



Part2  T-Engine概要

テクニカルセッション 「T-Engine概要」

さかむら けん
坂村 健

TRONプロジェクトリーダー/東京大学

初出・TRONWARE VOL.73

(2001年12月14日開催のTRONSHOW2002でのテクニカルセッションを採録)

今日は、「T-Engine」という新しく始めるプロジェクトについて概要の説明をさせていただきますと思います。

TRONプロジェクトが最終的に目指しているのは、ユビキタス・コンピューティング、「どこでもコンピュータ」という概念ですが、この達成のためにはやらなければいけないことが非常にたくさんあります。例えば協調動作。生活の空間や社会の中にコンピュータをたくさん使う——例えば部屋の中だけでコンピュータシステムが1,000個とか2,000個あって、それぞれがネットワークでつながれている。そのコンピュータ群が分散処理していて、それぞれのコンピュータの目的がコンフリクトを起こした場合に、どうやってその調整をとるのかという協調動作のアルゴリズムとか、あるいは、非常にたくさんのコンピュータが動いていますから、フォールトトレラントにしなければいけないとか、そういう技術的ないろいろな問題というのは当然出てくるわけです。

そういうものが、このユビキタス・コンピューティング、「どこでもコンピュータ」、あるいはComputer Augmented EnvironmentとかPervasive Computingと言われている分野で、非常にたくさんの小さなコンピュータ要素を、密度高く使う場合に起こってくる問題点の解決のための研究分野です。今日はその話ではなく、そういう環境を作るための基礎的なパーツの話、T-Engineについてお話をしたいと思います。

ユビキタス・コンピューティングのための開発プラットフォーム

生活空間にどんどんコンピュータを入れていこうとすると、とにかく小さいコンピュータが必要になります。すでにホクロのような大きさのものも実在しています。この小さいコンピュータをモノの中に入れていき、ただ入れるだけではなくて、それが相互に通信して、いろいろな情報の交換を

し合って、それで1つの目的を達成していくわけでは、

こういうようなことをやろうとすると、当然、開発のためのプラットフォームが必要になるわけです。例えばソフトウェアの開発が今の100倍ぐらいに増える——すべてのモノの中にマイコンチップを入れる。入れるのはいいのですが、ではどういうアルゴリズムでどういうことをやって、どういうコミュニケーションをとって何をするのかというようなことをやろうとすると、これは大変な開発作業になるわけです。

ユビキタス・コンピューティングそのものについての研究課題もたくさんありますけれども、まず今こそプラットフォームをきちんとしないと、ソフトウェアの開発でパニックになってしまう。ユビキタス・コンピューティングのノードになる機器を効率的に開発する——それがT-Engineを作る理由です。

私たちは、20年前に最初にアーキテクチャのデザインをして以来、ITRONを発展させてきたわけですが、こういう応用にはリアルタイムOSのカーネルを使う。ここまではいいんです。原理的にも、まったく違ったアーキテクチャモデルが出てくれれば別ですが、ITRONもほぼ完成の域に達し

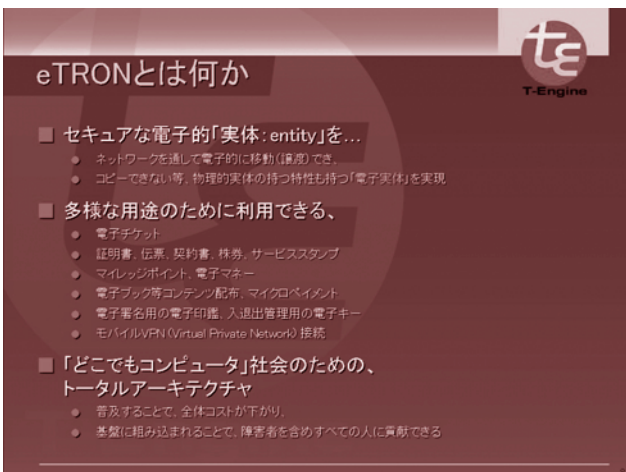
ていまして、根本的に欠けている機能があるとか、間違っているということは、ITRONに関していえばもうありません。けれども、開発というのはそれだけない。イメージとしては、100倍の開発項目が出てくるのなら、同じ人数で100倍効率を上げないかぎりできないわけです。そういう意味で、機器開発の効率を上げるためには、オペレーティングシステムを決めるだけではなく、もっと何かやらなければいけない。

ITRONというのは弱い標準とって、機器に組み込むために、それぞれにジャストフィットするようにチューニングしやすくしてあって、過度の仮想化とかは行っていません。非常に小さなリソースと非常に小さなメモリで動かす要求というのは、依然強くあるわけだし、また、機械に組み込むときというのは、やはりできるだけコンパクトに小さく、過度な仮想化をしないで、その機器にジャストフィットするようにインプリメントしなければいけない。そうすると、やはり弱い標準はある程度必須になってくるわけです。その根本的な考え方はいいけれども、もはやソフトウェアだけで、OSの規格、APIを決めるだけでは、さらに生産性を100倍上げるには限界が来ている。そういうことが背景にあります。

そこで、要するにトータルソリューション、ハードウェアもある程度規定しないと、いわゆるミドルウェア、その上に作られるソフトウェアの流通ができないということで、ハードから開発環境まで含めたトータルなオープンプラットフォームを規定したいということが、このT-Engineを始めた基本的な考え方です。要するに、ハードウェアに関してもある程度規定させてもらう。ただし、これもかなり弱い規定です。例えばCPUは何にしようという規定はない。CPUは何でもいい。ITRONでもCPUは何でなければいけないとは言っていないし、その意味ではこれまでと矛盾はしていないわけです。

コンパクトな開発環境

このT-EngineがPDAみたいな形をしているのは、私のポリシーで「汚い開発環境からはいいソフトウェアは生まれません」というのがあって（笑）、きれいな箱に入れただけです。PDAみたいな形をしているんだけど、これはPDAではなくて、これは開発環境なのです。この開発環境の上で何か開発したものをさらに小さくするのは、システムLSIとか、最近のテクノロジーを使えば



eTRONとは何か

■ セキュアな電子的「実体:entity」を...

