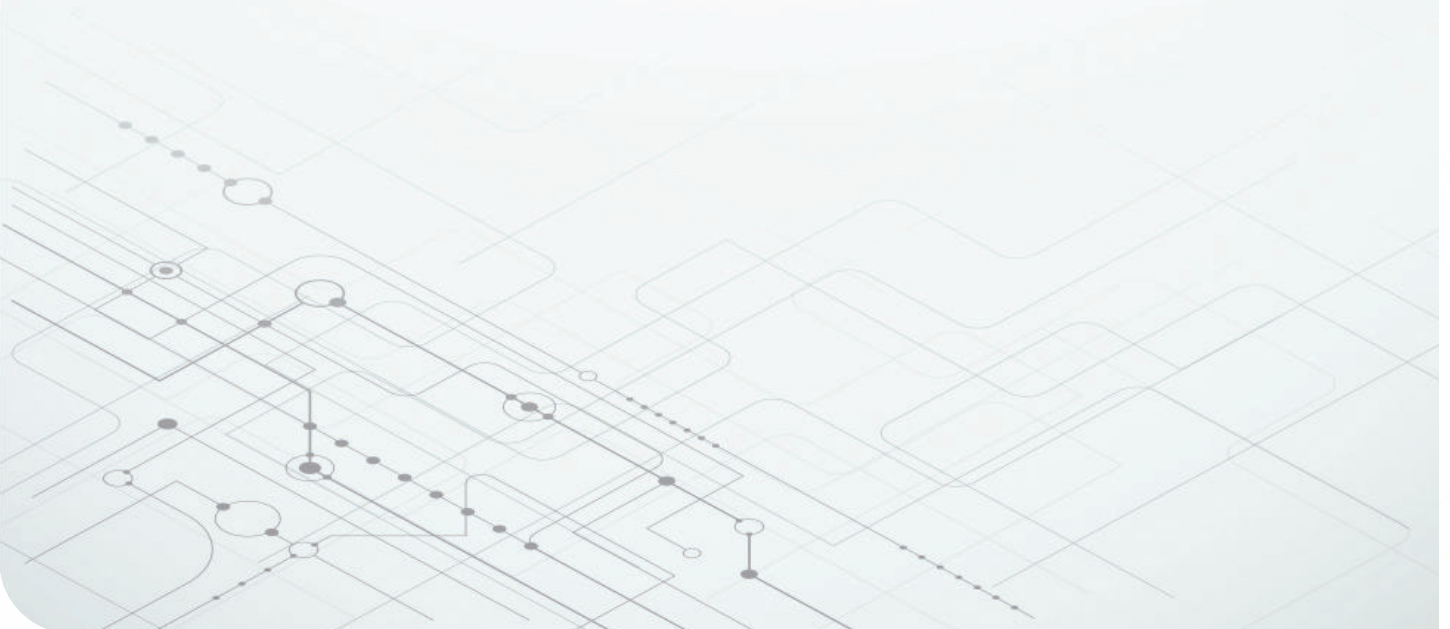


TI の Sitara™ プロセッサにおける PROFINET®



Assila Ayed, Kamil Alkhouri, Bharath Kartha



エグゼクティブ サマリー

テキサス インストルメンツ (TI) は、**PROFINET® 産業用イーサネット標準**を Sitara™ の Arm® ベースのプロセッサに統合しており、その PROFINET 実装の基盤として Siemens の ERTEC® スタックを活用しています。この統合により、高性能で信頼性が高く、効率的な産業オートメーション システムの構築が可能になります。

Sitara プロセッサの産業用通信サブシステム (ICSS) は、TI のプログラマブル リアルタイム ユニット (PRU) 技術を基盤として構築されており、PROFINET のリアルタイム処理要件を処理するための専用プラットフォームを提供します。ICSS は、2 ポートの PROFINET カットスルー スイッチを備えており、PROFINET の処理負荷を Arm コアからオフロードすることで、プロセッサ リソースの利用効率を最適化します。このアーキテクチャにより、Arm コアの処理能力の大部分を産業用アプリケーションの実行に充てることができ、結果としてシステム性能と効率が向上します。

PROFINET の概要

概要

PROFINET は、工場のオートメーション、プロセス オートメーション、ビルディング オートメーションなど、幅広い産業用途で求められる高速かつ決定論的な通信を実現するためのリアルタイム イーサネット規格です。PROFINET は、人気の高い PROFIBUS® フィールドバス技術のネットワーク拡張として、Siemens AG の主導のもとに開発され、現在では PROFIBUS & PROFINET International によってサポートされています。2003 年、PROFINET は IEC 61158 と IEC 61784 の規格に統合されました。このアーキテクチャは、70 社以上の企業を代表するメンバーから構成された 30 のワーキング グループによって開発されました。

