

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5206602号
(P5206602)

(45) 発行日 平成25年6月12日(2013.6.12)

(24) 登録日 平成25年3月1日(2013.3.1)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 F 1/20 (2006.01)

G 0 6 F 1/00 3 6 0 D

F 2 4 F 11/02 (2006.01)

G 0 6 F 1/00 3 6 0 B

F 2 4 F 11/02 Z

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2009-155092 (P2009-155092)
 (22) 出願日 平成21年6月30日(2009.6.30)
 (65) 公開番号 特開2011-13747 (P2011-13747A)
 (43) 公開日 平成23年1月20日(2011.1.20)
 審査請求日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100092152
 弁理士 服部 毅巖
 (72) 発明者 若菜 伸一
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 関口 英紀
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 藤井 彰
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空調制御装置、空調制御方法及び空調制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電算機を冷却する空調装置を制御する空調制御装置において、
 前記電算機の通信量と、前記通信量が計測されてから所定の時間が経過するまでの前記電算機の温度上昇量とを対応付けた分布情報を保持する分布情報保持手段と、
 前記通信量を計測する通信量計測手段によって新たに計測された通信量に対応する温度上昇量の予測値を前記分布情報に基づいて求め、前記温度上昇量の予測値と温度計測手段によって計測された前記電算機の実際の温度とに基づいて定めた冷却量により前記空調装置への冷却制御指示を行う演算制御手段と、
 を有することを特徴とする空調制御装置。

10

【請求項 2】

前記通信量計測手段が通信量を計測してから前記所定の時間が経過するまでの間に前記温度計測手段によって計測された最高温度までの、前記通信量の計測時の温度からの上昇量を前記温度上昇量として、前記計測した通信量と対応付けて前記分布情報保持手段に保持させ、前記分布情報を更新する分布情報更新手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の空調制御装置。

【請求項 3】

前記空調装置により冷却される電算機が複数設置され、
 前記分布情報保持手段が、複数の前記電算機ごとに前記分布情報を保持し、
 前記演算制御手段が、前記温度計測手段により計測される実際の温度が最も高い電算機

20

の分布情報に基づいて求めた温度上昇量の予測値と前記実際の温度とに基づいて、前記空調装置に前記冷却制御指示を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の空調制御装置。

【請求項 4】

電算機を冷却する空調装置を制御する空調制御方法において、

分布情報保持手段が、前記電算機の通信量と、前記通信量が計測されてから所定の時間が経過するまでの前記電算機の温度上昇量とを対応付けた分布情報を保持し、

演算制御手段が、前記通信量を計測する通信量計測手段によって新たに計測された通信量に対応する温度上昇量の予測値を前記分布情報に基づいて求め、前記温度上昇量の予測値と温度計測手段によって計測された前記電算機の実際の温度とに基づいて定めた冷却量により前記空調装置への冷却制御指示を行う、

ことを特徴とする空調制御方法。

【請求項 5】

電算機を冷却する空調装置を制御する空調制御プログラムにおいて、

コンピュータを、

前記電算機の通信量と、前記通信量が計測されてから所定の時間が経過するまでの前記電算機の温度上昇量とを対応付けた分布情報を保持する分布情報保持手段、

前記通信量を計測する通信量計測手段によって新たに計測された通信量に対応する温度上昇量の予測値を前記分布情報に基づいて求め、前記温度上昇量の予測値と温度計測手段によって計測された前記電算機の実際の温度とに基づいて定めた冷却量により前記空調装置への冷却制御指示を行う演算制御手段、

として機能させることを特徴とする空調制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

電算機を冷却する空調装置を制御する空調制御装置、その空調制御方法及びその空調制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

インターネットデータセンター等の複数の電子計算機（以下、「電算機」という）が配置された室内の温度は、電算機が最大電力を消費する状態であっても、当該電算機の温度が所定の温度以下に維持されるように設定されている。また、所定の温度以下に維持することにより電算機の処理能力の低下が防止されている。

【0003】

このため、電算機の演算処理が比較的疎らに行われている場合には、当該電算機が配置された室内に対して過剰に冷却するように空調が行われていた。

近年、環境保全志向の高まりに伴い、空調のための消費電力を電算機の運転状況に応じて制御し、当該消費電力を削減する方法が計画されている。

【0004】

このような方法の例として、電算機の定常的な発熱量を予め測定し、電算機と空調装置との配置を最適にする方法、電算機の周辺温度をモニタリングし、モニタリングした温度に応じて空調装置の出力を制御する方法等が考案されている。

【0005】

現在、温度センサが利用された以下のような空調制御方法が実施されている。電算機に演算処理を行わせて演算負荷が掛ると、電算機は発熱し、当該電算機の周辺温度が上昇する。電算機の筐体に設置された温度センサが当該温度上昇を計測する。この時、送風量を増加させ、空調装置から温度を下げて送風させる。このようにして室内を冷却して、電算機の温度を低下させる。また、演算負荷が増大すると電算機が発熱量が増加することから、ジョブの実行状況とジョブの予約状況を収集し、収集情報に基づいて温度制御を行う（特許文献 1 参照）。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-321162号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、上記の電算機の温度上昇の検知に伴って、空調装置を制御して電算機を冷却させる方法では、次のような問題があった。

温度上昇を検知して空調装置から室内に送風させて所定の温度まで低下させるまでに、時間の経過を要する。この時間が経過する間にも電算機は演算処理を行っている。このため空調装置が冷却を開始してからも電算機の温度上昇は続き、一時的に閾値を超える恐れがある。温度が閾値を超えると電算機の演算性能の低下が発生するばかりではなく、電算機の消費電力が増大してしまう。

【0008】

また、一般に空調装置の管理者と電算機のジョブ管理者とは異なるため、ジョブデータの秘匿を必要とし、また、ジョブデータ量の入手も難しい。このため、ジョブの実行状況等に基づいて演算負荷を予測して温度制御を行うことは実質困難である。

【0009】

上記の点を鑑みて、電算機の温度上昇を予測して温度制御を行う空調制御装置、空調制御方法及び空調制御プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、電算機を冷却する空調装置を制御する空調制御装置、空調制御方法及び空調制御プログラムが提供される。

この空調制御装置は、前記電算機の通信量と、前記通信量が計測されてから所定の時間が経過するまでの前記電算機の温度上昇量とを対応付けた分布情報を保持する分布情報保持手段と、前記通信量を計測する通信量計測手段によって新たに計測された通信量に対応する温度上昇量の予測値を前記分布情報に基づいて求め、前記温度上昇量の予測値と温度計測手段によって計測された前記電算機の実際の温度とに基づいて定めた冷却量により前記空調装置への冷却制御指示を行う演算制御手段と、を有する。

【0011】

また、上記目的を達成するために、電算機を冷却する空調装置を制御する空調制御方法が提供される。

この空調制御方法では、分布情報保持手段が、前記電算機の通信量と、前記通信量が計測されてから所定の時間が経過するまでの前記電算機の温度上昇量とを対応付けた分布情報を保持し、演算制御手段が、前記通信量を計測する通信量計測手段によって新たに計測された通信量に対応する温度上昇量の予測値を前記分布情報に基づいて求め、前記温度上昇量の予測値と温度計測手段によって計測された前記電算機の実際の温度とに基づいて定めた冷却量により前記空調装置への冷却制御指示を行う。

【0012】

また、上記目的を達成するために、電算機を冷却する空調装置を制御する空調制御プログラムが提供される。

この空調制御プログラムでは、コンピュータを、前記電算機の通信量と、前記通信量が計測されてから所定の時間が経過するまでの前記電算機の温度上昇量とを対応付けた分布情報を保持する分布情報保持手段、前記通信量を計測する通信量計測手段によって新たに計測された通信量に対応する温度上昇量の予測値を前記分布情報に基づいて求め、前記温度上昇量の予測値と温度計測手段によって計測された前記電算機の実際の温度とに基づいて定めた冷却量により前記空調装置への冷却制御指示を行う演算制御手段、として機能させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

