

磁界結合を利用した “ワイヤレスICE”を開発

菅原 俊彦, 石黒 仁揮

組み込みシステムを開発する際、インサーキット・エミュレータ(ICE)を用いたデバッグがよく行われる。ICEを使うには、マイコンにICE用のピンを割り当てたり、ICE用のコネクタを準備したりする必要があり、ハードウェア設計の制約となっている。ICEを使うことによるこのようなハードウェア制約から解放してくれる、ワイヤレス接続のデバッグ・システムをルネサス テクノロジーと慶應義塾大学が共同で開発した。

(編集部)

この記事のテーマは、組み込みシステム開発に使われる「開発ツールの技術と開発動向の紹介」です。

2006年11月の「Embedded Technology 2006(以下、ET2006)」(パシフィコ横浜にて開催)において、ルネサス テクノロジーと慶應義塾大学理工学部 電子工学科の共同研究にて試作・実演した「磁界結合無線デバッグ・システム」について解説します(写真1)。

組み込みシステムでは、ハードウェアとソフトウェアの開発が必要になります。組み込みシステムのソフトウェアの大半は、機器の内部に組み込まれた状態になります(一般的なソフトウェアと区別するために、ファームウェアと呼ぶ場合もある)。ソフトウェアが組み込まれるというのは、プログラムがシステム中の半導体デバイス(1回書き込み型ROMやマスクROM、フラッシュROMなど)に格納されることを意味します。

「組み込みシステム」とは何? 「開発ツール」とは何? と思われる読者の方もいらっしゃると思います。まず、組み込みシステムにおける開発のイメージから紹介しましょう。

1. 組み込みシステムの一般的な開発手法

100万行以上へと増殖する組み込みソフトの規模。組み込みシステムは、身近な例では時計や電卓、携帯電話、エアコン、炊飯器、テレビ、リモコンなど、家電製品から自動車、産業用途まで、幅広く使われています。

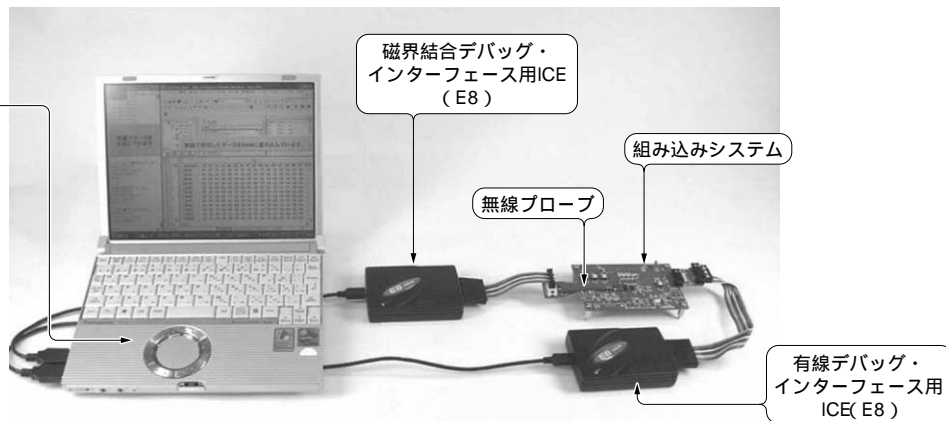
組み込みシステムに使用されるマイコンの数を大ざっぱに数えるなら、携帯電話は5~10個前後、エアコン1セット(室内機、室外機、リモコン)は3個以上、テレビなどのリモコンは1個、最近の高級車は1台に100個を超えると聞いています。

近年は、これらの製品に組み込まれるソフトウェアの規模が増大し、最終製品の品質や保守、開発コストへの影響が無視できなくなっています。なかでも比較的大規模なソフトウェア開発を行うのが携帯電話です。携帯電話に内蔵されているソフトウェアの規模は、100万ステップを超えています。電話以外の機能として、アドレス帳やメーラ、

磁界結合デバッグ・インターフェース用ICE(E8)から無線プローブを介してマイコンにデータ送信
↓
受信したデータをマイコンのRAMに書き込み、デバッガを使用して表示

写真1 ET2006におけるデモンストレーションのシステム構成

1台のパソコンを使って、2台のオンチップ・デバッグ・エミュレータを制御している。1台は、データ送信(磁界結合無線デバッグ・インターフェース)用、もう1台は、データ受信(有線シリアル・インターフェース)用として構成。



