

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5284469号
(P5284469)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月7日(2013.6.7)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 F 1/28 (2006.01)

G 0 6 F 1/00 3 3 3 Z

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-517390 (P2011-517390)	(73) 特許権者	510288792
(86) (22) 出願日	平成20年7月8日(2008.7.8)		ラリタン アメリカズ, インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2011-527480 (P2011-527480A)		アメリカ合衆国 ニュージャージー州 O
(43) 公表日	平成23年10月27日(2011.10.27)		8873, サマセット, コットンテイル・
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/069422		レーン 400
(87) 国際公開番号	W02010/005429	(74) 代理人	100070150
(87) 国際公開日	平成22年1月14日(2010.1.14)		弁理士 伊東 忠彦
審査請求日	平成23年6月10日(2011.6.10)	(74) 代理人	100091214
(31) 優先権主張番号	12/168,504		弁理士 大貫 進介
(32) 優先日	平成20年7月7日(2008.7.7)	(74) 代理人	100107766
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワー・アウトレットとIT装置との間の物理的接続性の自動発見

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のパワー・サプライ・アウトレットを介して電力を受ける複数のサーバーを有するデータ・センターにおけるサーバーに接続された候補パワー・サプライ・アウトレットを判別する方法であって：

前記パワー・サプライ・アウトレットのうち少なくとも一つに接続された前記サーバーのうちの少なくとも一つについて候補パワー・サプライ・アウトレットの第一の集合を決定手段によって決定する段階と；

ある時間期間にわたる前記候補パワー・サプライ・アウトレットについての実際の電力消費データおよび前記時間期間に重なる時間期間の間の前記少なくとも一つのサーバーについての中央処理ユニット（CPU: central processing unit）利用度データを収集手段によって収集する段階と；

候補パワー・サプライ・アウトレットの前記第一の集合から、前記少なくとも一つのサーバーに接続されている可能性のある候補パワー・サプライ・アウトレットの第二の部分集合を決定する段階であって、前記段階は、前記少なくとも一つのサーバーについてのCPU利用度データと、前記第二の部分集合の候補パワー・サプライ・アウトレットについての実際の電力消費データとの間の相関に基づいて相関付け手段によって行われる、段階とを含む、方法。

【請求項2】

10

20

前記候補パワー・サプライ・アウトレットの第一の集合決定する段階が、
前記少なくとも一つのサーバーから指定された距離以内に位置される候補パワー・サプライ・アウトレットを決定するサブステップを含む、
請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記候補パワー・サプライ・アウトレットの第二の部分集合を決定する段階が、前記第二の部分集合の候補パワー・サプライ・アウトレットについての実際の前記電力消費データと前記少なくとも一つのサーバーについての理論的な電力消費データとの間の相関に基づく、請求項1記載の方法。

【請求項4】

前記収集する段階が、前記少なくとも一つのサーバーについてIPアドレスを指定するサブステップを含む、請求項1記載の方法。

【請求項5】

前記候補パワー・サプライ・アウトレットの第二の部分集合を決定する段階が、前記少なくとも一つのサーバーについてのCPU利用度データを量子化するサブステップを含む、請求項1記載の方法。

【請求項6】

前記収集する段階が、前記実際の電力消費データおよび前記CPU利用度データにタイムスタンプを付けるサブステップを含む、請求項1記載の方法。

【請求項7】

前記候補パワー・サプライ・アウトレットの第二の部分集合を決定する段階が、前記CPU利用度データと前記実際の電力消費データの間の状態変化の相関にも基づく、請求項1記載の方法。

【請求項8】

請求項1記載の方法であって、

前記候補パワー・サプライ・アウトレットの第二の部分集合を決定する段階が、前記第二の部分集合の候補パワー・サプライ・アウトレットについての実際の電力消費データと前記少なくとも一つのサーバーについての理論的な電力消費データとの間の相関にも基づき、

前記候補パワー・サプライ・アウトレットの第一の集合を決定する段階が、前記少なくとも一つのサーバーからある距離以内に位置される候補パワー・サプライ・アウトレットを決定するサブステップを含み、

前記収集する段階が：

前記少なくとも一つのサーバーについてIPアドレスを指定するサブステップと、
前記電力消費データおよび前記CPU利用度データにタイムスタンプを付けるサブステップとを含み、

前記候補パワー・サプライ・アウトレットの第二の部分集合を決定する段階が、

前記CPU利用度データを量子化するサブステップと、

前記の量子化されたCPU利用度データと前記電力消費データの間の状態変化の相関に基づいて候補パワー・サプライ・アウトレットの第二の部分集合を決定するサブステップとを含む、
方法。

【請求項9】

データ・センターにおけるサーバーのパワー・サプライ・アウトレットへの接続性を自動的に発見するシステムであって：

パワー・サプライ・アウトレットおよびIT設備とインターフェースをもち、パワー・サプライ・アウトレットについての実際の電力消費データおよびIT設備からのCPU利用度データを収集するよう動作可能なデータ収集モジュールと；

前記データ収集モジュールによって収集された情報を記憶するデータ・ストアと；

一対一でパワー・サプライ・アウトレットに接続されたIT設備を同定するよう前記CPU

10

20

30

40

50

利用度データと前記実際の電力消費データとの相関を調べるよう機能できる相関付けエンジンとを有する、システム。

【請求項10】

IT設備のラックをモニタリングする方法であって：

データベース中の前記データ設備についてのCPU使用データを総合する段階と；

候補パワー・サプライ・アウトレットおよびIT設備の接続性ペアを決定する段階であって、各候補サーバーから各候補パワー・サプライ・アウトレットへの最大距離を決定するサブステップを含む段階と；

候補ITサーバーについてのCPU使用と、候補パワー・サプライ・アウトレットの実際の電力使用との相関を調べる段階であって、前記IT設備についての状態変化を同定するサブステップを含む、段階と；

前記状態変化を前記実際の前記実際の電力使用プロファイルにマッチングする段階とを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概括的にはデータ・センターにおける電力管理の分野に関し、より詳細にはパワー・アウトレットとIT装置との間の接続性の自動発見および自動接続性発見機能を有するデータ・センターの動作方法に関する。

