

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年2月27日(27.02.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/041214 A1

(51) 国際特許分類:

G06F 9/50 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/029914

(22) 国際出願日: 2023年8月21日(21.08.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 伊藤 義人(ITO, Yoshito); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 藤本 圭(FUJIMOTO, Kei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9

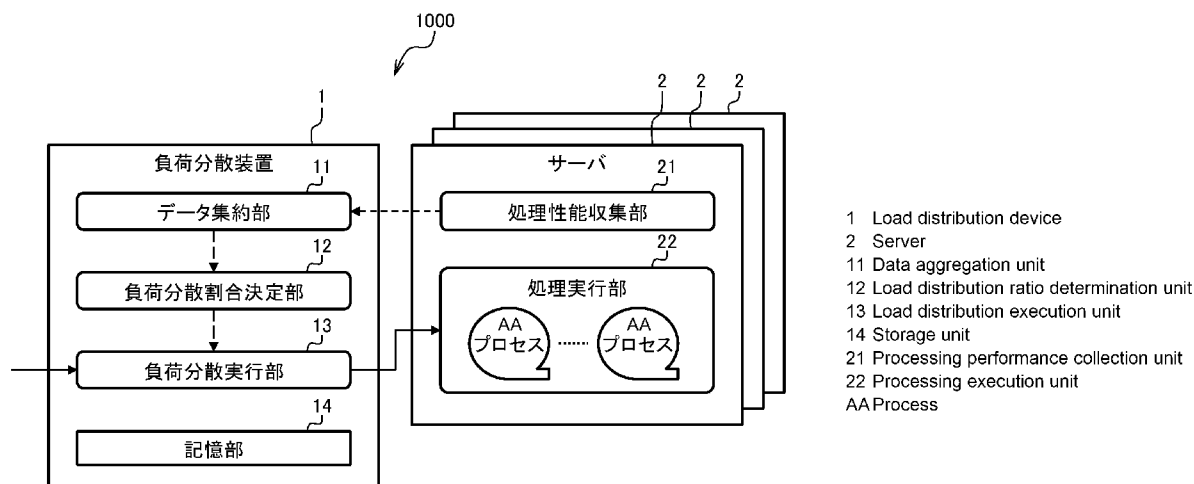
- 11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 野口 博史(NOGUCHI, Hirofumi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 斎藤 奨悟(SAITO, Shogo); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 藤田 勝美(FUJITA, Katsumi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1020082 東京都千代田区一番町21-1 一番町東急ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

(54) Title: LOAD DISTRIBUTION SYSTEM, LOAD DISTRIBUTION METHOD, LOAD DISTRIBUTION DEVICE, AND LOAD DISTRIBUTION PROGRAM

(54) 発明の名称: 負荷分散システム、負荷分散方法、負荷分散装置、および、負荷分散プログラム



1 Load distribution device
2 Server
11 Data aggregation unit
12 Load distribution ratio determination unit
13 Load distribution execution unit
14 Storage unit
21 Processing performance collection unit
22 Processing execution unit
AA Process

(57) Abstract: A server (2) of a load distribution system (1000) is provided with: a processing performance collection unit (21) that collects processing performance values of devices that differ in performance in terms of executing a process; and a processing execution unit (22) that executes process processing. A load distribution device (1) is provided with: a data aggregation unit (11) that acquires the processing performance values from the server and stores the same in a storage unit (14) for each prescribed function; a load distribution ratio determination unit (12) that calculates, for a prescribed function, a performance ratio that is a processing performance value of a device relative to the lowest processing performance value, and determines a load distribution ratio according to the calculated performance ratio; and a load distribution execution unit (13) that distributes process processing to the device according to the determined load distribution ratio.

CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 負荷分散システム (1000) のサーバ (2) は、プロセスを実行する性能が異なるデバイスの処理性能値を収集する処理性能収集部 (21) と、プロセスの処理を実行する処理実行部 (22) とを備える。負荷分散装置 (1) は、サーバから処理性能値を取得して、所定の機能ごとに記憶部 (14) に記憶するデータ集約部 (11) と、所定の機能における最も低い処理性能値に対する当該デバイスの処理性能値である性能比率を算出し、算出した性能比率に応じて負荷分散割合を決定する負荷分散割合決定部 (12) と、決定した負荷分散割合に従い、デバイスにプロセスの処理を振り分ける負荷分散実行部 (13) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

負荷分散システム、負荷分散方法、負荷分散装置、および、負荷分散プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、デバイスに実行させるタスクを振り分ける、負荷分散システム、負荷分散方法、負荷分散装置、および、負荷分散プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、サーバ等に搭載された複数のデバイス（例えば、CPUコア）へのタスク振り分け手法として、ロードバランサやタスクスケジューラが用いられている。

ロードバランサを用いた分散方式では予め決められた割合での負荷分散を行う（非特許文献1参照）。

[0003] タクスケジューラを用いた負荷分散では、例えば、Linuxカーネル（「Linux」は登録商標）の標準スケジューラ（Stop、Deadline、Realtime、Fair、Idel）により、プロセスの優先度に伴うタスク実行順番の制御を行う（非特許文献2参照）。また、動作周波数の異なるヘテロな物理コア構成用のスケジューラ（例えば、Capacity Aware、Energy Aware）では、動作周波数が高いものに関して相対的にキャパシティが大きいとする共通の概念を導入して、既存のスケジューリングの仕組みを、ヘテロコアに対して適用している（非特許文献3、非特許文献4参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：“Load Balancer – Round Robin / Ratio / Least Connection / Fastest,” [online], [令和5年8月4日検索], ネットワークエンジニアとして, インターネット<URL : <https://www.infraexpert.com/study/loadbalancer4.html>>

非特許文献2：「[読解入門] Linuxカーネル（スケジューラ編その2）」、[online]、Qiita Inc.、[令和5年8月4日検索]、インターネット<URL：<https://qiita.com/ueba/items/749e8da79b49fc0bc932>>

非特許文献3：“Capacity Aware Scheduling,” [online], [令和5年8月4日検索], The kernel development community, インターネット<URL：<https://www.kernel.org/doc/html/next/scheduler/sched-capacity.html>>

非特許文献4：“Energy Aware Scheduling,” [online], [令和5年8月4日検索], The kernel development community, インターネット<URL：<https://www.kernel.org/doc/html/next/scheduler/sched-energy.html>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来手法では、処理性能に差があるデバイス（例えば、CPUコア）に紐づいたプロセス（若しくは、処理性能に差があるCPUを搭載したサーバ）へ負荷分散すると、処理性能の低いデバイス（CPUコア）上で動作するプロセス（若しくは、処理性能の低いCPUを搭載したサーバ）だけ過負荷状態となり、サービスレベルの低下が発生する。

また、上記を避けるために処理性能の低いCPUコアに合わせた負荷分散を行うと、処理性能の高いCPUコアに過剰な余裕が発生しリソースの利用効率が低下する。

[0006] このような点に鑑みて本発明がなされたのであり、本発明は、デバイスの負荷分散において、処理性能の低いデバイスで処理されるプロセスの性能劣化を発生させず、同時に、処理性能の高いデバイスの処理能力を使い切ってリソース利用効率を向上させることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る負荷分散システムは、プロセスを処理するデバイスを有するサーバと、前記サーバ上で動作する複数のプロセスへの負荷分散を行う負荷分散装置とを備える負荷分散システムであって、前記サーバが、前記プロセスを実行する性能が異なるデバイスそれぞれの処理性能値を、前記処理性能

値に影響を与える所定の機能ごとのデータとして収集する処理性能収集部と、前記負荷分散装置が算出した負荷分散割合に従い、前記プロセスの処理を実行する処理実行部とを備え、前記負荷分散装置が、前記サーバから、前記性能が異なるデバイスの処理性能値を取得して、前記処理性能値に影響を与える所定の機能ごとに記憶部に記憶するデータ集約部と、前記性能が異なるデバイスの処理性能値を、前記所定の機能における最も低い処理性能値に対する当該デバイスの処理性能値である性能比率として算出し、算出した前記性能比率に応じて前記性能が異なるデバイスへの負荷分散割合を決定する負荷分散割合決定処理を実行する負荷分散割合決定部と、決定した前記負荷分散割合に従い、前記サーバが有するデバイスにプロセスの処理を振り分ける負荷分散実行部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、デバイスの負荷分散において、処理性能の低いデバイスで処理されるプロセスの性能劣化を発生させず、同時に、処理性能の高いデバイスの処理能力を使い切ってリソース利用効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本実施形態に係る負荷分散装置を含む負荷分散システムの全体構成を示す図である。