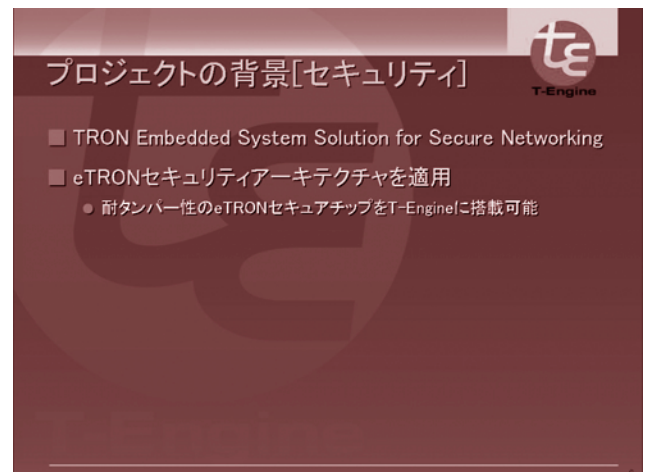
- ネットワークを通して電子的に移動(移動)でき、
- コピーできない等、物理的実体の持つ特性も持つ「電子実体」を実現

■ 多様な用途のために利用できる、

- 電子チケット
- 証明書、伝票、契約書、株券、サービススタンプ
- マイレージポイント、電子マネー
- 電子ブック等コンテンツ配布、マイクロペイメント
- 電子署名用の電子印鑑、入退出管理用の電子キー
- モバイルVPN (Virtual Private Network) 接続

■ 「どこでもコンピュータ」社会のための、トータルアーキテクチャ

- 普及することで、全体コストが下がり、
- 基盤に組み込まれることで、障害者を含めすべての人に貢献できる



プロジェクトの背景[セキュリティ]

■ TRON Embedded System Solution for Secure Networking

■ eTRONセキュリティアーキテクチャを適用

- 耐タンパー性のeTRONセキュアチップをT-Engineに搭載可能

いいわけです。

今までの開発環境のボードというのは大きいですよ。ユニバーサル基板に部品をぼんぼん乗せるものだから、要するに机の占有率高い。やはり日本は狭いですから、開発環境自身もコンパクトなほうがいいなと思います。

それともうひとつ、これだけコンパクトならば、システムLSIなどで小さくしなくてもそのまま使う、という応用もありえますよね。

10年ぐらい前はパソコンというのは、今のようにはオフィスとか家庭に入るというよりも、どちらかというと開発環境っぽかったんです。例えば工場を自動化するときパソコンを入れる。どうしてそういうことができたかという、中がブラックボックスではなかったからなのです。DOS (Disk Operating System) 程度のもを入れておけばよかった。でも最近のパソコンではそうはいかないですよ。その意味で、このT-Engineは、いい箱に入ったちょっとしたいいマイコンボードという見方もできる。液晶のパネルがついていますから、このまま何かに使ってもいい、そういうようなことというのは、当然考えつくわけです。


T-Engineの目指すもの

ポイントをもう一度まとめますと、1つはユビキタス・コンピューティング環境構築を目指すものであるということです。

2番目に、T-Engineはオープンなリアルタイム標準開発環境であるということです。このオープンということが非常に重要です。誰でもが参画できて、仕様を公開して、その仕様に基づいて複数の会社が競えるようなプラットフォームになっている。そういう意味です。ですから、今日ここで話を聞いていただいた方が、これはいいじゃないか、やろうと決心して、ハードウェアを作っているんです。そうすると、この上にあるミドルウェアが全部動くように保証しよう、それを保証するための努力をするのが、TRONプロジェクトです。当然ですけれども、絶対動くのかと言われれば、これはいろいろな問題が起こってきます。チップが違っていいと言っているわけですから、そのために起こる問題も出てくるかもしれない。だけど、それをどうにかして解決して、その上の階層のものをできるかぎり流通させるのかということに、プロジェクトのポイントが置かれています。

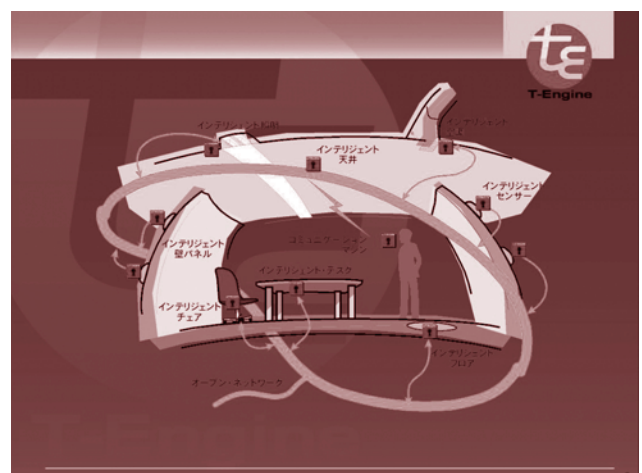
T-Engineプロジェクトには、ハードウェアを提供する人、これにミドルウェアを提供する人、またそれを使う人と、三者いるわけです。ハードウェアの中にはOSもカーネルも入っていますが、その三者が一体になって1つの開発をしていく、これがTRONの特徴です。今までのコンピュータの開発の特徴というのはそうではなくて、一方的にユーザーにハードウェアが提供される。今のパソコンなんかそうですよね、一方的ですよ。ユーザーが開発に参加することはできない。TRONプロジェクトはそうではない。使う人もいっしょになってやろうとしています。T-Engineに当初から協力いただいているメーカーは、ハードウェアのボードを作っているメーカーもあれば、OSを作っているところもある。ミドルウェアを提供するところもあって、そしてユーザーもいるわけです。例えばヤマハさんは開発環境も提供しているけれども、最大級のユーザーでもあるわけです。そういう人たちもいっしょにやろうということです。これはまさにオープンなものなわけです。