産業用途に対応するようイーサネットを適応させることで、TCP/IP や XML といった馴染みのある技術を活用し、企業 IT の世界と工場の現場をつなぐ技術的な橋渡しが実現されます。標準的なイーサネットは IT 中心の企業環境では優れ

たソリューションを提供しますが、工場オートメーションにおいてはいくつかの点で十分ではありません。例えば、標準的なイーサネットは工場オートメーションで一般的な少量データのやり取りには効率的ではなく、また決定性が欠如しているため、モータ駆動制御やその他の産業用リアルタイムアプリケーションに必要なリアルタイム動作をサポートすることができません。PROFINET は、これらの課題を解決し、イーサネットをリアルタイムの産業用途に適応させるための代表的な技術の一つです。

テクノロジー

PROFINET のシステム モデルは、PROFIBUS フィールドバスシステムと非常によく似ています。これはコントローラとデバイスの通信モデルに基づいており、一つ以上の IO コントローラが一つ以上の IO デバイスと通信します。PROFINET ネットワークを介して通信されるトラフィックには、次の二種類があります：

1. ネットワーク内で IO コントローラと IO デバイス間で周期的に交換されるリアルタイムのプロセス データ (IO データ)、
2. 非リアルタイムトラフィックは、IO コントローラと IO デバイス間で非周期的なレコードとして交換されるか、あるいは異なる IO デバイス間で直接交換されます。

OSI/ISO モデルにおける PROFINET のデバイス モデル

PROFINET はレイヤ 7 の技術であり、デバイスの設定およびパラメータ化、診断およびアラーム処理、エンジニアリングおよびコミッショニングのためのアプリケーション サービスを提供します。また、ネットワーク全体で実際の情報を生成し、消費するユーザー定義アプリケーションのためのインターフェイスも提供します。しかし、リアルタイム通信 (I/O データ) において効率的で決定論的かつ低遅延の性能を確保するために、PROFINET は標準の TCP/IP レイヤをバイパスし、Ethernet 0 x 8892 および必要に応じて高優先度の VLAN タグを用いてレイヤ 2 で直接通信します。

適合クラス

PROFINET 規格では、相互に積み重なる 4 つの適合クラスが定義されており、それぞれ異なる用途やユースケースに対応するよう設計されています：

- **適合クラス A (CC-A)**: 標準的なイーサネット ハードウェアで実装可能であり、1 ~ 512ms の更新周期を持つ周期的リアルタイム (RT) 通信、非周期レコード交換、パラメータ設定、診断、アラーム、近隣検出 (LLDP)、およびネットワーク上で TCP/IP 通信を並行して実行できる機能といった、基本的な PROFINET 機能をサポートします。
- **適合クラス B (CC-B)**: CC-A を拡張し、SNMP によるネットワーク診断、二つの IO コントローラによるシステム冗長化 (プロセスオートメーション (PA) プロファイルでのみ定義) に対応しています。さらに、デバイス交換後の自動アドレス設定、運転中設定変更 (CiR)、高速起動 (FSU)、メディア冗長性プロトコル (MRP) によるネットワーク冗長化などのオプション機能も備えています。さらに、より包括的なネットワーク診断を実現するために、CC-B では IO デバイス機能を備えたネットワークスイッチが導入された点も重要です。
- **適合クラス C (CC-C)**: 周期的アイソクロナスリアルタイム (IRT) 通信をサポートする CC-B を拡張し、更新時間は 250us (使用するハードウェアによっては 31.25us まで短縮可能) 未満です。この性能は、ネットワーク全体の時間同期および帯域予約を実現するための追加のハードウェア サポートを利用することで達成されます。さらに、CC-C では次のようなオプション機能も定義されています: ダイナミックフレーム パッキング (DFP) と計画的重複送信のためのメディア冗長化 (MRPD) プロトコルによるシームレスな冗長性。
- **適合クラス D (CC-D)**: 最も先進的な PROFINET クラスです。タイムアウェア シェーパ (TAS) やフレーム プリエンプションなどの時間感応型ネットワークング (TSN) 機能を活用することで、非常に高い決定性と低遅延を実現します。CC-D ではさらに、非周期の非リアルタイム通信および周期的リアルタイム通信の両方において TCP/IP レイヤをバイパスするリモート サービス インタフェイス (RSI) を導入しました。

通信

IO コントローラと IO デバイス間で確立する必要がある通信パスは、エンジニアリング システムの設定データに基づいて、システム起動時に IO コントローラによって設定されます。これにより、データ交換の内容が明確に規定されます。

