

Application Brief

電圧レベル変換とアナログマルチプレクシングによる AI アクセラレータの実装



Atul Patel, Jackson Jarboe

はじめに

現行の電子機器最終製品の中には、新しい機能やユーザー体験をもたらすために人工知能 (AI) 機能を追加しているものがあり、ユーザーは日常的な業務フローで AI の能力を活用できるようになっています。AI 機能をエンドアプリケーションに導入するには、電子システム設計者は、クラウド側とクライアント側の双方で高性能な計算能力を必要とする Generative Pre-trained Transformers (GPT) などの大規模言語モデル (LLM) を活用する必要があります。デバイス上で、またはクラウドベースのコンピューティングインフラを活用して AI 機能を実現するには、クライアントシステムおよびクラウドインフラの設計者が最新のプロセッサテクノロジーを活用する必要があります。

GPT ベースの AI 実装では、システム設計者は最新の高性能プロセッサと FPGA (CPU ベースのデバイス) を使用するだけでなく、大量のデータを並列処理する機能と高速データ転送に必要なより高いメモリ帯域幅を備えた、AI に適した最新の高性能 GPU (グラフィック プロセッシング ユニット) も使用する必要があります。最新の CPU と GPU を使用して AI 機能をサポートすることで、システム設計者は複数の設計上の課題を抱えることがあります。

これらの課題の一つは、CPU と GPU を非常に低いコア電圧で動作させることによって生じる、制御および低速データ I/O レベルのミスマッチを克服することです。多くの場合、高性能 CPU と GPU を低コア電圧で動作させることは、特定のプロセッサの熱的制限と電力制限を考慮し、目標の性能レベルを達成するための絶対条件です。CPU と GPU を低いコア電圧で動作させると、これらのプロセッサがサポートできる I/O 電圧レベルが制限されます。

システム設計者は多くの場合、GPU プロセッサの多数の I/O および制御バスをペリフェラルデバイスやサブシステムに接続するための、シンプルで効率的かつスケーラブルな方法を必要とします。システム設計者が CPU または GPU の低いコア電圧を維持しつつ、I/O レベルの不一致を解決できる設計アプローチの一つは、シンプルな電圧レベル変換デバイスを使用することです。レベル変換デバイスは、性能・消費電力・サイズを妥協することなく、システムの I/O レベル不一致の課題を解決するための、簡便かつコスト効率の高いソリューションをシステム設計者に提供します。図 1 を参照してください。

