

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 3 区分

【発行日】平成23年3月10日 (2011.3.10)

【公表番号】特表2010-517177(P2010-517177A)

【公表日】平成22年5月20日 (2010.5.20)

【年通号数】公開・登録公報2010-020

【出願番号】特願2009-547417(P2009-547417)

【国際特許分類】

G 0 6 F 1/20 (2006.01)

H 0 5 K 7/20 (2006.01)

【 F I 】

G 0 6 F 1/00 3 6 0 D

G 0 6 F 1/00 3 6 0 B

G 0 6 F 1/00 3 6 0 C

H 0 5 K 7/20 U

【手続補正書】

【提出日】平成23年1月21日 (2011.1.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 1 7 】

【図 1 a】データセンタ内のコールドアイルを囲むラックのクラスタを示す。

【図 1 b】データセンタ内のホットアイルを囲むラックのクラスタを示す。

【図 2】一実施形態の処理のフローチャートを示す。

【図 3 a】一実施形態による捕獲指標の計算の例を示す。

【図 3 b】第 2 の実施形態における捕獲指標の計算の例を示す。

【図 4 a】一実施形態における C F D 計算に従って使用されるコールドアイルを囲むラックのクラスタの例を示す。

【図 4 b】一実施形態における C F D 計算に従って使用されるホットアイルを囲むラックのクラスタの例を示す。

【図 5 a】一実施形態によるクラスタ全体の性能メトリックの計算を実証する例を示す。

【図 5 b】一実施形態によるクラスタ全体の性能メトリックの計算を実証する例を示す。

【図 6 a】一実施形態における、冷却性能の計算に使用されるラックのクラスタの平面図を示す。

【図 6 b】冷却性能が最適化された図 6 a のラックのクラスタの平面図を示す。

【図 7】一実施形態の代数法に従って捕獲指標を決定する際に使用される線図を示す。

【図 8 a】少なくとも一つの実施形態に従って使用される P D A 境界条件を実証する例を示す。

【図 8 b】少なくとも一つの実施形態に従って使用される P D A 境界条件を実証する例を示す。

【図 9 a】少なくとも一実施形態に従って解析することができるデータセンタのレイアウトを示す。

【図 9 b】図 9 a のデータセンタレイアウトの一部に対し一実施形態に従って行なわれた解析の結果を示す。

【図 10 a】少なくとも一実施形態に従って解析することができるデータセンタのレイアウトを示す。

【図 1 0 b】図 1 0 a のデータセンタレイアウトの一部に対し実施形態に従って行なわれた解析の結果を示す。

【図 1 1 a】2 つの異なるラッククラスタに対する本発明の C I 計算方法の比較を示す。

【図 1 1 b】2 つの異なるラッククラスタに対する本発明の C I 計算方法の比較を示す。

【図 1 2 a】図 1 1 a と 1 1 b のラッククラスタの最適化されたレイアウトを示す。

【図 1 2 b】図 1 1 a と 1 1 b のラッククラスタの最適化されたレイアウトを示す。

【図 1 3】本発明のいくつかの実施形態において使用され得るコンピュータシステムの機能ブロック線図である。

【図 1 4】図 1 3 のコンピュータシステムと共に使用し得る記憶システムの機能ブロック線図である。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 5】

少なくともいくつかの実施形態における捕獲指標は、「ラック吸気口空気流がどこから生じたか」(コールドアイル C I)、または「排気流が最終的にどこへ移動したか」(ホットアイル C I)を定量化する。少なくともいくつかの実施形態では、C I は局所冷却源に対してラック毎に計算され、したがって局所的に供給される冷却と周囲の部屋環境から吸い込まれる冷却との内訳を定量化する。例えば(図 3 a)、65%の C I を有するコールドアイル上げ床のクラスタ内のラックは、その冷却空気流の 65%をそれ自身のコールドアイルから受け取り、残りの 35%を部屋環境から受け取る。したがって、C I は、冷却ソリューションの部屋独立性(room-independence)と拡張性に関するラック毎の測度である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 0】

