



組み込み技術者のためのオープン・ソースによる DSP アルゴリズム開発手法

第1回 組み込み開発は「環境」が命

これから何回かにわたり、デジタル信号処理プロセッサ (DSP) の上で動作するソフトウェアのアルゴリズムを開発する方法について解説する。今回は、DSP アルゴリズムを開発するために必要な開発環境を紹介する。開発に必要な評価ボードやコンパイラの使い方、プログラムの実行方法などについて述べる。なお、ここで紹介するデータは、本誌の Web サイトからダウンロードできる。(編集部)

冨木 元

ビデオ信号やオーディオ信号の圧縮といったアルゴリズムを組み込みシステムに実装する際には、DSP (Digital Signal Processor) 上で動くソフトウェア・プログラムとして実現することがよくあります。DSP を用いた開発において、こういったプログラムの開発を「アルゴリズム開発」と呼びます。

このような DSP のアルゴリズム開発は、ビデオ信号やオーディオ信号の品質を確保するために多くのテストを実施する必要があったり、高い処理性能を小さなプログラムで実現するために最適化が必要だったりします。ここでは、そのための工夫やノウハウについて述べていきたいと思えます。

DSP に限らず、組み込みシステムの開発は、開発そのものに先立つ開発環境の立ち上げとその理解に時間がかかります。C 言語プログラムの出発点として有名な「Hello World」と出力するプログラムを動かすだけでも、いろいろとおぜん立てが必要です。例えばハードウェア (評価ボード) とつないで動かす必要がある場合、初心者だけで作業すると、1 か月間くらい悩むことになってても不思議ではありません。このことは、組み込みシステム開発に携わったことのある方なら、誰でも経験済みのことと思えます。し

かし、組み込みシステム開発の経験のない人は見落としがちなので注意が必要です。

連載の第1回目である今回は、本題の DSP アルゴリズムの開発方法を解説する前に、まず DSP アルゴリズムを開発するために必要な開発環境について解説します。例えば、「開発に必要な評価ボードはどうやったら電源が入って使えるようになるのか」、「プログラム作成に必要なコンパイラはどうやって使ったらよいのか」、「プログラムの実行はどうやったら行えるのか」などを説明します。

開発に用いる評価ボードと統合開発環境

まず、本連載で開発に用いる評価ボードと統合開発環境を紹介します。写真1の評価ボード「TMS320C6424 Evaluation Module」(以下 EVM6424) は、Texas Instruments 社の TMS320C6424 (以下、C6424) という DSP を使用しています。C 64x+ という DSP シリーズの最新版です。

コードの開発や動作確認には CCS (Code Composer Studio) と呼ばれる統合開発環境を用います。この開発環境は、アセンブリ言語や C 言語、C++ による開発に対応しています。

統合開発環境 (CCS) をインストールする

EVM6424 には Quick Start Installation Guide という説明書が1枚付いています。この手順に従って、付属の CD-ROM から CCS のインストールを行います。CD-ROM をパソコンのドライブに入れると、メニューが出てくるので、一番上の「INSTALL PROGRAM」を選びます。次に、メニューの「C6000 CODECOMPOSER STUDIO v3.3」をクリックしてインストールします。

ボードに 5V 電源と USB ケーブルをつなぎます。パソコンに CD-ROM を入れたまま、5V 電源をつないでください。次に、USB ケーブルを使ってパソコンとボードをつなぎます。するとパソコンがハードウェア・ウィザードを起

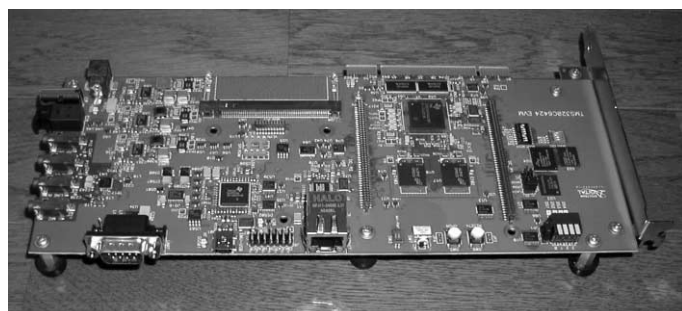
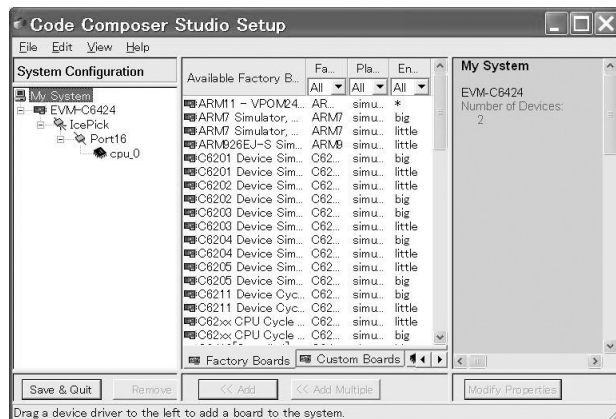
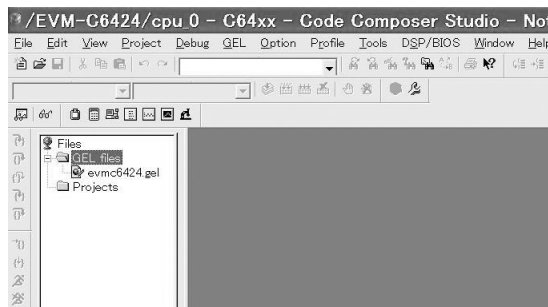