このような空調制御装置、空調制御方法及び空調制御プログラムでは、分布情報保持手段により、電算機の通信量と、通信量が計測されてから所定の時間が経過するまでの電算機の温度上昇量とを対応付けた分布情報が保持され、演算制御手段により、通信量を計測する通信量計測手段によって新たに計測された通信量に対応する温度上昇量の予測値を分布情報に基づいて求め、温度上昇量の予測値と温度計測手段によって計測された電算機の実際の温度とに基づいて定めた冷却量により空調装置への冷却制御指示が行われる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

上記の空調制御装置、空調制御方法及び空調制御プログラムでは電算機の温度上昇を加味した最適な温度制御ができる。この結果、電算機及び空調装置の消費電力と、電算機の演算性能の低下とを抑制できる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 実施の形態の概要を説明するための空調システムの概念図である。

【 図 2 】 実施の形態の空調システムのデータの流れを説明するための模式図である。

【 図 3 】 第 1 の実施の形態の空調システムを説明するための図である。

【 図 4 】 第 1 の実施の形態の空調制御装置のハードウェア構成を説明するための図である。

。

【 図 5 】 第 1 の実施の形態の空調制御装置の機能を説明するための図である。

20

【 図 6 】 第 1 の実施の形態の通信量温度分布の一例を説明するための図である。

【 図 7 】 電算機に関するデータの一例を説明するための図である。

【 図 8 】 第 1 の実施の形態の空調制御装置の処理手順を示すフローチャートである。

【 図 9 】 第 1 の実施の形態の空調制御装置による通信量温度分布データベースの更新の処理手順を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】 第 1 の実施の形態の空調制御装置による指示時間を算出するための処理手順を示すフローチャートである。

【 図 1 1 】 通信量に対する温度上昇量に関するデータの一例を説明するための図である。

【 図 1 2 】 第 2 の実施の形態の空調制御装置の制御方法を説明するための図である。

【 図 1 3 】 第 3 の実施の形態の空調制御装置による指示時間を算出するための処理手順を示すフローチャートである。

30

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

図 1 は実施の形態の概要を説明するための空調システムの概念図である。

空調システム 1 は、電算機 2 に対して、空調装置 3、空調制御装置 4、通信量計測手段 5 及び温度計測手段 6 を有する。

【 0 0 1 7 】

電算機 2 は、外部から受信した情報に応じて所定の処理を行う。なお、電算機 2 が受信する情報は、電算機 2 に演算を行わせるための指示情報、または演算に必要な情報であることから、電算機 2 に与えられた演算負荷量を間接的に推定することが可能である。したがって、電算機 2 に送信される情報の通信量を計測することにより電算機 2 の温度が上昇する可能性があることを予測することができる。この予測に基づいて後述する空調装置 3 を先行制御することにより、空調装置 3 の最適制御による消費電力の節減と電算機 2 の一時的な温度上昇に起因する演算性能の低下対策との両立が可能となる。

40

【 0 0 1 8 】

空調装置 3 は、電算機 2 を所定の温度以下に維持するように電算機 2 に冷風量を送風して冷却する。また、電算機 2 に対して送風する際には、後述する空調制御装置 4 からの冷却制御指示にしたがって送風温度及び送風量をそれぞれ制御する。

【 0 0 1 9 】

50

空調制御装置 4 は、電算機 2 が受信する情報の通信量に応じて、電算機 2 に対する空調装置 3 の送風温度及び送風量を制御させて、空調装置 3 に電算機 2 を冷却させるように冷却制御指示を行う。空調制御装置 4 は、空調装置 3 に対するこのような制御を実現するために、分布情報保持手段 4 a、演算制御手段 4 b 及び分布情報更新手段 4 c を有する。空調制御装置 4 の各処理手段はコンピュータが空調制御プログラムを実行することにより、その処理機能が実現される。

【 0 0 2 0 】

分布情報保持手段 4 a は、電算機 2 が受信する情報の通信量と、当該通信量が計測されてからの所定の時間が経過する間の電算機 2 の温度上昇量と、を対応付けた分布情報を保持する。このような分布情報は、予め電算機 2 について計測されて、分布情報保持手段 4 a に保持させる。なお、温度上昇量に対し、増加した温度を冷却するために必要な冷却量は既知であるとする。また、分布情報計測時に計測されるとしてもよい。ここで、冷却量とは、送風量、送風温度等、空調装置 3 に指示する指示値の総称とする。

【 0 0 2 1 】

演算制御手段 4 b は、温度計測手段 6 によって計測された電算機 2 の温度と、後述する通信量計測手段 5 によって計測された通信量に基づく電算機 2 の温度上昇量の予測値と、に基づいて、空調装置 3 の冷却制御を行う。以下、電算機 2 の温度に基づく第 1 の温度制御を通常制御と、通信量に応じた温度上昇量の予測値に基づく第 2 の温度制御を予測制御と呼ぶ。通常制御では、温度計測手段 6 によって計測された電算機 2 の温度が、予め決められた設定温度となるように冷却量を算出する。予測制御では、分布情報保持手段 4 a に保持される分布情報を参照し、通信量計測手段 5 で計測された電算機 2 の通信量に対応する温度上昇量を予測する。そして、予測された温度上昇量に対応する冷却量を算出する。通常制御により算出された冷却量と、予測制御により算出された冷却量とを合算し、空調装置 3 へ指示する冷却量を決定する。なお、予測制御による冷却量は、温度上昇量の予測値のばらつきを考慮し、通常制御で算出された冷却量に加えるタイミングが調整される。この時、冷却が必要と予想した範囲内の最も早いタイミングとなるように調整される。

【 0 0 2 2 】

分布情報更新手段 4 c は、通信量計測手段 5 が測定する所定時間当たりに電算機 2 に入力される通信量と、温度計測手段 6 が計測した電算機 2 の温度と、を取得し、分布情報に登録する。なお、ある通信量が検出されてから、実際に温度が上昇するまでには所定の時間がかかる。そこで、分布情報には、通信量と、この通信量が計測されてから所定の時間が経過した後の温度とを対応付けて登録する。この所定の時間は、電算機 2 及び空調装置 3 によって変動するので、システムごとに適宜設定される。また、実際に測定して決定するとしてもよい。

【 0 0 2 3 】

また、通信量計測手段 5 は、例えば、送信される情報の宛て先ごとに設置され、電算機 2 を宛て先とする情報の単位時間当たりの通信量を計測して取得する。そして、取得した通信量を演算制御手段 4 b 及び分布情報更新手段 4 c にそれぞれ通知する。

【 0 0 2 4 】

温度計測手段 6 は、例えば、電算機 2 または電算機 2 が載置されたラックに設置された図示しない温度センサを有し、当該温度センサによって計測された電算機 2 の温度の計測結果を取得する。そして、取得した温度を演算制御手段 4 b 及び分布情報更新手段 4 c にそれぞれ通知する。なお、既述の通り、電算機 2 が受信した情報に応じて発熱し、上昇した温度を温度計測手段 6 が電算機 2 の温度を計測するまでには所定の時間が生じる。電算機 2 の上昇した温度は、通信量計測手段 5 の通信量の計測後、一定時間をおいて温度計測手段 6 によって計測される。

【 0 0 2 5 】

次に、上記構成を有する空調制御装置 4 における空調装置 3 の制御方法について、図 1 と共に、空調システム 1 内のデータの流れを参照して説明する。

図 2 は実施の形態の空調システムのデータの流れを説明するための模式図である。なお

、温度 A は温度計測手段 6 で計測された電算機 2 の温度、冷却量 B は空調装置 3 の電算機 2 に対する冷却量、タイミング調整 G は、電算機 2 に対する空調装置 3 の冷却タイミングの調整を示している。また、分布情報 C、通信量 D、予測温度上昇量 E 及び冷却量 F については既述の通りである。

【 0 0 2 6 】

まず、演算制御手段 4 b の通常制御による空調装置 3 の冷却制御が以下のように行われている。

演算制御手段 4 b は、温度計測手段 6 によって計測された電算機 2 の温度 A が、予め決められた設定温度となるように冷却量 B を算出する。演算制御手段 4 b は算出した冷却量 B で電算機 2 を冷却するように空調装置 3 を冷却制御する。