3番目に、これもきょうの話のポイントになるんですが、eTRONです。秋葉原で売っているボードとT-Engineの大きな違いが



プロジェクトの背景[セキュリティ]

- ユビキタス・コンピューティングで重要なセキュリティ
- あらゆるものがネットワークに接続される
 - 住宅やオフィス内の機器が外部から制御できる
 - ネットワークを通じてプライバシー情報や電子チケットのような価値情報が伝送される
- インターネットや電話回線、無線通信などネットワークはセキュリティが万全でない
- ネットワーク上での盗聴、改竄、なりすましの防御が必要



eTRONなのです。eTRONというのはひと言で言ってしまうと、セキュリティを守るための暗号チップです。今までのこういうボードというのは単独だったんですが、ユビキタス・コンピューティング構築環境を目指すわけですから、こういうボードが機器の中にどんどん入って行って、これはネットワークでつながれることになります。ネットワークでつながるのなら、TCP/IPコントローラを入れるとか、何か通信のプロセスを入れればいい。ハード的には確かにそう。けれども、今はご存じのように、たくさんのウイルスがあり、たくさんのシステム破りをする人たちがいる。しかしインターネットは使いたい。世の中に流通しているインフラをいかにうまく使うかということは大切です。はっきりしていることは、インターネットというのは非常にセキュリティが弱いということで、セキュリティを強くするようなくみというのをいれてやって、インターネットを使うというのが現実的なのです。そのために、eTRONを使って、VPN (Virtual Private Network) を張る、例えばそういうことをやって、頑強な回線に変えるというようなことをしなければいけない。

そのためには、どうしても暗号の通信をしなければいけない。その中でも特に強いのがPKI (Public Key Infrastructure)。このPKIをサポートするようなくみを、制御ボードに入れてやらなければいけない。ですから、このT-Engineボードがほかと大きく違うのは、PKIをするための特別な石を入れるソケットが付くのが標準、必須ということ。eTRONがないと、このシステムは動かないようになっています。そして、このT-Engineの上に動いているオペレーティングシステムであるT-Kernelは、全部このeTRONをサポートするのです。

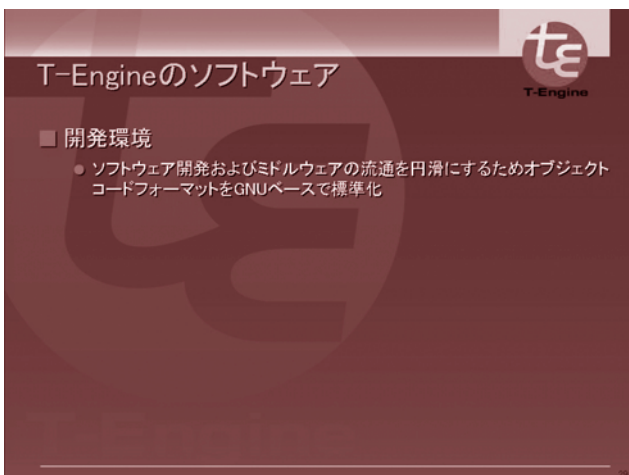
T-Kernel

ではT-Engine上のT-Kernelは、 μ ITRONとどう違うんだ、 μ ITRON4.0の次のOSなのかという質問に答えておきたいと思います。 μ ITRON4.0でもT-Kernelでも、基本的な部分の、リアルタイムエグゼクティブは変わらないです。 μ ITRON4.0は弱い標準という、昔からやっているものに行き着いた先なのです。ITRONというのは、私が20年前にTRONプロジェクトを始めたときに、私が最初にデザインした私のOSで


す。それを替えるわけがない。リアルタイムOSに関しての基本的なところの考え方は変えない。しかし、20年前はeTRONもなかったし、ネットワークにすべてのモノをつなげるということはなかったので、状況が違ってきているわけです。しかも、 μ ITRON4.0はボードの規定もしない。T-Engineには、 μ ITRON4.0ではなく、T-Kernelでなければならない。T-KernelというのはT-Engineのためにある、そこが一番大きな違いです。

マジックワード「100」

これによって期待されていることは、非常に頑強なネットワーク、セキュリティの強化された組み込みシステムのネットワークでユビキタス・コンピュータ環境を作れるということだけではなく、開発のほうから見た場合には、ミドルウェアの流通を円滑にすることができるという点です。これは非常に重要です。ITRONで今まで言われていたのは、ミドルウェアは流通していないじゃないかとか開発環境がブアだと言うこと。しかし、開発環境もいろいろなものが出てくることになります。私たちがプロジ

