

新たなレベルの ファクトリー・オートメーション を実現するロボット



Tobias Puetz
Systems engineer,
Factory Automation and Control
Texas Instruments

半世紀以上の間、ロボットは、製造業における役割を拡大し続け、自動車から電子機器、消費者向け商品に至るまで、さまざまな産業を変化させています。ロボットは、反復的な作業動作に対して、生産性、費用効率、そして多くの場合、安全性の向上をもたらします。

ロボットは進化を続け、機能性、柔軟性、可動範囲、スピード、精度が向上しています。ロボットは、組立ラインの保護された空間内で機能するほか、複数台が隣接して稼動したり、人間とやり取りしたりする機会も次第に増えてきており、物資を別の場所へと運ぶ場合もあります。ロボットが、ますます複雑な方法で動作するためには、周囲の状況に関する大量のセンシング・データ処理、ロボット相互、そして中央のコントロール・ユニットとの通信、状況変化に合わせ人に危害を与えない制御機能を実行できる必要があります。

テキサス・インスツルメンツ(TI)は、産業オートメーション向けに革新的な電子ソリューションを提供し、あらゆる種類のIC製品によって高度なロボット・システム開発を支援しています。TIは、工場の最上位の制御レイヤから、アクチュエータ、センサに至るまで、制御、通信、電力、安全性に対する個別製品とフル・ソリューションの両方を提供しています。TIのシステム・ノウハウは、多くの産業での一流の製造業者との間の長年の取り組みに基づいています。お客様のロボット・システムの設計をシンプルにし、開発期間の短縮に役立つよう、徹底したサポートを提供しています。

産業オートメーションにおける ロボット・アプリケーションの種類

人間や動物に似たロボット、ドローン、さらにはロボット掃除機に対する関心が広がっていますが、産業環境で使用されるロボットは、依然としてロボット市場の中核をなしています。

ロボット開発者が産業用製品を設計する際に直面する課題の多くは、ロボット工学の他の領域にも当てはまります。工場の要件に対応するため作り出されたテクノロジーによって、製造業以外の新しいロボット・アプリケーションが可能になることもよくあります。

定義上、産業オートメーションで使用されるロボットはすべて産業用ロボットですが、ここでは、ロボット・アプリケーションを3つのグループ(産業用ロボット、ロジスティクス・ロボット、コラボレーティブ・ロボット)に分類します。



図 1: 産業オートメーションとサービスにおけるロボット・アプリケーション

産業用ロボットは、特定の場所に固定されたユニットであり、溶接、塗装、ピッキング/プレーシング、組み立て、物体を持ち上げてパレット上/コンテナ内に置くなどの作業を行います。制御信号はロボット・コントローラから送信され、これは通常、ロボットの台座または隣に配置されるキャビネット内にあります。産業用ロボットは、人間と直接やり取りせず、すばやく正確に作業を行うよう設計されています。従って、人間の存在を検知するセンサは備えておらず、作業空間内に人間が立ち入ることを想定していません。人間とのやり取りが必要な場合、誰かが作業領域内に侵入すると、通常、ロボットは活動を停止します。産業用ロボットは、通常、人間の安全性および動作への干渉防止のため、フェンス、透明な壁、光に反応するバリア、踏むと電源が切れるフロア・マット、その他の防護バリアの中に設置されます。

ロジスティクス・ロボットは、自走するユニットであり、倉庫などの人間が立ち入る可能性のある環境で動作します。ロジスティクス・ロボットは、商品を取り出してパッキング・ステーションまで運んだり、会社のあるビルから別のビルに商品を搬送したりできます。最近開発されたものに、[テイクアウト商品を配達するロボット](#)がありますが、今のところは人間の「取扱者」が同伴しています。このようなロボットは、一般に特定環境内を移動し、ローカライゼーション、マッピング、(特に人間との) 衝突防止のために、多数のセンサを必要としま

す。そのためのテクノロジーとしては、超音波、赤外線、光検知測距(LIDAR)センシングなどがあります。このように移動しながら作業を行うという特性のため、コントロール・ユニットはロボット自体に内蔵され、多くの場合はセンターのリモート・コントロールとワイヤレスで通信します。

コラボレーティブ・ロボットは、人間と極めて複雑なやり取りを行います。直接人間と連携しながら、同一の物体に対して同時に作業することもよくあります。コラボレーティブ・ロボットは、作業者が目視確認または微調整作業を行う間、物体を保持することができます。そのロボットが物体を所定の場所に置くと、別のロボットがそれをピックアップし、他の作業者と協力して運搬したりする場合があります。