【背景技術】

【0002】

知的な電力分配装置は、ある種の敏感な電気的および電子的応用について向上した電力分配および監視機能を提供する。知的な電力分配装置の配備が有用であると立証される例示的な応用は、電力管理ポリシーに基づくあらかじめ定義されたスケジュールでの、ネットワーク・サービスの提供に関わる複数のコンピュータ・サーバーへの電力供給にある。ここで、電力分配を制御および監視できることは、コンピュータ・ネットワーク運営者およびIT人員にとって、また包括的な電力最適化における使用のために、測り知れない価値のあるツールである。

【0003】

上記の型の一つの知的な電力装置は、米国ニュージャージー州サマセットのラリタン社(Raritan Corp.)によって開発および販売されているドミニオンPX(Dominion PX)知的電力分配ユニット(IPDU: Intelligent Power Distribution Unit)である。ドミニオンPX IPDUは、装置に含まれるACパワー・アウトレットのそれぞれにおける、増大した動作上および監視の機能を提供する。一般に、これらの機能は、数ある特徴の中でも、アウトレットをオンおよびオフにする機能を含み、またそのアウトレットのための電力消費測定をも提供する。知的電力装置または該知的電力装置を監視する設備が、電力ケーブルの反対側で知的電力装置の各アウトレットにどの具体的な設備が差し込まれているかを知ることが望ましい。

【0004】

さらに、ネットワーク管理者はしばしば、データ・センターの電力接続性のトポロジーを維持することを要求される。電力接続性のトポロジーを維持するための一つの方法は、スプレッドシートを用いて、あるいは中央集中された構成データベースにおいてである。これはネットワーク管理者が随時更新する。物理的な電力接続性関係を追跡するために、他のデータ・センター・アセット管理システムも利用可能である。それは、バーコード・リーダーおよびネーム・プレート中のシリアル・ナンバーを使った物理的な接続の手動入力に依拠する。いったん入力されたデータは、トポロジー・レンダリング・エンジンに提出されることができる。トポロジー・レンダリング・エンジンはトポロジーをレポートとして、あるいは直観的な視覚化のためにトポロジー・マップとして提出できる。何千もの

サーバーを含むことのある大規模なデータ・センターでは、データ・センター電力トポロジを手動で維持することは骨が折れ、誤りを生じやすいタスクである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

それにもかかわらず、精確で最新の電力トポロジを維持することの重要性はネットワークの管理および運営の分野において高まりつつある。コンピューティングのコストが低下するにつれ、データ・センターによる電力使用のコストがコスト要因となる。したがって、電力消費を削減することは、ネットワーク管理者にとって関心課題である。同様に、最近のグリーン・イニシアチブは、データ・センターにおける電力使用を削減することにインセンティブを提供している。グリーン・グリッド (Green Grid) のような組織は、データ・センターのエネルギー効率の指標を公表している。データ・センターは、効率を評価する際、これらの指標に対して自分自身を測定する。これらのデータ・センター管理要件のすべては、高度に精確なデータ・センター電力トポロジから裨益する。

10

【0006】

ネットワークのためのある種の自動発見トポロジ・ツールが知られている。ping、tracertおよびmpingのようなこれらのツールは、ネットワークのための論理的な接続性マップを開示する。しかしながら、これらはIT設備とパワー・アウトレットとの間の物理的な接続性の自動的な発見を提供するものではない。現在のところ、電力分配装置の特定のアウトレットにどの設備が付随しているかを判別する唯一の方法は、その情報を手動で入力

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の原理に基づくシステムおよび方法は、データ・センターにおける情報技術 (IT: information technology) 設備のための物理的な接続性のトポロジを自動的に発見する。トポロジはIT設備 (IT equipment) とパワー・アウトレット [電源コンセント] (power outlet) との間の接続を表示する。本願の原理に基づくシステムは、一組のヒューリスティックス (heuristics) を適用して、個々のサーバーまたは他のIT設備についての、候補となるパワー・アウトレットを同定する。一つの側面では、特定の設備について、候補アウトレットは、そのIT設備への物理的な近接性に基づいて選択される。これらの候補は、理論的な電力消費データ、実際の電力消費データ、CPU利用度 (CPU utilization) および状態変化イベントの相関 (correlation) に基づいて逐次反復的に絞り込まれる。

30

【0008】

物理的な位置は、超音波検知またはRFIDのようなさまざまな技術を使って決定できる。この情報は次いで、サーバーとパワー・アウトレットとの間の物理的な接続性を増強するために使用できる。典型的な状況では、IT設備ベンダーによって提供される電力消費データが、そのベンダーによって提供される動作範囲内にはいるアウトレットを系統的に比較することによって候補アウトレットを絞り込むために使用できる。このネーム・プレート・データは典型的には実際の電力消費を超過し、候補アウトレットを決定的なマッピングまで絞り込まないことがありうる。これらの場合、実際のデータが、さらに候補アウトレットを絞り込むことができる。サーバーについてのCPU利用度データがある時間区間にわたって収集され、ノイズおよび他のアーチファクトを軽減するために量子化されることができる。同じ時間期間にわたる実際の電力消費は、適切なIPDUを使って候補パワー・アウトレットから収集される。量子化されたCPU利用度および電力消費のグラフの間のパターン・マッチングが一致 [マッチ] を同定する。さらに、電力およびCPU利用度データに反映される状態変化は、所与のIT設備について候補パワー・アウトレットをさらに絞り込む。量子化されたCPU利用度および電力消費データはまた、これらの比較のためにも使用されることができる。ヒューリスティックスが候補を絞り込むが収束しない場合、管理者は利用度グラフおよび他のデータ出力を見て、あるIT設備についての最良のアウトレット候

