

【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2部門第3区分

【発行日】平成26年7月24日(2014.7.24)

【公開番号】特開2010-280054(P2010-280054A)

【公開日】平成22年12月16日(2010.12.16)

【年通号数】公開・登録公報2010-050

【出願番号】特願2010-122808(P2010-122808)

【国際特許分類】

B 2 5 J 19/02 (2006.01)

B 2 5 J 15/08 (2006.01)

【F I】

B 2 5 J 19/02

B 2 5 J 15/08 T

【誤訳訂正書】

【提出日】平成26年6月6日(2014.6.6)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0017

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0017】

[0011]

本発明の教示によれば、ロボットハンドが触れようとする対象物の位置、向き及び形状を特定するための方法が開示されており、その方法は、粒子フィルタを使用している。また、その方法は、適切な動きモデルと、測定値モデルを規定している。動きモデルは、対象物に対して相対的に動くロボットハンドの動きを特徴付けている。また、測定値モデルは、接触位置、速度、及び、触覚センサ情報が与えられるハンド／対象物状態の観測の可能性を推定する。測定値モデルは、幾何学モデルに基づいて、又はトレーニングデータの集まりに基づいて、解析的に近似される。いずれの場合も、測定値モデル分布は、ガウス分布として符号化されるか、又は放射基底関数を使用して符号化される。

[0012]

本発明の更なる特徴は、添付図面と併せてみれば、以下の記述及び付随の請求の範囲から、明らかになるであろう。

【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0019

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0019】

[0015]

本発明の実施形態に係る以下の記述は、粒子フィルタを使用し、状態を推定し、ロボットハンドが触れようとする対象物の位置、向き及び形状を特定するシステム及び方法に関する。しかしながら、当業者であれば認識できるように、本発明は、ロボット以外の応用も考えられる。

[0016]

人間は、操作の間、触れる感覚を重視するという事実に応機づけられて、本発明は、ロボットハンドに搭載された力又は触覚センサを使用してハンド／対象物状態を推定する方法を含んでいる。本発明は、接触位置及び接触速度と、力センサ測定値とを組み合わせ

、ロボットハンドと対象物の間の接触状態を特定することを提案している。本発明の3つの実施形態が以下議論される。第一には、測定値モデルは、オフラインで得られたトレーニングデータの集まりから導かれた平均及び共分散を伴うガウス分布である。第二では、分布は、トレーニングデータから算出されたk個のガウス放射基底関数の混合からモデル化される。第三では、測定値モデルは、幾何学モデルと、測定値ノイズの分布に関する推定値を使用して解析的に算出される。

[0017]

本発明の全ての実施形態は、同じ動きモデルと、同じシステム状態表現を使用する。動きモデルは、確率分布 $P(y_t | y_{t-1}, u_t)$ ((4) 参照) に応じて粒子を確率論的に移動させる関数により実現化される。マニピュレータの動きを u_t 、指令されたアクチュエータトルク、の関数としてモデル化することは困難であるので、そのモデルは、代わりにマニピュレータ速度の測定値に条件を与えることにより、簡略化される。この近似は、マニピュレータの慣性動力学を考慮に入れていないものの、本発明の目的の達成には十分正確である。動きモデルは、以下の式 (4) として指令信号により生成できるマニピュレータ速度空間に渡って余分を排除することにより算出される。

【誤訳訂正3】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0045

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0045】

は、ベクトル平均及び共分散行列 $m(y)$ 及び $S(y)$ を伴う測定値に渡るガウス確率分布関数である。

[0023]

パラメータ $m(y)$ 及び $S(y)$ は、トレーニングデータの集まりから経験的に決定される。ロボットは、状態空間内を微細にサンプルし、対応する測定値を格納する。 $m(y)$ 及び $S(y)$ は、k個の順に近い値の組のサンプル平均及び共分散により近似される。パラメータ化に適した状態空間における計量距離を定義する。 $N^k(y)$ を、 y に最も近い対応状態を伴うk個の測定値 z の組とする。状態空間は、 $N^k(y)$ の各要素間で、局所的にユークリッド空間であると仮定すると、サンプル平均及び共分散は、式 (10) 及び (11) に示すようになる。

【誤訳訂正4】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0050

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0050】

ここで、 $S_x(y)$ 、 $S_v(y)$ 及び $S_y(y)$ は、各測定値タイプに対して別々に算出される $N^k(y)$ の要素に対するサンプル共分散行列である。

[0025]

本発明の第二実施形態は、ガウス分布ではなく、放射基底関数 (RBFs) を使用して、測定モデルを近似する。RBFパラメータは、トレーニングデータの集まりに基づいてやはり決定される。しかしながら、近い方からk個の状態空間値の組に対してサンプル平均及び共分散を算出するのではなく、分布は、式 (13) に示すように、k個のRBFの組としてモデル化される。

