

明 細 書

発明の名称：

空調システム、空調管理サーバ、空調管理方法、および空調管理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、空調システム、空調管理サーバ、空調管理方法、および空調管理プログラムに関する。特に、倉庫の空調を管理する空調システム、空調管理サーバ、空調管理方法、および空調管理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 冷蔵倉庫業者は、倉庫内の空調温度、および、倉庫における気流シミュレーションといった情報に基づいて空調設備の設定値を決める。しかし、入出庫時の外気の流入あるいは庫内の荷物配置の変化といった事象により、温度ムラが発生する。この温度ムラに対応するため、一般的に過冷却運用が行われる。そして、その過冷却運用による電力コストが問題となっている。

特許文献1には、店舗の面積、設定温度、店舗の営業時間、および電力料金といった入力情報に基づいて、予め蓄積された省エネルギー手法を適切に選択し、空調機器を制御する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-202998号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 冷蔵倉庫の場合、荷物の配置、および、搬入あるいは搬出といった対象環境が動的変化する。このため、特許文献1のように、静的な省エネルギー手法の選択適用では、冷蔵倉庫の動的な環境変化に十分に対応することは困難である。

[0005] 本発明は、冷蔵倉庫の動的な環境変化に対応した空調制御を行うことにより、冷蔵倉庫の省エネルギーを実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る空調システムは、倉庫の空調を管理する空調システムであって、入出庫サーバと空調管理サーバと倉庫装置とを有する空調システムにおいて、

前記入出庫サーバは、

前記倉庫における荷物の配置が変更されると、前記倉庫における現在の荷物の配置を表す配置情報を含む配置変更通知を前記空調管理サーバに送信する配置管理部を備え、

前記空調管理サーバは、

前記倉庫における荷物の配置パターンと、前記倉庫の空調制御に用いられる空調方式とを対応付けて記憶した空調方式データベースと、

前記入出庫サーバから前記配置変更通知を受信し、前記配置変更通知に含まれる前記配置情報に最も近い前記配置パターンに対応する空調方式を、前記空調方式データベースから抽出し、抽出した前記空調方式による前記倉庫の空調制御を指示する制御指示を前記倉庫装置に送信する方式抽出部とを備え、

前記倉庫装置は、

前記空調管理サーバから前記制御指示を受信し、前記制御指示に基づいて、前記倉庫の空調制御を実行する制御部を備えた。

発明の効果

[0007] 本発明に係る空調システムでは、入出庫サーバの配置管理部が、倉庫における荷物の配置が変更されると、倉庫における現在の荷物の配置を表す配置情報を含む配置変更通知を空調管理サーバに送信する。そして、空調管理サーバの方式抽出部が、配置変更通知に含まれる配置情報に最も近い配置パターンに対応する空調方式を空調方式データベースから抽出する。さらに、方式抽出部が、抽出した空調方式による倉庫の空調制御を指示する制御指示を

倉庫装置に送信する。よって、本発明に係る空調システムによれば、倉庫の動的な環境変化に対応した空調制御を行うことができ、倉庫の省エネルギーを実現することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施の形態1に係る空調システムの構成図。
[図2]実施の形態1に係る空調管理サーバの構成図。
[図3]実施の形態1に係る倉庫システムの構成図。
[図4]実施の形態1に係る入出庫サーバの構成図。
[図5]実施の形態1に係る空調方式データベースの例を示す図。
[図6]実施の形態1に係る空調管理処理のフロー図。
[図7]実施の形態2に係る空調システムの構成図。
[図8]実施の形態2に係る倉庫システムの構成図。
[図9]実施の形態2に係る入出庫サーバの構成図。
[図10]実施の形態2に係る空調管理サーバの構成図。
[図11]実施の形態2に係る初期データ登録処理のフロー図。
[図12]実施の形態2に係る要求条件データベースの例を示す図。
[図13]実施の形態2に係るモデル更新部のモデル更新処理のフロー図。
[図14]実施の形態2に係るモデルデータベースの例を示す図。
[図15]実施の形態2に係る方式探索部の方式探索処理のフロー図。
[図16]実施の形態2に係る空調方式データベースの例を示す図。
[図17]実施の形態2に係る方式抽出部の方式抽出処理のフロー図。
[図18]実施の形態2に係る状態監視部の状態監視処理のフロー図。

発明を実施するための形態

- [0009] 以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。なお、各図中、同一または相当する部分には、同一符号を付している。実施の形態の説明において、同一または相当する部分については、説明を適宜省略または簡略化する。
- [0010] 実施の形態1.