40

50

補についての主観的な結論を下すことができる。

【0009】

知的な電力分配ユニットのアウトレットと、そのアウトレットによって電力を受けるコンピュータ・サーバーのようなターゲット・デバイスとの間の自動的な素性 (identity) 関連付けを提供するためのシステムおよび方法は、パワー・アウトレットにおけるデータ収集を実装する電力管理ユニットまたは電力分配ユニットを含むことができる。IT設備の、設備ベンダーによって規定される電力要求プロファイルならびに時間にわたって測定される実際の使用パターンは、候補パワー・アウトレットで検出される電力消費パターンと関連付けされる。サーバーをオン／オフすること、サーバーのコンピューティング作業負荷の変化および仮想機械マイグレーションのようなIT設備上でのある種の状態変化の時間シーケンスの間でさらなる関連付けがなされる。これらの状態変化は、モニタリング・システムによって検出されることができ、パワー・アウトレットでの実際の電力利用度の変化に反映される。候補パワー・アウトレット数がIT設備に対する電力供給ユニットの数に一致するまで、ヒューリスティック規則および指標が逐次反復的に適用される。

10

【0010】

本発明の原理に基づく物理的な接続性のトポロジーの発見は、高度な完全性 (integrity) を維持する。実際のCPU利用度および電力消費のようなキーとなる指標に加えて、所与のIT設備の特定の機能性の他の指標特性が候補パワー・アウトレットをさらに特定できる。さらに、管理者がIT設備および発見されたパワー・アウトレットについてのCPU利用度および電力消費使用のグラフの実際の目視検査によってパワーのマッチングを検証することを許容するために、インターフェースを使うことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の原理に基づくシステムを示す図である。

【図2】本発明の原理に基づくもう一つのシステムを示す図である。

【図3】本発明の原理に基づくヒューリスティック規則の諸側面を実装するための例示的なグラフである。

【図4】本発明の原理に基づくヒューリスティック規則の諸側面を実装するための他の例示的なグラフである。

【図5】本発明の原理に基づく、24時間の期間にわたる単一の知的な電力ユニットについての例示的なグラフである。

30

【図6】本発明の原理に基づく、3時間の期間にわたる単一の知的な電力ユニットについてのCPUおよび電力利用度の例示的なグラフである。

【図7】本発明の原理に基づく、3時間の期間にわたる単一の知的な電力ユニットについてのCPUの例示的なグラフおよびデータの処理されたビューを示す図である。

【図8】本発明の原理に基づく、ソケット・レベルでのPDU利用度の例示的なヒストグラム変換を示す図である。

【図9】本発明の原理に基づく、自動関連付けフレームワークの例示的な流れ図である。

【図10】本発明の原理に基づく、自動関連付けアルゴリズムの例示的な流れ図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0012】

図1は、本発明の原理に基づくシステム100を開示している。システム100は、IT設備のN個のラックを含んでおり、そのうち三つのラック102、104、106が示されている。これらは、データ・センターにおいて典型的に用いられることがある型のものである。これらのラックは、サーバー、ルーターおよびゲートウェイを含むさまざまな型のIT設備を任意の数、保持できる。例として、ラック102は二つの垂直にマウントされたパワー・ストリップ114、116を示しており、パワー・ストリップのそれぞれは8個の電力レセプタクル〔パワー・レセプタクル〕を含み、それらのパワー・ストリップに、IT設備の電源が物理的に接続される。データ・センターにおける他のラックも同様のパワー・アウトレット・ユニットをもち、それらのパワー・アウトレット・ユニットは多様

50

な配位でマウントされることができる。

【0013】

この例示的なシステム100では、これらのパワー・ストリップは、米国ニュージャージー州サマセットのラリタン社によって提供されるドミニオンPXのような、電力消費データおよび他の機能性を提供できる型のものである。あるいはまた、これらのユニットは、電力分配ユニット (power distribution unit) あるいはPDUと称されることができる。これらの電力分配ユニットは、電力消費データおよびアウトレット・レベル・スイッチングへのTCP/IPアクセスを提供し、閾値超過または一回のオン／オフ電力サイクリングのようなイベントについて、SNMPおよび電子メールを介してアラートを提供できる。PDUは、ラリタン社によって提供されるドミニオンKX2およびパラゴン (Paragon) II KVMスイッチのような幅広い多様なKVMスイッチ・ソリューションと統合される。ラック104、106は同様に装備されていてもよい。PDUはしばしば高度に構成設定可能であり、これらの例示的な電力分配ユニット114、116はパワー・マネージャ (Power Manager) 108と直接インターフェースをもつ。パワー・マネージャ108は、電力分配ネットワークにおける複数のIPDUを構成設定することができる要素管理システムであってもよい。パワー・マネージャはまた、IPDUによって提供されるIT利用度情報を収集することもできる。例示的なパワー・マネージャ108はアドミニストレータ112にリモート・アクセスを提供するよう装備されていてもよく、インターネット・プロトコル (Internet Protocols) を通じて電力分配ユニット114、116をアドレス指定できる。パワー・マネージャ108は、本発明の原理に基づいて適用されるヒューリスティックスのためのデータを提供するデータベース (Database) 110中のデータを発見および総合するよう構成されることができる。のちに説明するように、このデータは実際の電力消費データ、IT設備仕様、CPU利用度データ、理論的な電力消費データおよびIT設備上での状態変化イベントを含む。

【0014】

図2は、IT設備のN個のラックを含むデータ・センターをもつもう一つの例示的なシステム200を示している。IPネットワーク212を通じてアドミニストレータ208にとってアクセス可能な3個のラック220、222、224が例示目的で開示されている。ラック224はIT設備のほか知的な電力機能を有する電力分配ユニットを含む。これらの機能のうちには、出力アウトレット・レベルにおける実際の電力消費データのようなデータの収集がある。ラック220、222は同様に装備されており、データ・センターにおいて環境条件を検知するよう動作可能な環境センサー228を含む。任意的な電力データ・アグリゲーター226は、電力分配ユニットとインターフェースをもち、アウトレットからのデータを総合する (aggregate)。これらいくつかのラック220、222、224はさらに、パワー・アウトレットへの物理的な近接性を判別するために、センサーおよび回路を装備されている。ラックにマウントされたセンサーは、温度上昇によって電力散逸の量を推定するために、IPDUによってモニタリングされることができる。温度上昇の量は、サーバーによって行使される電力消費の量に直接的に相関し、よって前記相関付けにおいて使用されることができる。システム200は認証サーバー214と、アドミニストレータ〔管理者〕208とインターフェースをもつドミニオンKX KVMオーバーIP・スイッチのようなりモート・アクセス・スイッチ204とを含む。

