

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5121936号
(P5121936)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 F 9/50 (2006.01)

G 0 6 F 9/46 4 6 2 B

G 0 6 F 9/46 (2006.01)

G 0 6 F 9/46 3 5 0

請求項の数 7 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2010-533732 (P2010-533732)
 (86) (22) 出願日 平成20年10月13日(2008.10.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2008/068508
 (87) 国際公開番号 W02010/044131
 (87) 国際公開日 平成22年4月22日(2010.4.22)
 審査請求日 平成22年11月18日(2010.11.18)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100099461
 弁理士 溝井 章司
 (74) 代理人 100122035
 弁理士 渡辺 敏雄
 (72) 発明者 金木 佑介
 日本国東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
 審査官 鈴木 修治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソース割り当て装置及びリソース割り当てプログラム及び記録媒体及びリソース割り当て方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

統合対象となる m 台($m: m \geq 3$ の整数)の統合対象サーバ装置ごとに前記統合対象サーバ装置とリソース種別ごとのリソース使用量が記載された統合対象リスト S と、前記統合対象リスト S に記載された前記 m 台の統合対象サーバ装置の統合先となる n 台($n: n < m$ 、かつ、 $n \geq 2$ の整数)の統合先サーバ装置が記載された統合先リスト S' とを記憶するリスト記憶部と、

前記リソース種別ごとに指定された優先度を記憶する優先度記憶部と、

前記統合対象リスト S から一つの前記統合対象サーバ装置を選択すると共に前記統合先リスト S' から一つの前記統合先サーバ装置を選択し、選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を選択された前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合における選択された前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量と、前記統合先リスト S' に記載された他のすべての前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量とを対象として、対象となる前記リソース使用量の平均と標準偏差との比として定義される変動係数をリソース種別ごとに算出し、算出されたリソース種別ごとの変動係数と、前記変動係数の対応するリソース種別と同一のリソース種別に指定された前記優先度とを乗じ、前記変動係数と前記優先度とを前記リソース種別ごとに乗じた結果の和を散らばり値として算出し、

順次同様に、

前記統合先リスト S' から別の前記統合先サーバ装置を選択することにより前記統合先サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合先サーバ装置に選択された前記統

10

20

合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合における前記散らばり値を算出し、 n 台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合のそれぞれの前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定し、

順次同様に、

前記統合対象リスト S から別の前記統合対象サーバ装置を選択することにより前記統合対象サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を n 台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合の前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定する割り当て部と

を備えたことを特徴とするリソース割り当て装置。

【請求項 2】

前記割り当て部は、

前記統合対象リスト S に記載されたリソース種別ごとにそれぞれの前記統合対象サーバ装置のリソース使用量の偏差値を算出し、算出されたリソース種別ごとの前記偏差値と、前記偏差値のリソース種別と同一のリソース種別に指定された前記優先度とを乗じ、前記偏差値と前記優先度とを前記リソース種別ごとに乗じた結果の和を総合値として前記統合対象サーバ装置ごとに算出すると共に、前記統合対象リスト S から前記統合対象サーバ装置を選択するときには、前記算出した前記総合値の値に従って、前記統合対象リスト S から前記統合対象サーバ装置を選択することを特徴とする請求項 1 記載のリソース割り当て装置。

【請求項 3】

前記リソース割り当て装置は、さらに、

前記統合先サーバ装置のリソース種別ごとのリソース容量を記憶するリソース容量記憶部を備え、

前記割り当て部は、

前記リソース容量記憶部に記憶された前記リソース容量と前記統合対象リスト S に記載された前記リソース使用量とに基づいてリソース種別ごとに前記統合先サーバ装置の暫定的な台数を算出し、算出されたそれぞれの暫定的な台数のうち、最大の前記優先度の指定されたリソース種別と同一のリソース種別について算出された台数を前記統合先サーバ装置の台数 n として決定することを特徴とする請求項 1 記載のリソース割り当て装置。

【請求項 4】

前記統合対象サーバ装置と前記統合先サーバ装置とは、

互いの間における同一リソース種別のうちの少なくとも一種類の同一リソース種別について、互いに複数のデバイスを有し、

前記割り当て部は、

選択された前記統合対象サーバ装置の同一リソース種別のリソース使用量を選択された前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てる場合には、選択された前記統合対象サーバ装置の前記複数のデバイスの各リソース使用量を、前記選択された前記統合先サーバ装置の前記複数のデバイスのいずれかに順次に割り当てるごとに、前記リソース使用量が割り当てられた前記デバイスの割り当て後の使用量が許容量以内かどうかを判定することを特徴とする請求項 1 記載のリソース割り当て装置。

【請求項 5】

コンピュータを、

統合対象となる m 台 (m : $m \geq 3$ の整数) の統合対象サーバ装置ごとに前記統合対象サーバ装置とリソース種別ごとのリソース使用量が記載された統合対象リスト S と、前記統合対象リスト S に記載された前記 m 台の統合対象サーバ装置の統合先となる n 台 (n :

10

20

30

40

50

$n < m$ 、かつ、 n 2 の整数) の統合先サーバ装置が記載された統合先リスト S' とを記憶するリスト記憶部、

前記リソース種別ごとに指定された優先度を記憶する優先度記憶部、

前記統合対象リスト S から一つの前記統合対象サーバ装置を選択すると共に前記統合先リスト S' から一つの前記統合先サーバ装置を選択し、選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を選択された前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合における選択された前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量と、前記統合先リスト S' に記載された他のすべての前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量とを対象として、対象となる前記リソース使用量の平均と標準偏差との比として定義される変動係数をリソース種別ごとに算出し、算出されたリソース種別ごとの変動係数と、前記変動係数の対応するリソース種別と同一のリソース種別に指定された前記優先度とを乗じ、前記変動係数と前記優先度とを前記リソース種別ごとに乗じた結果の和を散らばり値として算出し、

10

順次同様に、

前記統合先リスト S' から別の前記統合先サーバ装置を選択することにより前記統合先サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合における前記散らばり値を算出し、 n 台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合のそれぞれの前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを

20

順次同様に、

前記統合対象リスト S から別の前記統合対象サーバ装置を選択することにより前記統合対象サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を n 台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合の前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定する割り当て部、

として機能させることを特徴とするリソース割り当てプログラム。

【請求項 6】

30

前記請求項 5 記載のリソース割り当てプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 7】

リスト記憶部と、優先度記憶部と、割り当て部とを備えたコンピュータが行うリソース割り当て方法において、

(1) リスト記憶部が、

統合対象となる m 台 (m : m 3 の整数) の統合対象サーバ装置ごとに前記統合対象サーバ装置とリソース種別ごとのリソース使用量とが記載された統合対象リスト S と、前記統合対象リスト S に記載された前記 m 台の統合対象サーバ装置の統合先となる n 台 (n : $n < m$ 、かつ、 n 2 の整数) の統合先サーバ装置が記載された統合先リスト S' とを記憶し、

40

(2) 優先度記憶部が、

前記リソース種別ごとに指定された優先度を記憶し、

(3) 割り当て部が、

前記統合対象リスト S から一つの前記統合対象サーバ装置を選択すると共に前記統合先リスト S' から一つの前記統合先サーバ装置を選択し、選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を選択された前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合における選択された前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量と、前記統合先リスト S' に記載された他のすべての前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量とを対象として、対象となる前記リソース使用量の平均と標準偏差との比として定義される変動係数をリソ

50

ース種別ごとに算出し、算出されたリソース種別ごとの変動係数と、前記変動係数の対応するリソース種別と同一のリソース種別に指定された前記優先度とを乗じ、前記変動係数と前記優先度とを前記リソース種別ごとに乗じた結果の和を散らばり値として算出し、

順次同様に、

前記統合先リスト S' から別の前記統合先サーバ装置を選択することにより前記統合先サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合における前記散らばり値を算出し、 n 台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合のそれぞれの前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定し、

10

順次同様に、

前記統合対象リスト S から別の前記統合対象サーバ装置を選択することにより前記統合対象サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を n 台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合の前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定する

ことを特徴とするリソース割り当て方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、統合の対象となる m 台の統合対象サーバ S_i のリソース使用量を n 台 ($n < m$) の統合先サーバに割り当てるリソース割り当て装置 100 に関する。

【背景技術】

【0002】

仮想化技術を利用したサーバ統合とは、企業内にある数百から数千のサーバ（統合対象サーバ）を仮想化し、より少数で高性能なサーバ（統合先サーバ）に統合するものである。複数のサーバを 1 台の物理サーバで動作させるため、統合されるサーバが必要とするリ

30

【0003】

そこで、統合対象サーバの運用時のリソース使用量（CPU 使用率、ディスク使用量など）を収集し、その情報と統合先サーバのリソース容量から、統合先サーバのリソース容量を超えず、かつリソース使用量が均一になる統合対象サーバと統合先サーバの組み合わせを算出する必要がある。

【0004】

非特許文献 1 では、仮想化技術を利用したサーバ統合において統合対象サーバと統合先サーバの組み合わせを算出する問題をビン・パッキング問題（大きさの異なるアイテムを容量の決まった箱に詰めるとき、箱の個数が最小となるように詰め込む問題）とみなし、ヒューリスティックな解法のひとつである First-Fit-Decreasing (FFD) を改良したアルゴリズムを用いて解いている。改良 FFD では、箱の容量を超えた場合にすぐに新規の箱を追加せず、詰め込みに失敗したアイテムを着目していない次元の大きなアイテムとしてアイテムの並び替えを行い優先的に詰め込む。アイテムの並び替えを行う回数には閾値を設け、その値を超えた場合には新規に箱を追加していく。このように並べ替えを行うことで箱の個数が無駄に増加することを防ぎ、最適化を図っている。

40

【0005】

本文献によれば、着目していない次元を並べ替えによって考慮する事で、最適な解を低

50

い計算コストで求めている。しかし、あくまで着目する次元が1つのため、CPUとディスクなど複数の次元に着目したり、優先度を付けて着目するなどができない。仮想化環境において、実行中の複数の仮想マシンからシステム負荷を計測し、そのパフォーマンスが最大となるような、仮想マシンの組合せを算出する方式が考案されている。

【0006】

一方、特許文献1では、ホスティング・サービス資源を最適に割り当てる方法について述べられている。この発明では、クライアントの利用パターンをモデル化し、利用パターンのピークが互いにばらばらとなるように、クライアントを組み合わせサーバに割り当てる方式が述べられている。割り当てでは、FFDの利用も示唆されている。

【特許文献1】特開2002-318791号公報

【非特許文献1】網代育大，田中淳裕，「サーバ統合のための組合せ最適化アルゴリズムの提案と評価」，第21回人工知能学会全国大会2007、

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従来の割り当て方式では、FFDなどを利用して最小のサーバ台数に割り当てることやクライアントとの利用パターンのピークをばらつかせるような組み合わせで割り当てるなどの方式に注力しており、割り当て後のリソースのバランスについて示唆されているものは無い。特にFFDを利用した場合、リソースの大きなものから順にサーバに割り当てられ、足りなくなるとサーバを追加するため、リソースの大きいものが同じサーバに割り当てられることになる。リソースの大きいものはリソースの変動幅も大きいため、リソースの大きいものどうしが同じサーバに割り当てられると変動によりリソース不足となる確率が高まるため、リソースの大きさはサーバ間でできるだけ均一であることが望ましい。

【0008】

本発明は、統合対象となる統合対象サーバ装置を統合先の統合先サーバ装置に統合した後のリソース使用量が均一となるような、統合対象サーバ装置と、統合先の統合先サーバ装置との組み合わせを決定するリソース割り当て装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明のリソース割り当て装置は、

