

【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】令和 3 年 1 月 21 日 (2021.1.21)

【公表番号】特表 2020-535562 (P2020-535562A)

【公表日】令和 2 年 12 月 3 日 (2020.12.3)

【年通号数】公開・登録公報 2020-049

【出願番号】特願 2020-518554 (P2020-518554)

【国際特許分類】

G 0 5 B 13/04 (2006.01)

【F I】

G 0 5 B 13/04

【手続補正書】

【提出日】令和 2 年 3 月 30 日 (2020.3.30)

【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】

システムを制御する装置であって、

プロセス雑音を受ける前記システムの運動モデルと、測定雑音を受ける前記システムの測定モデルとを含む前記システムのモデルを記憶するメモリであって、前記プロセス雑音及び前記測定雑音のうち的一方又は組み合わせは、未知の確率パラメータを有する前記システムの前記モデルの不確実性を形成するようになっており、前記システムの前記モデルの不確実性は、未知の確率パラメータを有する前記システムの状態不確実性を引き起こすものである、メモリと、

信号を測定して前記システムの状態を示す測定値のシーケンスを生成するセンサと、

プロセッサであって、

前記運動モデル、前記測定モデル、及び前記システムの状態の前記測定値のうちの少なくとも 1 つ又は組み合わせを用いて、前記モデルの不確実性を表す第 1 のスチューデントの t 分布及び前記システムの状態不確実性を表す第 2 のスチューデントの t 分布を推定することであって、前記推定は、終了条件が満たされるまで反復して実行されることと、

前記第 2 のスチューデントの t 分布に、前記状態不確実性を表すガウス分布を当てはめることと、

を行う、プロセッサと、

コントローラであって、

前記ガウス分布によって表される状態不確実性を有する前記システムの前記モデルを用いて、前記システムへの制御入力を求めることと、

前記制御入力に従って前記システムを制御することと、

を行う、コントローラと、

を備え、

前記第 1 のスチューデントの t 分布及び前記第 2 のスチューデントの t 分布の同時推定の反復を実行する前記プロセッサは、

前記運動モデルを用いて、前記システムの状態の以前の推定、前記第 1 のスチューデントの t 分布の以前の値、及び前記第 2 のスチューデントの t 分布の以前の値に基づいて、前記システムの状態、前記第 1 のスチューデントの t 分布の現在の値、及び前記第 2 のスチューデントの t 分布の現在の値を推定し、

前記測定値の現在の値を受信することに応答して、前記測定値及び前記測定モデルを用いて、前記システムの状態の前記現在の推定、前記第 1 のスチューデントの t 分布の前記現在の値、及び前記第 2 のスチューデントの t 分布の前記現在の値を更新する、装置。

【請求項 2】

前記第 1 のスチューデントの t 分布の初期値及び前記第 2 のスチューデントの t 分布の初期値を求める前記プロセッサは、

前記モデルの不確実性を表すガウス分布の平均及び分散の初期推定値を求め、

前記モデルの不確実性を表す前記ガウス分布に前記第 1 のスチューデントの t 分布を当てはめて、前記第 1 のスチューデントの t 分布の平均、スケール、及び自由度の初期値を生成し、

前記第 1 のスチューデントの t 分布の平均、スケール、及び自由度の初期値に基づいて、前記第 2 のスチューデントの t 分布の平均、スケール、及び自由度の初期値を推定する、

ように構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記第 2 のスチューデントの t 分布の前記初期値は、前記第 1 のスチューデントの t 分布の前記初期値に等しいが、前記終了条件を満たすと、前記第 2 のスチューデントの t 分布の最終値は、前記第 1 のスチューデントの t 分布の最終値と異なる、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記モデルの不確実性を表す前記ガウス分布の平均の前記初期推定値は、履歴測定値のアベレージ値を用いて求められ、前記モデルの不確実性を表す前記ガウス分布の分散の前記初期推定値は、或る期間に渡って前記センサによって測定された前記測定値のアベレージ分散を用いて求められる、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 5】

前記プロセッサは、

前記第 1 のスチューデントの t 分布の自由度の前記初期値を求め、なお、自由度の前記初期値は、システムの状態の次元よりも大きい正の有限値であり、

前記求められた自由度の初期値について、前記第 1 のスチューデントの t 分布の平均及びスケールの前記初期値を求める、

ように構成される、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 6】

前記プロセッサは、

前記モデルの不確実性のレベルを推定し、

前記モデルの不確実性のレベルの関数として、自由度の前記初期値を選択する、ように更に構成される、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

