

明 細 書

発明の名称：

設備制御装置、設備制御方法および設備制御プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、ビル設備の制御に関するものである。

背景技術

[0002] オフィスおよび工場等では、消費エネルギーが規定値を超過しないよう設備の制御が行われる。

[0003] 一方で、消費エネルギーを必要以上に削減すると、居住者の快適性が損なわれる恐れがある。そこで、居住者の快適性を保ちつつ消費エネルギーを削減することが重要である。

[0004] 例えば、特許文献１は、節電対策立案を支援する技術を示している。具体的には、ビルが有するエリアのデータが収集され、人が感じる負荷（平均照度および不快指数など）に応じて照明設備および空気調和設備で消費される電力が収集データに基づいて算出され、算出された消費電力に基づく節電効果が試算される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特許６３８９９３４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１に記載の技術は、照明設備および空気調和設備以外の設備を制御することによる消費エネルギー削減に対応できない。

[0007] 特許文献１に記載の技術は、ビルの管理者の節電目標に対応できる。また、特許文献１に記載の技術は、ビルの利用者の温熱環境および光環境に対応できる。

しかし、ビルには管理者および利用者以外にもオーナーおよびテナントな

ど多数のステークホルダーが存在し、ステークホルダーごとに要求が異なる。

そして、特許文献 1 に記載の技術は、利用者の空気質環境に関する要求、利用者の音環境に関する要求、オーナーまたはテナントの生産性に関する要求、および、オーナーまたはテナントの C O 2 排出量に関する要求などに対応できない。

[0008] 特許文献 1 に記載の技術は、ビル管理法で定められる温湿度基準範囲を満たすことができる。

しかし、ビル設備を制御する上で必ず満たさなければならない制約が存在する。

そして、特許文献 1 に記載の技術では、C O 2 濃度などの基準範囲を必ず満たすための制御を行うことができない。

[0009] 本開示は、ビルの運用上必要な制約を満たしつつ、ステークホルダーの要求を考慮しつつ、ビルの運用を支援できるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本開示の設備制御装置は、

ビルに設置された 1 つ以上の設備を制御するための設定の複数の候補である複数の設定候補に基づいて、設定候補ごとに、前記設定候補が前記 1 つ以上の設備に適用された場合の前記ビルの運用の結果に相当するシミュレーション結果を得る結果取得部と、

設定候補ごとに、前記シミュレーション結果に基づいて、前記ビルのステークホルダーの満足度を算出する満足度算出部と、

設定候補ごとに、前記シミュレーション結果に基づいて、前記ビルの運用制約を満たす度合いを表す制約度を算出する制約度算出部と、

各設定候補の前記満足度と各設定候補の前記制約度とに基づいて前記複数の設定候補の優劣を判定して判定結果に基づいて前記複数の設定候補を最適化することによって、新たな複数の設定候補を生成する候補最適化部と、

前記新たな複数の設定候補から前記 1 つ以上の設備に適用すべき設定候補

を適用設定として選択する選択部と、

前記適用設定を前記１つ以上の設備に適用する制御部と、を備える。

発明の効果

[0011] 本開示によれば、満足度と制約度の両方に基づいて最適化された設定候補がビルの設備に適用される。そのため、ビルの運用上必要な制約を満たしつつ、ステークホルダーの要求を考慮しつつ、ビルの運用を支援することが可能である。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態１におけるビル管理システム２００の構成図。

[図2]実施の形態１における設備制御装置１００の構成図。

[図3]実施の形態１における計算部１１１の構成図。

[図4]実施の形態１における設備制御装置１００の機能関係図。

[図5]実施の形態１における設備制御方法のフローチャート。

[図6]実施の形態１における制約勝敗表を示す図。

[図7]実施例（１－３）における設備制御方法のフローチャート。

[図8]実施の形態２における計算部１１１の構成図。

[図9]実施の形態２における設備制御装置１００の機能関係図。

[図10]実施の形態２における設備制御方法のフローチャート。

[図11]実施の形態３における計算部１１１の構成図。

[図12]実施の形態３における設備制御装置１００の機能関係図。

[図13]実施の形態３における設備制御方法のフローチャート。

[図14]実施例（３－２）における設備制御装置１００の機能関係図。

[図15]実施例（３－３）における設備制御装置１００の機能関係図。

[図16]実施例（３－４）における設備制御装置１００の機能関係図。

[図17]実施の形態４における設備制御装置１００の構成図。

[図18]実施の形態４における設備制御装置１００の機能関係図。

[図19]実施の形態４における設備制御方法のフローチャート。

[図20]実施例（４－２）における設備制御装置１００の機能関係図。

[図21]実施の形態5における設備制御装置100の構成図。

[図22]実施の形態5における設備制御装置100の機能関係図。

[図23]実施の形態5における設備制御方法のフローチャート。

[図24]実施の形態6における計算部111の構成図。

[図25]実施の形態6における設備制御装置100の機能関係図。

[図26]実施の形態6における設備制御方法のフローチャート。

[図27]実施例(6-1)における設備制御装置100の機能関係図。

[図28]実施の形態における設備制御装置100のハードウェア構成図。

発明を実施するための形態

[0013] 実施の形態および図面において、同じ要素または対応する要素には同じ符号を付している。説明した要素と同じ符号が付された要素の説明は適宜に省略または簡略化する。図中の矢印はデータの流れ又は処理の流れを主に示している。

[0014] 実施の形態1.

ビル管理システム200について、図1から図7に基づいて説明する。

[0015] ***構成の説明***

図1に基づいて、ビル管理システム200の構成を説明する。

ビル管理システム200は、設備制御装置100とビル管理装置210を備える。

設備制御装置100とビル管理装置210は、ネットワークを介して、または、ネットワークを介さず直接に、互いに接続される。

[0016] ビル管理システム200は、入力装置201および出力装置202と接続される。

入力装置201は、利用者により操作される機器である。例えば、入力装置201は、マウス、キーボードまたはタッチパネルなどである。

出力装置202は、データを出力する機器である。例えば、出力装置202は、ディスプレイまたはプリンタである。

[0017] ビル管理装置210は、BASと同様の装置であり、ビルに設置された1

つ以上の設備 211 と接続される。そして、ビル管理装置 210 は、各設備 211 の設定を行い、各設備 211 の状態を監視する。

例えば、設備 211 は、空気調和設備、照明設備、換気設備または給湯設備などである。

BAS は、Building Automation System の略称である。

[0018] なお、ビル管理システム 200 は、設備制御装置 100 に統合されてもよい。

[0019] 図 2 に基づいて、設備制御装置 100 の構成を説明する。

設備制御装置 100 は、プロセッサ 101 とメモリ 102 と補助記憶装置 103 と入出力インタフェース 104 と通信インタフェース 105 といったハードウェアを備えるコンピュータである。これらのハードウェアは、信号線を介して互いに接続されている。

[0020] プロセッサ 101 は、演算処理を行う IC であり、他のハードウェアを制御する。例えば、プロセッサ 101 は CPU である。

IC は、Integrated Circuit の略称である。

CPU は、Central Processing Unit の略称である。

[0021] メモリ 102 は揮発性または不揮発性の記憶装置である。メモリ 102 は、主記憶装置またはメインメモリとも呼ばれる。例えば、メモリ 102 は RAM である。メモリ 102 に記憶されたデータは必要に応じて補助記憶装置 103 に保存される。