【0015】

スイッチ204はさらに、IP設備のパワー・アウトレットへの物理的な接続性を判別することにおいて有用なデータを記憶し、取り出すためのデータ・ストア202と相互接続されている。このデータは、これに限られないが、停電〔電源障害〕参照シグネチャ、理論的な電力シグネチャ、実際の電力シグネチャ、実際の電力データおよび他の関連を含む。さらに電力分配マネージャ206がKVMスイッチ204とインターフェースをもつ。KVMスイッチ204は、アドミニストレータ208がリモート位置から、ラック220、222、224上に位置されたさまざまな電力分配ユニットからの電力分配ユニット・データにアクセスできるようにする。IT設備およびパワー・アウトレットに関わる物理的な位置

データを記憶するために、もう一つのデータベース 216 が IP ネットワーク 212 を通じてアクセス可能である。変化アラート・サーバー 218 も任意的に接続され、KVM スイッチ 204 を通じてアクセス可能である。動作では、データ・センターにおけるラックおよび電力分配ユニットからのデータは IP ネットワークを通じて収集され、記憶され、管理者 208 に対して選択的にアクセス可能である。電力分配センターおよび報告設備は、そのデータにアクセスし、本発明に基づく方法を実行して、IT 設備とパワー・アウトレットとの間の物理的な接続性を識別する。KVM スイッチ 204 は、関連付けられるべきサーバーに能動的に接続するために使うことができる。これがサーバーにおける利用度を上げることになるからである。管理者は、通常動作において同様の電力シグネチャを提供しうる選択されたサーバーにおける接続性発見を改善するために、この KVM アプローチを使うことができる。

10

【0016】

上記のシステム 100、200 のそれぞれにおいて、電力分配ユニットおよび KVM スイッチおよび／または他の管理者機器またはサーバーは、のちの使用のためにデータベース内に記憶するためおよび相関ヒューリスティックスを適用するためにデータを収集するようプログラムされる。モニタリングを通じて取得されるデータは、二つの主要なカテゴリーに分類されることができる。一つは、任意の時点におけるデータの値を与える時系列情報である。第二に、IT および電力システムの両方に影響するタイムスタンプを与えられたイベントである。後者の例は、サーバー機械のリポートおよびサーバーのスタートアップを含む。本発明の原理に基づく相関付け方法に有用な種々のデータ属性のうちには、特定の IT 設備の理論的な電力使用要求に関係するデータ、時間を通じて測定される、特定のパワー・アウトレットにおける実際の電力消費データ、時間を通じて収集される、データ・センター内のサーバーについての実際の CPU 利用度データ、同定されたサーバーと同定されたパワー・アウトレットの間の物理的な距離関係がある。このデータに加えて、他の有用な特徴付けデータが取得され、データ・ストアに記憶されることができる。このデータは、データ・センターにおいて見出される特定の型の IT 設備についてのデータ特性を含むことができる。たとえば、電子メール・サーバー、ウェブ・サーバー、ルーターなどはしばしば、データ・センターにおけるそれらの特定の使用に依存して、識別可能な特性をもち、それは温度、CPU 利用度、オンからオフへの状態の変化、単独でまたは他のサーバー特性との組み合わせで同定されうる他の任意の特性を含む。

20

30

【0017】

相関付けエンジンは、任意のヒューリスティックスを走らせるため、およびデータ・センター全体について接続性マップを展開するために、データ・ストアにアクセスできる電力管理ユニット、汎用コンピュータまたは専用サーバーのいずれで実装することもできる。ヒューリスティックスが適用される際、特定の可能なサーバーに接続できるアウトレットの数は絞り込まれ、一般的な場合にはそのサーバーについての同定されたアウトレットに収束する。ヒューリスティックスが適用されるが可能な候補を一つの対応まで減らすことができない場合、管理者は CPU 利用度グラフ、電力消費グラフなどのような特定の特性のグラフィックな表現〔レンダリング〕にアクセスして特定のサーバーが特定のアウトレットに物理的に接続されている可能性を主観的に評価してもよい。データベースおよびレンダリング・エンジンは、既知のデータ構造およびレンダリング・ソフトウェアを使って、データ・センターの物理的な接続性のトポグラフィー〔構造〕がレンダリングされることができるよう、実装されることができる。

40

【0018】

どの特定のヒューリスティックも任意的であり、追加的なヒューリスティック規則および指標が、サーバーとアウトレットとの間の物理的な接続性を識別するためのプロセスに追加されることができる。一つの例示的な方法では、一組のパワー・アウトレットが、特定の IT アドバイスについての確からしい候補として同定される。これらの確からしい候補は以前に与えられた接続性データ、関連付けクラスタリング、物理的な位置またはデータ管理者によって入力される最良推定候補に基づくことができる。追加情報は、完全に未知

50

のパワーおよびITエンドポイントの組（対）に決定を適用するのではなく、未知物の、可能性の高い組をマッチすることによって、収束を助ける。これらの候補に関して、IT設備を特定の一つまたは複数のアウトレットにマッピングしようとして、一組のヒューリスティック規則が適用される。ヒューリスティック・プロセスは、候補パワー・アウトレットの数がIT設備上の電源ユニットの数に一致したときに、あるいはすべてのヒューリスティックスが尽くされたときに完結する。すべてのヒューリスティックスが尽くされた場合には、管理者が、残っている候補アウトレットのデータを見ることに基づいて、主観的な選択を行ってもよい。

