一致度の算出例（時刻差 $T = 0$ の場合）を説明する図である。

【図 1 3】ソフトウェア動作ログと消費電力ログとの一致度の算出例（時刻差 $T = 3$ の場合）を説明する図である。

【図 1 4】図 1 3 に示す一致度の算出例についての、重み情報による評価（一致度補正）を説明する図である。

【図 1 5】本実施形態に係る消費電力分析装置におけるマージ部の動作を説明する図である。

【図 1 6】マージ結果の一例を示す図である。

【図 1 7】本実施形態の応用例を説明する図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、図面を参照し、本願の開示する消費電力分析装置、消費電力分析方法および消費電力分析プログラムの実施形態について、詳細に説明する。ただし、以下に示す実施形態は、あくまでも例示に過ぎず、実施形態で明示しない種々の変形例や技術の適用を排除する意図はない。すなわち、本実施形態を、その趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。また、各図は、図中に示す構成要素のみを備えるという趣旨ではなく、他の機能を含むことができる。そして、各実施形態は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。

【0013】

20

〔1〕本実施形態における消費電力分析手法の概要

消費電力の分析を行なう際、分析対象装置におけるソフトウェアの動作トレースログ（以下、ソフトウェア動作ログという）と、当該ソフトウェア動作ログ採取時における消費電力のトレースログ（以下、消費電力ログという）とが採取される。これらのソフトウェア動作ログと消費電力ログとが、異なるシステムで採取された場合、上述したように、同期マーカを用いても、ソフトウェア動作ログと消費電力ログとの同期を正確に取ることができず、消費電力の分析を高い精度で行なうことができない。

【0014】

そこで、本実施形態では、2つのトレースログの時刻の同期が正確に取れていない状況で、2つのトレースログの正確な同期を取ることを可能にする手法が提供される。その際、本実施形態の装置は、上述した同期マーカなどのタグを用いることなく、各トレースログの特性を利用して2つのトレースログの記録時刻の時刻差を算出することで、2つのトレースログの正確な同期を取り消費電力の高精度な分析を実現する。特に、本実施形態では、後述するように、消費電力量の増減は、分析対象装置における例えばCPUの動作負荷の増減に対応するという特性を利用して前記時刻差（時刻の対応関係）が算出される。

30

【0015】

このため、本実施形態の消費電力分析装置（図1の符号1参照）においては、処理部（図1の符号1a参照）が、少なくとも、以下の処理(A1)～(A4)を実行する。

(A1) 分析対象装置の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得する。

40

(A2) 前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログを取得する。

(A3) 前記ソフトウェア動作ログの前記第1時系列データと、前記消費電力ログの前記第2時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係（時刻差）を決定する。

(A4) 決定された前記時刻の対応関係（時刻差）に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する。

以上の処理により、本実施形態の消費電力分析装置では、同期マーカ（同期指標）を用いることなく、ソフトウェアの動作と消費電力の変化とを対応付けて消費電力の分析を行なうことができる。

50

【 0 0 1 6 】

〔 2 〕本実施形態の構成

まず、図 1 を参照しながら、本実施形態に係る消費電力分析装置 1 を適用される環境の全体構成を説明するとともに、本実施形態に係る消費電力分析装置 1 のハードウェア構成例および機能構成例について説明する。なお、図 1 は、本実施形態に係る消費電力分析装置を適用される環境の全体構成と、本実施形態に係る消費電力分析装置のハードウェア構成例および機能構成例とを示すブロック図である。

【 0 0 1 7 】

図 1 に示すように、本実施形態の電力測定環境では、消費電力分析装置 1 , 分析対象装置 2 , 電源 3 , 消費電力測定装置 4 および測定用 P C 5 が備えられている。

10

ここで、消費電力分析装置 1 は、分析対象装置 2 のソフトウェア動作ログ 2 2 および消費電力ログ 5 2 を取得し、分析対象装置 2 の消費電力の解析を行なうもので、詳細な構成については、後述する。

【 0 0 1 8 】

以下に説明するように、本実施形態の電力測定環境では、分析対象装置 2 についてのソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とは、それぞれ、異なる時計によって計時される時刻を基準にして管理・記録される。特に、本実施形態では、ソフトウェア動作ログ 2 2 の採取は、分析対象装置 2 内の時計 2 1 を用いて分析対象装置 2 内で行なわれる。また、消費電力ログの採取は、分析対象装置 2 に外部から接続された消費電力測定装置 4 により分析対象装置 2 外の時計 4 1 または 5 1 を用いて行なわれる。

20

【 0 0 1 9 】

分析対象装置 2 は、本実施形態の消費電力分析装置 1 によって消費電力を分析されることで性能を改善されるべき装置であり、携帯電話機、スマートフォン、P D A 端末、P C などの電子機器である。分析対象装置 2 は、内部の各種部品 2 4 に対する電力供給を、外部の電源 3 から電源端子 (V D D) 2 3 経由で受けて動作する。各種部品 2 4 には分析対象装置 2 の C P U 等が含まれる。

【 0 0 2 0 】

分析対象装置 2 では、当該 C P U 等から出力される情報に基づきソフトウェアの動作 (システム動作) がログ 2 2 として分析対象装置 2 内の記憶部 (図示略) に保存されるように構成される。ソフトウェア動作ログ 2 2 は、分析対象装置 2 の動作履歴に係る第 1 時系列データを含む。ソフトウェア動作ログ 2 2 においては、分析対象装置 2 内で発生したイベントの情報が、分析対象装置 2 内の時計 2 1 によって計時される時刻 (当該イベントの発生時刻) に対応付けられ前記第 1 時系列データとして記録される。したがって、ソフトウェア動作ログ 2 2 の時刻は、分析対象装置 2 のもつ時計 2 1 の時刻になる。

30

【 0 0 2 1 】

なお、ソフトウェア動作ログ 2 2 に含まれるイベントとしては、分析対象装置 2 の消費電力を調査するために必要なイベントが含まれるほか、後述する同期処理 (時刻合わせ処理) に用いられる C P U スリープイベントが含まれる。ソフトウェア動作ログ 2 2 の具体例については、図 5 を参照しながら後述する。

【 0 0 2 2 】

40

消費電力測定装置 (データロガー) 4 は、汎用的な機器で、分析対象装置 2 に電力供給を行なう電源 (電源供給部) 3 をモニタすることで、分析対象装置 2 の消費電力を計測する。このとき、消費電力測定装置 4 は、分析対象装置 2 と電源 3 との間の電流をプローブして分析対象装置 2 全体の消費電力値を計測したり、分析対象装置 2 内において電源端子 2 3 と各種部品 2 4 との間の電流をプローブして部品グループ単位の消費電力値を計測したりすることができる。

【 0 0 2 3 】

測定用 P C 5 は、消費電力測定装置 4 を制御することで消費電力測定装置 4 によって計測される分析対象装置 2 の消費電力ログ 5 2 を採取して保存する。消費電力ログ 5 2 は、分析対象装置 2 のソフトウェア動作時の消費電力値に係る第 2 時系列データを含む。消費

50

電力ログ 5 2 においては、消費電力の計測開始後に所定時間間隔で計測された消費電力値が、計測時刻に対応付けられ前記第 2 時系列データとして記録される。消費電力ログ 5 2 の計測時刻としては、消費電力測定装置 4 内の時計 4 1 によって計時される時刻が用いられてもよいし、測定 P C 5 内の時計 5 1 によって計時される時刻が用いられてもよい。したがって、消費電力ログ 5 2 の時刻は、消費電力測定装置 4 のもつ時計 4 1 または測定用 P C 5 のもつ時計 5 1 の時刻になる。なお、消費電力ログ 5 2 の具体例については、図 6 を参照しながら後述する。

【 0 0 2 4 】

なお、上述した時計 2 1 , 4 1 , 5 1 は、カレンダ I C (Integrated Circuit) のごとく不揮発に時刻を保持するデバイスであってもよいし、電源オンまたは測定開始で計時を開始するタイマであってもよい。時計 2 1 , 4 1 , 5 1 がカレンダ I C であってもタイマであっても、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との同期処理 (時刻合わせ処理) を行なう必要がある。

10

【 0 0 2 5 】

本実施形態の消費電力分析装置 1 は、例えば一般的な P C によって構成され、分析対象装置 2 および測定用 P C 5 に、ネットワーク等 (図示略) を介して接続されている。消費電力分析装置 1 は、当該ネットワーク等経由で分析対象装置 2 および測定用 P C 5 からソフトウェア動作ログ 2 2 および消費電力ログ 5 2 を取得可能に構成されている。ネットワーク等としては、インターネット, L A N (Local Area Network) , W A N (Wide Area Network) などを用いることができる。また、消費電力分析装置 1 は、測定用 P C 5 と一

20

【 0 0 2 6 】

そして、消費電力分析装置 1 は、取得したソフトウェア動作ログ 2 2 および消費電力ログ 5 2 に基づき、分析対象装置 2 の消費電力の解析を行なう。その際、これらのログ 2 2 , 5 2 が異なる時計 2 1 , 4 1 (5 1) によって計時される時刻を基準にして記録されているため、本実施形態の消費電力分析装置 1 では、ログ 2 2 および 5 2 の同期処理 (時刻合わせ処理) が行なわれる。