本処理の段階 2 1 0 では、クラスタの各ラックの C I は、最大目標ラック吸気口温度と有孔タイルと冷却機により供給される冷却空気流を含む供給空気流温度間の温度差に依存し得る閾値と比較される。目標温度と供給温度との差が低減されるにつれ、「良好な」冷却性能の C I 閾値は増大する。一実施形態では、データセンタ管理アプリケーションはクラスタの C I 結果を表示画面上に提供する。画面上では、ラックの C I が満足(緑)、不満足(赤)、またはマージナル(黄色)であることを示すために、C I の計算値を緑、黄色、赤などのカラーコードと共に表示することができる。クラスタ内のラックのそれぞれが満足な結果を有すれば、本処理は段階 2 1 2 において、解析すべきクラスタがまだ存在するかどうかを決定する。段階 2 1 2 の結果が「YES」であれば、本処理は次のクラスタが選択され解析される段階 2 0 6 に戻る。段階 2 1 2 の結果が「NO」であれば、本処理は段階 2 1 4 で終了する。段階 2 1 0 の結果が「NO」であれば、本処理は、性能を向上させるためにクラスタレイアウトが最適化される最適化段階 2 1 6 に進む。最適化後、処理は、最適化されたレイアウトの C I を確定するために段階 2 0 8 に戻る。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 2 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 2 4】

ここで、 $Q^*_{A_i}$ と $Q^*_{B_i}$ は、A と B のそれぞれの列内の端部から位置 i におけるラックの無次元の空気流速であり、 a は多項回帰係数であり、 AR は全ラック空気流に対する全冷却空気流の比であり、 T^* は無次元の温度差であり、そして n は列当たりのラックの数である。無次元の空気流は、その対応する次元量をタイルごとの空気流速で割ることにより形成される。無次元の温度差は、供給空気流と取り囲む部屋環境との温度差を典型的な 20°F (11) の温度差尺度で割ったものとして定義される。列の端部に最も近いラックは端部空気流に最も大きな影響を与えるので、 a_{A_i} と a_{B_i} の係数は式 (17) において左から右へ大きさが減少する。式 (17) において唯一の部屋環境パラメータは T^* であるので、他の部屋影響 (例えば天井高さ、壁と他の装置の近接度等) は、このような当該の変形毎に回帰係数の一意な組を生成することにより考慮される。しかしながら上述のように、 T^* は支配的な部屋環境パラメータであり、このパラメータが十分合理的に推定される限り、様々な部屋環境に対し本発明のいくつかの実施形態では良好な端部空気流推定を行うことができる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

データセンタの冷却特性を決定する方法であって、

前記データセンタ内の装置の構成に関するデータを受信するステップと、

前記装置の構成内のラッククラスタを特定し、ラッククラスタ毎に当該ラッククラスタがホットアイルクラスタおよびコールドアイルクラスタのいずれであるかを判断するステップと、

少なくとも一つのラッククラスタの少なくとも一つの装置ラックの捕獲指標を、前記少なくとも一つのラッククラスタがホットアイルクラスタまたはコールドアイルクラスタとして特定されたことに基づき、決定するステップとを備える、方法。

【請求項 2】

前記データを受信するステップは、前記装置に関連する空気流と電力とに関する情報を受信するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

空気流に関する前記情報は、前記少なくとも一つのラッククラスタに利用可能な冷却空気の空気流、前記冷却空気の温度、冷却機により吸い込まれるラック高温排気の空気流、および、前記ラック高温排気の温度のうち、少なくとも一つを含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ラッククラスタは、ホットアイルクラスタおよびコールドアイルクラスタのうち少なくとも一つを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記装置の前記構成に少なくとも部分的に基づき前記捕獲指標を決定するための計算モデルを選択するステップと、

選択された前記計算モデルを使用して前記捕獲指標を計算するステップとをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記選択された計算モデルは、代数モデル、数値流体力学モデル、ニューラルネットワークモデル、および、PDA-CFDモデルのうち、少なくとも一つを含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記代数モデルは、ホットアイルクラスタ内のラックの前記捕獲指標を、前記ラックに