[図2]処理性能値に影響を与える各機能について説明するための図である。

[図3]本実施形態に係る負荷分散システムが実行する処理の流れを示すフローチャートである。

[図4]第2実施形態に係る負荷分散システムの全体構成を示す図である。

[図5]第2実施形態に係る負荷分散システムが実行する処理の流れを示すフローチャートである。

[図6]本実施形態に係る負荷分散装置の機能を実現するコンピュータの一例を示すハードウェア構成図である。

発明を実施するための形態

[0010] 次に、本発明を実施するための形態（以下、「本実施形態」と称する。）について説明する。

[0011] [第1実施形態]

本実施形態に係る負荷分散システム（第1実施形態に係る負荷分散システム）は、上記した、低性能のコアの処理上限に律速されたリソース利用効率の低下という課題を解決するため、デバイス（CPUコア）の処理能力に応じて、そのデバイス上で動作するプロセスへの負荷割当量を増減する。具体的には、本負荷分散システムでは、各デバイスの処理性能値に関する情報を収集し、そのデータを基に負荷分散割合（振り分け比率）を決定して、振り分けを実行する。このようにすることで、各デバイス（CPUコア）の性能に応じた適切な比率でタスクが割り当てられるため、処理性能の低いデバイスで処理されるプロセスの性能劣化が発生せず、同時にリソース利用効率を向上できる。

[0012] まず、本実施形態の構成および効果を説明する上での前提について記載する。

（1）プロセス（若しくは、VM（Virtual Machine）、コンテナ等）へのコア割当数を、スケールアウト／イン、スケールアップ／ダウン等により増減可能なアプリケーションを制御対象とすること。

（2）サーバに搭載されたデバイス（CPUコア）に、一時的若しくは普遍的な処理性能差が存在すること。

（3）例えば、Linux kernel タスクスケジューラ、Kubernetes Service（「Kubernetes」は登録商標）によるPodへのロードバランサ等の既存技術では、各CPUコア処理能力を意識せず均等に負荷分散していること。

上記（1）～（3）を前提として以下説明する。なお、以下の実施形態の説明においては、主としてデバイスをCPU（CPUコア）として説明するが、本実施形態におけるデバイスはCPU（CPUコア）に限定されず、例えば、GPU（Graphics Processing Unit）、FPGA（Field Programmable Gate Array）、XPU等のアクセラレータにも適用可能である。

[0013] 図1は、本実施形態に係る負荷分散装置1を含む負荷分散システム1000の全体構成を示す図である。

図1で示すように、負荷分散装置1は、制御対象となるデバイス（CPUコア）を搭載した各サーバ2と通信接続される。

[0014] 《サーバ》

サーバ2は、HW（hardware）としてのCPUコア上にアプリケーションが実装される。このアプリケーションは、VMやコンテナに実装されてもよい。そして、各アプリケーションに紐づけられたCPU（CPUコア）により、実行中のアプリケーション（プロセス）の命令実行の単位であるスレッドが処理される。

このサーバ2は、制御部、入出力部、記憶部（いずれも図示省略）を備えるコンピュータにより構成される。

[0015] 入出力部は、負荷分散装置1等との間の情報について入出力を行う。この入出力部は、通信回線を介して情報の送受信を行う通信インタフェースと、不図示のキーボード等の入力装置やモニタ等の出力装置との間で情報の入出力を行う入出力インタフェースとから構成される。

[0016] 記憶部は、ハードディスクやフラッシュメモリ、RAM（Random Access Memory）等により構成される。

この記憶部には、制御部の各機能を実行させるためのプログラムや、制御部の処理に必要な情報が一時的に記憶される。

[0017] 制御部は、サーバ2が実行する処理の全般を司り、処理性能収集部21と、処理実行部22とを含んで構成される。

[0018] 処理性能収集部21は、プロセスを実行する性能が異なるデバイス（ここでは、CPUコア）それぞれの処理性能値を、処理性能値に影響を与える所定の機能ごとのデータとして収集する。

処理性能値として、例えば、「スループット」や「タスク到着から処理完了までの時間（遅延）」の2種類に対し定義し、プロセスの特性やSLA（Service Level Agreement）に応じて、どちらか若しくはそれらを組み合わせ

た値（例えば、線形結合）を用いる。

[0019] 処理性能収集部 21 は、下記に示す処理性能値に影響を与える所定の機能（例えば、シブリングコア、P-State、C-State、コア種別、高温動作、省電力モード、コア共有による性能競合）に関する一部若しくはすべてのデータを収集する。

[0020] ・シブリングコア

シブリングコアは、1つのコアに対して複数のスレッドを割り当てる機能である。例えば、インテル（「Intel」：登録商標）製品に搭載される技術である、HyperThreadingによって、1つの物理コアが論理コア（表／裏）に分割される。

サーバ2がこのシブリングコアの機能を備えるときに、例えば、図2の符号201で示す例では、HyperThreadingによる論理コア（表／裏）の両方が処理を実行している場合の処理性能値と、論理コア（表／裏）の片方のみが処理を実行している場合の処理性能値を取得する。

[0021] ・P-State

P-Stateは、特定の動作周波数と動作電圧の組み合わせをCPUコアに設定しておき、動作周波数を動的に変更させる機能である。図2の符号202で示すように、CPUの動作周波数と電圧が最大の状態「P0」と、CPU周波数が例えば、800-2100（MHz）で、100（MHz）間隔で制御した場合の、あるCPU周波数での状態（P8）とにおいて、処理性能値を取得する。

[0022] ・C-State

C-Stateは、CPUのアイドル時の状態（省電力モード）を定義する機能である。C0（アクティブ状態）からCnまで定義され、nの値が大きいほど、復帰に要する時間（C0に移行する時間）が長くなる。このC0～Cnにおける復帰時間（遅延）を処理性能値として取得する。

[0023] ・コア種別

例えば、CPUコアを4つ備えるサーバのうち、2つが高性能コアであり、2つが低性能コアであるとする（図2の符号203参照）。このように、

1つのサーバ内で、処理性能が異なる2種類のCPUコアが設定される場合、搭載されているコアグループの種別毎の処理性能値を取得する。例えば、ARM（登録商標）により開発された、big.LITTLEといった複数種類のプロセッサを備える技術により実現される。

[0024] ・高温動作

通常状態での動作モードに加え、CPUコアが高温になった際に性能抑制を行い低性能モードに移行する機能である（図2の符号204参照）。通常状態、高温による性能抑制状態それぞれでの各CPUコアの処理性能値を取得する。

[0025] ・省電力モード

CPUに省電力モード（例えば、EPPやEPB）が設定される場合、その省電力モードによる処理性能値を取得する。

EPP（Energy Performance Preference）およびEPB（Intel performance and energy bias hint）は、プロセッサの電力とパフォーマンスの優先度をパラメータで設定する機能であり、電力を優先することにより省電力の設定が可能となる。

[0026] ・コア共有による性能競合

1つのCPUコアを、例えば、複数のVMやコンテナで共有すると、1つのCPUを1つのVMやコンテナで使用する場合に比べ、性能劣化が起きる。よって、1つのCPUコアが複数のプロセスで共有される場合の性能と、1つのCPUコアを1つのプロセスで占有する場合との処理性能値を取得する。

[0027] 処理性能収集部21には、予め各サーバ2の処理性能値に影響を与える要因となる所定の機能に関し、取得する情報を設定しておき、実際の処理の開始前や、所定の時間間隔で各処理性能値に関する情報を取得する。

[0028] 図1に戻り、処理実行部22は、アプリケーションのプロセスを処理する機能部であり、例えばCPUコアの性能に応じて負荷分散装置1が決定した負荷分散割合に従い、振り分けられた処理を実行する。

[0029] 《負荷分散装置》

負荷分散装置 1 は、各サーバ 2 から処理性能値に関する情報を取得し、デバイス（CPU コア）の処理能力に応じて、そのデバイス（CPU コア）上で動作するプロセスへの負荷分散割合を決定し、アプリケーションのプロセスに対して、負荷分散を実行する。

この負荷分散装置 1 は、制御部、入出力部（いずれも図示省略）、記憶部 1 4 を備えるコンピュータにより構成される。

[0030] 入出力部は、各サーバ 2 等との間の情報について入出力を行う。この入出力部は、通信回線を介して情報の送受信を行う通信インタフェースと、不図示のキーボード等の入力装置やモニタ等の出力装置との間で情報の入出力を行う入出力インタフェースとから構成される。

[0031] 記憶部 1 4 は、ハードディスクやフラッシュメモリ、RAM（Random Access Memory）等により構成される。

この記憶部 1 4 には、各サーバ 2 から取得した処理性能値に関する情報や、制御部の各機能を実行させるためのプログラム（負荷分散プログラム）が記憶されるとともに、制御部の処理に必要な情報が一時的に記憶される。

[0032] 制御部は、負荷分散装置 1 が実行する処理の全般を司り、データ集約部 1 1 と、負荷分散割合決定部 1 2 と、負荷分散実行部 1 3 とを含んで構成される。