【 0 0 2 7 】

以下、ログ 2 2 および 5 2 の同期処理 (時刻合わせ処理) を行なう機能を有する消費電力分析装置 1 のハードウェア構成および機能構成について説明する。

30

消費電力分析装置 1 は、少なくとも、C P U , M P U (Micro-Processing Unit) , コンピュータ等の処理部 (プロセッサ) 1 a と、R A M (Random Access Memory) , H D D (Hard Disk Drive) , S S D (Solid State Device) 等の記憶部 (メモリ) 1 b とを有している。

【 0 0 2 8 】

処理部 1 a は、記憶部 1 b から所定のアプリケーションプログラム (消費電力分析プログラム) を読み出して実行することで、第 1 取得部 1 1 , 第 2 取得部 1 2 , 決定部 1 3 , マージ部 1 4 および分析部 1 5 としての機能を果たす。なお、前記所定のアプリケーションプログラムは、例えばフレキシブルディスク, C D (C D - R O M , C D - R , C D - R W など) , D V D (D V D - R O M , D V D - R A M , D V D - R , D V D - R W , D V D + R , D V D + R W など) , ブルーレイディスク等のコンピュータ読取可能な記録媒体に記録された形態で提供される。この場合、処理部 1 a は、当該記録媒体からプログラムを読み取って内部記憶装置または外部記憶装置としての記憶部 1 b に転送し格納して用いる。

40

【 0 0 2 9 】

記憶部 1 b は、前記所定のアプリケーションプログラムを保存するほか、処理部 1 a による処理に必要な各種情報等を保存する。記憶部 1 b は、前記各種情報等として、少なくとも、第 1 取得部 1 1 および第 2 取得部 1 2 によってそれぞれ取得されるソフトウェア動作ログ 2 2 および消費電力ログ 5 2 や、マージ部 1 4 によって得られる分析用データ 1 4

50

1 を保存する。ログ 2 2 , 5 2 および分析用データ 1 4 1 については、それぞれ図 5 , 図 6 および図 1 6 を参照しながら後述する。

【 0 0 3 0 】

第 1 取得部 1 1 は、分析対象装置 2 の動作履歴にかかる第 1 時系列データを含むソフトウェア動作ログ 2 2 を、分析対象装置 2 から取得して記憶部 1 b に保存する。

第 2 取得部 1 2 は、分析対象装置 2 のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第 2 時系列データを含む消費電力ログ 5 2 を、測定用 P C 5 から取得して記憶部 1 b に保存する。

【 0 0 3 1 】

決定部（一致度判定部）1 3 は、第 1 取得部 1 1 によって取得されたソフトウェア動作ログ 2 2 の第 1 時系列データと、第 2 取得部 1 2 によって取得された消費電力ログ 5 2 の第 2 時系列データとに基づき、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 5 との時刻の対応関係（時刻差）を決定する。特に、決定部 1 3 は、第 1 時系列データおよび第 2 時系列データをそれぞれ二値化し、二値化された第 1 二値化データと第 2 二値化データとのパターンマッチングを行なう。そして、決定部 1 3 は、第 1 二値化データと第 2 二値化データとの一致度判定を行ない、一致度が最も高くなる時刻差を前記時刻の対応関係として決定する。

【 0 0 3 2 】

このため、決定部 1 3 は、第 1 二値化部 1 3 1 , 第 2 二値化部 1 3 2 , 算出部 1 3 3 , 第 1 重み設定部 1 3 4 および第 2 重み設定部 1 3 5 としての機能を有している。

第 1 二値化部 1 3 1 は、前記第 1 時系列データを分析時間毎に二値化する。ここで、分析時間（所定単位時間）は、ユーザ、オペレータ等によって予め設定されるもので、分析中にデータを時分割する単位であり、時刻差の粒度を示すパラメータである。また、分析時間は、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時刻合わせの精度につながるパラメータであり、例えば、消費電力測定装置 4 による測定単位時間に合わせるのが好ましい。

第 2 二値化部 1 3 2 は、前記第 2 時系列データを分析時間毎に二値化する。

【 0 0 3 3 】

算出部 1 3 3 は、第 1 二値化部 1 3 1 によって得られた第 1 二値化データと第 2 二値化部 1 3 2 によって得られた第 2 二値化データとの対応関係を分析時間ずつずらしながら第 1 二値化データと第 2 二値化データとの一致度を算出する。そして、算出部 1 3 3 は、前記一致度が最大になったときの、第 1 二値化データと第 2 二値化データとの時刻差を、前記時刻の対応関係として算出する。

【 0 0 3 4 】

ここで、第 1 二値化データは、例えば、分析対象装置 2（各種部品 2 4 に含まれる C P U）のスリープ中に“ 0 ”となる一方、分析対象装置 2（C P U）の動作中に“ 1 ”となるデータである。第 1 二値化データの具体例については、図 7 ~ 図 9 を参照しながら後述する。

また、第 2 二値化データは、例えば、分析時間の消費電力値が第 1 閾値未満の場合に“ 0 ”となる一方、分析時間の消費電力値が第 1 閾値以上の場合に“ 1 ”となるデータである。第 2 二値化データおよび第 1 閾値の具体例については、図 1 1 を参照しながら後述する。

さらに、一致度は、例えば、第 1 二値化データと第 2 二値化データとの比較対象区間において第 1 二値化データの値と第 2 二値化データの値とが一致する割合である。一致度の具体例については、図 1 2 および図 1 3 を参照しながら後述する。

【 0 0 3 5 】

第 1 重み設定部 1 3 4 は、第 1 二値化データに対し、分析時間毎に、C P U が深いスリープ状態の場合に第 1 重み情報を設定する。第 1 重み情報としては、例えば、図 1 0 を参照しながら後述するごとく、C P U が動作中の場合やクロックを停止するだけの浅い眠り（浅いスリープ状態）の場合に“ 0 ”が設定される一方、C P U が電力供給を停止するよ

10

20

30

40

50

うな深い眠り（深いスリープ状態）の場合に“ 1 ”が設定される。

【 0 0 3 6 】

第 2 重み設定部 1 3 5 は、第 2 二値化データに対し、分析時間毎に、分析時間の間の消費電力値が前記第 1 閾値よりも大きい第 2 閾値以上である場合に第 2 重み情報を設定する。第 2 重み情報としては、例えば、図 1 1 を参照しながら後述するごとく、分析時間の間の消費電力値が第 2 閾値未満である場合に“ 0 ”が設定される一方、分析時間の間の消費電力値が第 2 閾値以上である場合に“ 1 ”が設定される。

【 0 0 3 7 】

算出部 1 3 3 は、第 1 重み情報と第 2 二値化データの値との関係、または、第 2 重み情報と第 1 二値化データの値との関係が所定条件（所定の要件）を満たす場合、当該関係が前記所定条件を満たさない場合よりも、一致度が大きくなるよう、所定補正基準に従って一致度を補正する。

10

【 0 0 3 8 】

ここで、所定条件としては、例えば、第 1 重み情報“ 1 ”を設定された時点（分析時間）での第 2 二値化データの値が“ 0 ”であること、または、第 2 重み情報“ 1 ”を設定された時点（分析時間）での第 1 二値化データの値が“ 1 ”であることが設定される。所定条件については、図 1 4 を参照しながら後述する。

【 0 0 3 9 】

また、本実施形態において、算出部 3 3 は、ソフトウェア動作ログ 2 2 の取得データ（第 1 時系列データ）または消費電力ログ 5 2 の取得データ（第 2 時系列データ）の測定ノイズに応じて、所定補正基準を変更するように構成される。例えば、測定ノイズが所定基準よりも少ない状態（つまり取得データの信頼度が高い場合）においては、所定補正基準として厳しい基準が設定される。これに対し、測定ノイズが所定基準よりも多い状態（つまり取得データの信頼度が低い場合）においては、所定補正基準として緩やかな基準が設定される。

20

【 0 0 4 0 】

測定ノイズが所定基準に対し多くもなく少なくもない中間的な状態である場合、算出部 1 3 3 は、第 1 二値化データの値と第 2 二値化データの値とが一致する割合として算出された一致度に対し、測定ノイズに応じた補正を行わず、当該割合をそのまま一致度として用いることができる。

30

【 0 0 4 1 】

厳しい基準は、前記所定条件を満たす場合には一致度に 1 以上の値（例えば 1）を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には一致度に 0 を乗算するものとする。これに対し、緩やかな基準は、前記所定条件を満たす場合には一致度に 1 よりも大きい値（例えば 1.1）を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には一致度に 1 よりも小さい正値（例えば 0.9）を乗算するものとする。

【 0 0 4 2 】

なお、上述した分析時間（所定単位時間）、第 1 閾値、第 2 閾値、所定条件、所定補正基準は、消費電力分析装置 1 の起動時あるいは消費電力分析開始時にユーザ、オペレータ等によって予め設定され、記憶部 1 b に保存される。