10

【 0 0 2 7 】

このような通常制御に応じて空調装置 3 が電算機 2 を冷却している間に、所定の演算処理を行わせるための指示情報が電算機 2 に送信されると、演算制御手段 4 b の予測制御が行われる。

【 0 0 2 8 】

通信量計測手段 5 は、当該電算機 2 の宛て先に送信された指示情報の通信量 D を計測する。また、温度計測手段 6 は、通信量計測手段 5 の通信量 D の計測後、受信した指示情報に応じて発熱した電算機 2 の温度を計測する。

【 0 0 2 9 】

演算制御手段 4 b は、分布情報保持手段 4 a が保持する分布情報 C を参照して、通信量計測手段 5 で計測された当該通信量 D に対応する電算機 2 の予測温度上昇量 E を予測する。そして、予測した予測温度上昇量 E に対応する冷却量 F を算出する。

20

【 0 0 3 0 】

さらに、演算制御手段 4 b は、通常制御により算出された冷却量 B に対して、予測制御により算出された冷却量 F を合算し、空調装置 3 へ指示する冷却量を決定する。なお、演算制御手段 4 b は、予測温度上昇量 E のばらつきを考慮して、通常制御で算出された冷却量 B に、予測制御による冷却量 F を加えるタイミングを調整する（タイミング調整 G）。

【 0 0 3 1 】

なお、分布情報保持手段 4 a に保持される通信量及び温度上昇量の分布情報は、通信量計測手段 5 及び温度計測手段 6 から通信量及び温度を取得するたびに分布情報更新手段 4 c によって更新される。

30

【 0 0 3 2 】

このような空調制御装置 4 により、電算機 2 の一時的な温度上昇が抑制される。このため、電算機 2 の余計な消費電力と電算機 2 の演算性能の低下とを抑制することができる。また、電算機 2 の温度上昇量の予測値に基づいて、空調装置 3 を動作させているため、過剰な空調を行わないようになり、空調装置 3 の消費電力も抑制することができる。さらに、電算機 2 の演算負荷による温度上昇量の予測に通信量を利用していることから、情報（データ）の秘匿性を保持でき、データ自体を入手し、演算負荷量を解析する必要が無い。

【 0 0 3 3 】

以下に、上記を踏まえて、具体的な空調装置の空調制御について説明する。なお、以下の実施の形態では各電算機 2 0 が一様に温度変化する場合を例に挙げる。

40

〔 第 1 の実施の形態 〕

図 3 は第 1 の実施の形態の空調システムを説明するための図である。

【 0 0 3 4 】

空調システム 1 0 は、複数の電算機 2 0 に対して、空調装置 3 0 及び空調制御装置 4 0 を有する。

電算機 2 0 は、例えば、4 台の電算機 2 0 a , 2 0 b , 2 0 c , 2 0 d がラック 2 2 に収納されている。これらの各電算機 2 0 は、外部から受信した情報に応じて所定の処理を行う。電算機 2 0 は当該情報に応じた処理を行うと演算負荷が掛り発熱する。電算機 2 0 が受信する情報は、演算を行わせるための指示情報、または演算に必要な情報であること

50

から、電算機 20 に与えられた演算負荷量を間接的に推定することが可能である。したがって、電算機 20 に送信される情報の通信量を計測することにより電算機 20 の温度が上昇する可能性があることを予測することができる。また、電算機 20 は単位時間当たりの演算負荷に対する温度上昇特性を有する。例えば、電算機 20 の温度上昇特性が 10 / 分であれば、電算機 20 に所定の演算負荷がかかると、電算機 20 の温度は 1 分後に 10 程度上昇する。

【0035】

空調装置 30 は、電算機 20 を所定の温度以下に維持するように電算機 20 に送風する。また、電算機 20 に対して送風する際には、送風温度及び送風量がそれぞれ制御される。なお、以下の説明では送風温度を一定とし、送風量を制御することで空調制御を行うと

10

【0036】

空調制御装置 40 は、電算機 20 が収納されたラック 22 に設置された温度センサ 21 が計測した電算機 20 の温度上昇量が通知される。なお、温度センサ 21 は、図 3 では、電算機 20 a ~ 20 d に対応して、温度センサ 21 a ~ 21 d がラック 22 にそれぞれ設置されている。また、空調制御装置 40 は、後述する通信量計測装置 50 から電算機 20 が受信する情報の通信量が通知される。空調制御装置 40 は、電算機 20 が受信する情報の通信量に応じて、電算機 20 に対する空調装置 30 の送風温度及び指示時間を制御させて、空調装置 30 に電算機 20 に対して送風させる。なお、空調制御装置 40 の詳細につ

20

【0037】

通信量計測装置 50 は、送信される情報の宛て先ごとに設置され、電算機 20 を宛て先とする情報の単位時間当たりの通信量を計測する。また、通信量計測装置 50 は、計測した通信量を空調制御装置 40 に通知する。

【0038】

以下、空調制御装置 40 をより具体的に説明する。

図 4 は第 1 の実施の形態の空調制御装置のハードウェア構成を説明するための図である。

30

【0039】

空調制御装置 40 は、CPU (Central Processing Unit) 40 a によって装置全体が制御されている。CPU 40 a には、バス 40 g を介して RAM (Random Access Memory) 40 b、ハードディスクドライブ (HDD : Hard Disk Drive) 40 c、グラフィック処理装置 40 d、入力インタフェース 40 e 及び通信インタフェース 40 f が接続されている。

【0040】

RAM 40 b には、CPU 40 a に実行させる OS (Operating System) プログラム及びアプリケーションプログラムの少なくとも一部が一時的に格納される。また、RAM 40 b には、CPU 40 a による処理に必要な各種データが格納される。HDD 40 c には、OS プログラムやアプリケーションプログラムが格納される。

40

【0041】

グラフィック処理装置 40 d には、モニタ 101 が接続されている。モニタ 101 は、例えば、電算機 20 が受信する情報の通信量及び通信量に対応する電算機 20 の温度上昇量等を出力することができる。

【0042】

入力インタフェース 40 e には、キーボード 102 及びマウス 103 等の入力装置が接続されている。例えば、電算機 20 が配置された電算室の管理人が、このような入力装置を介して、電算室の室内の温度を制御するために、所望の温度を指定して入力することが

50

できる。

【 0 0 4 3 】

通信インタフェース 4 0 f には、電算機 2 0 が収納されたラック 2 2 に設置された温度センサ 2 1、通信量計測装置 5 0 及び空調装置 3 0（温度センサ 2 1、通信量計測装置 5 0 及び空調装置 3 0 については図 4 には図示を省略）がそれぞれ接続されている。通信インタフェース 4 0 f は、温度センサ 2 1 及び通信量計測装置 5 0 から温度及び通信量に関する情報を受信する。また、空調制御装置 4 0 は、通信インタフェース 4 0 f を介して、所定の制御信号を空調装置 3 0 に送信する。

【 0 0 4 4 】

なお、グラフィック処理装置 4 0 d、入力インタフェース 4 0 e 等に変えて、遠隔操作によって制御可能なハードウェア構成を配設することも可能である。

次に、空調制御装置 4 0 の機能構成について説明する。

【 0 0 4 5 】

図 5 は第 1 の実施の形態の空調制御装置の機能を説明するための図である。また、図 6 は第 1 の実施の形態の通信量温度分布の一例を説明するための図、図 7 は電算機に関するデータの一例を説明するための図である。なお、図 6 は、横軸は通信量（packet/秒）、縦軸（左側）は温度上昇量（ ）及び縦軸（右側）は送風量（単位及びスケール省略）をそれぞれ表している。また、図 6 において、印は通信量と温度上昇量との計測値、実線は通信量と温度上昇量との計測値の分布が最小二乗法によって近似された一次関数を、及び破線は通信量に対する送風量をそれぞれ表している。

【 0 0 4 6 】

空調制御装置 4 0 は、通信量温度分布 DB（データベース）4 1、作成部 4 2、演算部 4 3 及び制御部 4 4 を備えている。なお、空調制御装置 4 0 は、図 1 の空調制御装置 4 として動作する。したがって、通信量温度分布データベース 4 1 は分布情報保持手段 4 a の、作成部 4 2 は分布情報更新手段 4 c の、演算部 4 3 及び制御部 4 4 は演算制御手段 4 b のそれぞれの処理機能を実現する。