【0019】

ヒューリスティック・プロセスにおいて使用されることのできるいくつかの指標は、電力使用ネーム・プレート値（name plate values）、実際の電力消費パターン、IT設備の状態変化イベントの時間シーケンスおよびパワー・アウトレットに対するIT設備の物理的な位置を含む。よって、たとえば、所与のIT設備について20個の候補パワー・アウトレットの組を想定すると、当該IT設備からある物理的な距離以内にならないために、あるサブセットが消去される。この指標は、サーバーを、そのアウトレットから指定された最大距離以内に位置特定する典型的な慣行を強化する。ネーム・プレート情報は、サーバーを、その平均電力消費レベルによってグループ化するために使用され、パターン・マッチング・アルゴリズムは、サーバーの選択されたサブセットをマッチングして、電力値が重なり合う場合にのみ電気パワー・アウトレットを決定することができる。たとえば、パワー・アウトレットがMワットの電力を送達しており、サーバーが最大ネーム・プレート電力をNワットとしてもつ場合、 $M \gg N$ であれば、問題のパワー・アウトレットとサーバーとの間の相関はない。残りの候補アウトレットのうちで、実際のCPU利用度を同定し、該パワー・アウトレットにおける実際の電力消費と相関付けるためにヒューリスティックが適用される。これは、候補アウトレットの数を同定された組にまで減らす。減らさない場合、追加的なヒューリスティックが適用されて、CPU利用度のグラフおよび電力消費のグラフに反映される実際の状態変化を決定する。ヒストグラムを用いて一日を通じたIT利用度を解析することによって、追加的なヒューリスティックスが適用されることができ。時系列データは、電力特性のコンテキスト内で相関を改善するために、周波数または空間領域における他の領域に変換されることができ。

【0020】

本発明のある側面では、特定のサーバーについての潜在的なアウトレットの第一の候補がIPアドレス指定を通じて同定される。電気分配におけるIPUの数は、その機能に基づいて種々の方法を使って発見できる。ラリタンDPXの場合、IPMI発見は、これらのユニットの存在および構成についての十分な情報を提供する。同様に、ネットワーク管理技術が、ネットワークを通じてIT利用度をモニタリングおよび測定するために使われることのできるネットワークIPアドレスを含むサーバー・システム詳細を発見するための機能を提供する。IPアドレスを使って、データがサーバーから、およびパワー・アウトレット・ユニットから収集される。データはデータ・ストアにおいて総合される。提案される発明について利用可能なデータ収集方法論はSNMP、IPMI、WMIおよびWS-MANを含む。これらすべての標準的な管理インターフェースは、本発明のために有用なりモート・モニタリング機能を提供する。データはタイムスタンプを付けられる。それにより、電力使用、CPU使用およびイベントは、異なる候補パワー・アウトレットおよび異なるIT設備の間で相関付けされることができ。

【0021】

図3のA、B、Cは、本発明の原理に基づいて適用されることのできるヒューリスティックスの一つの側面を例証する三つの例示的なグラフ302、304、306を示している。図3のAのグラフ302は時間（X軸）を通じたCPU利用度（Y軸）を示す。CPU利用度データは生の量子化されていないデータであり、考えている候補IT設備におけるすべてのコアを表す。この量子化されていないデータはいくぶんノイズがあり、他のデータと相関付けするには最適ではないことがありうる。図3のBのグラフ304は、アーチファクト

10

20

30

40

50

およびノイズを除去するよう量子化された同じデータを示している。この例において、使用値は整数値1および2に近似的に量子化される。ただし、本発明の原理から外れることなく、他の量子化方法を用いることもできる。ここでもまた、使用データは候補IT設備についてのすべてのコアに対応する。図3のCのグラフ306は、同じ時間期間を通じた候補アウトレットの実際の電力消費を示している。時間はデータ収集の間に加えられたタイムスタンプを使って追跡される。矢印308および310によって示されるように、CPU利用度における変化を例証するイベント変化がある。同様に、消費電力グラフ306において、データは、312のところに電力スパイクを明らかにしている。このスパイク312は、量子化されていないグラフと量子化されたグラフについてのコア利用度におけるイベント308、310と相関する可能性がある。イベントのタイムスタンプ比較は、この候補IT設備を候補パワー・アウトレットと相関付けるために使用できるもう一つのデータ指標である。

10

【0022】

図4は、本発明の原理に基づいてヒューリスティックスにおいて候補パワー・アウトレットをIT設備に相関付けるために使用できる例示的な利用度データ・グラフ402、404および対応するヒストグラム406、408を示している。グラフ402は、一日全体にわたるあるIT設備のすべてのコアについて生の利用度データを表す。ここで、利用度の値は約0から約100までの間にはいる。この生の利用度データは、候補パワー・アウトレットと相関付けるために使用できる指標を得るためにマイニングするのは簡単ではない。利用度ヒストグラム406は利用度を、特定の選択された値の利用度の頻度に基づいて分類する。したがって、ヒストグラムは、所与の期間中、IT設備がどのくらいしばしば特定のレベルで使用されたかを描いている。

20

【0023】

グラフ406は、所与のIT設備のプロセッサ・コアがどのくらいしばしば異なる利用レベルにスイッチするかの詳細を示す。この例では、グラフ404は、所与の期間にわたって生の利用度データを2分の1に間引くことによって得られる。グラフ404は現在の利用度状態からより低いまたはより高い利用度への変化を示しているので、グラフは縦軸上の0のまわりに規格化されている。ヒストグラム408は、X軸上での利用度の変化の頻度対Y軸上での使用の頻度を示す解析である。このデータは、候補パワー・アウトレットについての同様のグラフィックなヒストグラムおよびスペクトルを用意し、次いでそれらをコンピュータ実装されたパワーのマッチングを使ってまたは必要なら手作業で調べることによって、本発明の相関付け技法において使用されることができる。

30

【0024】

図5は、24時間の期間にわたって単一のドミニオンPXの電力利用度グラフを示している。データ502は、CPU利用度0（または入手不能）に対応する特定の時刻501において0に還元される、ソケットの一つの電力利用度を示している。電力リサイクルおよびシャットダウンのようなイベントが同時に存在していない場合（図5では同時に存在していない）、イベントに基づいて相関付けを達成する可能性は低い。利用可能なPDUは、該PDUにおける個々のソケットについての現在イベント・ログ記録機能を装備されていない。本発明の原理に基づくPDUはそのようなログ記録を、サーバーとPDUソケットとの間のイベントを相関付ける目的のために拡張する。電力リサイクルの順序が支配するので、サーバーとPDUの間の関連付けをするために要求される遅延が達成可能である。

