

モーターの制御性を高度化するには、アルゴリズムの開発とその修正に伴うソフト開発・検証が必須で時間がかかっていた。丸文株式会社はアナログ・デバイセズ社の Trinamic™ モータードライバを活用することで省電力、静音性/ダウンタイム軽減などプラグ&プレイで効率的な開発を可能とした。

企業名	 丸文株式会社		
事業分野	半導体・電子部品、電子応用機器を国内外で販売するエレクトロニクス商社		
所在地	〒103-8577 東京都中央区日本橋大伝馬町8-1		
TEL	03-3639-9801(代)	URL	https://www.marubun.co.jp/
資本金	62億1,450万円 (2024年4月1日現在)	従業員数	1,167名(連結:2024年3月31日現在)

【本技術の概要】

モーターに高度な制御性を持たせるには、「静音」「低消費電力」「安全性」の要求を満たさなければならずアルゴリズム開発からスタートする必要がある、アルゴリズムの修正にともなうソフトウェアの開発と検証に多くの時間を必要としていた。そのためハードルが高いと感じているエンジニアが多かった。

この対策として丸文株式会社は、Analog Devices, Inc.(以下、アナログ・デバイセズ社)の Trinamic に注目した。Trinamic は、モーターの制御アルゴリズムを搭載したモーション制御システムで、静音、省エネ、ダウンタイム削減をハードワイヤードで可能にする製品である。また、モーター制御に必要なアルゴリズムを標準搭載している。Trinamic は、ソフトウェアではなくハードワイヤードで実装されており、わずか数個の設定でモーターを動作させることができるため開発期間の短縮にもつながる。

アナログ・デバイセズ社では、このほかに制御/ドライバーIC からモーターまで含んだモジュール製品を幅広いラインアップで用意している。

【本技術の特長】

Trinamic には、モーター制御に必要なアルゴリズムを標準搭載しており、それがソフトウェアではなくハードワイヤードで実装されている。そのため、わずか数個の設定でモーターを動作させることができることから開発期間の短縮にもつながる。Trinamic の特長である独自のモーションコントロールアルゴリズム「StallGuard」「CoolStep」「Stealthchop」とは、以下の通り。

- ① StallGuard (脱調防止機能)：モーターが停止状態になるとトルクは増加し、モーターの振動や異常な発熱を引き起こす可能性がある。StallGuard はセンサーレス脱調防止アルゴリズムで負荷をモニタリングしモーター制御を調整することでモーターの保護と安定した運転を実現し、ダウンタイムの低減につながった。
- ② CoolStep (省エネ機能)：センサーレスでモーターの適切な電流を自動的に制御する技術で、モーターの負荷や速度に応じて、必要最小限の電力を供給し省エネ効果を高める。これによりモーターの消費電力を最大 75%低減させ、熱の発生や電力消費を最小限に抑え、エネルギー効率をアップすることができた。

【有望技術紹介 No.111】

- ③ StealthChop (静音機能) : ステッピングモーターでは磁歪変動によって可聴音が発生する 경우가あ
るが、StealthChopはPWM デューティサイクルに基づいて電流を変調することでモーターの機械音
を低減し、モーター音をカットした。

表1. Trinamic のモーション・コントロールの特長

	Trinamic	S従来の制御
制御アルゴリズム	ハードワイヤード 高精度制御アルゴリズムを標準搭載	ソフトウェア
制御パラメーター	レジスター設定	ソフトウェア
パラメーター設定の変更	オンザフライで変更	ソフトウェア変更

引用先 : <https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/44606/>

<特長まとめ>

- ・ハードワイヤードアーキテクチャーで高精度制御アルゴリズムを標準搭載
- ・オンザフライでパラメータ変更が可能
- ・省電力、静音性/ダウンタイム軽減などの精緻な制御アルゴリズム
- ・プラグ&プレイでの効率的な開発を実現