【 0 0 4 7 】

通信量温度分布データベース 4 1 は、電算機 2 0 が受信する情報のある時点の単位時間当たりの通信量を電算機 2 0 ごとに保持している。さらに、当該情報に応じた演算負荷のもと処理を行って発熱した電算機 2 0 のある時点から所定の時間経過した後の温度上昇量との計測値の分布情報を電算機 2 0 ごとに保持している。このような分布情報は予め電算機 2 0 についてそれぞれ計測しておく。このような分布情報は、例えば、図 6 に示すように、通信量と、当該通信量の情報に対応する温度上昇量との計測結果から得られる。

【 0 0 4 8 】

また、通信量温度分布データベース 4 1 は、この分布情報から最小二乗法で近似された、通信量及び温度上昇量の相関情報も保持する。例えば、図 6 では、通信量と温度上昇量との相関関数が分布情報から最小二乗法によって一次関数（ $y = 0.1076x$ ）で近似されている。なお、算出される相関関数は、図 6 の例のような一次関数に限定されない。また、通信量の範囲を分割し、分割範囲ごとに相関関数を求めるとしてもよい。通信量が代入された当該一次関数から得られる値は、当該通信量を受信した電算機 2 0 の予測される温度上昇量（予測温度上昇量）である。

【 0 0 4 9 】

さらに、通信量温度分布データベース 4 1 は、図 7 に示すように、電算機 2 0 ごとに、図 6 の分布情報から通信量に対する、予測温度上昇量、最大値、及び指示時間をデータベース化して保持している。予測温度上昇量は、例えば、通信量 1 0（packet/秒）が代入された一次関数から得られる値である。最大値とは、図 6 で示したようにばらついた温度上昇量のうち最大の温度上昇量である。また、指示時間は、後述するように指示時間算出部 4 3 b で算出される。

【 0 0 5 0 】

なお、通信量温度分布データベース 4 1 に保持される分布情報及び相関情報は空調制御

10

20

30

40

50

装置 40 が通信量及び温度上昇量を取得するたびに更新される。

作成部 42 は、取得した通信量及び温度上昇量から、分布情報を、通信量温度分布データベース 41 に作成する。また、通信量及び温度上昇量を取得することに、通信量温度分布データベース 41 に保持されている分布情報を更新する。作成部 42 はこのような処理を行うために、受付計測部 42 a、更新部 42 b 及び相関算出部 42 c を備える。以下、各構成について説明する。

【0051】

受付計測部 42 a は、通信量計測装置 50 が計測した通信量を受け付ける。また、受付計測部 42 a は、通信量を受け付けた後、当該情報に応じて処理を行った電算機 20 の、温度センサ 21 が計測した温度上昇量を受け付ける。さらに、受付計測部 42 a は、通信量を受け付けた後、当該通信量に対応する温度上昇量を受け付けるまでの時間（遅延時間）を計測する。

10

【0052】

更新部 42 b は、受付計測部 42 a から通信量及び温度上昇量を受け付けるごとに、通信量及び温度上昇量を通信量温度分布データベース 41 に追加して、通信量温度分布データベース 41 の分布情報を更新する。例えば、更新部 42 b は、図 6 に対して、受付計測部 42 a から受け付けた通信量及び温度上昇量を追加して、更新する。

【0053】

相関算出部 42 c は、通信量温度分布データベース 41 の分布情報から最小二乗法により、通信量及び温度上昇量の相関関係が近似された相関関数を算出する。また、相関算出部 42 c は、通信量温度分布データベース 41 が更新されるたびに、当該相関関数を更新する。なお、相関関数は通信量温度分布データベース 41 に保持される。例えば、相関算出部 42 c は、図 6 の分布から最小二乗法によって一次関数を算出する。また、図 6 の分布情報が更新されるごとに、当該一次関数を更新する。

20

【0054】

演算部 43 は、取得した通信量及び通信量温度分布データベース 41 を利用して所定の演算を行って、通信量に応じた温度上昇量の予測値に基づく冷却量を算出する。また、演算部 43 は当該演算を行うために、冷却量算出部 43 a 及び指示時間算出部 43 b を備える。以下、各構成について説明する。

【0055】

冷却量算出部 43 a は、通信量温度分布データベース 41 の相関関数に基づき、ラック 22 の表面温度を加味して、発熱した電算機 20 に対する冷却量（送風量）を算出する。図 7 に示されるように、例えば、計測された通信量が 20（packet/秒）である場合に、当該通信量に対する一次関数から得られる予測温度上昇量は T2 である。この予測温度上昇量に応じて、冷却量算出部 43 a によって電算機 20 を冷却可能な送風量が算出される。なお、送風量は、予測温度上昇量に応じて予め計測しておいても、経験に基づいて決定しても構わない。また、冷却量算出部 43 a は、算出した送風量を後述する指示時間と共に制御部 44 に通知する。

30

【0056】

指示時間算出部 43 b は、通信量温度分布データベース 41 が保持する情報と、電算機 20 の温度上昇特性とから、空調装置 30 に送風させるタイミング（指示時間）を算出する。具体例として、図 6 の通信量が 50（packet/秒）の場合を説明する。まず、当該通信量に対する温度上昇量のばらつきを図 6 から算出する。ばらつきの最大値と、当該通信量に対する予測温度上昇量との差を取って、温度幅を算出する。そして、温度幅を電算機 20 の温度上昇特性で除することで指示時間が算出される。

40

【0057】

そして、制御部 44 は、通常、温度センサ 21 から通知される電算機 20 の温度に基づいて、電算機 2 の温度が予め決められた設定温度となるように空調装置 30 の冷却制御を行う。さらに、通常の冷却を行っている空調装置 30 に、演算部 43 から通知された送風量を付加させて冷却するように冷却指示を行う。なお、送風量を付加させるタイミングを

50

指示時間算出部 4 3 b で算出された指示時間に基づいて調整する。

【 0 0 5 8 】

このようなハードウェア構成及び機能を備える空調制御装置 4 0 の動作について以下に説明する。

図 8 は第 1 の実施の形態の空調制御装置の処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 5 9 】

[ステップ S 1]

空調制御装置 4 0 は、電算機 2 0 が格納されたラック 2 2 に設置した温度センサ 2 1 が計測する電算機 2 0 の温度が所定の温度となるように制御部 4 4 のみによって空調装置 3 0 を制御させる（この状態では温度が上がってから冷やし始めることになる）。そして、通信量計測装置 5 0 は、電算機 2 0 ごとに入力される情報の単位時間当たりの通信量を計測する。また、温度センサ 2 1 は、当該情報に応じて処理を行って発熱した電算機 2 0 の所定時間範囲内の最高温度を計測する。計測された最高温度は通信量とセットで保存する。なお、所定時間の最大は、温度センサ 2 1 の反応に空調装置 3 0 が応答するまでの時間である。

【 0 0 6 0 】

更新部 4 2 b は、一定時間、上記のように計測した通信量と、セットで保存された最高温度に応じた電算機 2 の温度上昇量と、を対応付けた分布を散布図上に表示する。

当該最高温度に応じた電算機 2 の温度上昇量は、具体的には、例えば、通信量計測時の温度から当該最高温度までの上昇量とすることができる。

相関算出部 4 2 c は、散布図上に表示された分布情報から、例えば、最小二乗法により、通信量と、通信量に対する温度上昇量との近似曲線を得る（これを初期学習データ M 1 とする）。なお、近似曲線は、例えば、図 6 では一次関数で表される直線である。また、温度上昇に対する空調装置 3 0 の制御量は、空調装置 3 0 の運転中に取得されているものとする。なお、散布図上に表示された分布情報及び近似曲線は通信量温度分布データベース 4 1 に保持される。

【 0 0 6 1 】

[ステップ S 2]

更新部 4 2 b は、受付計測部 4 2 a から通信量及び温度上昇量を通知されるごとに、通信量温度分布データベース 4 1 の分布情報を更新する。また、受付計測部 4 2 a は、通信量を受け付けた後、温度上昇量を受け付けるまでの遅延時間を計測する。さらに、相関算出部 4 2 c は、更新された通信量温度分布データベース 4 1 の相関情報を更新する。なお、ステップ S 2 の処理の詳細については後述する。