前記第 2 のスチューデントの t 分布の自由度は、前記終了条件が満たされた後、有限であり、前記プロセッサは、モーメントマッチング及び類似度最適化のうちの一方又は組み合わせを用いて、前記第 2 のスチューデントの t 分布に第 2 のガウス分布を当てはめる、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記有限の自由度は、前記第 1 のスチューデントの t 分布及び前記第 2 のスチューデントの t 分布のうちの最小の自由度として選択される、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

自由度は、有限数に収束する、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 10】

前記プロセッサは、制御ステップごとに、前記第 1 のスチューデントの t 分布及び前記第 2 のスチューデントの t 分布、並びに前記状態不確実性を表す前記ガウス分布を更新する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 1】

前記制御されるシステムは、車両であり、前記装置は、前記ガウス分布によって表される前記車両の前記状態不確実性に基づいて前記車両を制御するようになっている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 2】

前記システムの前記運動モデル及び前記システムの前記測定モデルは、前記車両の運動における前記センサの較正の状態の不確実性によって引き起こされる擾乱を受け、前記プロセッサは、

確率分布によって規定される前記センサの較正の前記状態の実現可能空間をサンプリングして、前記センサの較正のサンプリングされた状態のセットを生成し、

較正のサンプリングされた状態ごとに、前記運動モデルを用いて、前記車両の現在の状態の推定値を推定し、前記車両の推定された状態のセットを生成し、

前記車両の推定された状態ごとに、前記測定モデルに前記車両の前記測定値及び前記推定された状態を挿入することによって、前記センサの較正の推定された状態を推定し、

較正の前記サンプリングされた状態と、較正の対応する推定された状態との間の差異に基づいて求められた重みを用いて重み付けされた較正の前記サンプリングされた状態の関数に基づいて、前記メモリに記憶された前記センサの較正の前記状態の前記確率分布の平均及び分散を更新し、

前記センサの較正の前記状態の前記更新された確率分布を用いて前記ガウス分布を求める、

ように構成される、請求項 1 1 に記載の装置。

【請求項 1 3】

前記センサの較正の前記状態の前記更新された確率分布の平均は、前記センサのオフセットであり、前記センサの較正の前記状態の前記更新された確率分布の分散は、前記センサの分散である、請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 4】

システムを制御する方法であって、前記方法は、前記方法を実施する記憶された命令に結合されたプロセッサを使用し、前記命令は、前記プロセッサによって実行されると、前記方法のステップを実行し、前記ステップは、

プロセス雑音を受ける前記システムの運動モデルと、測定雑音を受ける前記システムの測定モデルとを含む前記システムのモデルを索出するステップであって、前記プロセス雑音及び前記測定雑音のうち的一方又は組み合わせは、未知の確率パラメータを有する前記システムの前記モデルの不確実性を形成するようになっており、前記システムの前記モデルの不確実性は、未知の確率パラメータを有する前記システムの状態不確実性を引き起こすものである、ステップと、

前記システムの状態を示す測定値のシーケンスを受信するステップと、

前記運動モデル、前記測定モデル、及び前記システムの状態の前記測定値のうち少なくとも 1 つ又は組み合わせを用いて、前記モデルの不確実性を表す第 1 の学生 t 分布及び前記システムの前記状態不確実性を表す第 2 の学生 t 分布を推定するステップであって、前記推定は、終了条件が満たされるまで反復して実行される、ステップと、

前記第 2 の学生 t 分布に、前記状態不確実性を表すガウス分布を当てはめるステップと、

前記ガウス分布によって表される状態不確実性を有する前記システムの前記モデルを用いて、前記システムへの制御入力を求めるステップと、

前記制御入力に従って前記システムを制御するステップと、
を含み、

前記方法には、前記第 1 の学生 t 分布及び前記第 2 の学生 t 分布の同時推定の反復を実行するステップが伴い、前記実行するステップは、

前記運動モデルを用いて、前記システムの状態の以前の推定、前記第 1 の学生 t

トの t 分布の以前の値、及び前記第 2 のスチューデントの t 分布の以前の値に基づいて、
前記システムの状態、前記第 1 のスチューデントの t 分布の現在の値、及び前記第 2 のス
チューデントの t 分布の現在の値を推定するステップと、

前記測定値の現在の値を受信することに応答して、前記測定値及び前記測定モデルを用
いて、前記システムの状態の前記現在の推定、前記第 1 のスチューデントの t 分布の前記
現在の値、及び前記第 2 のスチューデントの t 分布の前記現在の値を更新するステップと