構成の説明

図 1 を用いて、本実施の形態に係る空調システム 500 の構成について説明する。

空調システム 500 は、倉庫の空調を管理する。空調システム 500 は、倉庫システム 100 と入出庫サーバ 200 と空調管理サーバ 300 とを有する。倉庫システム 100 と入出庫サーバ 200 と空調管理サーバ 300 とは、ネットワーク 400 を介して互いに通信する。

倉庫システム 100 は、倉庫 110 を備えている。倉庫 110 には、荷物が入庫され配置される。あるいは、倉庫 110 に配置されていた荷物が出庫される。荷物の入庫あるいは出庫を、荷物の入出庫ともいう。倉庫 110 の具体例は、荷物を冷蔵する冷蔵倉庫である。

[0011] 図 2 を用いて、本実施の形態に係る空調管理サーバ 300 の構成について説明する。

空調管理サーバ 300 は、コンピュータである。空調管理サーバ 300 は、プロセッサ 910 を備えるとともに、メモリ 921、補助記憶装置 922、入力インタフェース 930、出力インタフェース 940、および通信装置 950 といった他のハードウェアを備える。プロセッサ 910 は、信号線を介して他のハードウェアと接続され、これら他のハードウェアを制御する。

[0012] 空調管理サーバ 300 は、機能要素として、通信制御部 310 と方式抽出部 320 と空調方式データベース 330 とを備える。

[0013] 通信制御部 310 は、通信装置 950 に備えられる。

方式抽出部 320 の機能は、ソフトウェアにより実現される。

空調方式データベース 330 は、メモリ 921 あるいは補助記憶装置 922 に備えられる。

[0014] プロセッサ 910 は、空調管理プログラムを実行する装置である。空調管理プログラムは、方式抽出部 320 の機能を実現するプログラムである。

プロセッサ 910 は、演算処理を行う IC (Integrated Circuit) である。プロセッサ 910 の具体例は、CPU (Central

l Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、GPU (Graphics Processing Unit) である。

- [0015] メモリ921は、データを一時的に記憶する記憶装置である。メモリ921の具体例は、SRAM (Static Random Access Memory)、あるいはDRAM (Dynamic Random Access Memory) である。

補助記憶装置922は、データを保管する記憶装置である。補助記憶装置922の具体例は、HDDである。また、補助記憶装置922は、SD (登録商標) メモリカード、CF、NANDフラッシュ、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ブルーレイ (登録商標) ディスク、DVDといった可搬記憶媒体であってもよい。なお、HDDは、Hard Disk Driveの略語である。SD (登録商標) は、Secure Digitalの略語である。CFは、CompactFlash (登録商標) の略語である。DVDは、Digital Versatile Diskの略語である。

- [0016] 入力インタフェース930は、マウス、キーボード、あるいはタッチパネルといった入力装置と接続されるポートである。入力インタフェース930は、具体的には、USB (Universal Serial Bus) 端子である。なお、入力インタフェース930は、LAN (Local Area Network) と接続されるポートであってもよい。

出力インタフェース940は、ディスプレイといった出力機器のケーブルが接続されるポートである。出力インタフェース940は、具体的には、USB端子またはHDMI (登録商標) (High Definition Multimedia Interface) 端子である。ディスプレイは、具体的には、LCD (Liquid Crystal Display) である。

- [0017] 通信装置950は、レシーバとトランスミッタを有する。通信装置950

は、無線で、LAN、インターネット、あるいは電話回線といった通信網に接続している。通信装置950は、具体的には、通信チップまたはNIC (Network Interface Card) である。

[0018] 空調管理プログラムは、プロセッサ910に読み込まれ、プロセッサ910によって実行される。メモリ921には、空調管理プログラムだけでなく、OS (Operating System) も記憶されている。プロセッサ910は、OSを実行しながら、空調管理プログラムを実行する。空調管理プログラムおよびOSは、補助記憶装置922に記憶されていてもよい。補助記憶装置922に記憶されている空調管理プログラムおよびOSは、メモリ921にロードされ、プロセッサ910によって実行される。なお、空調管理プログラムの一部または全部がOSに組み込まれていてもよい。

[0019] 空調管理サーバ300は、プロセッサ910を代替する複数のプロセッサを備えていてもよい。これら複数のプロセッサは、空調管理プログラムの実行を分担する。それぞれのプロセッサは、プロセッサ910と同じように、空調管理プログラムを実行する装置である。

[0020] 空調管理プログラムにより利用、処理または出力されるデータ、情報、信号値および変数値は、メモリ921、補助記憶装置922、または、プロセッサ910内のレジスタあるいはキャッシュメモリに記憶される。

