

ハードウェアワーキンググループとその活動

T-Engineのハードウェア

ハードウェアワーキンググループ

T-Engineプロジェクトでは、ユビキタス・コンピューティング環境を構成するコンピュータの開発効率を向上させるために、まず基盤となるハードウェアの仕様を標準化し、その上で動作する標準リアルタイムOS“T-Kernel”を開発しました。それによって、デバイスドライバやミドルウェアのソフトウェア資産を共通のプラットフォーム上に構築し、さらにそれらが流通することを目指しています。T-Engineフォーラムのハードウェアワーキンググループ（以下HW-WG）では、主にT-Engineファミリのハードウェアの仕様策定や製品の管理を行っています。

●T-Engineファミリアーキテクチャの仕様策定

T-Engineは、用途や外形寸法によって標準T-Engine、 μ T-Engine（マイクロ・ティ・エンジン）、nT-Engine（ナノ・ティ・エンジン）、pT-Engine（ピコ・ティ・エンジン）の4つのファミリに展開されています。HW-WGは、各ファミリのハードウェア機能の仕様や、基板寸法、コネクタ配置などの物理的外形の規定を策定しています（表1）。

T-Engineファミリの仕様は、HW-WGメンバーにより提案・議論・審議され、策定された規格に基づいてHW-WGメンバーがT-Engineハードウェア製品を自由に開発することができます。現在までに、国産のSHやM32R、FRなどのアーキテクチャをはじめとして、世界的にシェアの高いARM、MIPSなどのCPUコアをベースとした標準T-Engine、 μ T-Engine製品が続々と製品化され、要求性能や好みにより自由に選択できます。

●T-Engine関連製品の管理

HW-WGメンバーにより開発されたT-Engine仕様のボードは、申請によりT-Engineフォーラムに登録され、HW-WGの場においてプロモーションを行うことができます。

また、HW-WGでは、標準T-Engine、 μ T-Engine拡張コネクタの誤挿入キーイングの割り当てを行っています。誤挿入キーイングとは、他のT-Engine向けに作られた拡張ボードを誤って挿入してハードウェアを破損することがないように、誤挿入を防止する機構のことです。基本的に、標準T-Engine、 μ T-Engineの拡張コネクタには、搭載されたCPUのローカルバスが出力されています。製品によっては、PCIバスを出力しているものもありますが、ローカルバ

スの部分についてはメーカーや品種が異なると互換性はありません。HW-WGでは、T-Engineの個々の品種や拡張バスの信号アサインに応じて、個別の誤挿入キーイングを割り当てて管理しています。

●T-Engine開発環境の教育への適用

T-Engineプロジェクトの大きな目的のひとつに、教育があります。

近年、組込みシステム開発技術者は非常に不足しており、特に高い資質を有する技術者を養成することが急務です。T-Engineは、基板の回路図やOSのソースコードに至るまでオープンなアーキテクチャであり、組込みシステムの動作を学習するのに最適な開発環境でもあります。HW-WGでは、ドキュメントやリファレンスデザインを整

表1 標準T-Engineと μ T-Engineのハードウェア仕様

	標準 T-Engine	μ T-Engine
CPU	32ビット	32ビット
MMU	必須	任意
RAM	必須（容量は任意）	必須（容量は任意）
eTRON カード I/F	SIM コネクタ × 1	SIM コネクタ × 1
LCD パネル I/F	必須	任意
タッチパネル I/F	必須	任意
リアルタイムクロック	必須	必須
カード I/F	PCMCIA Type II × 1	コンパクトフラッシュ Type II × 1 MMC または SD × 1
USB Host I/F	USB 1.1 準拠 × 1	任意
シリアルポート	1ch（115.2kbps 以上）	1ch（115.2kbps 以上）
スイッチ類	電源スイッチ リセットスイッチ NMI スイッチ	電源スイッチ リセットスイッチ NMI スイッチ 汎用 I/O × 2
音声入出力	ヘッドホン端子 × 1 イヤホンマイク × 1	任意
拡張バス I/F	T-Engine 規格 1slot	T-Engine 規格 1slot
電源コネクタ	EIAJ RC-5320A 準拠	EIAJ RC-5320A 準拠
ボードサイズ	75mm × 120mm	60mm × 85mm

備し、教育分野への適用を積極的に推進しています。

また、現在までに韓国、シンガポール、中国、米国に拠点を設立し、T-Engineの海外での普及にも力を入れています。

T-Engineのハードウェア

標準T-Engineと μ T-Engineは、組み込みシステムの標準開発プラットフォームです。一方、nT-EngineとpT-Engineは、ユビキタス・コンピューティング環境において実世界のセンシングと制御を行う実行プラットフォームです。

