



Pythonで体験

ダウンロード・データあります

カルマン・フィルタ入門

第10回

応用例センサ・フュージョン①…
移動体の位置情報の誤差をモデル化する

ご購入はこちら

廣川 類

カルマン・フィルタは、移動体のダイナミクスや動きの不確定性、センサ誤差の確率モデルを考慮して、最適な推定を行う強力なセンシング技術です。1960年代にアポロ計画[米国航空宇宙局(NASA)による人類初の月への有人宇宙飛行計画]をはじめとする航空宇宙分野に適用され、有名になりました。1980年代以降、組み込み計算機の性能が上がるにつれて、さまざまな応用例が生まれました。

今回から2回にわたって、カルマン・フィルタの応用例の1つとして、ジャイロなどとGNSS(Global Navigation Satellite System)航法との組み合わせによるセンサ・フュージョンを解説します。これは自動運転などの移動体の測位に使われる技術です(図1)。今回はまず、ジャイロなどで得た位置情報の誤差のモデル化を行います。



図1 移動体の正確な位置を求めるにはGNSSデータだけでは足りないことがある
車速パルスやジャイロ・センサ+カルマン・フィルタ処理で補う

カルマン・フィルタとセンサ・フュージョンの使いどころ

● 移動体の測位に使われる

カルマン・フィルタの代表的な応用例の1つに自動運転などにおいて移動体の位置や速度を正確に求める、センシングがあります。屋外を走行する移動体では、簡易で精度が良い位置計測手段としてGNSSが用いられます。しかし、GNSSは建物などによるマルチパス注1の影響を受けやすく、トンネルなどの障害物によりGNSS衛星方向の視野を妨げられた場合、使用できなくなることがあります。このため、カー・ナビゲーションなどにおいては、オドメトリ(車速パルス)とジャイロによるデッド・レコニング(DR)航法とGNSS航法を組み合わせ、精度と可用性を両立させるセンサ・フュージョンが行われています。

● デッド・レコニングとGNSSは欠点を補う組み合わせ

DR航法は、車輪の速度と車両の方向の変化を搭載センサにより検出し、車両の位置を積分積算により求める手法です。GNSSなどの外部のインフラによらずに位置を求められるため、自律航法とも呼ばれていま

す。欠点は、車速パルスやジャイロの誤差により、位置誤差が蓄積し、時間と共に位置精度が悪くなってしまうことです。このため、定期的にGNSSなどの他のセンサ情報で補正する必要があります。

一方、GNSS航法は、数mの精度で位置を求められることが特徴です。3次元位置を求めるためには、最低でも4機のGNSS衛星を観測できる必要があります。

移動体向けセンサ・システムの誤差モデルを検討

センサ・フュージョンは、特徴が異なる複数のセンサを組み合わせる場合に有用な手法で、両方のセンサの良いところを備え、欠点を補うようなセンサ・システムを構築することができます。

カルマン・フィルタを用いたDR航法とGNSS航法のセンサ・フュージョンを、移動体向けの航法に設計する際には、センサ誤差のモデル化が重要になります。今回は、オドメトリとレート・ジャイロに関する誤差モデルを設定します。

注1: GNSS衛星からの電波が受信機の周囲の建物などにより反射して生じる距離バイアス誤差であり、正確な測位を妨げる。