

ポストPC時代のキーワード 「エンベデッド」のすべて ——転換点はカー・ナビゲーション・システム

今村義幸

「IT 革命」という言葉が定着して1年もたったであらうか。エンジニアでなくても、IT がインターネットやパソコンではないことは理解しているように思われる。一方、「組み込み」あるいは「エンベデッド」という言葉は、IT 革命に比べるとあまりにもマイナな業界用語であり、市民権を得ていないようでもある。ところがIT 革命の主役は、明らかに「組み込みシステム」なのである。

一般消費者にとっては、i モード携帯電話が32ビットRISC CPU を採用し、組み込み専用のリアルタイムOSを搭載した組み込みシステムであることは無関係である。しかし、これからエンジニアとしての人生を切り開くフレッシュズの皆さんには、おおいに関係する言葉である。

ここでは、おもに組み込みシステムを構成するソフトウェアのテクノロジーに焦点をあて、組み込みシステムの要素技術をみていく。まず、制御系を中心に利用されていたリアルタイムOSが、民生品に採用される転機となったカー・ナビゲーション・システムを例に、組み込みシステム設計のポイントを解説する。VxWorks と ITRON を例にリアルタイムOS の話題に触れ、新しい組み込みOS の動向を探る。そのほか、組み込みCPU、開発環境とデバッグ技術、情報家電における新しい開発スタイルなどについても紹介していく。(筆者)



1. 組み込みシステムとは何か

組み込みシステムの定義は、あいまいであるが「パソコン(PC)、ワークステーション(WS)、大型コンピュータ、およびこれらをベースにしたシステム以外で、高性能のマイクロプロセッサや小型のマイクロコントローラが

介在したシステムすべて」と言えるだろう。つまり、コンピュータの外観をしていない、CPU を搭載している製品、装置、機器はすべて組み込みシステムなのである。

●アナログからデジタルへの移行

トランジスタ革命が進み、一般家庭への家電・エレクトロニクス製品の普及にはずみがついた。今日のデジタル革命に至っては、個人がより付加価値の高い情報やサービスを楽しむようになった。たとえば、アナログのトランジスタ・ラジオは、チューナをマイコン化して受信精度を上げていたが、いまでは文字放送を多重化して電波に乗せ、デジタル技術によって情報提供の手段を広げるに至った。

アナログ地上波のテレビも同様である。チューナやリモコンはマイコン化が進んで便利になったが、ついには放送する信号形態にもデジタル化の大きな波が訪れた。BS デジタル放送が開始され、2010 年にはアナログ地上波が打ち切られることになったのである。テレビ番組の配信がデジタル化されることで、テレビが民生品からデジタル家電(最近はIT 家電とも呼ばれる)へと、その性格をはっきりと変えてきた。