すべてのデータ交換は、アプリケーション リレーション (AR) に埋め込まれます。AR 内では、通信関係 (CR) はデータを明示的に指定します。一般的な通信パラメータを含むデバイス モデリングに関するすべてのデータは、IO デバイスにダウンロードされます。一つの IO デバイスには、複数の IO コントローラから複数の AR を確立することができます。周期データ交換 (IOCR)、非周期データ交換 (レコードデータ CR)、アラーム (アラーム CR) の通信チャンネルが同時に設定されます。

複数の IO コントローラを使用でき、複数の IO コントローラが IO デバイス内の同じデータにアクセスする必要がある場合、データ共有は IO デバイスの設定時に指定する必要があります。

一つの IO コントローラは、複数の IO デバイスを含む一つの AR を確立することができます。AR 内では、複数の IOCR と API を使用してデータを交換できます。これは、例えば複数のユーザー プロファイル (PROFI-drive、エンコーダなど) が通信に関与し、異なるサブスロットが必要となる場合に有効です。指定された API は、IOCR 内のデータ通信を区別するのに役立ちます。

アドレス

PROFINET では、各フィールド デバイスに割り当てられた一意の名前が、IP アドレスの割り当て時に使用されます。この目的のための動的構成プロトコル (DCP) は、すべての IO デバイスに組み込まれています。

IP アドレスは、デバイス名に基づいて DCP プロトコルで割り当てられます。動的ホスト構成プロトコル (DHCP) が国際的に広く使用されているため、PROFINET では DHCP やメーカー固有の方式によるアドレス設定もオプションとして提供されています。フィールド デバイスがサポートするアドレス設定オプションは、各フィールド デバイスの GSD ファイルで定義されます。

オプションとして、近隣検出に基づく指定されたトポロジを用いて、IO デバイスに名前を自動的に割り当てることも可能です。PROFINET の IO デバイスは、直接的なデータ交換のために MAC アドレスによってアドレス指定されます。

適合クラス

PROFINET IO は、相互に積み重なる 3 つの適合クラスに分かれており、典型的な用途に対応するよう設計されています。

- **適合クラス A (CC-A):** 標準的なイーサネット ハードウェアで実装可能であり、1 ~ 512ms の更新周期を持つ周期的リアルタイム (RT) 通信、非周期レコード交換、パラメータ設定、診断、アラーム、近隣検出 (LLDP)、およびネットワーク上で TCP/IP 通信を並行して実行できる機能といった、基本的な PROFINET 機能をサポートします。
- **適合クラス B (CC-B):** CC-A を拡張し、SNMP によるネットワーク診断、二つの IO コントローラによるシステム冗長化 (プロセスオートメーション (PA) プロファイルでのみ定義) に対応しています。さらに、デバイス交換後の自動アドレス設定、運転中設定変更 (CiR)、高速起動 (FSU)、メディア冗長性プロトコル (MRP) によるネットワーク冗長化などのオプション機能も備えています。さらに、より包括的なネットワーク診断を実現するために、CC-B では IO デバイス機能を備えたネットワークスイッチが導入された点も重要です。
- **適合クラス C (CC-C):** 周期的アイソクロナスリアルタイム (IRT) 通信をサポートする CC-B を拡張し、更新時間は 250µs (使用するハードウェアによっては 31.25µs まで短縮可能) 未満です。この性能は、ネットワーク全体の時間同期および帯域予約を実現するための追加のハードウェア サポートを利用することで達成されます。さらに、CC-C では次のようなオプション機能も定義されています: ダイナミック フレーム パッキング (DFP) と計画的重複送信のためのメディア冗長化 (MRPD) プロトコルによるシームレスな冗長性。
- **適合クラス D (CC-D):** 最も先進的な PROFINET クラスです。タイムアウェア シェーパ (TAS) やフレーム プリエンプションなどの時間感応型ネットワークング (TSN) 機能を活用することで、非常に高い決定性と低遅延を実現します。CC-D ではさらに、非周期の非リアルタイム通信および周

期的リアルタイム通信の両方において TCP/IP レイヤをバイパスするリモート サービス インタフェイス (RSI) を導入しました。

標準デバイス

PROFINET 規格は、次の 3 種類のデバイスを定義しています: IO コントローラ、IO デバイス、IO スーパーバイザ。図 1 に、工場内の簡略化されたネットワーク アーキテクチャの例を示します。

IO コントローラ

これは通常、物理プロセスとやり取りを行うセンサ、アクチュエータ、ドライブ、分散 I/O などのフィールド デバイスを指します。このデバイスは、PROFIBUS のデバイスに匹敵します。一つ以上の IO コントローラからの接続要求に応答し、デバイス固有のパラメータや設定オプションを提供するとともに、診断情報やアラームを生成します。IO デバイスが生成するプロセス データを「入力データ」と呼びます。