[0021] 通信制御部310は、倉庫装置120あるいは入出庫サーバ200の通信制御部と通信する。

空調方式データベース330は、倉庫における荷物の配置パターンと、倉庫の空調制御に用いられる空調方式とを対応付けて記憶する。また、空調方式データベース330は、倉庫における荷物の入出庫時の各々と、空調方式とを対応付けて記憶する。空調方式とは、入出庫時あるいは荷物の配置パターンごとの空調関連設備の適切な制御方法である。

方式抽出部320は、入出庫サーバ200から配置変更通知22を受信する。方式抽出部320は、配置変更通知22に含まれる配置情報に最も近い配置パターンに対応する空調方式を、空調方式データベース330から抽出

する。方式抽出部３２０は、抽出した空調方式による倉庫の空調制御を指示する制御指示２１を倉庫システム１００に送信する。また、方式抽出部３２０は、荷物の入出庫の開始を表す入出庫開始通知２３を入出庫サーバ２００から受信する。方式抽出部３２０は、入出庫開始通知２３に基づいて、空調方式データベース３３０から入庫時あるいは出庫時に対応する空調方式を抽出する。方式抽出部３２０は、抽出した空調方式による倉庫の空調制御を指示する制御指示２１を倉庫システム１００に送信する。

[0022] 図３を用いて、本実施の形態に係る倉庫システム１００の構成について説明する。

倉庫システム１００は、倉庫１１０と倉庫装置１２０と空調関連設備１３０とを備える。

倉庫装置１２０は、コンピュータである。倉庫装置１２０は、プロセッサ９１０、メモリ９２１、補助記憶装置９２２、入力インタフェース９３０、出力インタフェース９４０、および通信装置９５０といったハードウェアを有する。ただし、図３では、これらのハードウェアの記載を省略している。倉庫装置１２０は、機能要素として、通信制御部１０１と制御部１０２とを備える。

[0023] 通信制御部１０１は、外部ネットワークとの通信を制御する。

制御部１０２は、空調管理サーバ３００から制御指示２１を受信する。制御部１０２は、制御指示２１に基づいて、倉庫１１０の空調制御を実行する。すなわち、制御部１０２は、制御指示２１に基づいて、空調関連設備１３０の監視および制御を行う。制御部１０２は、機器監視制御部ともいう。

[0024] 通信制御部１０１は、通信装置９５０に備えられる。

制御部１０２の機能は、ソフトウェアにより実現される。

補助記憶装置９２２に記憶されている倉庫プログラムおよびＯＳは、メモリ９２１にロードされ、プロセッサ９１０によって実行される。

倉庫装置１２０のハードウェアについては、空調管理サーバ３００と同様である。

[0025] 空調関連設備１３０は、エアコンディショナー１０３、チラー１０４、換気装置１０５、エアーカーテン１０６、マテリアルハンドリング機器１０７、および空調関連機器１０８といった設備である。空調関連設備１３０は、倉庫１１０に設置される。マテリアルハンドリング機器１０７は、荷物の移動を行う。空調関連機器１０８は、ドックシェルターといったその他の空調関連機器の総称である。

[0026] 図４を用いて、本実施の形態に係る入出庫サーバ２００の構成について説明する。

入出庫サーバ２００は、コンピュータである。入出庫サーバ２００は、プロセッサ９１０、メモリ９２１、補助記憶装置９２２、入力インタフェース９３０、出力インタフェース９４０、および通信装置９５０といったハードウェアを有する。ただし、図４では、これらのハードウェアの記載を省略している。入出庫サーバ２００は、機能要素として、通信制御部２１０と配置管理部２２０と配置データベース２３０とを備える。

[0027] 通信制御部２１０は、外部ネットワークとの通信を制御する。

配置管理部２２０は、倉庫１１０における荷物の配置が変更されると、倉庫１１０における現在の荷物の配置を表す配置情報を含む配置変更通知２２を空調管理サーバ３００に送信する。また、配置管理部２２０は、荷物の入出庫の開始を表す入出庫開始通知２３を空調管理サーバ３００に送信する。すなわち、配置管理部２２０は、入出庫の開始あるいは完了、および庫内の荷物の配置が更新された際に、荷物の配置パターンを空調管理サーバ３００に通知する。

配置データベース２３０は、倉庫１１０内の荷物の配置情報を記憶する。

[0028] 通信制御部２１０は、通信装置９５０に備えられる。

配置管理部２２０の機能は、ソフトウェアにより実現される。

配置データベース２３０は、メモリ９２１あるいは補助記憶装置９２２に備えられる。

補助記憶装置９２２に記憶されている入出庫プログラムおよびＯＳは、メ

モリ 9 2 1 にロードされ、プロセッサ 9 1 0 によって実行される。

入在庫サーバ 2 0 0 のハードウェアについては、空調管理サーバ 3 0 0 と同様である。

[0029] 方式抽出部 3 2 0、制御部 1 0 2、および配置管理部 2 2 0 の「部」を「処理」、「手順」あるいは「工程」に読み替えてもよい。また、空調管理処理、方式抽出処理、制御処理、および配置管理処理の「処理」を「プログラム」、「プログラムプロダクト」または「プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記憶媒体」に読み替えてもよい。