統合対象となる m 台（ m ： $m \geq 3$ の整数）の統合対象サーバ装置ごとにリソース種別ごとのリソース使用量が記載された統合対象リスト S と、前記統合対象リスト S に記載された前記 m 台の統合対象サーバ装置の統合先となる n 台（ n ： $n < m$ 、かつ、 $n \geq 2$ の整数）の統合先サーバ装置が記載された統合先リスト S' とを記憶するリスト記憶部と、

前記リソース種別ごとに指定された優先度を記憶する優先度記憶部と、

前記統合対象リスト S から一つの前記統合対象サーバ装置を選択すると共に前記統合先リスト S' から一つの前記統合先サーバ装置を選択し、選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を選択された前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合における選択された前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量と、前記統合先リスト S' に記載された他のすべての前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量とを対象として、対象となる前記リソース使用量の平均と標準偏差との比として定義される変動係数をリソース種別ごとに算出し、算出されたリソース種別ごとの変動係数と、前記変動係数の対応するリソース種別と同一のリソース種別に指定された前記優先度とを乗じた和を散らばり値として算出し、

順次同様に、

前記統合先リスト S' から別の前記統合先サーバ装置を選択することにより前記統合先サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合における前記散らばり値を算出し、 n 台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合のそれぞれの前記散らばり値のうち最

10

20

30

40

50

少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定し、

順次同様に、

前記統合対象リストSから別の前記統合対象サーバ装置を選択することにより前記統合対象サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量をn台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合の前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定する割り当て部と

10

を備えたことを特徴とする。

【0010】

前記割り当て部は、

前記統合対象リストSに記載されたリソース種別ごとにそれぞれの前記統合対象サーバ装置のリソース使用量の偏差値を算出し、算出されたリソース種別ごとの前記偏差値と、前記偏差値のリソース種別と同一のリソース種別に指定された前記優先度とを乗じた和を総合値として前記統合対象サーバ装置ごとに算出すると共に、前記統合対象リストSから前記統合対象サーバ装置を選択するときには、前記算出した前記総合値の値に従って、前記統合対象リストSから前記統合対象サーバ装置を選択することを特徴とする。

20

【0011】

前記リソース割り当て装置は、さらに、

前記統合先サーバ装置のリソース種別ごとのリソース容量を記憶するリソース容量記憶部を備え、

前記割り当て部は、

前記リソース容量記憶部に記憶された前記リソース容量と前記統合対象リストSに記載された前記リソース使用量とに基づいてリソース種別ごとに前記統合先サーバ装置の暫定的な台数を算出し、算出されたそれぞれの暫定的な台数のうち、最大の前記優先度の指定されたリソース種別と同一のリソース種別について算出された台数を前記統合先サーバ装置の台数nとして決定することを特徴とする。

30

【0012】

前記統合対象サーバ装置と前記統合先サーバ装置とは、

互いの間における同一リソース種別のうちの少なくとも一種類の同一リソース種別について、互いに複数のデバイスを有し、

前記割り当て部は、

選択された前記統合対象サーバ装置の同一リソース種別のリソース使用量を選択された前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てる場合には、選択された前記統合対象サーバ装置の前記複数のデバイスの各リソース使用量を、前記選択された前記統合先サーバ装置の前記複数のデバイスのいずれかに順次に割り当てるごとに、前記リソース使用量が割り当てられた前記デバイスの割り当て後の使用量が許容量以内かどうかを判定することを特徴とする。

40

【0013】

この発明のリソース割り当てプログラムは、

コンピュータを、

統合対象となるm台($m: m \geq 3$ の整数)の統合対象サーバ装置ごとにリソース種別ごとのリソース使用量が記載された統合対象リストSと、前記統合対象リストSに記載された前記m台の統合対象サーバ装置の統合先となるn台($n: n < m$ 、かつ、 $n \geq 2$ の整数)の統合先サーバ装置が記載された統合先リストS'とを記憶するリスト記憶部、

前記リソース種別ごとに指定された優先度を記憶する優先度記憶部、

前記統合対象リストSから一つの前記統合対象サーバ装置を選択すると共に前記統合先リストS'から一つの前記統合先サーバ装置を選択し、選択された前記統合対象サーバ装

50

置のリソース使用量を選択された前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合における選択された前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量と、前記統合先リスト S' に記載された他のすべての前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量とを対象として、対象となる前記リソース使用量の平均と標準偏差との比として定義される変動係数をリソース種別ごとに算出し、算出されたリソース種別ごとの変動係数と、前記変動係数の対応するリソース種別と同一のリソース種別に指定された前記優先度とを乗じた和を散らばり値として算出し、

順次同様に、

前記統合先リスト S' から別の前記統合先サーバ装置を選択することにより前記統合先サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合における前記散らばり値を算出し、 n 台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合のそれぞれの前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定し、

10

順次同様に、

前記統合対象リスト S から別の前記統合対象サーバ装置を選択することにより前記統合対象サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を n 台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合の前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定する割り当て部、

20

として機能させることを特徴とする。

【0014】

この発明のリソース割り当て方法は、

リスト記憶部と、優先度記憶部と、割り当て部とを備えたコンピュータが行うリソース割り当て方法において、

(1) リスト記憶部が、

統合対象となる m 台 ($m: m \geq 3$ の整数) の統合対象サーバ装置ごとにリソース種別ごとのリソース使用量が記載された統合対象リスト S と、前記統合対象リスト S に記載された前記 m 台の統合対象サーバ装置の統合先となる n 台 ($n: n < m$ 、かつ、 $n \geq 2$ の整数) の統合先サーバ装置が記載された統合先リスト S' とを記憶し、

30

(2) 優先度記憶部が、

前記リソース種別ごとに指定された優先度を記憶し、

(3) 割り当て部が、

前記統合対象リスト S から一つの前記統合対象サーバ装置を選択すると共に前記統合先リスト S' から一つの前記統合先サーバ装置を選択し、選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を選択された前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合における選択された前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量と、前記統合先リスト S' に記載された他のすべての前記統合先サーバ装置の現在のリソース使用量とを対象として、対象となる前記リソース使用量の平均と標準偏差との比として定義される変動係数をリソース種別ごとに算出し、算出されたリソース種別ごとの変動係数と、前記変動係数の対応するリソース種別と同一のリソース種別に指定された前記優先度とを乗じた和を散らばり値として算出し、

40

順次同様に、

前記統合先リスト S' から別の前記統合先サーバ装置を選択することにより前記統合先サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合における前記散らばり値を算出し、 n 台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装

50

置の前記リソース使用量を暫定的に割り当てた場合のそれぞれの前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定し、

順次同様に、

前記統合対象リストSから別の前記統合対象サーバ装置を選択することにより前記統合対象サーバ装置を切り替えながら、選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量をn台のそれぞれの前記統合先サーバ装置に暫定的に割り当てた場合の前記散らばり値のうち最少となる前記散らばり値に対応する前記統合先サーバ装置を特定し、特定された前記統合先サーバ装置に選択された別の前記統合対象サーバ装置のリソース使用量を割り当てることを確定する

10

ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明により、統合対象となる統合対象サーバ装置を統合先の統合先サーバ装置に統合した後のリソース使用量が均一となるような、統合対象サーバ装置と、統合先の統合先サーバ装置との組み合わせを決定するリソース割り当て装置を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

実施の形態1.

20

図1は、コンピュータで実現されるリソース割り当て装置100の外観の一例を示す図である。図1において、リソース割り当て装置100は、システムユニット830、CRT(Cathode・Ray・Tube)やLCD(液晶)の表示画面を有する表示装置813、キーボード814(Key・Board:K/B)、マウス815、FDD817(Flexible・Disk・Drive)、コンパクトディスク装置818(CDD:Compact Disk Drive)、プリンタ装置819などのハードウェア資源を備え、これらはケーブルや信号線で接続されている。システムユニット830はネットワーク801に接続されている。

【0017】

図2は、コンピュータで実現されるリソース割り当て装置100のハードウェア資源の一例を示す図である。図2において、リソース割り当て装置100は、プログラムを実行するCPU810(Central Processing Unit)を備えている。CPU810は、バス825を介してROM(Read Only Memory)811、RAM(Random Access Memory)812、表示装置813、キーボード814、マウス815、通信ボード816、FDD817、CDD818、プリンタ装置819、磁気ディスク装置820と接続され、これらのハードウェアデバイスを制御する。磁気ディスク装置820の代わりに、光ディスク装置、フラッシュメモリなどの記憶装置でもよい。

30

【0018】

RAM812は、揮発性メモリの一例である。ROM811、FDD817、CDD818、磁気ディスク装置820等の記憶媒体は、不揮発性メモリの一例である。これらは、記憶装置あるいは記憶部、格納部、バッファの一例である。通信ボード816、キーボード814、FDD817などは、入力部、入力装置の一例である。また、通信ボード816、表示装置813、プリンタ装置819などは、出力部、出力装置の一例である。

40

【0019】

通信ボード816は、ネットワーク801(LAN等)に接続されている。通信ボード816は、LANに限らず、インターネット、ISDN等のWAN(ワイドエリアネットワーク)などに接続されていても構わない。

【0020】

磁気ディスク装置820には、オペレーティングシステム821(OS)、ウィンドウ

50

システム 8 2 2、プログラム群 8 2 3、ファイル群 8 2 4 が記憶されている。プログラム群 8 2 3 のプログラムは、CPU 8 1 0、オペレーティングシステム 8 2 1、ウィンドウシステム 8 2 2 により実行される。

【0021】

上記プログラム群 8 2 3 には、以下に述べる実施の形態の説明において「～部」として説明する機能を実行するプログラムが記憶されている。プログラムは、CPU 8 1 0 により読み出され実行される。

【0022】

ファイル群 8 2 4 には、以下に述べる実施の形態の説明において、「割り当て対象リスト S」、「割り当て先リソース容量 P'」、「優先度 α 」、「割り当て先リスト S'」、「
「割り当て可能リスト A」、あるいは「～テーブル」などとして説明する情報や、「～の判定結果」、「～の算出結果」、「～の抽出結果」、「～の生成結果」、「～の処理結果」
として説明する情報や、データや信号値や変数値やパラメータなどが、「～ファイル」
や「～データベース」の各項目として記憶されている。「～ファイル」や「～データベース」は、ディスクやメモリなどの記録媒体に記憶される。ディスクやメモリなどの記憶媒体に記憶された情報やデータや信号値や変数値やパラメータは、読み書き回路を介して CPU 8 1 0 によりメインメモリやキャッシュメモリに読み出され、抽出・検索・参照・比較・演算・計算・処理・出力・印刷・表示などの CPU の動作に用いられる。抽出・検索・参照・比較・演算・計算・処理・出力・印刷・表示の CPU の動作の間、情報やデータや信号値や変数値やパラメータは、メインメモリやキャッシュメモリやバッファメモリに一時的に記憶される。

【0023】

また、以下に述べる実施の形態の説明においては、データや信号値は、RAM 8 1 2 のメモリ、FDD 8 1 7 のフレキシブルディスク、CDD 8 1 8 のコンパクトディスク、磁気ディスク装置 8 2 0 の磁気ディスク、その他光ディスク、ミニディスク、DVD (Digital Versatile Disk) 等の記録媒体に記録される。また、データや信号は、バス 8 2 5 や信号線やケーブルその他の伝送媒体によりオンライン伝送される。