IO スーパーバイザ

これは、コミショニング、診断、および保守の目的で使用されるプログラミング デバイス、パーソナル コンピュータ (PC)、またはヒューマン マシン インターフェイス (HMI) デバイスです。PROFIBUS のクラス 2 コントローラに対応します。IO スーパーバイザは、PROFINET デバイスと接続を確立して設定データの読み書きや診断情報の取得、エンジニアリング作業を実行できますが、IO コントローラと IO デバイス間の周期通信を妨げることはありません。IO コントローラとは異なり、IO スーパーバイザは通常、コミショニングやトラブルシューティングのために一時的にネットワークに接続されるものであり、周期的なリアルタイム データ交換には参加しません。

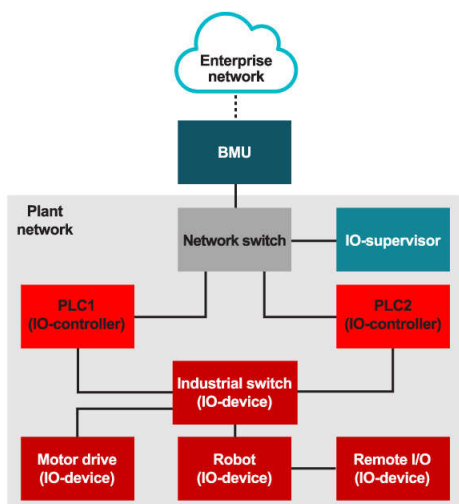


図 1. 工場ネットワークにおける PROFINET

IO デバイスの概要

IO デバイス上で実行される各アプリケーション プロセスは、アプリケーション プロセス識別子 (API) によって識別されます。アプリケーション プロセス内では、IO デバイスはモジュール、サブモジュール、およびチャネルからなる階層構造で構成されています。これらの要素は、ハードウェア コンポーネントまたは仮想的な機能ユニットを表すことができます。モジュールは、スロットまたはそれ以上に取り付けることができます。各モジュールは一つ以上のサブモジュールを持つ必要があり、それぞれはサブスロットに装着されます。サブモジュールは一つ以上のチャネルを含み、各チャネルはプロセスへの単一の接続 (例: センサ) を表します。図 2 は、通常デバイス アクセス ポイント (DAP) モジュールから始まる IO デバイスの階層構造を示しています。

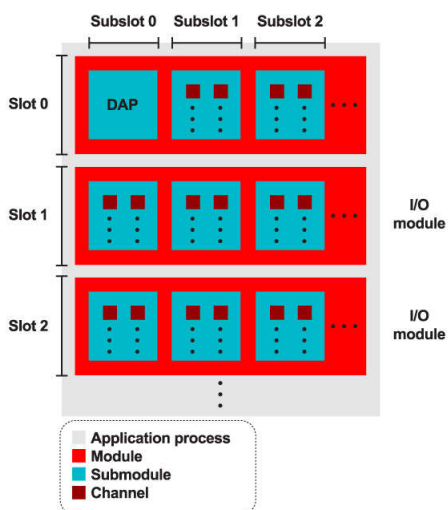


図 2. IO デバイスの階層構造

DAP モジュールは、デバイス全体のインターフェイスです。これは通常、スロット番号 0 に挿入され、サブスロット番号 $0 \times 8i00$ ($0 \times 8000 \sim 0 \times 8F00$) に挿入された最大 16 個の特別なインターフェイス サブモジュールを含みます。これらの各インターフェイスサブモジュールは、番号 $0 \times 8ijj$ のサブスロットに接続された最大 255 のポートサブモジュールを割り当てられます (例: $0 \times 8001 \sim 0 \times 80FF$ 、インターフェイス サブモジュール、 0×8000)。

PROFINET では、拡張構成がメーカーによってあらかじめ定められておりユーザーが変更できないコンパクト フィールド デバイスと、システム構成時に特定の用途に応じて拡張構成をカスタマイズできるモジュラ フィールド デバイスとを区別しています。

製品概要

すべての IO デバイスには、一般ステーション記述 (GSD) ファイルが添付されています。この XML ベースの GSD ファイル (GSDML と呼ばれる) には、構成およびシステム エンジニアリングに必要なすべてのデバイス固有情報が含まれています。デバイスの機能、パラメータ、モジュール、および通信プロパティについて説明します。これはデバイス メーカーによって提供され、GSDML 仕様に従った標準化された形式となっています。