【誤訳訂正5】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0052

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0052】

ここで、 η は、正規化定数であり、 S_{rbf} は、システム設計者により設定される一定共分散パラメータである。

[0026]

ガウスモデルとRBFモデルを比較することは意味あることである。測定モデル化に対するガウス分布によるアプローチは、測定値は、システム状態における雑音のある関数である仮定している。つまり、各状態は、本質的に、単一の“正しい”答えに関連している、ということである。これに対し、RBFアプローチというのは、多数モデル分布をモデル化できる。これは、システムの制御及び観測を超える原因により、あり得る測定が有限の組であるとき、又は、あり得る測定値の集合体が、ガウス分布でないときに適している。

[0027]

上述の第一及び第二の実施形態は、以下のように具体化される。図1は、プラスチックの窪み14を有するフレキシブルシートたるプラスチック12のイラスト10である。以下に議論されるように、窪み14は、ここで議論される粒子フィルタプロセスを使用してロボットハンドにより位置確認でき、そのプロセスは、経験的モデルに対して力センサ想定値を整合させている。

[0028]

図2は、ここでの議論と矛盾しない粒子フィルタプロセスを使用して、窪み14及び他の形状、物体又は特徴の位置確認が行えるロボットハンド20の斜視図である。ロボットハンド20は、複数のロボット指22及びロボット親指28を含んでおり、それぞれ、対象物を感知するための指関節角センサ24及び指骨センサ26を有している。そして、その対象物から測定値を得て、特徴を同定し、ハンド／対象物推定が行われる。ロボットハンド20は、指22をプラスチックシート12の表面全体に摺動させることにより、プラスチックシート12の窪み14の位置を確認する。指22が窪み14上を摺動していくときに、ロボットハンド20は、指関節角センサ24及び指骨センサ26を使用し、その窪み14の位置を特定する。

[0029]

第三実施形態は、トレーニングデータの集まりを参照することなく、解析的に測定値モデルを算出する。このアプローチは、状態空間の次元により、測定値モデル分布が十分にサンプリングできないときに、必要とされる。測定値は、状態のユニークな関数であると、常に仮定することができない、ということは既に指摘されてきている。一般的に、接触状態とハンド／対象物状態を区別する必要がある。ハンド／対象物状態は、粒子フィルタで推定される。しかしながら、接触測定値は、接触状態のユニークな関数である。多数接触状態は、任意のハンド／対象物状態と矛盾しない。 x 、 v 及び f を、真の接触位置、速度、対象物に加わる力を表すものとして挙げる。すると、測定値である、

【誤訳訂正6】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

粒子フィルタ技法を使用してロボットハンドと対象物との間の接触状態を推定する方法であって、

接触位置、速度、及び力を含む測定値と、ハンド／対象物位置、ハンド／対象物向き又は対象物形状を含む接触状態との間の関係を記述する測定値モデルを用意し、

前記測定値モデルを使用して前記接触状態を推定する、各工程を備え、

前記測定値モデルは、トレーニングデータの集まりに基づき定式化されており、

前記トレーニングデータは、トレーニングデータの集まりの関数として定義される平均及

び共分散パラメータを伴うガウス確率分布により、モデル化され、前記平均及び共分散パラメータは、ハンド／対象物状態空間における近い方からk個の近傍値を用いて定義されることを特徴とする方法。

【請求項2】

異なる種類間の共分散は、ゼロに設定されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

粒子フィルタ技法を使用してロボットハンドと対象物との間の接触状態を推定する方法であって、

接触位置、速度、及び力を含む測定値と、ハンド／対象物位置、ハンド／対象物向き又は対象物形状を含む接触状態との間の関係を記述する測定値モデルを用意し、

前記測定値モデルを使用して前記接触状態を推定する、各工程を備え、

前記測定値モデルは、トレーニングデータの集まりに基づき定式化されており、

前記トレーニングデータは、放射基底関数を使用して定義され、

前記放射基底関数は、前記接触状態空間における近い方からk個の近傍値を用いて定義されることを特徴とする方法。

【請求項4】

前記対象物は、窪みを含むプラスチックシートであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項5】

ロボットは、前記プラスチックシートの表面に対してその指を摺動させることにより、前記窪みの位置を推定することを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記対象物は、円筒形であり、その円筒形における位置、向き、及び半径を推定することを特徴とする請求項請求項1乃至3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項7】

接触力情報が、ロボット指のリンク上に搭載された指骨ロードセルを使用して測定されることを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項8】

接触位置は、どの指骨ロードセルが、非ゼロ力を格納するかを特定することにより、判定されることを特徴とする請求項7に記載の方法。