【0024】

また、以下に述べる実施の形態の説明において、「～部」として説明するものは、「手段」、「～回路」、「～機器」であってもよく、また、「～ステップ」、「～手順」、「～処理」であってもよい。すなわち、「～部」として説明するものは、ROM 8 1 1 に記憶されたファームウェアで実現されていても構わない。或いは、ソフトウェアのみ、或いは、素子・デバイス・基板・配線などのハードウェアのみ、或いは、ソフトウェアとハードウェアとの組み合わせ、さらには、ファームウェアとの組み合わせで実施されても構わない。ファームウェアとソフトウェアは、プログラムとして、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD 等の記録媒体に記憶される。プログラムは CPU 8 1 0 により読み出され、CPU 8 1 0 により実行される。すなわち、プログラムは、以下に述べる「～部」としてコンピュータを機能させるものである。あるいは、以下に述べる「～部」の手順や方法をコンピュータに実行させるものである。

【0025】

図 3 は、実施の形態 1 のリソース割り当て装置 1 0 0 の構成を示すブロック図である。以下に、図 3 の構成を説明する前に、以下で使用する用語を定義する。

【0026】

(用語の定義)

(1)「統合対象サーバ装置」

実施の形態 1 のリソース割り当て装置 1 0 0 は、複数 (m 台) のサーバ装置の機能を n 台 (n < m) のサーバ装置に割り当てる (統合する) リソース割り当て装置である。この場合、統合される対象のサーバ装置 (以下、サーバという) を、統合対象サーバ、割り当

て対象サーバ、割り当て対象、あるいは元サーバという。個々の元サーバは、記号「 S_i 」を用いて表す。

(2) 「統合先サーバ」

統合先となるサーバ(複数の元サーバの機能を実現するサーバ)を、統合先サーバ、割り当て先サーバ、割り当て先、あるいは先サーバという。先サーバは、記号「 S'_j 」を用いて表す(先サーバに関する記号には「'」(ダッシュ)を付す)。

(3) 「元サーバのリソース使用量」

元サーバ S_i のCPU使用量(CPU負荷)、メモリ使用量(メモリ負荷)等を記号「 P 」を用いて、CPU使用量 $P_{cpu, i}$ 、メモリ使用量: $P_{mem, i}$ のようにあらわす。

10

(4) 「先サーバのリソース容量」

先サーバ S'_j のCPU容量、メモリ容量等を記号「 P' 」を用いて、CPU容量 $P'_{cpu, j}$ 、メモリ容量 $P'_{mem, j}$ のようにあらわす。

【0027】

リソース割り当て装置100は、割り当てプログラムが動作する装置である。図3に示すように、リソース割り当て装置100は、入力部110、割り当て部120、テーブル記憶部130、リスト記憶部140(優先度記憶部の一例、リソース容量記憶部の一例)を備える。

【0028】

(入力部110)

20

入力部110は、後述のように、「割り当て対象リスト S 」(第1の入力情報という場合がある)、「割り当て先リソース容量 P' 」(第2の入力情報という場合がある)、「優先度 α 」(第3の入力情報という場合がある)を入力する。

【0029】

(リスト記憶部140)

リスト記憶部140は、入力部110によって入力された「割り当て対象リスト S 」や、割り当て部120によって生成される「割り当て先リスト S' 」等を記憶する。

【0030】

(テーブル記憶部130)

テーブル記憶部130は、構成情報テーブル121やCPU負荷テーブル131等を記憶する。構成情報テーブル121、及びCPU負荷テーブル131~ネットワーク負荷テーブル135の各テーブルは、予め所定のデータがセットされている。

30

【0031】

(テーブル)

図4は、構成情報テーブル121を示す。

図5は、割り当て対象(元サーバ)の負荷が格納されるCPU負荷テーブル131を示す。

図6は、メモリ使用量テーブル132を示す。

図7は、ディスク使用量テーブル133を示す。

図8は、ディスクアクセス帯域テーブル134を示す。

40

図9は、ネットワーク負荷テーブル135を示す。

【0032】

(割り当て部120)

割り当て部120は、リソースの割り当てを行う。割り当て部120の機能は、後述する動作の説明で詳しく述べる。

【0033】

(動作)

次に動作を説明する。図10は、リソースの「割り当て動作」を示すフローチャートである。図10を参照してリソース割り当て装置100の動作を説明する。

【0034】

50

(S 5 0 0 a : 入力部 1 1 0 による入力)

ステップ S 5 0 0 a (以下、単に S 5 0 0 a 等と記す) において、まず、入力部 1 1 0 は、「割り当て対象リスト S」、「割り当て先リソース容量 P'」、「割り当てにおける「優先度 α 」等の 3 つの入力情報を入力する。まず、これらの入力情報を説明する。

【 0 0 3 5 】

(第 1 の入力情報 : 割り当て対象リスト S)

図 1 1 は、第 1 の入力情報である「割り当て対象リスト S」の例を示す図である。図 1 1 には、後の説明のため「総合値 $P_{s, s, i}$ 」が記載されているが、入力時には、元サーバ S_i (図 1 1 の $i = 1 \sim 7$) のみが記載される。このように、入力時には、割り当て対象 S_i を m 個とし、「割り当て対象リスト S」には S_i ($i = 1 \cdots m$) の割り当て対象が記載されている。なお図 1 1 の「 $i = 1 \sim 7$ 」は一例である。

10

【 0 0 3 6 】

(第 2 の入力情報 : 割り当て先リソース容量 P')

図 1 2 は、第 2 の入力情報である「割り当て先リソース容量 P'」の例を示す図である。先サーバの割り当て先リソース容量 P' は、次の様である。この第 2 の入力情報 P' は、1 台の先サーバ S'_j の容量の上限値 P' を意味する。

「割り当て先リソース容量 P'」は、例えば、

- (1) C P U 使用率 (使用量) の上限値 (%)、
- (2) メモリ使用量の上限値 (K B)、
- (3) ディスク使用量の上限値 (K B)、
- (4) ディスクアクセス帯域の上限値 (K B / 秒)、
- (5) ネットワークアクセス帯域の上限値 (K B / 秒) である。

20

1 台の割り当て先サーバ S'_j について、各リソース容量を、

- (1) C P U 使用率の上限値 $P'_{cpu, limit}$ 、
- (2) メモリ使用量の上限値 $P'_{mem, limit}$ 、
- (3) ディスク使用量の上限値 $P'_{disk, limit}$ 、
- (4) ディスクアクセス帯域の上限値 $P'_{DA, limit}$ 、
- (5) ネットワークアクセス帯域の上限値 $P'_{NA, limit}$

とする。これらの「割り当て先リソース容量 P'」は C P U 負荷テーブル 1 3 1 ~ ネットワーク負荷テーブル 1 3 5 に対応する容量である。なお、メモリ使用量、ディスク使用量の単位は K B でなくても良い。ディスクアクセス帯域、ネットワークアクセス帯域の単位も K B / 秒でなくても良い。

30

【 0 0 3 7 】

(第 3 の入力情報 : 優先度 α_k)

図 1 3 は、第 3 の入力情報である優先度 α_k の例を示す図である。ここで添え字の「k」はリソース種別を示す。「優先度 α_k 」とは、例えば、C P U 使用率の優先度 α_{cpu} を 5 0、メモリ使用量の優先度 α_{mem} を 2 0、ディスク使用量の優先度 α_{disk} を 1 0、ディスクアクセス帯域の優先度 α_{DA} を 1 0、ネットワークアクセス帯域の優先度 α_{NA} を 1 0 のような形式で指定され、入力される。この場合、動作の説明で後述するように、優先度 α_{cpu} が「5 0」で一番大きい場合には、「C P U 使用率の優先度 α_{cpu} 」が、リソースの割り当てにおいて、最も優先されることとなる。

40

前記のように、割り当てにおける優先度 α は、

- (1) C P U 使用率 α_{cpu} 、
- (2) メモリ使用量 α_{mem} 、
- (3) ディスク使用量 α_{disk} 、
- (4) ディスクアクセス帯域 α_{DA} 、
- (5) ネットワークアクセス帯域 α_{NA} 、

にそれぞれ存在する。各優先度 α は、入力された値の比率で、他の優先度と比較される。

また、

- (1) C P U 使用率の優先度 α_{cpu} を 5 0、

50

- (2) メモリ使用量の優先度 α_{mem} を 20、
 (3) ディスク使用量の優先度 α_{disk} を 10、
 (4) ディスクアクセス帯域の優先度 α_{DA} を 10、
 (5) ネットワークアクセス帯域の優先度を α_{NA} を 10
 とした場合は、

「 $\alpha_{cpu} : \alpha_{mem} : \alpha_{disk} : \alpha_{DA} : \alpha_{NA}$ 」 = 「5 : 2 : 1 : 1 : 1」
 の比率で扱われる。なお「優先度 $\alpha_k = 0$ 」とした場合は、そのリソース種別 k が考慮されないことを示す。例えば、「 $\alpha_{NA} = 0$ 」とした場合、ネットワークアクセス帯域の優先度は考慮されない。

【0038】

10

(S500b: 割り当て対象リスト S のセット)

S500b以降は、割り当て部120による動作である。次にS500bにおいて、割り当て部120は、CPU負荷テーブル131、メモリ使用量テーブル132、ディスク使用量テーブル133、ディスクアクセス帯域テーブル134、ネットワーク負荷テーブル135の各テーブルをもとに、それぞれのリソース使用量を計算し、「割り当て対象リスト S 」にセットする。詳細は後述する。

【0039】

(S501: 割り当て先リスト S' の生成)

次にS501にて、割り当て部120は、「割り当て対象リスト S 」にセットされたCPU使用量、メモリ使用量等の各リソース種別のリソース使用量と、「割り当て先リソース容量 P' 」(第2の入力情報)、「優先度 α_k 」(第3の入力情報)とから、割り当て先(先サーバ)の初期台数 n を求め、この初期台数 n とリソース容量とをセットした「割り当て先リスト S' 」を生成する。

20

【0040】

図14は、「割り当て先リスト S' 」の例を示す図である。「割り当て先リスト S' 」生成の詳細は、後述する。

【0041】

(S502: 総合値 $P_{SS,i}$ の算出)

S502において、割り当て部120は、図11に示した「割り当て対象リスト S 」において、各割り当て対象(元サーバ)の各リソース使用量の「総合値 $P_{SS,i}$ 」を計算する。「総合値 $P_{SS,i}$ 」の算出の詳細は、後述する。

30

【0042】

(S503: 「割り当て対象リスト S 」のソート)

S503において、割り当て部120は、S502で計算したリソース使用量の「総合値 $P_{SS,i}$ 」をもとに、「割り当て対象リスト S 」の元サーバ S_i を「総合値 $P_{SS,i}$ 」の降順にソートする。図15は、図11のソート後を示している。

【0043】

S504からは、割り当て部120は、ソートされた各元サーバ S_i を順次、先サーバ S'_j に割り当てていく。この場合、総合値 $P_{SS,i}$ の大きい順に元サーバ S_i を選択し、割り当て処理を実行する。

40

【0044】

以降は、割り当て部120は、「割り当て対象リスト S 」と「割り当て先リスト S' 」とに基づき、元サーバ S_i のリソース使用量 P の先サーバ S'_j への割り当て処理を実行する。

【0045】

(リスト S, S' を用いた割り当て処理)

まず、S504において、割り当て部120は、ソート後の「割り当て対象リスト S 」から、最も総合値の大きい元サーバ S_i を1つ選択する。例えば、図15の場合、まず元サーバ S_3 が選択される。

【0046】

50

次にS 5 0 5において、割り当て部1 2 0は、「割り当て先リストS'」から割り当て先S' _jを選択する。この場合は、選択される先サーバS' _jはどれでもよい。先サーバS' _jは、例えば、「j = 1」から昇順に選択される。

【0 0 4 7】

(S 5 0 6：割り当て可能性の判定)

