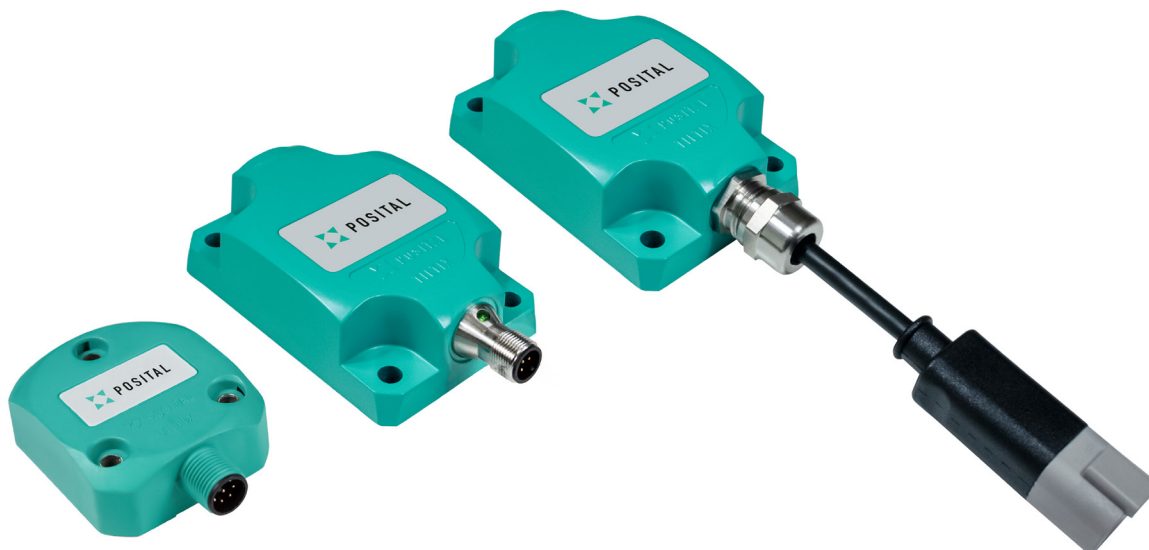
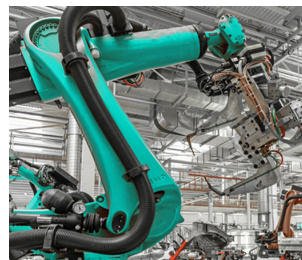


WHITE PAPER

**動的傾斜センサ：
産業機械および建機向け制御システムの強化****最新のマシン向け動的傾斜センサ**

動的傾斜センサは、産業機器や建機、マテリアルハンドリング機器などに使用される傾斜検知デバイスが進化したものです。これらのデバイスは、クレーンブーム、掘削機アーム、コンクリート打設トラック用ブーム、モバイルロボットシステムなどの機械要素の空間認識（傾きまたは傾斜）に関する重要なフィードバックを制御システムに提供します。従来の傾斜センサは、静止しているときには信頼できる結果を出しますが、急激な動きがある場合には誤った結果を提供することがあります。しかし、動的傾斜センサは、重力から動きによる慣性力を分離する動作検出素子を搭載しており、これにより「どちらが上方向なのか」を判断しています。これらの機器の動作を理解することは、高速で移動する機械の制御システムの精度と信頼性を最適化するために不可欠です。

ネットワークに参加してください！

WHITE PAPER

傾斜センサの仕組み

最も一般的なタイプの傾斜センサは、複数の加速度計を採用することで、弾性支持システムで支えられたごくわずかな質量に対する重量の影響を評価しています。機器に内蔵されたマイクロコントローラは、これらの加速度計の出力を比較して、ユニットの全体的な向き（傾き）を計算します。

静的条件における信頼性

この測定方法は、静止した物体に対して信頼性が高いことが証明されています。物体が静止しているかゆっくり動いている限り、加速度計に作用する最も大きな力は重力です。機械の振動は加速度計の出力に「ノイズ」を加える可能性がありますが、レベルが比較的低い限り、物理的な減衰とシンプルなソフトウェアフィルタによって、これらの影響を軽減することができ、加速度計ベースの傾斜センサは十分に正確な傾斜角測定を提供することができます。

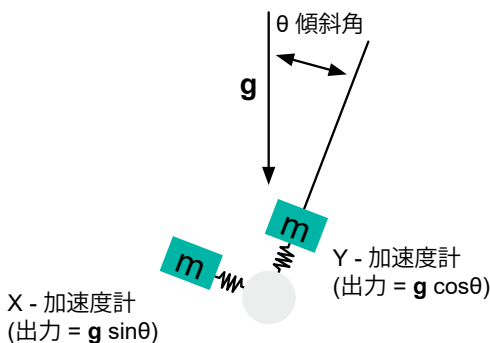


図1: 加速度計ベースの傾斜センサ

動的動作の課題

傾斜センサを搭載した機械が動くと、センサがその加速度を感知し、測定誤差の原因となります。これは、クレーンや掘削機など、通常の運転中に振動を含む急激な動きが発生する機器の制御システムにとって課題となります。