40

【 0 0 4 3 】

マージ部 1 4 は、決定部 1 3 によって決定された前記時刻の対応関係（一致度が最大になったときの時刻差）に基づき、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とを共通の時刻情報に対応付けることでマージして出力する。そして、マージ部 1 4 は、例えば図 1 5 および図 1 6 を参照しながら後述するごとく、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とをマージして得られる分析用データ（マージ結果）1 4 1 を、記憶部 1 b に保存する。

【 0 0 4 4 】

分析部 1 5 は、マージ部 1 4 によって得られた分析用データ 1 4 1 に基づき、分析対象装置 2 の消費電力の分析を行なう。ここでは、詳細な分析手法についての説明は省略する

50

が、分析部 1 5 は、分析用データ 1 4 1 に基づき、同期を取られた第 1 時系列データ（動作履歴）と第 2 時系列データ（消費電力値）とを突き合わせ、分析対象装置 2 の消費電力の分析を行なうことになる。

【 0 0 4 5 】

〔 3 〕 本実施形態の動作

次に、図 2 ～ 図 1 6 を参照しながら、本実施形態に係る消費電力分析装置 1 の動作について説明する。

【 0 0 4 6 】

まず、図 2 に示すフローチャート（ステップ S 1 ～ S 4 ）に従って、本実施形態に係る消費電力分析装置 1 を用いて行なわれる処理の流れについて概略的に説明する。

消費電力分析装置 1 による処理を開始する前に、分析対象装置 2 内では、O S（Operating System）、ドライバ等のログが、時計 2 1（図 1 参照）の時刻を基準にして時系列的に出力され（ステップ S 1）、ソフトウェア動作ログ 2 2 として保存される。

【 0 0 4 7 】

また、ソフトウェア動作ログ 2 2 の採取処理と並行し、消費電力測定装置 4 によって分析対象装置 2 の消費電力が測定される。測定された消費電力値は、例えば時計 4 1（図 1 参照）の時刻を基準にして時系列的に出力され（ステップ S 2）、測定用 P C 5 において消費電力ログ 5 2 として保存される。

【 0 0 4 8 】

この後、分析を開始する際、消費電力分析装置 1 は、分析対象装置 2 内に保存されるソフトウェア動作ログ 2 2 と、測定用 P C 5 内に保存される消費電力ログ 5 2 とを取得する。そして、消費電力分析装置 1 は、取得したソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とについて、時刻補正（同期処理 / 時刻合わせ処理）を行なってからマージする（ステップ S 3）。ステップ S 3 で行なわれる処理の詳細については、図 3 ～ 図 1 6 を参照しながら後述する。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 3 でマージされた、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とのマージ結果 1 4 1 は、分析用データとして、消費電力分析装置 1 の分析部 1 5 で用いられ、分析対象装置 2 の消費電力の分析が実施される（ステップ S 4）。

【 0 0 5 0 】

次に、図 3 および図 4 に示すフローチャート（ステップ S 1 1 ～ S 1 8 および S 2 1 ～ S 3 1）に従って、図 5 ～ 図 1 6 を参照しながら、本実施形態に係る消費電力分析装置 1 の動作について説明する。

【 0 0 5 1 】

消費電力分析装置 1 の起動時あるいは消費電力分析開始時には、第 1 取得部 1 1 によって、分析対象装置 2 の動作履歴に係る第 1 時系列データを含むソフトウェア動作ログ 2 2 が分析対象装置 2 から取得され記憶部 1 b に保存される（図 3 のステップ S 1 1）。また、第 2 取得部 1 2 によって、分析対象装置 2 のソフトウェア動作時の消費電力値に係る第 2 時系列データを含む消費電力ログ 5 2 が測定用 P C 5 から取得され記憶部 1 b に保存される（図 3 のステップ S 1 2）。ステップ S 1 1、S 1 2 の処理は同時並列的に実行されてもよいし、ステップ S 1 2 を実行してからステップ S 1 1 を実行してもよい。なお、「ソフトウェア動作ログ」については、以下の説明や図面において「ソフトログ」または「ソフト動作ログ」と略記する場合がある。また、「消費電力ログ」については、以下の説明や図面において「電力ログ」または「消費電力」と略記する場合がある。

【 0 0 5 2 】

ここで、ソフトウェア動作ログ 2 2 は、分析対象となるイベント（各種イベント）と C P U のスリープイベント（スリープログ）とを第 1 時系列データとして含む。分析対象となるイベントは、時刻合わせ処理（同期処理）後に分析部 1 5 が消費電力の分析を行なう際に用いられる。C P U のスリープログは、時刻合わせ処理（同期処理）に用いられる。図 5 は、ソフトウェア動作ログ 2 2 の一例を示す図である。図 5 に示すソフト動作ログ 2

10

20

30

40

50

2の時刻は、時計21によって計時されるOSカーネル時刻、つまり本装置1が起動（パワーオン）されてからの経過時間として記録される。各種イベントは、記録された時刻のOSカーネルから見たイベントであり、図5に示す例では、“cpu_idle”イベントがCPUSリープログとして用いられる。なお、ソフト動作ログ22に、分析や時刻合わせに使用しないイベントが含まれていても、処理部1a等が参照しただけで何ら影響は生じない。図5は、ソフトウエア動作ログ22の一例を示す図である。

【0053】

また、消費電力ログ52は、消費電力の計測開始後に所定時間間隔で（分析時間毎に）計測された消費電力値（電流測定データ）を含む。消費電力ログ52には、消費電力値が、計測時刻に対応付けられ第2時系列データとして記録される。本実施形態では、分析対象装置2内の基板からリード線を引くなどの手法によって分析対象装置2内のCPUの消費電力（電流）を測定可能であるものとする。測定された消費電力値を含む電力ログ52がソフトログ22との時刻合わせ処理（同期処理）に用いられる。CPU単独の消費電力を測定できない場合には、CPUの消費電力に代え、バッテリー端子の消費電力等を電力ログ52の第2時系列データとして測定してもよい。図6は、消費電力ログ52の一例を示す図である。図6に示す電力ログ52の時刻は、時計41または51によって計時される、測定開始からの経過時刻である。また、図6に示す電力ログ52では、CPUの消費電力値のほか、分析対象装置2内の2箇所測定された消費電力値X、Yの値が記録されている。図6は、消費電力ログ52の一例を示す図である。

【0054】

そして、第1取得部11では、ソフトウエア動作ログ22から分析対象期間のデータが切り出されるとともに（図3のステップS13）、第2取得部12では、消費電力ログ52から分析対象期間のデータが切り出される（図3のステップS14）。ステップS13、S14の処理は同時並列的に実行されてもよいし、ステップS14を実行してからステップS13を実行してもよい。

【0055】

一般に、測定データの先頭および最後には、ノイズや不要なオペレーションが入っているので、分析処理の実行前に削除することが好ましい。通常、特定の操作を行なったときや、特定の事象が発生したときの消費電力を分析することが分析処理の目的である。このため、そのようなイベントや操作が起こる期間に分析対象期間を絞り込むことで、処理時間を短縮するとともに、間違った時刻にログ22、52の時刻基準を合わせてしまう誤判定の発生を抑止し、分析精度の向上を実現する。従って、ソフトウエア動作ログ22の分析対象期間は、時刻合わせを行ないたいイベントが含まれる期間や、時刻合わせに適したイベントが含まれる観点に基づき、ユーザ、オペレータ等によって選択され予め設定され、記憶部1bに保存される。また、消費電力ログ52の分析対象期間も、ソフトウエア動作ログ22の分析対象期間と同様に選択され予め設定される。

【0056】

ついで、第1二値化部131によって、ソフトウエア動作ログ22の分析対象期間に含まれるCPUSリープログ（第1時系列データ）が分析時間毎に二値化され、第1二値化データが生成される。また、第1重み設定部134によって、第1二値化データに対し、分析時間毎に、CPUが深いスリープ状態の場合に第1重み情報“1”が設定される（図3のステップS15）。

【0057】

このとき、第1二値化部131は、ソフトウエア動作ログ22から、分析対象装置2におけるCPUが“動作中”と“スリープ中”とのいずれに遷移したかを示す遷移情報（例えば図5におけるCPUSリープログ参照）を抽出する。ソフトウエア動作ログ22から抽出された遷移情報（CPUSリープイベント情報）の例を、図7に示す。また、図7に示すCPUSリープイベント情報（CPUSリープログ）について動作中を“1”としスリープ中を“0”としてグラフ化した例を、図8に示す。なお、図7において、スリープの浅い/深いは、CPUのスリープレベル（いわゆるCステート）を意味する。