コラボレーティブ・ロボットのメーカーは、衝突の可能性を迅速に検出して防止するため、高度な環境センシング機能や冗長性をロボット・システム内に実装しなければなりません。コントロール・ユニットに接続された統合センサが、ロボット・アームと人間または他の物体との衝突を検知すると、コントロール・ユニットはロボットを即座に停止します。センサや電子回路が故障した場合もロボットは停止します。コラボレーティブ・ロボットは、通常、特定の場所に固定され、キャビネット内のコントロール・ユニットによって制御されますが、車両に搭載することも可能です。

産業用ロボットに対する技術的要件

ロボットに設備投資する製造業では、生産性向上と適切な期間内での優れた投資収益率 (ROI) を求めています。このような目標の達成は、困難な作業中の精度、反復の多い作業の実行速度、危険な作業中の安全性、あるいは、これらの組み合わせによって左右されます。

物体を「見る」カメラなど、柔軟なアプリケーション機能を備えたロボットでは、機能の特化された機器への投資を節約でき、短期間の生産運転を効率的に完了したり、工場フロアでの新しい使用方法を実現したりできます。加えて、今日の多くの工場では、生産ラインに通信とコントロールのレイヤをさらに追加することで、プロセス制御や装置メンテナンスの改善により多くのデータを収集しながら、変化する製品要求に対してプロセスの応答性を向上させています。高度なコントロールを使って相互に通信し合うロボットおよび他の装置は、高度に統合された工場では不可欠です。

ロボット開発者は、このような要件を満たすため、高度な IC ソリューションに依存しています。産業用ロボットの進歩を支える IC 製品には、精密なセンシング、高速なセンサ信号変換、リアルタイム応答のための高速計算/信号処理、そして高速通信が必要です。また、IC は、窒化ガリウム (GaN) 電界効果トランジスタ (FET) のような最新半導体を利用して、高効率かつ小型の電源も実現します。

センサ数や環境からの刺激が増加している中で、このような要素はいずれも特に重要です。ロボット開発者は、回路設計や認定に関わる悩みを減らし、製品開発をスピードアップし、産業界の顧客へとすばやく製品を提供できるようなソリューションを求めています。

高度な IC には、以下のような特徴が必要となります。

- 回路保護機能付きで低ノイズ・エミッションに対応した高効率、高電圧の電源
- 拡張温度範囲に対応した特性
- 産業用イーサネットおよび広く普及した産業通信規格への対応
- フレキシビリティを高めるためのプログラミングの容易さ
- 高速かつ高精度のアナログ/デジタル、デジタル/アナログ変換
- 産業安全基準を満たす強化絶縁
- 他の IC と組み合わせて利用するセーフティ・クリティカルなアプリケーションのための制御の冗長化
- 自走するロジスティックス・ロボットなどの狭い空間に回路を設置する場合、あるいはロボット・アーム内部のモーター制御のための小さな実装面積 (センサ、モーター・ハウジングなど空間の制限された機器は言うまでもなく)
- 低消費電力 (ロジスティックス・ロボットやセンサなど、バッテリー駆動/アンビエント駆動の機器では必須)
- 設計時間を短縮し、設計者が付加価値テクノロジーの開発に専念できるようにする、リファレンス・デザインや評価モジュール (EVM) などの包括的サポート



図 2: ロボット同士がやり取りを行う組立ライン

TIの産業用ロボット実現技術

TIは、現在の統合された製造工場の環境内で稼動する、フレキシブルなロボットを設計するために必要なあらゆる種類の最新技術を提供します。センサ入力からアクチュエータやモーター出力まで、個々の機器ユニットから工場レベル、そしてそのレベルを超えるコントロールまで、TIのソリューションは、シグナル・チェーン全体、およびロボット・アプリケーションに必要な処理や電源に対応します。製品は強化絶縁などの機能を備え、過酷な産業環境での使用に関して試験され、合格しています。まとめると、TIは、設計をシンプルにし開発をスピードアップする徹底的な支援によってIC製品をサポートします。

TIがロボットおよび他の産業機器用に提供する多数のソリューションの中でも、以下は特に注目に値します。

- **Sitara™プロセッサ** あらゆるコントロール・ユニットの中心はプロセッサです。TIのシステム最適化されたSitaraプロセッサは、ロボットおよびその他の産業機器におけるフレキシブルで迅速な設計のために工夫されています。Sitaraプロセッサは、ARM® Cortex®-Aコアをベースにしており、広範囲なアプリケーションに対応するため、フレキシブルなペリフェラル、コネクティビティ、統合型ソフトウェア・サポートを提供します。シングルコアおよびマルチコア・デバイスの幅広い品揃えにより、すべてのアプリケーションで、統合化、コネクティビティ、性能の完璧なバランスを選択できます。ソフトウェア・プラットフォームは完全にスケラブルであり、SitaraプロセッサおよびTIデジタル信号プロセッサ(DSP)ファミリ全体でシンプルな開発やコードの移行を行うために、統一されたソフトウェア・エクスペリエンスが実現されています。プロセッサ・ファミリ間のピン互換オプションにより、シームレスなハードウェア・アップグレードに対応します。