通信

システム起動前に、IO デバイスには MAC アドレス、IP アドレス、およびステーション名が設定されている必要があります。MAC アドレスは通常デバイス メーカーによって割り当てられ、ステーション名は PROFINET エンジニアリング ツールによって探索および基本構成プロトコル (DCP) を介して設定されます。これらの 2 つの要素を使用して、アドレス解決プロトコル (ARP) や 動的ホスト構成プロトコル (DHCP) などの他の IP サービスを利用しながら、IO コントローラはシステムの起動位相に備えて、IO デバイスに一意の IP アドレスを割り当てることができます。

デバイスのアドレスが正しく構成されると、IO コントローラによって接続確立シーケンスが開始されます。この手順には主に、アプリケーション関連 (AR) とそれに対応する通信関係

(CR) の確立、および IO デバイス上の構成済みサブ:
ルのパラメータ設定が含まれます。図 3 に、PROFIN
動シーケンスを示します。

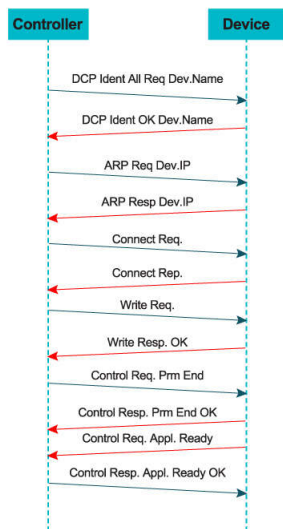


図 3. PROFINET の起動シーケンス

TI の PROFINET ソリューション

TI はすでに Sitara プロセッサに PROFINET 機能を統合して
います。Arm コアと、PROFINET を補完する多様な周辺機能
およびインターフェースの組み合わせにより、Sitara プロセッ
サは産業用オートメーション機器にとって魅力的なデバイスと
なっています

サポートされている適合クラスおよび機能

TI の柔軟な PROFINET スタックは、図 4 に示すように、
PROFINET のすべての適合クラスをサポートしています。こ
の PROFINET の完全統合は適合クラス C として認証されて
おり、AM243x、AM64x、および AM261x 向けに、レガシー、
FSU、MRP、システム冗長性 (S2)、および共有デバイスなど
の機能を備えています。

図 4 で参照している適合クラスに加えて、TI の PRU ファーム
ウェアは、後述の 6.8 節で説明されているように、すでに適合
クラス D をサポートしています。PROFINET スタックを含む完
全なサポートは現在開発中です。

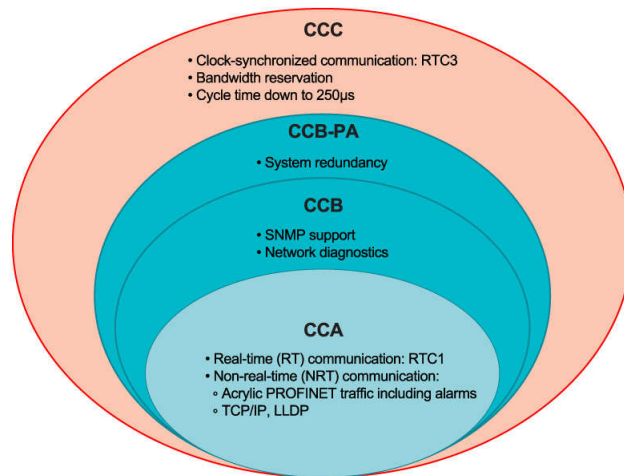


図 4. TI の PROFINET ソリューションでサポートされる適合クラス

高い利用可能性

TI の Sitara プロセッサに統合された PROFINET スタックは、
MRP、システム冗長性 (S2)、およびダイナミック再構成のサ
ポートにより、高いデバイスの可用性を実現します。

共有デバイスと共有入力

Sitara プロセッサ上の TI 統合 PROFINET ソリューションは、
複数のコントローラによる複数の AR を同時にサポートしてい
ます。同時に最大 8 つの AR および 8 つの IOCR を確立で
きます。別のコントローラと I/O データをやり取りしている最中
でも、他のコントローラが接続の確立または切断を行うことが
可能です。共有入力をサポートしているため、複数のコントロ
ーラからデバイス内の同じスロットにアクセスできます。

性能

Sitara プロセッサは、統合されたフル機能の ERTEC ベース
の PROFINET ソリューションを備えており、最小送信クロック
時間または位相期間 250µs に対応可能です。これにより、高
いタイミング精度と同期性が確保され、要求の厳しい産業用
オートメーションアプリケーションに適しています。リダクション
比は 1 から 512 までのすべての有効な値をサポートしていま
す。統合スイッチのカットスルー遅延は、フレーム サイズに関
係なく、1 ~ 2µs の範囲です。1ms のサイクル時間で、一つ
のコントローラ AR を使用した場合の CPU 負荷は 5% で