RAM は、Random Access Memory の略称である。

[0022] 補助記憶装置 103 は不揮発性の記憶装置である。例えば、補助記憶装置 103 は、ROM、HDD、フラッシュメモリまたはこれらの組み合わせである。補助記憶装置 103 に記憶されたデータは必要に応じてメモリ 102 にロードされる。

ROM は、Read Only Memory の略称である。

HDDは、Hard Disk Driveの略称である。

- [0023] 入出力インタフェース104は、入力装置201および出力装置202が接続されるポートである。例えば、入出力インタフェース104はUSBまたはHDMI（登録商標）の端子である。設備制御装置100の入出力は入出力インタフェース104を用いて行われる。

USBは、Universal Serial Busの略称である。

HDMIは、High-Definition Multimedia Interfaceの略称である。

- [0024] 通信インタフェース105はレシーバ及びトランスミッタである。例えば、通信インタフェース105は通信チップまたはNICである。設備制御装置100の通信は通信インタフェース105を用いて行われる。

NICは、Network Interface Cardの略称である。

- [0025] 設備制御装置100は、計算部111と選択部112と制御部113といった要素を備える。これらの要素はソフトウェアで実現される。

- [0026] 補助記憶装置103には、計算部111と選択部112と制御部113としてコンピュータを機能させるための設備制御プログラムが記憶されている。設備制御プログラムは、メモリ102にロードされて、プロセッサ101によって実行される。

補助記憶装置103には、さらに、OSが記憶されている。OSの少なくとも一部は、メモリ102にロードされて、プロセッサ101によって実行される。

プロセッサ101は、OSを実行しながら、設備制御プログラムを実行する。

OSは、Operating Systemの略称である。

- [0027] 設備制御プログラムの入出力データは記憶部190に記憶される。

メモリ102は記憶部190として機能する。但し、補助記憶装置103、プロセッサ101内のレジスタおよびプロセッサ101内のキャッシュメ

メモリなどの記憶装置が、メモリ 102 の代わりに、又は、メモリ 102 と共に、記憶部 190 として機能してもよい。

[0028] 設備制御装置 100 は、プロセッサ 101 を代替する複数のプロセッサを備えてもよい。

[0029] 設備制御プログラムは、光ディスクまたはフラッシュメモリ等の不揮発性の記録媒体にコンピュータ読み取り可能に記録（格納）することができる。

[0030] 図 3 に基づいて、計算部 111 の構成を説明する。

計算部 111 は、候補生成部 120 と、結果取得部 130 と、満足度算出部 140 と、制約度算出部 150 と、候補最適化部 160 と、を備える。

結果取得部 130 は、シミュレーション部 131 を備える。

満足度算出部 140 は、1 つ以上の満足度算出部を備える。例えば、満足度算出部 140 は、第 1 満足度算出部 141 と第 2 満足度算出部 142 を備える。

制約度算出部 150 は、1 つ以上の制約度算出部を備える。例えば、制約度算出部 150 は、第 1 制約度算出部 151 と第 2 制約度算出部 152 を備える。

候補最適化部 160 は、優劣判定部 161 と最適化部 162 を備える。

[0031] 図 4 は、ビル管理システム 200 の主要素の関係を示す。

図中の矢印は、データの流れ又は処理の流れを主に示している。

[0032] ***動作の説明***

設備制御装置 100 の動作の手順は設備制御方法に相当する。また、設備制御装置 100 の動作の手順は設備制御プログラムによる処理の手順に相当する。

[0033] 図 5 に基づいて、設備制御方法を説明する。

ステップ S110 において、候補生成部 120 は、複数の設定候補を生成する。

設定候補は、1 つ以上の設備 211 を制御するための設定データの候補である。

設定データは、各設備 2 1 1 の制御パラメータに設定される値を示す。

[0034] 例えば、複数の設定候補は以下のように生成される。

設定範囲データが記憶部 1 9 0 に予め記憶される。設定範囲データは、制御パラメータごとに、設定可能な値の範囲を示す。

候補生成部 1 2 0 は、制御パラメータごとに、設定範囲データに示される範囲から、設定候補と同じ個数の値（複数の値）を選択する。そして、候補生成部 1 2 0 は、制御パラメータごとに、選択された複数の値を互いに異なる設定候補に含める。

例えば、複数の値のそれぞれは一定間隔ごとに選ばれる。また、複数の値は、実験計画法によるサンプリングあるいは乱数を活用したサンプリングなどによって選択されてもよい。

[0035] ステップ S 1 2 0 において、結果取得部 1 3 0 は、複数の設定候補に基づいて、設定候補ごとにシミュレーション結果を得る。

シミュレーション結果は、設定候補が 1 以上の設備 2 1 1 に適用された場合のビルの運用の結果に相当する。

具体的には、シミュレーション結果は、各設備 2 1 1 の消費エネルギーおよび各部屋の室内環境などを示す。

[0036] シミュレーション結果は以下のように得られる。

シミュレーション部 1 3 1 は、設定候補ごとに、設定候補が 1 以上の設備 2 1 1 に適用された場合のビルの運用をシミュレーションする。

シミュレーションには、BESTまたはEnergyPlus、modelica等の既存のソフトウェアを用いることができる。

[0037] ステップ S 1 3 0 において、満足度算出部 1 4 0 は、設定候補ごとに、シミュレーション結果に基づいて、ビルのステークホルダーの満足度を算出する。

満足度は、ビルのステークホルダーが得られる満足の度合いを表す値である。

[0038] 例えば、満足度算出部 1 4 0 は、設定候補ごとに、複数の指標に対する複

数の満足度を算出する。この場合、第1満足度算出部141が第1満足指標に対する満足度（第1満足度）を算出し、第2満足度算出部142が第2満足指標に対する満足度（第2満足度）を算出する。

[0039] 例えば、満足度に関する指標（満足指標）として以下のような指標が挙げられる。

温熱環境に関する指標。具体例は、Predicted Mean Vote（PMV）である。

光環境に関する指標。具体例は、照度および明るさ感である。

空気質環境に関する指標。具体例は、二酸化炭素（CO₂）の濃度である。

音環境に関する指標。具体例は、音変動強度およびラウドネスである。

ビル利用者の心理環境に関する指標。具体例は集中度である。

ビルオーナーまたはビル管理者に関する各種指標。具体例は、消費エネルギー、ピーク電力、電気料金、ガス料金およびCO₂排出量である。

各満足度は、ビル全体についての値であってもよいし、部屋単位または人単位に換算された値であってもよい。

[0040] さらに、制約度算出部150は、設定候補ごとに、シミュレーション結果に基づいて制約度を算出する。

制約度は、ビルの運用に要求される制約（運用制約）を満たす度合いを表す値である。

[0041] 例えば、制約度算出部150は、複数の指標に対する複数の制約度を算出する。この場合、第1制約度算出部151が第1制約指標に対する制約度（第1制約度）を算出し、第2制約度算出部152が第2制約指標に対する制約度（第2制約度）を算出する。