を含む、方法。

【請求項 15】

前記モデルの不確実性を表すガウス分布の平均及び分散の初期推定値を求めるステップ
と、

前記モデルの不確実性を表す前記ガウス分布に前記第 1 のスチューデントの t 分布を当
てはめて、前記第 1 のスチューデントの t 分布の平均、スケール、及び自由度の初期値を
生成するステップと、

前記第 1 のスチューデントの t 分布の平均、スケール、及び自由度の初期値に基づいて
、前記第 2 のスチューデントの t 分布の平均、スケール、及び自由度の初期値を推定する
ステップと、

を更に含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 2 のスチューデントの t 分布の前記初期値は、前記第 1 のスチューデントの t 分
布の前記初期値に等しいが、前記終了条件を満たすと、前記第 2 のスチューデントの t 分
布の最終値は、前記第 1 のスチューデントの t 分布の最終値と異なる、請求項 15 に記載
の方法。

【請求項 17】

前記制御されるシステムは、車両であり、前記システムを制御する装置は、前記ガウス
分布によって表される前記車両の前記状態不確実性に基づいて前記車両を制御するよう
になっている、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 18】

前記システムの前記運動モデル及び前記システムの前記測定モデルは、前記車両の運動
におけるセンサの校正の状態の不確実性によって引き起こされる擾乱を受け、前記方法は

、
確率分布によって規定される前記センサの校正の前記状態の実現可能空間をサンプリン
グして、前記センサの校正のサンプリングされた状態のセットを生成するステップと、

校正のサンプリングされた状態ごとに、前記運動モデルを用いて、前記車両の現在の状
態の推定値を推定し、前記車両の推定された状態のセットを生成するステップと、

前記車両の推定された状態ごとに、前記測定モデルに前記車両の前記測定値及び前記推
定された状態を挿入することによって、前記センサの校正の推定された状態を推定するス
テップと、

校正の前記サンプリングされた状態と、校正の対応する推定された状態との間の差異に
基づいて求められた重みを用いて重み付けされた校正の前記サンプリングされた状態の関
数に基づいて、メモリに記憶された前記センサの校正の前記状態の前記確率分布の平均及
び分散を更新するステップと、

前記センサの校正の前記状態の前記更新された確率分布を用いて前記ガウス分布を求め
るステップと、

を更に含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

方法を実行するためにプロセッサによって実行可能なプログラムを具現化した非一時的
コンピューター可読記憶媒体であって、前記方法は、

プロセス雑音を受けるシステムの運動モデルと、測定雑音を受ける前記システムの測定
モデルとを含む前記システムのモデルを索出するステップであって、前記プロセス雑音及

び前記測定雑音のうちの一方又は組み合わせは、未知の確率パラメータを有する前記システムの前記モデルの不確実性を形成するようになっており、前記システムの前記モデルの不確実性は、未知の確率パラメータを有する前記システムの状態不確実性を引き起こすものであるステップと、

前記システムの状態を示す測定値のシーケンスを受信するステップと、

前記運動モデル、前記測定モデル、及び前記システムの状態の前記測定値のうちの少なくとも1つ又は組み合わせを用いて、前記モデルの不確実性を表す第1の学生t分布及び前記システムの前記状態不確実性を表す第2の学生t分布を推定するステップであって、前記推定は、終了条件が満たされるまで反復して実行されるステップと、

前記第2の学生t分布に、前記状態不確実性を表すガウス分布を当てはめるステップと、

前記ガウス分布によって表される状態不確実性を有する前記システムの前記モデルを用いて、前記システムへの制御入力を求めるステップと、

前記制御入力に従って前記システムを制御するステップと、
を含み、

前記方法には、前記第1の学生t分布及び前記第2の学生t分布の同時推定の反復を実行するステップが伴い、前記実行するステップは、

前記運動モデルを用いて、前記システムの状態の以前の推定、前記第1の学生t分布の以前の値、及び前記第2の学生t分布の以前の値に基づいて、前記システムの状態、前記第1の学生t分布の現在の値、及び前記第2の学生t分布の現在の値を推定するステップと、

前記測定値の現在の値を受信するステップにตอบสนองして、前記測定値及び前記測定モデルを用いて、前記システムの状態の前記現在の推定、前記第1の学生t分布の前記現在の値、及び前記第2の学生t分布の前記現在の値を更新するステップと、

を含む、非一時的コンピューター可読記憶媒体。