す。このデバイスは、電源投入から最初の有効な出力データまで約 470ms を要し、迅速な初期化とデータ交換を実現します。

堅牢性

完全統合された Sitara の PROFINET ソリューション PROFINET トラフィックと標準の TCP/IP トラフィックをすることで、非常に高い堅牢性を実現しています。ホストポート インターフェイスには、4 つの優先度キューが備わっています。最も高い 2 つの優先度キューは PROFINET ム用に予約されており、残りの 2 つは TCP/IP フレー割り当てられています。キューが満杯の場合、該当すーに送られるフレームは破棄されます。TCP/IP トラフ過多であっても、別のキューを使用するため、PROFIフィックには影響しません。PROFINET の QoS に従フィックを別々のキューに分離することで、大規模ネッにおけるあらゆるトラフィックに対してもデバイスの耐上します。

周期的データ向けの専用低レイテンシ インターフェイス

Sitara プロセッサに統合された PROFINET は、アプリケーションと PRU 間の周期的な I/O データ交換のために、低遅延のリアルタイム インターフェイスを実現します。周期データフレームは、ホストおよびポートのキューを介して受信および送信されるわけではありません。PROFINET の周期データフレームは PRU-ICSS で終端され、データはトリプル バッファを介してアプリケーションに直接提供されます。周期データのやり取りにはトリプル バッファ管理が使用されており、ホストと PRU-ICSS の双方が常にデータを格納するためのバッファを確保できるようになっています。

PROFINET ソフトウェア アーキテクチャ

Sitara プロセッサに統合された PROFINET デバイス実装は、3 つの主要なソフトウェア コンポーネントで構成されています。一つ目は、デバイスの PRU-ICSS 上でレイヤ 2 の機能を実装するマイクロコード、二つ目は Arm コア上で動作する PROFINET デバイス スタック、そして三つ目は産業用アプリケーションです。TI は、Sitara プロセッサをサポートするソフトウェア開発キットにおいて、プロトコル適応レイヤやデバイス

ドライバなどの追加コンポーネントも提供しています。図 5 にアーキテクチャを示します。必要な適応は、TI の PROFINET API ガイドを参照することで行うことができます。

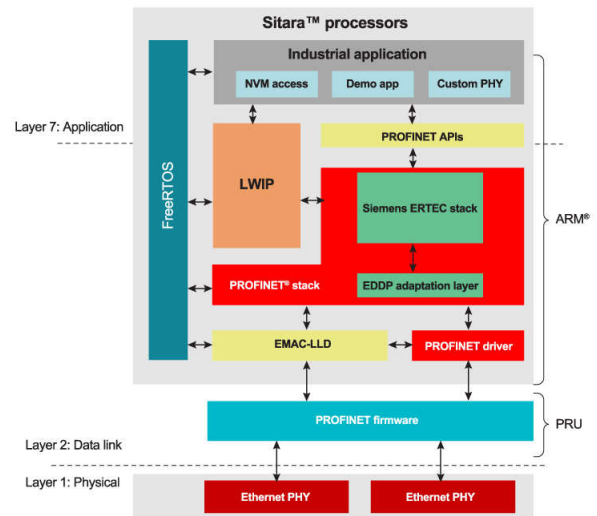


図 5. Sitara プロセッサ上の PROFINET デバイスのソフトウェア アーキテクチャ

アプリケーション プロセッサのオフロード

図 5 と図 6 に示すように、Sitara プロセッサは、TI のプログラマブル リアルタイム ユニット産業通信サブシステム (PRUICSS) を備えており、MII インターフェイスとの非常に低レベルな連携をサポートします。PRU-ICSS は、PROFINET のような特化した通信プロトコルを容易に実装できます。Sitara AM261x、AM243x、AM64x の統合型 PROFINET ソリューションと同様に、ファームウェアにより、PROFINET スイッチ全体を PRU-ICSS 内に収めることができるため、Arm コアはスタックおよびアプリケーション処理に専念できます。コンシューマ プロトコル マシン (CPM) フレームの解析とプロバイダ プロトコル マシン (PPM) フレームの生成は、PRU によって完全に処理することができます。PROFINET ノード宛てではないフレームは、TI によって PROFINET プロトコルが統合された Sitara プロセッサ上の PROFINET PRU ファームウェアに含まれるスイッチによって、次のノードへカットスルー転送されます。この実装により、分散 I/O のようなシンプルでコスト制約のあるアプリケーションでは、より低速な Arm コアのバリエーションを使用することが可能になります。