[0042] 例えば、制約度に関する指標（制約指標）として以下のような指標が挙げられる。

エネルギーに関する規制値。具体例はCO₂基準排出量である。

厚生労働省によって定められた建築物環境衛生管理基準。具体例は、温度

、相対湿度、二酸化炭素の含有率またはホルムアルデヒドの量などの基準範囲である。

JIS規格（JIS Z 9110：2010）で定められた基準値。具体例は、室内平均机上面照度または均斉度などの基準値である。

各満足度は、ビル全体についての値であってもよいし、部屋単位または人単位に換算された値であってもよい。

[0043] ステップS140において、候補最適化部160は、最適化終了条件を満たしているか判定する。

最適化終了条件は、複数の設定候補の最適化を終了する条件として予め決められる。

[0044] 例えば、最適化終了条件は、最適化（ステップS150）の実行回数または満足度の目標値などの項目に関して定められる。最適化終了条件は、複数の項目に関して定められてもよい。

[0045] 最適化終了条件を満たしていない場合、処理はステップS150に進む。

最適化終了条件を満たしている場合、処理はステップS160に進む。

[0046] ステップS150において、候補最適化部160は、各設定候補の満足度と各設定候補の制約度とに基づいて、複数の設定候補を最適化する。これにより、新たな複数の設定候補が生成される。

[0047] 最適化は以下のように行われる。

まず、優劣判定部161は、各設定候補の満足度と各設定候補の制約度とに基づいて、複数の設定候補の優劣を判定する。具体的には、優劣判定部161は、複数の設定候補を順位付けする。

そして、最適化部162は、優劣の判定結果（各設定候補の順位）に基づいて、複数の設定候補を最適化する。

[0048] 優劣判定部161の詳細を説明する。

優劣判定部161は、満足度と制約度のそれぞれに基づいて順位付けを行う。そして、優劣判定部161は、満足度に基づく順位付けの結果と制約度に基づく順位付けの結果に基づいて、複数の設定候補を順位付けする。

[0049] 制約度に基づく順位付けは、「制約勝敗ランク」という手法を使って行われる。

図 6 に基づいて、「制約勝敗ランク」を説明する。

「制約勝敗ランク」では、例えば、制約違反量に基づいて設定候補同士の勝敗が決定される。制約違反量は、制約度の一例であり、指標値が基準からどれだけ乖離しているか示す。第 1 制約違反量は第 1 制約指標に対する制約違反量であり、第 2 制約違反量は第 2 制約指標に対する制約違反量であり、第 3 制約違反量は第 3 制約指標に対する制約違反量である。

ここで、設定候補 A と設定候補 B を比較する。第 1 制約指標では設定候補 B の制約違反量が設定候補 A の制約違反量より小さく、第 2 制約指標と第 3 制約指標では設定候補 A の制約違反量が設定候補 B の制約違反量より小さい。そのため、設定候補 A は 2 つの制約指標で設定候補 B より優れていて、設定候補 B は 1 つの制約指標で設定候補 A より優れている。つまり、設定候補 A が優れている制約指標の数は設定候補 B が優れている制約指標の数よりも多い。したがって、設定候補 A は設定候補 B より優れている。

同様に、設定候補 C を設定候補 A と設定候補 B と比較すると、設定候補 C は設定候補 A と設定候補 B のいずれより優れている。

ランク値は他の設定候補に対する勝ち数を示す。設定候補 A のランク値は 1 であり、設定候補 B のランク値は 0 であり、設定候補 C のランク値は 2 である。

ランク値が大きいほど順位が高い。したがって、設定候補 C の順位が最も高い。

[0050] 「制約勝敗ランク」では、より多くの制約指標で優れている設定候補の順位が高くなる。

「制約勝敗ランク」は、制約指標ごとに値の単位および値の範囲が大きく異なっても、順位付けすることができる。つまり、制約度の種類の違いを気にすることなく順位付けが可能である。

[0051] 但し、「制約勝敗ランク」以外の方法で順位付けが行われてもよい。

例えば、制約指標ごとに比較して順位付けを行ったうえで、制約指標ごとの順位を総合して順位付けを行ってもよい。

また、各制約指標の制約違反量に対して重み付けし、設定候補ごとに制約違反量の重み付け和を算出し、各設定候補の重み付け和を使って順位付けを行ってもよい。

[0052] 満足度に基づく順位付けは、既存の多目的最適化演算で採用されるような手法を用いて行われる。以下に、I B E Aで採用される適応度Fに基づいて順位付けを行う手法を説明する。適応度Fは各満足度を正規化して算出される。ある設定候補 x^1 に対する適応度Fは式(1)で定義される。

[0053] [数1]

$$F(x^1) = \sum_{x^2 \in P \setminus \{x^1\}} -e^{-I(\{x^2\}, \{x^1\})/(c \cdot \kappa)} \quad \dots (1)$$

[0054] 「 x^1 」は、適応度Fを算出する対象となる設定候補であり、ベクトルで表される。

「P」は、設定候補の集合である。

「 x^2 」は、設定候補の集合Pのうち、設定候補 x^1 を除いた他の設定候補である。

「 $I(A, B)$ 」は、設定候補Aの満足度を設定候補Bの満足度と同じにするために、少なくとも必要な値 ε の最小値($I \varepsilon + (A, B)$)を正規化したものである。「 $I(A, B)$ 」は式(2)で定義される。

[0055] [数2]

$$I(A, B) = \min_{\varepsilon} \{f'_i(A) - \varepsilon \leq f'_i(B) : i \in 1, \dots, m\} \quad \dots (2)$$

[0056] 「m」は、満足度の数を示す変数である(例えば $m = 2$)。

「 $f'_i(x)$ 」は、設定候補xに対するi番目の満足度を求めるための関数 $f_i(x)$ を正規化したものである。「 $f'_i(x)$ 」は式(3)で定義される。

[0057] [数3]

$$f'_i(\mathbf{x}) = (f_i(\mathbf{x}) - \min\{f_i\}) / (\max\{f_i\} - \min\{f_i\}) \quad \dots (3)$$

[0058] 「c」および「 κ 」は、正規化係数である。「 κ 」の値は定数である（例えば $\kappa = 0.05$ ）。「c」は式（4）で定義される。

[0059] [数4]

$$c = \max_{\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2 \in P} |I(\mathbf{x}^2, \mathbf{x}^1)| \quad \dots (4)$$

[0060] 高い適応度Fは、該当の設定候補の方が他の設定候補と比較して満足度を良好にするために必要な改善幅が大きく劣っていることを意味する。

そのため、設定候補ごとに適応度Fを算出することで、満足度の優れた順で設定候補の順位付けを行うことができる。

また、式（3）によって満足度が正規化されるため、満足指標ごとに値の単位および値の範囲が大きく異なっても、順位付けが可能である。つまり、満足度の種類の違いを気にすることなく、適応度Fを算出して順位付けすることが可能である。

[0061] 満足度に基づく順位付けは、I B E Aの適応度による手法以外の手法で行われてもよい。

例えば、「パレートランキング」または「混雑距離」に基づく方法で順位付けが行われてもよい。「パレートランキング」および「混雑距離」は、多目的遺伝的アルゴリズム（MOGA）で多く採用される。

また、NSGA-IIまたはMOEA/Dで採用される手法で順位付けが行われてもよい。NSGA-IIおよびMOEA/Dは、多数の目的関数に適した最適化アルゴリズムである。

[0062] 最適化部162の詳細を説明する。

まず、最適化部162は、上述の既存の多目的最適化演算で採用されるような手法を用いて、設定候補を新たに生成する。新たに生成される設定候補

の数は1つであってもよいし、複数であってもよい。

例えば、最適化部162は、多目的遺伝的アルゴリズム(MOGA)で多く採用されるような手法を用いる。つまり、最適化部162は、順位が高いほど高い確率で2つの設定候補を抽出し、2つの設定候補のそれぞれの設定値をSBXにより合成し、合成値をPMにより変異させる。変異後の合成値が新たな設定候補の設定値となる。SBXは、Simulated Binary Crossoverの略語である。PMは、Polynomial-based Mutationの略語である。