[0033] データ集約部 1 1 は、各サーバ 2 から、性能が異なるデバイス（CPU コア）の処理性能値を取得して、処理性能値に影響を与える所定の機能ごとに記憶部 1 4 に記憶する。

また、データ集約部 1 1 は、各サーバ 2 から取得した CPU コアの処理性能値を監視しており、定期的に（所定の時間間隔で）、負荷分散割合決定部 1 2 に対し、負荷分散割合の決定処理を実行させる指示情報を出力する。また、データ集約部 1 1 は、CPU コアの処理性能値として動的に変化するデータについて、その所定の変化を検出した場合に、負荷分散割合決定部 1 2 に対し、負荷分散割合の決定処理を実行させる指示情報を出力する。所定の

変化を検出する場合とは、各機能における、例えば、処理性能値の再計算が必要となる設定の変更や、当該設定の変更等に伴う所定の閾値以上の処理性能値の変動があった場合である。

[0034] 負荷分散割合決定部 12 は、データ集約部 11 が集約した CPU コアの処理性能値のデータを基に、各プロセスへの負荷分散割合を算出する。

負荷分散割合決定部 12 は、CPU コアの処理性能値をスカラー値として算出し、その値を使って各プロセスへの負荷分散割合を算出する。具体的には、負荷分散割合決定部 12 は、各機能において、最も低い処理能力値を「1.0」と定義し、それに対する性能が異なるデバイス（CPU コア）の処理性能値を性能比率として算出し、算出した性能比率に応じて、性能が異なるデバイス（CPU コア）の負荷分散割合を決定する。

負荷分散割合決定部 12 は、性能が異なるデバイス（CPU コア）が所定の機能を複数有し、各機能についての処理性能値を組み合わせる際には、各機能で算出した処理性能値の性能比率を掛け算する。

なお、処理性能値は、上記したように、「スループット」と「タスク到着から処理完了までの時間（遅延）」の 2 種類に対してそれぞれ定義し、プロセスの特性や SLA に応じて、どちらか若しくはそれらを組み合わせた値を用いる。

以下、各機能における、負荷分散割合の算出手法について説明する。

[0035] ・シブリングコア

例えば、HyperThreadingによって物理コアが論理コア 2 つ（表／裏）に分割されるとする。そして、物理コア 1 つの処理能力を「1」としたとき、論理コア 2 つの処理能力が「1.4」だったと仮定する。この表／裏を利用した論理コア 1 つの処理能力は、「1.4」の半分の「0.7」とし、 $1 \div 0.7 = \text{約}1.4$ が物理コア 1 つの処理性能値となる。なお、HyperThreadingで分割された論理コアは、一般に物理コア 1 つ分未満の処理能力となることが知られている。以上より、CPU コアの処理性能値は、表／裏の片方の論理コアのみで処理を実行する場合には「1.4」とし、両方の論理コアが実行する場合には、「1.

0」とする。

[0036] ・ P-State

P-Stateで設定される動作周波数が、800-2100 (MHz) であり、100 (MHz) 間隔で制御可能であり、CPU周波数に比例して、処理能力が増減するものとする。

ここでは、最小の動作周波数800 (MHz) を「1.0」とし、100 (MHz) 高くなるごとに「0.125」増加し、最大2100 (MHz) では「2.625」とする。

また、P-StateがCPU内部若しくはLinuxカーネル内のガバナーで制御される場合、高頻度にCPU周波数が変更される。そのため、CPU周波数そのものではなく、各CPUコアに適用されたガバナー（例えば、Powersave、Performance）に対して、処理性能比を定めて処理性能値を計算してもよい。例えば、Powersaveとperformanceの処理性能比が3倍だったとして、CPU処理性能値は、それぞれ「1.0」と「3.0」とする。

[0037] ・ C-State

C-Stateの遷移の上限が、各CPUコア若しくはCPU毎に設定できるとする。そして、CPUコアが、C-Stateの状態として、C0/C1/C6の3状態をとると仮定し、それぞれの復帰時間が、0/100/1000 (μ s) とする。C0状態でのタスク処理完了時間が1 (ms) だったとすると、それぞれの処理完了想定時間は、「1 (ms) / 1.1 (ms) / 2.0 (ms)」となる。以上より、C6状態のCPUコアの処理性能値を「1.0」、C1状態の処理性能値を $2.0 \div 1.1 = 1.8$ 、C0状態の処理性能値を $2.0 \div 1 = 2.0$ とする。

[0038] ・ コア種別

例えば、高性能コア4個、低性能コア4個の計8コアで構成されるCPUを仮定する。また、P-State (CPU周波数) が固定であるとし、その処理性能差が2倍だったとする。この場合、低性能コアの処理性能値を「1.0」とし、高性能コアの処理性能値を「2.0」とする。

[0039] ・ 高温動作

通常状態での動作モードに加え、CPUが高温になった際に低性能モード

へ移行すると仮定する。このときの処理性能差が3倍だったとする。この場合、高温動作時の低性能モードの処理性能値を「1.0」とし、通常モードを「3.0」とする。

[0040] ・省電力モード

E P P 0-255、若しくはE P B 0-15が設定可能なC P Uを仮定する。このとき、0が性能最大で、数値が大きいほど低性能（かつ省電力）となる。仮に、0と最大値の処理能力差が3倍だったとする。この場合、E P P若しくはE P Bが最大のときの処理性能値を「1.0」とし、0の場合の処理性能値を「3.0」とする。その間はE P Pの場合は、 $E P P \times 3.0 \div 256$ 、E P Bの場合は、 $E P B \times 3.0 \div 16$ として計算する。

[0041] ・コア共有による性能競合

例えば、1つのC P Uコアを、2つのV Mで共有する場合において、1つのC P Uコアが2つのプロセスで共有される場合の処理性能値を「1.0」とし、1つのC P Uコアを1つのプロセスで占有する場合の処理性能値を「1.4」とする。

[0042] 負荷分散割合決定部12は、各機能におけるデバイス（C P Uコア）の性能比率を算出する。負荷分散割合決定部12が複数の機能での処理性能値を組み合わせる際には、各機能において算出した処理性能値の性能比率を掛け算する。なお、複数の処理性能値に基づく性能比率の掛け算によって比率差が所定の閾値よりも大きくなる場合、具体的には、複数の機能の処理性能値の性能比率を掛け算することによって、1つのC P Uコアと他のC P Uコアの振り分け比率の差が、例えば1 : 15のように大きくなるような場合には、所定の閾値を例えば10に設定しておき、性能比率の差が10を超えた場合は、すべて1 : 10に負荷分散割合を設定するようにしてもよい。また、算出された差の大きさに応じた係数をかけて補正するようにしてもよい。

[0043] また、負荷分散割合決定部12は、複数の機能の処理性能値を組み合わせる際には、その組み合わせる機能に応じて、各機能に係数を設定しておき、各機能の処理性能値の性能比率に係数をかけて補正した上で、複数の機能を

掛け合わせるようにしてもよい。特に、P-Stateと省電力モードのように、動作実体がCPU周波数の制御のように、共通する機能を組み合わせる場合には、複数の機能の組み合わせた場合の過度な影響を考慮し、必要に応じて各機能の処理性能値を補正してもよい。

[0044] 負荷分散実行部13は、アプリケーションのプロセスに対して、負荷分散割合決定部12が決定した負荷分散割合に従い負荷分散してサーバ2の処理実行部22に処理を実行させる。

[0045] <処理の流れ>

次に、本実施形態に係る負荷分散システム1000が実行する処理の流れについて説明する。

図3は、本実施形態に係る負荷分散システム1000が実行する処理の流れを示すフローチャートである。

[0046] まず、サーバ2の処理性能収集部21は、デバイス（CPUコア）の各機能に関する処理性能値を収集する（ステップS1）。

具体的には、処理性能収集部21は、処理性能値に影響を与える各機能（例えば、シブリングコア、P-State、C-State、コア種別、高温動作、省電力モード、コア共有による性能競合）に関する一部若しくはすべてのデータ（処理性能値）を収集する。処理性能収集部21がどの機能の処理性能値に関するデータを取得するかは、予め設定しておく。

[0047] なお、処理性能収集部21が収集するデータは、「スループット」や「タスク到着から処理完了までの時間（遅延）」のデータであり、プロセスの特性やSLAに応じてどちらか若しくはそれらを組み合わせた値を処理性能値のデータとして収集する。処理性能収集部21は、収集した処理性能値のデータを、負荷分散装置1へ送信する。

[0048] 続いて、負荷分散装置1のデータ集約部11は、各サーバ2から取得したCPUコアの処理性能値のデータを集約して記憶部14に記憶する（ステップS2）。なお、データ集約部11は、処理性能値に影響を与える機能ごとにデータを保存する。