S 5 0 6において、割り当て部1 2 0は、割り当て先S' _jの容量と「割り当て状況」とから、元サーバS_iが先サーバS' _jに割り当て可能かどうかを判定する。詳細は後述する。

【0 0 4 8】

(S 5 0 7：ちらばり計算)

もし割り当て可能ならば、S 5 0 7において、割り当て部1 2 0は、割り当てた場合のちらばりP' _{s d} (散らばり値)を計算し、計算された散らばりP' _{s d}と、元サーバS_i、先サーバS' _jの組み合わせを「割り当て可能リストA」に登録する。図1 6は「割り当て可能リストA」の例を示す図である。S 5 0 7の詳細は後述する。

【0 0 4 9】

もし割り当て可能でない場合には、S 5 0 7には進まずS 5 0 8に進む。

【0 0 5 0】

S 5 0 8では、割り当て部1 2 0は、「割り当て先リストS'」に、まだ割り当てを試していない割り当て先S' _jがあるかを判定し、あるならばS 5 0 5に進み、全ての割り当て先S' _jに対してS 5 0 6からS 5 0 7を繰り返す。

【0 0 5 1】

割り当て部1 2 0は、全ての先サーバS' _jに対して一つの元サーバS_iの割り当てを試し、ちらばりを計算するとS 5 0 9へ進む。S 5 0 9では、「割り当て可能リストA」が空でないかどうかを判定する。「割り当て可能リストA」が空でない場合には、S 5 1 0に進む。一方、「割り当て可能リストA」が空だった場合には、S 5 1 1に進む。

【0 0 5 2】

S 5 1 0において、割り当て部1 2 0は、「割り当て可能リストA」の中から、ちらばりP' _{s d}がもっとも小さな元サーバS_iと先サーバS' _jとの組み合わせを選択する。そして、その組の元サーバS_iのリソース使用量をその組の先サーバS' _jのリソース容量に割り当ててことを確定し、S 5 1 3に進む。

【0 0 5 3】

S 5 1 1において、割り当て部1 2 0は、「割り当て可能リストA」が空であることから、割り当て先のリソース容量が足りず、割り当て対象S_iが割り当てられない状況と判定する。そのため、割り当て部1 2 0は、割り当て先S' _{n + 1}を追加し、S 5 1 2にてS' _{n + 1}とS_iの組合せで割り当てを確定する。

【0 0 5 4】

S 5 1 3において、割り当て部1 2 0は、「割り当て対象リストS」に割り当てていない元サーバS_iが存在するかどうかを判定する。存在すると判定するとS 5 0 4に進み、全ての割り当て対象(元サーバ)に対してS 5 0 4からS 5 1 2を繰り返す。全ての割り当て対象(元サーバ)を割り当てた場合は、終了する。

【0 0 5 5】

(S 5 0 0 bの詳細：「割り当て対象リストS」へのリソース使用量のセット)

S 5 0 0 bについて詳しく説明する。S 5 0 0 bは、割り当て部1 2 0が、「割り当て対象リストS」へリソース使用量をセットするステップである。S 5 0 0 bでは、割り当て部1 2 0は、第1の入力情報として入力した「割り当て対象リストS」に、リソース使用量をセットする。割り当て部1 2 0は、構成情報テーブル1 2 1を参照することにより、CPU負荷テーブル1 3 1、メモリ使用量テーブル1 3 2、ディスク使用量テーブル1 3 3、ディスクアクセス帯域テーブル1 3 4、ネットワーク負荷テーブル1 3 5から、各割り当て対象(元サーバ)ごとのリソース使用量の情報を取得し、「割り当て対象リストS」にセットする。構成情報テーブル1 2 1には、ホスト(サーバ装置)、システムID

10

20

30

40

50

、CPU等の関係が記載されている。またテーブル131～135には、システムID等が記載されているので、割り当て部120は、構成情報テーブル121及び各種テーブル131～135により、「割り当て対象リストS」に使用量をセットすることができる。割り当て部120は、例えば、図11の「割り当て対象リストS」の $S_1 \sim S_7$ の各セルにリソース使用量をセットする。

「割り当て対象リストS」にセットされた各負荷を、

(1) CPU使用量： $P_{cpu, i}$ 、

(2) メモリ使用量： $P_{mem, i}$ 、

(3) ディスク使用量： $P_{disk, i}$ 、

(4) ディスクアクセス帯域： $P_{DA, i}$ 、

(5) ネットワークアクセス帯域使用量： $P_{NA, i}$

とする。割り当て部120が負荷を「割り当て対象リストS」にセットする場合は、各テーブル131～135に蓄積されているデータの中から、特定の期間の最大、最小、平均またはタイル値のいずれかを計算してセットする。

例えば、

(1) 図5のCPU負荷テーブル131では、「CPU使用率(USER)」、「CPU使用率(SYSTEM)」を加えたものをCPU使用率 $P_{cpu, i}$ (使用量)とする。CPU使用率はCPU性能差が考慮されていないため、さらにCPU性能値を考慮したものをCPU使用量としてセットする。

(2) メモリ使用量 $P_{mem, i}$ には、図6のメモリ使用量テーブル132における「メモリ使用量」の値をセットする。

(3) ディスク使用量 $P_{disk, i}$ には、図7のディスク使用量テーブル133における「ディスク使用量」の値をセットする。

(4) ディスクアクセス帯域 $P_{DA, i}$ には、図8のディスクアクセス帯域テーブル134における「ディスク読込速度」と「ディスク書込速度」とを合算した値をセットする。

(5) ネットワークアクセス帯域 $P_{NA, i}$ には、図9のネットワーク負荷テーブル135における「ネットワーク送信速度」と「ネットワーク受信速度」とを合算した値をセットする。

【0056】

(S501の詳細：「割り当て先リストS'」の生成)

S501について詳しく説明する。S501は、割り当て部120が図14の「割り当て先リストS'」を生成するステップである。割り当て部120は、「割り当て先リソース容量P'」(第2の入力情報)と、リソース使用量がセットされた「割り当て対象リストS」の前記リソース使用量(負荷)の合計値とから、割り当て先(先サーバ)の台数の初期値 n を計算する。割り当て部120は、まずCPU使用量や、メモリ使用量などのリソース種別の使用量ごとに初期台数 n' を計算し、最後に、リソース種別ごとの優先度 α に基づいて、初期台数 n を決定する。具体的には次のようである。例えば、割り当て部120は、次の(式1)に基づき、CPU使用量から決まる初期台数 n'_{cpu} を計算する。

【0057】

【数1】

$$n'_{cpu} = \left(\sum_{i=1}^M P_{cpu, i} \right) / P'_{cpu, limit} \quad (1)$$

【0058】

(式1)のように、割り当て部120は、「割り当て対象リストS」の各CPU負荷の合計値を、「割り当て先リソース容量P'」(第2の入力情報)における割り当て先の容量 $P'_{cpu, limit}$ で割ることにより、 n'_{cpu} を計算する。(式1)の分子は、図

11におけるCPU使用量 $P_{cpu,i}$ 列の合計値である。また、分母の $P'_{cpu,limit}$ は、第2の入力情報である「割り当て先リソース容量 P' 」における「CPU容量 $P'_{cpu,limit}$ 」(図12)である。CPU使用量その他、同様の計算により、割り当て部120は、各リソース種別の負荷ごとに、必要な割り当て先台数 n' を求める。つまり、割り当て部120は、

- (1) n'_{cpu} 、
- (2) n'_{mem} 、
- (3) n'_{disk} 、
- (4) n'_{DA} 、
- (5) n'_{NA}

を算出する。

【0059】

(優先度を考慮した初期台数 n の決定)

割り当て部120は、リソース種別ごとの負荷に対して計算した台数 n' から、優先度 α の一番大きな負荷(リソース種別)の台数 n' を初期台数 n として決定する。すなわち、 n'_{cpu} 等のうち、最も優先度の大きな n' を特定する。優先度最大のものが一つであれば、その優先度の示すリソース種別の n' が初期台数 n として決定される。一方、優先度最大のものが複数ある場合には、次の(式2)に示すように、割り当て部120は、同じ優先度の中で一番大きい n' を初期台数 n として決定する。なお(式2)は n'_{cpu} と n'_{mem} との優先度が同一かつ最大の場合である。

$$n = \max(n'_{cpu}, n'_{mem}) \quad (2)$$

例えば優先度が、

$$\alpha_{cpu} : \alpha_{mem} : \alpha_{disk} : \alpha_{DA} : \alpha_{NA} = 5 : 5 : 1 : 1 : 1$$

の場合、 α_{cpu} 及び α_{mem} に対応する「 n'_{cpu} 」、「 n'_{mem} 」が優先度の評価によって採用される。そして、上記(式2)によって、数値の大きい n' が最終的な初期台数 n として採用される。

【0060】

初期台数 n が決定すると、割り当て部120は、「割り当て先リスト S' 」を生成する。「割り当て先リスト S' 」は、上記により決定した n 台の先サーバ S'_j ($j = 1 \dots n, m > n$)からなるリストである。図14に示すように、「割り当て先リスト S' 」は、上記により決定した n 台の先サーバ S'_j と、リソース容量とがセットされている。この場合、リソース容量は、図14に示すように、第2の入力情報である「割り当て先リソース容量 P' 」の各容量がセットされる。なお、図14は「初期台数 $n = 3$ 」が決定した場合を示している。

【0061】

(S502:総合値 $P_{ss,i}$ の算出)

S502について詳しく説明する。S502は、割り当て部120が、図11の「割り当て対象リスト S 」を対象として、リソース使用量の「総合値 $P_{ss,i}$ 」を計算するステップである。リソース使用量の「総合値 $P_{ss,i}$ 」とは、ある割り当て対象サーバ S_i のCPU負荷、メモリ使用量、ディスク使用量、ディスク負荷、ネットワーク負荷などのリソース種別ごとのリソース使用量を偏差値化すると共に、優先度の重みを付けて合計したものである。各リソース使用量は、単位が異なるため単純に合計する事ができない。このため、配置する全部の元サーバ S_i を母集団とし、各リソースの平均が0、標準偏差が1となる偏差値を求め、その合計を「リソース使用量の総合値」とする。このように、総合値 $P_{ss,i}$ とは、元サーバ S_i ごとの、リソース使用量の総和の要約値である。

【0062】

例えば、考慮するリソースをCPU負荷(CPU使用量)、メモリ使用量、ディスク使用量と3つに限定(3次元に限定)した時、元サーバ S_i の「リソース使用量の総和」である総合値 $P_{ss,i}$ は次のように求める。まず、割り当て部120は、統合対象サーバ間でのCPU負荷の平均 $P_{cpu,avg}$ と標準偏差 $P_{cpu,sd}$ とを、次の(式3)

10

20

30

40

50

、(式4)で求める。メモリ使用量、ディスク使用量に関しても同様に平均と標準偏差を求める。

【0063】

【数2】

$$P_{cpu, avg} = (1/m) \sum_{i=1}^m P_{cpu, i} \quad (3)$$

10

$$P_{cpu, sd} = \sqrt{(1/m) \sum_{i=1}^m (P_{cpu, avg} - P_{cpu, i})^2} \quad (4)$$

【0064】

20

(総合値における優先度の考慮)