空調管理プログラムは、上記の各部の「部」を「処理」、「手順」あるいは「工程」に読み替えた各処理、各手順あるいは各工程を、コンピュータに実行させる。また、空調管理方法は、空調管理サーバ 3 0 0 が空調管理プログラムを実行することにより行われる方法である。

空調管理プログラムは、コンピュータ読取可能な記録媒体に格納されて提供されてもよい。また、空調管理プログラムは、プログラムプロダクトとして提供されてもよい。

[0030] 図 5 は、本実施の形態に係る空調方式データベース 3 3 0 の例を示す図である。

空調方式データベース 3 3 0 は、倉庫 1 1 0 の環境を表す倉庫環境 3 1 と、倉庫環境 3 1 に最適な空調方式 3 2 とが設定されている。

倉庫環境 3 1 の具体例は、倉庫 1 1 0 における荷物の配置パターン、倉庫 1 1 0 への荷物の入庫時、あるいは倉庫 1 1 0 からの荷物の出庫時といった情報である。空調方式 3 2 は、風向、風量といった空調関連設備の設定値を含む。

[0031] ***動作の説明***

図 6 を用いて、本実施の形態に係る空調管理処理 S 3 0 0 の動作について説明する。

空調管理処理 S 3 0 0 は、空調管理サーバ 3 0 0 により実行される処理である。

[0032] ステップS 3 0 1において、通信制御部3 1 0は、入出庫サーバ2 0 0から、入出庫開始通知2 3を受信したかを判定する。入出庫開始通知2 3が受信されると、ステップS 3 0 2に進む。入出庫開始通知2 3が受信されていなければ、ステップS 3 0 5に進む。

ステップS 3 0 2において、方式抽出部3 2 0は、入出庫開始通知2 3を用いて、空調方式データベース3 3 0から入出庫時の空調方式を検索する。方式抽出部3 2 0は、空調方式データベース3 3 0から抽出した空調方式による空調制御を指示する制御指示2 1を倉庫1 1 0に送信する。

[0033] ステップS 3 0 3において、通信制御部3 1 0は、入出庫サーバ2 0 0から、入出庫完了通知2 4を受信したかを判定する。入出庫完了通知2 4には、入出庫が完了した際の荷物の配置を表す配置情報が含まれる。入出庫完了通知2 4が受信されると、ステップS 3 0 4に進む。入出庫完了通知2 4が受信されていなければ、これらを受信するまでステップS 3 0 3を繰り返す。

[0034] ステップS 3 0 4において、方式抽出部3 2 0は、倉庫1 1 0における現在の配置情報に基づいて、空調方式データベース3 3 0から空調方式を検索する。具体的には、方式抽出部3 2 0は、入出庫完了通知2 4に含まれる配置情報を用いて、空調方式データベース3 3 0から空調方式を検索する。方式抽出部3 2 0は、入出庫完了通知2 4に含まれる配置情報に最も近い倉庫環境3 1に対応する空調方式3 2を検索する。方式抽出部3 2 0は、空調方式データベース3 3 0から抽出した空調方式による空調制御を指示する制御指示2 1を、倉庫1 1 0に送信する。

[0035] ステップS 3 0 5において、通信制御部3 1 0は、入出庫サーバ2 0 0から配置変更通知2 2を受信したかを判定する。配置変更通知2 2とは、倉庫1 1 0において、荷物の配置を変更した際の配置情報を含む通知である。配置変更通知2 2が受信されると、ステップS 3 0 4に戻る。すなわち、ステップS 3 0 4において、方式抽出部3 2 0は、倉庫1 1 0における配置変更後の配置情報に基づいて、空調方式データベース3 3 0から空調方式を検索

する。具体的には、方式抽出部320は、配置変更通知22に含まれる配置情報に最も近い倉庫環境31に対応する空調方式32を検索する。方式抽出部320は、空調方式データベース330から抽出した空調方式による空調制御を指示する制御指示21を、倉庫110に送信する。配置変更通知22が受信されていなければ、ステップS301からの処理を繰り返す。

[0036] ***他の構成***

<変形例1>

本実施の形態では、方式抽出部320、制御部102、および配置管理部220の機能がソフトウェアで実現される。変形例として、方式抽出部320、制御部102、および配置管理部220の機能がハードウェアで実現されてもよい。