[0049] 次に、負荷分散装置 1 の負荷分散割合決定部 12 は、データ集約部 11 が集約した CPU コアの処理性能値のデータを基に、所定の機能における性能が異なるデバイス（CPU コア）の性能比率を算出し、算出した性能比率に応じて、各プロセスへの負荷分散割合を決定する（ステップ S3）。

具体的には、負荷分散割合決定部 12 は、各機能で最も低い処理性能値を 1.0 として定義し、それに対する各処理性能値の比（性能比率：スカラ値）を算出し、その値を使ってタスクの振り分け比率（負荷分散割合）を算出する。

例えば、CPU コア 0 番の処理性能値を「1.0」とし、CPU コア 1 番の処理性能値が「1.5」だった場合、振り分け比率（負荷分散割合）を、1.0 : 1.5 とする。

[0050] そして、負荷分散装置 1 の負荷分散実行部 13 は、アプリケーションのプロセスに対して、負荷分散割合決定部 12 が決定した負荷分散割合に従い、各サーバ 2 の処理実行部 22 に、その負荷分散割合（タスクの振り分け比率）での振り分けを設定して実行させる（ステップ S4）。

[0051] 次に、負荷分散装置 1 のデータ集約部 11 は、処理性能値における所定の変化を検知したか、または、所定の時間が経過したか否かを判定する（ステップ S5）。そして、データ集約部 11 が、処理性能値において所定の変化を検知した場合や所定の時間が経過した場合には（ステップ S5 → Yes）、ステップ S1 に戻り処理を続ける。また、データ集約部 11 が、所定の変化を検知しない場合や、所定の時間が経過していない場合は（ステップ S5 → No）、処理を終了する。

なお、負荷分散装置 1 は、ステップ S1 ～ S5 の処理を、所定の時間間隔で再実行することにより、動的に負荷分散割合を更新する。これにより、負荷分散装置 1 は、一時的な処理能力の変化に追従して、常に最適な負荷分散割合でのタスク振り分けを実現することができる。

[0052] [第 2 本実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態に係る負荷分散システムについて説明する。

図4は、第2実施形態に係る負荷分散システム1000Aの全体構成を示す図である。

図1で示した本実施形態に係る負荷分散システム1000と異なる点は、各サーバ2がメトリクス収集部23を備えることと、負荷分散装置1のデータ集約部11（図1）が、データ集約部11Aになったことである。

[0053] 第2実施形態に係る負荷分散システム1000Aは、プロセスの性質によっては、CPUコアの処理性能がアプリケーションの性能に無関係である場合もあることに着目した処理を行う。そのようなプロセスに対し負荷分散制御を行ってしまうと、意図しないボトルネックによる性能劣化が発生する場合が想定され得るからである。例えば、データのメモリ転送にボトルネックがある場合において、そのプロセスに対し振り分け量を増やすように負荷分散制御を行ってしまうと、CPUコアの処理性能とは無関係に性能劣化が発生する可能性がある。よって、各種メトリクス（例えば、リソース使用率）を収集し、そのプロセスを制御対象とするか否かを判断する機能を追加する。

[0054] 各サーバ2は、メトリクス収集部23を備える。メトリクス収集部23は、負荷分散するプロセスや、想定されるボトルネックに応じて予め設定されたメトリクス（例えば、リソース使用率）を収集する。そして、メトリクス収集部23は、収集したメトリクスを、負荷分散装置1に送信する。

[0055] 負荷分散装置1のデータ集約部11Aは、サーバ2のメトリクス収集部23から予め設定されたメトリクスの情報を取得し、所定のロジックに基づき、プロセスを制御対象とするか否かを判定する。

データ集約部11Aは、収集したメトリクスに基づき、負荷分散制御を行っても、CPUコアの処理性能に依存しないアプリケーションのプロセスは、制御対象から外す。

例えば、データのメモリ転送にボトルネックを想定する場合においては、たとえそのCPUコアへのタスク振り分け量を増やしたとしても、リソース使用率（CPU使用率）は上昇しない。このような場合には、タスク振り分

け量を増やす必要はないため、そのアプリケーションのプロセスを制御対象から外すようにする。このときの所定のロジックは、タスク振り分け量の増加した場合に、リソース使用率（CPU使用率）が追従して増加しない場合には、制御対象から外すというロジックとなる。データ集約部11Aには、メトリクスに対応した所定のロジックが予め設定される。

[0056] <処理の流れ>

図5は、第2実施形態に係る負荷分散システム1000Aが実行する処理の流れを示すフローチャートである。図3で示す本実施形態に係る負荷分散システム1000の処理を同じ処理については、同一のステップ番号を付し説明を省略する。

[0057] ステップS10において、各サーバ2のメトリクス収集部23は、予め設定されたメトリクス（例えば、リソース使用率）を収集し、負荷分散装置1に送信する。そして、負荷分散装置1のデータ集約部11Aは、収集したメトリクスに基づき、アプリケーションのプロセスを制御対象とするか否かを判定する。

ここで、そのアプリケーションのプロセスを制御対象とすると判定した場合には（ステップS10→Yes）、次のステップS1へ進み、ステップS1以降の処理を続ける。一方、そのアプリケーションのプロセスを制御対象としないと判定した場合には（ステップS10→No）、負荷分散制御を行わず、処理を終了する。

[0058] このようにすることで、第2本実施形態に係る負荷分散システム1000Aは、CPUコアの処理性能差が発生してもアプリケーションの性能に影響しないプロセスに対する不要な制御を抑制することができる。

[0059] [本実施形態の変形例]

以下、本実施形態に係る負荷分散システム1000の変形例について説明する。

本実施形態に係る負荷分散システム1000では、負荷分散装置1が「データ集約部」と「負荷分散割合決定部」とを備えるものとして説明した。し

かしながら、「データ集約部」および「負荷分散割合決定部」を、例えば、ロードバランサやタスクスケジューラが備えるようにしてもよい。

[0060] <変形例 1>

変形例 1 に係る負荷分散システムでは、ロードバランサに「データ集約部」と「負荷分散割合決定部」の機能を持たせる。ただし、「データ集約部」と「負荷分散割合決定部」とがロードバランサの外部に実装され、ロードバランサと協調動作するようにしてもよい。また、ロードバランサは、Kubernetesにおけるサービスメッシュのような論理的な振り分け機能部でもよい。なお、変形例 1 においては、ロードバランサが負荷分散装置として機能する。

[0061] 変形例 1 に係る負荷分散システムでは、「負荷分散割合決定部」は、ロードバランサに一般に具備される重み付きリクエスト振り分け機能を利用する。

なお、「処理性能収集部」および「処理実行部」は、サーバ 2 において実行され、「処理実行部」の実体となるプロセスは、サーバ 2 の OS 上で直接動作するプロセス（ベアメタルプロセス）でもよいし、VM やコンテナでもよい。

[0062] <変形例 2>

変形例 2 に係る負荷分散システムでは、OS のタスクスケジューラに「データ集約部」と「負荷分散割合決定部」の機能を持たせる。ただし、「データ集約部」と「負荷分散割合決定部」とがタスクスケジューラの外部に実装され、タスクスケジューラと協調動作するようにしてもよい。なお、変形例 2 においては、タスクスケジューラが負荷分散装置として機能する。

[0063] 「負荷分散実行部」は、OS のタスクスケジューラそのもので、CPU コアの処理性能値に応じた比率となるように、各 CPU コアへプロセス実行の指示を行う。

なお、「処理性能収集部」および「処理実行部」は、サーバ 2 において実行され、「処理実行部」の実体となるプロセスは、サーバ 2 の OS 上で直接動作するプロセス（ベアメタルプロセス）でもよいし、VM やコンテナでも

よい。

[0064] <変形例 3>

ロードバランサ若しくはタスクスケジューラ、若しくはその両方が動作するシステムに、コア割り当て機能を新たに追加してもよい。このコア割り当て機能は、「処理性能収集部」および「処理実行部」を有するサーバ2で動作してもよいし、外部に実装され、ロードバランサ若しくはスケジューラ若しくはサーバ2と協調動作するものでもよい。なお、変形例3においては、コア割り当て機能が負荷分散装置として機能する。

[0065] この場合、コア割り当て機能が、「データ集約部」と「負荷分散割合決定部」と「負荷分散実行部」とを実行する。コア割り当て機能は、CPUコアの処理性能値の比率に応じた負荷量となるように、サーバ2で動作するプロセス群を、tasksetないしcgroupsなどの機能を用いて各CPUコアに割り当てる。