そして、最適化部162は、新たに生成された設定候補と元の設定候補を混合して、新たな複数の設定候補を用意する。

[0063] 最適化部162は、上述の既存の多目的最適化演算で採用されるような手法を用いて、新たな複数の設定候補を取り扱ってもよい。

例えば、新たな複数の設定候補の数が閾値より多い場合、最適化部162は、新たな複数の設定候補の数が閾値以下になるように、順位の低い順に1つ以上の設定候補を新たな複数の設定候補から削除する。

[0064] ステップS150の後、処理はステップS120に進む。

[0065] ステップS160において、選択部112は、新たな複数の設定候補から適用設定を選択する。

適用設定は、1つ以上の設備211に適用すべき設定候補である。

[0066] 例えば、適用設定は以下のように選択される。

まず、選択部112は、新たな複数の設定候補をディスプレイ(出力装置202)に表示する。

次に、利用者(例えばビル管理者)は、新たな複数の設定候補を参照し、新たな複数の設定候補から望ましい設定候補を選択し、望ましい設定候補を入力装置201を使って指定する。

そして、選択部112は、新たな複数の設定候補から、指定された設定候補を選択する。選択される設定候補が適用設定となる。

[0067] ステップS170において、制御部113は、適用設定を1つ以上の設備

211に適用する。

具体的には、制御部113は、適用設定をビル管理装置210に送信する。そして、ビル管理装置210が適用設定を各設備211に適用する。

[0068] ***実施の形態1の効果***

設備制御装置100は、複数の設定候補を生成する。このとき、設備制御装置100は、制約度および満足度の順位が低い設定候補を削除し、順位が高い設定候補を用いて新たな設定候補を生成することを繰り返す。これにより、制約度および満足度が高い複数の設定候補が得られる。

そして、設備制御装置100は、複数の設定候補を利用者に提示し、実際に利用する設定候補を選択し、選択された設定候補をビルの各設備211に適用する。

制約度は、ビル運用を行う際に必ず満たさなければならない指標値である。そのため、制約度が高い設定、つまり制約が満たされる設定を利用することが可能になる。

満足度は、多数のステークホルダーの要求に対する指標値である。そのため、ステークホルダーへの影響が少ない良好な設定によってビルの各設備211を運営することが可能になる。

また、設備制御装置100は、多数の制約度または多数の満足度が異なる値の範囲を持つ場合でも設定候補の優劣の比較が可能な手法を用いる。これにより、より効率的に最適な設定を獲得することができ、良好な設定による運用を迅速に行うことが可能となる。

[0069] ***実施の形態1の実施例***

実施例(1-1)

選択部112は、適用設定を以下のように選択してもよい。

まず、選択部112は、新たな複数の設定候補と共にそれぞれの満足度および制約度をディスプレイ(出力装置202)に表示する。

次に、利用者(例えばビル管理者)は、入力装置201を使って、満足度と制約度の条件(例えば許容範囲)を指定する。

そして、選択部 112 は、新たな複数の設定候補から、指定された条件を満たす設定候補を選択する。選択される設定候補が適用設定となる。

[0070] ***実施例(1-2)***

選択部 112 の動作において、設備制御装置 100 に接続された出力装置 202 および入力装置 201 が使用される代わりに、外部装置に接続された入出力装置が使用されてもよい。これは、選択部 112 が外部装置と通信することによって実現される。

[0071] ***実施例(1-3)***

制御部 113 は、最適化終了条件が満たされる前に 1 つ以上の設備 211 に暫定設定を適用してもよい。暫定設定は、一時的に適用される設定候補である。

図 7 に基づいて、設備制御方法を説明する。ステップ S101 およびステップ S102 が特徴である。

ステップ S130 の後、処理はステップ S101 に進む。

[0072] ステップ S101 において、制御部 113 は、暫定設定条件を満たしているか判定する。

暫定設定条件は、暫定設定を適用する条件として予め決められる。例えば、暫定設定条件は、最適化(ステップ S150)の実行回数または(ステップ S110 からの)経過時間に関して定められる。なお、暫定設定条件における最適化の実行回数は、最適化終了条件における最適化の実行回数より少ない。

暫定設定条件を満たしている場合、処理はステップ S102 に進む。

暫定設定条件を満たしていない場合、処理はステップ S140 に進む。

[0073] ステップ S102 において、選択部 112 は、現在の複数の設定候補から暫定設定を選択する。選択方法は任意の方法で構わない。

そして、制御部 113 は、暫定設定を 1 つ以上の設備 211 に適用する。

ステップ S102 の後、処理はステップ S140 に進む。

[0074] これにより、時間がかかる最適化計算(S120~S150)の完了を待

たずとも、一時的に暫定設定を適用することができる。そのため、人手によらずにある程度妥当な設定を適用して、ビルを運用することが可能となる。その後、最適化計算が完了して最終的に得られた良好な設定を適用し、ビルを運用することが可能である。

[0075] 実施の形態 2.

特定の 2 つ以上の指標に対する 2 つ以上の満足度を 1 つの満足度に集約する形態について、主に実施の形態 1 と異なる点を図 8 から図 10 に基づいて説明する。

[0076] ***実施の形態 2 の概要***

実施の形態 1 では、設定候補ごとに複数の満足度が算出される場合、設定候補ごとに算出された複数の満足度の全てを用いて、設定候補の順位付けが行われる。

しかしながら、満足度のいくつかの指標が同様の変化傾向を持つことがある。その場合、設定候補の順位付けにあたっては、それら指標の満足度を別々に考慮する必要が無い。

そこで、実施の形態 2 では、いくつかの満足度を 1 つの満足度に集約してから設定候補の順位付けが行われる。

[0077] ***構成の説明***

ビル管理システム 200 の構成は、実施の形態 1 における構成と同様である。

設備制御装置 100 の構成は、実施の形態 1 における構成と同様である。

但し、計算部 111 の構成が、実施の形態 1 における構成と異なる。

[0078] 図 8 および図 9 に基づいて、計算部 111 の構成を説明する。

計算部 111 は、さらに、集約部 171 を備える。設備制御プログラムは、さらに、集約部 171 としてコンピュータを機能させる。

[0079] ***動作の説明***

図 10 に基づいて、設備制御方法を説明する。ステップ S210 が特徴である。

ステップS 1 1 0からステップS 1 7 0は、実施の形態1で説明した通りである。

[0080] ステップS 2 1 0は、ステップS 1 3 0の後に実行される。

ステップS 1 3 0では、ステークホルダーの満足度が算出される。ステークホルダーの満足度には、複数の指標に対する複数の満足度が含まれる。

[0081] ステップS 2 1 0において、集約部1 7 1は、設定候補ごとに、ステークホルダーの満足度に含まれる複数の満足度のうち特定の2つ以上の指標に対する2つ以上の満足度を1つの満足度に集約する。