信号処理は、高度なフィルタリングアルゴリズムにより、加速度計ベースの傾斜センサの信頼性を向上させるのに役立ちます。これらのアルゴリズムは、重力に起因する真の傾斜信号を、動的動作がもたらすデータ誤差から分離するように設計されています。たとえば、ローパスフィルタは振動による高周波ノイズを除去するのに使用され、カルマンフィルタは過去の測定値を組み合わせることで傾斜角出力を予測および平準化することができます。残念ながら、物理的

な減衰やシンプルなデータフィルタでは、傾斜測定に時間遅延が生じ、制御システムが制御しようとする機械の急激な動きを追うことが難しく、重力と慣性力の組み合わせで起こる測定誤差という根本的な問題は依然として残っています。

動的傾斜センサ

動的傾斜センサは、動的環境における従来の傾斜センサの限界に対処するために設計されています。これらの傾斜センサは、重力と慣性力を区別できるセンサと高度なアルゴリズムを使用しています。

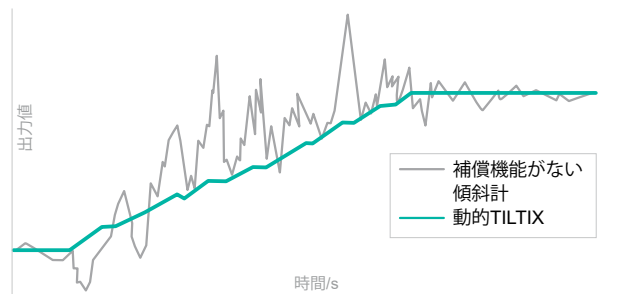


図2: 動的傾斜センサにおける加速度補償の効果

ジャイロ스코プ搭載

重要な機能強化の1つは、加速度計の配置に加えて小型の電気機械ジャイロ스코プを搭載したことです。ジャイロ스코プは、加速度計の測定値を補完する軸周りの回転速度を測定します。両方のセンサのデータを組み合わせることで、機器が動いているときでも、システムは実際の傾斜角をより正確に識別することができます。

信号処理アルゴリズム

POSITALのTILTIX動的傾斜センサは、信号処理と通信インターフェースをサポートする強力な32ビットマイクロコントローラを搭載しています。動的傾斜センサでは、高度なセンサ統合アルゴリズムが重要な役割を果たします。加速度計とジャイロ스코プからのデータを処理および統合し、機器の向きをより正確にとらえます。信号を組み合わせることで、動的動作によって生じる誤差を減らし、傾斜測定の信頼性を向上させることができます。

並進と多軸回転を組み合わせた複雑な動作は、センサ統合ソフトウェアにとって解釈が難しいことがあります。POSITALは、ユーザーと協力して大量の動作データを収集

WHITE PAPER

することで、この問題に取り組みました。これらのデータは解析アルゴリズムのトレーニングに使用され、実際の動作条件で発生する可能性の高い複雑な複合動作状況を認識し、正確に解釈できるようになりました。現在、62種類の動作プロファイルが信号処理ソフトウェアに保存されており、システムが遭遇する状況に自動的に対応するのに役立っています。これにより、激しい振動や衝撃が発生した場合でも、傾斜測定を最適化することができます。

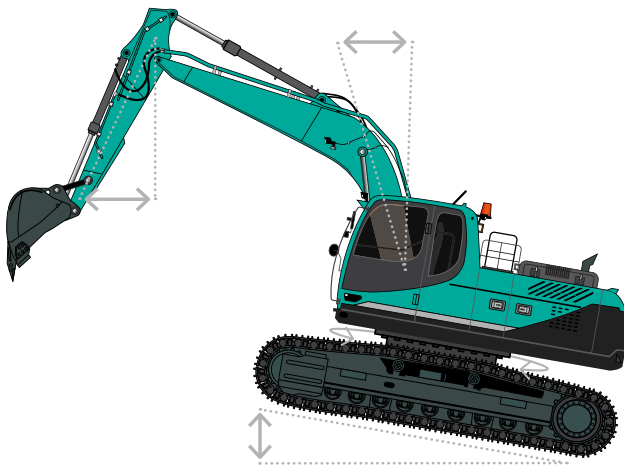


図3: 建設機械の傾斜角制御

POSITALの前世代の動的傾斜センサは多くのアプリケーションで上手く機能しましたが、新しいアルゴリズムは複雑な多軸動的環境での性能と安全性を向上させました。これらの進歩は、重機（掘削機、コンクリートポンプ、舗装機など）、鉱山機械、産業用ロボット、フォークリフトやクレーンなどのマテリアルハンドリング機器などのアプリケーションにメリットをもたらします。アップグレードされたTILTIX動的センサは、オフロード機器や自動運転車の横転防止システムなどの安全アプリケーションにも適しています。

