

【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 5 部門第 3 区分

【発行日】平成30年3月8日(2018.3.8)

【公開番号】特開2015-232436(P2015-232436A)

【公開日】平成27年12月24日(2015.12.24)

【年通号数】公開・登録公報2015-081

【出願番号】特願2015-98049(P2015-98049)

【国際特許分類】

F 2 5 B 1/00 (2006.01)

F 2 4 F 11/86 (2018.01)

F 2 4 F 11/84 (2018.01)

F 2 4 F 11/871 (2018.01)

【F I】

F 2 5 B 1/00 3 7 1 B

F 2 4 F 11/02 1 0 2 E

F 2 4 F 11/02 1 0 2 F

F 2 4 F 11/02 1 0 2 X

【手続補正書】

【提出日】平成30年1月25日(2018.1.25)

【手続補正 1】

【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】

蒸気圧縮システム（VCS）の動作を制御する方法であって、

少なくとも 1 つの設定点値を受信するのに応じて、前記 VCS の前記動作の被測定出力の値を求めることであって、前記被測定出力は前記設定点値に従って制御される少なくとも 1 つの性能出力と、前記設定点値から独立した制約を満たすように制御される少なくとも 1 つの被制約出力とを含むことと、

前記 VCS の状態と、制御入力と、被制御出力との間の関係を規定する前記 VCS の推定器モデルを用いて、前記 VCS の前記状態を、前記推定器モデルを用いて予測される出力と前記被測定出力との間の差が漸近的に 0 に近づくように求めることであって、前記 VCS の前記状態は、前記 VCS の前記動作を表す主状態と、前記 VCS の各被測定出力に及ぼす未知の外乱の影響を表す補助状態とを含むことと、

前記制御入力と、被測定外乱と、前記被測定出力と、前記 VCS の前記主状態との間の推定器関係を規定することと、

p 個の補助状態を用いて前記推定器関係を強化し、前記推定器モデルを生成することであって、p は前記被測定出力の数であり、前記補助状態は、前記 VCS の安定した動作条件において、前記未知の外乱及び不明確性が前記被測定出力に及ぼす総合的な影響を表すことと、

前記 VCS の前記状態と、前記制御入力と、前記性能出力及び前記被制約出力と、前記設定点値との間の関係を規定する予測モデルを用いて、前記被制約出力が前記制約を満たし、かつ前記性能出力と前記設定点値との間の差が漸近的に 0 に近づくように前記 VCS の前記動作を制御するための制御入力を求めることと、

前記制御入力に従って前記 VCS の前記動作を制御することと、

を含み、

該方法のステップはプロセッサによって実行される、蒸気圧縮システムの動作を制御する方法。

【請求項 2】

前記状態を求めることは、前記制御の現在の時間ステップに対して、
前記制御入力と、前記制御の先行する時間ステップに対して求められた前記被測定出力とに基づいて、前記 V C S の前記状態を求めることと、
前記状態及び前記推定器モデルを用いて、前記 V C S の出力を予測することと、
前記 V C S の前記被予測出力と被測定出力との間の誤差を求めることと、
前記誤差に従って状態補正値を求めることと、
前記 V C S の前記状態を前記状態補正値によって更新することと、
を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

式 4 を参照して、前記 V C S の前記被予測出力と前記被測定出力との間の前記誤差を、次元 $(n + p) \times p$ の所定の行列を用いて、物理状態ベクトルと補助状態ベクトルとの組み合わせに写像することによって前記状態補正値を求めることを更に含み、ただし、 n は前記物理状態ベクトルの次元であり、 p は前記補助状態ベクトル及び被測定出力ベクトルの次元である、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記推定器モデルを用いて、前記推定器の時間ベース性能が漸近的に安定しているように推定器利得を求めることであって、前記被予測出力と被測定出力との間の誤差が漸的に 0 に近づくことと、
前記被予測出力と被測定出力との間の前記誤差に前記推定器利得を適用することであって、前記 V C S の前記状態を反復的に更新することと、
を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 V C S の前記主状態と、前記制御入力と、前記被測定外乱と、前記被測定出力と、前記設定点値との間の予測関係を求めることであって、前記被測定外乱及び前記設定点値は前記モデルの更なる状態として規定されることと、
前記推定器モデル内の前記補助状態によって前記予測関係を強化することであって、前記予測モデルを生成することと、
を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記状態は各推定時間間隔において反復的に求められ、前記制御入力は各制御時間間隔において求められ、前記推定時間間隔は前記制御時間間隔以下である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