特定の2つ以上の指標は、同様の变化傾向を持つ2つ以上の指標として予め決められる。

[0082] 例えば、集約部1 7 1は、2つ以上の満足度のうちの1つを残して他の満足度を削除する。

[0083] ステップS 2 1 0の後、処理はステップS 1 4 0に進む。

[0084] ***実施の形態2の効果***

設備制御装置1 0 0は、いくつかの満足度を1つの満足度に集約してから設定候補の順位付けを行う。これにより、比較しなければならない満足度の数が少なくなる。通常、比較しなければならない満足度の数が多いほど、設定候補間の優劣の判断は困難である。例えば、設定候補Aの満足度が多く、指標で設定候補Bの満足度より良く、設定候補Bの満足度が少ない指標で設定候補Aの満足度より良くても、設定候補Bが設定候補Aより劣っているとは言いがたい、という現象が起こり得る。このような現象は、満足度の数が多いほど起こり易い。そのため、比較する満足度の数が少なくなることで、設定候補間の優劣の判定が行い易くなる。さらに、順位付けの計算に必要な時間が短縮される。

[0085] ***実施の形態2の実施例***

実施例(2-1)

集約部1 7 1は、2つ以上の満足度を以下のように集約してもよい。

特定の2つ以上の指標の優先順位が予め決められる。

集約部 171 は、優先順位に応じて各指標に対する満足度を重み付けし、満足度の重み付け和を算出する。算出される重み付け和が集約によって得られる 1 つの満足度となる。

各指標の重みは、優先順位に基づいて予め算出されてもよいし、利用者によって入力装置 201 を使って指定されてもよい。

2 つ以上の満足度が集約されることにより、設定候補間の優劣の判定が行い易くなり、順位付けの計算に必要な時間が短縮される。

[0086] 実施の形態 3.

学習済みモデルを使ってシミュレーション結果を得る形態について、主に実施の形態 1 と異なる点を図 11 から図 16 に基づいて説明する。

[0087] ***実施の形態 3 の概要***

実施の形態 1 では、各設定候補を用いたシミュレーションによって、対象のビルが運用された際の各設備 211 の消費エネルギーおよび各部屋の室内環境が算出される。

しかしながら、シミュレーションを精度高く行う場合には、緻密な物理モデルが必要となり、シミュレーション時間が長くなってしまふ。ビルの規模が大きい場合、モデル化対象となる設備 211 が多く、さらにシミュレーションに時間がかかる。これに伴い、ビル運用に適用する設定候補の獲得にも時間がかかってしまふ場合がある。

そこで、実施の形態 3 では、学習済みモデルが使用される。これにより、シミュレーション結果を得るための計算時間が短縮される。

[0088] ***構成の説明***

ビル管理システム 200 の構成は、実施の形態 1 における構成と同様である。

設備制御装置 100 の構成は、実施の形態 1 における構成と同様である。

但し、計算部 111 の構成が、実施の形態 1 における構成と異なる。

[0089] 図 11 および図 12 に基づいて、計算部 111 の構成を説明する。

計算部 111 において、結果取得部 130 は、シミュレーション部 131

の他に、学習部 1 3 2 および代替演算部 1 3 3 を備える。

[0090] ***動作の説明***

図 1 3 に基づいて、設備制御方法を説明する。ステップ S 3 1 0 およびステップ S 3 2 0 が特徴である。

ステップ S 1 1 0 およびステップ S 1 3 0 からステップ S 1 7 0 は、実施の形態 1 で説明した通りである。

[0091] ステップ S 3 1 0 は、ステップ S 3 2 0 よりも前に実行される。例えば、ステップ S 3 1 0 はステップ S 1 1 0 よりも前に実行される。

ステップ S 3 2 0 は、実施の形態 1 のステップ S 1 2 0 に相当する。

[0092] ステップ S 3 1 0 において、結果取得部 1 3 0 は、学習済みモデルを生成する。

学習済みモデルは、1 つの以上の設備 2 1 1 に対する設定を入力にして、シミュレーション結果を出力する機能である。

[0093] 具体的には、結果取得部 1 3 0 は以下のように動作する。

まず、シミュレーション部 1 3 1 は、1 つ以上の設備 2 1 1 に対する複数の仮想設定のそれぞれに基づいて、ビルの運用をシミュレーションする。これにより、仮想設定ごとにシミュレーション結果が得られる。

仮想設定は、学習のために使用される設定である。例えば、仮想設定は候補生成部 1 2 0 によって生成される。

そして、学習部 1 3 2 は、仮想設定ごとに、仮想設定とシミュレーション結果の組（データセット）を学習する。これにより、学習済みモデルが生成される。

[0094] 学習済みモデルの種類は任意である。

具体的には、学習済みモデルの種類は、ニューラルネットワーク、ランダムフォレストまたは S V R 等である。

S V R は、S u p p o r t V e c t o r R e g r e s s i o n の略語である。

[0095] ステップ S 3 2 0 において、結果取得部 1 3 0 は、設定候補ごとに、学習

済みモデルを使って設定候補のシミュレーション結果を得る。

[0096] 具体的には、代替演算部 133 は、各設定候補を入力にして学習済みモデルを演算する。これにより、各設定候補に対するシミュレーション結果が得られる。

[0097] ***実施の形態 3 の効果***

設備制御装置 100 は、シミュレーションを代替する学習済みモデルによって、消費エネルギーおよび室内環境を高速に算出することが可能である。

設備制御装置 100 は、シミュレーションの入出力関係を予めモデルに学習させる。これにより、消費エネルギーおよび室内環境の高速な算出が可能となる。その結果、高速に良好な設定候補を高速に獲得することが可能になる。

また、ビルに入居するテナントが変更になる等のステークホルダーの変更によって、要求される満足度が追加または変更された場合であっても、良好な設定候補を高速に獲得してビル設備制御に適用することが可能となる。

[0098] ***実施の形態 3 の実施例***

***実施例 (3-1) ***

結果取得部 130 は、仮想設定の他に、最適化 (ステップ S150) で得られた設定候補を学習に使う、学習済みモデルを生成してもよい。つまり、シミュレーション部 131 は、最適化で得られた新たな設定候補ごとにシミュレーションを行ってシミュレーション結果を得る。そして、学習部 132 は、新たな設定候補とシミュレーション結果の組を学習して学習済みモデルを更新する。

これにより、消費エネルギーと室内環境といったシミュレーション結果の精度が向上し、より良好な設定候補を獲得することが可能になる。

[0099] ***実施例 (3-2) ***

結果取得部 130 は、適用候補が決定されるビルと類似の特徴を持つビルのデータを学習に使う、学習済みモデルを生成してもよい。

図 14 において、追加学習データ 191 が記憶部 190 に記憶されている

。

追加学習データ 191 は、他ビルの学習データであり、他ビルの設定と他ビルの設定に基づくシミュレーション結果の組を 1 つ以上含む。

学習部 132 は、追加学習データ 191 を学習して学習済みモデルを生成する。これにより、学習に必要な仮想設定の数を減らし（または無くし）、仮想設定のシミュレーションに要する時間が短縮される（または不要になる）。その結果、より短時間に事前学習を完了させて学習済みモデルを生成することが可能になる。

[0100] ***実施例（3-3）***

最終的に設定候補間の優劣の判定に必要となるのはシミュレーション結果ではなく満足度および制約度である。そのため、設備制御装置 100 は、満足度および制約度を学習してもよい。

図 15 において、計算部 111 は、学習部 172 と代替演算部 173 を備える。

学習部 172 は、仮想設定ごとに仮想設定と満足度と制約度の組（データセット）を学習することによって、学習済みモデルを生成する。

代替演算部 173 は、設定候補ごとに、学習済みモデルを使って満足度および制約度を算出する。

これにより、より高速に最適化計算（S120～S150）を行って良好な設定候補を獲得することが可能になる。

設備制御装置 100 は、同様に設定の優劣判定（順位付け）を学習してもよい。

[0101] ***実施例（3-4）***

実施例（3-4）に実施例（3-3）を適用してもよい。

図 16 において、追加学習データ 192 が記憶部 190 に記憶されている。

追加学習データ 192 は、他ビルの学習データであり、他ビルの設定と他ビルの設定に基づく満足度と他ビルの設定に基づく制約度の組を 1 つ以上含

む。

学習部 132 は、追加学習データ 192 を学習して学習済みモデルを生成する。

これにより、実施例（3-3）と同様に、より短時間に事前学習を完了させて学習済みモデルを生成することが可能になる。

設備制御装置 100 は、同様に設定の優劣判定（順位付け）についての追加学習データを学習してもよい。

[0102] 実施の形態 4.