【 0 0 6 2 】

[ステップ S 3]

冷却量算出部 4 3 a は、ステップ S 2 で計測した通信量に対する、通信量と温度上昇量との分布情報から近似された相関関数から予測温度上昇量を算出する。冷却量算出部 4 3 a は、算出した予測温度上昇量に応じて、電算機 2 0 を冷却する送風量を算出する。

【 0 0 6 3 】

[ステップ S 4]

指示時間算出部 4 3 b は、通信量温度分布データベース 4 1 が保持する分布情報と、電算機 2 0 の温度上昇特性とから、ステップ S 3 で算出した送風量を付加するタイミング（指示時間）を算出する。なお、ステップ S 4 の処理の詳細については後述する。

【 0 0 6 4 】

[ステップ S 5]

制御部 4 4 は、ステップ S 3 で算出された送風量を付加して冷却するように通常の冷却を行っている空調装置 3 0 に冷却指示を行う。また、ステップ S 3 で算出された送風量を付加させるタイミングをステップ S 4 で算出された指示時間に基づいて調整する。

【 0 0 6 5 】

続いて、ステップ S 2 で行われる通信量温度分布データベース 4 1 の更新処理について

10

20

30

40

50

説明する。

図 9 は第 1 の実施の形態の空調制御装置による通信量温度分布データベースの更新の処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 6 6 】

[ステップ S 2 a]

通信量計測装置 5 0 は電算機 2 0 に入力される通信量を計測する。

[ステップ S 2 b]

冷却量算出部 4 3 a は、ステップ S 1 の初期学習データ M 1 を用い、ステップ S 2 a で計測した通信量から予測される温度上昇量に応じて、送風量を算出する。制御部 4 4 は、図 2 に示した通常制御で得られる送風量に、冷却量算出部 4 3 a で算出された送風量を追加させる。なお、この状態で計測される通信量と、当該通信量に対する温度上昇量とのばらつきに起因する制御誤差は、制御部 4 4 の通常の空調制御ループにより緩和される。

10

【 0 0 6 7 】

[ステップ S 2 c]

温度センサ 2 1 は、算出した送風量が追加された空調装置 3 0 によって冷却された電算機 2 0 の温度を計測する。なお、ステップ S 2 a で計測された通信量に対する、ステップ S 2 c で計測される温度上昇量は、初期学習データ M 1 における温度上昇量よりも温度上昇が減少している。すなわち、n 回目のステップ S 2 c で計測される温度上昇量は、学習データ M n - 1 における温度上昇量より温度上昇が減少する。

20

【 0 0 6 8 】

[ステップ S 2 d]

ステップ S 2 c で説明したように、温度上昇量は初期学習データ M 1 よりも温度上昇が減少するために、初期学習データ M 1 における温度上昇量を補正する。なお、学習データ M 2 は初期学習データ M 1 に補正量 ΔM を追加したものとなる。以降、n 回目の学習データ M n は $M n = M n - 1 + \Delta M$ と表現することができる。通信量と温度上昇量（の元となる計算負荷）とが、何らかの相関を有するならば、大数の法則に従って、学習量の増加により、学習データの安定性は向上する。なお、温度上昇量の補正量 ΔM を、例えば、初期学習データ M 1 における温度上昇量と、ステップ S 2 c で計測された温度上昇量との平均値としてもよい。または、ステップ S 2 b の冷却量と初期学習データ M 1 における温度上昇量とから、初期学習データ M 1 の相関曲線を用いて、補正量 ΔM を決定しても構わない。

30

【 0 0 6 9 】

[ステップ S 2 e]

更新部 4 2 b は、ステップ S 2 a で計測した通信量と、ステップ S 2 d で補正した温度上昇量とを通信量温度分布データベース 4 1 に登録して、分布情報を更新する。

【 0 0 7 0 】

[ステップ S 2 f]

相関算出部 4 2 c は、更新した分布情報から新たに相関曲線を算出して、次回の処理がステップ S 2 a に進められる。

【 0 0 7 1 】

上記のステップ S 2 a ~ S 2 f が n 回繰り返されて、通信量温度分布データベース 4 1 の分布情報が更新されて、学習データの安定性が向上する。但し、既述の通り、電算機 2 0 が受信する情報は、演算を行わせるための指示情報、または演算に必要な情報のいずれかであるため、情報の不定性が存在し、計測点が一意に収束することはない。

40

【 0 0 7 2 】

続いて、ステップ S 4 で行われる送風温度の算出処理の詳細について、具体的なデータとともに処理手順のフローチャートを参照して説明する。

図 1 0 は第 1 の実施の形態の空調制御装置による指示時間を算出するための処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 7 3 】

50

[ステップ S 4 a]

指示時間算出部 4 3 b は、通信量温度分布データベース 4 1 を参照して、ステップ S 2 で取得した電算機 2 0 が受信する情報の通信量に対する温度上昇量のばらつきを算出する。

【 0 0 7 4 】

温度上昇量のばらつきを算出することにより、各電算機 2 0 において、例えば、図 6 に示すように、ステップ S 4 a で設定した通信量に対する一次関数から予測温度上昇量及び最大値（最大温度上昇量）が得られる。

【 0 0 7 5 】

[ステップ S 4 b]

指示時間算出部 4 3 b は、ステップ S 4 a で算出した温度上昇量のばらつきの最大値と、当該通信量に対応する予測温度上昇量との差を取って、温度幅を算出する。

【 0 0 7 6 】

例えば、図 7 の電算機 2 0 a では、通信量が 1 0 (packet / 秒) の場合の温度幅は $T_{max1} - T_1$ で算出される。その他の通信量に対しても、同様に最大値と予測温度上昇量との差により温度幅が算出される。

【 0 0 7 7 】

[ステップ S 4 c]

指示時間算出部 4 3 b は、ステップ S 4 b で算出した温度幅を電算機 2 0 の温度上昇特性で除することで指示時間が算出される。

【 0 0 7 8 】

例えば、図 7 の電算機 2 0 a の温度上昇特性が α (/ 分) である場合には、通信量が 1 0 (packet / 秒) の場合の指示時間 t_1 は、 $(T_{max1} - T_1) / \alpha$ で算出される。その他の通信量についても同様に温度幅を温度上昇特性で除することで指示時間が算出される。

【 0 0 7 9 】

[ステップ S 4 d]

指示時間算出部 4 3 b は、通信量の所定の範囲内で分布情報が更新されたか否かを判別して、範囲内であれば、算出した指示時間を制御部 4 4 に通知して処理を終了して、次の処理は、ステップ S 5 へ進められる。範囲内で無ければ、次の処理はステップ S 4 a に進められ、分布情報が更新される。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 5 の後の処理はステップ S 2 に進められて、空調装置 3 0 によって冷却された電算機 2 0 の通信量及び通信量に対応する温度上昇量が再び計測されて、ステップ S 3 ~ S 5 における処理がそれぞれ再び行われる。

【 0 0 8 1 】

このようにステップ S 1 の処理後、ステップ S 2 ~ S 5 の処理が繰り返し行われて、電算機 2 0 の一時的な温度上昇が抑制されるとともに、電算機 2 0 の温度変化に応じて空調装置 3 0 が制御されて、電算機 2 0 が冷却される。

【 0 0 8 2 】

なお、ステップ S 2 において、通信量が所定の時間、計測されない場合には、本実施の形態の通信量に応じた空調装置 3 0 の制御を停止させて、電算機 2 0 に対する空調装置 3 0 の冷却のみを行うようにしても構わない。または、図 8 による処理を終了させるようにしても構わない。

【 0 0 8 3 】

また、指示時間の別の算出方法について説明する。

図 1 1 は通信量に対する温度上昇量に関するデータの一例を説明するための図である。

図 1 1 は、図 6 において通信量が 5 0 (packet / 秒) に対する、ばらつきのある温度上昇量の各値である。すなわち、最小値は最小の温度上昇量、平均値 (A) は最大値と最小値との平均の温度上昇量、標準偏差は通信量が 5 0 (packet / 秒) の時の温度上昇量の標