PROFINET スタック (レイヤ 7) および産業用アプリケーションを実行する Arm コアとの必要な通信には、割り込みられます。PRU-ICSS は、逆方向へのフレーム転送もできます。TI の Sitara PROFINET ソリューションを構成するために、[DP83826](#)、[DP83867](#)、[DP83869](#) などの TI 製イーサネット PHY デバイスを使用されます。DP83826 は、小さなレイテンシ、低消費電力、10BASE-Te および 10 TX イーサネット プロトコルのサポートにより、リアルタイム産業用イーサネット システムの厳格な要件を満たすことができます。DP83867 および DP83869 は、MII、RMII、または RGMII インターフェイスを介して MAC に接続できる準備しており、さらに低遅延も実現します。DP83826、DP83867、DP83869 は、ケーブルの故障をすばやく検出できるケーブル診断機能も備えています。このソリューションは、他の PHY デバイスを使用する柔軟性もユーザーに提供します。

ファームウェア

図 6 に示すファームウェア アーキテクチャは、PRU-ICSS に統合されている PROFINET デバイスの機能を示しています。PROFINET のレイヤ 2 において、PRU は CPM/PPM 処理、データ ホールド タイマ (DHT)、DCP 識別フィルタ、ARP フィルタ、カットスルー スイッチング、エラー検出、およびホスト インターフェイス処理を実行します。PRU-ICSS は、内部共有メモリ内に使いやすい PROFINET レジスタ空間を提供します。PRU の決定論的なリアルタイム処理能力により、PROFINET フレームは一貫性があり予測可能な処理遅延で処理されます。

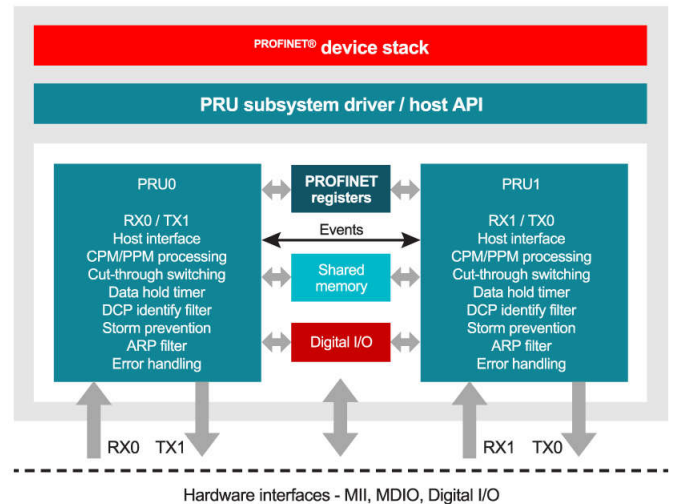


図 6. PROFINET デバイス スタック

CPM/PPM 処理

CPM フレームはファームウェアによって解析され、ホスト プロセッサに通知すべきかどうか判定されます。受信した CPM フレームのフレーム ID が、アクティブな IOCR に設定されたフレーム ID と一致した場合にのみ、ホストに割り込みが発生します。ファームウェアは CPM フレームをあらかじめ定義されたバッファに格納し、ホストに割り込みを通知する前にデータが完全に利用可能な状態になるようにします。すべてのアクティブな IOCR に対する PPM フレームは、PRU-ICSS 上で動作するファームウェアによって生成されます。ホストは、TI の PROFINET API を使用して、すべての IOCR に対する PPM フレーム生成に必要な情報を初期設定するだけで済みます。各位相の開始時に、ファームウェアはその位相で送信すべきすべての PPM フレームを判断し、ホストからの介入なしにそれらを送信します。

データ ホールド タイマ (DHT)

データ ホールド タイマは PRU-ICSS ファームウェア内で実装されており、DHT が満了すると、PROFINET スタックを実行する Arm コアに割り込みが発生します。IOCR または CPM 接続ごとに、ファームウェアによって 1 つの DHT が管理されます。CPM フレームが受信されるたびに、ファームウェアは対応する IOCR のデータ ホールド時間を更新します。特定の CPM に対して DHT が満了した場合、ファームウェアは

IOCRに関連するすべての PPM を停止します。DHT が期限切れになったときにのみ、ホスト プロセッサが中断されます。複数の IOCR が同時に存在する可能性があるため、DHT をファームウェアで実装することで、Arm コアの処理負荷を大幅に軽減できます。

DCP 識別フィルタ

Arm コアに到達する DCP 識別要求フレームの数を削減するために、ホスト宛てでないすべての DCP 識別フレームをフィルタリングする DCP 識別フィルタが、PRU-ICSS ファームウェアに実装されています。スタック側でステーション名およびその長さを設定するための API がドライバに提供されており、これらの情報はファームウェアによるフィルタリングに使用されます。