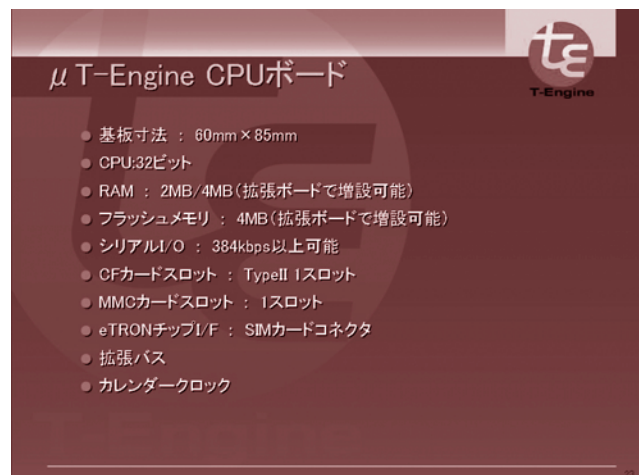


T-Engineのソフトウェア




■ 開発環境

- ソフトウェア開発およびミドルウェアの流通を円滑にするためオブジェクトコードフォーマットをGNUベースで標準化



μ T-Engine CPUボード



- 基板寸法 : 60mm × 85mm
- CPU:32ビット
- RAM : 2MB/4MB(拡張ボードで増設可能)
- フラッシュメモリ : 4MB(拡張ボードで増設可能)
- シリアルI/O : 384kbps以上可能
- CFカードスロット : TypeII 1スロット
- MMCカードスロット : 1スロット
- eTRONチップI/F : SIMカードコネクタ
- 拡張バス
- カレンダークロック

ェクトとして、まず標準で用意しようと思
っているのはGNUです。GNUはフリーです
から相性がいい。

ある程度ハードウェアのオープンプラッ
トフォームも決めて、ソフトウェアのOSも
T-Kernelというもので決めれば、その上
のミドルウェアは、もっと流通することにな
るはずです。

T-Engineプロジェクトには、「100」とい
う目標があります。100倍の効率、100倍の
ミドルウェアの流通、今のものに比べて全
部100倍にしたい。100分の1の価格というの
はなかなか難しいですけれど、例えば工期
を短縮する、かける人数を少なくする、要
するに開発効率を上げたいという意味です。
もう1つは100年ソフト。これはどういうこ
とかということ、作ったソフトウェアのライ
フサイクルが少し短すぎる。だから、目標
とするのは、一度ソフトを作ったら100年間
使いたいと言っているのです。実際には建
物でも100年となるとかなり苦しいですが、
ひとつの目標ですよ。ソフトウェアを単
なる消耗財にするだけではなくて、一度作
ったらもっと長く使おうと。そのために努
力をする、ここが重要です。絶対にできる
なんてことは私も科学者として言えない。

絶対という言葉は使えないけれども、100年
間ぐらい使えるように、OSを作るほうも、
プラットフォームを作るほうも、努力をし
ようと言っているんです。

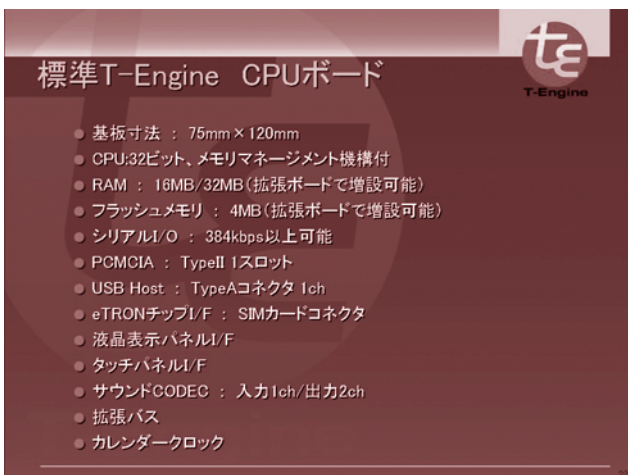
この100というのはかなり重要なテーマで
す。今より100倍の効率を、このT-Engine
により達成したい。それから、作ったもの
は100年間使えることを目標としたいとい
うことで、このプロジェクトをやっていくつ
もりです。

『蜘蛛の糸』を登る

T-Engineプロジェクトは、先ほども言
いましたように、ハードウェア、ソフトウェ
ア、システムの開発に、いくつもの企業に
参加していただいています。もちろん、
最初に参加していただいた会社だけでやる
という意味ではないです。しかし、参加し
ていただいた企業は、これは大変です。1年
ぐらい前、私がこういうT-Engineプロジェ
クトをやろうということと言ったときに、
その熱意を理解していただいて、よし100倍
の効率、100年使えるソフトをやろうと言
っていただきました。これははっきりと言え
るんですけど、これはタダではできない。