制御入力を求めることは、
前記予測モデルによる前記 V C S の前記動作を表すコスト関数が最小化されるように制約付き最適化問題を解くことであって、予測計画対象期間にわたって一連の制御入力を生成することと、
前記一連の制御入力の第 1 の要素を前記制御入力として選択することと、
を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記コスト関数は前記予測計画対象期間にわたる第 1 の項及び第 2 の項の別々の和を含み、前記第 1 の項は制御時間間隔間の前記制御入力の変化にペナルティーを科し、前記第 2 の項は前記性能出力と前記設定点値との誤差にペナルティーを科し、前記コスト関数は、無限時間にわたって前記システムを動作させるコストを取り込む終端コストを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記予測モデルの観測可能な構成要素に関する線形二次最適制御問題を解くことによ

て前記終端コストを求めることを更に含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記被制約出力は、圧縮機の吐出温度、圧縮機の吐出過熱温度、蒸発器コイルの温度、凝縮器コイルの温度のうちの 1 つ又は組み合わせを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記性能出力は、制御される空間内の空気の温度、及び圧縮機の吐出温度のうちの 1 つ又は組み合わせを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記 V C S は複数の蒸発及び凝縮熱交換器ユニットを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記制御入力の数は一前記性能出力の数より多い、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

蒸気圧縮システム (V C S) の動作を制御するコントローラーであって、

前記 V C S の状態を、該状態を用いて予測される前記 V C S の前記動作の出力と前記 V C S の前記動作の被測定出力との間の差が漸近的に 0 に近づくように反復的に求める推定器と、

前記 V C S の前記状態を用いて、前記 V C S の前記動作のための制御入力を求めるとともに、該制御入力に従って前記 V C S の前記動作を制御する予測コントローラーであって

、

制御入力を求めることは、

予測モデルに従って前記 V C S の前記動作を表すコスト関数を最小化して、予測計画対象期間にわたる一連の制御入力を生成するように、制約付き最適化問題を解くことと、

前記一連の制御入力の第 1 の要素を前記制御入力として選択することと、

ここで、前記コスト関数は前記予測計画対象期間にわたる第 1 の項及び第 2 の項の別々の和を含み、前記第 1 の項は制御時間間隔間の前記制御入力の変化にペナルティを科し、前記第 2 の項は性能出力と設定点値との誤差にペナルティを科し、前記コスト関数は、無限時間にわたって前記システムを動作させるコストを取り込む終端コストを含み

、

前記予測モデルの観測可能な構成要素に関する線形二次最適制御問題を解くことによって前記終端コストを求めることと、

を含むものと、

を備える、蒸気圧縮システム V C S の動作を制御するコントローラー。

【請求項 15】

少なくとも 1 つの設定点値を受信するのに応じて、前記 V C S の前記動作の前記被測定出力の値を求めるためのプロセッサを更に備え、前記被測定出力は前記設定点値に従って制御される少なくとも 1 つの性能出力と、前記設定点値から独立した制約を満たすように制御される少なくとも 1 つの被制約出力とを含む、請求項 14 に記載のコントローラー。

【請求項 16】

前記推定器は、前記 V C S の前記状態と、制御入力と、被制御出力との間の関係を規定する前記 V C S の推定器モデルを用いて、前記 V C S の前記状態を、前記推定器モデルを用いて予測される出力と前記被測定出力との間の差が漸近的に 0 に近づくように求め、前記 V C S の前記状態は、前記 V C S の前記動作を表す主状態と、前記 V C S の各被測定出力に及ぼす未知の外乱の影響を表す補助状態とを含み、

前記予測コントローラーは、前記 V C S の前記状態と、前記制御入力と、前記性能出力及び前記被制約出力と、前記設定点値との間の関係を規定する予測モデルを用いて、前記被制約出力が前記制約を満たし、かつ前記性能出力と前記設定点値との間の差が漸近的に 0 に近づくように前記 V C S の前記動作を制御するための前記制御入力を求める、請求項 15 に記載のコントローラー。

【請求項 17】

蒸気圧縮システム (V C S) であって、

設定点値に従って環境を制御する 1 組の構成要素であって、該 1 組の構成要素は、
冷媒を圧縮し、送り込むための可変速度を有する圧縮機と、
該 V C S の高圧部分と低圧部分との間で調整可能な圧力降下を与える膨張弁と、
熱交換器であって、該熱交換器を通る空気流量を調整するための変速ファンを有する、
熱交換器と、

を含む、1 組の構成要素と、

該 V C S の動作の被測定出力の値を求めるセンサーであって、前記被測定出力は、前記設定点値に従って制御される少なくとも 1 つの性能出力と、前記設定点値から独立した制約を満たすように制御される少なくとも 1 つの被制約出力とを含む、センサーと、