【 0 0 5 8 】

そして、第 1 二値化部 1 3 1 は、図 8 に示すごとく得られたグラフを時刻軸方向に分析時間の間隔で区切り、図 9 に示すように、それぞれの区間の面積が閾値以上であるか否かに従って、C P U スリープイベント情報の二値化を行なう。ここで用いられる閾値としては、例えば、上記区間の面積の最大値と上記区間の面積の最小値との平均値を用いる。上記区間の面積の最大値は、図 9 の区間 T 1 の面積に対応し、上記区間の面積の最小値は、図 9 の区間 T 3 の面積に対応する。この場合、第 1 二値化部 1 3 1 は、区間 T 1 を“ 1 ”とし、区間 T 3 を“ 0 ”とし、区間 T 2 を上記閾値に基づき“ 0 ”または“ 1 ”とする。なお、図 9 は、C P U スリープイベント情報の二値化手法を説明する図である。

【 0 0 5 9 】

このような二値化手法によって、図 7 および図 8 に示す例について、二値化を行なうとともに、第 1 重み設定部 1 3 4 による重み付けを行なった結果を、図 1 0 に示す。第 1 重み設定部 1 3 4 は、図 1 0 に示すごとく二値化されたソフト動作ログ 2 2 に対し、分析時間毎に、C P U が深いスリープ状態の場合に重みを第 1 重み情報として付加する。例えば、重みとしては、C P U が動作中の場合やクロックを停止するだけの浅い眠り（浅いスリープ状態）の場合に“ 0 ”が付加される一方、C P U が電力供給を停止するような深い眠り（深いスリープ状態）の場合に“ 1 ”が付加される。このようにして、図 1 0 の下側に示すように、ソフト動作ログ 2 2 について、C P U が動作中 / スリープ中を示す二値化データのビット列と、スリープの深さを示す重み情報のビット列とが得られる。なお、図 1 0 は、図 7 に示すソフトウエア動作ログ（C P U スリープログ）2 2 の二値化結果と当該ソフトウエア動作ログ 2 2 に対する重み情報とを説明する図である。

【 0 0 6 0 】

ついで、第 2 二値化部 1 3 2 によって、分析対象期間の消費電力ログ 5 2 の電力測定データ（第 2 時系列データ）が分析時間毎に二値化され、第 2 二値化データが生成される。このとき、第 2 二値化データは、前述したように、分析時間の消費電力値が第 1 閾値未満の場合に“ 0 ”となる一方、分析時間の消費電力値が第 1 閾値以上の場合に“ 1 ”となる。また、第 2 重み設定部 1 3 5 によって、第 2 二値化データに対し、分析時間毎に、分析時間の間の消費電力値が第 1 閾値よりも大きい第 2 閾値以上である場合に第 2 重み情報“ 1 ”が設定される（図 3 のステップ S 1 6 ）。

【 0 0 6 1 】

ここで、消費電力ログ 5 2 の電力測定データ（消費電力値）を二値化する場合、消費電力値は、例えば図 1 1 に示すように、横軸が時刻で縦軸が消費電力値のグラフで表現される。そして、第 2 二値化部 1 3 2 は、図 1 1 に示すグラフを時刻軸方向に分析時間の間隔で区切り、それぞれの区間の面積を消費電力として求め、各面積が第 1 閾値以上であるか否かに従って、消費電力ログ 5 2 の二値化を行なう。第 2 二値化データは、面積が第 1 閾値以上である場合に“ 1 ”となり、面積が第 1 閾値未満である場合に“ 0 ”となる。ここで用いられる第 1 閾値としては、例えば、着目中の区間に対し前後近傍の区間の面積の平均値などに基づいて決定される。図 1 1 は、消費電力ログ 5 2 の二値化手法を説明する図である。

【 0 0 6 2 】

さらに、第 2 重み設定部 1 3 5 は、図 1 1 に示すごとく二値化された消費電力ログ 5 2 に対し、分析時間毎に、消費電力が特に高いことを意味する重みを第 2 重み情報として付加する。「消費電力が特に高い」状態は、例えば、着目中の区間の面積が第 1 閾値よりも大きい第 2 閾値以上である場合、あるいは、着目中の区間における消費電力値のピーク値が所定値以上である場合として認識することができる。そして、消費電力が特に高い区間に対しては、重みとして“ 1 ”が付加される一方、消費電力が特に高くない区間に対しては、重みとして“ 0 ”が付加される。このようにして、図 1 1 の下側に示すように、消費電力ログ 5 2 について、消費電力の高低を示す二値化データのビット列と、消費電力が特に高いか否かを示す重み情報のビット列とが得られる。

【 0 0 6 3 】

なお、上述したステップ S 1 5 , S 1 6 の処理は同時並列的に実行されてもよいし、ステップ S 1 6 を実行してからステップ S 1 5 を実行してもよい。

【 0 0 6 4 】

この後、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時刻差 T の有効範囲が設定される (図 3 のステップ S 1 7)。そして、時刻差 T が有効範囲の下限値 (最小値) に設定されてから (図 3 のステップ S 1 8)、消費電力分析装置 1 (処理部 1 a) は、図 4 に示す一致度評価動作に移行する。ここで、時刻差 T の有効範囲は、ユーザ、オペレータ等によって設定されるもので、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時刻差 T としてあり得る範囲を指定するパラメータである。ソフト動作ログ 2 2 の採取と消費電力ログ 5 2 の採取とは、分析対象装置 2 および消費電力測定装置 4 (測定用 P C 5) の起動に伴いほぼ同時に開始される。このため、ソフト動作ログ 2 2 の時刻基準と消費電力ログ 5 2 の時刻基準との間の、おおよその時刻差は推測することができる。そこで、本実施形態では、当該おおよその時刻差の範囲を時刻差 T の有効範囲として予め指定することで、一致度判定の精度を低下させることなく当該一致度判定に要する処理時間の短縮が実現される。

【 0 0 6 5 】

ついで、図 4 を参照しながら、処理部 1 a (算出部 1 3 3) による一致度判定動作について説明する。

まず、最大一致度 max の値を保持する記憶部 1 b 等の所定領域に、初期値として、一致度の最小値 0 が設定される (ステップ S 2 1)。

【 0 0 6 6 】

そして、算出部 1 3 3 は、ソフト動作ログ 2 2 を、消費電力ログ 5 2 に対し、図 3 のステップ S 1 8 で設定された時刻差 T だけずらし (ステップ S 2 2)、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との一致度 (一致ビット数もしくは一致ビットの割合) を算出する (ステップ S 2 3)。また、算出部 1 3 3 は、ソフト動作ログ 2 2 に対し重みが付加されているか否かを判断し (ステップ S 2 4)、重みが付加されている場合 (ステップ S 2 4 の Y E S ルート)、後述するように、ソフト動作ログ 2 2 の重みの一致度評価を行なって一致度を補正する (ステップ S 2 5)。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 2 5 で一致度の補正を行なった後、もしくは、ソフト動作ログ 2 2 に対し重みが付加されていない場合 (ステップ S 2 4 の N O ルート)、算出部 1 3 3 は、消費電力ログ 5 2 に対し重みが付加されているか否かを判断する (ステップ S 2 6)。消費電力ログ 5 2 に対し重みが付加されている場合 (ステップ S 2 6 の Y E S ルート)、算出部 1 3 3 は、後述するように、消費電力ログ 5 2 の重みの一致度評価を行なって一致度を補正する (ステップ S 2 7)。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 2 7 で一致度の補正を行なった後、もしくは、消費電力ログ 5 2 に対し重みが付加されていない場合 (ステップ S 2 6 の N O ルート)、算出部 1 3 3 は、ステップ S 2 8 の処理を実行する。ステップ S 2 8 において、算出部 1 3 3 は、ステップ S 2 3 で算出された一致度が、前記所定領域に保持される、これまでの最大一致度 max よりも大きいか否かを判断する。そして、算出された一致度が最大一致度 max よりも大きい場合、算出部 1 3 3 は、前記所定領域の最大一致度 max の値を、ステップ S 2 3 で算出された一致度に更新するとともに、当該一致度に対応する時刻差 T を、最大一致度 max に対応付けて記憶する。この後、算出部 1 3 3 は、ステップ S 2 9 の処理へ移行する。一方、算出された一致度が最大一致度 max 以下である場合、算出部 1 3 3 は、前記所定領域の最大一致度 max の更新を行なうことなく、ステップ S 2 9 の処理へ移行する。

【 0 0 6 9 】

そして、算出部 1 3 3 は、現在の時刻差 T に分析時間を加算し (ステップ S 2 9)、分析時間を加算された新たな時刻差 T が、図 3 のステップ S 1 7 で設定された有効範囲内であるか否かを判断する (ステップ S 3 0)。新たな時刻差 T が有効範囲内である場合 (ステップ S 3 0 の Y E S ルート)、算出部 1 3 3 は、ステップ S 2 2 の処理に戻り、ステッ

プ S 2 2 ~ S 3 0 の処理を繰り返し実行する。一方、新たな時刻差 T が有効範囲内でない場合（ステップ S 3 0 の N O ルート）、マージ部 1 4 は、算出部 1 3 3 によって得られた最も一致度の高い時刻差 T で、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とを共通の時刻情報に対応付けることでマージする（ステップ S 3 1）。なお、算出部 1 3 3 によって得られた最も一致度の高い時刻差 T は、最終的に前記所定領域に保持されている最大一致度 max の値である。