機能要素の各要素がハードウェアで実現される場合、この各要素を有するサーバあるいは装置は、プロセッサ910に替えて電子回路909を有する。ここでは、空調管理サーバ300について説明する。倉庫装置120および出入庫サーバ200についても空調管理サーバ300と同様である。

[0037] 空調管理サーバ300は、電子回路909、メモリ921、補助記憶装置922、入力インタフェース930、および出力インタフェース940を備える。

[0038] 電子回路909は、方式抽出部320の機能を実現する専用の電子回路である。

電子回路909は、具体的には、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ロジックIC、GA、ASIC、または、FPGAである。GAは、Gate Arrayの略語である。ASICは、Application Specific Integrated Circuitの略語である。FPGAは、Field-Programmable Gate Arrayの略語である。

方式抽出部320の機能は、1つの電子回路で実現されてもよいし、複数の電子回路に分散して実現されてもよい。

別の変形例として、方式抽出部 320 の一部の機能が電子回路で実現され、残りの機能がソフトウェアで実現されてもよい。

[0039] プロセッサと電子回路の各々は、プロセッシングサーキットリとも呼ばれる。つまり、空調管理サーバ 300 において、方式抽出部 320 の機能は、プロセッシングサーキットリにより実現される。同様に、倉庫装置 120 において、制御部 102 の機能は、プロセッシングサーキットリにより実現される。また、入出庫サーバ 200 において、配置管理部 220 の機能は、プロセッシングサーキットリにより実現される。

[0040] ***本実施の形態の効果の説明***

本実施の形態に係る空調システム 500 は、入出庫サーバからの情報をトリガとして、現在の入出庫作業あるいは荷物配置に合わせた空調方式を空調方式データベースから抽出することができる。よって、本実施の形態に係る空調システム 500 によれば、倉庫の状況変化に対応して空調状態を自動で適正化するといった効果が得られる。

[0041] 実施の形態 2.

本実施の形態では、主に、実施の形態 1 と異なる点について説明する。なお、実施の形態 1 と同様の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する場合がある。

[0042] ***構成の説明***

図 7 を用いて、本実施の形態に係る空調システム 500 a の構成について説明する。

図 7 において実施の形態 1 の図 1 と異なる点は、空調システム 500 a が管理者端末 600 を有する点である。管理者端末 600 は、倉庫 110 の管理者が利用するパーソナルコンピュータ、スマートフォン、あるいはタブレットといった端末装置である。本実施の形態に係る空調システム 500 a では、倉庫システム 100 a と入出庫サーバ 200 a と空調管理サーバ 300 a と管理者端末 600 とが、ネットワーク 400 を介して互いに通信する。

[0043] 図 8 を用いて、本実施の形態に係る倉庫システム 100 a の構成について

説明する。

図8において実施の形態1の図3と異なる点は、倉庫システム100aが環境測定センサ109を備える点である。倉庫システム100aは、倉庫装置120aと空調関連設備130と環境測定センサ109とを備える。

環境測定センサ109は、倉庫110内に複数設置される。環境測定センサ109は、温度、湿度、風量、あるいはCO₂濃度といった空調環境を測定し、測定結果を制御部102aに送信する。

制御部102aは、制御指示21により指示された空調方式を用いて倉庫110の空調制御を実行した際の、倉庫110の状態を倉庫状態通知25として空調管理サーバ300aに送信する。制御部102aは、各設備の稼働状態と環境測定センサ109のセンシング情報を倉庫状態通知25として、通信制御部101を介して空調管理サーバ300aに周期的に送信する。各設備の稼働状態には、設定温度、吹き出し温度、風量、風向、あるいはドアの開閉といった情報が含まれる。制御部102aは、空調管理サーバ300aから送信される制御指示21に基づいて、複数の空調関連設備130の制御を行う。

[0044] 図9を用いて、本実施の形態に係る入出庫サーバ200aの構成について説明する。

図9において実施の形態1の図4と異なる点は、入出庫サーバ200aが入出庫計画データベース240を備える点である。

入出庫計画データベース240は、倉庫110における荷物の入出庫の計画を表す入出庫計画を記憶する。入出庫計画は、入出庫時の荷物の配置を表す配置計画を含む。入出庫計画には、日時、荷物の大きさ、重さ、入出庫を識別する入出庫ID、および倉庫110内の配置計画といった情報が含まれる。

配置管理部220aは、入出庫の開始あるいは完了、庫内の荷物の配置、あるいは入出庫計画が更新された際に、荷物の配置情報あるいは入出庫計画を空調管理サーバ300aに通知する。