「処理実行部」の実体となるプロセスは、サーバ2のOS上で直接動作するプロセス（ベアメタルプロセス）でもよいし、VM（仮想マシン）やコンテナでもよい。

[0066] その他の変形例を説明する。本実施形態における負荷分散システム1000等においては、デバイスとしてCPUコアを前提に説明を行った。しかしながら、本実施形態のデバイスは、CPUコアに限定されず、GPUやFPGA等にも適用可能である。その場合、「CPUコアの処理性能値」を、「GPU、FPGA等の処理性能値」に読み替えて処理を実行する。

GPUやFPGAには、P-State（クロック周波数）を制御する機能が存在するため、このP-Stateによる処理性能値の差に基づき、負荷分散制御を行うことができる。

[0067] <ハードウェア構成>

本実施形態に係る負荷分散装置1は、例えば図6で示すような構成のコンピュータ900によって実現される。

図6は、本実施形態に係る負荷分散装置1の機能を実現するコンピュータ

９００の一例を示すハードウェア構成図である。コンピュータ９００は、ＣＰＵ９０１、ＲＯＭ（Read Only Memory）９０２、ＲＡＭ９０３、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）９０４、入出力Ｉ／Ｆ（Interface）９０５、通信Ｉ／Ｆ９０６およびメディアＩ／Ｆ９０７を有する。

[0068] ＣＰＵ９０１は、ＲＯＭ９０２またはＨＤＤ９０４に記憶されたプログラム（負荷分散プログラム）に基づき作動し、制御部（データ集約部、負荷分散割合決定部、負荷分散実行部）による制御を行う。ＲＯＭ９０２は、コンピュータ９００の起動時にＣＰＵ９０１により実行されるブートプログラムや、コンピュータ９００のハードウェアに係るプログラム等を記憶する。

[0069] ＣＰＵ９０１は、入出力Ｉ／Ｆ９０５を介して、マウスやキーボード等の入力装置９１０、および、ディスプレイやプリンタ等の出力装置９１１を制御する。ＣＰＵ９０１は、入出力Ｉ／Ｆ９０５を介して、入力装置９１０からデータを取得するとともに、生成したデータを出力装置９１１へ出力する。なお、プロセッサとしてＣＰＵ９０１とともに、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）等を用いてもよい。

[0070] ＨＤＤ９０４は、ＣＰＵ９０１により実行されるプログラムおよび当該プログラムによって使用されるデータ等を記憶する。通信Ｉ／Ｆ９０６は、通信網（例えば、ＮＷ（Network）９２０）を介して他の装置からデータを受信してＣＰＵ９０１へ出力し、また、ＣＰＵ９０１が生成したデータを、通信網を介して他の装置へ送信する。

[0071] メディアＩ／Ｆ９０７は、記録媒体９１２に格納されたプログラム（負荷分散プログラム）またはデータを読み取り、ＲＡＭ９０３を介してＣＰＵ９０１へ出力する。ＣＰＵ９０１は、目的の処理に係るプログラムを、メディアＩ／Ｆ９０７を介して記録媒体９１２からＲＡＭ９０３上にロードし、ロードしたプログラムを実行する。記録媒体９１２は、ＤＶＤ（Digital Versatile Disc）、ＰＤ（Phase change rewritable Disk）等の光学記録媒体、ＭＯ（Magneto Optical disk）等の光磁気記録媒体、磁気記録媒体、半導体メモリ等である。

[0072] 例えば、コンピュータ900が本発明の負荷分散装置1として機能する場合、コンピュータ900のCPU901は、RAM903上にロードされた負荷分散プログラムを実行することにより、負荷分散装置1の機能を実現する。また、HDD904には、RAM903内のデータが記憶される。CPU901は、目的の処理に係るプログラムを記録媒体912から読み取って実行する。この他、CPU901は、他の装置から通信網(NW920)を介して目的の処理に係るプログラムを読み込んでもよい。

[0073] <効果>

以下、本発明に係る負荷分散システム等の効果について説明する。

本発明に係る負荷分散システムは、プロセスを処理するデバイスを有するサーバ2と、サーバ2上で動作する複数のプロセスへの負荷分散を行う負荷分散装置1とを備える負荷分散システム1000であって、サーバ2は、プロセスを実行する性能が異なるデバイスそれぞれの処理性能値を、処理性能値に影響を与える所定の機能ごとのデータとして収集する処理性能収集部21と、負荷分散装置1が算出した負荷分散割合に従い、プロセスの処理を実行する処理実行部22とを備え、負荷分散装置1は、サーバ2から、性能が異なるデバイスの処理性能値を取得して、処理性能値に影響を与える所定の機能ごとに記憶部14に記憶するデータ集約部11と、性能が異なるデバイスの処理性能値を、所定の機能における最も低い処理性能値に対する当該デバイスの処理性能値である性能比率として算出し、算出した性能比率に応じて性能が異なるデバイスへの負荷分散割合を決定する負荷分散割合決定処理を実行する負荷分散割合決定部12と、決定した負荷分散割合に従い、サーバ2が有するデバイスにプロセスの処理を振り分ける負荷分散実行部13と、を備えることを特徴とする。

[0074] このようにすることにより、負荷分散システム1000は、各デバイスの性能に応じた適切な比率で負荷分散を行うことができるため、処理性能の低いデバイスで処理されるプロセスの性能劣化を発生させず、同時に、処理性能の高いデバイスの処理能力を使い切ってリソース利用効率を向上させるこ

とができる。

[0075] また、負荷分散システム１０００において、データ集約部１１は、所定の機能ごとの、性能が異なるデバイスの処理性能値を監視しており、所定の変化を検知した場合、および、所定の時間間隔ごとに、負荷分散割合決定部１２に対し、負荷分散割合決定処理を実行するように指示すること、を特徴とする。

[0076] このようにすることにより、負荷分散システム１０００は、各デバイスの一時的な処理能力の変化に追従して、適切な比率で負荷分散を行うことが可能となる。

[0077] また、負荷分散システム１０００において、負荷分散割合決定部１２は、プロセスを処理する性能の異なるデバイスが、処理性能値に影響を与える所定の機能を複数有する場合に、各機能において算出された性能比率を掛け合わせることで、負荷分散割合を決定すること、を特徴とする。

[0078] このようにすることにより、負荷分散システム１０００は、プロセスを処理する性能の異なるデバイスが、所定の機能を複数有する場合であっても、複数の機能に対応した適切な比率で負荷分散を行うことが可能となる。

[0079] また、負荷分散システム１０００Ａにおいて、サーバ２は、プロセスを負荷分散の制御対象にするか否かの指標となるメトリクスを収集するメトリクス収集部２３をさらに備え、負荷分散装置１のデータ集約部１１Ａは、メトリクスの情報を取得し、所定のロジックに基づき、プロセスを負荷分散の制御対象にするか否かを判定すること、を特徴とする。

[0080] このようにすることにより、負荷分散システム１０００Ａは、ＣＰＵコアの処理性能差が発生してもアプリケーションの性能に影響しないプロセスに対する不要な制御を抑制することができる。

[0081] なお、本発明は、以上説明した実施形態に限定されるものではなく、多くの変形が本発明の技術的思想内で当分野において通常の知識を有する者により可能である。

符号の説明

- [0082] 1 負荷分散装置
- 2 サーバ
- 1 1, 1 1 A データ集約部
- 1 2 負荷分散割合決定部
- 1 3 負荷分散実行部
- 1 4 記憶部
- 2 1 処理性能収集部
- 2 2 処理実行部
- 2 3 メトリクス収集部
- 1 0 0 0, 1 0 0 0 A 負荷分散システム

請求の範囲

- [請求項1] プロセスを処理するデバイスを有するサーバと、前記サーバ上で動作する複数のプロセスへの負荷分散を行う負荷分散装置とを備える負荷分散システムであって、
- 前記サーバは、
- 前記プロセスを実行する性能が異なるデバイスそれぞれの処理性能値を、前記処理性能値に影響を与える所定の機能ごとのデータとして収集する処理性能収集部と、
- 前記負荷分散装置が算出した負荷分散割合に従い、前記プロセスの処理を実行する処理実行部とを備え、
- 前記負荷分散装置は、
- 前記サーバから、前記性能が異なるデバイスの処理性能値を取得して、前記処理性能値に影響を与える所定の機能ごとに記憶部に記憶するデータ集約部と、
- 前記性能が異なるデバイスの処理性能値を、前記所定の機能における最も低い処理性能値に対する当該デバイスの処理性能値である性能比率として算出し、算出した前記性能比率に応じて前記性能が異なるデバイスへの負荷分散割合を決定する負荷分散割合決定処理を実行する負荷分散割合決定部と、
- 決定した前記負荷分散割合に従い、前記サーバが有するデバイスにプロセスの処理を振り分ける負荷分散実行部と、を備える
- ことを特徴とする負荷分散システム。
- [請求項2] 前記データ集約部は、前記所定の機能ごとの、前記性能が異なるデバイスの処理性能値を監視しており、所定の変化を検知した場合、および、所定の時間間隔ごとに、前記負荷分散割合決定部に対し、前記負荷分散割合決定処理を実行するように指示すること、
- を特徴とする請求項1に記載の負荷分散システム。
- [請求項3] 前記負荷分散割合決定部は、前記プロセスを処理する性能の異なる