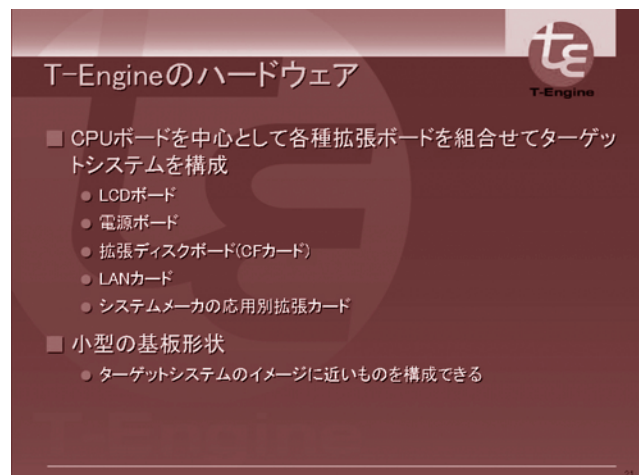
この苦しい中でお金を使っていたいただいたの
ですから感謝しています。

こういう方たちのおかげで、このプロジ
ェクトを立ち上げることができました。け
れども、オープンアーキテクチャとかオー
プンシステムというのは、これは『蜘蛛の
糸』みたいなものです。糸をずっと登って
いるわけですよ。日立も三菱も、ひどい目
に遭いながら作って行って、やっとできた
というときには、ほかからずるずるい
っしょに上がってきますよ。だけど、その
ときに、せっかく最初にやったんだから、
ほかの人は登っちゃだめだと言っ
てはいけません。お願いしますよ、そういう
ことを言っ
てはいけません(笑)。オープンア
ーキテクチャというのは、登ってき
てはだ
めと言
った途
端に切
れてし
まう糸
なんです。
ほかの
会社
が作り
たいと
言っ
たら、
どうぞ
と
言わ
ない
とい
け
ない
ん
です。
オー
プ
ン
ア
ー
キ
テ
ク
チャ
とい
う
の
は
そ
う
い
う
も
の
な
ん
だ
す。
だ
け
ど、
最
初
に
や
る
方
た
ち
に
言
い
たい
の
は、
『
蜘
蛛
の
糸
』
の
た
と
え
で
言
え
ば、
や
はり
最
初
に
天
国
に
上
が
れる
の
は、
最
初
に
登
り
始
めた
人
だ
す。
こ
れ
は
大
事
な
ポ
イ
ン
ト
だ
す
よ
ね。
だ
っ
て、
そ
う
じ
ゃ
な
か
つ
た
ら、
最
初
に
や
つ
た
い
う
こ
と
の
メ
リ
ッ
ト
は



標準T-Engine CPUボード

- 基板寸法 : 75mm × 120mm
- CPU:32ビット、メモリマネージメント機構付
- RAM : 18MB/32MB(拡張ボードで増設可能)
- フラッシュメモリ : 4MB(拡張ボードで増設可能)
- シリアルI/O : 384kbps以上可能
- PCMCIA : TypeII 1スロット
- USB Host : TypeAコネクタ 1ch
- eTRONチップI/F : SIMカードコネクタ
- 液晶表示パネルI/F
- タッチパネルI/F
- サウンドCODEC : 入力1ch/出力2ch
- 拡張バス
- カレンダークロック



T-Engineのハードウェア

- CPUボードを中心として各種拡張ボードを組合せてターゲットシステムを構成
 - LCDボード
 - 電源ボード
 - 拡張ディスクボード(CFカード)
 - LANカード
 - システムメーカーの応用別拡張カード
- 小型の基板形状
 - ターゲットシステムのイメージに近いものを構成できる

何もないじゃないかということになってしましますから。

そしていよいよ、2002年の第2四半期より、実際の製品をマーケットに投入するということを目標にしています。

製品が出てきて、大量生産になると、恐ろしく安くなると思います。半導体メーカーは確かに今弱っている。IT産業の景気を回復するのは簡単です。大変なだからもっと高くしなさい。でも実際にはできない。そうすると、付加価値を上げるしかないんですよ。やはり石だけ売っているよりも、こういうボードをつくったほうがいいよと、私は半導体メーカーに言っています。ボードも作りなさいと。しかもボードを作るなら、パソコンの5層か6層のああいいう安い基板はやめてねと言ったんです。

T-Engineのサイズは私が決めました。このサイズにしようと思うと、だいたい10層以上のプリント基板を使わないとできません。それで12層のものができた。こういう技術を持っているんだから、何でそれをわざわざ、ほかでもできるような技術にわざと落としてしまうのかというのがわからない。今この不況から脱出するんだったら、絶対に日本の技術を最高に出すぞというよ

うなものをやらなければだめなんです。そしたら、5~6層の趣味で作れるようなプリント基板はだめ。もう絶対できないぞというようなやつでいかなければいけない。12層はかなり苦しかったのですが、だから、T-Engineはけっこう高密度実装です、この開発環境自身が。そういうこともあるので、このまま使ってしまったでもいいかという気持ちが出るんですよ。

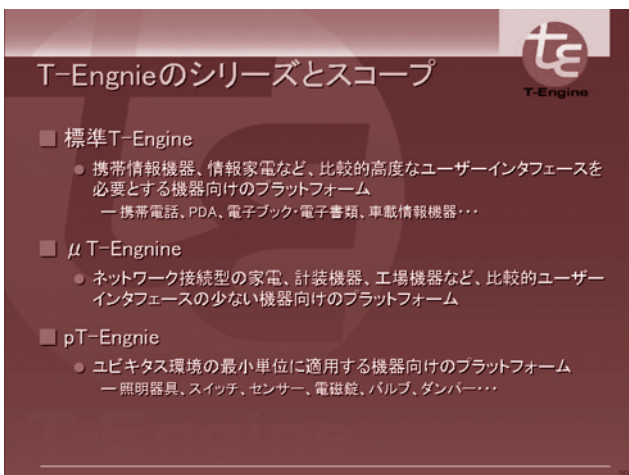
eTRONとT-Engine

以前、ユビキタス・コンピューティングの実現を見せるために、TRON電腦住宅というものを作ったのですが、そのとき思ったのは、これはセキュリティを強化しなかったらどうしようもないなということです。生活、家を構成している部品が全部コンピュータでネットワークにつながっていて、そのときは外部とは接続しなかったのですが、もし外部のネットワークにつないで、どこのOSを使ってやったら大変ですよ。クラッカーか何かに攻撃されたら、シャワーから熱湯は出る、台所から火は噴く、冷蔵庫は凍ってしまう…。