Sitaraプロセッサは、長期的なアプリケーションに対する産業要件を満たすよう、通常10年以上の製品ライフサイクルで設計されています。本デバイスは、特殊なデータ処理操作、カスタム・ペリフェラル・インターフェイス、高速リアルタイム応答(最短5ns)を実装する際に、プログラマブルなフレキシビリティを提供します。Sitaraプロセッサ・ファミリの内部ハードウェア・ブロックの1つである産業通信サブシステム内のプログラマブル・リアルタイム・ユニット(PRU-ICSS)は、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ(FPGA)または特定用途向けIC(ASIC)をシングルチップ・ソリューションで置き換えるものです。無料のソフトウェアやデザイン・ツールを簡単に入手でき、大規模なオープン・ソース・コミュニティのサポートがあるため、開発の障壁が低くなります。

- **近接センシング** コラボレーティブ・ロボットには、近くの物や人を安全に保つため、高度なセンシング機能が必要です。TIのセンシング技術のノウハウを活かしたアプリケーション内の近接センシング・ソリューションは、目標物の存在を検出し、必要に応じてその距離を計測します。TIがサポートする近接センシング技術には、超音波、磁気、静電容量式、誘導性、タイム・オブ・フライト(ToF)などがあります。

- **3D ToF/光学センシング** TI製品によるToFベースのセンシングは、近接センシングの範囲を超え、次世代のマシン・ビジョンを実現します。TIの3D ToFチップセットには、ロボット・ビジョンおよび他のアプリケーションの設計をカスタマイズする大きなフレキシビリティがあります。ツールには、EVMに加え、高度な構成が可能なカメラ開発キット(CDK)が含まれています。このキットは、各ピクセルの3D位置を把握することで、特定アプリケーション用のカスタマイズに役立つ正確な深度マップを実現します。

- **GaNパワー・デバイス** TIは、スイッチング・レギュレータ、リニア・レギュレータ、スイッチング・コントローラ、電源監視および他の補助的な電源管理デバイスを含む幅広い電源管理ポートフォリオに加えて、産業システム内の高電圧電源用に優れた電力密度を与えるGaNモジュール、ドライバ、コントローラを提供します。

GaNテクノロジーは、スイッチング損失を大幅に削減することで、スイッチングを高速化し、同時にヒート・シンクを小型または不要にします。簡単に使えるモジュールにより、最適なレイアウトと効率を備えた包括的なソリューションを構築しながら、産業用規格に準拠した電磁エミッションや電磁ノイズの最小化も実現できます。総合的なサポートとして、設計を迅速化するEVM、開発ボード、クイック・スタート・ツールセットが用意されています。TIのリファレンス・デザイン・ライブラリには、高精度ドライブを正確に制御するための[48V、3相インバータ、シャント・ベースのインライン・モーター位相電流センシング・リファレンス・デザイン](#)が含まれています。

- **産業用イーサネット** TIにはネットワーク通信に関する詳細なノウハウがあり、さまざまな標準に対応しています。TIは、リアルタイム産業用イーサネットを使用するシステム開発をサポートするため、ユーザー・アプリケーションでマスターとデバイス間のプロセス・データを4μs以内のサイクル・タイムで通信できる [リファレンス・デザイン](#) を提供しています。このプロトコルには、一連の基本的な設定タスクが含まれており、オープン・ソース・ファームウェアによる製品の差別化が可能です。

統合ファクトリー用に改良された ロボットの開発

製造業では、あらゆるレベルで高度な統合が続いています。さまざまな種類の組立作業を行い、生産を拡大しながら、人間にとってより安全な作業環境を実現するために、ロボットは

ますます大きな役割を果たしていくでしょう。従来の産業用ロボット、ロジスティクス・ロボット、コラボレーティブ・ロボットには、それぞれの仕事があり、ロボット開発者は、そのすべてにおいて正確かつ安全でコスト効率のよい動作を実現するソリューションを求めています。

TIの信号、処理、通信、電源管理用のIC製品は、ロボット製造者が必要とする完全なソリューションを提供します。TIは、ロボットの設計作業を迅速化して収益性を高めるソフトウェア・ツール、EVM、リファレンス・デザイン、その他さまざまな形式のサポートを通じて、半導体とIC製品をサポートします。ロボットが製造業の発展を支える中で、TIはロボットのさらなる向上のために開発者を支援しています。詳しくは、TIの [ロボット](#) ホームページをご覧ください。