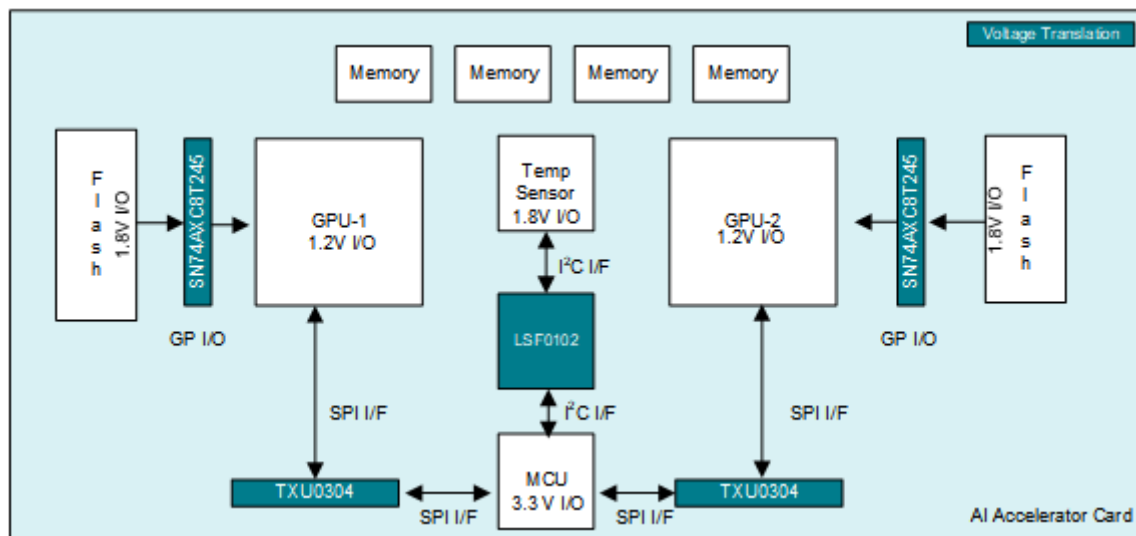


図 1. AI アクセラレータカード ブロック図

電圧レベル変換

統合型のレベルシフト設計は、I/O タイプ、ビット幅、データレート範囲、電流ドライブ能力、パッケージオプションなど、幅広いバリエーションで利用可能です。テキサス インストルメンツのレベルシフトデバイス製品ラインアップには、多様な種類のレベル変換機能が含まれており、これらを組み合わせることで、AI アプリケーションにおける高性能コンピューティングの利用事例に必要なほぼすべてのインターフェイス要件に対応できます。TI のレベル変換製品ラインアップには、産業用、車載用、強化定格に対応する、自動方向、方向制御型、固定方向のレベルシフタが含まれています。表 1 には、高性能 CPU および GPU ファミリーに見られる一般的な制御インターフェイスと、0.8V 未満から 5.5V までの電圧範囲をサポートする各インターフェイス向けの推奨レベル変換デバイスが示されています。TI のすべてのレベル変換デバイスの詳細については、TI の「[Level Translation](#)」ランディングページをご覧ください。

表 1. インターフェイス別推奨レベルシフタ

インターフェイス	変換レベル	
	最大 3.6V	最大 5.5V
FET の置き換え	2N7001T	SN74LXC1T45/TXU0101
1 ビット GPIO / クロック信号	SN74AXC1T45	SN74LXC1T45/TXU0101
2 ビット GPIO	SN74AXC2T45	SN74LXC2T45 / TXU0x02
2 ピン JTAG / UART	SN74AXC2T45	SN74LXC2T45 / TXU0x02
I2C/MDIO/SMBus	TXS0102 / LSF0102 / PCA9306	TXS0102 / LSF0102 / PCA9306
I ³ C	TCA39306	TCA39306
4 ビット GPIO	SN74AXC4T245	TXB0104 / TXU0104
UART	SN74AXC4T245	TXB0104 / TXU0204
SPI	SN74AXC4T774 / TXB0104	TXB0104 / TXU0304
JTAG	SN74AXC4T774/ TXB0104	TXB0104 / TXU0204
I2S/PCM	SN74AXC4T774 / TXB0104	TXB0104 / TXU0204
Quad-SPI	TXB0106	TXB0106
SDIO/SD/MMC	TXS0206 / TWL1200	該当なし
8 ビット GPIO/RGMII	TXV0106/TXV0108	SN74LXC8T245

アナログマルチプレクサ

アナログマルチプレクサを使用すると、複数のデータラインを選択して単一出力に転送することができます。その結果、リソース使用率を最適化し、アクセラレータアーキテクチャ内で全体的な性能を向上させることができます。ハードウェアアクセラレータベースボード、GPU カード、スマート NIC など、多くのコンポーネントでスイッチングが関与しており、限られたスペースで大量のデータ処理を支援します。

低電圧マルチプレキシングは、さまざまなニーズに対応するために AI アクセラレータで広く用いられています。TI は、SPI インターフェイス、デジタルバススイッチング用の絶縁と電源シーケンス、GPIO 拡張、クロック信号の多重化、I2C/I3C プロトコルのスイッチングなど、多くのアプリケーション向けのデバイスを提供しています。表 2 には、アクセラレータで 사용되는一般的な制御インターフェイスと、1V ~ 5.5V の幅広い電源電圧に対応する各インターフェイス向け推奨マルチプレクサが示されています。詳細については、[TI のアナログスイッチとマルチプレクサのページ](#)をご覧ください。

表 2. インターフェイス別推奨マルチプレクサ

インターフェイス		構成	マルチプレクサの電源電圧		
			1.8V	3.3V	5V
Quad-SPI		2:1	TS3A27518E	TS3A27518E	-
SPI		2:1	TMUX1575	SN74CB3Q3257	TMUX1574
I2C	GPIO 制御	2:1	TMUX1574	TMUX121	TMUX1072
		3:1、4:1	TMUX1309A	TS3A5017	SN74LV4052A
	I2C 制御	4:1	TCA9546A	TCA9546A	TCA9546A
		8:1	TCA9548A	TCA9548A	TCA9548A
I3C 制御		2:1	TMUX1574	TMUX136	TMUX1574
		3:1、4:1	SN74CB3Q3253	TMUX131	-
USB		2:1	TMUXHS221F	TS3USB221A	TS5USBC412
GPIO		1:1、1 ビット	SN74LVC1G66	SN74CBTLV1G125	SN74CBT1G125
		1:1、2 ビット	SN74LVC2G66	SN74CBQ3306A	SN74CBTD3306C
		1:1、4 ビット	TMUX1511	SN74CBTLV3126	SN74CBT3126
		1:1、8 ビット	-	SN7CBTLV3245A	SN74CBT3245C

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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 テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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ます。

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 テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

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、TI は一切の責任を拒否します。

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](https://www.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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月