やはりセキュリティというのは非常に重

要で、このプロジェクトの背景に、ユビキタス・コンピューティング環境であらゆるものがネットワークにつながるのなら、セキュリティを最大の研究ベースにしたいと考えています。ここのところ5年間ぐらいセキュリティの研究をずっとやってきて、その結果出てきたのが、eTRONです。別名「TRON Embedded System Solution for Secure Networking」。システムソリューションというからには、OSだけでなく、ハードにもある程度手を出さなければだめで、セキュアなネットワークのための組み込みシステムソリューションなのです。ですからそのために、耐タンパ性のeTRONセキュアチップをT-Engineに搭載しています。

セキュリティインフラのための新しいTRONであるeTRONですが、オープンネットワークに対応できるセキュアな電子的な実体を、多様な目的のために利用できる、「どこでもコンピュータ」社会のための基本パーツからインフラまでのトータルアーキテクチャを指します。このセキュアな電子実体を、ネットワークを通して電子的に移動できて、コピーできないような、物理的な実体が持っている特性も持っている電子実体というものを定義しました。今日は



T-Engineのシリーズとスコープ

- 標準T-Engine**
 - 携帯情報機器、情報家電など、比較的高度なユーザーインタフェースを必要とする機器向けのプラットフォーム
 - 一 携帯電話、PDA、電子ブック・電子書類、車載情報機器…
- μ T-Engine**
 - ネットワーク接続型の家電、計装機器、工場機器など、比較的用户インタフェースの少ない機器向けのプラットフォーム
- pT-Engine**
 - ユビキタス環境の最小単位に適用する機器向けのプラットフォーム
 - 一 照明器具、スイッチ、センサー、電磁錠、バルブ、ダンパー…



専用デバイス間でのみの転々流通

- 専用デバイス間で認証通信VPNを張る機能を持つ**
 - eTRON-IDをアドレスとして相互を特定
 - 認証通信により傍受も介入も排除して、安全な転々流通を可能に
- 電子実体の転送は専用デバイス間のVPN経由のみ**
 - 電子実体は専用デバイス間外に取り出すことができない
 - 転送はつねにMoveのみでCopy手段が存在しない

図説: 2台の専用デバイスが無線で接続され、中央のネットワークを介してデータが安全にやり取りされている様子。各デバイスには「eTRON-ID」が記載されている。

eTRONについてお話しする日ではないので、あまり詳しくは言いませんが、電子チケット、証明書、契約書、株券、電子マネー、電子署名、モバイルVPNなど、非常に多様な目的のために使えます。この成果を、T-Engineは最大に利用して、eTRONチップを中に入れているわけです。

その意味では、T-Engineは単なるボードではない。ネットワークで、セキュアな通信をしようとする、認証サーバとか、認証局も必要です。ですから、トータルソリューションであって、OSとハードと分離することもできないように、このボード自身がネットワークにつながった場合には、このネットワーク環境全部を引きずらないと動かない。ボードを作ったらそれでいいというわけにはいかない。これはけっこう大変な枠組みです。

ボードとソフトウェア

ここで、ボードについて、少し触れておきますと、今決めているシリーズが3種類あります。1つは標準T-Engineとあって、日立製作所がまず最初に作ってくれたものです。2つめが μ T-Engine。三菱電機が作っ

たものです。もう1つ、pT-Engine（ピコT-Engine）というものも企画しています。来年には必ずできるとは思いますけれども、もっと小さいものがあります。

それぞれ機能は違います。例えば、標準T-EngineはいやしくもGUIですよ。この上で超漢字が動いているぐらいですから、当然この石はMMUを持っています。組込み制御システムに使っても、GUIは重要ですよ。しかも、ダイナミックメモリ管理をやっています。それが μ T-Engineになるとメモリ管理はない。さらにpT-Engineになるとメモリ管理などあるわけがない。というように、全部目的に応じて少しずつ違うものです。

それから、ボードについて決めているのは、CPUはフリーですが、コネクタのあたりがかなり決まっています。あと、PCMCIAのカードも標準で持っています。やはり開発効率を上げたいので、T-Engineと μ T-Engineのために、何から何までゼロから作るとなると、立ち上げが悪くなると思ったのです。今PCMCIAカードはいろいろ出ているから、それだけサポートしてしまえば、ハードディスクもあれば、無線LANはあるし、Bluetoothもサポートでき

る。使えるものはみんな使うぞという感じで、いくら新しいボードを作るからといって、全部作らないとだめなんていう非現実的なことはやっていません。

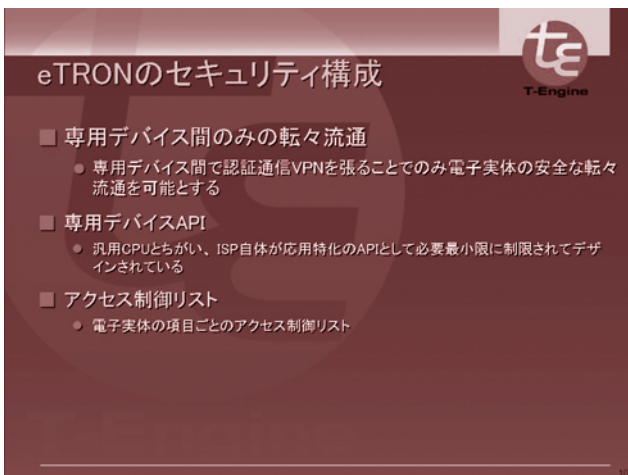
CPUボードもどうならないといけないかという規約も当然決まっています。あとはT-KernelというOSを載せる。T-Kernelさえ載せれば、ミドルウェアは急速に流通すると期待しています。