【 0 0 7 0 】

以下、図 4 を参照しながら上述した一致度評価動作について、図 1 2 ~ 図 1 6 を参照しながら、より具体的に説明する。

【 0 0 7 1 】

本実施形態では、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とを分析時間で区切って二値化したビット列に対し、ビットパタンの一致度が算出される。つまり、時刻差 T としてあり得る有効範囲全体について、ソフト動作ログ 2 2 を消費電力ログ 5 2 に対し分析時間ずつずらしながら一致度が算出され、最も一致度が高い時刻差 T が、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時刻差として決定され採用される。

【 0 0 7 2 】

一致度は、図 4 のステップ S 2 3 ~ S 2 7 において、算出部 1 3 3 により以下の手順 (B 1) ~ (B3) で算出される。

(B1) 算出部 1 3 3 は、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とのビット列について、両方が有効な区間を比較対象区間とする。

(B2) 算出部 1 3 3 は、前記比較対象区間におけるソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とのビット列を比較し、値が一致する割合を、一致度として算出する。

(B3) 算出部 1 3 3 は、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とのビット列の比較を行なった区間に、重みが “ 1 ” のビットがある場合、当該重みを評価し、最終的な一致度を算出し決定する。

【 0 0 7 3 】

上記手順 (B3)（図 4 のステップ S 2 5 , S 2 7）において、重みの一致度評価（一致度の補正）は、算出部 1 3 3 により以下の手順 (C1) および (C2) で行なわれる。

(C1) 算出部 1 3 3 は、ソフト動作ログ 2 2 の重みが “ 1 ” の場合、消費電力ログ 5 2 の対応ビットに設定された二値化データの値が “ 0 ” であれば、一致度にボーナスを付与し、当該二値化データの値が “ 0 ” でなければ、一致度にペナルティを付与する。

(C2) 算出部 1 3 3 は、消費電力ログ 5 2 の重みが “ 1 ” の場合、ソフト動作ログ 2 2 の対応ビットに設定された二値化データの値が “ 1 ” であれば、一致度にボーナスを付与し、当該二値化データの値が “ 1 ” でなければ、一致度にペナルティを付与する。

【 0 0 7 4 】

上述した重みの一致度評価におけるボーナスおよびペナルティ（所定補正基準）は、それぞれのログ 2 2 , 5 2 の情報の測定精度などに基づき決定することができる。

例えば、ログ 2 2 , 5 2 における取得データの測定ノイズ等が少なく取得データの精度が高いことが分かっている場合、算出部 1 3 3 は、厳しいボーナスおよびペナルティ（補正基準）を設定する。このとき、算出部 1 3 3 は、例えば、ボーナスとして一致度に “ 1 ” を乗算する一方、ペナルティとして一致度に “ 0 ” を乗算する。なお、ペナルティとして一致度に “ 0 ” を乗算する場合、ボーナスとして一致度に乗算する値は 0 よりも大きい値であればよい。即ち、厳しい補正基準では、算出部 1 3 3 は、重みの値および二値化データの値が重みの要件（所定条件）を満たさなければ、一致度を “ 0 ” に補正する。

【 0 0 7 5 】

一方、ログ 2 2 , 5 2 における取得データの測定ノイズ等が多く取得データの精度が低いことが分かっている場合、算出部 1 3 3 は、緩やかなボーナスおよびペナルティ（補正基準）を設定する。このとき、算出部 1 3 3 は、例えば、ボーナスとして一致度に 1 よりも大きな値（例えば 1 . 1）を乗算する一方、ペナルティとして一致度に 1 よりも小さな値（例えば 0 . 9）を乗算する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

ここで、図 1 2 および図 1 3 を参照しながら、一致度評価の具体例を説明する。

図 1 2 は、時刻差 $T = 0$ の場合の、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との一致度の算出例を説明する図である。つまり、図 1 2 では、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時刻をずらさなかった場合のビット列の例が示されている。

【 0 0 7 7 】

図 1 2 に示す例では、ソフト動作ログ 2 2 の 7 ビットの値のうち 3 ビット（太枠のビット参照）の値が、消費電力ログ 5 2 の 3 ビット（太枠のビット参照）の値と一致しているので、一致度は $3 / 7$ となる。しかし、ソフト動作ログ 2 2 の時刻 $t = 2$ において重み “ 1 ” が設定されているのに対し消費電力ログ 5 2 の時刻 $t = 2$ のビットには “ 1 ” が設定されている。つまり、ソフト動作ログ 2 2 で深いスリープ状態を示すタイミングで、消費電力ログ 5 2 では消費電力が第 1 閾値を超えており、重みの要件（所定条件）が満たされていないので、厳しい補正基準（厳しい重み評価）が採用されている場合、一致度は $3 / 7 \times 0 = 0$ となる。

10

【 0 0 7 8 】

また、図 1 3 は、時刻差 $T = 3$ の場合の、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との一致度の算出例を説明する図である。つまり、図 1 3 では、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時刻を、3 単位時間（3 分析時間）分、ずらした場合のビット列の例が示されている。

【 0 0 7 9 】

20

図 1 3 に示す例では、ソフト動作ログ 2 2 の 7 ビットの値のうち 6 ビット（太枠のビット参照）の値が、消費電力ログ 5 2 の 6 ビット（太枠のビット参照）の値と一致しているので、一致度は $6 / 7$ となる。また、ソフト動作ログ 2 2 の時刻 $t = 5$ において重み “ 1 ” が設定され、消費電力ログ 5 2 の時刻 $t = 5$ のビットには “ 0 ” が設定されている。つまり、ソフト動作ログ 2 2 で深いスリープ状態を示すタイミングで、消費電力ログ 5 2 では消費電力が少ない状態を示しており、重みの要件（所定条件）が満たされている。さらに、消費電力ログ 5 2 の時刻 $t = 6$ において重み “ 1 ” が設定され、ソフト動作ログ 2 2 の時刻 $t = 6$ のビットには “ 1 ” が設定されている。つまり、消費電力ログ 5 2 で消費電力が特に高い状態を示すタイミングで、ソフト動作ログ 2 2 では CPU が動作中であることを示しており、重みの要件（所定条件）が満たされている。したがって、厳しい補正基準（厳しい重み評価）が採用されている場合、一致度は $6 / 7 \times 1 = 6 / 7$ となる。

30

【 0 0 8 0 】

ここで、本実施形態の「重み」について、図 1 4 を参照しながら詳細に説明する。図 1 4 は、図 1 3 に示す一致度の算出例についての、重み情報による評価（一致度補正）を説明する図である。本実施形態の「重み」とは、各ログ 2 2 , 5 2 の示す波形が特に高い、あるいは、特に低いことを示すものである。

【 0 0 8 1 】

本実施形態では、比較しているログ 2 2 , 5 2 が全く別の物理量であるため、二値化データの値自体には意味がなく、「上がった」か「下がった」という変化に着目して、ログ 2 2 , 5 2 の比較が行なわれている。ソフト動作ログ 2 2 および消費電力ログ 5 2 の時系列データを二値のビット列にすることで情報量が落とされている。しかし、例えば実際の消費電力波形を見ると明らかなピークが発生する場合があります、このような情報を捨ててしまうのはもったいないと考え「重み」という概念で取り込むことにした。

40

【 0 0 8 2 】

消費電力ログ 5 2 の「重み」が “ 1 ” である、ということは、重み “ 1 ” を付与された時刻の消費電力が特に高かったことを意味する。すなわち、このとき、図 1 4 に示すように、分析対象装置 2 の CPU はスリープ状態でなく動作中（二値化データが “ 1 ” ）のはずである。そこで、消費電力分析装置 1 は、消費電力ログ 5 2 の重みが “ 1 ” のタイミングで CPU が動作中（二値化データが “ 1 ” ）であれば、一致度にボーナスをプラスする補正を行なう。当該タイミングで CPU が動作中でなければ（二値化データが “ 0 ” ）、

50

消費電力分析装置 1 は、一致度に対しペナルティを課す補正を行なう。

【 0 0 8 3 】

ソフトウェア動作ログ 2 2 の「重み」も同様であり、ソフトウェア動作ログ 2 2 の「重み」が“ 1 ”である、ということは、重み“ 1 ”を付与された時刻において CPU は深いスリープ状態であったことを意味する。すなわち、このとき、図 1 4 に示すように、分析対象装置 2 の消費電力は低い状態（二値化データが“ 0 ”）のはずである。そこで、消費電力分析装置 1 は、ソフト動作ログ 2 2 の重みが“ 1 ”のタイミングで CPU の消費電力が低い状態（二値化データが“ 0 ”）であれば、一致度にボーナスをプラスする補正を行なう。当該タイミングで CPU の消費電力が高ければ（二値化データが“ 1 ”）、消費電力分析装置 1 は、一致度に対しペナルティを課す補正を行なう。