40

【0025】

図6は、3時間の期間についてCPUおよび電力利用度の例を示している。データ601は3時間の期間にわたるCPU利用度を表す。この例示的な実施形態では、特定のサーバー内のすべてのプロセッサ・コアの和は、このプロセッサ内の四つすべてのコアを含む。よって、電力の割合として利用度を表すために、合計値需要を4で割る。データ602は、あるPDUによってログ記録される同じ期間にわたるサーバーについての電力利用度を表す。データ601および602によって見て取れるように、CPU利用度および電力は時間とともに着実に増加する。データ602によって見て取れるように、サーバーはデータ60

50

1によって示される27.90の平均CPU利用度について平均178ワットを消費する。

【0026】

図7は、CPU利用度の例および処理されたデータの対応するヒストグラムを示しており、サーバーの低い利用度を強調している。データ701はサーバー活動および所与の時間期間にわたってそのサーバーがどのくらいアクティブであるかを示す。本発明の原理によれば、データ701から見て取れるように、サーバー利用度またはPDUからの時系列情報の変換は、データ値に基づいて相関付けするときに有用であることができる。データ702は、時系列データ701を利用度コンテキストに変換するための、ヒストグラムに基づくアプローチの例である。ヒストグラム・データ702は、本発明の原理に基づくPDU利用度のヒストグラムと相関付けされてもよい。

10

【0027】

図8は、単一のアウトレットの例示的なPDU利用度および対応するヒストグラム・ビューを示す。データ801は、所与の時間期間にわたって所与のパワー・アウトレットのワット単位での電力を表す。示されるように、アウトレットにおける平均電力は137.27ワットである。ソケット・レベルにおけるPDU利用のヒストグラム変換によって表されるデータ802は、ソケット・レベルにおける電力活動の大半が同じ所与の期間にわたる平均消費電力に対応することを示している。

【0028】

図9は、本発明のある実施形態に基づく、ヒューリスティックな自動関連付けフレームワークの例示的な流れ図900を示している。いったん開始されると、ステップ901はシステムの環境コンポーネントを取得する。具体的には、ステップ901において、自動関連付けフレームワークはシステム内のサーバーおよびPDUに関する構成設定情報を収集し、ステップ902において記憶のためにその構成設定情報をダウンロードする。ステップ903はすべての構成設定情報が収集されたかどうかを判定する。集めるべき追加的な構成設定情報があれば、プロセスが完了するまでステップ901および902が繰り返される。ステップ904の間に、同定されたサーバーおよびPDUからの利用度測定値が収集され、ステップ906においてデータベースに記憶される。ステップ904および906は、ステップ905においてユーザーによって打ち切られるまで繰り返される。

20

【0029】

図10は、本発明の原理に基づく、ヒューリスティックな自動関連付けアルゴリズムの例示的な流れ図1000を示している。ステップ1001において、システムはサーバー・アセット情報が解析のために利用可能かどうかを判定する。該情報が利用可能であれば、ステップ1002においてデータは、サーバー最大および平均電力情報に基づいて、フィルタリングされる。ステップ1002からのフィルタリングされた情報および図9のステップ906において記憶された利用度データはステップ1003での解析のために渡される。ステップ1003の間に、サーバーおよびPDUからの利用度データからの導出されたメトリック（すなわち、和、ヒストグラム、最大および最小）が計算される。同様に、ステップ1004において、さまざまなPDUおよびサーバー上での特定のイベントのタイミングを検出し、それらを相対的な発生に基づいてグループ分けするために、イベント解析が実行される。これは、データベース1011によって供給されステップ1004に入力される、さまざまなサーバー製造業者からのサーバー・アセット情報に基づいていてもよい。ステップ1003および1004からの解析されたデータは、ステップ1005で第一レベルのヒューリスティックスを通じて渡される。ステップ1005の間、サーバーおよびPDUは、該データおよび／またはイベント・マッチングに基づいてペアにグループ分けされる。ステップ1006の間、ステップ1005からのペアリングがサーバーとPDUとの間の正しい関連付けであるかどうかを判定される。正しいと判定される場合、ステップ1007で、その情報はサーバーおよびPDU関連付けデータベースに渡され、記憶される。ステップ1005のサーバーPDU関連付けがステップ1006によって決定されたと判定されない場合には、プロセスはステップ1008に進んで、第二レベルのメトリック（すなわち、詳細ウェーブレット、プロセッサ特性、量子化など）を用いてサーバーPD

30

40

50

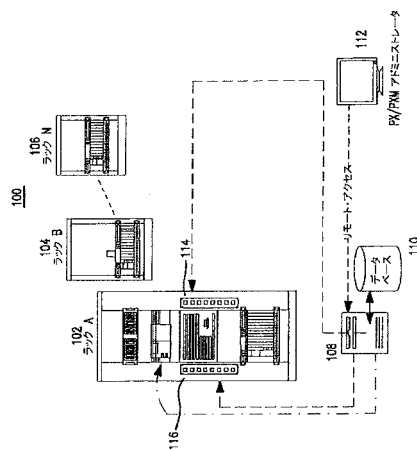
Uペアをさらに分類する。ステップ1009はより高いレベルのヒューリスティックスを実行し、第二のメトリックおよび分類に基づいてサーバーおよびPDUデバイスをグループ分けしようとする。ステップ1006において関連付けが正しいと判定された場合には、サーバーPDU関連付け情報がステップ1007でデータベースに記憶される。ひとたびステップ1012を介してすべてのサーバーがすべてのPDUと関連付けされたと判定されると、アルゴリズムは終了する。