10

20

30

40

50

準偏差である。また、最大値及び予測温度上昇量は既述の通りであって、電算機 20 の温度上昇特性も 10 / 分である。

【 0 0 8 4 】

上記の場合では、指示時間は、(最大値 - 予測温度上昇量) / 温度上昇特性 = 0 . 6 1 2 秒と算出される。したがって、この場合には電算機 20 が予測した温度上昇量になる 0 . 6 1 2 秒前に空調装置 30 に送風量を付加させる。

【 0 0 8 5 】

これとは別に、最大値に平均値に標準偏差を加えたものを指示時間として採用しても構わない。この場合、図 1 1 における値を (A + σ - 予測温度上昇量) / 温度上昇特性に代入して、指示時間として 0 . 4 9 9 秒が得られる。

10

【 0 0 8 6 】

このように空調制御装置 40 によってステップ S 1 の処理後、ステップ S 2 ~ S 5 の処理が繰り返し行われて、電算機 20 の一時的な温度上昇が抑制される。このため、電算機 20 の消費電力と電算機 20 の演算性能の低下とを抑制することができる。また、電算機 20 の温度上昇量の予測値に基づいて、空調装置 30 を動作させているため、過剰な空調を行わないようになり、空調装置 30 の消費電力も抑えることができる。さらに、電算機 20 の演算負荷による温度上昇量の予測に通信量を利用していることから、情報 (データ) の秘匿性を保持でき、データ自体を入手し、演算負荷量を解析する必要が無い。

【 0 0 8 7 】

次に、上記実施の形態を利用した別の実施の形態について説明する。

20

[第 2 の実施の形態]

上記実施の形態では全ての電算機 20 の温度が一様に变化する場合に限定して説明を行った。第 2 の実施の形態では、全ての電算機 20 の温度が一様に变化しない場合について説明する。

【 0 0 8 8 】

図 1 2 は第 2 の実施の形態の空調制御装置の制御方法を説明するための図である。なお、図 1 2 の空調システム 10 では、図 3 において温度センサ 21、ラック 22、空調制御装置 40 及び通信量計測装置 50 の記載を省略している。また、図 1 2 中には、電算機 20 の温度並びに空調装置 30 の冷却量 (送風量) の変異を表すグラフを合わせて記載している。

30

【 0 0 8 9 】

一般に、空調装置 30 の冷却能力は、空調装置 30 から遠ざかるに連れて低下する。また、既述の通り、電算機 20 は、演算負荷が大きくなるに連れて発熱量が大きくなる。例えば、図 1 2 に示すように、大きな演算負荷に耐えられて演算性能が高い順に電算機 20 a ~ 20 d を空調装置 30 の近くから配置する。空調制御装置 40 は、電算機 20 a の予測温度上昇量に応じた送風量を追加して冷却するように空調装置 30 を冷却制御する。空調装置 30 は破線で示される送風量で電算機 20 を冷却することができる。

【 0 0 9 0 】

ところが、電算機 20 b , 20 d に演算負荷が一時的に集中すると、電算機 20 b , 20 d の発熱量が増加する。増加した発熱量が破線で示される空調装置 30 の送風量を超えてしまうと、電算機 20 b , 20 d は冷却されずに、電算機 20 b , 20 d の演算性能は低下してしまう。

40

【 0 0 9 1 】

そこで、空調制御装置 40 は、温度センサ 21 で電算機 20 b , 20 d の温度が空調装置 30 の送風量を超えたことを検知すると、温度が最大の電算機 20 b の通信量及び温度上昇量の測定値の分布情報と、当該分布情報から近似された一次関数を用いて、電算機 20 b の配置位置で、電算機 20 b を冷却する送風量を算出する。空調制御装置 40 は、図 1 2 中実線で示される送風量になるように、空調装置 30 からの送風量を増加させる。このようにして、全ての電算機 20 の演算性能の低下を抑制することが可能となる。

【 0 0 9 2 】

50

〔第3の実施の形態〕

上記の実施の形態では、電算機20の温度上昇特性が一定の場合についてそれぞれ説明した。

【0093】

しかし、電算機20の温度上昇特性は環境に応じて変動する場合がある。第3の実施の形態ではこの場合について説明する。

図13は第3の実施の形態の空調制御装置による指示時間を算出するための処理手順を示すフローチャートである。なお、図10のフローチャートと同じ処理には同じステップ番号をつけている。

【0094】

10

〔ステップS4a〕

指示時間算出部43bは、通信量温度分布データベース41を参照して、ステップS2で取得した電算機20が受信する情報の通信量に対する温度上昇量のばらつきを算出する。

【0095】

温度上昇量のばらつきを算出することにより、各電算機20において、例えば、図6に示すように、ステップS4aで設定した通信量に対する一次関数の予測温度上昇量及び最大値（最大温度上昇量）が得られる。

【0096】

〔ステップS4a1〕

20

ステップS4aで得られた予測温度上昇量を、ステップS2で受付計測部42aが計測した遅延時間により除することにより電算機20の温度上昇特性を算出する。なお、予測温度上昇量に代えて、温度上昇量の最大値を利用しても構わない。

【0097】

〔ステップS4b〕

指示時間算出部43bは、ステップS4aで算出した温度上昇量のばらつきの最大値と当該通信量に対応する予測温度上昇量との差を取って、温度幅を算出する。

【0098】

〔ステップS4c〕

指示時間算出部43bは、ステップS4bで算出した温度幅を、ステップS4a1で算出した電算機20の温度上昇特性で除することで指示時間が算出される。

30

【0099】

〔ステップS4d〕

指示時間算出部43bは、通信量の所定の範囲内で分布情報が更新されたか否かを判別して、範囲内であれば、算出した指示時間を制御部44に通知して処理を終了して、次の処理は、ステップS5へ進められる。範囲内で無ければ、次の処理はステップS4aに進められ、分布情報が更新される。

【0100】

ステップS5の後の処理はステップS2に進められて、空調装置30によって冷却された電算機20の通信量及び通信量に対応する温度上昇量が再び計測されて、ステップS3～S5における処理がそれぞれ再び行われる。

40

【0101】

以上のような処理により、通信量及び温度上昇量を計測するたびに、電算機20の温度上昇特性が変動する場合でも、指示時間を算出することが可能となる。

なお、上記の処理機能は、コンピュータによって実現することができる。その場合、空調制御装置40が有すべき機能の処理内容を記述したプログラムが提供される。そのプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、例えば、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリなどが挙げられる。磁気記録装置と

50

しては、例えば、ハードディスク装置（HDD）、フレキシブルディスク（FD）、磁気テープなどが挙げられる。光ディスクとしては、例えば、DVD（Digital Versatile Disc）、DVD-RAM、CD-ROM（Compact Disc Read Only Memory）、CD-R（Recordable）/RW（ReWritable）などが挙げられる。光磁気記録媒体としては、例えば、MO（Magneto-Optical disk）などが挙げられる。

【0102】

プログラムを流通させる場合には、例えば、そのプログラムが記録されたDVD、CD-ROMなどの可搬型記録媒体が販売される。また、プログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することもできる。

10

【0103】

空調制御プログラムを実行するコンピュータは、例えば、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、自己の記憶装置に格納する。そして、コンピュータは、自己の記憶装置からプログラムを読み取り、プログラムに従った処理を実行する。なお、コンピュータは、可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することもできる。また、コンピュータは、サーバコンピュータからプログラムが転送されるごとに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することもできる。

【0104】

（付記1） 電算機を冷却する空調装置を制御する空調制御装置において、
前記電算機の通信量と、前記通信量が計測されてから所定の時間が経過するまでの前記電算機の温度上昇量とを対応付けた分布情報を保持する分布情報保持手段と、
前記通信量を計測する通信量計測手段によって新たに計測された通信量に対応する温度上昇量の予測値を前記分布情報に基づいて求め、前記温度上昇量の予測値と温度計測手段によって計測された前記電算機の実際の温度とに基づいて定めた冷却量により前記空調装置への冷却制御指示を行う演算制御手段と、
を有することを特徴とする空調制御装置。