写真1 評価ボード「TMS320C6424 Evaluation Module」(EVM6424)の外観



(a) CCS Setup の設定画面



(b) 立ち上げた画面

図1 CCS Setup の設定と CCS の立ち上げ

まず CCS Setup を用いて EVM6424 用の設定に変える . 次に CCS を立ち上げる . ボードを制御するには “ Connect ” まで必要なので注意 .

動するので , 画面の指示に従ってドライバをインストールします .

CCS を立ち上げる

インストールとボードの接続が済んだら , CCS の設定ツールを立ち上げます . CCS はさまざまな開発環境に合わせたオプションを用意しているので , C6424 用の環境を選んでください .

デスクトップの Setup CCStudio v3.3 アイコンをダブルクリックして , 設定ツールを立ち上げます . My System の下に “ EVM-C6424 ” が選択されていれば OK です (図 1 (a) , 図 1 (b)) . それ以外のものが選択されている場合は , 右クリックして “ Remove ” を選択し , 取り除きます . そして真ん中のペインから EVM-C6424 を左の My System のペインにドラッグします .

セットアップが済んだら , デスクトップの CCStudio v3.3 アイコンをダブルクリックします . CCS が立ち上がることを確認してください . 立ち上がったら , メニューから “ Debug ” “ Connect ” を選択してボードと CCS を Connect します . これでボードは CCS の制御下に入ります .

ファイルの構成を確認する

いよいよ “ Hello World ” の出力ですが , その前に DSP プログラムの作成に必要なファイルの構成を確認する必要があります (図 2) .

この中で特に注意してほしいのが , 3 番目に挙げた “ リンカ ・ コマンド ・ ファイル ” です . このファイルは , DSP プログラムが用いるメモリ領域のマッピング (配置) を決めるものです . OS がメモリ管理を一手に引き受ける開発環

境に慣れた方は考えられないことですが , DSP ではメモリのマッピングをプログラムの作成者が指定しなければなりません . “ DSP の開発はマップに始まりマップに終わる ” と言われることもあります . DSP のアルゴリズム開発に利用できるメモリ ・ リソースには , 容量に限りがあります . パソコン上での開発のように , 初期化のたびに New を連発していると , “ システムに結合したらメモリ容量を超えていた ” という事だってあります .

DSP のアルゴリズム開発に携わる人は , いかなる場合も “ 自分の開発しているプログラムがどれくらいのメモリを必要とするのか ” , “ それらをどこに配置すればよいのか ” を考える必要があります . なお , 具体的なメモリの構成は , 個々のアルゴリズムにおいてどのようなデータ構造を構築するかに依存します .

リンカ ・ コマンド ・ ファイルの作り方

今回のプログラムでは “ Hello World ” と表示するだけなので , プログラムのデータ構造などを考える必要はありません .

ファイル	説明
ヘッダ ・ ファイル (*.h)	通常の C 言語プログラムでも必要なもの
ソース ・ ファイル (*.c)	C 言語のプログラムのソース
リンカ ・ コマンド ・ ファイル (*.cmd)	メモリ ・ マップを指定
標準ライブラリ (rts64plus.lib)	C 言語の標準ライブラリ関数群など
プロジェクト ・ ファイル (*.pjct)	プロジェクトの構成を決める

図 2 “ Hello World ” に必要なファイル構成

DSP アルゴリズム開発の特徴は , 3 番目のリンカ ・ コマンド ・ ファイルである . OS を使用する開発ではありえないが , DSP ではプログラムのメモリ ・ マッピングを自分で指定する .