【0030】

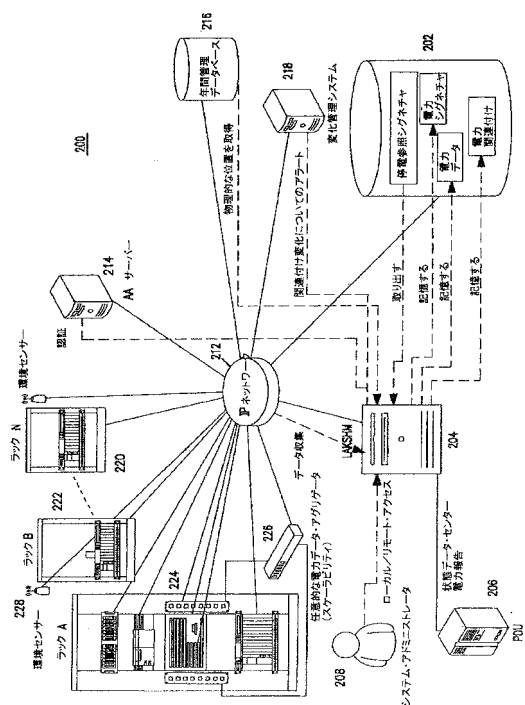
本発明のこれらおよびその他の側面は、既存の電力管理トポロジーにおいて実装されることができる。CPU利用度、実際の電力利用度、ネーム・プレート仕様および他のデータを総合するためのデータ取得機能が現在知られており、使用されている。アセットに係するデータはベンダー・リストから取得されることができ、あるいは企業アセット管理ツールからインポートされることができる。テーブルまたは階層的データ構造を含むデータを総合するために基本データ・スキームが使用されてもよい。ヒューリスティック・プロセスは汎用コンピュータ上で実装されることも、あるいは既存の電力管理ユニット内に実装された別個の機能であることもできる。グラフおよび／またはインターフェースをレンダリングするためのフロントエンド・インターフェース機能をもつレンダリング・エンジンも当技術分野内で知られている。