ストーム防止と ARP フィルタ

スタックは、PRU-ICSS ファームウェアにストーム防止技術を採用することで、ネットワーク負荷時でも安定性を確保します。ストーム防止はクレジット ベースの方式で実行されます。デフォルトでは、100ms ごとに最大 100 個のブロードキャストまたはマルチキャスト フレームのみが許可され、それを超えるフレームはすべて破棄されます。このフレーム レートは、ユーザーがアプリケーションから設定できます。

ARP フレームはブロードキャスト フレームであるため、ストーム防止機能により、高負荷時に大量の ARP フレームが受信された場合でも、それらが破棄されるようになっています。PRU-ICSS ファームウェアに実装された ARP フィルタは、このような高トラフィック状態においても、DUT 宛ての ARP フレームについてはストーム防止が無効化されることを保証します。このフィルタにより、特定のネットワーク負荷試験においてもスタックの適合性が確保されます。

内蔵カットスルー スイッチ

非リアルタイム トラフィックを処理し、ホスト上で動作する PROFINET および TCP/IP スタックと連携することができます。マルチキャストアドレス用の PROFINET フィルタ データベース (FDB) を実装し、ホストおよびポート インターフェイスの 4 つの優先度キューを用いて PROFINET の品質サービス

(QoS) を実現します。スイッチの学習部分はホスト側に実装しています。

PROFINET の容易な統合

TI は、Sitara プロセッサへの PROFINET 統合プロセスを効率化しています。PROFINET デバイスを統合するために必要なすべてのツールおよびソフトウェア コードは、**産業用通信ソフトウェア開発キット (IND-COMMS-SDK)** の一部として利用できます。これには、PROFINET ファームウェア、ドライバ、IP スタック、PROFINET スタック PROFINET API、認定済みのすぐに使用できるサンプルが含まれており、顧客の市場投入までの時間短縮を可能にします。サポート資料により、アプリケーションに新しい機能を追加したり、カスタマイズしたりすることが可能です。

最終製品に PROFINET を統合

産業機器に PROFINET デバイスを統合するために、顧客は TI.com からダウンロード可能な、Sitara プロセッサ上で TI が統合した PROFINET スタック実装を使用することができます。TI はさまざまなカスタマー サポート パッケージも提供しており、カスタム プロジェクトやカスタム PCB 設計についても顧客を支援することができます。顧客は、PI のウェブサイト入手可能な最新の PROFINET テスト バンドルを使用して、すべての適合試験に合格する必要があります。しかし、TI が事前認証済みの PROFINET 開発キットを提供しているため、これは容易に達成できます。また、PROFINET プラグ フェストでより広範な相互運用性試験を実施し、PI テスト ラボで製品認証を取得することも可能です。

PROFINET 用開発ツール

顧客の実装を支援するために、TI は包括的なドキュメントを備えた産業用ハードウェア開発プラットフォームをいくつか提供しています。これらのハードウェア プラットフォームの回路図やレイアウトなどの設計データは、顧客の設計を大幅に加速させます。

まとめ

TI は、Sitara プロセッサ上で完全に統合された PROFINET デバイス機能を提供しています。高性能かつ低消費電力の

Arm コアと PROFINET を統合することで、機能面や動作要件を損なうことなく、低コストな最終製品を実現できます。TI はまた、EtherCAT®、EtherNet/IP™、PROFIBUS® などの産業用通信インターフェイス向けに、内蔵絶縁機能を備えたトランシーバも提供しています。包括的なソフトウェアおよびハードウェア開発ツール、世界規模の PROFINET サポート、そして活発な **TI E2E™ 開発者コミュニティ**により、顧客は PROFINET 統合の大幅な簡素化と、さらに大きなコスト削減というメリットを期待できます。

重要なお知らせ:ここに記載されているテキサス・インスツルメンツ社および子会社の製品およびサービスの購入には、TI の販売に関する標準の使用許諾契約への同意が必要です。お客様には、ご注文の前に、TI 製品とサービスに関する完全な最新情報のご入手をお勧め致します。TI は、アプリケーションに対する援助、お客様のアプリケーションまたは製品の設計、ソフトウェアのパフォーマンス、または特許の侵害に対して一切責任を負いません。ここに記載されている他の会社の製品またはサービスに関する情報は、TI による同意、保証、または承認を意図するものではありません。

Sitara™ is a trademark of Texas Instruments.
PROFINET® is a registered trademark of PROFIBUS Nutzerorganisation e.V..
Arm® is a registered trademark of Arm Limited.
ERTEC® is a registered trademark of Siemens Aktiengesellschaft.
すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月