10

【 0 0 8 4 】

なお、図 1 4 に示す例は、図 1 3 に示す例と同じデータを示しており、図 1 3 を参照しながら前述したように、時刻 $t = 5, 6$ で重み“ 1 ”が設定されており、いずれの時刻においてもログ 5 2, 2 2 の二値化データとして期待する値“ 0 ”, “ 1 ”がそれぞれ設定されている。つまり、図 1 4 に示す例では、重みの値と二値化データの値とが要件（所定条件）を満たしているので、一致度を増大させる補正を行なう、もしくは、一致度を減少させる補正を行なわない。

【 0 0 8 5 】

上述のようにして、一致度が最大になったときの最大一致度 \max の値が、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時間差 T （時刻の対応関係）として決定される。時間差 T が決定されると、マージ部 1 4 は、決定された時刻差 T で、それぞれのログ 2 2, 5 2 の時刻を一つの基準時刻に合わせて出力する。例えば図 1 5 に示すように、マージ部 4 は、ソフト動作ログ 2 2 または消費電力ログ 5 2 の時刻を、時間差 T だけずらすように補正し、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とを並列的に分析用データ（マージ結果）1 4 1 として出力する（ステップ S 4 1；図 4 のステップ S 3 1 参照）。これにより、分析部 1 5 は、マージ部 1 4 からのマージ結果 1 4 1 に基づき 2 つのログ 2 2, 5 2 を正確な時刻で突き合わせ、それぞれのログ 2 2, 5 2 の意味を比較検討することができるようになる。なお、図 1 5 は、本実施形態に係る消費電力分析装置 1 におけるマージ部 1 4 の動作を説明する図である。

20

【 0 0 8 6 】

マージ部 1 4 から出力されるマージ結果（分析用データ）1 4 1 の一例を、図 1 6 に示す。図 1 6 では、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時刻を補正して時系列のグラフで出力した例が示されている。図 1 6 に示す例では、スリープ（sleep）状態をはさんで 3 つのプロセス A, B, C（procA, procB, procC）を実行した場合、プロセス実行時に消費電力が増大することが示されている。

30

【 0 0 8 7 】

〔 4 〕本実施形態の効果

本実施形態によれば、ソフトウェア動作ログ 2 2（第 1 時系列データ）と消費電力ログ 5 2（第 2 時系列データ）とに基づき、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時刻差が決定される。そして、決定された時刻差に基づき、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とが共通の時刻情報に対応付けて出力される。これにより、本実施形態の消費電力分析装置 1 では、同期マーカ（同期指標）を用いることなく、ログ 2 2, 5 2 の特性を利用して、ソフトウェアの動作と消費電力の変化とを対応付けて消費電力の分析を行なうことができる。したがって、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とを正確に突き合わせて対比することができ、消費電力の分析を高い精度で行なうことが可能になる。

40

【 0 0 8 8 】

また、本実施形態では、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との二値化データに基づきログ 2 2, 5 2 の一致度を算出するとともに、CPU のスリープの深さや消費電力が特に高い状態を示す情報が重み情報として導入される。そして、各ログ 2 2, 5 2

50

に対して設定された重み情報と、対応するログ 2 2 , 5 2 における二値化データの値とが、所定の要件（所定条件）を満たす場合には、算出された一致度に対しボーナスが付与される。これにより、二値化データどうしのパターンマッチングによって算出される一致度が、各ログ 2 2 , 5 2 の特性に応じた所定の要件を満たすか否かを考慮して補正されるので、ソフト動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 との時間差 T が、より正確に算出され決定される。

【 0 0 8 9 】

本実施形態では、分析対象装置 2 の消費電力ログ 5 2 が、外部機器である消費電力測定装置 4 によって採取されているが、分析対象装置 2 に組み込まれた電力測定機能によって採取される場合も考えられる。このような場合、ソフト動作ログ 2 2 も消費電力ログ 5 2 も同じ時計 2 1 を用いて採取可能になる。しかし、電力測定機能がスマートフォンなどのように小型の分析対象装置 2 に組み込まれる場合、電力測定機能を大幅に小型化しなければならず、外部機器を用いて消費電力ログ 5 2 を採取する場合に比べ、消費電力の測定精度が荒くなってしまう。このため、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とを正確に突き合わせて対比することができなくなる場合がある。このような場合でも、本実施形態の消費電力分析装置 1 を用いることで、ソフトウェア動作ログ 2 2 と消費電力ログ 5 2 とを正確に突き合わせて対比することが可能になる。

【 0 0 9 0 】

さらに、本実施形態では、ログ 2 2 , 5 2 における取得データの測定ノイズが少なく取得データの信頼度が高い場合、厳しい補正基準が設定される一方、ログ 2 2 , 5 2 における取得データの測定ノイズが多く取得データの信頼度が低い場合、緩やかな補正基準が設定される。これにより、測定ノイズに応じた補正基準に従って一致度を補正することで測定ノイズ（取得データの信頼度）が考慮されることになり、決定部 1 3 によって決定される時間差 T の信頼性を高めることができる。

【 0 0 9 1 】

またさらに、本実施形態では、消費電力分析の対象となりうるイベントや操作が起こる期間に、分析対象期間を絞り込むことで、時刻差 T を決定する処理や消費電力分析処理に要する処理時間が大幅に短縮される。また、間違った時刻にログ 2 2 , 5 2 の時刻基準を合わせてしまう誤判定の発生が抑止されるので、分析精度をより向上することができる。

【 0 0 9 2 】

また、前述したように、ソフト動作ログ 2 2 の採取と消費電力ログ 5 2 の採取とは、分析対象装置 2 および消費電力測定装置 4（測定用 P C 5）の起動に伴いほぼ同時に開始される。このため、ソフト動作ログ 2 2 の時刻基準と消費電力ログ 5 2 の時刻基準との間の、おおよその時刻差は推測することができる。そこで、本実施形態では、当該おおよその時刻差の範囲を時刻差 T の有効範囲として予め指定することで、一致度判定の精度を低下させることなく当該一致度判定に要する処理時間を短縮することができる。

【 0 0 9 3 】

〔 5 〕 その他

以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明は、係る特定の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変形、変更して実施することができる。

【 0 0 9 4 】

上述した実施形態では、C P U スリープ情報についてのソフト動作ログ 2 2 と、C P U の消費電力ログ 5 2 とを用いて時刻同期を行なう場合について説明したが、本発明は、このようなログの組合せに限定されるものではない。図 1 7 は、本実施形態の応用例を説明する図である。図 1 7 において、No. 1 は、本実施形態に対応するもので、No. 1 のログの組合せによれば、C P U スリープ状態と C P U の消費電力とが一対一に対応するため、確度が高い。

【 0 0 9 5 】

消費電力分析装置 1 では、例えば、図 1 7 の No. 2 のように、バッテリー端子での消費電

カログとCPUスリープログとを比較することもできる。この場合、消費電力は、CPUの消費電力に、CPU以外のデバイス（例えばGPU（Graphics Processing Unit）などのコンポーネント）の消費電力を合算した値であるため、常に、CPUスリープログの状態と対応するとは限らない。しかし、通常、CPUが他デバイスを制御しているので、総じてCPUスリープログと消費電力ログとは対応する傾向があり、許容するパラメータの調整や外乱の少ない測定を行なうことにより、No. 2のログの組合せを適用することが可能になる。また、No. 2の組合せは、CPUの消費電力が分析対象装置全体の消費電力に対して支配的な場合、つまりI/O（Input/Output；入出力装置）をあまり使用していない状況で採用することができる。

【0096】

10

同様に、ソフト動作ログ22としては、CPUスリープログ以外にも、消費電力の増減と相関のある事象であれば、他の情報を適用することが可能である。例えば図17のNo. 3のように、グラフィック描画処理中に限定して、GPU制御ログとバッテリー端子での消費電力ログとをそれぞれログ22, 52として用い同期処理を行なうことが、精度やパラメータを調整することで可能になる。また、No. 3の組合せは、グラフィック関連の消費電力が支配的な状況で採用することができる。

【0097】

〔6〕付記

以上の各実施形態を含む実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

（付記1）

20

分析対象装置の動作履歴にかかる第1時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得する第1取得部と、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第2時系列データを含む消費電力ログを取得する第2取得部と、

前記第1取得部によって取得された前記ソフトウェア動作ログの前記第1時系列データと、前記第2取得部によって取得された前記消費電力ログの前記第2時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定する決定部と、

前記決定部によって決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力するマージ部と、を有する消費電力分析装置。

30

【0098】

（付記2）

前記決定部は、

前記第1時系列データを所定単位時間毎に二値化する第1二値化部と、

前記第2時系列データを前記所定単位時間毎に二値化する第2二値化部と、

前記第1二値化部によって得られた第1二値化データと前記第2二値化部によって得られた第2二値化データとの対応関係を前記所定単位時間ずつずらしながら前記第1二値化データと前記第2二値化データとの一致度を算出し、前記一致度が最大になったときの、前記第1二値化データと前記第2二値化データとの対応関係を、前記時刻の対応関係として算出する算出部と、を有する、付記1記載の消費電力分析装置。