10

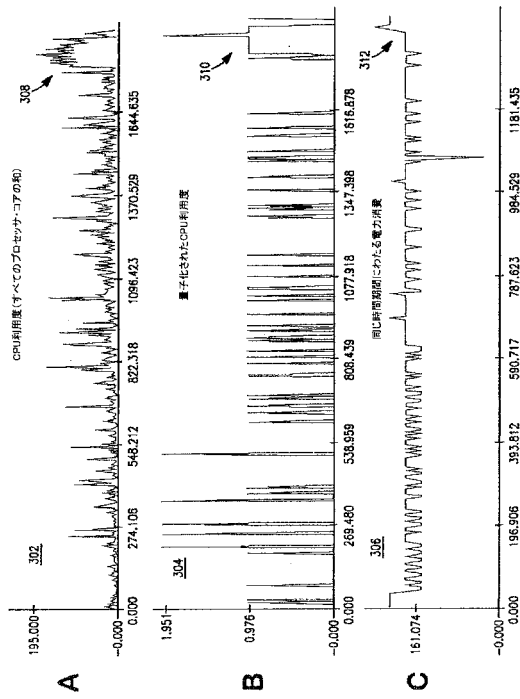
【図1】



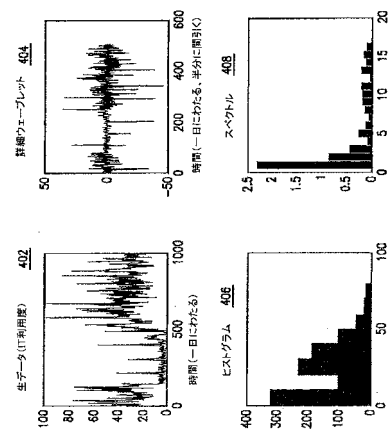
【図2】



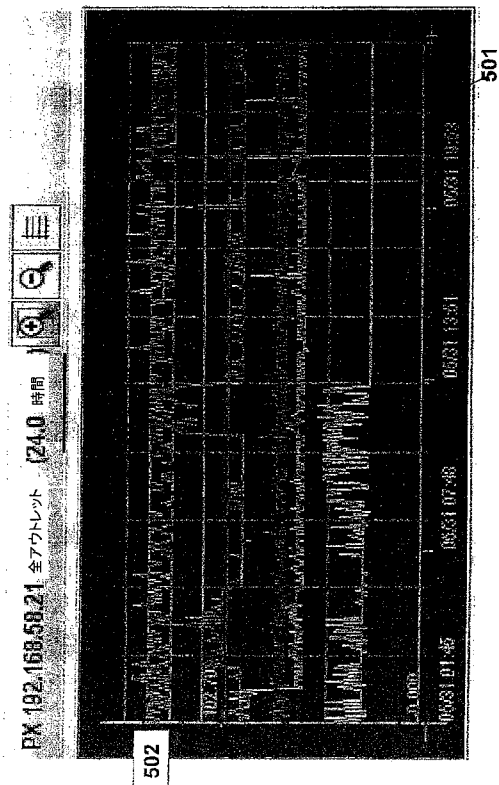
【図 3】



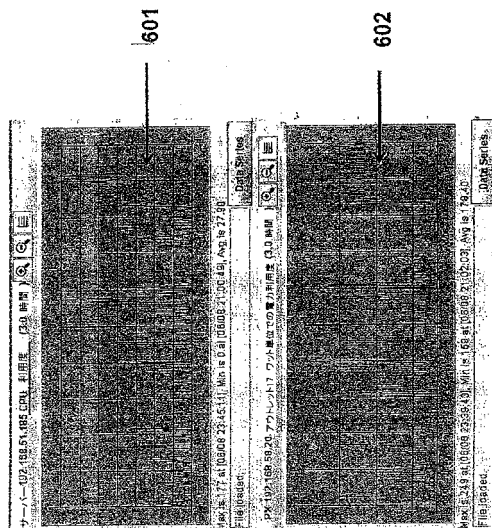
【図 4】



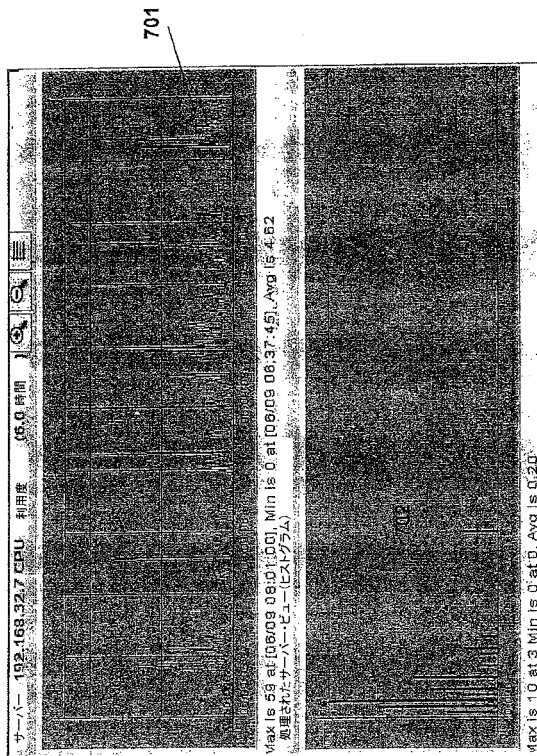
【図 5】



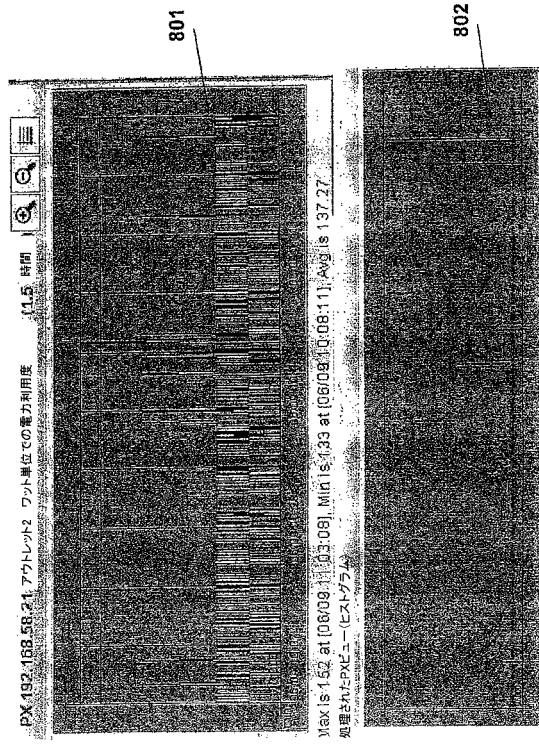
【図 6】



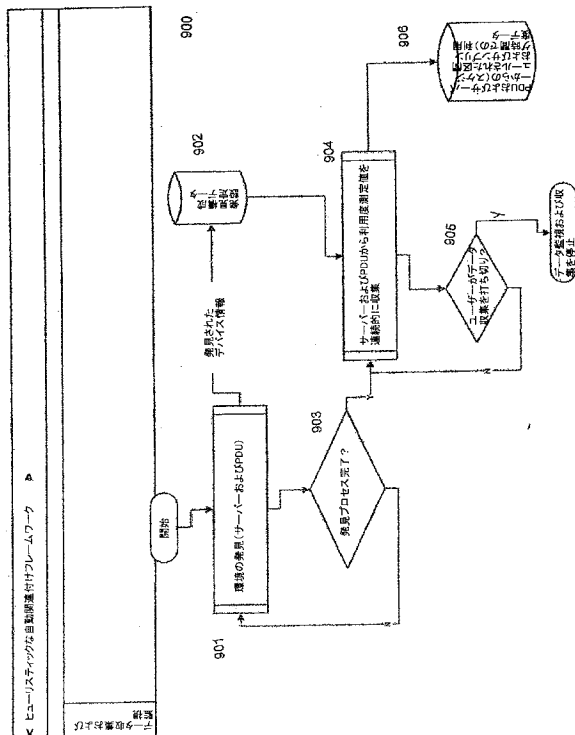
【図 7】



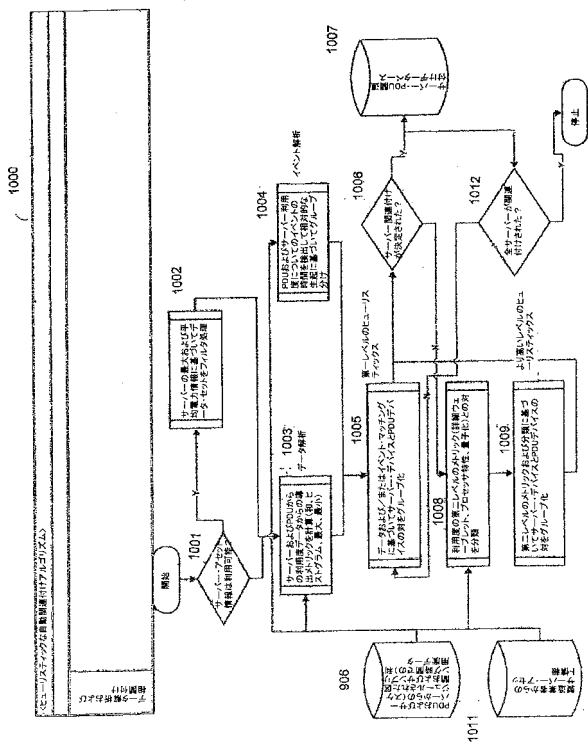
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 ソマスンダラム, シヴァ
アメリカ合衆国 ニュージャージー州 08810, デイトン, リッジ・ロード 356, アパー
トメント イー-11
- (72)発明者 ヤン, アレン
アメリカ合衆国 ニュージャージー州 08807, ブリッジウォーター, ジョン・クリスティア
ン・ドライブ 699

審査官 緑川 隆

- (56)参考文献 特表2007-511200 (JP, A)
特開2005-198364 (JP, A)
特開2007-139523 (JP, A)
特開2007-330016 (JP, A)
特開2005-323438 (JP, A)
特開2000-214186 (JP, A)
特開2006-025474 (JP, A)
特開2006-114997 (JP, A)
特表2010-531022 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 1/28