この時、各リソースの優先度をCPU負荷 α_{cpu} 、メモリ使用量 α_{mem} 、ディスク負荷 α_{disk} とすると、ある元サーバ S_i の「リソース使用量の総合」である総合値 $P_{ss, i}$ は、次の(式5)～(式7)から(式8)のように求める。すなわち、(式8)のように、総合値 $P_{ss, i}$ は、各負荷の偏差値に重み(その負荷の優先度)を掛け合わせたものの合計として求める。一般的に偏差値は、平均50、標準偏差10となるように算出するが、ここでは不必要な計算を避けるため、平均0、標準偏差1となるように偏差値等を算出する。

$$P_{cpu, score, i} = (P_{cpu, i} - P_{cpu, avg}) / P_{cpu, sd} \quad (5)$$

30

$$P_{mem, score, i} = (P_{mem, i} - P_{mem, avg}) / P_{mem, sd} \quad (6)$$

$$P_{disk, score, i} = (P_{disk, i} - P_{disk, avg}) / P_{disk, sd} \quad (7)$$

$$P_{ss, i} = \alpha_{cpu} \times P_{cpu, score, i} + \alpha_{mem} \times P_{mem, score, i} + \alpha_{disk} \times P_{disk, score, i} \quad (8)$$

【0065】

以下S503において、割り当て部120は、図15に示したように、「割り当て対象リストS」の元サーバ S_i を総合値 $P_{ss, i}$ の降順にソートする。

40

【0066】

以上のS503までのステップにおいて、「割り当て対象リストS」と「割り当て先リストS'」とが準備される。S504以降、割り当て部120は、「割り当て対象リストS」と「割り当て先リストS'」とを用いて、元サーバ S_i の割り当て処理を実行する。具体的には、図10のフローチャートに示すように、割り当て部120は、 i を固定して j を変化させ、順次、「元サーバ S_i 」を切り替える。すなわち、割り当て部120は、ある一つの元サーバ S_i を選択し、この元サーバ S_i の先サーバ $S'_{j=1} \sim$ 先サーバ $S'_{j=n}$ に対する割り当て状況をチェックしていく(S506、S507)。そして、割り当て部120は、元サーバ S_i を総合値の降順に切り替えていく。

【0067】

50

(S 5 0 4 以降の処理)

S 5 0 4 以降の処理を説明する。以下の説明では、図 1 5 のソート後の「割り当て対象リスト S 」、及び図 1 4 の「割り当て先リスト S ′」を想定して説明する。

【 0 0 6 8 】

S 5 0 4 において、割り当て部 1 2 0 は、「割り当て対象リスト S 」から、元サーバ S_i を選択する。割り当て部 1 2 0 は、「割り当て対象リスト S 」からある一つの元サーバ S_i を選択する場合には、前述のように、総合値の大きいものから選択していく。図 1 5 では、割り当て部 1 2 0 は、まず S_3 を選択し、順次、「 $S_1, S_5, \dots$ 」の順に選択する。

【 0 0 6 9 】

S 5 0 5 において、割り当て部 1 2 0 は「割り当て先リスト S ′」から一つの先サーバ S'_j を選択する。図 1 4 の例では、割り当て部 1 2 0 は、例えば、まず先サーバ S'_1 を選択し、順次、「 $j = 2, 3$ 」と選択する。

【 0 0 7 0 】

(S 5 0 6 の詳細：割り当て可能判定)

S 5 0 6 について詳しく説明する。S 5 0 6 では、先サーバ S'_j のリソース容量 P' (上限) と、先サーバ S'_j の現在のリソース使用量の「割り当て状況」とから、元サーバ S_i が先サーバ S'_j に割り当て可能かどうかを判定する。図 1 4、図 1 5 の場合、割り当て部 1 2 0 は、まず、元サーバ S_3 が先サーバ S'_1 に割り当て可能かどうかを判定する。S 5 0 6 の判定では、元サーバ S_i の使用量を先サーバ S'_j に割り当てたとした場合における、先サーバ S'_j の各リソースごとの使用量合計が、各リソース容量以下かどうかを判定する。つまり、割り当て部 1 2 0 は、割り当て先 S'_j の各リソース容量を図 1 4 における「割り当て先リスト S ′」から、

C P U リソース容量 $P'_{cpu, limit, j}$ 、

メモリリソース容量 $P'_{mem, limit, j}$ 、

ディスクリソース容量 $P'_{disk, limit, j}$

等を取得し、次の(式 9) ~ (式 11) の各条件を満たしているかどうかを判定する。

$$P'_{cpu, j} \leq P'_{cpu, limit, j} \quad (9)$$

$$P'_{mem, j} \leq P'_{mem, limit, j} \quad (10)$$

$$P'_{disk, j} \leq P'_{disk, limit, j} \quad (11)$$

(式 9) を例に説明する。

元サーバ S_3 、先サーバ S'_1 とすると、右辺の「 $P'_{cpu, limit, j}$ 」は、先サーバ S'_1 の「C P U 使用率の上限値」である。また、左辺の「 $P'_{cpu, j}$ 」は、先サーバ S'_1 の「現在の C P U 使用量」に、元サーバ S_3 の C P U 使用量 (C P U 使用率) を割り当てたと仮定した場合の、先サーバ S'_1 の「C P U 使用量」である。前記「現在の C P U 使用量」とは、S 5 1 0 において割り当てが確定した場合の、先サーバ S'_1 に現在割り当てられている C P U 使用量の合計である。割り当て部 1 2 0 は、先サーバ S'_j に割り当てが確定すると、都度、割り当て量を記憶し、合計する。これにより、割り当て部 1 2 0 は、(式 9) の判定が可能である。なお、先サーバ S'_1 ~ サーバ S'_3 にリソースの割り当てがされていない状態から処理を開始する場合、S 5 0 6 は「 $P'_{cpu, 1} = 0$ 」となるので、(式 9) は成り立つ。(式 10)、(式 11) についても同様である。

【 0 0 7 1 】

(S 5 0 7 の詳細)

次に、S 5 0 7 について詳しく説明する。S 5 0 7 は、仮に元サーバ S_i (S_3) を先サーバ S'_j (S'_1) 割り当てた場合に、先サーバ S'_j に関する「散らばり P'_{sd} 」を計算するステップである。そして、割り当て部 1 2 0 は、「散らばり P'_{sd} 」と元サーバ S_i 、先サーバ S'_j の組み合わせを図 1 6 に示した「割り当て可能リスト A」に登録する。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

例えば、考慮するリソース種別をCPU負荷、メモリ使用量、ディスク使用量と3つのリソース種別に限定した場合、「散らばり P'_{sd} 」（散らばり値）は、次の（式12）～（式14）によって求める。

【0073】

【数3】

$$P'_{cpu, avg} = (1/n) \sum_{j=1}^n P'_{cpu, j} \quad (12)$$

10

$$P'_{cpu, sd} = \sqrt{(1/n) \sum_{j=1}^n (P'_{cpu, avg} - P'_{cpu, j})^2} \quad (13)$$

$$P'_{sd} = \alpha_{cpu} \times [P'_{cpu, sd} / P'_{cpu, avg}] + \alpha_{mem} \times [P'_{mem, sd} / P'_{mem, avg}] + \alpha_{disk} \times [P'_{disk, sd} / P'_{disk, avg}] \quad (14)$$

20

【0074】

CPU使用量 $P'_{cpu, j}$ 、メモリ使用量 $P'_{mem, j}$ 、ディスク使用量 $P'_{disk, j}$ は、割り当て先 S'_j の各リソース使用量である。ここで、割り当て先 S'_j のリソース使用量とは、 S'_j に割り当てられる割り当て対象（元サーバ）の集合を X_j とした時、割り当て対象サーバ S_i （ X_j ）の各リソース使用量をリソースごとに合計したものである。なお、算出対象となる「 j 」の先サーバ S'_j の場合は、現在のリソース使用量に、処理対象となっている元サーバ S_i のリソース使用量を加えた量である。例えば、（式12）の $P'_{cpu, 1}$ は、（式9）の $P'_{cpu, 1}$ と同じである。

【0075】

30

「散らばり P'_{sd} 」は、（式12）～（式14）のように、先サーバ間で、各リソースごとに使用量の標準偏差（sd）と平均（avg）を算出し、各リソース種別ごとの散らばり（変動係数）を算出し、算出された散らばりにリソース種別を同じくする優先度 α を掛け合わせ和をとり、割り当て先全体のリソース使用量のばらつき具合を数値化したものである。「散らばり P'_{sd} 」は小さい程、割り当て先間でリソース使用量が均一であることを示し、完全に均一の場合は0となる。

【0076】

考慮するリソース種別を前記のように3つとする場合、「散らばり P'_{sd} 」の算出については、まず、（式12）によって割り当て先間でのCPU負荷の平均「 $P'_{cpu, avg}$ 」を求め、次に、（式13）によって「標準偏差 $P'_{cpu, sd}$ 」を求める。メモリ使用量、ディスク使用量に関しても同様である。

40

【0077】

そして、「散らばり P'_{sd} 」は、各リソース種別の標準偏差と重みとから（式14）によって求める。各リソース種別の標準偏差はスケールが異なるため、それを各平均値で割り「変動係数」を算出する。変動係数は平均と標準偏差との比から得られる値である。そして、変動係数と、この変動係数とリソース種別を同じくする優先度 α とを乗じ、合算する。一般に変動係数は標準偏差を平均で割り100を掛け合わせた百分率で表現されるが、ここでは不必要な計算を避けるため、標準偏差を平均で割るのみとする。

【0078】

（式12）～（式14）を用いた「散らばり P'_{sd} 」の算出を、S505～S508

50

をループする場合を想定してさらに詳しく説明する。以下の説明では、図 14、図 15 の「割り当て先リスト S' 」、「割り当て対象リスト S 」を想定し、また、CPU 負荷、メモリ使用量、ディスク使用量の 3 つのリソース種別を先サーバに割り当てる場合を想定する。また、以下の説明では、CPU 使用量を割り当てる場合を説明するが、メモリ使用量等の他のリソース種別についても同様である。

【0079】

図 17 ~ 図 20 を参照して説明する。

S504において、割り当て部 120 は、「割り当て対象リスト S 」から元サーバ S_3 を選択する。

S505において、割り当て部 120 は、「割り当て先リスト S' 」から先サーバ S'_1 を選択する。 10

S506において、割り当て部 120 は、割り当て可能かを判定する。この場合、まだ先サーバ S'_1 には割り当てされておらず、S506 は YES となるとする。

【0080】

S507において、割り当て部 120 は、(式 12) ~ (式 14) に基づいて「散らばり P'_{sd} 」を計算する。図 17 は「 $i = 3, j = 1 \sim 3$ 」の場合を説明するための図である。

【0081】

($i = 3, j = 1$)

割り当て部 120 は、S507 ($j = 1$) において、元サーバ S_3 の CPU 使用量、メモリ使用量、ディスク使用量等の各リソースの使用量を、仮に先サーバ S'_1 に割り当てた場合の「散らばり P'_{sd} 」を、次のように算出する。図 17 の「 $j = 1$ 」に示すように、割り当て部 120 は、元サーバ S_3 の CPU 使用量 $\langle P_3 \rangle$ を先サーバ S'_1 に割り当てた場合の、先サーバ $S'_1 \sim S'_3$ の CPU 使用量の平均「 $P'_{cpu, avg}$ 」を算出する。「 $j = 1$ 」の場合、「 $P'_{cpu, avg}$ 」の右辺は、「 $P'_{cpu, 1}$ 」以外は「0」である。次に、割り当て部 120 は、「 $P'_{cpu, avg}$ 」を元に、先サーバ $S'_1 \sim S'_3$ の CPU 使用量の標準偏差「 $P'_{cpu, sd}$ 」を計算する。割り当て部 120 は、標準偏差と平均とから「変動係数」を計算し、リソース種別ごとに、その優先度と変動係数とを乗じて和をとり、散らばり「 P'_{sd} 」を計算し、「割り当て可能リスト A」に登録する。 20 30

【0082】

($i = 3, j = 2$)