おける全供給空気流に対する全捕獲空気流の比に基づいて計算し、前記全捕獲空気流は、前記ホットアイルクラスタ内のすべての冷却機の空気流と、前記冷却機から前記ラックまでの水平距離とに基づき計算され、前記全供給空気流は、前記ラックの空気流と、隣接ラックの空気流と、前記ラックからの前記隣接ラックの水平距離とに基づき計算される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記代数モデルは、上げ床を有するコールドアイルクラスタ内のラックの前記捕獲指標を、前記ラックにおける全捕獲空気流に対する全供給空気流の比に基づいて計算し、前記全捕獲空気流は、前記ラックの空気流と、隣接ラックの空気流と、前記ラックからの前記隣接ラックの水平距離とに基づいて計算され、前記全供給空気流は、前記上げ床のタイルの空気流に関連する前記ラックにおける供給空気流と前記ラックからの前記タイルの幾何学的距離とに基づいて計算される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

前記全捕獲空気流および前記全供給空気流のうち少なくとも一つは、前記ラックの反対側の列内にあるラックの計算された空気流を重み付けする結合係数を使用してさらに計算される、請求項 7 または 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記代数モデルは、上げ床と少なくとも一つの冷却機との両方を有するコールドアイルクラスタ内のラックの前記捕獲指標を、前記ラックにおける全捕獲空気流に対する全供給空気流の比に基づいて計算し、前記全捕獲空気流は、前記ラックの空気流と、隣接ラックの空気流と、前記ラックからの前記隣接ラックの水平距離とに基づいて計算され、前記全供給空気流は、(1) 前記上げ床のタイルの空気流に関連する前記ラックにおける供給空気流と、前記ラックからの前記タイルの幾何学的な距離と、(2) 前記コールドアイルクラスタ内の冷却機の空気流と、前記冷却機の空気流経路と、前記ラックからの前記冷却機の水平距離とに基づいて計算される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 11】

前記データセンタは、装置ラックの列内に配置された少なくとも一つの列内冷却ユニットを含み、

前記方法は、前記列内冷却ユニットに関連するクラスタ内のラック毎の前記捕獲指標に基づいて前記少なくとも一つの列内冷却ユニットへの還気の温度を決定するステップをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

少なくとも一つのラッククラスタの全消費電力を決定し、前記全消費電力の指示を与えるステップをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記捕獲指標と閾値とを比較して、前記捕獲指標が前記閾値未満である場合に指示を与えるステップをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

少なくとも一つのクラスタのレイアウトを、前記閾値未満の捕獲指標を有する前記少なくとも一つのクラスタのラックの指示に基づいて最適化し、最適化されたレイアウトを与えるステップをさらに備える、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

命令のシーケンスを格納したコンピュータ読取可能媒体であって、前記命令はプロセッサに、

データセンタ内の装置の構成に関するデータを受信させ、

前記装置の構成内のラッククラスタを特定し、ラッククラスタ毎に当該ラッククラスタがホットアイルクラスタおよびコールドアイルクラスタのいずれであるかを判断させ、

少なくとも一つのラッククラスタの少なくとも一つの装置ラックの捕獲指標を、前記少なくとも一つのラッククラスタをホットアイルクラスタまたはコールドアイルクラスタとして特定したことに基づき、決定させる、コンピュータ読取可能媒体。

【請求項 16】

前記命令のシーケンスは、前記プロセッサに、前記装置に関連する空気流と電力とに関する情報を受信させる命令をさらに含む、請求項 15 に記載のコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 17】

前記命令のシーケンスは、前記プロセッサに、前記少なくとも一つのラッククラスタに利用可能な冷却空気の空気流、前記冷却空気の温度、冷却機により吸い込まれるラック高温排気の空気流、および、前記ラック高温排気の温度のうち、少なくとも一つに基づいて前記捕獲指標を決定させる命令をさらに含む、請求項 15 に記載のコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 18】

前記命令のシーケンスは、前記プロセッサに、列内冷却機を有するホットアイルクラスタのラック、および、上げ床の有孔タイルから冷却空気を受け取るコールドアイルクラスタのラックのうち少なくとも一つの前記捕獲指標を決定させる命令をさらに含む、請求項 15 に記載のコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 19】