利用可能な追加出力

信頼性の高い傾斜測定に加え、TILTIX動的傾斜センサは3軸の加速度と回転速度も測定できます。この機能は、セキュリティの向上に貢献します。たとえば、加速度を記録し制御システムに送ることで、コンクリート打設ブームなどの機械の移動速度を制御することができます。設定された制限値を超えた場合、制御装置は動きを減速または停止させることができます。他にも、コンテナガントリークレーンやスプレッドの複雑な動作シーケンスの監視などのアプリケーション

で有効で、加速力を監視することで、振動を解析し、荷重が最大許容重量を超えているかどうかを早期に検出することができます。

港湾での荷役では、TILTIX動的傾斜センサにより、既定の傾斜値が厳守され、コンテナの揺れ幅が制限されています。揺れ幅が大きくなり過ぎると、制御システムが適切なカウンターモーションにより揺れを抑制します。

動的傾斜センサの用途

動的傾斜センサの高い信頼性と精度は、さまざまな産業のアプリケーションで不可欠なものとなっています。

建機

建設業界では、クレーン、掘削機、コンクリートポンプなどに動的傾斜センサが使用されています。正確な傾斜測定は、機械の稼働中の安定性と安全性を確保するために不可欠です。動的傾斜センサは、オペレータが正確な制御を維持し、事故を防止し、機械の性能を最適化するのに役立ちます。

産業機器

産業環境では、自動化システム、ロボットアーム、マテリアルハンドリング機器に動的傾斜センサが使用されています。これらのデバイスは、機械部品の適切な向きを維持するための重要なフィードバックを提供し、産業プロセスの効率性と安全性を高めます。

海上および航空宇宙

動的傾斜センサは、正確な方位データが重要な海上および航空宇宙アプリケーションにも採用されています。船舶や航空機では、動的動作や外力が存在する場合でも、適切なナビゲーション、安定性、および制御が保証されます。



図5: クレーン作業における複合動作

WHITE PAPER

動的傾斜センサの展望

動的傾斜センサの将来は有望で、精度と信頼性のさらなる向上を目指した研究開発が進められています。 センサ技術、データ処理アルゴリズム、他のシステムとの統合における発展により、よりコスト効率が高く、汎用性の高いデバイスの実現が期待されています。 自律走行車の普及に伴い、特に農業用建機や救助活動や軍事用の全地形対応車などのオフロード用途で需要が増加すると予測されています。

小型化および統合

技術の発展に伴い、動的傾斜センサはより小型化し、小型デバイスへの統合が容易になると考えられています。 小型化により、ウェアラブルデバイス、ドローン、その他の新興技術を含むより幅広いアプリケーションでの使用が可能になります。



図4: 動的傾斜センサは、ロボット部品の空間認識について正確なフィードバックを提供します。

人工知能および機械学習

人工知能 (AI)と機械学習 (ML)アルゴリズムの統合は、動的傾斜センサの性能を向上させる大きな可能性を秘めています。 POSITALのIXARC動的傾斜センサの場合、複雑な多軸運動に対処するための信号処理アルゴリズムを訓練するために、実際のユースケースからのサンプルデータを使用することで、これはすでに実証されています。 高度なアルゴリズムは、データパターンから学習し、変化する状況に適応し、時間の経過とともに傾斜測定精度を向上させる可能性があります。

ワイヤレス接続とIoT統合

動的傾斜センサをワイヤレス接続やモノのインターネット (IoT)と統合することで、リアルタイムのモニタリングやデータ共有が可能になります。 この接続により、リモート診断、予測メンテナンス、および他のシステムとのシームレスな統合が容易になり、産業機械や建機の効率と信頼性がさらに向上します。 つまり、動的傾斜センサは動的環境において正確で信頼性の高い傾斜測定を提供する、現代の機械に不可欠なコンポーネントであると言えます。 センサ技術、データ処理アルゴリズムおよび他のシステムとの統合の発展は、その用途を広げ、性能を向上させながら進化を続けています。 技術の進歩に伴い、動的傾斜センサは、産業機械、建機をはじめとする機械の安全性、効率性、信頼性を最適化する上で、ますます重要な役割を果たすようになるでしょう。