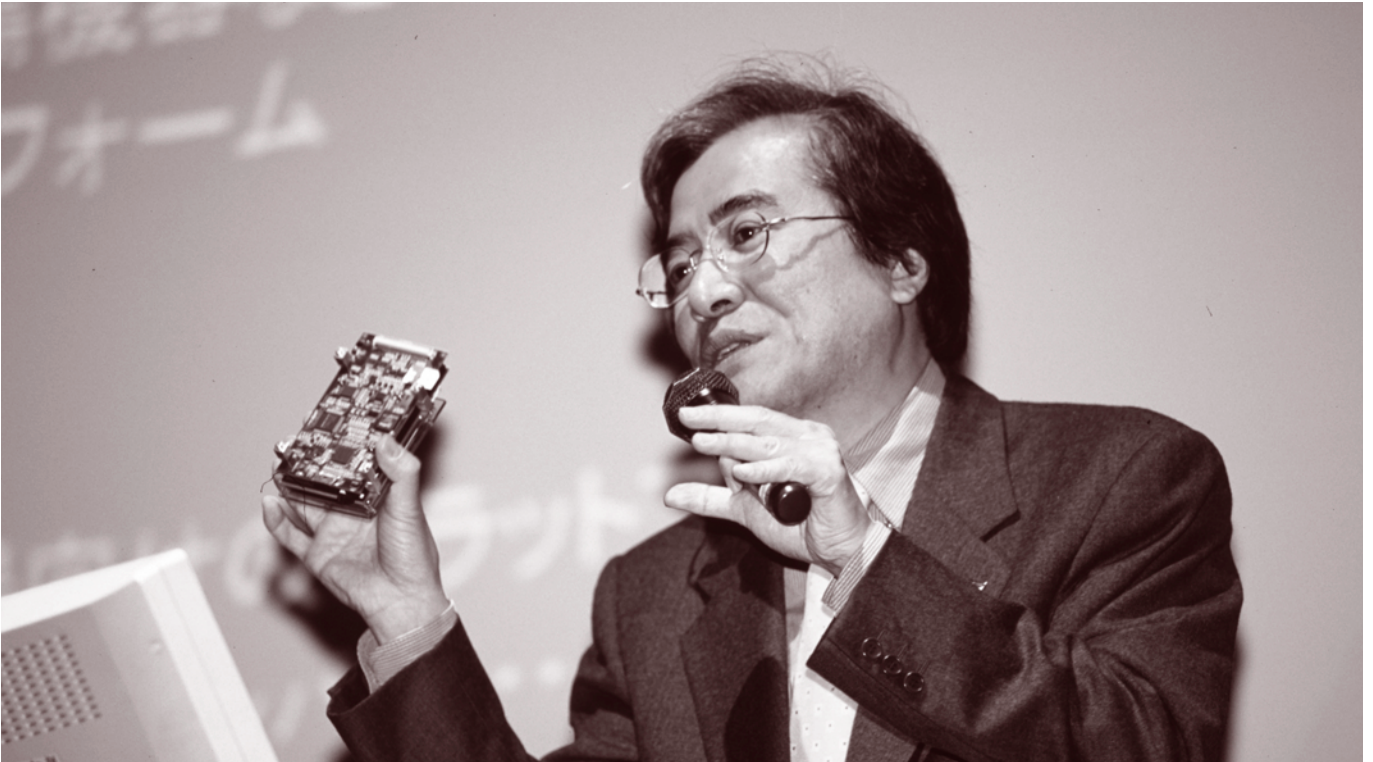
大きさは基板の寸法からネジ穴まで決めています。ですから、箱を作ればびたっと収まるはずですよ。

あと、T-Engineのソフトウェアとしては、T-Monitor、T-Kernel、それからデバイスドライバですね。本音を言うと、デバイスドライバを作りやすくしてほしいので、OSのソースよりも、デバイスドライバの参考ソースを公開することのほうが先だと思っています。OSにはなるべくなら手を入れたい。それよりも、デバイスドライバを作って、いろいろなものをコントロールすることが重要だと思っています。確かにリアルタイムOSの開発の難しさはありますが、そういうものは、けっこう上のほうのレベルの話であって、まず自分がコントロールしたいもののデバイスドライバをどう作るのかというノウハウが欲しいわけです。

だから、どんなボードでも、たいていサンプルソースはありませんかと、つい言いたくなりますよね。やはりソースにはノウハウが詰まっているので、私はこのデバイスドライバを作りやすくするということが、このT-Engineにとって非常に魅力になるようにしたいと思っているので、ぜひ期待してください。これなら簡単じゃないか、やっぱりTRONにしておいてよかった。最後はそれですよ（笑）。

ミドルウェアについては、少なくとも最初から100個ぐらいそろえたいと私は言っています。プロジェクトリーダーとして、希望と目標をたてるのが私の仕事ですから（笑）。





開発環境は、クロス開発環境がベースになります。当然ですけれど、T-Engineは実行システムであって、これ自身が開発環境。ここがパソコンとやはり一線を画すところですよ。ハードウェアからクロス開発システムについて、T-Debuggerを使って開発するという形です。

ミドルウェアの流通

ミドルウェアの流通をどうするかという話ですが、来年実際の製品がマーケットに投入されると同時に、T-Engineフォーラムというようなものが立ち上がります。これはミドルウェアを流通させるための組織です。先ほどミドルウェアはたくさん用意したいと言いましたが、全部タダで出てくるというわけではありません。少なくとも、私たちの研究室で作るものはタダにしますが、お金を取りたい人を止める必要はない。そうでないとミドル

ウェアを作っている会社がみんな倒産してしまう。ミドルウェアでビジネスをしたい会社はここでビジネスをしてもらうんです。そういう方針ですから、お金を取りたいと言っている人がちゃんとお金を取るように、流通を助けることを、私たちのプロジェクトでやろうとしています。