シミュレーション用パラメータを補正する形態について、主に実施の形態 1 と異なる点を図 17 から図 20 に基づいて説明する。

[0103] ***実施の形態 4 の概要***

実施の形態 1 では、精度よくシミュレーションを行うことが可能であると想定して最適化計算が行われる。

しかしながら、シミュレーションモデルが不正確であると、また、設備 211 の特性が経年によって変化すると、精度よくシミュレーションを行うことが難しくなる可能性がある。

そこで、実施の形態 4 では、実際の設備 211 の特性および室内環境の変化などの情報が収集され、シミュレーション用パラメータが適宜に補正される。

[0104] ***構成の説明***

ビル管理システム 200 の構成は、実施の形態 1 における構成と同様である。

但し、設備制御装置 100 の構成が、実施の形態 1 における構成と異なる。

[0105] 図 17 および図 18 に基づいて、設備制御装置 100 の構成を説明する。

設備制御装置 100 は、さらに、補正部 114 という要素を備える。設備制御プログラムは、さらに、補正部 114 としてコンピュータを機能させる。

[0106] ***動作の説明***

図 19 に基づいて、設備制御方法を説明する。ステップ S 410 が特徴である。

ステップ S 410 は、ステップ S 120 よりも前に実行される。例えば、ステップ S 410 は、ステップ S 110 よりも前に実行される。

[0107] ステップ S 410 において、補正部 114 は、1 つ以上の設備 211 に適用された過去設定と、過去設定が適用されたときのビルの運用結果と、を取得する。

具体的には、補正部 114 は、ビル管理装置 210 と通信することによって、現在設定と現在設定に基づく運用結果とを取得する。現在設定は、過去に設定され現在適用されている設定であり、過去設定の一例である。

[0108] さらに、補正部 114 は、過去設定に対するシミュレーション結果を運用結果と比較する。

過去設定に対するシミュレーション結果は、シミュレーション部 131 が過去設定に基づくシミュレーションを実行することによって得られる。

[0109] そして、補正部 114 は、シミュレーション用パラメータを比較結果に基づいて補正する。

シミュレーション用パラメータは、シミュレーション部 131 によるシミュレーションに使用されるパラメータである。

具体的には、運用結果に対するシミュレーション結果の誤差が閾値を超える場合に、補正部 114 はシミュレーション用パラメータを補正する。このとき、補正部 114 は、運用結果に近いシミュレーション結果が得られるように、誤差の大きさに応じてパラメータの値を変更する。

[0110] ***実施の形態 4 の効果***

設備制御装置 100 は、シミュレーションの前にシミュレーション用パラメータを補正する。これにより、精度が低い状態でシミュレーションが行われることがなくなる。そのため、より精度よい良好な設定候補の獲得が可能になる。

[0111] ***実施の形態4の実施例***

実施例(4-1)

補正部114が、最適化計算(S120~S150)においてシミュレーション(ステップS120)の前に補正を行ってもよい。例えば、補正部114は、最適化(ステップS150)の前に補正を行ってもよい。

また、補正部114は、定期的に補正を行ってもよい。

[0112] ***実施例(4-2)***

実施例(4-1)の場合、最適化計算(S120~S150)の途中でシミュレーション用パラメータが補正される。そのため、最適化計算の途中で同じ設定候補に基づく満足度および制約度が変化し、有効な最適化結果が得られない可能性がある。

そこで、設備制御装置100は、補正が行われた場合に最適化計算をいったん中断してもよい。

図20において、計算部111は検知部115を備える。

検知部115は、シミュレーション用パラメータの補正を検知する。

シミュレーション用パラメータの補正が検知された場合、満足度算出部140と制約度算出部150と候補最適化部160は実行中の処理を中止し、中止した処理をやり直す。つまり、満足度および制約度が算出し直され、算出し直された満足度および制約度に基づいて最適化が行われる。また、設備制御装置100は、最適化計算を最初から再度実行してもよい。

これにより、最適化計算の途中でシミュレーション用パラメータが補正された場合にも、補正前の満足度および制約度使うことなく精度が高い補正後の満足度および制約度を使って設定候補を最適化することができる。そのため、良好な設定候補を獲得することが可能になる。

[0113] 実施の形態5.

設備211の現在の設定に基づいて適用設定を選択する形態について、主に実施の形態1と異なる点を図21から図23に基づいて説明する。

[0114] ***実施の形態5の概要***

実施の形態 1 では、複数の設定候補から適用設定が選択される。

しかしながら、ビルの現在の状態が考慮されずに適用設定が選択されると、適用設定が現在設定からかけ離れ、室内環境が大きく変動し、ビル内の人々が不快感を得たり負担を感じたりする可能性がある。

そこで、実施の形態 5 では、複数の設定候補から、現在設定に近い設定候補が適用設定として選択される。

[0115] ***構成の説明***

ビル管理システム 200 の構成は、実施の形態 1 における構成と同様である。

但し、設備制御装置 100 の構成が、実施の形態 1 における構成と異なる。

[0116] 図 21 および図 22 に基づいて、設備制御装置 100 の構成を説明する。

設備制御装置 100 は、設定取得部 116 という要素を備える。設備制御プログラムは、さらに、設定取得部 116 としてコンピュータを機能させる。

[0117] ***動作の説明***

図 23 に基づいて、設備制御方法を説明する。ステップ S510 が特徴である。

ステップ S110 からステップ S150 およびステップ S170 は、実施の形態 1 で説明した通りである。

ステップ S510 は、実施の形態 1 のステップ S160 に相当する。

[0118] ステップ S510 において、設定取得部 116 は、1 つ以上の設備 211 に適用されている設定（現在設定）を取得する。

具体的には、設定取得部 116 は、ビル管理装置 210 と通信することによって、現在設定を取得する。

[0119] そして、選択部 112 は、現在設定に基づいて適用設定を選択する。

[0120] 例えば、適用設定は以下のように選択される。

まず、選択部 112 は、設定候補ごとに設定候補と満足度と制約度をディ

スプレイ（出力装置２０２）に表示すると共に、現在設定と満足度と制約度をディスプレイに表示する。なお、現在設定の満足度および制約度は、設定候補の満足度および制約度と同様に算出される。

次に、利用者（例えばビル管理者）は、表示された情報を参照し、複数の設定候補から望ましい設定候補を選択し、望ましい設定候補を入力装置２０１を使って指定する。このとき、利用者は、現在設定からかけ離れていない設定候補を選択するとよい。