TIの設計情報およびリソースに関する重要な注意事項

Texas Instruments Incorporated ("TI")の技術、アプリケーションその他設計に関する助言、サービスまたは情報は、TI製品を組み込んだアプリケーションを開発する設計者に役立つことを目的として提供するものです。これにはリファレンス設計や、評価モジュールに関する資料が含まれますが、これらに限られません。以下、これらを総称して「TIリソース」と呼びます。いかなる方法であっても、TIリソースのいずれかをダウンロード、アクセス、または使用した場合、お客様(個人、または会社を代表している場合にはお客様の会社)は、これらのリソースをここに記載された目的にのみ使用し、この注意事項の条項に従うことに合意したものとします。

TIによるTIリソースの提供は、TI製品に対する該当の発行済み保証事項または免責事項を拡張またはいかなる形でも変更するものではなく、これらのTIリソースを提供することによって、TIにはいかなる追加義務も責任も発生しないものとします。TIは、自社のTIリソースに訂正、拡張、改良、およびその他の変更を加える権利を留保します。

お客様は、自らのアプリケーションの設計において、ご自身が独自に分析、評価、判断を行う責任がお客様にあり、お客様のアプリケーション(および、お客様のアプリケーションに使用されるすべてのTI製品)の安全性、および該当するすべての規制、法、その他適用される要件への遵守を保証するすべての責任をお客様のみが負うことを理解し、合意するものとします。お客様は、自身のアプリケーションに関して、(1) 故障による危険な結果を予測し、(2) 障害とその結果を監視し、および、(3) 損害を引き起こす障害の可能性を減らし、適切な対策を行う目的で、安全策を開発し実装するために必要な、すべての技術を保持していることを表明するものとします。お客様は、TI製品を含むアプリケーションを使用または配布する前に、それらのアプリケーション、およびアプリケーションに使用されているTI製品の機能性を完全にテストすることに合意するものとします。TIは、特定のTIリソース用に発行されたドキュメントで明示的に記載されているもの以外のテストを実行していません。

お客様は、個別のTIリソースにつき、当該TIリソースに記載されているTI製品を含むアプリケーションの開発に関連する目的でのみ、使用、コピー、変更することが許可されています。明示的または黙示的を問わず、禁反言の法理その他どのような理由でも、他のTIの知的所有権に対するその他のライセンスは付与されません。また、TIまたは他のいかなる第三者のテクノロジーまたは知的所有権についても、いかなるライセンスも付与されるものではありません。付与されないものには、TI製品またはサービスが使用される組み合わせ、機械、プロセスに関連する特許権、著作権、回路配置利用権、その他の知的所有権が含まれますが、これらに限られません。第三者の製品やサービスに関する、またはそれらを参照する情報は、そのような製品またはサービスを利用するライセンスを構成するものではなく、それらに対する保証または推奨を意味するものでもありません。TIリソースを使用するため、第三者の特許または他の知的所有権に基づく第三者からのライセンス、あるいはTIの特許または他の知的所有権に基づくTIからのライセンスが必要な場合があります。

TIのリソースは、それに含まれるあらゆる欠陥も含めて、「現状のまま」提供されます。TIは、TIリソースまたはその仕様に関して、明示的か暗黙的にかかわらず、他のいかなる保証または表明も行いません。これには、正確性または完全性、権原、続発性の障害に関する保証、および商品性、特定目的への適合性、第三者の知的所有権の非侵害に対する黙示的保証が含まれますが、これらに限られません。

TIは、いかなる苦情に対しても、お客様への弁済または補償を行う義務はなく、行わないものとします。これには、任意の製品の組み合わせに関連する、またはそれらに基づく侵害の請求も含まれますが、これらに限られず、またその事実についてTIリソースまたは他の場所に記載されているか否かを問わないものとします。いかなる場合も、TIリソースまたはその使用に関連して、またはそれらにより発生した、実際の、直接的、特別、付随的、間接的、懲罰的、偶発的、または、結果的な損害について、そのような損害の可能性についてTIが知らされていたかどうかにかかわらず、TIは責任を負わないものとします。

お客様は、この注意事項の条件および条項に従わなかったために発生した、いかなる損害、コスト、損失、責任からも、TIおよびその代表者を完全に免責するものとします。

この注意事項はTIリソースに適用されます。特定の種類の資料、TI製品、およびサービスの使用および購入については、追加条項が適用されます。これには、半導体製品(<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、評価モジュール、およびサンプル(<http://www.ti.com/sc/docs/sampterm.htm>)についてのTIの標準条項が含まれますが、これらに限られません。