[0045] 図10を用いて、本実施の形態に係る空調管理サーバ300aの構成について説明する。

図10において実施の形態1の図2と異なる点は、空調管理サーバ300aが、通信制御部310および方式抽出部320aに加え、方式探索部340とシミュレータ部350とモデル更新部360と状態監視部370とを備える点である。図2と異なる点は、さらに、空調管理サーバ300aが、空調方式データベース330aに加え、要求条件データベース331とモデル更新用データベース332とモデルデータベース333を備える点である。

[0046] モデルデータベース333は、倉庫110の管理者により、管理者端末600を用いて登録される。モデルデータベース333は、倉庫110の施設設計CADデータ、空調関連設備130の機器モデル、配置および配管情報、荷物の配置パターン、および入出庫予定といった倉庫110の環境モデルを記憶する。施設設計CADデータは、冷蔵倉庫の空調シミュレーションに必要な情報である。空調関連設備130の機器モデルは、冷蔵倉庫に設置されている各機器、すなわちエアコンディショナー、チラー、換気装置、ドックシェルター、およびエアーカーテンといった機器のモデルである。配置および配管情報は、冷蔵倉庫に設置されている各機器の配置と、配管に関する情報である。荷物の配置パターンと入出庫予定とは、入出庫サーバ200aから取得される。

[0047] 要求条件データベース331は、倉庫110の管理者により、管理者端末600を用いて登録される。要求条件データベース331には、管理者から要求された倉庫110の要求空調条件が記憶される。すなわち、要求条件データベース331は、倉庫110の環境として要求される状態を表す要求条件を記憶する。

シミュレータ部350は、モデルデータベース333に記憶された環境モデルをパラメータとして、空調シミュレーションを実行する。

[0048] 方式探索部340は、モデルデータベース333の環境モデルに基づいて、日々の入出庫計画に合わせて、倉庫110を要求条件に保ち、かつ、省エ

ネルギーになる空調関連設備の動作の組み合わせを探索する。

空調方式データベース 330a は、探索した日々の入出庫計画に基づいた空調方式とその空調方式を実行した場合の各空調関連設備 130 および環境測定センサ 109 の予測動作状態を記憶する。予測動作状態には、風量、風向、あるいは温度といった情報が含まれる。

状態監視部 370 は、実際の倉庫 110 の空調関連設備 130 の稼働状況、あるいは環境測定センサ 109 からの情報を監視する。状態監視部 370 は、環境測定センサ 109 からの情報と、空調方式データベース 330a に格納された各空調関連設備の予測動作状態との乖離が許容値以上になった場合、該当する空調関連設備のモデルの修正情報をモデル更新部 360 に送信する。

モデル更新部 360 は、入出庫サーバ 200a から入出庫計画情報を取得する。モデル更新部 360 は、モデルデータベース 333 に記憶されている環境モデルの荷物の配置状態あるいはドアの開閉状態といった空調環境モデルを更新する。また、モデル更新部 360 は、状態監視部 370 からの機器モデルの修正情報に基づいて、環境モデルの機器モデルを更新する。

方式抽出部 320a は、入出庫計画の実行時に、適切な空調方式を空調方式データベース 330a から取り出す。方式抽出部 320a は、倉庫システム 100a の制御部 102a に空調関連設備 130 の制御方法を指示する制御指示 21 を送信する。

[0049] ***動作の説明***

次に、本実施の形態に係る空調システム 500a の各装置の動作について説明する。

図 11 を用いて、本実施の形態に係る初期データ登録処理について説明する。

ステップ S501 において、管理者端末 600 は、冷蔵倉庫の空調監視を行う管理者から、倉庫 110 の空調シミュレーションに必要な施設設計 CAD データといった建屋情報 321 の入力を受け付ける。管理者端末 600 は

、ネットワーク４００を介して、建屋情報３２１を空調管理サーバ３００aに送信する。

ステップＳ５０２において、管理者端末６００は、管理者から、エアコンディショナー、チラー、換気装置、ドックシェルター、およびエアーカーテンといった機器に関する機器情報３２３を受け付ける。機器情報３２３には、設備の機種と、設備の配置および配管情報が含まれる。管理者端末６００は、ネットワーク４００を介して、機器情報３２３を空調管理サーバ３００aに送信する。機器情報３２３は機器モデルともいう。

ステップＳ５０３において、管理者端末６００は、管理者から、要求条件を受け付ける。管理者端末６００は、ネットワーク４００を介して、要求条件を空調管理サーバ３００aに送信する。

[0050] なお、空調管理サーバ３００aに送信された要求条件は、空調管理サーバ３００aの要求条件データベース３３１に記憶される。また、空調管理サーバ３００aに送信された建屋情報３２１および機器情報３２３は、環境モデルとしてモデルデータベース３３３に記憶される。