そして、選択部１１２は、複数の設定候補から、指定された設定候補を選択する。選択される設定候補が適用設定となる。

[0121] ***実施の形態５の効果***

設備制御装置１００は、直近に適用されている設定を取得し、複数の設定候補から直近の設定に近い設定候補を選択する。これにより、直前まで適用されていた設定からかけ離れた設定が新たに適用されることがなくなる。そのため、室内環境の変動が小さく抑えられ、環境変化によるビル利用者の不快感および負担を軽減することが可能となる。

[0122] ***実施の形態５の実施例***

実施例（５－１）

選択部１１２は、複数の設定候補の全てを利用者に提示する代わりに、複数の設定候補から現在設定に近い設定候補を抽出し、抽出した設定候補を利用者に提示してもよい。例えば、現在設定に近い設定候補は、現在設定との差異が閾値より小さい設定候補である。

これにより、利用者が現在設定からかけ離れた設定候補を選択することがなくなる。

[0123] ***実施例（５－２）***

最適化部１６２は、現在設定に近い新たな設定候補が得られるように最適化を行ってもよい。つまり、最適化部１６２は、複数の設定候補を最適化することによって、現在設定に近い新たな設定候補を生成してもよい。

これにより、現在設定に近い設定候補だけが獲得されるため、現在設定か

らかけ離れた設定候補が選択されることがなくなる。

[0124] 実施の形態 6.

複数の最適化アルゴリズムを利用する形態について、主に実施の形態 1 と異なる点を図 2 4 から図 2 7 に基づいて説明する。

[0125] ***実施の形態 6 の概要***

実施の形態 1 では、1 つの手法を用いて設定候補の最適化が行われる。

しかし、実施の形態 1 で述べたように、複数の最適化手法が存在している。それぞれの手法で特徴が異なるため、使用される手法によって、獲得される設定候補の特徴および傾向が異なる可能性がある。また、使用される手法によっては、良好な満足度を示す設定候補を獲得できない可能性がある。

また、1 つの手法が使用される場合、どの手法がビルの特徴に対して満足度および制約度が良好な設定候補を獲得できるかを検証する必要がある。

そこで、実施の形態 6 では、複数の最適化手法によって並行して設定候補の最適化が行われる。そして、制約が満たされると共により良い満足度が得られる手法で獲得された設定候補が採用される。

[0126] ***構成の説明***

ビル管理システム 2 0 0 の構成は、実施の形態 1 における構成と同様である。

設備制御装置 1 0 0 の構成は、実施の形態 1 における構成と同様である。

但し、計算部 1 1 1 の構成が、実施の形態 1 における構成と異なる。

[0127] 図 2 4 および図 2 5 に基づいて、計算部 1 1 1 の構成を説明する。

計算部 1 1 1 において、候補最適化部 1 6 0 は、複数の最適化部 1 6 2 を備える。例えば、候補最適化部 1 6 0 は、第 1 最適化部 1 6 2 A および第 2 最適化部 1 6 2 B を備える。

[0128] ***動作の説明***

図 2 6 に基づいて、設備制御方法を説明する。ステップ S 6 1 0 およびステップ S 6 2 0 が特徴である。

ステップ S 1 1 0 からステップ S 1 4 0 およびステップ S 1 7 0 は、実施

の形態１で説明した通りである。

ステップＳ６１０は、実施の形態１のステップＳ１５０に相当する。

ステップＳ６２０は、実施の形態１のステップＳ１６０に相当する。

[0129] ステップＳ６１０において、候補最適化部１６０は、複数の設定候補を複数の最適化アルゴリズムのそれぞれを使って最適化することによって、複数の設定候補群を生成する。

設定候補群は、最適化アルゴリズムごとに生成され、最適化によって得られる新たな複数の設定候補から成る。

[0130] ２つの最適化アルゴリズムが使用される場合、候補最適化部１６０は以下のように動作する。

まず、優劣判定部１６１は、複数の設定候補を順位付けする。

そして、最適化部１６２は、２つの最適化アルゴリズムで複数の設定候補を最適化することによって、２つの設定候補群を生成する。例えば、第１最適化部１６２Ａは、ＭＯＧＡで用いられるＳＢＸおよびＰＭによって最適化を行う。また、第２最適化部１６２Ｂは、多目的粒子群最適化（ＭＯＰＳＯ）で用いられるよう手法（飛翔を模擬する手法）によって最適化を行う。

[0131] ステップＳ６２０において、選択部１１２は、複数の設定候補群のうちの１つを選択する。

具体的には、選択部１１２は、満足度および制約度がより良好な設定候補群を選択する。

[0132] そして、選択部１１２は、選択された複数の設定候補群を構成する新たな複数の設定候補から適用設定を選択する。

[0133] ***実施の形態６の効果***

設備制御装置１００は、複数の最適化手法によって並行して設定候補の最適化を行い、制約を満たし、より良い満足度が得られる手法で獲得された設定候補を採用する。これにより、何れかの最適化手法があまり良好な設定候補を獲得できない場合でも、他の最適化手法で獲得した良好な設定候補を採用することが可能となる。その結果、使用する手法が不適であったため良好

な設定候補を獲得できない、といった事象を防ぐことができる。

また、どの手法がビルの特徴に対して満足度および制約度が良好な設定候補を獲得できるか検証しなくても、良好な設定候補を獲得できる。

[0134] ***実施の形態6の実施例***

実施例(6-1)

適切な優劣判定が可能な手法は、満足度または制約度の指標によって異なる。そのため、使用される優劣判定によっては適切な優劣判定が行われず、その結果、よい満足度を持つ設定候補を獲得できない可能性がある。

そこで、候補最適化部160は、複数の優劣判定アルゴリズムのそれぞれを使って複数の設定候補を順位付けしてもよい。

図27において、計算部111は、複数の優劣判定部(161A、161B)を備える。

第1優劣判定部161Aは第1優劣判定アルゴリズムを使って順位付けを行い、第1最適化部162Aは第1優劣判定部161Aによる順位付けの結果に基づいて最適化を行う。

第2優劣判定部161Bは第2優劣判定アルゴリズムを使って順位付けを行い、第2最適化部162Bは第2優劣判定部161Bによる順位付けの結果に基づいて最適化を行う。

但し、第1最適化部162Aと第2最適化部162Bのそれぞれが、第1優劣判定部161Aによる順位付けの結果と第2優劣判定部161Bによる順位付けの結果とに基づいて最適化を行ってもよい。

また、優劣判定部161の数(つまり、使用される優劣判定アルゴリズムの数)と最適化部162の数(つまり、使用される最適化アルゴリズムの数)は、3つ以上であってもよい。また、優劣判定部161の数と最適化部162の数が異なってもよい。

[0135] ***実施の形態の補足***

図28に基づいて、設備制御装置100のハードウェア構成を説明する。

設備制御装置100は処理回路109を備える。

処理回路１０９は、計算部１１１と選択部１１２と制御部１１３と補正部１１４と検知部１１５と設定取得部１１６とを実現するハードウェアである。

処理回路１０９は、専用のハードウェアであってもよいし、メモリ１０２に格納されるプログラムを実行するプロセッサ１０１であってもよい。

[0136] 処理回路１０９が専用のハードウェアである場合、処理回路１０９は、例えば、単回路、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、ASIC、FPGAまたはこれらの組み合わせである。