20

【0105】

（付記2） 前記通信量計測手段が通信量を計測してから前記所定の時間が経過するまでの間に前記温度計測手段によって計測された最高温度までの、前記通信量の計測時の温度からの上昇量を前記温度上昇量として、前記計測した通信量と対応付けて前記分布情報保持手段に保持させ、前記分布情報を更新する分布情報更新手段をさらに有することを特徴とする付記1記載の空調制御装置。

30

【0106】

（付記3） 前記分布情報更新手段は、前記計測した通信量に対応する前記温度上昇量に補正量を追加して補正し、補正した前記温度上昇量を前記分布情報に追加して更新することを特徴とする付記2記載の空調制御装置。

【0107】

（付記4） 前記補正量は、
前記温度計測手段が計測した前記温度上昇量と、
前記演算制御手段が、計測した前記温度上昇量が追加された前記分布情報に基づいて、前記空調装置に前記冷却制御指示を行って、前記温度計測手段が新たに計測した前記温度上昇量と、の平均値であることを特徴とする付記3記載の空調制御装置。

40

【0108】

（付記5） 前記演算制御手段は、
前記分布情報に基づいて前記通信量と前記温度上昇量との相関を示す相関関数を算出し、
前記通信量計測手段で計測された前記通信量に対する、前記相関関数から得られる前記温度上昇量の予測値と前記分布情報から得られる前記温度上昇量の最大値との差に基づき、

50

前記電算機を前記空調装置に冷却させる時期を表す指示時間を算出すること、
を特徴とする付記 1 記載の空調制御装置。

【 0 1 0 9 】

(付記 6) 前記演算制御手段は、前記最大値と前記予測値との差を、前記電算機の単位時間当たりの温度上昇量を表す温度上昇特性で除することで前記指示時間を算出することを特徴とする付記 5 記載の空調制御装置。

【 0 1 1 0 】

(付記 7) 前記演算制御手段は、
前記通信量計測手段が前記通信量を計測してから前記温度計測手段が前記温度上昇量を計測するまでの前記所定の時間を計測して、

前記予測値を、前記時間計測手段で計測した前記所定の時間で除することにより、変動する前記温度上昇特性を算出する、

ことを特徴とする付記 6 記載の空調制御装置。

【 0 1 1 1 】

(付記 8) 前記空調装置により冷却される電算機が複数設置され、
前記分布情報保持手段が、複数の前記電算機ごとに前記分布情報を保持し、
前記演算制御手段が、前記温度計測手段により計測される実際の温度が最も高い電算機の分布情報に基づいて求めた温度上昇量の予測値と前記実際の温度とに基づいて、前記空調装置に前記冷却制御指示を行うことを特徴とする付記 1 または 2 記載の空調制御装置。

【 0 1 1 2 】

(付記 9) 電算機を冷却する空調装置を制御する空調制御方法において、
分布情報保持手段が、前記電算機の通信量と、前記通信量が計測されてから所定の時間が経過するまでの前記電算機の温度上昇量とを対応付けた分布情報を保持し、

演算制御手段が、前記通信量を計測する通信量計測手段によって新たに計測された通信量に対応する温度上昇量の予測値を前記分布情報に基づいて求め、前記温度上昇量の予測値と温度計測手段によって計測された前記電算機の実際の温度とに基づいて定めた冷却量により前記空調装置への冷却制御指示を行う、

ことを特徴とする空調制御方法。

【 0 1 1 3 】

(付記 1 0) 電算機を冷却する空調装置を制御する空調制御プログラムにおいて、
コンピュータを、

前記電算機の通信量と、前記通信量が計測されてから所定の時間が経過するまでの前記電算機の温度上昇量とを対応付けた分布情報を保持する分布情報保持手段、

前記通信量を計測する通信量計測手段によって新たに計測された通信量に対応する温度上昇量の予測値を前記分布情報に基づいて求め、前記温度上昇量の予測値と温度計測手段によって計測された前記電算機の実際の温度とに基づいて定めた冷却量により前記空調装置への冷却制御指示を行う演算制御手段、

として機能させることを特徴とする空調制御プログラム。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 4 】

1 , 1 0 空調システム

2 , 2 0 , 2 0 a , 2 0 b , 2 0 c , 2 0 d 電算機

3 , 3 0 空調装置

4 , 4 0 空調制御装置

4 a 分布情報保持部

4 b 演算制御手段

4 c 分布情報更新手段

5 通信量計測手段

6 温度計測手段

2 1 , 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c , 2 1 d 温度センサ

10

20

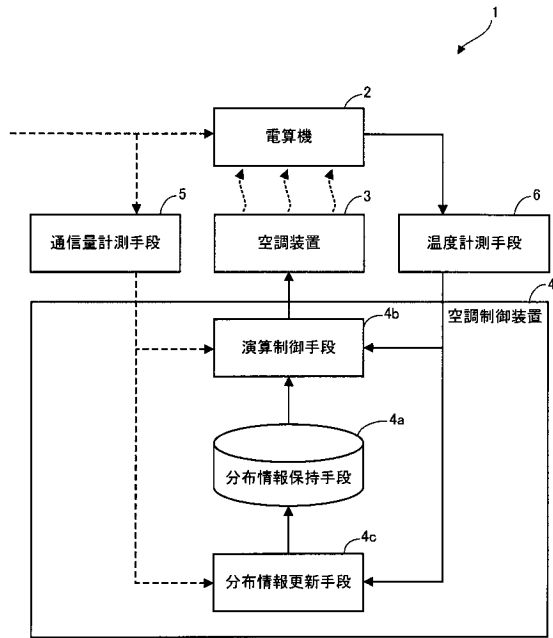
30

40

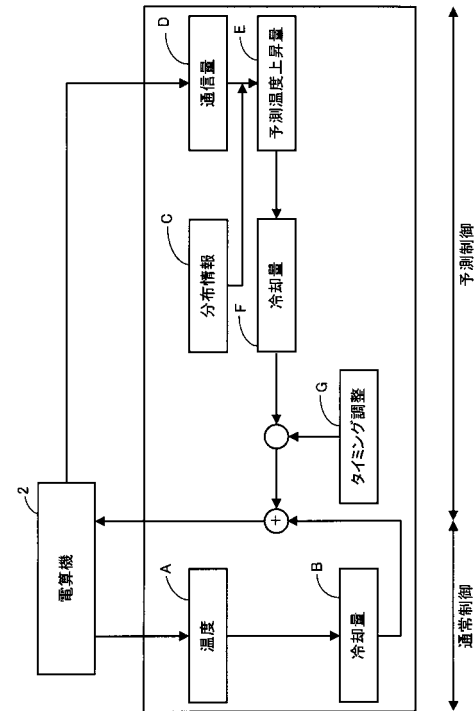
50

2 2	ラック	
4 0 a	C P U	
4 0 b	R A M	
4 0 c	H D D	
4 0 d	グラフィック処理装置	
4 0 e	入力インタフェース	
4 0 f	通信インタフェース	
4 0 g	バス	
4 1	通信量温度分布データベース	
4 2	作成部	10
4 2 a	受付計測部	
4 2 b	更新部	
4 2 c	相関算出部	
4 3	演算部	
4 3 a	冷却量算出部	
4 3 b	指示時間算出部	
4 4	制御部	
5 0	通信量計測装置	
1 0 1	モニタ	
1 0 2	キーボード	20
1 0 3	マウス	
A	温度	
B	冷却量	
C	分布情報	
D	通信量	
E	予測温度上昇量	
F	冷却量	
G	タイミング調整	