[0051] 図１２は、本実施の形態に係る要求条件データベース３３１の例を示す図である。

要求条件データベース３３１には、具体例として、温度が－２０℃、かつ、許容温度範囲±３℃であり、湿度が８０％、かつ、許容湿度範囲±１０％であるという要求条件が設定されている。

[0052] 図１３を用いて、本実施の形態に係るモデル更新部３６０のモデル更新処理について説明する。

モデル更新部３６０は、入出庫サーバ２００aから入出庫計画を受信し、入出庫計画に基づいて、倉庫の入出庫時の倉庫における荷物の配置パターンを含む倉庫の環境を表す環境モデルを生成する。

[0053] 初期データ登録処理が完了した後、ステップＳ６０１において、モデル更新部３６０は、入出庫サーバ２００aから倉庫１１０内の荷物の配置情報を取得する。モデル更新部３６０は、取得した配置情報をモデル更新用データ

ベース 332 の配置情報 322 に記憶する。モデル更新部 360 は、配置情報 322 に基づいて、モデルデータベース 333 の環境モデルの配置パターンを現状の状態に更新する。

ステップ S602 において、モデル更新部 360 は、入在庫サーバ 200a から入在庫計画を取得する。

ステップ S603 において、モデル更新部 360 は、入在庫計画 ID 毎の倉庫 110 の環境モデルを作成し、入在庫計画 ID とともにモデルデータベース 333 に追加する。

[0054] 図 14 は、本実施の形態に係るモデルデータベース 333 の例を示す図である。

モデルデータベース 333 には、入在庫計画 ID 341 と、環境モデル ID 342 と、環境モデル 343 が設定される。

図 14 では、1 回の入在庫計画 ID : A に対し、ドックシェルターが開いた状態の環境モデル : A-a と、荷物の配置変更が完了しドックシェルターが閉じた状態の環境モデル : A-b との 2 つの環境モデルが、モデルデータベース 333 に追加される。環境モデル ID 342 は、具体的には、入在庫計画 ID + 枝番となっている。

[0055] ステップ S604 において、モデル更新部 360 は、入在庫サーバ 200a からの入在庫計画の更新通知、あるいは、状態監視部 370 からの環境モデルの更新要求を受信したかを判定する。更新通知、あるいは、環境モデルの更新要求を受信した場合は、ステップ S603 に戻る。ステップ S603 では、モデル更新部 360 は、更新通知、あるいは、環境モデルの更新要求に基づいて、入在庫計画 ID 毎の環境モデルを作成あるいは更新する。更新通知も、環境モデルの更新要求も受信していない場合は、ステップ S604 を繰り返す。

このように、モデルデータベース 333 の更新は、入在庫サーバ 200a からの入在庫計画の更新通知、または、後述する状態監視部 370 からの環境モデルの更新要求をトリガに実行される。

[0056] 図 15 を用いて、本実施の形態に係る方式探索部 340 の方式探索処理について説明する。

方式探索部 340 は、環境モデルを用いて倉庫 110 の空調制御を模擬することにより、要求条件を満たす空調方式を探索する。方式探索部 340 は、探索された空調方式を環境モデルに対応付けて空調方式データベース 330a を更新する。

[0057] ステップ S701 において、方式探索部 340 は、モデルデータベース 333 が更新されたかを判定する。モデルデータベース 333 が更新されると、ステップ S702 に進む。

ステップ S702 において、方式探索部 340 は、更新された環境モデル ID の環境モデルをシミュレータ部 350 に入力する。

ステップ S703 において、方式探索部 340 は、要求条件を満たし、かつ、最も省エネルギーな空調関連設備の動作の組み合わせを空調方式として探索する。

ステップ S704 において、方式探索部 340 は、空調方式による倉庫 110 の空調制御を模擬した際の倉庫 110 の状態を予測値として空調方式データベース 330a に設定する。具体的には、方式探索部 340 は、探索された空調方式と、各空調関連設備および環境測定センサの予測動作状態とを、環境モデル ID とともに空調方式データベース 330a に格納する。

[0058] 図 16 は、本実施の形態に係る空調方式データベース 330a の例を示す図である。

図 16 の空調方式データベース 330a には、環境モデル ID 351 と、空調方式 352 と、予測値 353 が設定される。環境モデル ID 351 は環境モデルを識別する。環境モデルには、倉庫環境 31 が含まれる。図 16 の空調方式データベース 330a における環境モデル ID 351 は、モデルデータベース 333 の環境モデル ID 342 に対応している。