図 17 の「 $j = 2$ 」は、S507 の次のループの処理を示している。割り当て部 120 は、「 $j = 2$ 」において、元サーバ S_3 の各リソースの使用量を、仮に先サーバ S'_2 に割り当てた場合の「散らばり P'_{sd} 」を算出する。図 17 に示すように、今度は、元サーバ S_3 の CPU 使用量 $\langle P_3 \rangle$ を、仮に先サーバ S'_2 に割り当てた場合を計算する。散らばり「 P'_{sd} 」の計算方法は、「 $j = 1$ 」の場合と同様である。割り当て部 120 は結果を「割り当て可能リスト A」に登録する。

【0083】

($i = 3, j = 3$)

図 17 の「 $j = 3$ 」は、S507 の「 $j = 3$ 」のときの処理を示している。割り当て部 120 は、「 $j = 3$ 」において、元サーバ S_3 の各リソースの使用量を、仮に先サーバ S'_3 に割り当てた場合の「散らばり P'_{sd} 」を算出する。図 17 に示すように、今度は、元サーバ S_3 の CPU 使用量 $\langle P_3 \rangle$ を、仮に先サーバ S'_3 に割り当てた場合を計算する。散らばり「 P'_{sd} 」の計算方法は、「 $j = 1$ 」の場合と同様である。割り当て部 120 は結果を「割り当て可能リスト A」に登録する。 40

【0084】

$j = 3$ の処理が終了すると、S508 では YES となり S509 に進む。S509 において、「割り当て可能リスト A」にはデータが登録されているので、処理は S510 に進む。「割り当て可能リスト A」には $j = 1 \sim j = 3$ の結果が登録されているが、図 17 の 50

場合、散らばり「 P'_{sd} 」は $j = 1 \sim 3$ のいずれの場合も同じ値になるので、割り当て部 120 は、S510 において、元サーバ S_3 の割り当て先として例えば先サーバ S'_1 を確定する（散らばり「 P'_{sd} 」は同一の値なのでどの先サーバでもよい）。

【0085】

($i = 1, j = 1$)

そして、処理は S513 に進む。 $j = 1 \sim 3$ の処理は終了したので、ステップは S504 に戻る。S504 では、元サーバ S_1 が選択される。また、S505 で先サーバ S'_1 が選択される。図 18 は「 $i = 1, j = 1 \sim 3$ 」の場合を説明するための図である。「 $i = 3$ 」では、先サーバ S'_1 に元サーバ S_3 の割り当てが確定している。このため、図 18 では、「P3」を枠で囲い、確定を示している。「 $j = 1$ 」の場合、図 17 の「 $j = 1$ 」の場合と同様に、割り当て部 120 は、「 $j = 1$ 」において、元サーバ S_1 の各リソースの使用量を、仮に先サーバ S'_1 に割り当てた場合の「散らばり P'_{sd} 」を算出する。図 18 に示すように、元サーバ S_1 の CPU 使用量 $\langle P1 \rangle$ を、仮に先サーバ S'_1 に割り当てた場合を計算する。散らばり「 P'_{sd} 」の計算方法は、図 17 で説明したとおりである。割り当て部 120 は結果を「割り当て可能リスト A」に登録する。

【0086】

($i = 1, j = 2$)

図 18 の「 $j = 2$ 」は、S507 の「 $j = 2$ 」のループの処理を示している。割り当て部 120 は、「 $j = 2$ 」において、元サーバ S_1 の各リソースの使用量を、仮に先サーバ S'_2 に割り当てた場合の「散らばり P'_{sd} 」を算出する。図 18 に示すように、今度は、元サーバ S_1 の CPU 使用量 $\langle P1 \rangle$ を、仮に先サーバ S'_2 に割り当てた場合を計算する。散らばり「 P'_{sd} 」の計算方法は、「 $j = 1$ 」の場合と同様である。割り当て部 120 は結果を「割り当て可能リスト A」に登録する。

【0087】

($i = 1, j = 3$)

図 18 の「 $j = 3$ 」は、S507 の「 $j = 3$ 」のループの処理を示している。割り当て部 120 は、「 $j = 3$ 」において、元サーバ S_1 の各リソースの使用量を、仮に先サーバ S'_3 に割り当てた場合の「散らばり P'_{sd} 」を算出する。図 18 に示すように、今度は、元サーバ S_1 の CPU 使用量 $\langle P1 \rangle$ を、仮に先サーバ S'_3 に割り当てた場合を計算する。散らばり「 P'_{sd} 」の計算方法は、「 $j = 1$ 」の場合と同様である。割り当て部 120 は結果を「割り当て可能リスト A」に登録する。

【0088】

「 $i = 3$ 」の場合と同様に、処理は S510 に進む。S510 において、散らばり「 P'_{sd} 」は、未だ割り当てのない先サーバ S'_2 と先サーバ S'_3 とが最小値である。割り当て部 120 は、元サーバ S_1 を先サーバ S'_2 に割り当てる。

【0089】

($i = 5, j = 1 \sim 3$)

上記と同様に、ステップは、S513 から S504 に戻る。S504 では元サーバ S_5 が選択され、S505 では先サーバ S'_1 が選択される。図 19 は、「 $i = 5, j = 1 \sim 3$ 」の場合を説明するための図である。「 $i = 3$ 」では、先サーバ S'_1 に元サーバ S_3 の割り当てが確定しており、「 $i = 1$ 」では、先サーバ S'_2 に元サーバ S_1 の割り当てが確定している。このため、図 19 では、「P3」および「P1」を枠で囲い、確定を示した。図 19 において、「 $j = 1 \sim 3$ 」の内容は、図 17、図 18 と同様である。

【0090】

「 $i = 1$ 」の場合と同様に、処理は S510 に進む。S510 において、散らばり「 P'_{sd} 」は、未だ割り当てのない先サーバ S'_3 が最小値である。割り当て部 120 は、元サーバ S_5 を先サーバ S'_3 に割り当てる。

【0091】

($i = 2, j = 1 \sim 3$)

上記と同様に、ステップは、S513 から S504 に戻る。S504 では元サーバ S_2

10

20

30

40

50

が選択され、S 5 0 5 では先サーバ S'_1 が選択される。図 2 0 は、「 $i = 2, j = 1 \sim 3$ 」の場合を説明するための図である。「 $i = 3$ 」では先サーバ S'_1 に元サーバ S_3 の割り当てが確定し、「 $i = 1$ 」では先サーバ S'_2 に元サーバ S_1 の割り当てが確定し、「 $i = 5$ 」では先サーバ S'_3 に元サーバ S_5 の割り当てが確定した。このため、図 2 0 では、CPU 使用量「 P_3 」、「 P_1 」および「 P_5 」を枠で囲い、確定を示した。図 2 0 において、「 $j = 1 \sim 3$ 」の内容は、図 1 7 ~ 図 1 9 と同様である。

【 0 0 9 2 】

「 $i = 5$ 」の場合と同様に、処理は S 5 1 0 に進む。S 5 1 0 において、割り当て部 1 2 0 は、散らばり「 P'_{s_d} 」の最小値となる先サーバ S' に元サーバ S_2 を割り当てる。

10

【 0 0 9 3 】

以下、残りの元サーバ S_7, S_4, S_6 の割り当てについても、同様の処理が実行される。以上の例では、計算に考慮するリソースを CPU 使用量、メモリ使用量、ディスク使用量の 3 つに限定した場合を説明したが、ディスクアクセス帯域やネットワークアクセス帯域についても、同様の計算を用いて考慮することができる。

【 0 0 9 4 】

以上の実施の形態 1 では、リソース割り当て装置 1 0 0 を説明したが、リソース割り当て装置 1 0 0 が行う「リソース割り当て方法」の実施の形態として把握することもできる。また、リソース割り当て装置 1 0 0 を、コンピュータに実行させる「リソース割り当てプログラム」の実施の形態として把握することもできる。さらに、「リソース割り当てプログラム」を記録したコンピュータ実行可能な「記録媒体」の実施の形態として把握することも可能である。

20

【 0 0 9 5 】

実施の形態 1 のリソース割り当て装置 1 0 0 は、リソース使用量の偏差値から優先度を考慮した総合値を算出し、その総合値に基づいて割り当てる元サーバの順番を決定する。そして割り当て部 1 2 0 は、さらに割り当てた場合の各リソース使用量の「散らばり P'_{s_d} 」を優先度 α を考慮して計算する。割り当て部 1 2 0 は、「散らばり P'_{s_d} 」を最小化する元サーバと先サーバとの組み合わせを決定する。これにより、統合後のリソース使用量を均一化するような組み合わせを算出することができる。さらに優先度を考慮することによって、柔軟に組み合わせを算出することができる。

30

【 0 0 9 6 】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 では、例えば CPU のように各リソースが複数のデバイスを持ち、それぞれのデバイスが独立した負荷を持つことを想定していない。実施の形態 2 では、各リソースが複数のデバイスを持つ場合に、各デバイスの負荷を考慮する場合を説明する。実施の形態 2 は、複数 CPU の場合を例に説明する。以下では CPU について述べるが、他のリソースに関しても、同様に複数デバイスへ対応することができる。

【 0 0 9 7 】

実施の形態 2 では、CPU 負荷テーブル 1 3 1 - 1 が、図 2 1 のように、各 CPU デバイスごとの負荷を格納している。

40

【 0 0 9 8 】

図 2 2 は、実施の形態 2 の動作を示すフローチャートである。図 2 2 のフローチャートは、図 1 0 のフローチャートに S 6 0 0 ~ S 6 0 8 を追加した。実施の形態 1 では、S 5 0 6 において単純に合算を行って判定した。これに対して実施の形態 2 では、さらに図 2 2 の「ステップ 6 0 0 からステップ 6 0 8」に示すステップにより、割り当て対象（元サーバ）と割り当て先（先サーバ）との各 CPU ごとの使用量を考慮して、割り当て部 1 2 0 が、割り当て可能かどうかを判断する。各 CPU の割り当ては、割り当て対象と割り当て先の使用量が、相補的になるように組み合わせる。すなわち、割り当て部 1 2 0 は、割り当て対象の CPU 使用量が大きい CPU と、割り当て先の CPU 使用量が小さい CPU とを組み合わせる。これにより、割り当て後の割り当て先の各 CPU の使用量が均一にな

50

るように割り当てることができる。

【0099】

(元サーバのCPU)

元サーバ S_i のCPU数を N_i 、

元サーバ S_i の各CPUを「 $S_{i,cpu,k}$ 」($k = 1 \dots N_i$)、

各CPUごとのCPU使用量を「 $P_{cpu,each,i,k}$ 」

とする。

【0100】

(先サーバのCPU)

割り当て先(先サーバ)のCPU数を N'_j 、

先サーバ S'_j の各CPUを「 $S'_{j,cpu,l}$ 」($l = 1 \dots N'_j$)、

各CPUごとのCPU使用量を「 $P'_{cpu,each,j,l}$ 」

とする。

【0101】

割り当て対象サーバ S_i が割り当て先サーバ S'_j に割り当て可能かを判断するフローは次のようになる。以下は、割り当て部120による処理である。

(1) まずステップ600において、割り当て対象 S_i の各CPU、 $S_{i,cpu}$ を使用量 $P_{cpu,each,i}$ にもとづいて、降順で並べ替える。

(2) ステップ601において、 k を1にセットする。

(3) ステップ602において、割り当て先サーバ S'_j の各CPU、 $S'_{j,cpu}$ を使用量 $P'_{cpu,j}$ にもとづいて昇順で並べ替える。