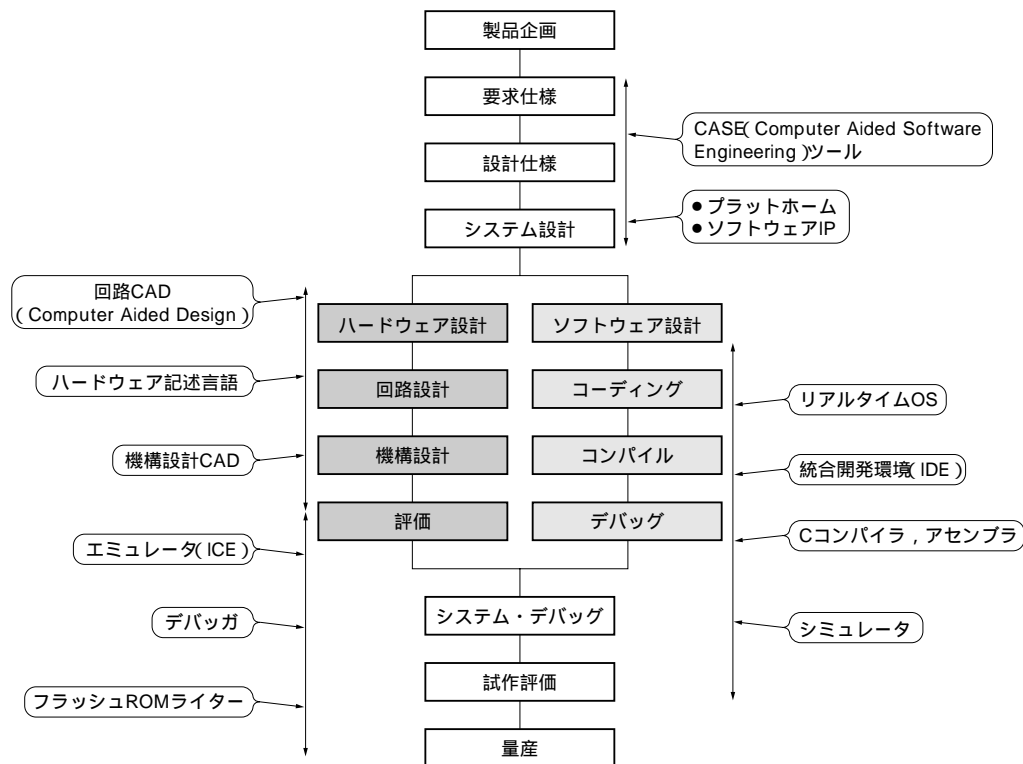


図1
組み込みシステムの開発フロー
と使用されるツール

組み込みシステムの開発は、製品の企画から設計、評価、出荷といった手順を踏むのが一般的である。通常、仕様変更や問題発生があれば、その工程内か前の工程へ戻って修正する。

Webサイトの閲覧、カメラ(静止画、動画)、GPS(Global Positioning System)、赤外線送受信、辞書などがあります。これらを合わせると、少し乱暴ですが、1ステップを2バイトに換算して200万バイト(2Mバイト)のプログラムやデータが、携帯電話に格納されているのです。これは10年前のパソコンが処理する規模に相当します。

開発の各工程でさまざまなツールを使用する

図1に、システム開発の一般的な工程と各工程で利用される開発ツールの例を示します。製品の企画から設計、評価、出荷といった手順を踏むのが一般的です。各工程に最適な開発ツール群が専門ツール・ベンダや半導体メーカーなどから提供されています。

表1 エミュレータの特徴と課題

種類	システムとの接続	主な特長	用途, 課題
オンチップ・デバッグ・エミュレータ	シリアル通信用コネクタ (1)専用シリアル (2)マイコン内蔵UART (3)JTAG利用	<ul style="list-style-type: none"> マイコンとの接続は、通信ライン数本(1~7本)のみを使用 デバッグ機能は、ラン、ブレーク、ダンプなどの基本機能を装備 使用するマイコンは、最終製品に使うものと同じため、物理的な等価性が高い 製品価格が安い(数千円~数万円) 	<p>用途</p> <ul style="list-style-type: none"> 基本的なデバッグや評価に使用し、プログラマ1人に1台を配置する <p>課題</p> <ul style="list-style-type: none"> システムとの接続にコネクタが必要 デバッグ機能は、チップに内蔵する機能やコストとのトレードオフになるため、基本機能に制約されることが多い
フルバス・エミュレータ	マイコン全端子を接続するアクセサリ (1)SOP (2)QFP (3)BGA, CSP	<ul style="list-style-type: none"> マイコンとの接続には全ピン(10~300ピン)を使用 デバッグ機能として、基本機能に加えて、条件指定のブレークやリアルタイム・トレース機能、カバレッジ、性能測定など、評価機能も装備 専用の評価用チップを使用する場合は、最終製品のLSIと物理的な等価性が異なる 製品価格が高い(数万円~数十万円) 	<p>用途</p> <ul style="list-style-type: none"> トラブル対応や性能分析に使用し、開発チームに数台を配置する <p>課題</p> <ul style="list-style-type: none"> システムとの接続は、マイコン全ピンが接続アクセサリ経由となるため、信号伝送特性劣化や接触不良が起きたり、高額(数万円)になったりする場合がある デバッグ機能は豊富だが、実デバイスとの特性差異が発生したり、高額(数十万円)になる場合がある