デバイスが、前記処理性能値に影響を与える所定の機能を複数有する場合に、各機能において算出された性能比率を掛け合わせることで、前記負荷分散割合を決定すること、

を特徴とする請求項1に記載の負荷分散システム。

[請求項4] 前記サーバは、前記プロセスを負荷分散の制御対象にするか否かの指標となるメトリクスを収集するメトリクス収集部をさらに備え、

前記負荷分散装置の前記データ集約部は、前記メトリクスの情報を取得し、所定のロジックに基づき、前記プロセスを負荷分散の制御対象にするか否かを判定すること、

を特徴とする請求項1に記載の負荷分散システム。

[請求項5] プロセスを処理するデバイスを有するサーバと、前記サーバ上で動作する複数のプロセスへの負荷分散を行う負荷分散装置とを備える負荷分散システムの負荷分散方法であって、

前記サーバは、

前記プロセスを実行する性能が異なるデバイスそれぞれの処理性能値を、前記処理性能値に影響を与える所定の機能ごとのデータとして収集するステップを実行し、

前記負荷分散装置は、

前記サーバから、前記性能が異なるデバイスの処理性能値を取得して、前記処理性能値に影響を与える所定の機能ごとに記憶部に記憶するステップを実行し、

前記性能が異なるデバイスの処理性能値を、前記所定の機能における最も低い処理性能値に対する当該デバイスの処理性能値である性能比率として算出し、算出した前記性能比率に応じて前記性能が異なるデバイスへの負荷分散割合を決定する負荷分散割合決定処理を実行するステップと、

決定した前記負荷分散割合に従い、前記サーバが有するデバイスにプロセスの処理を振り分けるステップと、を実行し、

前記サーバは、

前記負荷分散装置が算出した負荷分散割合に従い、前記プロセスを処理するステップを実行する、

ことを特徴とする負荷分散方法。

[請求項6]

デバイス上で動作する複数のプロセスへの負荷分散を行う負荷分散装置であって、

前記プロセスを実行する性能が異なるデバイスそれぞれの処理性能値を取得して、前記処理性能値に影響を与える所定の機能ごとに記憶部に記憶するデータ集約部と、

前記性能が異なるデバイスの処理性能値を、前記所定の機能における最も低い処理性能値に対する当該デバイスの処理性能値である性能比率として算出し、算出した前記性能比率に応じて前記性能が異なるデバイスへの負荷分散割合を決定する負荷分散割合決定処理を実行する負荷分散割合決定部と、

決定した前記負荷分散割合に従い、前記性能が異なるデバイスにプロセスの処理を振り分ける負荷分散実行部と、

を備えることを特徴とする負荷分散装置。

[請求項7]

デバイス上で動作する複数のプロセスへの負荷分散を行う負荷分散装置の負荷分散方法であって、

前記負荷分散装置は、

プロセスを実行する性能が異なるデバイスそれぞれの処理性能値を取得して、前記処理性能値に影響を与える所定の機能ごとに記憶部に記憶するステップと、

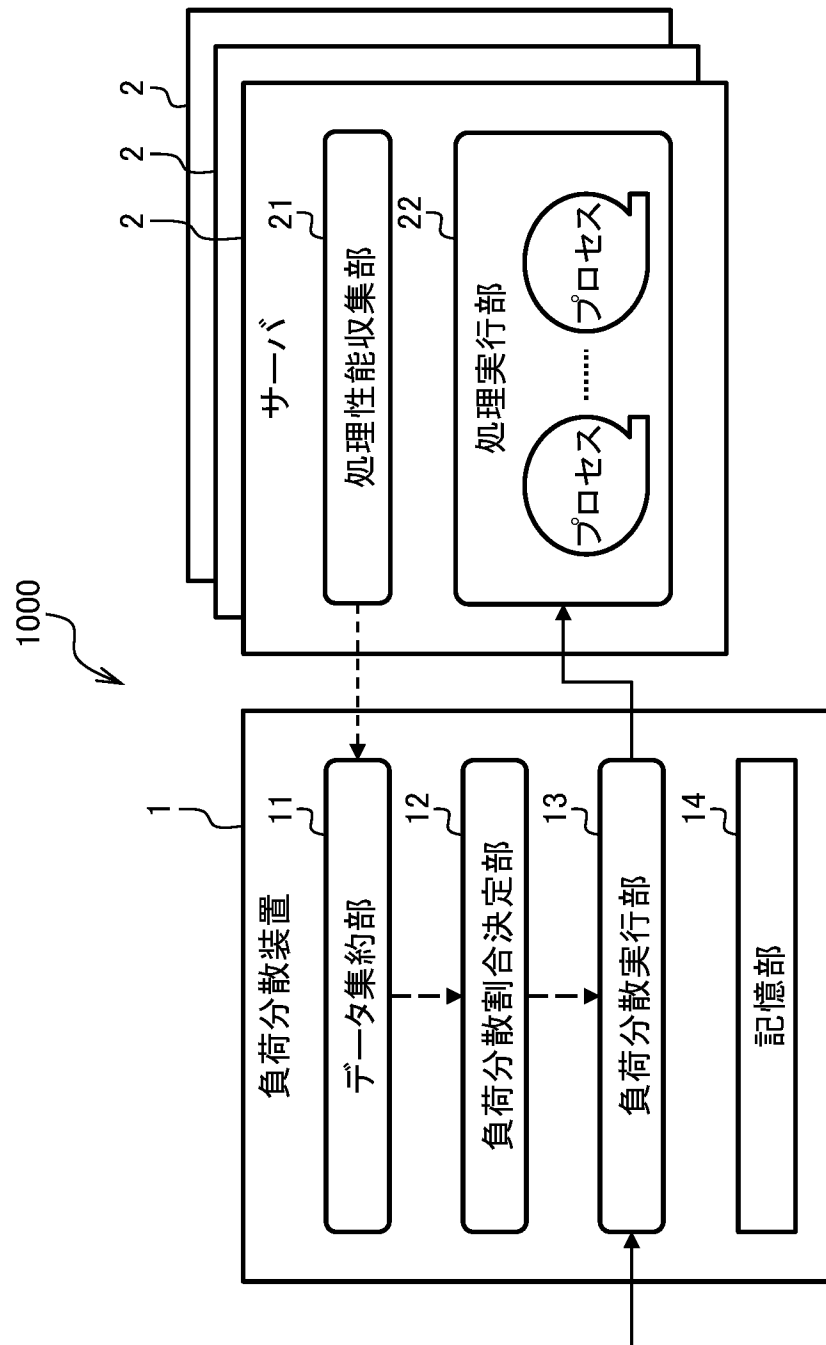
前記性能が異なるデバイスの処理性能値を、前記所定の機能における最も低い処理性能値に対する当該デバイスの処理性能値である性能比率として算出し、算出した前記性能比率に応じて前記性能が異なるデバイスへの負荷分散割合を決定する負荷分散割合決定処理を実行するステップと、