(4) ステップ603において、 l に1をセットする。

(5) ステップ604において、 $P_{cpu,each,i,k}$ と $P'_{cpu,each,j,l}$ の合計が $P'_{cpu,limit}$ を超えるかどうかを判定し、超える場合は $S'_{j,cpu}$ (先サーバのCPU)への $S_{i,cpu}$ (元サーバのCPU)の割り当てが失敗し、かつ先サーバ S'_j への元サーバ S_i の割り当ても失敗したと判断し、ステップ508へ進む。

(6) 超えない場合は、ステップ605へ進み、 k 、 l を1進める。

(7) ステップ606において、 l がCPU数 N'_j を超えない場合は、ステップ608へ進み、 k がCPU数 N_i を超えないかを判断する。超えない場合には、まだ割り当てていない $S_{i,cpu}$ (元サーバのCPU)があるのでステップ604へ進む。超える場合には、全ての $S_{i,cpu}$ (元サーバのCPU)を割り当てられたので、 $S_{i,cpu}$ (元サーバのCPU)と $S'_{j,cpu}$ (先サーバのCPU)の組み合わせを「割り当て可能リストA」に追加して、ステップ507へ進む。

(8) ステップ606において、 l がCPU数 N'_j を超える場合($N_i > N'_j$ の場合のみ)は、ステップ607へ進み、 $S'_{j,cpu}$ (先サーバのCPU)への割り当てを一時的に反映、ステップ602にて再び並べ替える。

【0102】

図23は、 $N_i < N'_j$ (元サーバCPU数<先サーバCPU数)の場合の割り当てを示している。図23は、元サーバ及び先サーバのCPU使用量でソートした後を示している。図においてハッチングにより色付けしている部分は、CPU使用量を示している。この場合、割り当て対象のCPU2(使用量最大)を割り当て先のCPU4(使用量最小)へ割り当て、また、割り当て対象のCPU1を割り当て先のCPU2へ割り当てることになる。

【0103】

図24は、 $N_i > N'_j$ (元サーバCPU数>先サーバCPU数)の場合の割り当てを示している。図24も図23と同様に元サーバ及び先サーバのCPU使用量でソートした後を示している。この場合、まず割り当て対象のCPU4(使用量最大)を割り当て先のCPU2(使用量最小)へ割り当て、また、割り当て対象のCPU1を割り当て先のCPU1へ割り当てる。次に一時的に割り当てを反映し(ステップ607)、割り当て先のC

10

20

30

40

50

P Uを並べ替え、割り当て対象のC P U 2を割り当て先のC P U 1（使用量最小）へ、割り当て対象のC P U 3を割り当て先のC P U 2へ割り当てる。

【 0 1 0 4 】

実施の形態 2 では、ステップ 5 1 0 にて割り当てを確定する場合に、割り当て可能リストに追加したC P U 割り当ての組合せも考慮する。

【 0 1 0 5 】

実施の形態 1 では、複数C P Uのリソース使用量を平均で計算する。例えば2つのC P Uを持つ割り当て先に同様に2つのC P Uを持つ割り当て対象のC P U使用量の合計を求め、割り当て可能かを判定する場合を考えると、実施の形態 1 の場合、図 2 5 のようになる。割り当て先のC P U使用量は平均で見られるため、両C P Uとも5 0 %だという見方となる。割り当て対象も同様で両C P Uとも4 0 %とみなされ、この場合割り当て後9 0 %となり、1 0 0 %に収まるため割り当て可能である。ところが、実際は図 2 6 のように割り当て対象のC P U使用量は1 0 %、7 0 %と偏っており、割り当て可能ではない。実施の形態 2 では、図 2 2 のフローによって、複数デバイスを意識し、割り当て可能かどうかの判定を正確に行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 6 】

【図 1】実施の形態 1 のリソース割り当て装置 1 0 0 の外観。

【図 2】実施の形態 2 のリソース割り当て装置 1 0 0 のハードウェア構成。

【図 3】実施の形態 2 のリソース割り当て装置 1 0 0 のブロック図。

【図 4】実施の形態 1 の構成情報テーブル 1 2 1。

【図 5】実施の形態 1 のC P U負荷テーブル 1 3 1。

【図 6】実施の形態 1 のメモリ使用量テーブル 1 3 2。

【図 7】実施の形態 1 のディスク使用量テーブル 1 3 3。

【図 8】実施の形態 1 のディスクアクセス帯域テーブル 1 3 4。

【図 9】実施の形態 1 のネットワーク負荷テーブル 1 3 5。

【図 1 0】実施の形態 1 のリソース割り当て装置 1 0 0 の動作を示すフローチャート。

【図 1 1】実施の形態 1 の割り当て対象リスト S。

【図 1 2】実施の形態 1 の割り当て先リソース容量 P'。

【図 1 3】実施の形態 1 の優先度 α 。

【図 1 4】実施の形態 1 の割り当て先リスト S'。

【図 1 5】実施の形態 1 のソート後の割り当て対象リスト S。

【図 1 6】実施の形態 1 の割り当て可能リスト A。

【図 1 7】実施の形態 1 の散らばり $P_{s,d}$ の計算方法を説明する図。

【図 1 8】実施の形態 1 の散らばり $P_{s,d}$ の計算方法を説明する図。

【図 1 9】実施の形態 1 の散らばり $P_{s,d}$ の計算方法を説明する図。

【図 2 0】実施の形態 1 の散らばり $P_{s,d}$ の計算方法を説明する図。

【図 2 1】実施の形態 2 のC P U負荷テーブル 1 3 1 - 1 を示す図。

【図 2 2】実施の形態 2 の動作を示すフローチャート。

【図 2 3】実施の形態 2 のC P U使用量の割り当て方式を説明する図。

【図 2 4】実施の形態 2 のC P U使用量の割り当て方式を説明する別の図。

【図 2 5】実施の形態 2 において実施の形態 1 の合算方式を表す図。

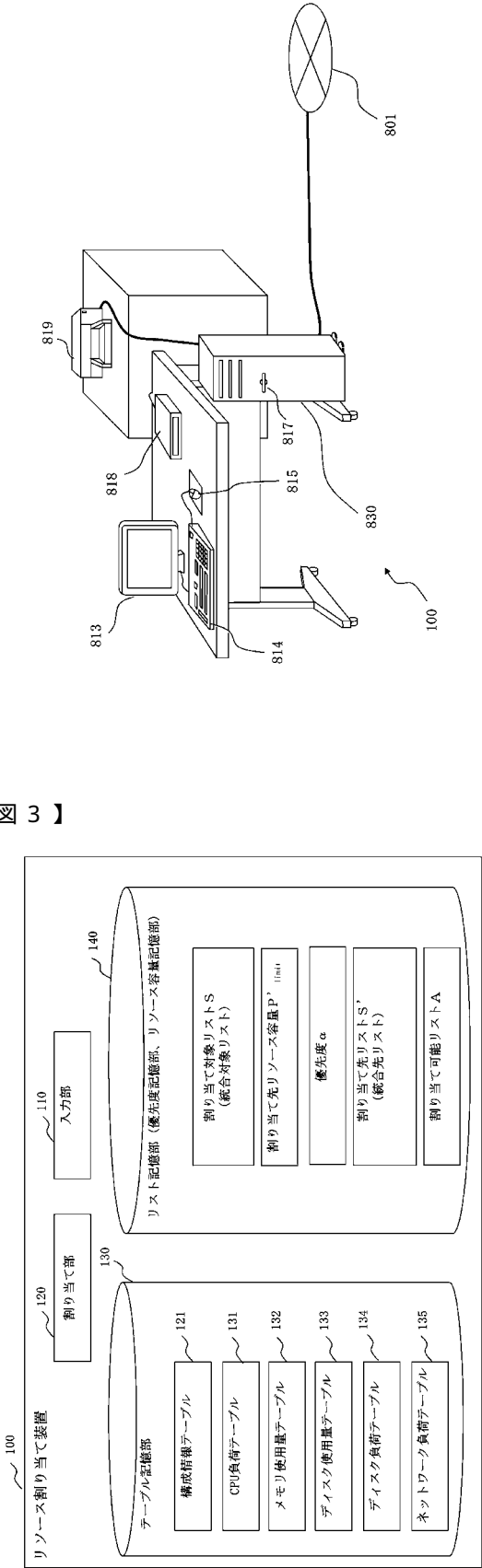
【図 2 6】実施の形態 2 の合算方式を表す図。

【符号の説明】

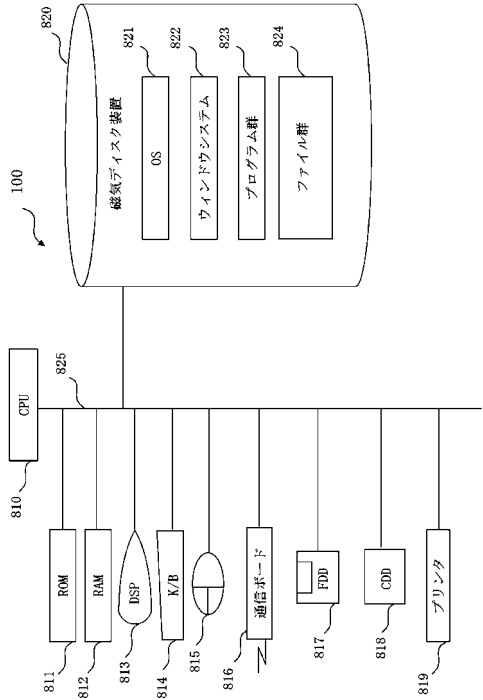
【 0 1 0 7 】

S 割り当て対象リスト、S' 割り当て先リスト、A 割り当て先可能リスト、 α 優先度、1 0 0 リソース割り当て装置、1 1 0 入力部、1 2 0 割り当て部、1 3 0 テーブル記憶部、1 2 1 構成情報テーブル、1 3 1 C P U負荷テーブル、1 3 2 メモリ使用量テーブル、1 3 3 ディスク使用量テーブル、1 3 4 ディスクアクセス帯域テーブル、1 3 5 ネットワーク負荷テーブル、1 4 0 リスト記憶部。

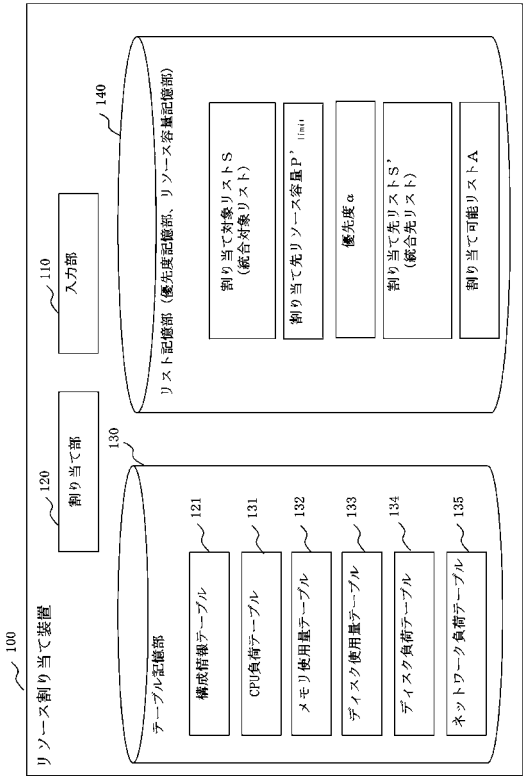
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

121

構成情報テーブル						
システムID	ホスト名	IPv4アドレス	OS名	OSバージョン	CPU名	CPU数
0	server0	192.168.10.10	Linux	2.6.18	Xeon 3GHz	1
1	server1	192.168.10.11	Linux	2.6.18	Xeon 3GHz	2
...	...	...	...	...	...	...