40

【0099】

（付記3）

前記第1二値化データは、前記分析対象装置のスリープ中に0、前記分析対象装置の動作中に1となり、

前記第2二値化データは、前記所定単位時間の消費電力値が第1閾値未満の場合に0、前記所定単位時間の消費電力値が前記第1閾値以上の場合に1となり、

前記一致度は、前記第1二値化データと前記第2二値化データとの比較対象区間において前記第1二値化データの値と前記第2二値化データの値とが一致する割合である、付記2記載の消費電力分析装置。

50

【 0 1 0 0 】

(付 記 4)

前記決定部は、

前記第 1 二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、深いスリープ状態の場合に第 1 重み情報を設定する第 1 重み設定部と、

前記第 2 二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、前記所定単位時間の消費電力値が前記第 1 閾値よりも大きい第 2 閾値以上である場合に第 2 重み情報を設定する第 2 重み設定部と、をさらに有し、

前記算出部は、前記第 1 重み情報と前記第 2 二値化データの値との関係、または、前記第 2 重み情報と前記第 1 二値化データの値との関係が所定条件を満たす場合、当該関係が前記所定条件を満たさない場合よりも、前記一致度が大きくなるよう、所定補正基準に従って前記一致度を補正する、付記 3 記載の消費電力分析装置。

10

【 0 1 0 1 】

(付 記 5)

前記所定条件は、

前記第 1 重み情報を設定された時点での前記第 2 二値化データの値が 0 であること、または、

前記第 2 重み情報を設定された時点での前記第 1 二値化データの値が 1 であることである、付記 4 記載の消費電力分析装置。

【 0 1 0 2 】

(付 記 6)

前記算出部は、前記第 1 時系列データまたは前記第 2 時系列データの測定ノイズに応じて、前記所定補正基準を変更する、付記 4 または付記 5 に記載の消費電力分析装置。

20

【 0 1 0 3 】

(付 記 7)

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも少ない状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に 1 以上の値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に 0 を乗算する、付記 6 記載の消費電力分析装置。

【 0 1 0 4 】

(付 記 8)

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも多い状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に 1 よりも大きい値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に 1 よりも小さい正値を乗算する、付記 6 記載の消費電力分析装置。

30

【 0 1 0 5 】

(付 記 9)

処理部が、

分析対象装置の動作履歴にかかる第 1 時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得し、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第 2 時系列データを含む消費電力ログを取得し、

40

前記ソフトウェア動作ログの前記第 1 時系列データと、前記消費電力ログの前記第 2 時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定し、

決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する、消費電力分析方法。

【 0 1 0 6 】

(付 記 1 0)

前記処理部が、

前記第 1 時系列データを所定単位時間毎に二値化し、

50

前記第 2 時系列データを前記所定単位時間毎に二値化し、

二値化によって得られた第 1 二値化データと二値化によって得られた第 2 二値化データとの対応関係を前記所定単位時間ずつずらしながら前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの一致度を算出し、前記一致度が最大になったときの、前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの対応関係を、前記時刻の対応関係として算出する、付記 9 記載の消費電力分析方法。

【 0 1 0 7 】

(付記 1 1)

前記第 1 二値化データは、前記分析対象装置のスリープ中に 0、前記分析対象装置の動作中に 1 となり、

10

前記第 2 二値化データは、前記所定単位時間の消費電力値が第 1 閾値未満の場合に 0、前記所定単位時間の消費電力値が前記第 1 閾値以上の場合に 1 となり、

前記一致度は、前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの比較対象区間において前記第 1 二値化データの値と前記第 2 二値化データの値とが一致する割合である、付記 1 0 記載の消費電力分析方法。

【 0 1 0 8 】

(付記 1 2)

前記処理部が、

前記第 1 二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、深いスリープ状態の場合に第 1 重み情報を設定し、

20

前記第 2 二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、前記所定単位時間の消費電力値が前記第 1 閾値よりも大きい第 2 閾値以上である場合に第 2 重み情報を設定し、

前記第 1 重み情報と前記第 2 二値化データの値との関係、または、前記第 2 重み情報と前記第 1 二値化データの値との関係が所定条件を満たす場合、当該関係が前記所定条件を満たさない場合よりも、前記一致度が大きくなるよう、所定補正基準に従って前記一致度を補正する、付記 1 1 記載の消費電力分析方法。

【 0 1 0 9 】

(付記 1 3)

前記所定条件は、

前記第 1 重み情報を設定された時点での前記第 2 二値化データの値が 0 であること、または、

30

前記第 2 重み情報を設定された時点での前記第 1 二値化データの値が 1 であることである、付記 1 2 記載の消費電力分析方法。

(付記 1 4)

前記処理部が、前記第 1 時系列データまたは前記第 2 時系列データの測定ノイズに応じて、前記所定補正基準を変更する、付記 1 2 または付記 1 3 に記載の消費電力分析方法。

【 0 1 1 0 】

(付記 1 5)

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも少ない状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に 1 以上の値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に 0 を乗算する、付記 1 4 記載の消費電力分析方法。

40

【 0 1 1 1 】

(付記 1 6)

前記所定補正基準は、前記測定ノイズが所定基準よりも多い状態において、前記所定条件を満たす場合には前記一致度に 1 よりも大きい値を乗算する一方、前記所定条件を満たさない場合には前記一致度に 1 よりも小さい正値を乗算する、付記 1 4 記載の消費電力分析方法。

【 0 1 1 2 】

(付記 1 7)

消費電力の分析を行なうコンピュータに、

50

分析対象装置の動作履歴にかかる第 1 時系列データを含むソフトウェア動作ログを取得し、

前記分析対象装置のソフトウェア動作時の消費電力値にかかる第 2 時系列データを含む消費電力ログを取得し、

前記ソフトウェア動作ログの前記第 1 時系列データと、前記消費電力ログの前記第 2 時系列データとに基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとの時刻の対応関係を決定し、

決定された前記時刻の対応関係に基づき、前記ソフトウェア動作ログと前記消費電力ログとを共通の時刻情報に対応付けて出力する、
処理を実行させる、消費電力分析プログラム。

10

【 0 1 1 3 】

(付記 1 8)

前記第 1 時系列データを所定単位時間毎に二値化し、

前記第 2 時系列データを前記所定単位時間毎に二値化し、

二値化によって得られた第 1 二値化データと二値化によって得られた第 2 二値化データとの対応関係を前記所定単位時間ずつずらしながら前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの一致度を算出し、前記一致度が最大になったときの、前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの対応関係を、前記時刻の対応関係として算出する、
処理を前記コンピュータに実行させる、付記 1 7 記載の消費電力分析プログラム。

【 0 1 1 4 】

20

(付記 1 9)

前記第 1 二値化データは、前記分析対象装置のスリープ中に 0、前記分析対象装置の動作中に 1 となり、

前記第 2 二値化データは、前記所定単位時間の消費電力値が第 1 閾値未満の場合に 0、前記所定単位時間の消費電力値が前記第 1 閾値以上の場合に 1 となり、

前記一致度は、前記第 1 二値化データと前記第 2 二値化データとの比較対象区間において前記第 1 二値化データの値と前記第 2 二値化データの値とが一致する割合である、付記 1 8 記載の消費電力分析プログラム。

【 0 1 1 5 】

(付記 2 0)

30

前記第 1 二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、深いスリープ状態の場合に第 1 重み情報を設定し、

前記第 2 二値化データに対し、前記所定単位時間毎に、前記所定単位時間の消費電力値が前記第 1 閾値よりも大きい第 2 閾値以上である場合に第 2 重み情報を設定し、

前記第 1 重み情報と前記第 2 二値化データの値との関係、または、前記第 2 重み情報と前記第 1 二値化データの値との関係が所定条件を満たす場合、当該関係が前記所定条件を満たさない場合よりも、前記一致度が大きくなるよう、所定補正基準に従って前記一致度を補正する、

処理を前記コンピュータに実行させる、付記 1 9 記載の消費電力分析プログラム。

【 符号の説明 】

40

【 0 1 1 6 】

1 消費電力分析装置 (P C , コンピュータ)

1 a 処理部 (C P U , プロセッサ)

1 b 記憶部 (メモリ)

1 1 第 1 取得部

1 2 第 2 取得部

1 3 決定部 (一致度判定部)