決定した前記負荷分散割合に従い、前記性能が異なるデバイスにプロセスの処理を振り分けるステップと、

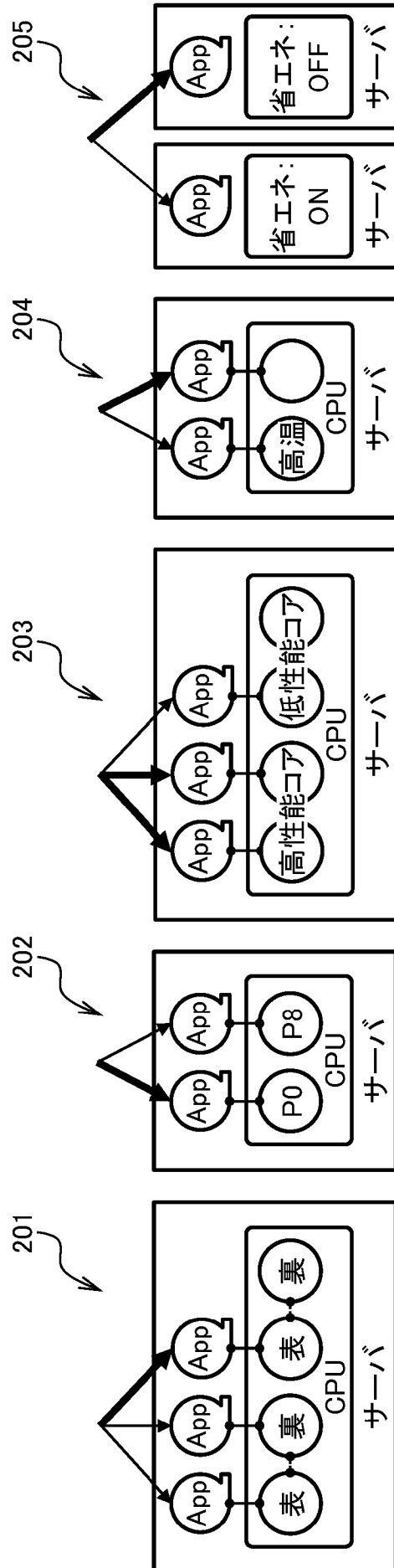
を実行することを特徴とする負荷分散方法。

[請求項8] 負荷分散装置としてのコンピュータに、請求項7に記載の負荷分散方法を実行させるための負荷分散プログラム。

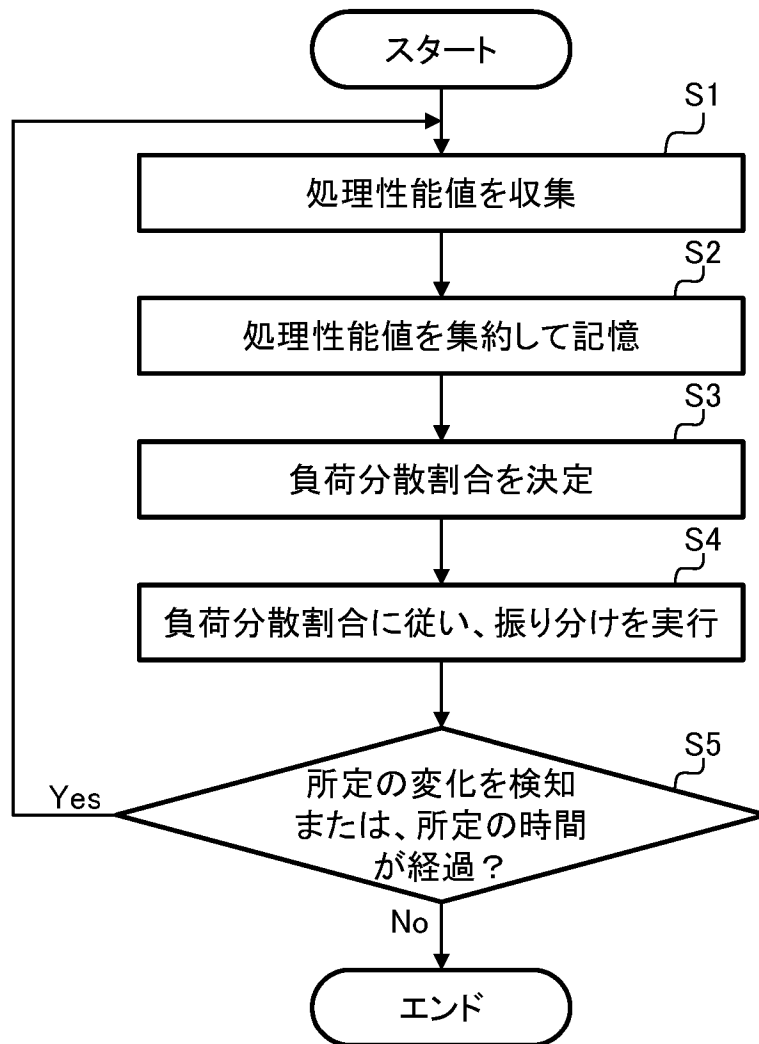
[図1]



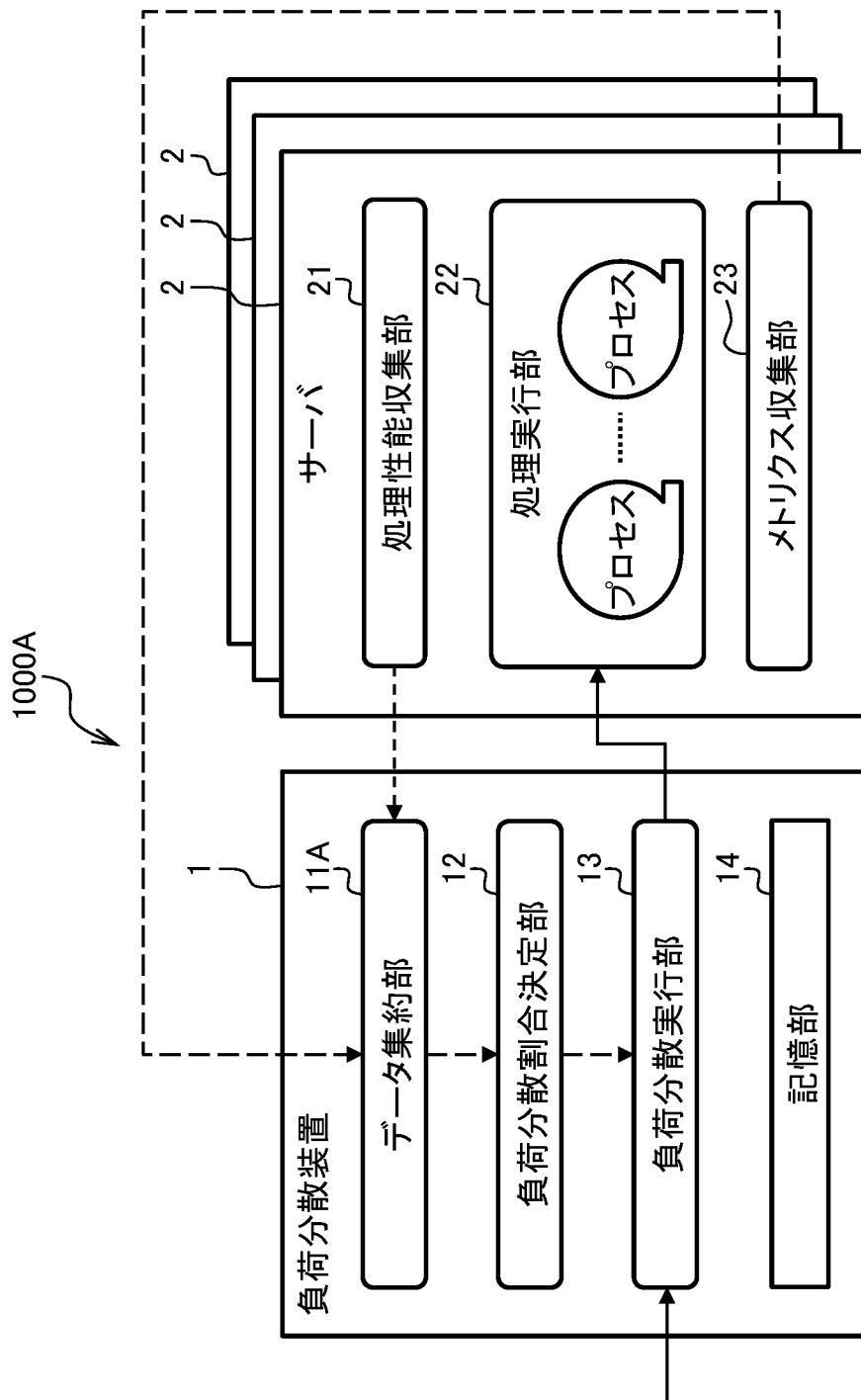
[図2]