●標準T-Engine

標準T-Engine（写真1）は液晶やタッチパネル等のインタフェースを備え、携帯情報機器などの比較的高度なユーザーインタフェースを持つ機器を開発するためのプラットフォームです。CPUは32ビットで、MMU（Memory Management Unit）を搭載しています。USBやシリアルなどの汎用性の高いインタフェースを備えつつ、大変コンパクトな外形となっており、バッテリーを付けてPDAのプロトタイプとしても使用できます。

● μ T-Engine

μ T-Engine（写真2）は、標準T-Engineと比較して液晶やタッチパネル等のユーザーインタフェースが省略されています。CPUは32ビットですが、MMUは必須ではありません。標準T-Engineのようなユーザーインタフェースを持たない代わりに、そのぶん小型であり、より組み込み指向の開発プラットフォームです。

標準T-Engineと μ T-Engineは搭載するインタフェースに差はありますが、ともにT-Kernelが動作します。

●nT-Engine

nT-Engine（写真3）は、主に外部電源で有線接続が前提のネットワークノードで、照明器具やスイッチなどを制御するユビキタス向け実行プラットフォームです。簡単なセンシングと制御を行うことができる最低限のインタフェースを備えています。nT-Engine同士が互いに接続され、リアル

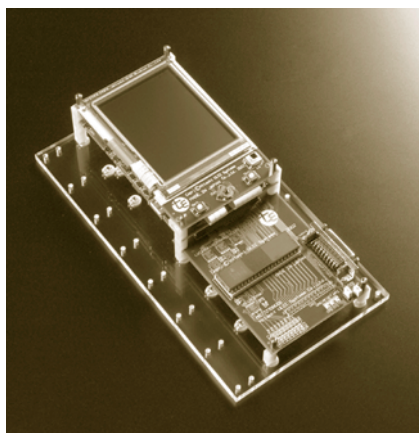


写真1 標準T-Engine

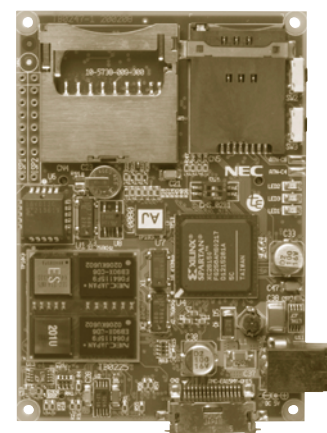


写真2 μ T-Engine

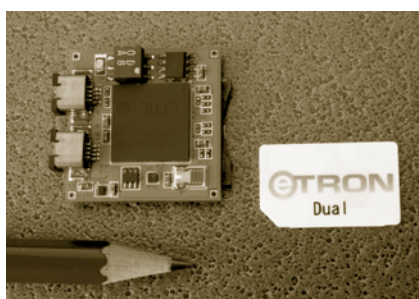


写真3 nT-Engine



写真4 pT-Engine

タイムネットワークを構成します。

●pT-Engine

pT-Engine（写真4）は超小型、超低消費電力の無線ネットワークノードで、さまざまなモノや環境に取り付けてセンサネットワークを構成します。

ハードウェア開発プラットフォームへの展開

標準T-Engine、 μ T-Engineは、液晶やタッチパネル等のユーザーインタフェースや、USBやシリアルI/Fなどの一般的な通信インタフェースを備えています。これらのボードがあれば、組み込みシステムの基本的なソフトウェア開発やデバッグができるようになっています。しかし、最終製品に近い環境を実現しようとする、ユーザー回路を拡張コネクタ経由で外部に実装することが必要になります。

HW-WGでは、ユーザー回路を容易に実装する手段として、拡張ユニバーサルボードと、FPGAボードの整備を進めています。拡張ユニバーサルボードは、標準T-Engine、 μ T-

Engineの拡張コネクタを備えたユニバーサルボードで、小規模なユーザー回路を手配線により構成可能な開発用基板です。ピッチが狭く手配線の難しい拡張バスコネクタの信号は2.54mmピッチのスルホールにあらかじめ配線されており、簡単に拡張バスにユーザー回路を接続することができます。

FPGAボードは、標準T-Engine、 μ T-Engineの拡張コネクタに接続されるFPGAを搭載した拡張基板です。FPGAにユーザー論理を書き込むことで拡張バスに接続されるユーザー回路を容易に実現できます。

標準T-Engine、 μ T-Engineは、組み込みリアルタイムOSであるT-Kernelが動作する状態で提供されますので、これらの開発用基板を使用することにより、CPUまわりのデバッグや、OSのポータリングといった開発環境を構築する手間なしに、開発初日からハードウェアとソフトウェアの開発を同時に着手できます。

HW-WGでは、これらの開発用基板の整備やリファレンスデザインの整備により、T-Engineをハードウェア開発の標準プラットフォームとしても活用することを目指しています。⑦