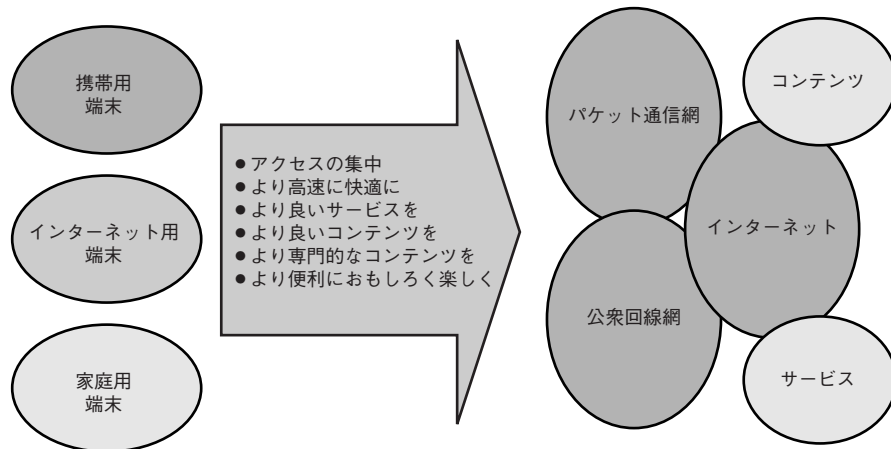
●携帯電話はインフラ・サービスの手軽な端末へ変化

アナログ携帯電話の寿命は短く、デジタル化が一気に進んだかのように感じる。

最近の携帯電話は、電子メールをはじめ、i モードに代表される Web 配信サービスやMP3 フォーマットによる音楽配信、Java アプレット(i アプリ)に対応している。本来の「通話する」という性質からインフラ・サービスの手軽な端末としての性質へシフトした。次世代携帯電話

〔図1〕
組み込みシステムを牽引するデジタル家電

デジタル家電(クライアント側)は、個人や家庭、職場での生活を便利に楽しいものにする。この要求に対してインフラ側は、より良い環境(スピード、帯域幅)とサービス(情報、コンテンツなど)を提供しなければならない。



サービス W-CDMA では、動画像までもがコンテンツの対象になっている。一方、日本が独壇場となった家庭用ゲーム機の大手メーカは、「次世代ゲーム機の最大の競合相手は携帯電話である」とし、もはや「自分の領域はここまで」といった価値観では生き残れない、ダイナミックな変革が起きているのである。

●組み込みシステムを牽引するデジタル家電

米国では、1990年代後半からデスクトップ・パソコンとそのソフトウェア市場の頭打ちが起き始め、組み込み技術とその市場への投資、人材の流入が一気に加速された。1980～1990年代前半は、航空宇宙/軍需/テレコム/FAといった分野が組み込み技術をリードしてきたが、1990年代後半から現在までは、携帯電話、家庭用ゲーム機、セットトップ・ボックス(デジタル放送受信チューナ)といった、まさに情報家電が主役となってきた。

デジタル家電は、利用者の拡大やコンテンツの充実とともに、インフラ側に帯域幅などの容量アップをつねに要求し、ルータ、伝送装置、サーバといったインフラ側の技術革新を促し、市場全体を活性化させるまでの影響力をもつに至っている(図1)。



2. 制御系ではじまった組み込み化の流れ

筆者の組み込みシステムとの関係は、1989年頃からリアルタイムOSの事業に関わることから始まった。

●おもに制御系で利用されていたリアルタイムOS

当時、デジタル家電などという分野は存在せず、リアルタイムOSのアプリケーションというと、飛行機の自

動操縦装置、道路交通信号の制御装置、公衆回線網の伝送装置、ページャ(ポケベル)の基地局、工作機械の制御装置、医療機器、ハイエンドOA機器(ネットワーク・プリンタなど)といった大がかりなものばかりであった。

32ビットのマイクロプロセッサの用途といえば、パソコンやワークステーション向けか、それ以外の制御系組み込みシステムに限られていたといっても過言ではない。

●制御系ではリアルタイム性が要求される

この制御系組み込みシステムにおいて「組み込み」がもつ意味は、空調が完備されたコンピュータ・ルームで稼働するコンピュータでは対処できない、動作環境が苛酷なものを意味する場合がほとんどであった。温度、ほこり、振動などの面において、制御系組み込みシステムはロバスト(堅牢)にできていなければならなかった。

このため、ハード・ディスクや冷却ファンといったメカニカルな部品はことごとく排除され、ソフトウェアをROM化することが前提となった。「ROM化=組み込み」という図式は現在でも通用すると思うが、制御系組み込みシステムに求められる、それ以上に重要な要求仕様に「リアルタイム性(実時間での動作)」というものがあつた。

●ハード・リアルタイムとソフト・リアルタイム

当時、「人間がコンピュータの応答時間に我慢できるのは3秒以内」という定説が存在していたが、制御系リアルタイム・システムにおいては「数msあるいは数百μs以内に、決められた処理を完了しなければならない」という厳しいミッションが課せられている。なるべく早く終わらせるのではなく、必ず決められた時間以内に処理を終わらせなければならないのである。