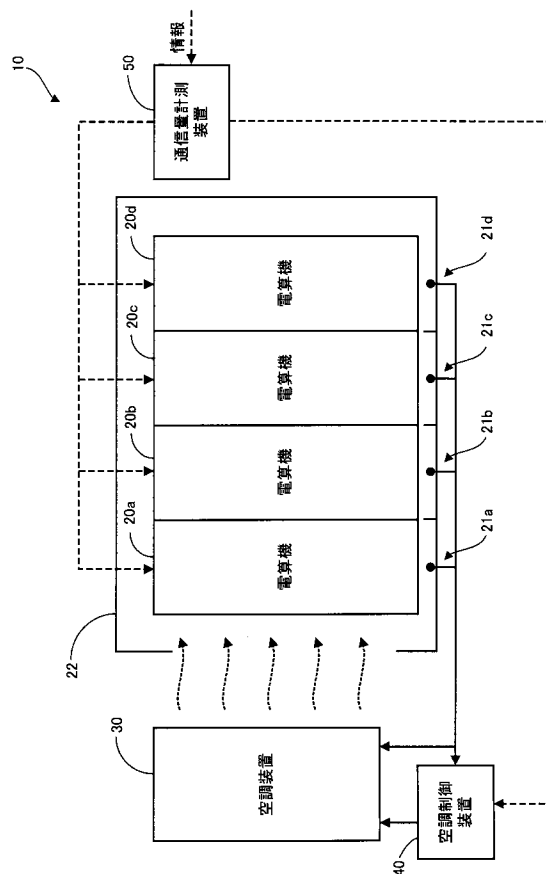
【 図 1 】



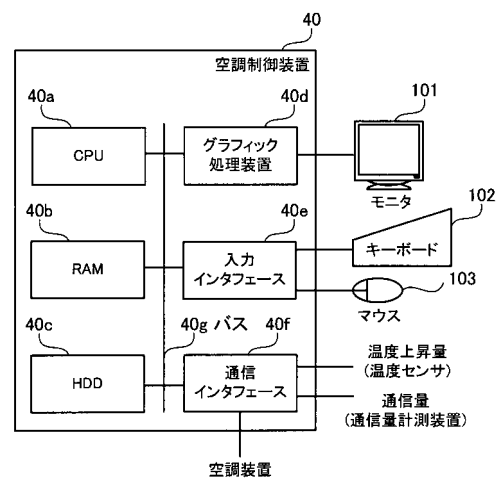
【 図 2 】



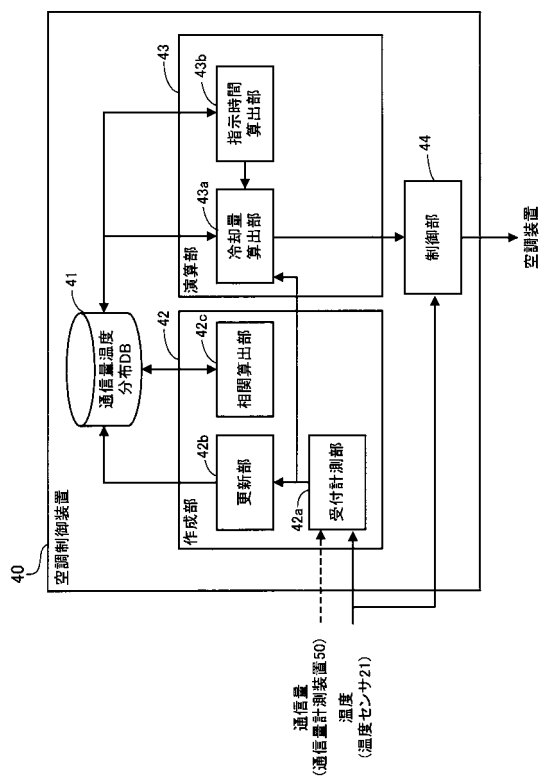
【 図 3 】



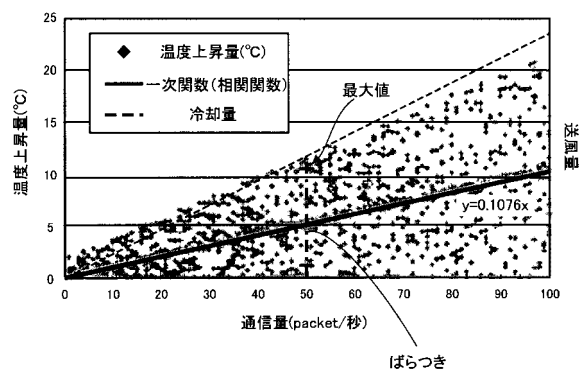
【圖 4】



【図5】



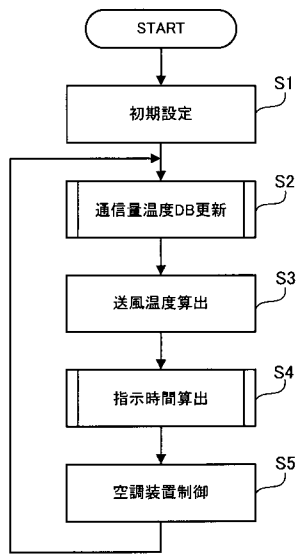
【図6】



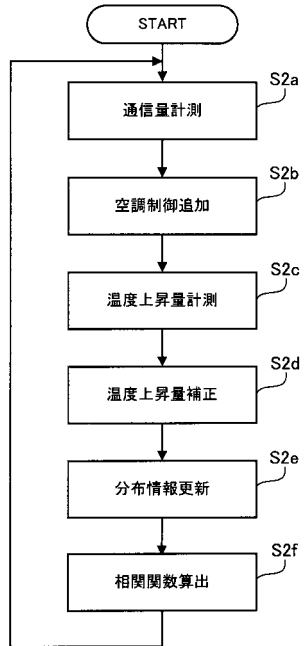
【図7】

電算機20d			
電算機20c			
電算機20b			
電算機20a			
通信量 (Packets/秒)	予測温度上昇量 (°C)	最大値 (°C)	指示時間 (秒)
10	T1	Tmax1	t1
20	T2	Tmax2	t2
30	T3	Tmax3	t3
40	T4	Tmax4	t4
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮

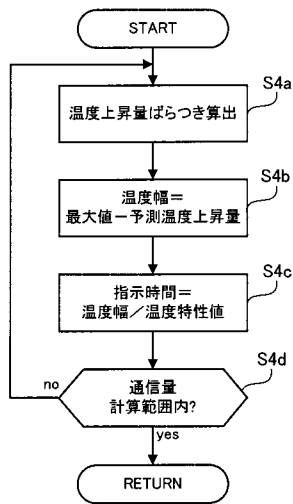
【図8】



【図9】



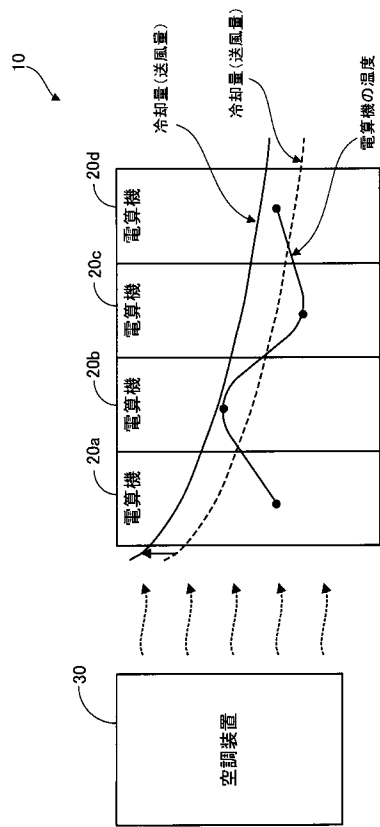
【図 10】



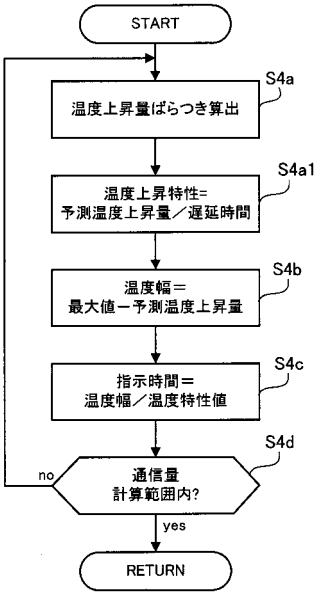
【図 11】

	温度上昇量 (°C)
最大値	11.5
最小値	0.365
平均値(A)	6.114
標準偏(σ)	4.256
A+σ	10.37
予測温度上昇量	5.380

【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 浅井 雅文

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 安島 智也

(56)参考文献 特開平11-167434(JP,A)

特開2001-085882(JP,A)

特開2008-198072(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 1/20

H04B 1/036

H05K 7/20

F24F 11/02