該 V C S の前記構成要素のうちの少なくとも幾つかの構成要素の動作を制御するコントローラーであって、該コントローラーは、

該 V C S の状態を、前記状態を用いて予測される該 V C S の前記動作の出力と該 V C S の前記動作の前記被測定出力との間の差が漸近的に 0 に近づくように反復的に求める推定器と、

該 V C S の前記構成要素のうちの少なくとも幾つかの構成要素の前記動作のための制御入力を求めるとともに、該制御入力に従って前記 V C S の前記動作を制御する予測コントローラーであって、

制御入力を求めることは、

予測モデルに従って前記 V C S の前記動作を表すコスト関数を最小化して、予測計画対象期間にわたる一連の制御入力を生成するように、制約付き最適化問題を解くことと

、

前記一連の制御入力の第 1 の要素を前記制御入力として選択することと、

ここで、前記コスト関数は前記予測計画対象期間にわたる第 1 の項及び第 2 の項の別々の和を含み、前記第 1 の項は制御時間間隔間の前記制御入力の変化にペナルティを科し、前記第 2 の項は前記性能出力と前記設定点値との誤差にペナルティを科し、前記コスト関数は、無限時間にわたって前記システムを動作させるコストを取り込む終端コストを含み、

前記予測モデルの観測可能な構成要素に関する線形二次最適制御問題を解くことによって前記終端コストを求めることと、

を含む、ものと、

を備える、蒸気圧縮システム。

【請求項 18】

前記推定器は、前記 V C S の前記状態と、制御入力と、被制御出力との間の関係を規定する前記 V C S の推定器モデルを用いて、前記 V C S の前記状態を、前記推定器モデルを用いて予測される出力と前記被測定出力との間の差が漸近的に 0 に近づくように求め、前記 V C S の前記状態は、前記 V C S の前記動作を表す主状態と、前記 V C S の各被測定出力に及ぼす未知の外乱の影響を表す補助状態とを含み、前記予測コントローラーは、前記 V C S の前記状態と、前記制御入力と、前記性能出力及び前記被制約出力と、前記設定点値との間の関係を規定する予測モデルを用いて、前記被制約出力が前記制約を満たし、かつ前記性能出力と前記設定点値との間の差が漸近的に 0 に近づくように前記 V C S の前記動作を制御するための前記制御入力を求める、請求項 17 に記載の蒸気圧縮システム。

【請求項 19】

蒸気圧縮システム (V C S) の動作を制御する方法であって、

少なくとも 1 つの設定点値を受信するのに応じて、前記 V C S の前記動作の被測定出力の値を求めることであって、前記被測定出力は前記設定点値に従って制御される少なくとも 1 つの性能出力と、前記設定点値から独立した制約を満たすように制御される少なくとも 1 つの被制約出力とを含むことと、

前記 V C S の状態と、制御入力と、被制御出力との間の関係を規定する前記 V C S の推定器モデルを用いて、前記 V C S の前記状態を、前記推定器モデルを用いて予測される出力と前記被測定出力との間の差が漸近的に 0 に近づくように求めることであって、前記 V

C S の前記状態は、前記 V C S の前記動作を表す主状態と、前記 V C S の各被測定出力に及ぼす未知の外乱の影響を表す補助状態とを含むことと、

前記 V C S の前記状態と、前記制御入力と、前記性能出力及び前記被制約出力と、前記設定点値との間の関係を規定する予測モデルを用いて、前記被制約出力が前記制約を満たし、かつ前記性能出力と前記設定点値との間の差が漸近的に 0 に近づくように前記 V C S の前記動作を制御するための制御入力を求めることと、

を含み、

制御入力を求めることは、

前記予測モデルに従って前記 V C S の前記動作を表すコスト関数を最小化して、予測計画対象期間にわたる一連の制御入力を生成するように、制約付き最適化問題を解くことと、

前記一連の制御入力の第 1 の要素を前記制御入力として選択することと、

ここで、前記コスト関数は前記予測計画対象期間にわたる第 1 の項及び第 2 の項の別々の和を含み、前記第 1 の項は制御時間間隔間の前記制御入力の変化にペナルティを科し、前記第 2 の項は前記性能出力と前記設定点値との誤差にペナルティを科し、前記コスト関数は、無限時間にわたって前記システムを動作させるコストを取り込む終端コストを含み、

前記予測モデルの観測可能な構成要素に関する線形二次最適制御問題を解くことによって前記終端コストを求めることと、

前記制御入力に従って前記 V C S の前記動作を制御することと、

を含み、

該方法のステップはプロセッサによって実行される、蒸気圧縮システムの動作を制御する方法。