その流通の際には、eTRONを使う。今流通をどうするかと思ったら、もうネットワーク流通以外に考えられない。ですから、ミドルウェア流通センターというのを組織して、ネットワークを使ってミドルウェアを流通させます。ミドルウェアは全部ネットから取れるようにします。これはかなり便利だと思いますよ。ミドルウェアは全部登録してもらって、登録したミドルウェアがそこから取れて、全部eTRONを使って電子決済します。そうじゃないと、危なくてしょうがない。

この流通システムそのものが、eTRONの

応用製品になるわけです。料理をするときに大根の葉っぱまで使う、そういう感じですよ。とにかく使えるものは全部使うぞという感じで、まず自分たちが使おうと思っています。

多くのビジネスチャンス

T-Engineプロジェクトとしては、半導体メーカー、ハードウェアメーカー、ソフトウェアメーカー、システムメーカー、開発環境メーカー、すべての方たちに広範なビジネスチャンスを提供したいと考えています。それで、日本の今の産業、もっと言えば世界の産業、経済の活性化に寄与することを私は祈っています。ぜひこのT-Engineに期待していただきたい。またいっしょにやろうという方の参画を期待しておりますので、よろしくお願ひしたいと思っています。どうもありがとうございました。⑦

T-Engine CPUボードの概略仕様

基板サイズ：75mm×120mm
 CPU：32ビット、メモリマネージメント機構付
 RAM：16MB/32MB(拡張ボードで増設可能)
 フラッシュメモリ：4MB(拡張ボードで増設可能)
 シリアルI/O：384Kbps以上可能
 PCMCIA：TypeI 1スロット
 USB Host：TypeA コネクタ 1ch
 eTRONチップI/F(SIMカードコネクタ)
 液晶表示パネルI/F
 タッチパネルI/F
 サウンドCODEC：入力1ch/出力2ch
 拡張バスI/F
 カレンダークロック

μT-Engine CPUボードの概略仕様

基板サイズ：60mm×85mm
 CPU：32ビット
 RAM：2MB/4MB(拡張ボードで増設可能)
 フラッシュメモリ：4MB(拡張ボードで増設可能)
 シリアルI/O：384Kbps以上可能
 CFカードスロット：TypeI 1スロット
 MMCカードスロット：1スロット
 eTRONチップI/F(SIMカードコネクタ)
 拡張バスI/F
 カレンダークロック

コラム

T-Engine Q&A —プロジェクトリーダーに聞く—

Q T-Engineのプロジェクトにはどんなところが参加していますか。

A 発表時点で、株式会社アプリクス、イーソル株式会社、株式会社NTTデータ、パーソナルメディア株式会社、株式会社日立製作所、三菱電機株式会社、ヤマハ株式会社の各社が参加を表明しています。TRONSHOWを見に来てくださった方や発表の報道を聞いて、非常に多くの企業の方に興味を持っていただいたようで、今後どんどん増えていくでしょう。

Q ハードウェアの仕様で、なぜLANが付いていないのでしょうか。

A ネットワークへの接続手段はいろいろな種類があります。標準T-Engineでは携帯情報機器を主なターゲットにしていますから、無線LANやBluetooth、PHSや携帯電話の回線——これもPDC、CDMA、W-CDMA……などが多いと思いますが、いろいろな種類があるわけです。またこの分野は現在進展が激しい分野ですので、固定してしまうとすぐ陳腐化してしまう可能性があります。このため、PCMCIAのスロットを用意して、そこに目的のものをさして使ってもらおうという考え方です。むしろ、メタルケースの10baseT/100baseTなどのカードも使えるわけです。μT-Engineの場合はCFカードがその役割を果たします。なお、拡張バスに接続するLANボードは用意されます。

Q PCMCIAカードのそれぞれに対応するのはやはり大変なのではないでしょうか。

A I/Oカードや複合カードの場合、Windows向けにドライバ付きで提供されて、内容が公開されていない場合が多かったため、機器組み込みで利用する場合仕様が不明で使えない場合がありました。オープンプラットフォームのT-Engineプロジェクトでは、仕様とドライバを公開していただけるカードを積極的に紹介していきますし、T-Engine向けのカードを作っていたらメーカーの参画も期待しています。

Q これだけ小さいと、そのまま機器組み込みとして利用できそうですが。

A そのとおり。本来の目的は開発プラットフォームですが、そのまま利用していただくことももちろんできます。例えばT-EngineのCPUボードの拡張バス経由で接続する応用向けのI/Oボードを作成して、すぐさま利用できてしまいます。汎用的なI/Oボードを提供してくれるメーカーも出てくるでしょう。また、USB経由でI/O制御するなら、CPUボードのみでも使えるでしょう。ミドルウェアや開発環境もしっかりしていますから開発も短期間で行えます。少量多品種が必要な分野にはぴったりです。このような利用が増えると、全体として量が流れるようになり、コストダウンが図れるというメリットが生まれます。

Q 仕様書はどこで手に入りますか。

A 正式な仕様は6月に公開予定です。情報は適宜TRONプロジェクトの公式ウェブページ (www.tron.org) に情報を掲載しますので、そちらをチェックしてください。

Q T-Engineのシステムを個人でも入手できますか。

A 個人も含めて販売をしてくれるチャンネルも用意されます。また、T-Engineのボードや開発環境は、教育用にも最適なのでT-Engineを利用してスーパーリアルタイムプログラマを養成する教育プログラムも作られます。今、組み込み機器分野のプログラマは、たいへん不足しています。PCからユビキタス・コンピューティングになっていけば、今後ますます腕の良いリアルタイムプログラマが必要になります。このような現状でT-Engineの教育コースがその問題の解決に役立てばこんなうれしいことはありません。