前記データセンタは、装置ラックの列内に配置された少なくとも一つの列内冷却ユニットを含み、

前記命令のシーケンスは、前記プロセッサに、前記列内冷却ユニットに関連するクラスタ内のラック毎の前記捕獲指標に基づいて前記少なくとも一つの列内冷却ユニットへの還気の温度を決定させる命令を含む、請求項 15 に記載のコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 20】

前記命令のシーケンスは、前記プロセッサに、少なくとも一つのラッククラスタの全消費電力を決定させ、前記全消費電力の指示を与えさせる命令をさらに含む、請求項 15 に記載のコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 21】

前記命令のシーケンスは、前記プロセッサに、前記捕獲指標と前記閾値とを比較させて、前記捕獲指標が閾値未満の場合に指示を与えさせる命令をさらに含む、請求項 15 に記載のコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 22】

前記命令のシーケンスは、前記プロセッサに、少なくとも一つのクラスタのレイアウトを、前記閾値未満の捕獲指標を有する前記少なくとも一つのクラスタのラックの指示に基づいて最適化させ、最適化されたレイアウトを与えさせる命令をさらに含む、請求項 21 に記載のコンピュータ読取可能媒体。

【請求項 23】

データセンタ管理システムであって、

データを格納するメモリと、

前記メモリに接続されたコントローラとを備え、前記コントローラは、

データセンタ内の装置の構成に関するデータを受信し、

前記装置の構成内のラッククラスタを特定し、ラッククラスタ毎に前記ラッククラスタがホットアイルクラスタおよびコールドアイルクラスタのいずれであるかを判断し、

少なくとも一つのラッククラスタの少なくとも一つの装置ラックの捕獲指標を、前記少なくとも一つのラッククラスタをホットアイルクラスタまたはコールドアイルクラスタとして特定したことに基づき、決定する、ように構成されている、データセンタ管理システム。

【請求項 24】

前記コントローラは、さらに、前記装置に関連する空気流と電力とに関する情報を受信するように構成される、請求項 23 に記載のデータセンタ管理システム。

【請求項 25】

前記コントローラは、さらに、前記少なくとも一つのラッククラスタに利用可能な冷却

空気の空気流、前記冷却空気の温度、冷却機により吸い込まれるラック高温排気の空気流および、前記ラック高温排気の温度のうち、少なくとも1つに基づいて前記捕獲指標を決定するように構成される、請求項23に記載のデータセンタ管理システム。

【請求項26】

前記コントローラは、さらに、列内冷却機を有するホットアイルクラスタの第1のラックおよび上げ床の有孔タイルから冷却空気を受け取るコールドアイルクラスタの第2のラックのうち少なくとも一つの前記捕獲指標を決定するように構成される、請求項23に記載のデータセンタ管理システム。

【請求項27】

前記コントローラは、さらに、少なくとも一つの列内冷却ユニットへの還気の温度を、前記列内冷却ユニットに関連するクラスタ内のラック毎の前記捕獲指標に基づいて決定するように構成される、請求項23に記載のデータセンタ管理システム。

【請求項28】

前記コントローラは、さらに、少なくとも一つのラッククラスタの全消費電力を決定し、前記全消費電力の指示を与えるように構成される、請求項23に記載のデータセンタ管理システム。

【請求項29】

前記コントローラは、さらに、前記捕獲指標と閾値とを比較して、前記捕獲指標が前記閾値未満である場合に指示を与えるように構成される、請求項23に記載のデータセンタ管理システム。

【請求項30】

前記コントローラは、さらに、少なくとも一つのクラスタのレイアウトを、前記閾値未満の捕獲指標を有する前記少なくとも一つのクラスタのラックの指示に基づいて最適化し、最適化されたレイアウトを与えるように構成される、請求項29に記載のデータセンタ管理システム。

【請求項31】

前記コントローラに接続されたグラフィック出力装置をさらに備え、前記コントローラは、当該グラフィック出力装置に、ラックの少なくとも一つのクラスタのレイアウトのグラフィック出力を与えるように構成される、請求項23に記載のデータセンタ管理システム。