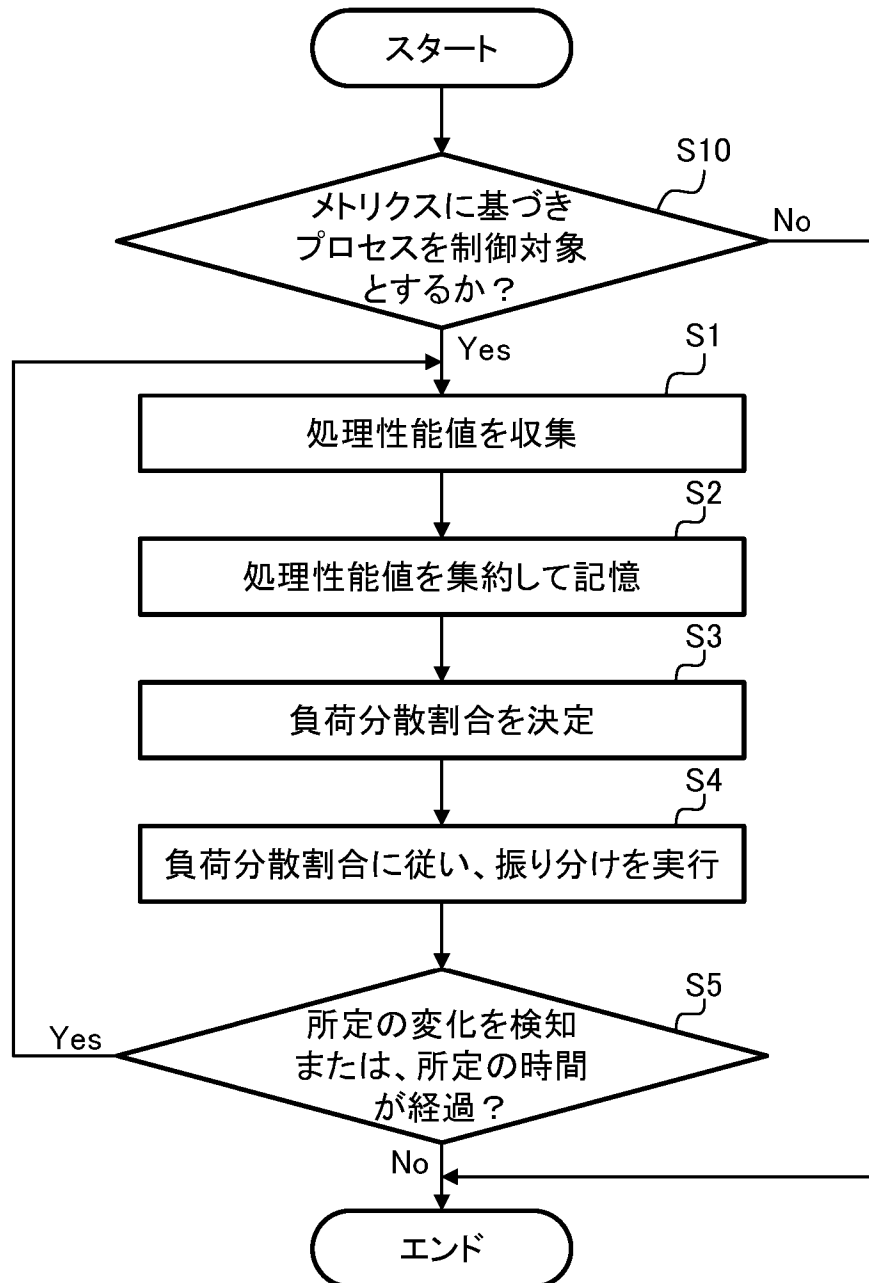
[図3]



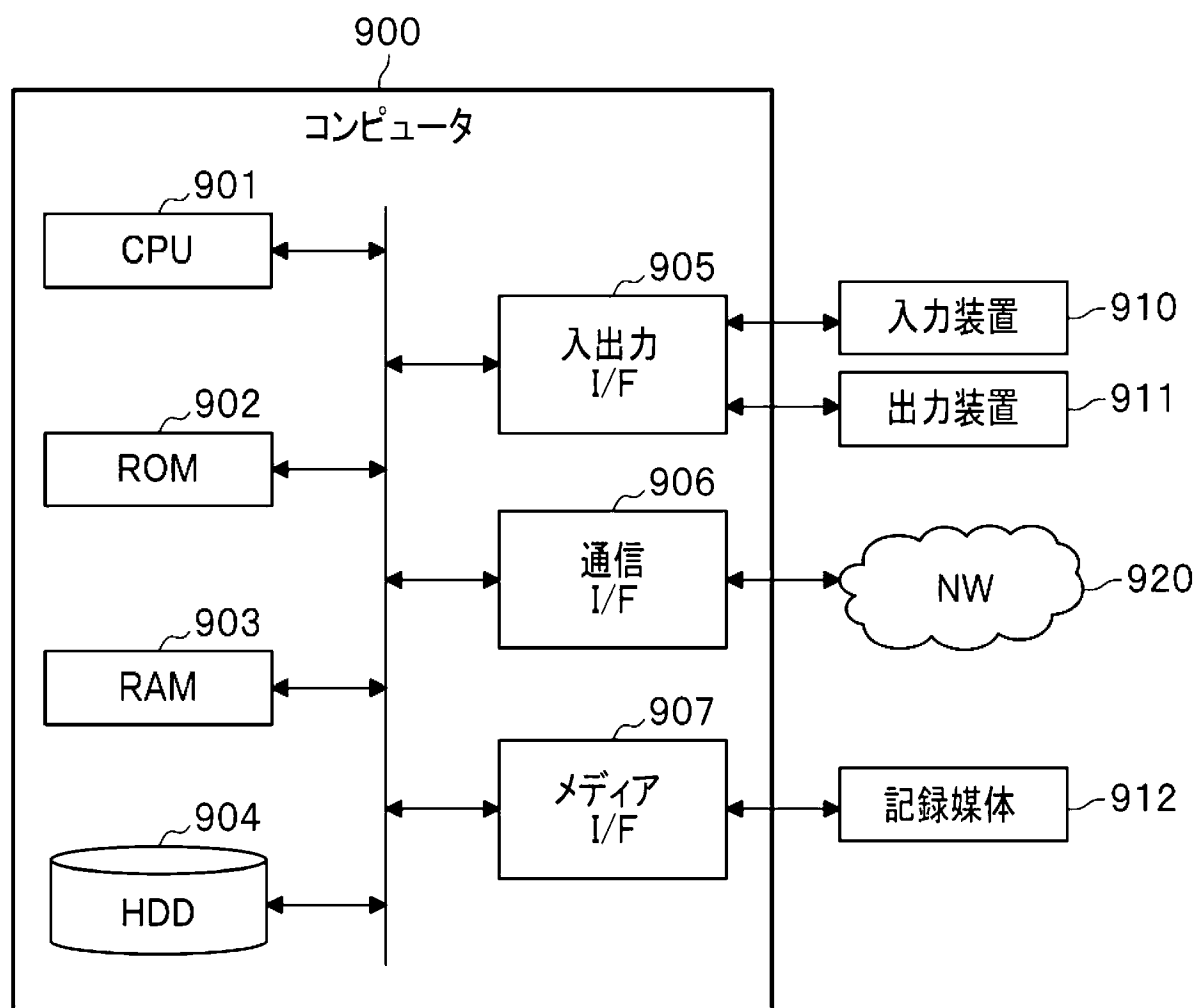
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/029914

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06F 9/50**(2006.01)i

FI: G06F9/50 150A

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F9/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2023/084777 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 19 May 2023 (2023-05-19) entire text, all drawings	1-8
A	片山 穰 (KATAYAMA, Minoru), 分散システムにおける負荷分散方式の検討 (A Study of Constructing Distributed Real-time Systems), 電子情報通信学会技術研究報告 (IEICE Technical Report), vol. 98, no. 84, S S E 9 8 - 3 3 ~ 4 1 交換システム, 29 May 1998, 1-8, 3,4頁「3. DONAにおける負荷分散への要求」, non-official translation (SSE98-33 - 41 Switching Systems; pages 3, 4 "3. Requirements for Load Balancing in DONA")	1-8
A	園田 潤, ヘテロP C クラスタにおけるF D T D 並列計算の自動最適負荷分散, 電子情報通信学会論文誌B (IEICE Transactions B), vol. J87-B, no. 5, 01 May 2004, 760-764, URL=https://search.ieice.org/bin/pdf_link.php?category=B&lang=J&year=2004&fname=j87-b_5_760&abst=, ISSN: 1344-4697, non-official translation (SONODA, Jun, Automatic Optimal Load Balancing for FDTD Parallel Computation on Heterogeneous PC Clusters) entire text, all drawings	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 September 2023

Date of mailing of the international search report

17 October 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/029914

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2023/084777	A1	19 May 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 9/50(2006.01)i FI: G06F9/50 150A										
B. 調査を行った分野										
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06F9/50										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	WO 2023/084777 A1（日本電信電話株式会社）19.05.2023（2023 - 05 - 19） 全文、全図	1-8								
A	片山 穰 Minoru KATAYAMA, 分散システムにおける負荷分散方式の検討 A Study of Constructing Distributed Real-time Systems, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 98 No. 84 IEICE Technical Report SSE98-33~41 交換システム, 1998.05.29, 第98巻 第84号, 1~8 3,4頁「3. DONAにおける負荷分散への要求」	1-8								
A	園田 潤, ヘテロPCクラスタにおけるFDTD並列計算の自動最適負荷分散, 電子情報通信学会論文誌B Vol. J87-B No. 5, 2004.05.01, 760-764, URL=https://search.ieice.org/bin/pdf_link.php?category=B&lang=J&year=2004&fname=j87-b_5_760&abst=, ISSN: 1344-4697 全文、全図	1-8								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 </td> <td> “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 06.09.2023	国際調査報告の発送日 17.10.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 坂東 博司 5B 4234 電話番号 03-3581-1101 内線 3545									

国際出願番号
PCT/JP2023/029914

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2023/084777 A1	19.05.2023	(ファミリーなし)	