[0059] 図 17 を用いて、本実施の形態に係る方式抽出部 320a の方式抽出処理について説明する。

ステップS801において、方式抽出部320aは、入出庫サーバ200aから入出庫開始通知23を受信したかを判定する。具体的には、入出庫開始通知23が、入出庫計画Aの入庫開始を表すものとする。すなわち、環境モデルIDは、A-aとなる。

ステップS802において、方式抽出部320aは、入出庫開始通知23に基づいて、空調方式データベース330aから対応する空調方式を検索する。具体的には、環境モデルID「A-a」に対応する空調方式を抽出する。

ステップS803において、方式抽出部320aは、抽出された空調方式の実行を倉庫システムの制御部102aに指示する制御指示21を送信する。

ステップS804において、方式抽出部320aは、空調方式データベース330aから現在実行中の空調方式の更新通知を受けたかを判定する。空調方式の更新通知を受けた場合、ステップS805に進む。空調方式の更新通知を受けていない場合、ステップS801に戻る。

ステップS805において、方式抽出部320aは、空調方式データベース330aから空調方式を再検索する。方式抽出部320aは、再検索された空調方式の実行を倉庫システムの制御部102aに指示する制御指示21を送信する。

[0060] 図18を用いて、本実施の形態に係る状態監視部370の状態監視処理について説明する。

ステップS901において、状態監視部370は、空調関連設備の稼働状況および環境測定センサからの情報を監視する。状態監視部370は、空調関連設備の稼働状況および環境測定センサからの情報が、空調方式データベース330aに格納された予測動作状態の許容値外になったかを判定する。予測動作状態の許容値外になった場合、ステップS902に進む。

ステップS902において、状態監視部370は、該当する空調関連設備の機器モデルの修正情報をモデル更新部360に送付する。修正情報の具体

例は、エアコンディショナーAの周波数：A、吸込み温度：B、風量：Cの場合の吹き出し温度をDからEに修正といった情報である。

[0061] ***本実施の形態の効果の説明***

以上のように、本実施の形態に係る空調システム500aでは、入出庫サーバからの情報を基に、少ないエネルギーで要求条件を満たす空調方式を予め探索する。そして、本実施の形態に係る空調システム500aでは、実際の入出庫に合わせて探索した空調方式を実行する。よって、本実施の形態に係る空調システム500aによれば、空調関連設備の劣化といった事象で探索した空調方式が現実と合致しない場合でも、不整合になっている環境モデルを現実に合わせて修正することができる。よって、本実施の形態に係る空調システム500aによれば、空調状態をより高精度に適正化することができる。

[0062] 以上の実施の形態1から2では、空調システムの各装置の各部を独立した機能ブロックとして説明した。しかし、空調システムの各装置の構成は、上述した実施の形態のような構成でなくてもよい。空調システムの各装置の機能ブロックは、上述した実施の形態で説明した機能を実現することができれば、どのような構成でもよい。また、空調システムの各装置は、1つの装置でなく、複数の装置から構成されたシステムでもよい。

また、実施の形態1から2のうち、複数の部分を組み合わせて実施しても構わない。あるいは、これらの実施の形態のうち、1つの部分を実施しても構わない。その他、これら実施の形態を、全体としてあるいは部分的に、どのように組み合わせて実施しても構わない。

すなわち、実施の形態1から2では、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

[0063] なお、上述した実施の形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明の範囲、本発明の適用物の範囲、および本発明の用途の範囲を制限することを意図するものではない。上述した実施の形態は、必要に応じて種々の変更が

可能である。

符号の説明

[0064] 21 制御指示、22 配置変更通知、23 入出庫開始通知、24 入出庫完了通知、25 倉庫状態通知、31 倉庫環境、32, 352 空調方式、100, 100a 倉庫システム、102, 102a 制御部、103 エアコンディショナー、104 チラー、105 換気装置、106 エアーカーテン、107 マテリアルハンドリング機器、108 空調関連機器、109 環境測定センサ、110 倉庫、120, 120a 倉庫装置、130 空調関連設備、200, 200a 入出庫サーバ、220, 220a 配置管理部、230 配置データベース、240 入出庫計画データベース、300, 300a 空調管理サーバ、101, 210, 310 通信制御部、320, 320a 方式抽出部、321 建屋情報、322 配置情報、323 機器情報、330, 330a 空調方式データベース、331 要求条件データベース、332 モデル更新用データベース、333 モデルデータベース、340 方式探索部、341 入出庫計画ID、342, 351 環境モデルID、343 環境モデル、350 シミュレータ部、353 予測値、360 モデル更新部、370 状態監視部、400 ネットワーク、500, 500a 空調システム、600 管理者端末、909 電子回路、910 プロセッサ、921 メモリ、922 補助記憶装置、930 入力インタフェース、940 出力インタフェース、950 通信装置、S300 空調管理処理。