【提供形態】

アナログ・デバイセズ社の Trinamic モータードライブは、IC からモーターユニットまで開発環境に合わ
せた豊富なラインアップを提供する (図1)。

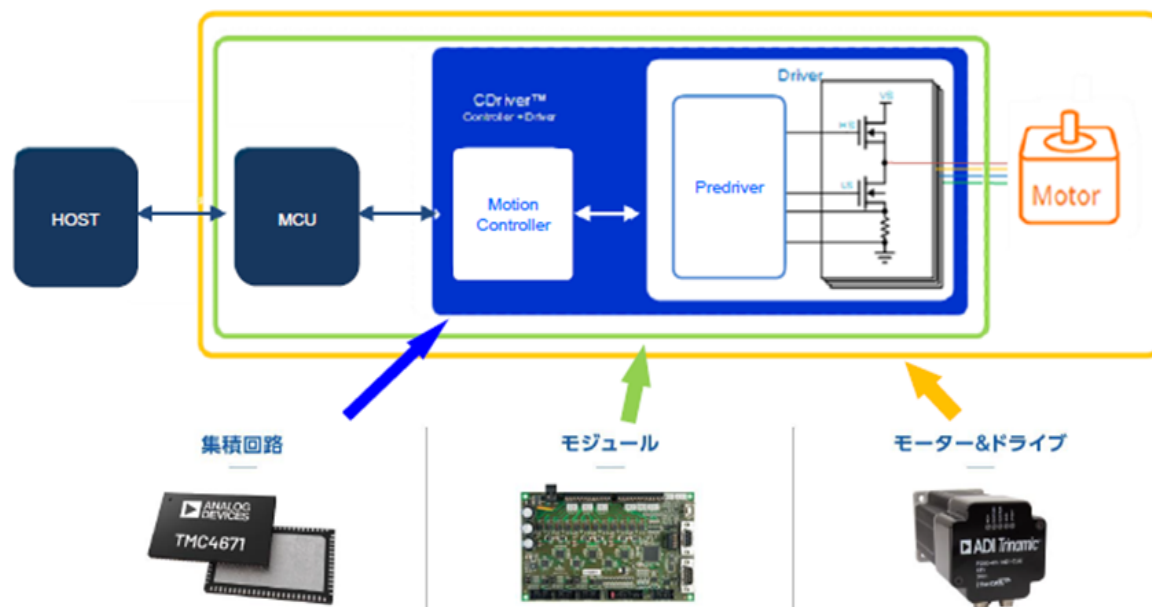


図1. 提供形態

引用先 : ANALOG DEVICES Initial release、2024年7月30日

【有望技術紹介 No.111】

アナログ・デバイセズ社による業界最先端のモーターおよびモーション・コントロール製品は、デジタル情報を物理運動に完全に変換し、先進ロボティクス、医療用装具、3D プリントなどのアプリケーションにおいてインダストリー 4.0 を可能にした。モーター、エンコーダ、モーター・コントロール IC およびモジュールなど幅広い製品ポートフォリオを備えた製品は、インテリジェント・モーション・システムの効率を向上し、物理的なフォーム・ファクタを縮小、市場投入までの時間を短縮することができた。

【スムーズな動作を容易に実現】

同社が提供するモーション・コントロールは、高度に自動化された製造装置の位置、速度、加速度の制御機能である。物体を適切なタイミングで適切な場所に配置する必要がある場合などは、モーション・コントロールが必須となる。特に、モーターを人体に組み込む場合は、筋肉のようにスムーズに動き、信頼できるモーターが必須で、Trinamic の技術は、スムーズな動作を容易に実現した。図 2 にコップ表面の振動の違いを台形運転と S 字運転の違いを示した。S 字運転（上段）では、モーターが滑らかに加速し、衝撃緩和と高速搬送を実現した。搬送物の繊細な取り扱いが求められるアプリケーションでは、こうした滑らかな動きを実現することが重要になる。

しかし、一般的なモーション制御 IC では、CPU 側で演算を行うなど制御が複雑化する。これに対して、台形運転（下段）は一定の速度まで単純に加速・減速する場合、開発の難易度は抑えられるが、搬送物に衝撃が伝わる可能性が高くなり、こぼれ・転倒など搬送状況へ影響を与えた。Trinamic シリーズでは、「速度変化を多段階で実行する」「動きを滑らかに補完する」といった制御アルゴリズムがコマンドセットとして用意されているため、複雑な動きを簡単に実現できた。