131

時刻	システムID	CPU使用率 (USER)	CPU使用率 (SYSTEM)	CPU使用率 (IOWAIT)	CPU使用率 (IDLE)
12:00:00	0	10	20	5	65
12:00:00	1	5	5	3	87
12:00:10	0	15	23	1	61
12:00:10	1	3	3	2	92
12:00:20	0	12	22	1	65
12:00:20	1	2	6	5	87
...	...	...	...	...	...

133

時刻	システムID	ディスク 使用量 (KB)	ディスク 空き容量 (KB)
12:00:00	0	40000000	60000000
12:00:00	1	45000000	55000000
12:00:10	0	40000000	60000000
12:00:10	1	45000000	55000000
12:00:20	0	40000000	60000000
12:00:30	1	45000000	55000000
...	...	...	...

134

時刻	システムID	ディスク 読込速度 (KB/s)	ディスク 読込I/O数 (回数/s)	ディスク 書込速度 (KB/s)	ディスク 書込I/O数 (回数/s)
12:00:00	0	1123.12	21	516.11	13
12:00:10	1	1211.20	34	1112.04	56
12:00:10	0	2232.21	32	938.42	12
12:00:10	1	413.22	44	3360.22	65
12:00:20	0	525.98	51	373.80	32
12:00:30	1	2971.50	31	2370.34	23
...	...	...	...	...	...

132

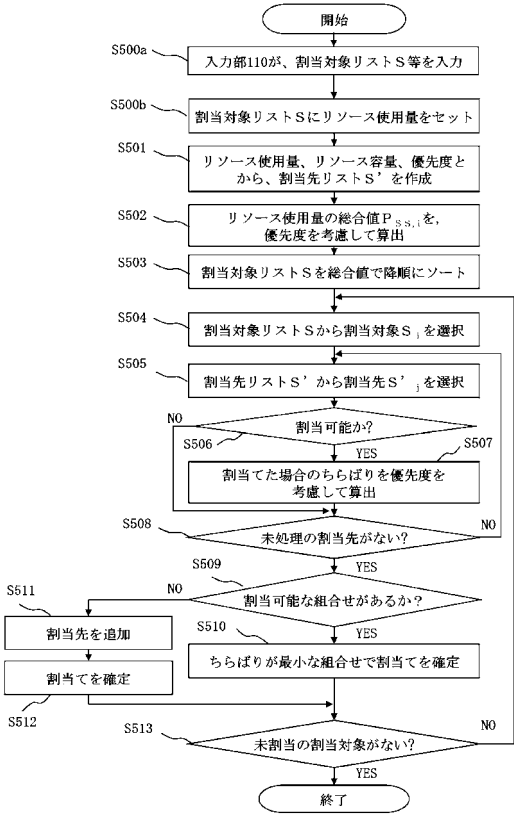
時刻	システムID	メモリ使用量 (KB)	メモリ空き量 (KB)
12:00:00	0	200000	400000
12:00:00	1	400000	600000
12:00:10	0	210000	390000
12:00:10	1	380000	620000
12:00:20	0	200000	400000
12:00:20	1	420000	580000
...	...	...	...

【図 9】

135

ネットワーク負荷テーブル							
時刻	システムID	ネットワーク 送信速度 (KB/s)	ネットワーク 送信10数 (回数/s)	ネットワーク 受信速度 (KB/s)	ネットワーク 受信10数 (回数/s)	ネットワーク 送信10数 (回数/s)	ネットワーク 受信10数 (回数/s)
12:00:00	0	243.22	17	213.21	53		
12:00:00	1	1121.71	37	157.23	56		
12:00:10	0	212.43	17	432.42	42		
12:00:10	1	412.24	41	222.22	32		
12:00:20	0	512.92	253	331.80	82		
12:00:30	1	212.30	34	672.34	89		
...	...	...	...	...	...	...	...

【図 10】



【図 11】

S

割り当て対象リスト							総合値
S_i $i=1\sim7$	CPU使用量 $P_{CPU,i}$	メモリ使用量 $P_{mem,i}$	ディスク 使用量 $P_{disk,i}$	ディスク アクセス帯域 $P_{DA,i}$	ネットワーク アクセス帯域 $P_{NA,i}$	$P_{SS,i}$	$P_{SS,i}$
S_1							60
S_2							40
S_3							70
S_4							20
S_5							50
S_6							10
S_7							30
ΣP_i							

【図 12】

P'

割り当て先リソース容量						ネットワーク アクセス帯域 $P'_{NA,limit}$
P' 割り当て先 リソース容量	CPU使用量 $P'_{CPU,limit}$	メモリ使用量 $P'_{mem,limit}$	ディスク使用量 $P'_{disk,limit}$	ディスク アクセス帯域 $P'_{DA,limit}$	ネットワーク アクセス帯域 $P'_{NA,limit}$	

【図 1 3】

S ～ 割り当て対象リスト (ソート後)						
S_i $i=1\sim 7$	CPU使用量 $P_{CPU,i}$	メモリ使用量 $P_{mem,i}$	ディスク 使用量 $P_{disk,i}$	ディスク アクセス帯域 $P_{DA,i}$	ネットワーク アクセス帯域 $P_{NA,i}$	総合値 $P_{SS,i}$
S_3						322
S_1						189
S_5						184
S_2						-50
S_7						-200
S_4						-210
S_6						-301
ΣP_i						

【図 1 5】

α

優先度					
CPU使用率 優先度 α_{CPU}	メモリ使用量 優先度 α_{mem}	ディスク使用量 優先度 α_{disk}	ディスク アクセス帯域 優先度 α_{DA}	ネットワーク アクセス帯域 優先度 α_{NA}	
50	20	10	10	10	

【図 1 4】

S'

割り当て先リスト						
S'_j $j=1\sim 3$	CPU容量	メモリ容量	ディスク容量	ディスク アクセス帯域	ネットワーク アクセス帯域	
S'_1	$P'_{CPU,limit}$	$P'_{mem,limit}$	$P'_{disk,limit}$	$P'_{DA,limit}$	$P'_{NA,limit}$	
S'_2	↑	↑	↑	↑	↑	
S'_3	↑	↑	↑	↑	↑	

【図 1 6】

～A

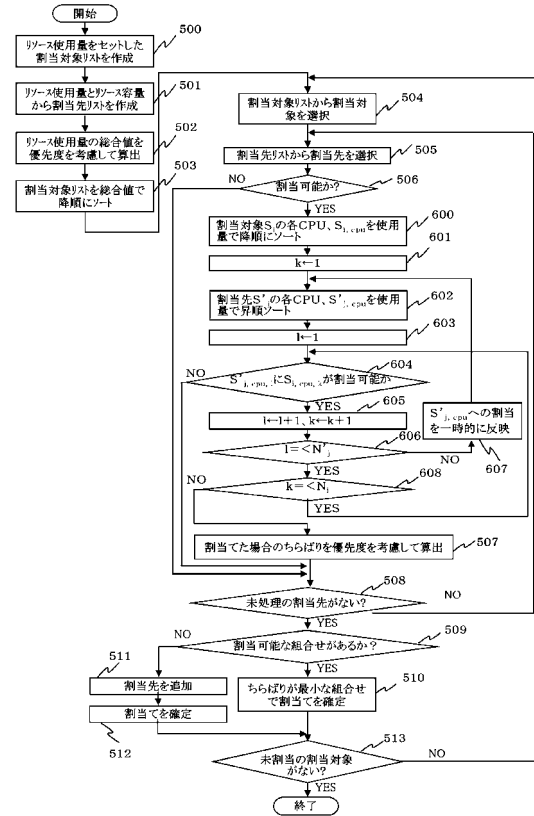
割り当て可能リスト		
S_i ($i=3$)	S'_j ($j=1\sim 3$)	ちらばり P'_{sd}
S_3	S'_1	20
↑	S'_2	10
↑	S'_3	30

【図 2 1】

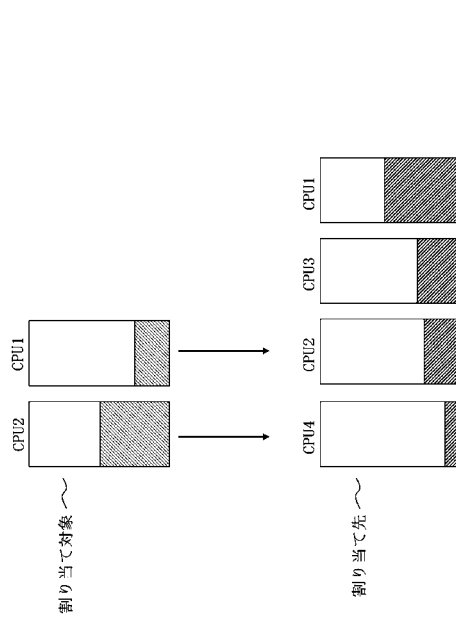
131-1

CPU負荷テーブル					
時刻	システムID	CPU番号	CPU使用率 (USER)	CPU使用率 (SYSTEM)	CPU使用率 (TOTAL)
12:00:00	0	0	10	20	5
12:00:00	0	1	5	5	3
12:00:00	1	0	15	23	1
12:00:00	1	1	3	3	2
12:00:10	0	0	12	22	1
12:00:10	0	1	2	6	5
12:00:10	1	0	10	20	5
12:00:10	1	1	5	5	3
12:00:20	0	0	15	23	1
12:00:20	0	1	3	3	2
12:00:20	1	0	12	22	1
12:00:20	1	1	2	6	5
...	...	...	...	...	...

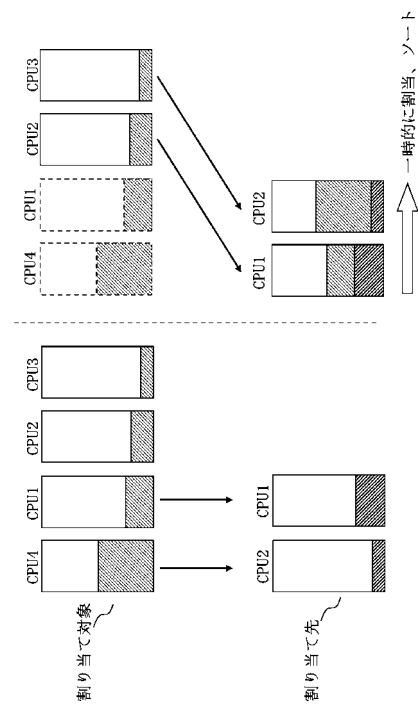
【図 2 2】



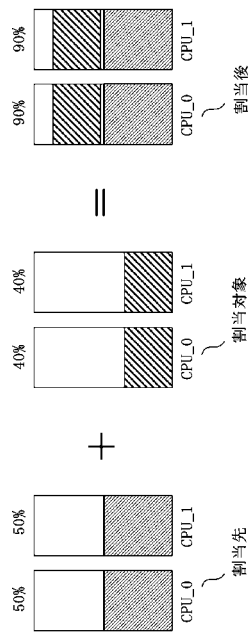
【図 2 3】



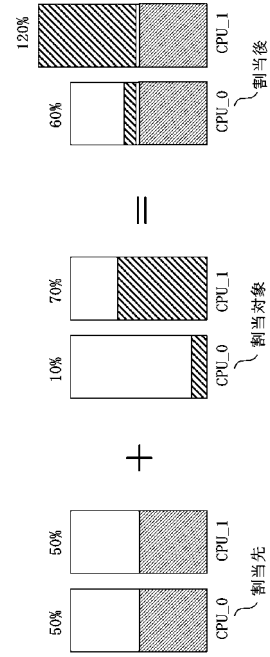
【図 2 4】



【図 25】



【図 26】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 2 1 0 0 0 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 9 2 6 1 2 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 2 2 5 3 9 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 3 4 9 1 7 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G06F 9/46-9/54