1 3 1 第 1 二値化部

1 3 2 第 2 二値化部

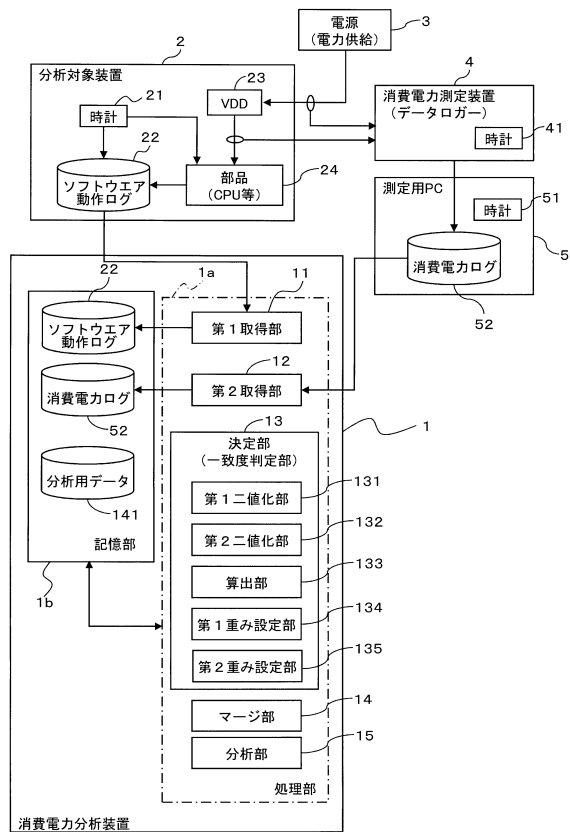
1 3 3 算出部

50

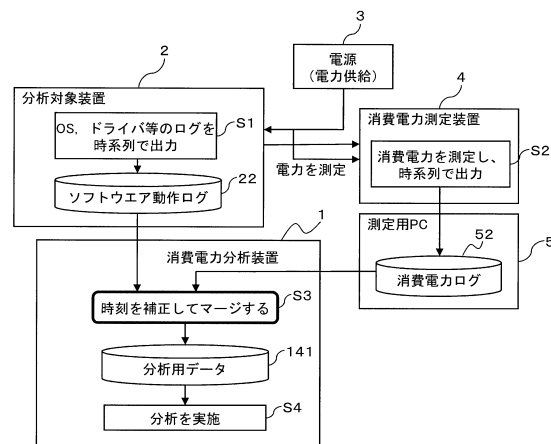
- 1 3 4 第1重み設定部
- 1 3 5 第2重み設定部
- 1 4 マージ部
- 1 4 1 分析用データ(マージ結果)
- 1 5 分析部
- 2 分析対象装置
- 2 1 時計
- 2 2 ソフトウェア動作ログ(システム動作ログ, ソフト動作ログ, ソフトログ)
- 2 3 電源端子(VDD)
- 2 4 部品(CPU等)
- 3 電源
- 4 消費電力装置装置(データロガー)
- 4 1 時計
- 5 測定用PC
- 5 1 時計
- 5 2 消費電力ログ(電力ログ, 消費電力)

10

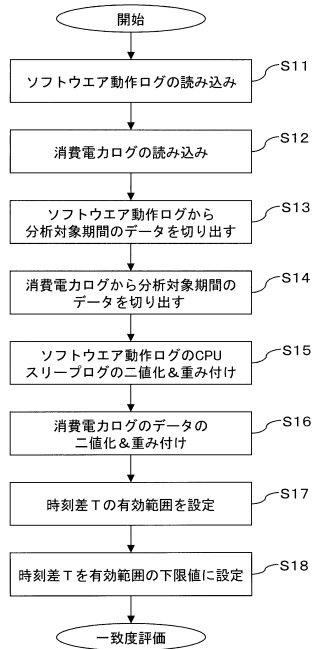
【図1】



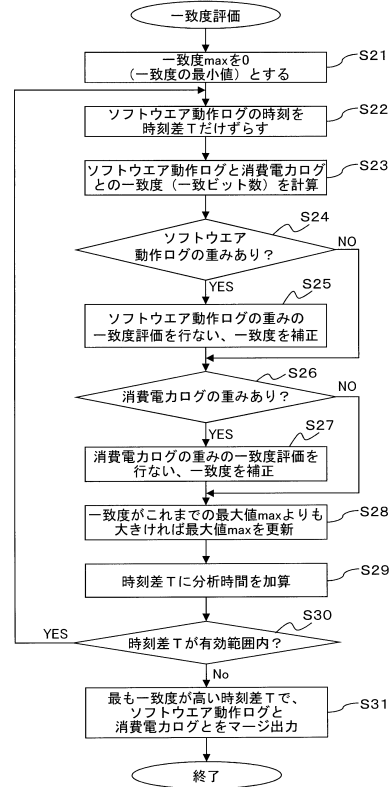
【図2】



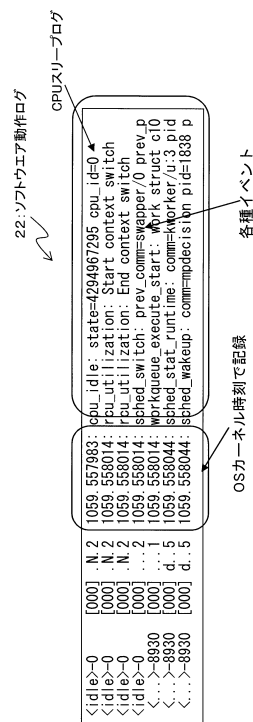
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

52:消費電力ログ

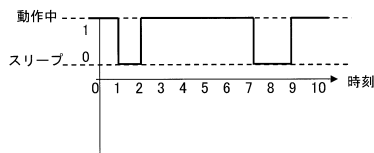
#時刻	CPU電力	電力X	電力Y
8.999900	135.749930	-0.931064	8.698529
9.000000	146.568481	81.850891	1.406024
9.000100	139.115702	28.559507	-7.409082
9.000200	152.418512	10.929275	-9.332390

測定開始からの経過時間で記録されてる

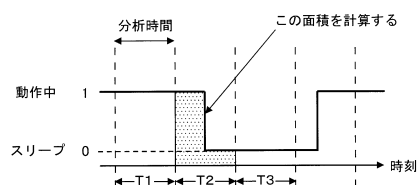
【図 7】

時刻	遷移
1	動作中 → スリープ (浅い)
2	スリープ → 動作中
7	動作中 → スリープ (深い)
9	スリープ → 動作中

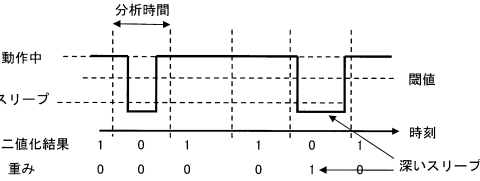
【図 8】



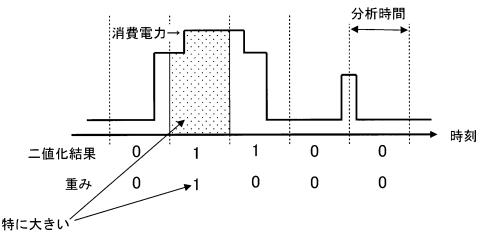
【図 9】



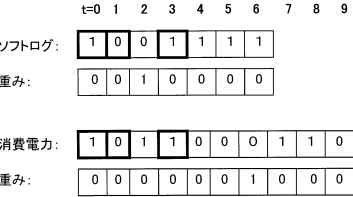
【図 10】



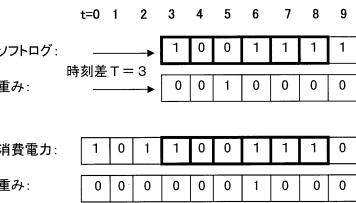
【図 11】



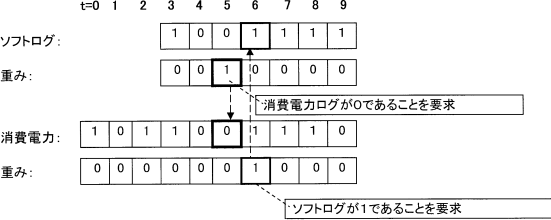
【図 12】



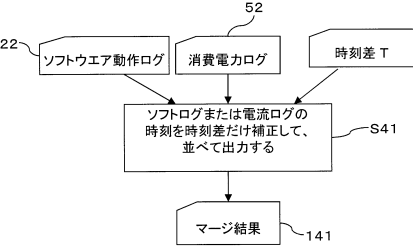
【図 13】



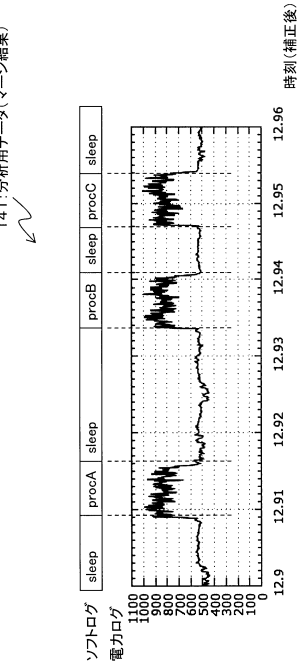
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

No.	ソフトウェアログ	消費電力ログ	コメント
1	CPUスリープ	CPUの消費電力	一対一に対応するため精度が高い。 実施形態にて記載。
2	CPUスリープ	バッテリー端子での消費電力	CPUの消費電力が全体の消費電力に対して支配的な場合、つまり、I/Oをあまり使っていない状況で使える。
3	GPU制御ログ (GPUドライバ)	バッテリー端子での消費電力	グラフィック関連の消費電力が支配的な状況で使える。

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-62106(JP,A)
特開2013-109442(JP,A)
特開2012-98216(JP,A)
特開2013-48520(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0145648(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01R 21/00
G01R 22/00
G06F 11/34