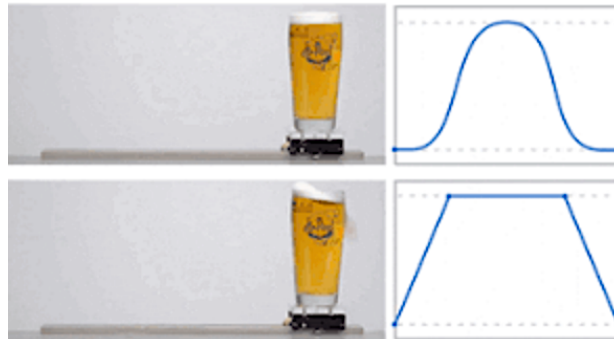


図 2. 台形運転と S 字運転とコップ表面振動の違い

引用先：<https://www.analog.com/jp/lp/001/motion-control-technology.html>

【開発・評価環境】

モーションシステムの開発評価では、各製品の評価ボードをラインナップしており、Trinamic 製品の統合開発評価として評価用 GUI「TMCL-IDE」（略称：Trinamic Motion Control Language -Intergraded Development Environment）を無償提供している。これを使用しプラグアンドプレイで評価ボードをリアルタイムに確認しながらモーションシステムの開発が可能となった（図 3）。

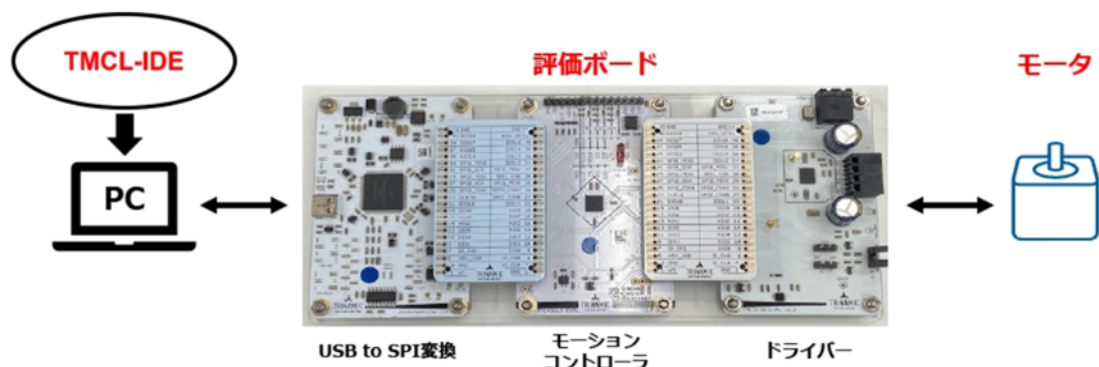


図3. 開発評価環境

引用先：<https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/44606/>

【Trinamic シリーズと従来のソリューションの違い】

従来のモータードライバは、モーターの制御アルゴリズムを開発し、MCUに書き込む手間がかかっていた。また、パワー段の作り込みが必要で、小型化や放熱性の課題も発生していた。Trinamic シリーズは、ハードウェアに精緻な制御アルゴリズムを組み込んでおり、オンザフライでレジスタ設定を変更するだけで、高性能なモーターを実現できる。複雑な演算処理を書き込む必要がないため、複数チャンネルの同時動作も簡単に開発可能である。また、Trinamic シリーズにはパワー段を内蔵したラインナップも準備しており小型化が容易で、オン抵抗が低く発熱を抑えられる。そのため、ハードウェアの設計工数も大幅に削減することが期待できる。その違いを表2に示した。

表2. Trinamic シリーズと従来のソリューションの違い

	ADI Trinamic™	従来のソリューション
製品	モーション制御IC	
対象モーター	ステッピングモーターとBLDC	
制御アルゴリズム	高精度のアルゴリズムをハードワイヤードで標準搭載	ソフトウェア
モーション制御のパラメーター	レジスタ設定	ソフトウェア
パラメーター設定の変更	オンザフライで変更可	ソフトウェア変更が必要
保有するアルゴリズム	省電力/静音性/ダウンタイム軽減などの精緻な制御アルゴリズム	-
評価環境	TMCL-IDE(ダウンロードフリー) プラグアンドプレイで直観的なGUI。リアルタイムで確認しながらのモーションシステム開発	評価ボードを使いこなすのに時間がかかるかもしれない
製品ラインナップ	IC/ボードモジュール/モーター(完成品)	-

引用先：丸文株式会社カタログ Initial release：2024年7月30日

専門家による目利きコメント

Trinamic シリーズは、ハードウェアに精緻な制御アルゴリズムを組み込み、高機能なモーターを実現したものである。本技術はモーター、モーション・コントロール製品として、デジタル情報を物理運動に変換し、先進ロボティクス、医療用装具、3D プリントなどの多くのアプリケーションに拡大が期待される。

お問い合わせ

〒103-8577 東京都中央区日本橋大伝馬町8-1
丸文株式会社 カイロスカンパニー
TEL : 03-3639-5936
E-Mail : ADL_DC@marubun.co.jp