ASICは、Application Specific Integrated Circuitの略称である。

FPGAは、Field Programmable Gate Arrayの略称である。

[0137] 設備制御装置１００は、処理回路１０９を代替する複数の処理回路を備えてもよい。

[0138] 処理回路１０９において、一部の機能が専用のハードウェアで実現されて、残りの機能がソフトウェアまたはファームウェアで実現されてもよい。

[0139] このように、設備制御装置１００の機能はハードウェア、ソフトウェア、ファームウェアまたはこれらの組み合わせで実現することができる。

[0140] 各実施の形態は、好ましい形態の例示であり、本開示の技術的範囲を制限することを意図するものではない。各実施の形態は、部分的に実施してもよいし、他の形態と組み合わせて実施してもよい。各実施例は、他の実施例と組み合わせて実施してもよい。フローチャート等を用いて説明した手順は、適宜に変更してもよい。

[0141] 設備制御装置１００の要素である「部」は、「処理」、「工程」、「回路」または「サーキットリ」と読み替えてもよい。

符号の説明

[0142] １００ 設備制御装置、１０１ プロセッサ、１０２ メモリ、１０３ 補助記憶装置、１０４ 入出力インタフェース、１０５ 通信インターフェース

ス、１０９ 処理回路、１１１ 計算部、１１２ 選択部、１１３ 制御部、１１４ 補正部、１１５ 検知部、１１６ 設定取得部、１２０ 候補生成部、１３０ 結果取得部、１３１ シミュレーション部、１３２ 学習部、１３３ 代替演算部、１４０ 満足度算出部、１４１ 第１満足度算出部、１４２ 第２満足度算出部、１５０ 制約度算出部、１５１ 第１制約度算出部、１５２ 第２制約度算出部、１６０ 候補最適化部、１６１ 優劣判定部、１６１Ａ 第１優劣判定部、１６１Ｂ 第２優劣判定部、１６２ 最適化部、１６２Ａ 第１最適化部、１６２Ｂ 第２最適化部、１７１ 集約部、１７２ 学習部、１７３ 代替演算部、１９０ 記憶部、１９１ 追加学習データ、１９２ 追加学習データ、２００ ビル管理システム、２０１ 入力装置、２０２ 出力装置、２１０ ビル管理装置、２１１ 設備。

請求の範囲

- [請求項1] ビルに設置された1つ以上の設備を制御するための設定の複数の候補である複数の設定候補に基づいて、設定候補ごとに、前記設定候補が前記1つ以上の設備に適用された場合の前記ビルの運用の結果に相当するシミュレーション結果を得る結果取得部と、
- 設定候補ごとに、前記シミュレーション結果に基づいて、前記ビルのステークホルダーの満足度を算出する満足度算出部と、
- 設定候補ごとに、前記シミュレーション結果に基づいて、前記ビルの運用制約を満たす度合いを表す制約度を算出する制約度算出部と、
- 各設定候補の前記満足度と各設定候補の前記制約度とに基づいて前記複数の設定候補の優劣を判定して判定結果に基づいて前記複数の設定候補を最適化することによって、新たな複数の設定候補を生成する候補最適化部と、
- 前記新たな複数の設定候補から前記1つ以上の設備に適用すべき設定候補を適用設定として選択する選択部と、
- 前記適用設定を前記1つ以上の設備に適用する制御部と、
- を備える設備制御装置。
- [請求項2] 前記設備制御装置は、集約部を備え、
- 前記満足度算出部は、設定候補ごとに、複数の指標に対する複数の満足度を前記ステークホルダーの前記満足度として算出し、
- 前記集約部は、設定候補ごとに、前記ステークホルダーの前記満足度に含まれる前記複数の満足度のうち特定の2つ以上の指標に対する2つ以上の満足度を1つの満足度に集約する
- 請求項1に記載の設備制御装置。
- [請求項3] 前記結果取得部は、
- 前記1つ以上の設備に対する複数の仮想設定のそれぞれに基づいて前記ビルの前記運用をシミュレーションして、仮想設定ごとにシミュレーション結果を得て、

仮想設定ごとに前記仮想設定と前記シミュレーション結果の組を学習することによって、学習済みモデルを生成し、

設定候補ごとに、前記学習済みモデルを使って前記設定候補の前記シミュレーション結果を得る

請求項 1 または請求項 2 に記載の設備制御装置。

[請求項4] 前記 1 つ以上の設備に適用された過去設定と前記過去設定が適用されたときの前記ビルの運用結果とを取得し、前記過去設定に対するシミュレーション結果を前記運用結果と比較し、シミュレーション用パラメータを比較結果に基づいて補正する補正部を備える

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の設備制御装置。

[請求項5] 前記設備制御装置は、前記 1 つ以上の設備に適用されている現在設定を取得する設定取得部を備え、

前記選択部は、前記現在設定に基づいて前記適用設定を選択する

請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の設備制御装置。

[請求項6] 前記候補最適化部は、前記複数の設定候補を複数の最適化アルゴリズムのそれぞれを使って最適化することによって、それぞれが新たな複数の設定候補から成る複数の設定候補群を生成し、

前記選択部は、前記複数の設定候補群のうちの 1 つを選択し、選択された複数の設定候補群を構成する前記新たな複数の設定候補から前記適用設定を選択する

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の設備制御装置。

[請求項7] ビルに設置された 1 つ以上の設備を制御するための設定の複数の候補である複数の設定候補に基づいて、設定候補ごとに、前記設定候補が前記 1 つ以上の設備に適用された場合の前記ビルの運用の結果に相当するシミュレーション結果を得て、

設定候補ごとに、前記シミュレーション結果に基づいて、前記ビルのステークホルダーの満足度を算出し、

設定候補ごとに、前記シミュレーション結果に基づいて、前記ビル

の運用制約を満たす度合いを表す制約度を算出し、

各設定候補の前記満足度と各設定候補の前記制約度とに基づいて前記複数の設定候補の優劣を判定して判定結果に基づいて前記複数の設定候補を最適化することによって、新たな複数の設定候補を生成し、

前記新たな複数の設定候補から前記 1 つ以上の設備に適用すべき設定候補を適用設定として選択し、

前記適用設定を前記 1 つ以上の設備に適用する
設備制御方法。

[請求項8]

ビルに設置された 1 つ以上の設備を制御するための設定の複数の候補である複数の設定候補に基づいて、設定候補ごとに、前記設定候補が前記 1 つ以上の設備に適用された場合の前記ビルの運用の結果に相当するシミュレーション結果を得る結果取得処理と、

設定候補ごとに、前記シミュレーション結果に基づいて、前記ビルのステークホルダーの満足度を算出する満足度算出処理と、

設定候補ごとに、前記シミュレーション結果に基づいて、前記ビルの運用制約を満たす度合いを表す制約度を算出する制約度算出処理と、

各設定候補の前記満足度と各設定候補の前記制約度とに基づいて前記複数の設定候補の優劣を判定して判定結果に基づいて前記複数の設定候補を最適化することによって、新たな複数の設定候補を生成する候補最適化処理と、

前記新たな複数の設定候補から前記 1 つ以上の設備に適用すべき設定候補を適用設定として選択する選択処理と、

前記適用設定を前記 1 つ以上の設備に適用する制御処理と、
をコンピュータに実行させるための設備制御プログラム。